

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

UNIDAD ACADÉMICA EL SENA

PROGRAMA: INGENIERÍA AGROFORESTAL



TESIS DE GRADO

**“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL CEBOLLÍN (*Allium Schoenoprasum*
L.) EN UN SISTEMA HIDROPÓNICO TIPO NFT EN CONDICIONES CONTROLADAS
EN LA CASA HIDROPÓNICA EL EDÉN EN EL MUNICIPIO DE EL SENA, PANDO
GESTIÓN 2024.”**

Modalidad de Tesis de grado

Presentado por:

Univ. Stefany Priscila Guarena Claros

Para optar el Título de Ingeniería Agroforestal

Tutor: German Kauko Coímbra

El Sena - Pando – Bolivia
GESTION 2025

Hoja de Aprobación

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Amazónica de Pando por brindarme la formación y las herramientas necesarias para mi desarrollo profesional.

A la Casa Hidropónica El Edén, para facilitar el espacio y apoyo técnico para la ejecución de esta investigación.

Mi gratitud a los docentes de la carrera de Ingeniería Agroforestal, por su guía constante, y de manera especial a la Ing. Yajaira Gustañer Vargas y al Dr. Noel Jesús Cuevo Calzadilla, por su valioso tiempo, orientación y compromiso durante todo mi proceso de estudio. Su acompañamiento constancia y temple fue una gran

DEDICATORIA

Dedico este logro, con todo mi amor y gratitud, a mi hija Mía Valeria Noza Guarena, luz de mi vida y fuente inagotable de inspiración. Cada paso que doy es por ti y para ti, con la esperanza de dejarte un ejemplo de esfuerzo, perseverancia y amor por el conocimiento. Gracias por darme fuerzas incluso en los momentos más difíciles.

A mi compañero de vida, Nelson Noza Monje, por tu apoyo incondicional, tu paciencia, tu fe en mí y por caminar a mi lado en este camino lleno de desafíos y aprendizajes. Este logro también es tuyo.

Con ustedes en mi corazón, todo es posible.

Índice

CAPITULO I	16
GENERALIDADES	16
1.1. Introducción	1
1.2. Planteamiento Del Problema	3
1.2.1. Descripción problema	3
1.2.2. Formulación del problema	4
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. Justificación	5
1.5. Hipótesis	8
1.5.1. Hipótesis nula (H_0):	8
1.5.2. Hipótesis alternativa (H_1):	8
CAPITULO II	9
SUSTENTACION TEORICA	9
2.1. Revisión Bibliográfica	10
2.1.1 Definición de hidroponía	10
2.1.2 Origen de la hidroponía	10
2.1.3 Tipos de Sistemas Hidropónicos	12

2.1.4 Factores importantes de la hidroponía	15
2.1.5 Hidroponía en Cebollín (<i>Allium Schoenoprasum</i> L.) en un sistema NFT ..	18
2.1.6 Beneficios de Cultivar Cebollín Hidropónicamente	19
2.1.7 Ventajas del sistema NFT para el cebollín	19
2.1.8 Eficiencia en el Uso del Agua	20
2.1.9 Crecimiento Rápido	20
2.1.10 Múltiples Cosechas	20
2.1.11. Desventajas de la hidroponía	21
2.1.12 Enfermedades Comunes del Cebollín en Hidroponía	22
2.1.13. Estrategias Generales de Manejo para las Enfermedades	23
2.1.14 Cultivo del cebollín	24
2.1.15. Producción de cebollín (<i>allium schoenoprasum</i> L.) a nivel mundial	26
2.1.16 Producción de Cebollín (<i>Allium Schoenoprasum</i> L.) en Bolivia	27
2.1.17. Taxonomía y Morfología del Cebollín (<i>Allium Schoenoprasum</i>)	27
2.1.18. Generalidades del Cultivo Cebollín (<i>Allium Schoenoprasum</i>)	28
2.1.19 Condiciones edafoclimáticas	29
2.1.20. Usos	31
2.1.21. Medicina	31
2.1.22. Principales Beneficios	32

CAPITULO III	36
MARCO METODOLOGICO	36
3.1. Tipo de la investigación	37
3.2 Enfoque	37
3.3. Métodos	38
3.3.1 Inductivo	38
3.3.2. Estadístico	39
3.4. Población y Muestreo	39
3.5. Técnicas e Instrumentos de la Investigación	39
3.5.1. Observación directa	41
3.5.2. Planilla de registro	41
3.5.3. Documentación	42
3.5.4. Fichas bibliográficas	43
3.6. Referencia Geográfica donde se Ejecuta la Investigación	43
3.6.1. Área de estudio	43
3.6.2 Ubicación	44
3.6.3. Datos Administrativos	45
3.6.4. Aspectos Ecológicos	46
3.7. Diseño del Módulo de Experimento	48
.....	49

3.8. Descripción del Material de Requerimiento	49
3.8.1. Material biológico	49
3.8.2. Material utilizado	50
3.8.3. Material de gabinete	50
3.9. Detalle del Trabajo de Investigación que se va ejecutar	51
3.9.1. Acondicionamiento del Área y de los Recipientes	51
3.9.2. Instalación del Sistema	52
3.9.3. Preparación de la Solución Nutritiva	53
3.9.4. Supervisión y Regulación	53
3.10. Plan de Procesamiento de la Información	54
3.10.1. Análisis Comparativo	54
CAPITULO IV	55
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	55
4.1. Resultado	56
4.1.1. Aspectos climatológicos	56
4.1.2. Variación de Producción	57
4.1.3. Germinación y Trasplante	59
4.1.4. Medición de Nutrientes y pH	61
4.1.5. Reposición de Plántulas (Refalle)	62
4.1.6. Labores Culturales o Manejo del Cultivo	62

4.2 Discusión	73
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
5.1. Conclusiones	77
5.2. Recomendaciones	78
BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXOS	84

Índice de Tablas

Tabla 1: Composición Nutricional del Cebollín (<i>allium schoenoprasum</i> L.)	25
Tabla 2: Producción mundial de cebollín (<i>allium schoenoprasum</i> L.)	26
Tabla 3: Taxonomía del cebollín (<i>allium schoenoprasum</i>)	27
Tabla 4: Micro y macro nutrientes	50
Tabla 5: Medida de micronutrientes para cultivo Cebollín	57
Tabla 6: Medida macronutrientes para cultivo de cebollín	59
Tabla 7: Porcentaje de Germinación	63
Tabla 8: Crecimiento Vegetativo	66
Tabla 9: Creciente vegetativo Semana 3	68
Tabla 10: Crecimiento Vegetativo Semana 4	70
Tabla 11: Crecimiento Vegetativo	71
Tabla 12: Crecimiento Vegetativo	72

Índice de figuras

Figura 1: Técnica de Película Nutritiva (NFT)	12
Figura 2: Cultivo de aguas profundas	13
Figura 3: Sistemas de goteo	14
Figura 4: Aeropónica	14
Figura 5: Ubicación	45
Figura 6: Ubicación	45
Figura 7: Diseño experimental	49
Figura 8: Diseño experimental	49
Figura 9: Germinación y Trasplante	60
Figura 10: Porcentaje de Germinación de la Semilla	64
Figura 11: Porcentaje de Germinación	65
Figura 12: Desarrollo Vegetativo 3era Semana	67
Figura 13: Desarrollo Vegetativo 4ta Semana	69
Figura 14: Desarrollo Vegetativo 5ta Semana	71
Figura 15: Desarrollo Vegetativo 5ta Semana	71
Figura 16: Desarrollo Vegetativo Últimos días	72

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento productivo del cebollín (*Allium schoenoprasum* L.) cultivado en un sistema hidropónico tipo NFT bajo condiciones controladas, en la Casa Hidropónica El Edén, ubicada en el municipio de El Sena, Pando, durante la gestión 2024. La propuesta surge como respuesta a las limitaciones de la agricultura convencional en la región amazónica, caracterizada por suelos poco fértiles, alta humedad y condiciones climáticas variables.

El diseño experimental consistió en la instalación de dos líneas de cultivo en tubos de PVC, cada una con 40 bulbillos de cebollín. Se controlaron variables como la calidad de la solución nutritiva, el pH, la conductividad eléctrica, y se registraron indicadores de crecimiento como altura de planta, número de hojas, biomasa fresca y seca.

Los resultados demostraron un desarrollo vegetativo óptimo del cebollín en el sistema NFT, con una tasa de crecimiento acelerada, uniformidad en la producción y rendimientos superiores a los obtenidos en cultivos convencionales en suelo. El análisis final reveló que las plantas alcanzaron un promedio de altura de 26 cm, una biomasa fresca de hasta 45 gramos por unidad y una recuperación rápida después de cada corte, lo que permitió múltiples cosechas en el mismo ciclo productivo.

Entre las conclusiones más relevantes, se destaca que el sistema NFT resultó altamente eficiente en el uso del agua y los nutrientes, reduciendo significativamente las pérdidas por evaporación y lixiviación. Asimismo, se comprobó que el control de los parámetros físico-químicos de la solución nutritiva fue determinante para alcanzar un desarrollo saludable y

vigoroso del cultivo. En comparación con el cultivo en suelo, el cebollín hidropónico presentó mejor calidad comercial, mayor sanidad y tiempos reducidos hasta la cosecha.

En conclusión, la implementación del sistema NFT para el cultivo de cebollín en el contexto amazónico de El Sena es viable, eficiente y sostenible, constituyéndose en una alternativa tecnológica promisoría para fortalecer la producción hortícola en la región.

Palabras clave: hidroponía, cebollín, sistema NFT, agricultura sostenible, solución nutritiva, rendimiento vegetal, cultivo sin suelo, Amazonía boliviana, innovación agrícola, Pando.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the productive performance of chives (*Allium schoenoprasum L.*) grown in an NFT hydroponic system under controlled conditions at the El Edén Hydroponic House, located in the municipality of El Sena, Pando, during the 2024 period. The proposal arose in response to the limitations of conventional agriculture in the Amazon region, characterized by infertile soils, high humidity, and variable climatic conditions.

The experimental design consisted of installing two cultivation lines in PVC pipes, each containing 40 chive bulbs. Variables such as the quality of the nutrient solution, pH, and electrical conductivity were monitored, and growth indicators such as plant height, number of leaves, and fresh and dry biomass were recorded.

The results demonstrated optimal vegetative development of chives in the NFT system, with an accelerated growth rate, production uniformity, and higher yields than those obtained with conventional soil-based cultivation. The final analysis revealed that the plants reached an average height of 26 cm, a fresh biomass of up to 45 grams per plant, and a rapid recovery after each cut, allowing for multiple harvests in the same production cycle.

Among the most relevant conclusions, it is worth highlighting that the NFT system was highly efficient in the use of water and nutrients, significantly reducing losses due to evaporation and leaching. Furthermore, it was proven that controlling the physical and chemical parameters of the nutrient solution was crucial for achieving healthy and vigorous crop development. Compared to soil cultivation, hydroponic chives showed better commercial quality, greater health, and reduced harvest times.

In conclusion, the implementation of the NFT system for chive cultivation in the Amazonian context of El Sena is viable, efficient, and sustainable, constituting a promising technological alternative to strengthen horticultural production in the region.

Keywords: hydroponics, chives, NFT system, sustainable agriculture, nutrient solution, plant yield, soilless cultivation, Bolivian Amazon, agricultural innovation, Pando.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. Introducción

El desarrollo agrícola en regiones con condiciones edafoclimáticas adversas, como el norte amazónico de Bolivia, enfrenta constantes desafíos que limitan el rendimiento de los cultivos tradicionales. En el municipio de El Sena, ubicado en la provincia Madre de Dios del departamento de Pando, la agricultura se ve afectada por la baja fertilidad de los suelos, la alta humedad, las intensas lluvias estacionales y una limitada infraestructura tecnológica. Estos factores dificultan el establecimiento de cultivos estables, eficientes y sostenibles a largo plazo, especialmente para especies hortícolas de alto valor nutricional y comercial, como el cebollín (*Allium schoenoprasum* L.).

En este contexto, la hidroponía se presenta como una alternativa viable y estratégica para afrontar dichas limitaciones. Esta técnica de cultivo sin suelo permite el desarrollo de plantas en soluciones nutritivas equilibradas, reduciendo la dependencia del terreno agrícola y optimizando el uso del agua y de los nutrientes. Uno de los sistemas hidropónicos más eficientes es el sistema NFT, que consiste en la circulación constante de una película delgada de solución nutritiva sobre las raíces de las plantas, garantizando un suministro continuo de agua, oxígeno y nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal.

La presente investigación propone evaluar el rendimiento del cebollín bajo condiciones controladas en un sistema hidropónico tipo NFT, instalado en la Casa Hidropónica El Edén, ubicada en el municipio de El Sena. El cebollín es una planta de gran valor culinario y propiedades medicinales, ampliamente utilizada como condimento en la gastronomía boliviana.

A pesar de las ventajas potenciales de la hidroponía, en Bolivia, y particularmente en la región amazónica, existe una implementación y documentación técnica limitada sobre su

funcionamiento y eficiencia en comparación con los métodos convencionales de cultivo. Por tanto, surge la necesidad de responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera influye el sistema hidropónico tipo NFT en el rendimiento del cultivo de cebollín (*Allium schoenoprasum L.*) en comparación con los métodos convencionales de cultivo?

Para dar respuesta a esta interrogante, se plantea como objetivo general: Evaluar el comportamiento productivo del cebollín (*Allium schoenoprasum L.*) cultivado en un sistema hidropónico tipo NFT en condiciones controladas en la casa hidropónica El Edén en el municipio de El Sena, Pando, gestión 2024.

A partir de este propósito, se definen los siguientes objetivos específicos:

Implementar un sistema hidropónico tipo NFT adecuado para el cultivo de cebollín (*Allium schoenoprasum L.*), considerando los aspectos técnicos.

Determinar la influencia de la solución nutritiva y sus parámetros (pH, conductividad eléctrica y concentración de nutrientes) en el desarrollo morfológico y fisiológico del cebollín.

Registrar y analizar variables de crecimiento del cultivo, como la altura de las plantas, número de hojas, biomasa fresca y seca, durante el ciclo de cultivo en el sistema NFT.

Comparar los resultados obtenidos con los estándares productivos del cebollín en cultivo convencional, con el propósito de evaluar la viabilidad del sistema NFT como alternativa agrícola sostenible.

La hipótesis que guía esta investigación sostiene que: La implementación de un sistema hidropónico tipo NFT mejora significativamente el rendimiento del cebollín (*Allium schoenoprasum L.*) en comparación con los métodos convencionales de cultivo en suelo.

Este estudio adquiere relevancia tanto desde el punto de vista técnico-productivo como ambiental y socioeconómico. La hidroponía, al prescindir del uso de suelos y al optimizar el consumo hídrico, representa una opción sostenible en zonas donde la agricultura tradicional se encuentra limitada por factores naturales o de infraestructura. Además, su aplicación puede fomentar el desarrollo de emprendimientos productivos en comunidades rurales, mejorar la seguridad alimentaria local y promover el uso de tecnologías limpias en la región amazónica.

En suma, esta investigación no solo pretende generar conocimiento científico sobre el cultivo hidropónico del cebollín, sino también aportar una alternativa real y aplicable que beneficie a productores locales, instituciones educativas y gobiernos municipales interesados en fortalecer la agricultura sostenible en el departamento de Pando.

1.2. Planteamiento Del Problema

1.2.1. Descripción problema

El municipio de El Sena, ubicado en la provincia Madre de Dios del departamento de Pando, forma parte del ecosistema amazónico boliviano, caracterizado por su abundante biodiversidad, altos índices de humedad, suelos arcillosos y una estacionalidad climática que incluye intensas lluvias. A pesar de contar con vastas extensiones de tierra, muchas de estas áreas presentan limitaciones para la agricultura convencional debido a la baja fertilidad de los suelos, su alta acidez, frecuentes encharcamientos y procesos de erosión, lo que dificulta el desarrollo sostenible de cultivos hortícolas de calidad y con regularidad productiva.

En este contexto, el cultivo tradicional de hortalizas como el cebollín (*Allium schoenoprasum* L.) se ve afectado por las condiciones climáticas extremas, la limitada disponibilidad de suelos aptos y el escaso acceso a tecnologías agrícolas eficientes. Estas

limitaciones impactan negativamente en la seguridad alimentaria local, reducen las oportunidades de diversificación productiva y limitan el desarrollo de una agricultura tecnificada en la región.

Frente a este escenario, la hidroponía y en particular, el sistema NFT (Técnica de Película Nutriente), surge como una alternativa viable para optimizar la producción de cultivos en espacios reducidos y con control de parámetros fundamentales como el pH, la oxigenación y la disponibilidad de nutrientes. Sin embargo, en El Sena existe escasa evidencia técnica sobre el desempeño de cultivos hidropónicos adaptados a las condiciones amazónicas.

Por ello, se plantea la necesidad de investigar el comportamiento del cebollín bajo un sistema hidropónico NFT en este entorno, para determinar si es posible mejorar el rendimiento, calidad y sostenibilidad del cultivo, aportando así a la innovación agroproductiva del municipio y promoviendo prácticas agrícolas más eficientes y resilientes frente al cambio climático y la degradación de suelos.

1.2.2. Formulación del problema

¿Cómo influye el sistema hidropónico tipo NFT en el rendimiento del cultivo de cebollín (*Allium schoenoprasum L.*) en condiciones controladas, en comparación con métodos convencionales de cultivo en el municipio de El Sena, Pando, gestión 2024?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento productivo del cebollín (*Allium schoenoprasum L.*) cultivado en un sistema hidropónico tipo NFT en condiciones controladas en la casa hidropónica El Edén en el municipio de El Sena, Pando gestión 2024.

1.3.2. Objetivos específicos

- Implementar un sistema hidropónico tipo NFT adecuado para el cultivo de cebollín (*Allium schoenoprasum L.*), considerando los aspectos técnicos.
- Determinar la influencia de la solución nutritiva y sus parámetros en el desarrollo morfológico y fisiológico del cebollín.
- Registrar y analizar variables de crecimiento del cultivo, como la altura de las plantas, número de hojas, biomasa fresca y seca, durante el ciclo de cultivo en el sistema NFT.
- Comparar los resultados obtenidos con los estándares productivos del cebollín en cultivo convencional, con el propósito de evaluar la viabilidad del sistema NFT como alternativa agrícola sostenible.

1.4. Justificación

La presente investigación tiene como fundamento principal la búsqueda de soluciones sostenibles y tecnológicamente viables para mejorar la producción agrícola en el municipio de El Sena, ubicado en la provincia Madre de Dios del departamento de Pando, en el norte amazónico de Bolivia. Esta región, aunque rica en biodiversidad y recursos naturales, enfrenta diversos desafíos estructurales que afectan la productividad agrícola, entre los que destacan la baja fertilidad de los suelos, el exceso de humedad en temporadas prolongadas de lluvia, la

carencia de tecnologías modernas adaptadas al ecosistema tropical húmedo y el limitado acceso a prácticas agroecológicas que optimizan el uso del agua y de los nutrientes.

En este sentido, la implementación de cultivos hidropónicos específicamente mediante el sistema NFT (Nutrient Film Technique) representa una alternativa prometedora, sustentada en el uso eficiente de los recursos y en la capacidad de adaptación a contextos geográficos y climáticos donde la agricultura convencional resulta limitada. La técnica NFT permite cultivar hortalizas sin necesidad de suelo, utilizando una solución nutritiva en circulación constante que baña las raíces de las plantas, asegurando así un suministro continuo de agua, nutrientes y oxígeno. Esta modalidad no solo favorece un crecimiento vegetal más rápido y saludable, sino que también reduce significativamente el consumo de agua y minimiza el riesgo de enfermedades transmitidas por el suelo.

El cebollín (*Allium schoenoprasum L.*), una hortaliza de valor gastronómico y nutricional, es ideal para ser cultivado en este tipo de sistemas debido a sus características morfológicas y fisiológicas. Su tamaño compacto, rápido ciclo de desarrollo y alta demanda en mercados locales y regionales lo convierten en un cultivo estratégico para pequeñas unidades productivas, asociaciones de agricultores, y proyectos familiares o comunitarios. Además, su consumo en fresco, como condimento o en preparaciones culinarias, ha crecido en los últimos años por su versatilidad y valor nutritivo, aportando vitaminas, minerales y compuestos antioxidantes.

Esta investigación se justifica desde varios enfoques: técnico, ambiental, económico y social. Desde el punto de vista técnico, se busca generar información científica que permita adaptar la técnica NFT a las condiciones amazónicas de El Sena, donde factores como la temperatura, la humedad, la radiación solar y la calidad del agua deben ser cuidadosamente

gestionados. El desarrollo de un protocolo técnico específico para el cebollín en estas condiciones permitirá replicar el modelo en otras zonas con características similares.

Desde el enfoque ambiental, la hidroponía constituye una respuesta a la necesidad urgente de proteger los suelos amazónicos de la sobreexplotación, la deforestación y la contaminación. Al prescindir del uso de suelo y al reutilizar el agua a través de sistemas cerrados, se evita la degradación de los ecosistemas naturales, se disminuyen las pérdidas por lixiviación de nutrientes y se promueve un uso racional del recurso hídrico, aspecto clave en una región donde los cambios en el régimen hídrico se han vuelto cada vez más impredecibles debido al cambio climático.

En términos económicos, el sistema NFT, aunque requiere una inversión inicial, ofrece un retorno más rápido gracias a la posibilidad de obtener cosechas múltiples por año, reducción de pérdidas y mayor uniformidad en la producción. Esto puede traducirse en una oportunidad para que pequeños y medianos productores diversifiquen sus ingresos, accedan a mercados diferenciados y aumenten su resiliencia económica frente a las variaciones estacionales de los cultivos tradicionales.

Finalmente, desde el enfoque social, esta investigación aporta a la formación de capacidades locales en tecnologías agrícolas emergentes, estimulando la innovación, el aprendizaje comunitario y la adopción de buenas prácticas productivas. Asimismo, tiene un potencial importante para ser implementado en espacios educativos, centros de formación técnica, e incluso como proyecto escolar, fomentando el interés por la agricultura sostenible y el desarrollo rural basado en ciencia y tecnología.

El valor agregado de este trabajo radica en que no solo se limita a evaluar el crecimiento del cebollín en NFT, sino que busca establecer un precedente técnico para el desarrollo de sistemas hidropónicos aplicables en regiones amazónicas con condiciones similares. Aporta conocimientos relevantes para futuras investigaciones, políticas públicas agrícolas y estrategias de desarrollo rural que promueven la autosuficiencia alimentaria y la sostenibilidad ambiental.

En resumen, la presente investigación es pertinente, viable y necesaria. Permite explorar una alternativa productiva sostenible, con bajo impacto ambiental y alta eficiencia, que puede ser replicada y escalada como modelo de producción hortícola en el contexto amazónico boliviano. A través de este estudio se pretende contribuir a la transformación de la agricultura en el municipio de El Sena, ofreciendo soluciones innovadoras frente a los desafíos actuales del sector agrícola.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis nula (H_0):

La implementación de un sistema hidropónico tipo NFT no produce diferencias significativas en el rendimiento del cultivo de cebollín (*Allium schoenoprasum* L.) en comparación con el método convencional de cultivo en suelo.

1.5.2. Hipótesis alternativa (H_1):

La implementación de un sistema hidropónico tipo NFT mejora significativamente el rendimiento del cultivo de cebollín (*Allium schoenoprasum* L.) en comparación con el método convencional de cultivo en suelo.

CAPITULO II

SUSTENTACION

TEORICA

2.1. Revisión Bibliográfica

2.1.1 Definición de hidroponía

La Hidroponía es un sistema de cultivo en el cual se logra el desarrollo de las plantas en medios acuosos sin la necesidad del suelo.

Esta técnica su bien tiene un gran auge en la actualidad data desde épocas antiguas, los aztecas la empleaban de forma exitosa en algunos de sus cultivos, también hay evidencia de que los romanos las pusieron en práctica para obtener varios alimentos.

Los cultivos hidropónicos son de gran utilidad en los casos en que no se cuenta con suelos apropiados para la agricultura tradicional, en ellos la tierra es reemplazada por otros medios de soporte para las plantas como una serie de canales en lo que pueden existir elementos como piedras o arcilla. Estos pueden ser llevados a cabo a cielo abierto o también en invernaderos cuando además se requiere controlar las condiciones climáticas a las que están expuestos los cultivos. (SIGNIFICADO, 2024)

2.1.2 Origen de la hidroponía

(460-360 AC) y también de ARISTÓTELES (384-322 AC) se inicia la investigación útil para el desarrollo de las ciencias agrícolas.

Siguiendo las investigaciones anteriores y pasando por Johann Glauber médico y químico alemán (1604- 1668) y el científico inglés John Mayow (1642-1679) que probaron la necesidad de sales minerales para el desarrollo de las plantas.

Es hasta el siglo XVIII cuando el químico y científico alemán Justus Von Lieig (1803-1873) aporta a la agricultura el uso de sales minerales, en todos los casos absorbibles por las

plantas, rompiendo definitivamente con la teoría del humus y es el científico irlandés Robert Boyle (1627- 1691), es el creador de la idea de crecer plantas en agua, dando pie a los cultivos sin tierra.

El estudio de la hidroponia tiene una larga trayectoria de la que se tiene conocimiento, desde hace 382 a.C. pero la primera información escrita data de 1600, cuando el belga Jan van Helmont documentó su experiencia acerca de que las plantas obtienen sustancias nutritivas a partir del agua, en 1699 el inglés John Woodward cultivó plantas en agua conteniendo diversos sustratos y encontró que el crecimiento de las plantas era el resultado de ciertas sustancias en el agua obtenidas del suelo, continuaron las investigaciones y es en 1804 cuando, De Saussure expuso el principio de que las plantas están compuestas por elementos químicos obtenidos del agua suelo y aire. (ASOCIACION HIDROPONICA MEXICANA, 2018)

A comienzos de los treinta W. F. Gericke catedrático de la universidad de California llamó a este sistema Hydroponic palabra derivada de los vocablos griegos Hidro agua y Ponos Labor y esta técnica puede ser definida como la ciencia del crecimiento de las plantas sin utilizar el suelo, aunque usando un medio inerte como la grava, arena, vemiculita, piedra pómez, etc.

W.F. Gericke cultivó vegetales en hidroponia, demostrando su utilidad y proveyendo alimentos para las tropas norteamericanas estacionadas en las islas incultivables del Pacífico a comienzos de 1940. (ASOCIACION HIDROPONICA MEXICANA, 2018)

2.1.3 Tipos de Sistemas Hidropónicos

Existen varios tipos de sistemas hidropónicos, cada uno con características específicas que se adaptan a diferentes necesidades de cultivo. Existen varios diseños de sistemas hidropónicos y varios métodos de cultivo. Los principales tipos de sistemas son:

- Técnica de película nutritiva (NFT)
- Cultivo de aguas profundas
- Flujo y refluo
- Sistemas de mecha
- Sistemas de goteo hidropónico
- Aeroponía

2.1.3.1 Técnica de Película Nutritiva (NFT)

En este método, las raíces de las plantas están expuestas a un flujo continuo de una película de solución nutritiva. Las plantas se colocan en agujeros de plantación a lo largo de los canales, donde los canales se colocan en una ligera pendiente longitudinal, que permite que el agua fluya por gravedad hacia una tubería de drenaje. La película delgada de la solución nutritiva se recircula continuamente. (SISTEMAS HIDROPONICOS, 2024)

Figura 1: Técnica de Película Nutritiva (NFT)

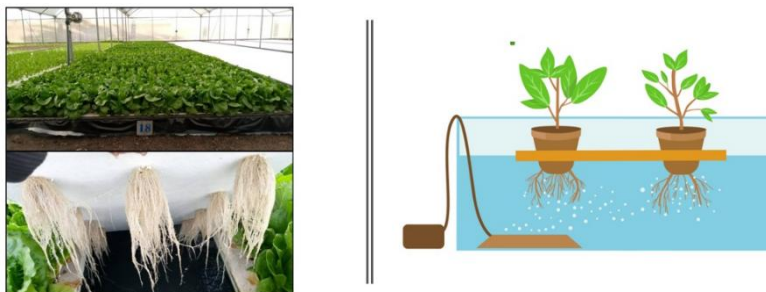


Fuente: Imágenes Google

2.1.3.2 Cultivo de aguas profundas

Las raíces de las plantas se colocan directamente en una solución nutritiva y se inyecta oxígeno al agua. (SISTEMAS HIDROPONICOS, 2024)

Figura 2: Cultivo de aguas profundas



Fuente: Imágenes Google

2.1.3.3 Reflujo y flujo

Macetas con plantas se colocan en una bandeja de cultivo. La bandeja se inunda con una solución nutritiva, hasta que alcanza un cierto nivel.: La solución nutritiva fluye hacia las raíces a través de agujeros en las macetas. Luego, el agua se drena de las bandejas y puede ser reutilizada en el próximo ciclo de riego. (SISTEMAS HIDROPONICOS, 2024)

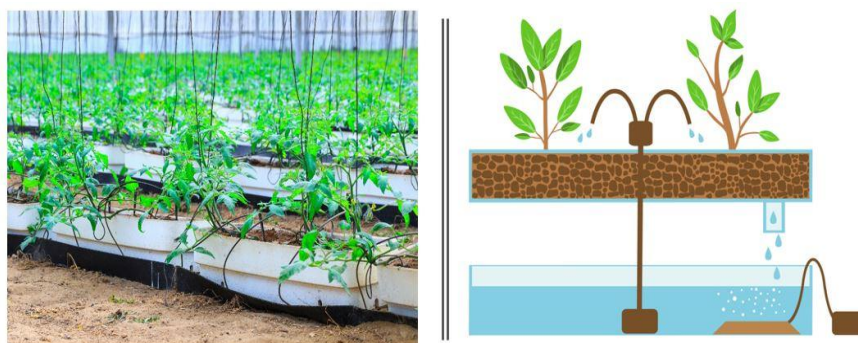
2.1.3.4 Sistema de mecha

Un sistema hidropónico pasivo en el que un lado de cuerdas de nylon fibroso se coloca alrededor de las plantas, en el sustrato de cultivo, mientras que su otro lado se coloca en el depósito de la solución nutritiva. La solución nutritiva sube las mechas a las plantas por acción capilar. (SISTEMAS HIDROPONICOS, 2024)

2.1.3.5 Sistema de goteo

En estos sistemas, la solución nutritiva es entregada a las plantas por un sistema de goteo. Las plantas se colocan en contenedores como bolsas, macetas, losas, camas, etc. Se puede recircular y reutilizar el drenaje que sale del del contenedor y, en esa manera, ahorrar en agua y nutrientes. (SISTEMAS HIDROPONICOS, 2024)

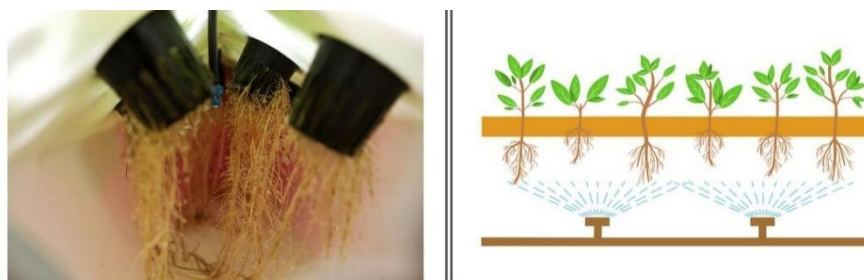
Figura 3: Sistemas de goteo



2.1.3.6 Aeroponía

Las raíces de las plantas están suspendidas en el aire, mientras que boquillas rocían la solución nutritiva directamente sobre las raíces a ciertos intervalos. (SISTEMAS HIDROPONICOS, 2024)

Figura 4: Aeropónica



2.1.4 Factores importantes de la hidroponía

2.1.4.1 Calidad de la Solución Nutritiva

Las soluciones minerales para obtener los nutrientes necesarios para cultivar de esta manera recién se desarrollaron en el siglo XIX. Estamos hablando de los trece elementos de origen mineral que se usan para aportarles a las plantas criadas por medio de la hidroponía los recursos esenciales para su desarrollo: nitrógeno, potasio, fósforo, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, zinc, boro, cobre, silicio, molibdeno.

No debemos olvidar que este grupo de técnicas que engloba el concepto de hidroponía se usa precisamente en los casos en los que la persona no cuenta con un suelo apto para la agricultura. Incluso en zonas donde en el pasado fue posible el desarrollo de cultivos, pero los suelos han sido deteriorados por las malas prácticas puede ser una alternativa ideal para no detener la producción. (Definición de hidroponía, 2024)

2.1.4.2 Control del pH

El pH es un parámetro muy importante para un cultivo hidropónico. Si en cultivos de suelo diferentes plantas se desarrollan mejor a diferentes valores de pH, en hidroponía la situación cambia y se vuelve uniforme. El rango óptimo está entre 5,5 y 5,8 pH: en este rango, de hecho, la mayoría de los nutrientes necesarios son solubles en agua. Hanna ha desarrollado medidores de pH específicos para hidroponía. (HANNA INSTRUMENTS, 2024)

2.1.4.3 Oxigenación

La absorción de oxígeno permite a las plantas producir energía, indispensable para su desarrollo. En hidroponía, es necesario mantener oxigenada la solución nutritiva, para

mantener la absorción de nutrientes por parte de las raíces. La oxigenación de la solución nutritiva puede realizarse durante la circulación de la solución al retorno al depósito o con la aplicación de aire comprimido u oxígeno. (GROHO, 2024)

2.1.4.4 Condiciones Ambientales

El control riguroso de las condiciones ambientales en un sistema hidropónico es esencial para maximizar el crecimiento y la producción de las plantas. Mantener un equilibrio adecuado entre luminosidad, temperatura, humedad, ventilación y calidad del agua garantizará cosechas saludables y abundantes.

Lo que diferencia el cultivo hidropónico de un invernadero tradicional basado en el suelo es el manejo del agua con nutrientes. Además del control del clima del aire, hay un énfasis adicional en las condiciones de las raíces y la composición del agua que las nutre. Las condiciones del agua fluctúan mucho más fácilmente que el suelo y proporcionan mucho menos amortiguación entre las raíces y el medio ambiente. (DRYG AIR, 2024)

2.1.4.5 Espacio y Diseño del Sistema

El espacio y diseño del sistema hidropónico son cruciales para el éxito del cultivo. Un diseño bien planificado no solo maximiza el uso del espacio disponible, sino que también asegura que las condiciones ambientales sean óptimas para el crecimiento saludable de las plantas. Al considerar cuidadosamente estos factores, los cultivadores pueden mejorar significativamente la productividad y eficiencia de sus sistemas hidropónicos.

2.1.4.6 Manejo de Plagas y Enfermedades

En la hidroponía, existen métodos de control biológico que permiten mantener a raya a las plagas y enfermedades de forma natural y segura. Un ejemplo es la introducción de organismos benéficos, como insectos depredadores o parasitoides, que se alimentan de las plagas. Estos depredadores ayudan a mantener bajo control las poblaciones de plagas sin dañar tus cultivos. Otro método es el uso de hongos y bacterias beneficiosas, conocidos como agentes de control biológico, que compiten con los patógenos y previenen la propagación de enfermedades. Estos organismos beneficiosos pueden aplicarse directamente en la solución nutritiva o en el sustrato, dependiendo del sistema hidropónico que estés utilizando. (ECOHYDRO, 2024)

2.1.4.7 Reciclaje del Agua

El uso de la hidroponía se vuelve aún más relevante para la producción de vegetales, ya que potencialmente ahorra entre un 50 y un 70% del agua disponible para las plantas, ya que las tasas de evaporación, escorrentía y percolación se reducen significativamente. (GROHO, 2024)

2.1.4.8 Monitoreo Constante

La temperatura y la humedad son otros dos parámetros a monitorear constantemente en hidroponía. La temperatura debe permanecer entre 21 y 28 ° C para asegurar un crecimiento eficiente. La humedad ambiental, en cambio, no debe superar el 50-60%: una humedad demasiado alta puede favorecer el desarrollo de mohos que podrían provocar el deterioro de la planta. Hanna ofrece tanto termohigrómetros portátiles para monitorear la

humedad y la temperatura como registradores de datos para la verificación constante de la temperatura las 24 horas del día. (HANNA INSTRUMENTS, 2024)

2.1.4.9 Educación y Conocimiento

La educación hidropónica se está convirtiendo en un método cada vez más popular en las escuelas, captando la atención tanto de los estudiantes como de los profesores por igual. Esta moderna técnica de jardinería, que implica el cultivo de plantas sin suelo en una solución de agua rica en nutrientes, ofrece numerosos beneficios educativos. En esta entrada del blog, exploraremos cómo las escuelas adoptan la jardinería hidropónica para enseñar a los estudiantes sobre biología, sostenibilidad y la importancia de los productos frescos. (HY FARM, 2024)

2.1.5 Hidroponía en Cebollín (*Allium Schoenoprasum L.*) en un sistema NFT

La hidroponía de cebollín (o cebolla de verdeo) en un sistema NFT (Nutrient Film Technique) es una práctica eficiente y popular que permite cultivar esta planta de manera efectiva, aprovechando al máximo el espacio y los recursos.

La hidroponía es un método de cultivo que permite el crecimiento de plantas como el cebollín (*allium schoenoprasum L.*) sin la necesidad de suelo, utilizando soluciones nutritivas en agua. Este enfoque se ha vuelto cada vez más popular debido a sus múltiples beneficios, especialmente en la producción de hortalizas y hierbas aromáticas.

El cultivo de cebollín (*Allium schoenoprasum L.*) mediante el sistema NFT (Técnica de Película Nutriente) es una técnica hidropónica que permite el crecimiento de esta planta sin suelo, utilizando una película delgada de solución nutritiva que fluye continuamente sobre las raíces. Este método es especialmente adecuado para plantas de tamaño pequeño o mediano, y

aunque ofrece un control eficiente de los nutrientes y el agua, puede presentar desafíos específicos para cultivos como el cebollín debido a las necesidades particulares de su desarrollo radicular.

2.1.6 Beneficios de Cultivar Cebollín Hidropónicamente

La hidroponía reduce significativamente el consumo de agua en comparación con la agricultura tradicional, ya que permite recircular el agua y minimizar el desperdicio.

los nutrientes se pueden administrar de manera controlada, lo que optimiza el crecimiento del cebollín y mejora su calidad. Esto es crucial para asegurar que las plantas reciban todos los minerales esenciales necesarios para su desarrollo.

Al eliminar el suelo, se reduce la exposición a patógenos del suelo que pueden causar enfermedades en las plantas. Esto contribuye a una producción más limpia y saludable.

Los cultivos hidropónicos suelen crecer más rápido que los cultivados en suelo, lo que permite cosechas más frecuentes y abundantes.

2.1.7 Ventajas del sistema NFT para el cebollín

La ventaja del sistema NFT que destaca en relación a otros sistemas hidropónicos, es la alta calidad obtenida en diferentes productos hortícolas en un corto periodo de cultivo, como también en rendimiento. La constante oferta de agua y nutrientes permite a las plantas crecer sin estrés y obtener el potencial productivo del cultivo. Además, es posible obtener precocidad, lo que permite un mejor precio en el mercado y presencia en todas las temporadas. Por otra parte, quizás la ventaja más importante es el ahorro de agua en estos sistemas de

cultivo, así como fertilizantes al permitir la recirculación de la solución nutritiva. (INTAGRI, 2024)

2.1.8 Eficiencia en el Uso del Agua

Para obtener este resultado de eficiencia, la circulación se consigue mediante una leve inclinación del fondo de las cubetas de manera que el agua escurre por el lecho debido a la gravedad y es recogida en el extremo más alejado para ser bombeada de nuevo a la parte superior. El agua y las sustancias nutrientes disueltas en ella está en un estanque desde el cual pasa a los lechos acuosos en que crecen las plantas. (ASOCIACION HIDROPONICA MEXICANA, 2018)

2.1.9 Crecimiento Rápido

La ventaja del sistema NFT que destaca en relación a otros sistemas hidropónicos, es la alta calidad obtenida en diferentes productos hortícolas en un corto periodo de cultivo, como también en rendimiento. La constante oferta de agua y nutrientes permite a las plantas crecer sin estrés y obtener el potencial productivo del cultivo. (INTAGRI, 2024)

2.1.10 Múltiples Cosechas

La cebolla hidropónica permite múltiples cosechas del mismo bulbo, lo que es muy eficiente. Las hojas pueden cortarse varias veces y vuelven a crecer rápidamente. (CULTIVOS HIDROPONICOS, 2024)

2.1.11. Desventajas de la hidroponía

El cultivo hidropónico, aunque presenta numerosas ventajas, también conlleva ciertas desventajas que deben considerarse antes de optar por este método. A continuación, se detallan las principales desventajas asociadas con la hidroponía: (Puerto Rico Farm Credit, 2024)

2.1.11.1 Inversión inicial alta

Esta es la desventaja principal de la hidroponía. Al comenzar un sistema hidropónico será necesario que hagas una inversión alta pues supone comprar muchos materiales muy importantes como bombas, contenedores, sustratos, tubería, filtros y llaves de paso, entre otros. Recuerda que Puerto Rico Farm Credit puede ayudarte en este proceso inicial y en las etapas subsiguientes.

2.1.11.2. Cuidado indispensable de la planta

La hidroponía es una tecnología agrícola que requiere muchos detalles y atenciones particulares que se minimizan en la agricultura en tierra. De esto también dependerá el éxito o fracaso de los cultivos.

2.1.11.3. No es apta para todas las especies

La hidroponía no está disponible para todas las especies de plantas, como por ejemplo los árboles frutales o los vegetales de fruto subterráneo como las papas, las zanahorias y otros tubérculos.

2.1.11.4. Las plantas son susceptibles a los cambios

En los diferentes sistemas hidropónicos las plantas no cuentan con el suelo, que en la agricultura tradicional funciona como amortiguador en momentos de cambios bruscos.

Además, hay que ser muy cuidadoso con la temperatura, el pH, la conductividad eléctrica y la concentración de nutrientes.

2.1.11.5. Pocas personas expertas en el tema

Al ser una tecnología menos utilizada que la agricultura en tierra, hay menos personas expertas en el tema o empresas especializadas en hidroponía y los que hay suelen ser muy costosos. Además, por lo general se tiende a no resaltar las desventajas y por ello es importante conocerlas.

2.1.12 Enfermedades Comunes del Cebollín en Hidroponía

2.1.12.1 Moho Gris (*Botrytis cinerea*)

Entre las enfermedades de mayor relevancia económica en la agricultura, el moho gris (*Botrytis cinerea*) ocupa un lugar destacado. Se trata de una enfermedad que puede dañar tanto los cultivos en crecimiento como los frutos ya recolectados; que persiste en condiciones desfavorables y se propaga rápidamente en las favorables. A pesar de la abundancia de fungicidas para combatir el moho gris, su eficacia es limitada y generan un impacto negativo en el medioambiente. Gracias a la tecnología avanzada de teledetección y diversas técnicas culturales y orgánicas, los agricultores podrán detectar de forma proactiva las posibles zonas afectadas por *Botrytis cinerea* para intervenir a tiempo y reducir al máximo el uso de químicos. (EOS DATA ANALYTICS, 2024)

2.1.12.2 Mildiu (*Peronospora spp.*)

Los síntomas iniciales incluyen manchas amarillas en la parte superior de las hojas, que son limitadas por los nervios. En el envés de las hojas, se observa una eflorescencia

algodonosa de color blanco a gris, que corresponde a la producción de esporas del hongo. Las hojas afectadas pueden marchitarse y caer, y en casos severos, la planta puede morir.

2.1.12.3 Pudrición de Raíz (Pythium spp. y Phytophthora spp.)

Las raíces se vuelven marrones y blandas, lo que puede llevar a la muerte de la planta. Suelo o sustrato contaminado, exceso de agua o mala aireación.

2.1.12.4 Antracnosis (Colletotrichum spp.)

Lesiones oscuras en las hojas que pueden causar la caída prematura de las mismas. Humedad excesiva y temperaturas cálidas.

2.1.13. Estrategias Generales de Manejo para las Enfermedades

El cultivo hidropónico de cebollín puede ser altamente productivo, pero también es susceptible a diversas enfermedades. Implementar un manejo integrado que incluya buenas prácticas sanitarias, control ambiental y monitoreo constante es esencial para minimizar los riesgos y asegurar una producción saludable y sostenible.

2.1.13.1. Saneamiento

Mantener un ambiente limpio es crucial. Esto incluye desinfectar herramientas, eliminar restos de cultivos anteriores y evitar siembras densas que promuevan la humedad.

2.1.13.2. Control Ambiental

Asegurar una buena ventilación y aireación para reducir la humedad relativa en el cultivo. Esto ayuda a prevenir enfermedades que prosperan en condiciones húmedas.

2.1.13.3. Monitoreo Regular

Inspeccionar regularmente las plantas para detectar signos tempranos de enfermedades y actuar rápidamente.

2.1.13.4. Uso de Semillas Tratadas

Utilizar semillas tratadas con fungicidas puede ayudar a prevenir la introducción de patógenos desde el inicio del cultivo.

2.1.14 Cultivo del cebollín

El cebollín es una planta que habitualmente se utiliza para cocinar, y que le agrega a las comidas un suave sabor similar al de la cebolla. Se la conoce también como cebollino o *ciboulette*, por su habitual uso en la gastronomía francesa. Su nombre científico es *allium choenoprasum*, ya que pertenece a la familia de las aliáceas, grupo de plantas donde también se encuentran la cebolla, el ajo, el puerro, entre otras. El cebollín también tiene la particularidad de poder ser cosechado en cualquier momento del año y, además, es muy sencillo su cultivo doméstico, ya sea en una pequeña huerta o en una terraza. (finedininglovers, 2024)

El cebollín es muy bajo en calorías; aun así, contiene numerosos flavonoides antioxidantes, fibras, minerales y vitaminas que nutren y fortalecen el organismo. Su consumo aporta al cuerpo más fibra que el resto de sus parientes, como la cebolla o el puerro. Al igual que sus parientes, el cebollino posee compuestos antioxidantes que inhiben enzimas en las células del hígado, reduciendo los niveles de colesterol. (Univision, 2012)

A diferencia de la cebolla, el cebollín es una planta mucho más pequeña, de hojas verdes, finas, alargadas y huecas por dentro, que pueden medir hasta 30 cm de largo. Además, no hace falta cocinarlo para consumirlo y puede durar en la nevera hasta una semana. La principal diferencia reside en el sabor y en el tipo de uso que se le suele dar a cada verdura. El cebollín o cebollino es mucho más apropiado a modo de condimento y la cebolla suele ser la base de muchas recetas y platos, la mayoría de las veces, cocida. (finedininglovers, 2024)

Esta planta ha sido cultivada durante siglos, no solo para usarla en cocina sino, además, como poderosa medicina natural. Las hojas suelen utilizarse como condimento y para realzar el sabor de muchos alimentos. Uno de los aspectos más positivos del cebollino es que su cultivo es muy sencillo (se puede plantar en cualquier jardín o maceta). (Ok salud, 2017)

Composición Nutricional del Cebollín (*allium schoenoprasum L.*)

Por cada 100 gramos de cebollín picado, se encuentran los siguientes nutrientes:

Tabla 1: Composición Nutricional del Cebollín (*allium schoenoprasum L.*)

Nutriente	Cantidad por 100 g
Energía	30 calorías
Proteínas	3,27 gramos
Grasas	0,73 gramos
Carbohidratos	4,35 gramos
Fibra	2,5 gramos
Vitamina C	58,1 mg
Vitamina A	218 mcg

Vitamina K	213 mcg
Betacarotenos	2610 mcg
Luteína + Zeaxantina	323 mcg
Potasio	296 mg

Nota: Fuente Karla Leal, nutricionista, 2023

2.1.15. Producción de cebollín (*allium schoenoprasum L.*) a nivel mundial

La producción mundial de cebolla fue de 109,007,186 toneladas, obtenidas en una superficie cosechada de 5,686,998 hectáreas, por lo que el rendimiento promedio quedó en 19.2 toneladas por hectárea, según la información presentada en FAOSTAT para el año 2020.

Entonces, se produjeron 109,007,186 toneladas, por lo que se tuvo una variación de 4.9% con respecto a las 103,881,679 toneladas de 2019; además, el promedio de la variación interanual para el período 2011-2020 fue de 2.9%, comparado con el 4.5% que se tuvo entre 2001-2010.

Para el caso de la superficie cosechada, se pasó de 5,366,755 a 5,686,998 toneladas de 2019 a 2020, por lo que la variación interanual fue de 6.0%, mientras que, en cuanto al rendimiento, ha pasado de 17.4 a 19.2 toneladas por hectárea entre 2001 y 2020, respectivamente. (Blog Agricultura, 2024)

Tabla 2: Producción mundial de cebollín (*allium schoenoprasum L.*)

País	Producción	Superfici	Rendimiento
-------------	-------------------	------------------	--------------------

	(toneladas)	e (hectáreas)	(kg/hectárea)
India	26.641.000	1.624.000	16.404,60
República Popular China	24.222.542	1.100.796	22.004,60
Egipto	3.312.469	-	-
Estados Unidos	3.821.044	-	-
México	1.451.250	-	-
Nigeria	672.197	-	-
Corea del sur	-	-	106.2
Taiwán	-	-	92,5

Nota: Fuente blog agrícola, 2024

2.1.16 Producción de Cebollín (*Allium Schoenoprasum L.*) en Bolivia

En Bolivia, la producción de cebollín (*allium schoenoprasum*), está menos documentada y es menos extendida que otros cultivos agrícolas más comunes en el país, como la papa o el maíz. Sin embargo, hay ciertas regiones con condiciones favorables donde se cultiva en menor escala, principalmente para abastecer los mercados locales y regionales.

2.1.17. Taxonomía y Morfología del Cebollín (*Allium Schoenoprasum*)

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2023) describe las características taxonómicas del cebollín de la siguiente manera:

Tabla 3: Taxonomía del cebollín (*allium schoenoprasum*)

Nombre científico	<i>allium schoenoprasum L.</i>
Familia	Amaryllidaceae

Subfamilia	Allioideae
Orden	Asparagales
Filo/división	Magnoliophyta
Reino	plantae
Género:	Allium L
Especie:	Schoenoprasum L.

Nota: Fuente (JAZMÍN ALEXANDRA BUSTE POMA, 2024)

2.1.18. Generalidades del Cultivo Cebollín (Allium Schoenoprasum)

El cebollino (*Allium schoenoprasum L.*), también conocido como ciboulette o cebollín, es una planta perteneciente a la familia de las amarilidáceas, que se caracterizan por ser plantas herbáceas perennes, provistas de bulbos, rizomas o raíces fibrosas.

Sus hojas son huecas y finas, de color verdoso, muy similares a la hierba, que pueden alcanzar una altura de unos 25 centímetros. Sus flores violetas son muy vistosas y llamativas, agrupadas en inflorescencias densas con forma de cabezuelas redondas, de hasta cinco centímetros de ancho.

El cebollino tolera muy bien el frío, y crece espontáneamente en zonas como Canadá y Siberia; de hecho, es la única especie del género *Allium* que se considera originaria tanto del viejo como del nuevo continente. En China se lleva cultivando desde la antigüedad, y no sólo lo utilizaban para cocinar, sino también con fines medicinales, como remedio para hemorragias o antídoto de venenos. (A.VOGEL, 2024)

García y Serrano (2013) indica que el cebollín (*allium schoenoprasum l.*) es una planta monocotiledónea perenne perteneciente a la familia Liliaceae. Posee un extenso sistema de

rizomas y tubérculos de donde emergen brotes erectos de hasta 30 cm de altura con varios ciclos de reproducción asexual mediante sus estructuras vegetativas a través de bulbillos. Yan et al. (2023) expresa que se diferencia del resto de variedades porque sus brotes son hojas verdes oscuro y de forma delgada con su tallo triangular donde emerge la inflorescencia de su color lila o violáceo, no crece de modo aislado; el tallo que presenta es de medio centímetro en grosor con un color verde y hueco con una o dos hojas que lo envuelven en la parte inferior. Sinaga, Sudarni, Iksen, Kevin, y Sari (2018) Sus flores son usadas ornamentalmente debido a su intenso color y a lo hermosas que pueden llegar a ser, en lo general son umbelas esferoidales de 5-8 cm de diámetro. Tanto las flores como los tallos poseen distintivo aroma de cebolla por la alicina que contiene el interior de la planta (García y Serrano, 2013). (JAZMÍN ALEXANDRA BUSTE POMA, 2024)

El cebollín (*allium schoenoprasum L.*) es una hierba culinaria muy apetecida por sus características organolépticas. La planta posee un hábito de crecimiento perenne y presenta muchos ciclos de autorrenovación de sus estructuras vegetativas a través de los bulbillos. Las hojas son los órganos de interés económico, las cuales son cilíndricas, tubulares y delgadas, con una longitud superior a 17 cm, poseen un delicado aroma que las hace ser preferidas por los gourmets para destacar el sabor de diferentes platos, su consumo es generalmente en fresco. (NIEVES ALFARO CONDORI, 2023)

2.1.19 Condiciones edafoclimáticas

El cebollín, conocido científicamente como (*allium schoenoprasum l.*), es una planta perenne de la familia Liliaceae, ampliamente utilizada en la gastronomía por su sabor suave y aroma característico. Su cultivo se extiende en diversas regiones debido a su adaptabilidad a diferentes condiciones edafoclimáticas.

2.1.19.1 Clima

Es una planta muy adaptada a climas fríos, soportando las heladas e incluso las sequías, por lo que ha hecho que esta planta se cultive por el mundo entero.

Prefiere exposiciones a pleno sol, o en semi sombra si recibe cierta cantidad de horas de luz solar directa, con lo que tenemos que colocarlos en las zonas más iluminadas de nuestro jardín, balcón, patio o terraza.

No es exigente en riegos, pero prefiere suelos húmedos con lo que los riegos deben ser regulares, evitando encharcamientos y asegurándonos de que el sustrato drene adecuadamente. (Guía verde, 2024)

2.1.19.2. Suelo

Prefiere los suelos ricos en materia orgánica, pero se produce bien en cualquier tipo de suelo de mediana fertilidad requiere suelos bien drenados y riego abundante. Se desarrolla bien a pleno sol, pero tolera sombra parcial. Se puede cultivar en gomas viejas, macetas de barro o en cualquier otro recipiente. Por otro lado (Bonilla & Perez, 2010), menciona lo siguiente: el cebollín posee un sistema radical poco profundo y, por lo tanto, su capacidad de exploración en búsqueda de los nutrientes del suelo es muy limitada. (NIEVES ALFARO CONDORI, 2023)

2.1.19.3. pH

Esta planta se desarrolla mejor en suelos con un pH neutro a ligeramente ácido, en un rango aproximado de 6.0 a 7.0. Sin embargo, tolera suelos ligeramente alcalinos si otras condiciones de cultivo son óptimas.

2.1.19.4. Cosecha

La cosecha del cebollín se puede realizar en diferentes momentos, dependiendo de su uso:

- **Tiempo de cosecha:** Generalmente, el cebollín puede ser cosechado entre 60 y 90 días después de la siembra. Es recomendable recoger las hojas tiernas antes de que la planta florezca para asegurar un sabor óptimo.
- **Método de cosecha:** Se deben cortar las hojas a unos 2-3 cm del suelo, lo que permite que la planta siga creciendo y produzca nuevas hojas. Esto puede suceder varias veces durante la temporada de crecimiento.

2.1.20. Usos

El cebollín es ampliamente utilizado como condimento en una variedad de platos. Su sabor suave y delicado lo hace ideal para ensaladas, salsas, sopas y guisos. Se puede agregar a huevos revueltos, tortillas, soufflés, y ensaladas de atún o pollo.

2.1.21. Medicina

El cebollín, cuyo nombre científico es *Allium schoenoprasum*, es una planta aromática que ayuda a regular la presión arterial, favorece la pérdida de peso, mantiene la salud ocular, previene el envejecimiento prematuro y fortalece el sistema inmunológico.

El cebollín, también conocido como cebollino, cebolla de hoja, ciboulette o cebollina, contiene buenas cantidades de saponinas, betacarotenos, fibra y vitamina C, nutrientes y compuestos bioactivos, aportando propiedades antioxidantes, saciantes y antiinflamatorias. (tau saude, 2024)

2.1.22. Principales Beneficios

Existen varios beneficios principales de los cuales podemos utilizar para nuestro diario vivir.

2.1.22.1. Regula la presión arterial

Debido a su contenido de potasio, el cebollín promueve la relajación de las arterias, facilitando la circulación sanguínea y ayudando a regular la presión arterial. Además, el potasio presente en el cebollín también favorece la eliminación del exceso de sodio en la sangre a través de la orina.

2.1.22.2. Favorece la pérdida de peso

El cebollín favorece la pérdida de peso debido a que es rico en fibras que prolongan la digestión de los alimentos en el estómago, aumentando la sensación de saciedad entre las comidas y reduciendo así la ingesta de alimentos. Sin embargo, para ayudar en la pérdida de peso, el cebollín debe formar parte de una dieta saludable y de la práctica regular de actividad física.

2.1.22.3. Previene el envejecimiento prematuro

El betacaroteno, la vitamina A, la luteína y la zeaxantina presentes en el cebollín, son nutrientes y carotenoides con propiedades antioxidantes que previenen el envejecimiento prematuro al proteger la piel contra los daños causados por los radicales libres y los rayos ultravioletas del sol, evitando así la aparición de arrugas y la flacidez de la piel. Además, como el cebollín es rico en vitamina C, esta planta aromática contribuye a la formación de colágeno, que es una proteína importante para mantener la suavidad y elasticidad de la piel.

2.1.22.4. Combate el estreñimiento

Las fibras, que se encuentran en abundancia en la el cebollín, aumentan el volumen de las heces y estimulan los movimientos naturales del intestino, facilitando la evacuación y ayudando así a combatir el estreñimiento.

2.1.22.5. Reduce el colesterol

Debido a su riqueza en nutrientes y compuestos bioactivos con acción antioxidante, como los flavonoides, saponinas, betacarotenos y vitamina C, el cebollín inhibe la oxidación de las células de grasa, contribuyendo así a reducir los niveles de colesterol en la sangre. Por lo tanto, el cebollín es una buena opción de alimento para ayudar a prevenir problemas relacionados con el colesterol alto, como la aterosclerosis, la angina de pecho, el infarto y el accidente cerebrovascular (ACV).

2.1.22.6. Mantiene la salud ocular

El cebollín mantiene la salud ocular gracias a su contenido de luteína y zeaxantina, carotenoides que se depositan en la retina y protegen los ojos contra los daños causados por los rayos UV emitidos por el sol y la luz azul emitida por dispositivos como computadoras, tabletas y teléfonos móviles. De este modo, el cebollín ayuda a prevenir la catarata y la degeneración macular relacionada con la edad, una enfermedad progresiva que puede llevar a la pérdida de la visión.

2.1.22.7. Previene la diabetes

El cebollín contiene cantidades significativas de fibras que ralentizan la velocidad de absorción de los carbohidratos de los alimentos, equilibrando los niveles de glucosa en sangre y ayudando así a prevenir la resistencia a la insulina y la diabetes.

2.1.22.8. Fortalece el sistema inmunológico

Siendo una planta rica en vitamina C, flavonoides y betacarotenos, la cebolla de verdeo fortalece y mejora las funciones de las células de defensa del organismo, fortificando el sistema inmunológico y contribuyendo a combatir virus, bacterias y hongos.

2.1.22.9. Previene la osteoporosis

Debido a su riqueza en vitamina K, un nutriente necesario para la producción de osteocalcina, que es la proteína que interviene en la fijación del calcio en los huesos, el cebollín ayuda a mantener la salud ósea y prevenir el desarrollo de la osteoporosis.

2.1.22.10. Ayuda a combatir la anemia

El cebollín ayuda a combatir la anemia gracias a su riqueza en vitamina C, un nutriente importante para la absorción del hierro presente en los alimentos. De esta manera, contribuye a la formación de hemoglobina, un componente responsable del transporte de oxígeno en el organismo que suele estar reducido en la anemia.

CAPITULO III

MARCO

METODOLOGICO

3.1. Tipo de la investigación

El presente estudio es de carácter experimental y tiene como objetivo evaluar el cultivo hidropónico de cebollín (*Allium schoenoprasum L.*) mediante un sistema NFT (*Nutrient Film Technique*). Este método hidropónico, que consiste en el flujo continuo de una delgada película de solución nutritiva sobre las raíces de las plantas, permite un óptimo desarrollo al garantizar un suministro constante de nutrientes, oxígeno y agua.

La investigación analizará el efecto de diferentes concentraciones de nutrientes y velocidades de flujo de la solución sobre el crecimiento y la calidad del cebollín, con el fin de generar datos precisos que permitan optimizar el uso de recursos. Además, se espera que este estudio contribuya al diseño y desarrollo de sistemas NFT accesibles para el cultivo de cebollín, especialmente en regiones con limitaciones de suelo o agua, fomentando una agricultura más sostenible y eficiente.

3.2 Enfoque

El enfoque metodológico utilizado en esta investigación fue de tipo mixto, combinando elementos cualitativos y cuantitativos, con un énfasis predominante en el enfoque cualitativo. Este enfoque permite abordar el cultivo hidropónico de cebollín (*Allium schoenoprasum L.*) desde una perspectiva integral, aprovechando las fortalezas de ambos métodos para obtener un análisis completo y detallado.

Desde el enfoque cualitativo, la investigación se centra en la recolección y análisis de información descriptiva basada en observaciones directas del cultivo en un sistema hidropónico NFT (*Nutrient Film Technique*). Esto incluye el registro minucioso de características visuales como el color, textura, cambios en el crecimiento y respuestas del

cebollín a las condiciones controladas de nutrientes, oxigenación, temperatura y flujo. Este análisis cualitativo permite comprender los factores contextuales y las interacciones que influyen en el desarrollo del cultivo, proporcionando una visión más subjetiva y contextual del fenómeno.

Por otro lado, el enfoque cuantitativo complementa este análisis mediante la recopilación y análisis de datos numéricos que son procesados estadísticamente para identificar patrones y tendencias. Los datos cuantitativos incluyen variables medibles como la altura de las plantas, el número de hojas, la biomasa acumulada, el índice de clorofila y la absorción de nutrientes. Estas métricas permiten establecer relaciones objetivas entre las variables del sistema NFT y el rendimiento del cultivo, ofreciendo evidencia concreta para validar las hipótesis propuestas.

La combinación de ambos enfoques garantiza una comprensión más profunda y multidimensional del cultivo hidropónico de cebollín, aportando datos relevantes para el desarrollo y optimización de sistemas hidropónicos sostenibles.

3.3. Métodos

3.3.1 Inductivo

Observar el comportamiento de las plantas de cebollín en el sistema de raíz flotante en Casa Hidropónica El Edén, registrando factores como respuesta a concentraciones de nutrientes, niveles de oxigenación y otros aspectos ambientales. Identificar patrones en cómo responde el cebollín a diferentes condiciones, analizando las relaciones entre factores como nutrientes y oxigenación con los resultados en el crecimiento y calidad de las plantas. Con base en estos patrones y relaciones, formular conclusiones sobre el impacto de los parámetros

del sistema en el desarrollo del cebollín, y proponer prácticas optimizadas que puedan replicarse en otros entornos hidropónicos.

3.3.2. Estadístico

Este método se utilizará para reunir, examinar y mostrar una variedad de datos, permitiendo identificar patrones y tendencias ocultas en la investigación o en los resultados. Los datos obtenidos se representarán numéricamente mediante tablas, gráficos y otros elementos visuales.

3.4. Población y Muestreo

En la presente investigación, la población está representada por 2 tuberías de plástico (PVC) utilizadas en el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique). Cada tubería contenía 40 bulbillos de cebollín (*Allium schoenoprasum L.*), lo que da un total de 80 plantas evaluadas.

Es importante señalar que la población de esta investigación es finita, por lo que no se aplicó ninguna fórmula para determinar una muestra específica. En consecuencia, se evaluaron la totalidad de los 80 bulbillos de cebollín presentes en las dos tuberías, permitiendo realizar un análisis integral y detallado del comportamiento del cultivo bajo las condiciones experimentales establecidas.

3.5. Técnicas e Instrumentos de la Investigación

La investigación sobre la hidroponía de cebollín (*Allium schoenoprasum L.*) utilizando el sistema NFT (Nutrient Film Technique) se fundamentó en la combinación de técnicas documentales y experimentales para garantizar resultados fiables y aplicables.

En primer lugar, se llevó a cabo una exhaustiva recopilación de información a partir de fuentes primarias como libros especializados, artículos de revistas científicas, tesis académicas y recursos web de relevancia en el ámbito de la hidroponía. Estas fuentes proporcionarán los fundamentos teóricos necesarios para diseñar y contextualizar el experimento, asegurando que las técnicas aplicadas sean consistentes con los estándares actuales en investigaciones hidropónicas.

Para monitorear el desarrollo del cultivo en el sistema NFT, se seleccionan instrumentos y técnicas específicas:

- **Reglas graduadas y cintas métricas** para medir la altura y el crecimiento estructural del cebollín.
- **Balanzas analíticas** para registrar con precisión la biomasa fresca y seca de las plantas.
- **Medidores digitales de nutrientes y pH** para controlar las condiciones de la solución nutritiva, asegurando un ambiente óptimo para el desarrollo del cultivo.

El análisis de los datos obtenidos durante el experimento se realizó mediante hojas de cálculo en Microsoft Excel, lo que permitió una organización estructurada de la información y un tratamiento estadístico detallado para identificar patrones, relaciones y tendencias en el desarrollo del cebollín.

Además, se utilizó un equipo GPS para registrar las coordenadas geográficas exactas del sitio de investigación. Esto fue fundamental no solo para documentar con precisión el entorno físico en el que se llevó a cabo el

3.5.1. Observación directa

En esta investigación, se empleó la técnica de observación directa como un método esencial para recopilar datos relevantes de manera precisa y sistemática. Este enfoque consistió en observar detalladamente el comportamiento y desarrollo del cultivo de cebollín (*Allium schoenoprasum L.*) en el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique).

Esta observación permitió un seguimiento detallado del desarrollo de las plantas en tiempo real, identificando patrones visuales y comportamientos que no serían captados fácilmente mediante otros métodos. La información registrada de esta manera se procesa de forma ordenada y estructurada para facilitar su análisis posterior, asegurando que todos los aspectos relevantes del estudio fueron documentados con precisión.

3.5.2. Planilla de registro

Las planillas de registro son herramientas fundamentales para recopilar y organizar datos de forma estructurada, facilitando al investigador el análisis y la interpretación de la información obtenida. Estas planillas son versátiles y pueden emplearse para registrar tanto datos cuantitativos como cualitativos, proporcionando una visión integral del fenómeno estudiado.

Por un lado, los datos cuantitativos representan información numérica que puede medirse, contar o expresar en cifras. Estos datos incluyen parámetros como pesos, tamaños, frecuencias, porcentajes, o cualquier otro resultado que permita un análisis estadístico. La recopilación de datos cuantitativos en planillas permite obtener conclusiones precisas y objetivas basadas en patrones numéricos o tendencias identificadas.

Por otro lado, las planillas también son ideales para registrar datos cualitativos, los cuales se centran en características descriptivas y cualidades observadas en el objeto de estudio. Este tipo de datos permite captar aspectos más subjetivos y detallados, como percepciones, comportamientos, características visuales o texturas. Estas observaciones enriquecen el análisis al ofrecer información más profunda sobre las experiencias o los fenómenos estudiados.

3.5.3. Documentación

La técnica de investigación documental se fundamenta en la búsqueda, recopilación y análisis de información proveniente de diversas fuentes, tales como libros, artículos de revistas científicas, periódicos y páginas web especializadas. Estas fuentes contienen contenido relevante y detallado que ayuda al investigador a comprender a profundidad el tema de estudio, apoyándose tanto en material académico como en fuentes informativas.

El propósito principal es reunir y examinar información que enriquece el marco teórico del estudio y proporciona una base sólida para su desarrollo.

Para garantizar que este proceso sea eficiente y sistemático, se utilizan fichas bibliográficas, herramientas esenciales para registrar y organizar los datos recopilados. Estas fichas permiten clasificar la información de manera estructurada, facilitando la consulta y recuperación de las referencias en cualquier etapa de la investigación. Cada ficha incluye detalles clave de las fuentes utilizadas, como el título, el autor, la fecha de publicación, la editorial, y un resumen breve de los aspectos más relevantes o los aportes de cada documento.

Este método no solo simplifica el manejo de la información durante el análisis, sino que también permite establecer comparaciones y relaciones entre las distintas fuentes. Además,

las fichas bibliográficas ayudan al investigador a llevar un control riguroso sobre la diversidad y calidad del material consultado, asegurando que las fuentes seleccionadas sean pertinentes y de alta credibilidad.

3.5.4. Fichas bibliográficas

Una ficha bibliográfica es un instrumento fundamental en el proceso de investigación, diseñado para registrar de forma metódica y sistemática la información relevante de las fuentes bibliográficas consultadas, tales como libros, documentos, artículos de revistas, y otras publicaciones académicas o informativas. Este permite al investigador organizar y almacenar los datos esenciales de cada fuente, como el nombre del autor, el título, la fecha de publicación, la editorial y, en muchos casos, un breve recurso resumen de los temas abordados o los puntos clave de interés. que aporta la obra.

La elaboración de fichas bibliográficas no solo facilita el acceso rápido y ordenado a las referencias durante el proceso de análisis, sino que también ayuda a mantener un registro exhaustivo de las fuentes, asegurando así un control riguroso y confiable de la bibliografía utilizada en el estudio.

3.6. Referencia Geográfica donde se Ejecuta la Investigación

3.6.1. Área de estudio

Toda investigación requiere seguir una serie de procedimientos o pasos, siendo el primero la selección del lugar adecuado. Este proceso implica considerar las prioridades del estudio y asegurarse de que el área cumpla con los requisitos necesarios para obtener resultados que contribuyan a resolver los problemas planteados en la investigación.

En este caso, la selección del área experimental se realizó en los predios de la Casa Hidropónica El Edén, ubicada en el municipio de Sena, provincia de Madre de Dios, en el departamento de Pando.

3.6.2 Ubicación

El área experimental se encuentra localizado en el “Casas hidropónica en Edén”, ubicado en la Provincia Madre de Dios, Municipio del Sena, Pando, Bolivia, con una extensión superficial de 7.589 km² y una superficie productiva aproximada de 1.894.242 Ha. El Municipio posee una altitud promedio de 200 metros sobre el nivel del mar. (SENA-PANDO, 2024).

Para el acceso del área de estudio se tiene las siguientes rutas Cobija-Sena de 252 km y de Riberalta-Sena 189 km vía terrestre.

La casa del Edén, tiene una extensión superficial de 287.5 m². Sus límites se encuentran entre latitud -11.494020 11°29'38.5" sur, y una longitud de -67.244357 67°14'39.7" norte.

El Sena es un municipio ubicado en el departamento de Pando, Bolivia, específicamente en la provincia de Madre de Dios. Tiene una superficie de una extensión de aproximadamente 7.589 km², con una altitud promedio de 171 metros sobre el nivel del mar, sus coordenadas geográficas son 11°29'02"S y 67°14'52"O y tiene un Clima tropical húmedo y cálido, con una temperatura media anual de 25,5 °C.

Figura 5: Ubicación

Mapa del municipio de Sena



3.6.3. Datos Administrativos

El municipio de Sena debidamente reconocido y establecido como tal, encuentra ubicada al sur de la Provincia Madre de Dios del departamento de Pando, Sena es la Tercera Sección de la Provincia Madre de Dios y limita al norte: con rio Madre de Dios (Municipio de Puerto Rico); al sur: con la Provincia Abel Iturralde (Municipio de Ixiamas - Departamento de La Paz); al Este: con el Municipio de San Lorenzo, y; al Oeste: con la Provincia Abel Iturralde (Municipio de Ixiamas - Departamento de La Paz). El Municipio del Sena basa su identidad en la pluralidad y el pluralismo, cultural y lingüístico, predominando el Castellano y Tacana, en un ámbito social. integrador y con autonomía municipal. De tal manera que, en el Municipio de Sena, se expresa como un autogobierno, con libre ejercicio y participación de la población a través de la elección directa de sus autoridades, administración de sus recursos económicos y ejercicio de las facultades, legislativa, deliberativa, fiscalizadora, ejecutiva y reglamentaria por sus dos órganos de gobierno en el ámbito de jurisdicción. (Educa, 2024)

3.6.4. Aspectos Ecológicos

3.6.4.1. Características climáticas

La región de Pando, en Bolivia, se caracteriza por una combinación de climas cálidos y húmedos debido a su ubicación en la cuenca amazónica. Las investigaciones detallan que esta área tiene un régimen climático influenciado principalmente por la convergencia de masas de aire tropicales, con altas precipitaciones y temperaturas durante la mayor parte del año. Sin embargo, el país en su conjunto exhibe una diversidad climática debido a sus variadas altitudes y la influencia de masas de aire tanto del norte como del sur, lo que genera condiciones distintas en cada región. (Editorial científica Inter-Research, 1997)

El Departamento de Pando, ubicado en el norte de Bolivia, presenta un clima cálido, húmedo y tropical, característico de la región amazónica. La humedad relativa es alta durante todo el año, con un promedio cercano al 80%, lo cual es típico de las zonas tropicales y genera una sensación térmica aún mayor.

También experimenta ocasionalmente frentes fríos, conocidos localmente como "surazos", que provienen del sur durante el invierno austral, entre junio y agosto. Estos frentes pueden disminuir las temperaturas temporalmente, aunque el efecto no suele ser duradero. Las características climáticas de Pando crean condiciones favorables para una vegetación densa y una biodiversidad rica, típica de la Amazonía boliviana, donde los ecosistemas acuáticos y terrestres conviven en un ambiente altamente productivo y biodiverso.

3.6.4.2 Recursos Hídricos

El Municipio del Sena, en el Departamento de Pando, Bolivia, está surcado por varios ríos importantes que son fundamentales para su ecología y economía. Sus principales ríos de la región son:

- Río Madre de Dios.
- Río Manupare.
- Río Manurimi.
- Río Sena.

3.6.4.3. Geología y geomorfología

El Municipio del Sena, localizado en el departamento de Pando en Bolivia, presenta una geología y geomorfología distintivas de la región amazónica. Su geología se caracteriza por sedimentos de origen cuaternario y terciario, compuestos principalmente por depósitos fluviales de arenas, arcillas y limos. Estos materiales fueron transportados y depositados por los ríos que fluyen a través de la zona, formando suelos profundos y relativamente fértiles, aunque con variaciones en su composición. Desde el punto de vista geomorfológico, el área del Sena se sitúa en una planicie de inundación de baja altitud, que forma parte de la extensa llanura amazónica.

La topografía es predominantemente plana, con una ligera inclinación hacia el norte y pocas elevaciones. Esta llanura se distingue por la presencia de ríos meándricos y áreas propensas a inundaciones temporales, que generan numerosos meandros y zonas pantanosas durante las temporadas de lluvia. El relieve plano y los suelos sedimentarios favorecen la

formación de cursos de agua y una densa red de drenaje, adaptada a las altas precipitaciones y a los procesos de erosión y sedimentación característicos de la región.

3.6.4.4 Suelos y composición

Los suelos en el Municipio del Sena presentan condiciones físicas favorables y un buen drenaje, lo que beneficia la producción ganadera, potenciada por la presencia de praderas naturales. La región alberga una rica fauna, destacando especies como el osito de oro, la londra, el tapir, el capibara, el jochi y el jaguar, entre otros.

En cuanto a la riqueza forestal, se pueden encontrar diversas variedades de árboles, incluyendo cedro colorado, cuta, mará, tajibo (en sus diferentes colores), turna, virola e itauba. El potencial del municipio radica especialmente en sus recursos forestales, con un enfoque particular en la castaña. Existen varias iniciativas privadas que buscan establecer una planta para procesar castañas y fomentar la creación de microempresas dedicadas a la explotación sostenible de la madera. Además, se están desarrollando beneficiadoras para caña de azúcar y cítricos, así como microempresas para la producción de palmito.

3.7. Diseño del Módulo de Experimento

La localización del sitio y tipo de estudio se diseñó en el área donde se implementó el experimento, los tubos o tubería plástica (PVC) T1 y T2.

Los procedimientos para llevar a cabo la investigación se desarrollaron de la siguiente manera:

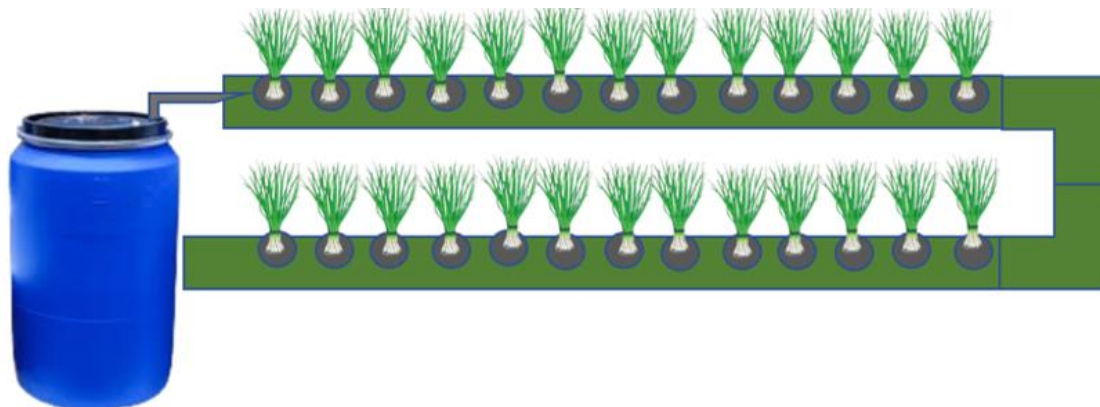
- La preparación de los nutrientes Macronutrientes

Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S).

- Micronutrientes:

Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Boro(B), Molibdeno (Mo).

Figura 7: Diseño experimental



3.8. Descripción del Material de Requerimiento

Los materiales y requerimientos necesarios para llevar a cabo esta investigación experimental se describen a continuación.

3.8.1. Material biológico

- Semillas de cebollín (*Allium schoenoprasum L.*)
- Micro nutrientes.
- Macro nutrientes.
- Espuma fenólica.

Tabla 4: Micro y macro nutrientes

Micronutrientes:	Macronutrientes
Nitrato de Calcio	Sulfato de magnesio
Nitrato de potasio	Fosfato de mono amónico
Quelato de magnesio	Fosfato de mono potasio
	Nitrato de potasio

3.8.2. Material utilizado

- Recipientes plásticos.
- Cinta métrica.
- Flexómetro.
- Balanza analítica
- Fotómetro o medidor
- Tuberías plásticas (PVC)
- Canastillas plásticas
- Cuaderno de campo.
- Lápiz.
- Planilla
- Cámara fotográfica

3.8.3. Material de gabinete

Los materiales de gabinete utilizados fueron:

- Computadora

- Impresora
- Resma (tamaño carta)
- Calculadora
- Cuaderno de apuntes
- Bolígrafos
- USB
- Libros de consulta
- Documentos sitios web

3.9. Detalle del Trabajo de Investigación que se va ejecutar

En el área experimental, se llevará a cabo un trabajo minucioso y estructurado para el diseño y seguimiento del sistema hidropónico tipo NFT (Técnica de Película Nutriente), orientado a evaluar el desarrollo de los bulbillos de cebollín bajo condiciones controladas. Este sistema NFT se caracteriza por mantener una delgada película de solución nutritiva en constante circulación a través de los conductos donde se alojan las raíces de las plantas. A continuación, se detallan las principales etapas y procedimientos realizados en el experimento:

3.9.1. Acondicionamiento del Área y de los Recipientes

- ✓ Adquisición y Selección de Semillas

Este es el procedimiento de elegir las semillas con las mejores características genéticas y físicas para garantizar un cultivo de alta calidad. Este proceso implica analizar factores como el tamaño, color, forma y estado de las semillas, así como su resistencia a enfermedades y su capacidad de germinación. La selección apropiada contribuye a obtener plantas más uniformes, sanas y productivas en el sistema de cultivo hidropónico.

✓ Elección y Desinfección de las Tuberías de Plástico (PVC)

Se utilizarán dos tubos de plástico (PVC) con capacidad para 40 bulbillos de cebollín cada uno, cuyas dimensiones eran de 8 metros de longitud y 3” de diámetro. Antes de comenzar el experimento, los tubos fueron desinfectados para evitar la presencia de patógenos o contaminantes.

3.9.2. Instalación del Sistema

3.9.2.1 Instalación del Sistema Hidropónico NFT (Técnica de Película de Nutrientes)

Se implementará un sistema hidropónico NFT en cada recipiente, utilizando flotadores. Este sistema funciona mediante la circulación continua de una fina película de solución nutritiva a través de canales inclinados, donde las raíces de las plantas están en contacto directo con la solución. Los flotadores cuentan con orificios en los que se insertaron los bulbillos, asegurando que las raíces reciban los nutrientes necesarios para su desarrollo óptimo.

3.9.2.2. Selección de los Bulbillos

Se escogerán 80 bulbillos de cebollín que sean de tamaño y condición similares para asegurar la homogeneidad en el crecimiento y desarrollo durante el transcurso del experimento.

3.9.2.3. Distribución de bulbillos en los tubos o tuberías plásticas (PVC)

Los bulbillos se repartirán en dos grupos iguales de 40 y se colocaran en las canastillas dentro de cada uno de los recipientes, asegurando que la distribución fuera equitativa y que todos los bulbillos tuvieran acceso uniforme a la solución nutritiva.

3.9.3. Preparación de la Solución Nutritiva

3.9.3.1 Composición de la Solución

Se elaborará una solución nutritiva apropiada para el cultivo de cebollín, ajustando las concentraciones de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes.

3.9.3.2. Modificación de pH y Conductividad Eléctrica

Se regulará el pH y la conductividad eléctrica de la mezcla para mantener un ambiente óptimo para el crecimiento. Estas mediciones fueron registradas y supervisadas diariamente para garantizar la estabilidad de la solución.

3.9.4. Supervisión y Regulación

3.9.4.1 Monitoreo de Parámetros Ambientales

Durante el experimento, se mantendrá una vigilancia constante sobre las condiciones ambientales de la solución nutritiva en cada recipiente, incluyendo el pH, la conductividad eléctrica y la temperatura del agua. Se realizarán ajustes cuando fue necesario para prevenir fluctuaciones que pudieran impactar el desarrollo de los bulbillos.

3.9.4.2 Vigilancia del Crecimiento y Desarrollo de las Raíces

Se llevará a cabo un seguimiento diario del crecimiento de los bulbillos, observando tanto el desarrollo de las raíces como la salud general de las plantas. Se documentaron datos sobre la altura de las plantas, la longitud de las raíces y otros indicadores de crecimiento.

3.9.4.3. Documentación de Datos

Todos los datos recopilados durante el seguimiento se anotaron en un formato de bitácora para su análisis posterior. Se tomaron notas detalladas de cualquier cambio observado, así como de las intervenciones realizadas en cada situación.

3.10. Plan de Procesamiento de la Información

Al finalizar el experimento, se llevará a cabo una evaluación final del crecimiento de los bulbillos en ambos recipientes. Se midieron nuevamente las alturas, el desarrollo de las raíces y el estado general de las plantas.

3.10.1. Análisis Comparativo

Los datos recopilados durante el experimento se analizarán de manera comparativa para observar las diferencias en el crecimiento y evaluar la efectividad del sistema hidropónico NFT en el desarrollo de los cebollines.

Este meticuloso proceso experimental permitirá obtener una base de datos sólida para comprender el comportamiento del cebollín en un sistema hidropónico NFT, contribuyendo a futuros estudios y aplicaciones en el ámbito agrícola.

CAPITULO IV

RESULTADOS

DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Resultado

4.1.1. Aspectos climatológicos

El área del municipio presenta un clima predominantemente cálido y húmedo, con un ciclo climático anual dividido en dos estaciones bien definidas. A lo largo del año, el clima se caracteriza por un periodo seco, que es breve, pero se distingue por temperaturas bastante elevadas, seguido de un periodo lluvioso, durante el cual las temperaturas son más moderadas.

En lo que respecta a los vientos, estos varían tanto en dirección como en frecuencia a lo largo del año. Durante la temporada invernal, los vientos son suaves, con velocidades inferiores a tres nudos (aproximadamente 5.56 km/h), predominando aquellos provenientes del Sur y Suroeste, aunque también se alternan con los del Norte y Noroeste, siendo los vientos del Norte los más comunes. En contraste, durante la temporada estival, los vientos son ligeramente más intensos, con velocidades que oscilan entre 4 y 5 nudos (equivalente a 7.41 a 9.26 km/h), y suelen ser cálidos y húmedos.

En cuanto a las precipitaciones, estas se distribuyen de manera estacional, con una mayor frecuencia de lluvias desde septiembre hasta abril, periodo en el que las precipitaciones son más intensas y frecuentes. Por otro lado, durante mayo, junio y julio se presenta el periodo seco de invierno, con lluvias más esporádicas y de menor intensidad, promediando solo de 2 a 3 días de lluvia al mes. Respecto a los valores de precipitación media anual, estos varían según la ubicación dentro del municipio, siendo de aproximadamente 1774 mm en la región Oriental y alcanzando hasta 1834 mm en la zona Occidental, lo que refleja una ligera diferencia en las precipitaciones entre las distintas áreas.

La temperatura media de la región está entre los 25.5° C° (registro anual de Cobija) y 26.8° C° (Riberalta). Las temperaturas máximas extremas en las tres estaciones llegan a 38° C°, con máxima media de 31° C°. En invierno se presentan con frecuencia frentes fríos y provocan un descenso brusco de la temperatura en la región que puede descender hasta 15° C° en pocas horas. El clima del municipio resulta ser muy apropiado para la vida del comunarios y de los diferentes animales. (Darwin Quiroga Vargas, 2003)

4.1.2. Variación de Producción

4.1.2.1. Análisis de Macronutrientes y Micronutrientes

El análisis detallado de macronutrientes y micronutrientes es crucial para garantizar el éxito del cultivo hidropónico mediante un sistema NFT. Mantener un equilibrio adecuado entre estos nutrientes favorece un crecimiento saludable y maximiza el rendimiento del cultivo. La gestión precisa de parámetros como el pH, la conductividad eléctrica (CE) y el oxígeno.

Tabla 5: Medida de micronutrientes para cultivo Cebollín

Micro nutriente	Peso/gramos	mm
Nitrato de Calcio	1000 g.	
Nitrato de potasio	169 g.	
Quelato de magnesio		23.300

4.1.2.2. Los macronutrientes en hidroponía

son aquellos que las plantas requieren en mayores cantidades. En hidroponía, los principales macronutrientes incluyen:

- Nitrógeno (N): Fundamental para el crecimiento vegetativo y la síntesis de proteínas.
- Fósforo (P): Esencial para la fotosíntesis y la transferencia de energía.
- Potasio (K): Importante para la regulación del agua y el equilibrio osmótico.
- Calcio (Ca): Vital para la formación de estructuras celulares.
- Magnesio (Mg): Componente central de la clorofila, necesario para la fotosíntesis.
- Azufre (S): Participa en la síntesis de aminoácidos y proteínas.

Para mantener un equilibrio adecuado, es necesario realizar análisis regulares de la solución nutritiva, midiendo concentraciones en partes por millón (ppm) o milimoles por litro (mmol/L).

4.1.2.3. Micronutrientes en Hidroponía

Los micronutrientes son requeridos en cantidades menores, pero son igualmente esenciales. Incluyen:

- Hierro (Fe)
- Manganeso (Mn)
- Zinc (Zn)
- Cobre (Cu)
- Boro (B)
- Molibdeno (Mo)

La deficiencia o toxicidad de estos micronutrientes puede afectar gravemente el desarrollo de las plantas, por lo que su monitoreo es fundamental.

Tabla 6: Medida macronutrientes para cultivo de cebollín**4.1.3. Germinación y Trasplante**

Se realizará la germinación de cebollín en 300 bloques de espuma fenólica para garantizar las 80 plántulas requeridas en la investigación. El proceso de germinación del

Micronutrientes	Peso/gramos	mm	ml
Sulfato de magnesio	500		
Fosfato de mono amónico		41.000	
Fosfato de mono potasio	122		
Nitrato de potasio	500		
Micronutrientes			200

cebollín en espuma fenólica comienza con la preparación de un sustrato inerte y libre de contaminantes, diseñado para retener la humedad necesaria y brindar soporte físico a las semillas.

Inicialmente, la espuma fenólica se corta en bloques del tamaño adecuado y se hidrata de manera uniforme con agua o con una solución nutritiva diluida. Las semillas de cebollín se insertan cuidadosamente en pequeños orificios realizados en la superficie de la espuma, asegurando un contacto directo y adecuado con el sustrato para facilitar su germinación.

Los bloques se colocan en un entorno controlado, donde se regulan parámetros como la intensidad lumínica, la temperatura y la humedad relativa, elementos esenciales para fomentar el desarrollo inicial de las semillas. Es fundamental realizar un monitoreo constante

para garantizar que el sustrato mantenga un nivel de humedad óptimo, evitando tanto el secado como la sobresaturación. En pocos días, las semillas comienzan a germinar, desarrollaron raíces jóvenes que aprovechan la estructura porosa de la espuma fenólica, la cual permite un flujo constante de oxígeno y solución nutritiva.

El trasplante de las plántulas germinadas al sistema hidropónico NFT se lleva a cabo cuando las raíces alcanzan un tamaño adecuado para adaptarse al nuevo entorno. Este procedimiento inicia con la selección de plántulas sanas y bien desarrolladas. Antes del traslado, se realiza una limpieza suave para eliminar cualquier residuo de sustrato adherido a las raíces.

En el sistema NFT, se emplean tubos de PVC con una ligera inclinación para permitir la circulación continua de la solución nutritiva en forma de una fina película que fluye por el fondo de los conductos. Cada plántula se coloca en canastillas que permiten que las raíces queden expuestas directamente al flujo de la solución nutritiva. Estas canastillas se insertan en orificios perforados en la parte superior de las tuberías, espaciados a intervalos regulares (20 cm) para proporcionar un desarrollo adecuado de cada planta.

La solución nutritiva, compuesta por un equilibrio preciso de macronutrientes y micronutrientes, circula continuamente gracias a una bomba de agua conectada a un tanque de almacenamiento. Este movimiento constante garantiza que las raíces estén siempre en contacto con el suministro de agua y nutrientes, al mismo tiempo que reciben una oxigenación adecuada.

El sistema NFT ofrece varias ventajas, como el uso eficiente del agua y los nutrientes, además de minimizar la posibilidad de enfermedades transmitidas por el suelo. Este enfoque

asegura un crecimiento uniforme y saludable del cebollín, optimizando los recursos disponibles y promoviendo una producción sostenible.



4.1.4. Medición de Nutrientes y pH

El monitoreo de nutrientes y pH es una actividad fundamental para garantizar el correcto desarrollo del cultivo en el sistema hidropónico NFT. Este proceso se inició a partir del trasplante, realizándose diariamente durante la primera fase para asegurar condiciones óptimas que favorezcan el establecimiento y la adaptación de las plantas.

Los nutrientes se mantuvieron en una concentración de $1200 \mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que el pH del agua se ajustó a un nivel de 6.5, ideal para la absorción de los elementos esenciales por parte del cebollín. Durante esta etapa inicial, se prestó especial atención al comportamiento de las plántulas, verificando su respuesta a las condiciones establecidas.

Posteriormente, el monitoreo se realizó cada tres días, evaluando tanto los parámetros de la solución nutritiva.

4.1.5. Reposición de Plántulas (Refalle)

A los 15 días posteriores al trasplante, se llevó a cabo la actividad de reposición de bulbillos, conocida como refalle. Esta tarea tuvo como objetivo sustituir aquellos bulbillos que no lograron sobrevivir al trasplante o que presentaron dificultades para adaptarse al sistema hidropónico NFT.

Durante este proceso, se seleccionaron nuevos bulbillos saludables para reemplazar a los que mostraron un crecimiento deficiente o que no se adaptaron a las condiciones del sistema. Este procedimiento aseguró la uniformidad en el desarrollo del cultivo y permitió optimizar el rendimiento general del sistema, garantizando que todos los espacios disponibles fueran utilizados de manera eficiente.

4.1.6. Labores Culturales o Manejo del Cultivo

El manejo del cultivo implicó la ejecución de diversas actividades esenciales para garantizar el desarrollo saludable del cebollín en el sistema hidropónico NFT. Entre las labores culturales más destacadas se encuentran las siguientes:

4.1.6.1 Control de Plagas y Enfermedades

Se realizó una observación diaria del cultivo para detectar oportunamente la presencia de plagas o enfermedades. Este monitoreo constante fue fundamental para identificar posibles problemas en las etapas iniciales.

Como medida preventiva, se aplicarán preparados naturales diseñados para el control de enfermedades. Estos productos fueron regados de manera uniforme en todas las plantas para protegerlas de posibles infecciones.

Para el control de insectos, se utilizó una mezcla de vinagre con bicarbonato, la cual se aplicó regularmente. Este método natural ayudó a mantener el cultivo libre de plagas sin comprometer la calidad ni la seguridad del producto final.

Estos trabajos preventivos y correctivos aseguraron el buen manejo del cultivo, favoreciendo un ambiente saludable y sostenible para el crecimiento del cebollín.

4.1.6.2. Cosecha

A lo largo de todo el proceso de investigación, la cosecha de cebollín se llevó a cabo a los 37 días después del trasplante al sistema hidropónico NFT. Este período fue suficiente para que las plantas alcancen un desarrollo óptimo, logrando una altura ideal de 30 cm o más y un diámetro aproximado de 10 cm en la base.

Durante este tiempo, se mantuvo un monitoreo constante de las condiciones del cultivo, asegurando que la solución nutritiva, el pH, la conductividad eléctrica (CE) y otros parámetros ambientales estuvieran dentro de los rangos adecuados para favorecer el crecimiento saludable del cebollín.

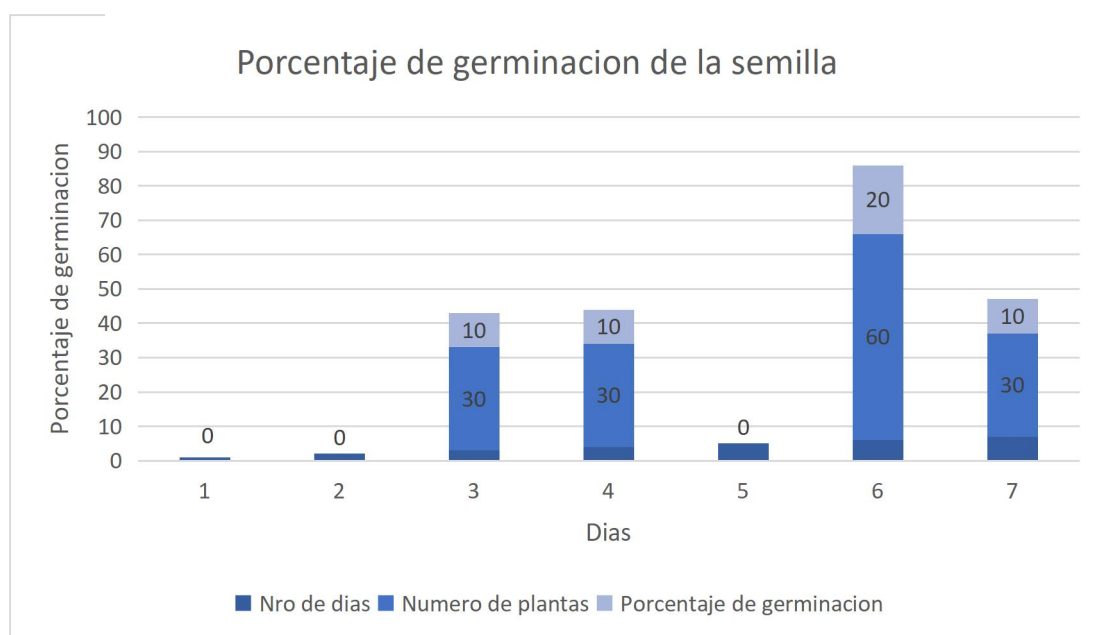
La cosecha se realizó cuidadosamente, cortando las plantas a nivel de la base para garantizar la máxima calidad y rendimiento del producto final, manteniendo la frescura y las características ideales del cultivo para su posterior comercialización o consumo.

Tabla 7: *Porcentaje de Germinación*

Porcentaje de germinación de la semilla			
Nro.	Nro. de días	Número de plantas	Porcentaje de germinación
1	1	0	0
2	2	0	0
3	3	30	10

4	4	30	10
5	5	0	0
6	6	60	20
7	7	30	10
Total	7	150	50

Figura 10: Porcentaje de Germinación de la Semilla



Análisis del Gráfico de Germinación - Primera Semana

El gráfico representa el porcentaje de germinación de 300 bulbillos durante la primera semana del período de establecimiento.

- **Día 1 y Día 2:** No se registra germinación (0%), lo que es común en las primeras fases del proceso.
- **Día 3:** Se observa el inicio de la germinación de 30 semillas con un **10%**, lo que indica que algunas semillas han comenzado a desarrollarse.

- **Día 4:** Se presenta un crecimiento significativo en la germinación con 30 nuevas plántulas germinadas, alcanzando el **20%** de germinación.
- **Día 5:** El porcentaje se mantiene en **20%**, lo que podría indicar una leve estabilización en el ritmo de germinación.
- **Día 6:** Se registra un incremento de 60 plántulas germinadas lo que representa un **40%** del número total de semillas mostrando una aceleración en el proceso.
- **Día 7:** Se alcanza el punto más alto de la semana con un **50%** de germinación, en este punto se superó el número esperado de plántulas para la investigación teniendo 150 plántulas viables y se desechó el otro 50 % que no germinó para evitar putrefacción y contaminaciones en el sistema

Figura 11: Porcentaje de Germinación

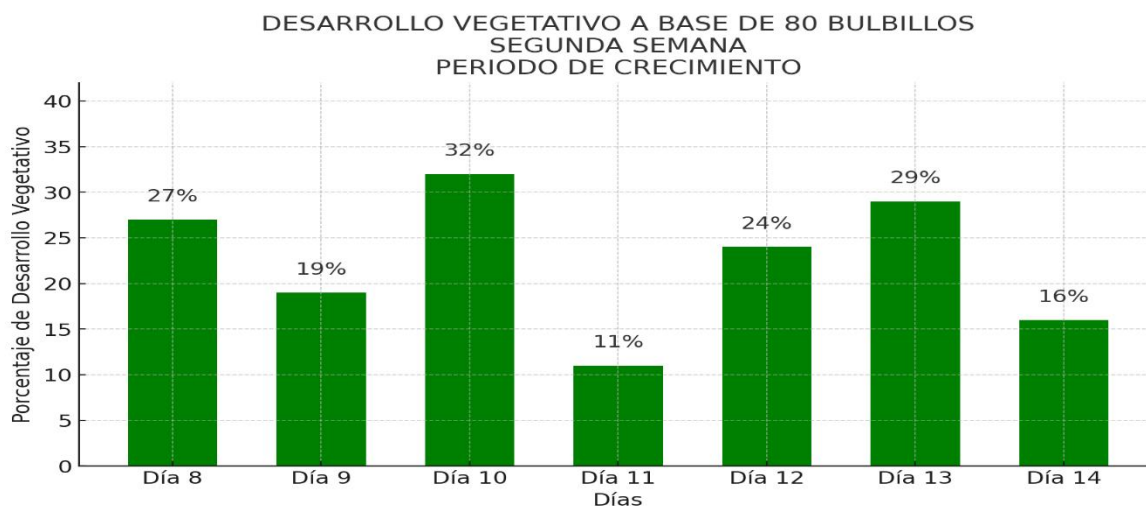


Tabla 8: Crecimiento Vegetativo

Crecimiento vegetativo semana 2				
Nro.	Nro. de días	Número de plantas	Crecimiento en milímetros	Porcentaje de desarrollo vegetativo
1	8	22	13.8	27%
2	9	15	8.9	19%
3	10	26	17.1	32%
4	11	9	6.3	11%
5	12	19	12.7	24%
6	13	23	15.6	29%
7	14	13	10.1	16%
Total	7	18.1	12.1	23%

Análisis del Gráfico de Desarrollo Vegetativo - Segunda Semana

El gráfico muestra el porcentaje de desarrollo vegetativo de 80 bulbillos durante la segunda semana del período de crecimiento. Se observan fluctuaciones en el crecimiento, lo que indica diferentes ritmos de desarrollo a lo largo de los días.

- **Día 8:** Se inicia la semana con un **27%** de desarrollo vegetativo, lo que indica un buen ritmo de crecimiento.
- **Día 9:** Se registra una disminución al **19%**, lo que podría estar relacionado con una fase de ajuste en el crecimiento.
- **Día 10:** Se alcanza el punto más alto de la semana con un **32%**, lo que sugiere un pico de desarrollo, posiblemente debido a una mayor absorción de nutrientes.
- **Día 11:** Se observa una caída significativa hasta el **11%**, indicando una desaceleración en el crecimiento, posiblemente por factores ambientales o de adaptación.
- **Día 12:** El porcentaje aumenta nuevamente a **24%**, mostrando una recuperación tras la disminución del día anterior.

- **Día 13:** Se experimenta otro crecimiento significativo, alcanzando un **29%**, reflejando una fase favorable en el desarrollo vegetativo.
- **Día 14:** El porcentaje disminuye a **16%**, cerrando la semana con una ligera baja en el crecimiento.

En general, se observa que el desarrollo vegetativo no es lineal, sino que presenta variaciones a lo largo de la semana. Los picos en los días 10 y 13 indican momentos clave de crecimiento, mientras que las caídas podrían estar relacionadas con la adaptación a factores externos. Este análisis puede servir para ajustar las condiciones de cultivo y optimizar el crecimiento vegetativo en las próximas semanas.

Figura 12: Desarrollo Vegetativo 3era Semana

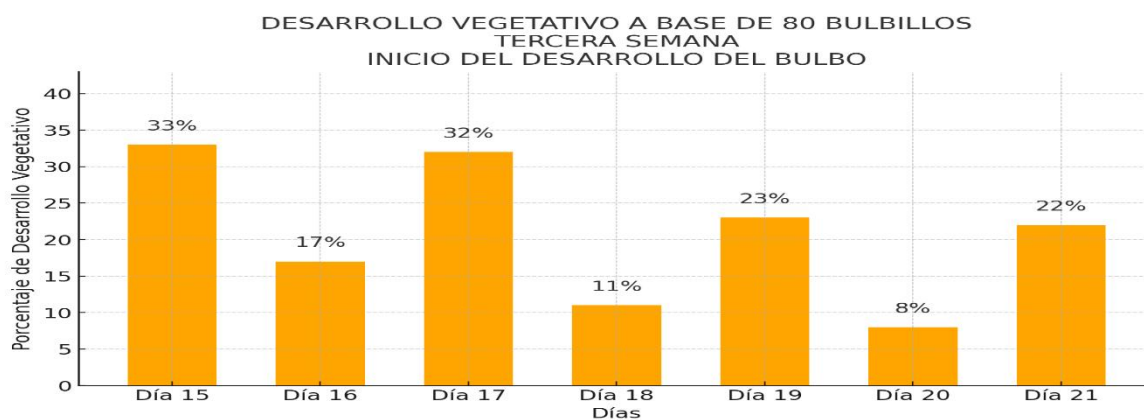


Tabla 9: Creciente vegetativo Semana 3

Crecimiento vegetativo semana 3				
Nro.	Nro. de días	Número de plantas	Crecimiento en milímetros	Porcentaje de desarrollo vegetativo
1	15	26	16.9	33%
2	16	14	9.1	17%
3	17	26	16.5	32%
4	18	9	6.6	11%
5	19	18	12.7	23%
6	20	6	5.2	8%
7	21	18	12.1	22%
Total	7	16.7	11.3	21%

Este gráfico representa el desarrollo vegetativo de 80 bulbillos durante la tercera semana, específicamente en la fase de inicio del desarrollo del bulbo.

- **Día 15** : Se registra un **33%** de desarrollo vegetativo, lo que indica un crecimiento activo.
- **Día 16** : Se observa una **disminución al 17%**, lo que podría señalar una breve ralentización en el crecimiento.
- **Día 17** : Se presenta un **repunte al 32%**, sugiriendo que las plántulas continúen fortaleciendo su desarrollo.
- **Día 18** : El desarrollo cae nuevamente al **11%**, mostrando una variabilidad en el crecimiento.
- **Día 19** : Se registra un aumento al **23%**, lo que indica una nueva fase de desarrollo activo.
- **Día 20** : Se produce una disminución al **8%**, lo que puede reflejar una menor actividad vegetativa en este punto.

- **Día 21** : Se observa un nivel de recuperación con un **22%**, sugiriendo que las plántulas siguen fortaleciendo su crecimiento.

En general, esta tercera semana muestra fluctuaciones en el desarrollo vegetativo, con momentos de crecimiento acelerado seguidos de reducciones. Esto podría estar asociado a la transición hacia el desarrollo del bulbo.

Figura 13: Desarrollo Vegetativo 4ta Semana

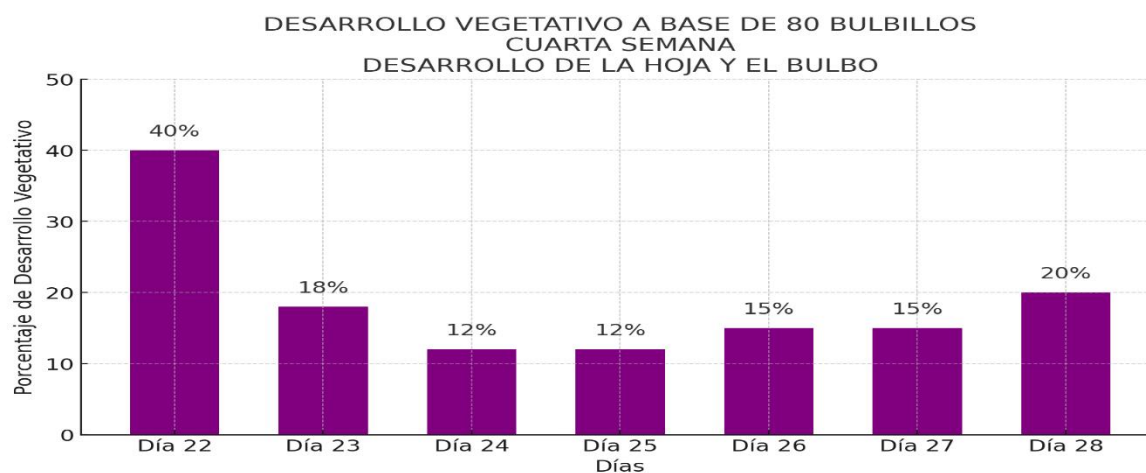


Tabla 10: Crecimiento Vegetativo Semana 4

Crecimiento vegetativo semana 4				
Nro.	Nro. de días	Número de plantas	Crecimiento en milímetros	Porcentaje de desarrollo vegetativo
1	22	32	19	40%
2	23	14	8.8	18%
3	24	10	6.3	12%
4	25	10	6.3	12%
5	26	12	8	15%
6	27	12	8.5	15%
7	28	16	10.6	20%
Total	7	15.1	9.6	19%

Este gráfico representa el desarrollo vegetativo de 80 bulbillos durante la cuarta semana, correspondiente a la fase de desarrollo de la hoja y el bulbo.

- **Día 22** : Se registra un **40%** de desarrollo vegetativo, indicando un crecimiento notable en esta etapa.
- **Día 23** : Se observa una disminución al **18%**, lo que podría reflejar una ralentización en la expansión foliar o en la formación del bulbo.
- **Día 24 y Día 25** : Se mantiene en **12%**, sugiriendo un periodo de estabilidad en el crecimiento.
- **Día 26 y Día 27** : Se registra un nivel aumentado al **15%**, lo que indica una posible recuperación del desarrollo.
- **Día 28** : Se observa un incremento al **20%**, lo que sugiere un cierre de semana con un crecimiento más activo.

En general, esta cuarta semana muestra una disminución progresiva tras un pico inicial, seguida de una estabilización y un nivel de recuperación hacia el final. Esto podría estar

relacionado con el cambio en la distribución de energía entre el crecimiento foliar y la formación del bulbo.

Figura 14: Desarrollo Vegetativo 5ta Semana

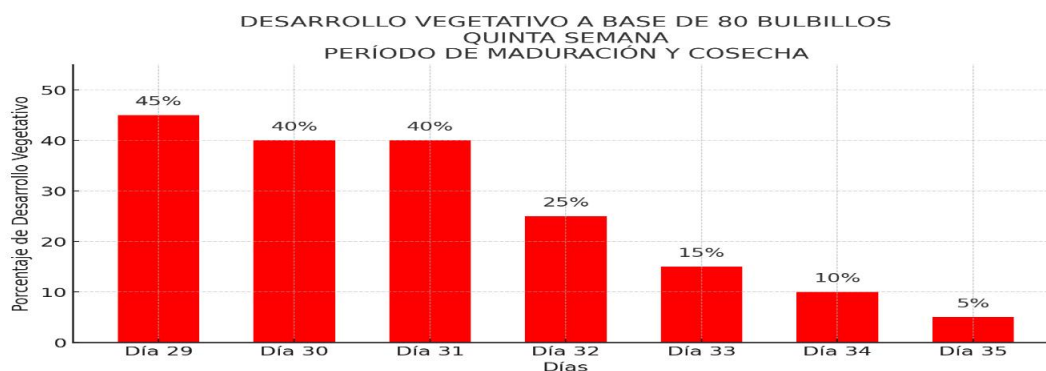


Tabla 11: Crecimiento Vegetativo

Crecimiento vegetativo semana 5				
Nro.	Nro. de días	Número de plantas	Crecimiento en milímetros	Porcentaje de desarrollo vegetativo
1	29	36	21.1	45%
2	30	32	19	40%
3	31	32	19	40%
4	32	20	12.7	25%
5	33	12	8.5	15%
6	34	8	5.3	10%
7	35	4	2.1	5%
Total	7	20.6	12.5	26%

Este gráfico muestra el desarrollo vegetativo de 80 bulbillos durante la quinta semana, correspondiente al período de maduración y cosecha. Se pueden destacar los siguientes puntos:

- **Día 29:** Se registra el pico más alto con un **45%** de desarrollo vegetativo.
- **Día 30 y Día 31:** Se mantiene en **40%**, lo que indica una fase de estabilidad en el crecimiento.

- **Día 32:** Se observa una notable disminución al **25%**, sugiriendo el inicio del proceso de maduración.
- **Día 33:** Continúa la reducción al **15%**, señalando un menor crecimiento vegetativo.
- **Día 34:** Baja aún más al **10%**, lo que indica una clara tendencia hacia el final del ciclo.
- **Día 35:** Se alcanza el nivel más bajo con un **5%**, reflejando el cierre del periodo vegetativo y el inicio de la cosecha.

En general, esta etapa muestra un descenso progresivo del desarrollo vegetativo, lo que es característico del periodo de maduración y cosecha.

Figura 16: Desarrollo Vegetativo Últimos días



Tabla P2: Crecimiento Vegetativo

Crecimiento vegetativo semana 6				
Nro.	Nro. de días	Número de plantas	Crecimiento en milímetros	Porcentaje de desarrollo vegetativo
1	36	2	1.1	3%
2	37	0	0	0%
Total	2	1.0	0.6	2%

Este gráfico representa el desarrollo vegetativo de 80 bulbillos en los últimos días antes de la cosecha.

- **Día 36:** Solo un **3%** del desarrollo vegetativo se mantiene activo, lo que indica que la planta ha alcanzado casi por completo su maduración.
- **Día 37:** Se registra un **0%**, confirmando el fin del crecimiento vegetativo y el cierre del ciclo antes de la cosecha.

Este comportamiento es esperable en la fase final, donde la planta deja de generar crecimiento vegetativo y se concentra en la maduración completa del bulbo.

4.2 Discusión

El desarrollo de esta investigación sobre el cultivo de cebollín (*Allium schoenoprasum*) en un sistema hidropónico NFT, ha permitido destacar tanto los beneficios como los retos asociados a la implementación de esta técnica de cultivo en comparación con los métodos tradicionales de cultivo en suelo.

Con el monitoreo del pH se logró como resultado una buena cosecha del cultivo, el pH debe ser controlado y monitoreado de manera diaria, esto no concuerda con (Ortiz, 2017), donde expone que la fluctuación del pH no influye en el tiempo y desarrollo de la cosecha de

los cultivos aeropónicos. En la longitud de las hojas se apreció la altura adecuada, color homogéneo y diámetro adecuado para la cosecha del cebollín al usar diversos sustratos se comprobó que no hay diferencia significativa entre el uso de los mismos, en este caso se discrepa con (Franco et al., 2003) el cual explica que solo existe homogeneidad y hojas más largas en las líneas centrales de los cultivos y que los laterales son los más afectados debido a la falta de luminosidad. (JAZMÍN ALEXANDRA BUSTE POMA, 2024)

Uno de los principales descubrimientos fue el crecimiento uniforme y acelerado de las plantas, lo que confirma que los sistemas hidropónicos son una alternativa viable para optimizar el rendimiento del cebollín. La posibilidad de regular con precisión los nutrientes en la solución nutritiva se presentan como un factor determinante para obtener resultados constantes y de alta calidad. Estos hallazgos indican que la hidroponía no solo es una opción sostenible y eficiente en el uso del agua, sino que también puede incrementar la productividad en espacios reducidos, como invernaderos o entornos urbanos.

Con base en la hipótesis alternativa y el análisis de los datos recopilados a lo largo del crecimiento del cultivo hasta la cosecha, se confirma que el sistema hidropónico NFT, cuenta con las condiciones adecuadas para la producción de cebollas.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La investigación sobre el cultivo de cebollín (*Allium schoenoprasum*) en un sistema hidropónico de técnica de película nutritiva (NFT, por sus siglas en inglés) ha generado resultados significativos que evidencian la viabilidad y los beneficios de esta tecnología agrícola moderna. A lo largo del estudio, se ha demostrado que este método no solo mejora la productividad y calidad del cultivo, sino que también optimiza el uso de agua y nutrientes, contribuyendo a un modelo de agricultura más eficiente y sostenible.

Los resultados obtenidos indican que el sistema NFT proporciona un ambiente controlado que favorece el desarrollo saludable del cebollín, permitiendo un crecimiento más rápido y uniforme. Se registró un aumento en la eficiencia en la absorción de nutrientes y una mejora en las características organolépticas del producto, lo que sugiere que esta técnica es una alternativa viable para satisfacer la creciente demanda de hortalizas frescas y de alta calidad en el mercado. Además, la reducción del uso de pesticidas y la minimización de enfermedades relacionadas con el suelo refuerzan aún más la sostenibilidad de este método de cultivo.

A pesar de los beneficios observados, la investigación también ha identificado ciertos desafíos, como la necesidad de un monitoreo continuo de la solución nutritiva y la inversión inicial para la infraestructura del sistema. Sin embargo, estos retos representan oportunidades para futuras investigaciones y avances tecnológicos que podrían hacer más accesible la adopción del sistema NFT, especialmente en zonas con recursos limitados o en espacios urbanos donde el suelo cultivable es escaso.

En conclusión, el cultivo de cebollín mediante la técnica de película nutritiva representa una alternativa innovadora y prometedora para los desafíos actuales de la

agricultura. La implementación de este sistema no solo permite mejorar la eficiencia en la producción, sino que también promueve prácticas más sostenibles y responsables con el medioambiente. Con el continuo desarrollo e investigación en hidroponía

5.2. Recomendaciones

Fortalecer los proyectos de investigación aplicados en horticultura hidropónica
Se recomienda promover y ampliar los ensayos de cultivos hidropónicos en las áreas experimentales universitarias, dado que este estudio ha demostrado que es posible alcanzar un desarrollo vegetativo óptimo del cebollín bajo condiciones controladas, con un crecimiento total promedio de 32 cm. Este tipo de producción ofrece una alternativa sostenible para zonas con limitaciones de suelo agrícola.

Incorporar módulos de cultivo hidropónico en la formación curricular
Considerando los resultados obtenidos, se sugiere integrar asignaturas o talleres prácticos sobre técnicas hidropónicas en las carreras afines (agronomía, ingeniería agrícola, desarrollo rural), lo cual fortalecerá las competencias técnicas de los estudiantes en métodos de producción innovadores y sostenibles.

Invertir en infraestructura para investigación agrícola intensiva
Es importante destinar recursos para mejorar la infraestructura de invernaderos, sistemas de riego y laboratorios de análisis nutricional. Esto permitirá realizar investigaciones más precisas sobre variables como el pH, conductividad eléctrica, respuesta varietal y eficiencia nutricional en diferentes cultivos hortícolas.

Impulsar convenios con productores y gobiernos locales para transferencia tecnológica
Con base en los hallazgos del presente estudio, se recomienda establecer vínculos con

asociaciones de productores y autoridades municipales para transferir conocimientos sobre cultivo hidropónico de cebollín, lo cual puede contribuir al desarrollo agrícola local y a la seguridad alimentaria regional.

BIBLIOGRAFÍA

A. VOGEL. (2024). <https://www.avogel.es/avogel-blog/recetas-y-nutricion/el-cebollino-fuente-de-proteinas-carbohidratos-y-vitaminas>. Obtenido de

<https://www.avogel.es/avogel-blog/recetas-y-nutricion/el-cebollino-fuente-de-proteinas-carbohidratos-y-vitaminas>

ASOCIACION HIDROPONICA MEXICANA. (2018).

<https://lens.google.com/search?ep=cntpubb&hl=es->

[ES&re=df&s=4&p=AbrfA8plldtVdey5fqDkTaXJKpmPQx50kkbxZZWfX352awcBXY6h-](https://lens.google.com/search?ep=cntpubb&hl=es-ES&re=df&s=4&p=AbrfA8plldtVdey5fqDkTaXJKpmPQx50kkbxZZWfX352awcBXY6h-)

[Rs4LfH9TtHoE6ni9FLojpdHM5aAHdtyydpU26Imydn6a-Aw0TOnW-E-](https://lens.google.com/search?ep=cntpubb&hl=es-ES&re=df&s=4&p=AbrfA8plldtVdey5fqDkTaXJKpmPQx50kkbxZZWfX352awcBXY6h-Rs4LfH9TtHoE6ni9FLojpdHM5aAHdtyydpU26Imydn6a-Aw0TOnW-E-)

[5j4u2dv7PCLtHbJsb741B16dfuLCxINIRwhInIheZwnvIJWGvRHFANxzA_w3iQhjRHrR0Pw](https://lens.google.com/search?ep=cntpubb&hl=es-ES&re=df&s=4&p=AbrfA8plldtVdey5fqDkTaXJKpmPQx50kkbxZZWfX352awcBXY6h-Rs4LfH9TtHoE6ni9FLojpdHM5aAHdtyydpU26Imydn6a-Aw0TOnW-E-5j4u2dv7PCLtHbJsb741B16dfuLCxINIRwhInIheZwnvIJWGvRHFANxzA_w3iQhjRHrR0Pw)

[w4wzegAK_EPqR](https://lens.google.com/search?ep=cntpubb&hl=es-ES&re=df&s=4&p=AbrfA8plldtVdey5fqDkTaXJKpmPQx50kkbxZZWfX352awcBXY6h-Rs4LfH9TtHoE6ni9FLojpdHM5aAHdtyydpU26Imydn6a-Aw0TOnW-E-5j4u2dv7PCLtHbJsb741B16dfuLCxINIRwhInIheZwnvIJWGvRHFANxzA_w3iQhjRHrR0Pw-w4wzegAK_EPqR).

Blog Agricultura. (2024). <https://blogagricultura.com/estadisticas-cebolla-produccion/>. Obtenido de <https://blogagricultura.com/estadisticas-cebolla-produccion/>

CULTIVOS HIDROPONICOS. (2024). <https://jardineshogar.com/cebollas-hidroponicas/>. Obtenido de <https://jardineshogar.com/cebollas-hidroponicas/>

Darwin Quiroga Vargas. (2003).

[https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/17425/TD-](https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/17425/TD-1792.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[1792.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/17425/TD-1792.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Definicion de hidroponia. (2024). <https://definicion.de/hidroponia/>. Obtenido de <https://definicion.de/hidroponia/>

DRYGAIR. (2024). <https://drygair.com/es/blog-es/climate-water-hydroponic-agriculture-series-part-3/>. Obtenido de <https://drygair.com/es/blog-es/climate-water-hydroponic-agriculture-series-part-3/>

ECOHYDRO. (2024). <https://ecohydro.cl/manejo-de-plagas-y-enfermedades-en-la-hidroponia-protegiendo-tu-cultivo/>. Obtenido de <https://ecohydro.cl/manejo-de-plagas-y-enfermedades-en-la-hidroponia-protegiendo-tu-cultivo/>

Editorial científica Inter-Research. (1997). <https://www.int-res.com/abstracts/cr/v09/n1-2/p115-120/>. Obtenido de <https://www.int-res.com/abstracts/cr/v09/n1-2/p115-120/>

Educa. (2024). <https://www.educa.com.bo/geografia/sena-municipio-de-madre-de-dios>. Obtenido de <https://www.educa.com.bo/geografia/sena-municipio-de-madre-de-dios>

EOS DATA ANALYTICS. (2024). <https://eos.com/es/blog/botrytis-cinerea/>. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/botrytis-cinerea/>

finedininglovers. (2024). <https://es.finedininglovers.com/es/noticia/que-es-el-cebollino>. Obtenido de <https://es.finedininglovers.com/es/noticia/que-es-el-cebollino>

GROHO. (2024). <https://www.groho.es/post/hidroponia-y-ahorro-de-agua>. Obtenido de <https://www.groho.es/post/hidroponia-y-ahorro-de-agua>

GROHO. (2024). <https://www.groho.es/post/importancia-oxigenacion-solucion-nutritiva>. Obtenido de <https://www.groho.es/post/importancia-oxigenacion-solucion-nutritiva>

Guia verde. (2024). <https://www.guiaverde.com/guia-de-plantas/allium-schoenoprasum-88/>.

HANNA INSTRUMENTS. (2024).
<https://www.hannabolivia.com/blog/post/335/hidroponia-como-medir-el-ph-y-la-ce>.

HY FARM. (2024). <https://hy-farm.com/es/educacion-hidroponica-como-las-escuelas-adoptan-la-jardineria-innovadora/>.

INTAGRI. (2024). <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/produccion-de-hortalizas-en-sistemas-hidroponicos>.

JAZMÍN ALEXANDRA BUSTE POMA. (2024).
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BUSTE%20POMA%20JAZM%C3%8DN%20ALEXANDRA.pdf>.

JAZMÍN ALEXANDRA BUSTE POMA. (2024).
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BUSTE%20POMA%20JAZM%C3%8DN%20ALEXANDRA.pdf>.

NIEVES ALFARO CONDORI. (2023).
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/33010/TD-3172.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Ok salud. (2017). <https://okdiario.com/salud/descubre-propiedades-saludables-del-cebollino-71004>. Obtenido de <https://okdiario.com/salud/descubre-propiedades-saludables-del-cebollino-71004>

Puerto Rico Farm Credit. (2024). <https://prfarmcredit.com/ventajas-y-desventajas-de-los-hidroponicos/>. Obtenido de <https://prfarmcredit.com/ventajas-y-desventajas-de-los-hidroponicos/>

SENA-PANDO. (2024). [https://es.wikipedia.org/wiki/Sena_\(Pando\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Sena_(Pando)). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Sena_\(Pando\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Sena_(Pando))

SIGNIFICADO. (2024). <https://significado.com/hidroponia/>. Obtenido de <https://significado.com/hidroponia/>

SISTEMAS HIDROPONICOS. (2024). <https://cropaia.com/es/blog/sistemas-hidroponicos/>. Obtenido de <https://cropaia.com/es/blog/sistemas-hidroponicos/>

tau saude. (2024). <https://www.tuasaude.com/es/cebollin/>. Obtenido de <https://www.tuasaude.com/es/cebollin/>

Univision. (2012). <https://www.univision.com/estilo-de-vida/bienestar/beneficios-del-cebollino-para-la-salud>. Obtenido de <https://www.univision.com/estilo-de-vida/bienestar/beneficios-del-cebollino-para-la-salud>

ANEXOS

Memoria fotográfica



Anexo Nro. 1: Siembra de las semillas
Fuente: Elaboración propia



Anexo Nro. 2: Germinación
Fuente: Elaboración propia



Anexo Nro. 3: Traslado a la mesa de inicio
Fuente: Elaboración propia



Anexo Nro. 4: Trasplante
Fuente: Elaboración propia



Anexo Nro. 5: Revisión periódica
Fuente: Elaboración propia



Anexo Nro. 6: Crecimiento vegetativo
Fuente: Elaboración propia



Anexo Nro. 7: Primeras cosechas
Fuente: Elaboración propia



Anexo Nro. 8: Medición de C.E
Fuente: Elaboración propia



Anexo Nro. 9: Día de cosecha
Fuente: Elaboración propia



Anexo Nro. 10: Producto final
Fuente: Elaboración propia

Semana 2
Planilla de Control de Crecimiento de Cultivo Cebollin en Hojas (80 Plantas)

Semana/Mes	Fecha	Condiciones Climáticas	Observaciones Generales

Seguimiento del crecimiento de la Planta

Día	N. De Plantas	Altura (mm)	Número de Hojas	Peso de la Planta (Kg)	Limpieza	Medición (PH)	Fertilización	Observaciones
9	1	11 mm						
9	2	11 mm				5,7 ph	✓	hoja Amarillenta
9	3	12 mm				6,0 ph	✓	
9	4	10 mm						
9	5	11 mm						
9	6	9 mm						
9	7	9 mm						
9	8	8 mm				5,5 ph	✓	
9	9	10 mm				6,0 ph	✓	
9	10	6 mm						
9	11	9 mm						
9	12	11 mm						hoja Amarillenta
9	13	11 mm						
9	14	9 mm				5,6 ph	✓	
9	15	6 mm				6,0 ph	✓	
10	1	12 mm						
10	2	17 mm						
10	3	20 mm						
10	4	10 mm				5,3 ph	✓	
10	5	17 mm				6,0 ph	✓	
10	6	16 mm						
10	7	19 mm						
10	8	19 mm						
10	9	17 mm						
10	10	20 mm				5,5 ph	✓	hoja Amarillenta
10	11	16 mm				6,0 ph	✓	
10	12	18 mm						
10	13	18 mm						
10	14	15 mm						
10	15	15 mm						
10	16	14 mm				5,6 ph	✓	
10	17	15 mm				6,0 ph	✓	
10	18	22 mm						
10	19	16 mm						
10	20	17 mm						
10	21	15 mm						
10	22	15 mm				5,7 ph	✓	
10	23	20 mm				6,0 ph	✓	
10	24	14 mm						

Semana 2

Seguimiento del crecimiento de la Planta

Día	N. de Planta	Altura (cm)	Número de Hojas	Peso de la Planta (Kg)	Medición (PH)	Observaciones
10	25	14 mm				
10	26	22 mm				
11	1	7 mm				
11	2	6 mm				
11	3	6 mm			5,3 ph	hoja amarilla
11	4	6 mm			6,0 ph	
11	5	7 mm				
11	6	6 mm				
11	7	6 mm				
11	8	6 mm				
11	9	6 mm			5,5 ph	
11	1	10 mm			6,0 ph	
12	2	19 mm				
12	3	14 mm				
12	4	13 mm				
12	5	17 mm				
12	6	17 mm			5,4 ph	
12	7	15 mm			6,0 ph	
12	8	8 mm				
12	9	7 mm				
12	10	8 mm				
12	11	9 mm				
12	12	14 mm				
12	13	13 mm			5,5 ph	hoja amarilla
12	14	9 mm			6,0 ph	
12	15	18 mm				
12	16	14 mm				
12	17	11 mm				
12	18	15 mm				
12	19	18 mm			5,4 ph	
13	1	10 mm			6,0 ph	
	2	17 mm				
	3	26 mm				
	4	15 mm				
	5	33 mm				
	6	26 mm			5,6 ph	
	7	10 mm			6,0 ph	
	8	10 mm				
	9	11 mm				
	10	6 mm				

W

Semana 3

Seguimiento del crecimiento de la Planta

Día	N. de Planta	Altura (mm)	Número de Hojas	Peso de la Planta (Kg)	Medición (PH)	Observaciones
15	1	5 mm				
15	2	23 mm			5,6 ph	
15	3	22 mm			6,0 ph	
15	4	21 mm				
15	5	11 mm				
15	6	8 mm				
15	7	24 mm				
15	8	18 mm			5,7 ph	hoja amarillenta
15	9	3 mm			6,0 ph	
15	10	18 mm				
15	11	17 mm				
15	12	29 mm				
15	13	17 mm				
15	14	12 mm			5,5 ph	
15	15	27 mm			6,0 ph	
15	16	26 mm				
15	17	13 mm				
15	18	5 mm				
15	19	18 mm				
15	20	17 mm			5,3 ph	
15	21	9 mm			6,0 ph	
15	22	13 mm				
15	23	17 mm				
15	24	19 mm				
15	25	19 mm				
15	26	27 mm			5,4 ph	
16	1	9 mm			6,0 ph	
16	2	6 mm				
16	3	16 mm				
16	4	15 mm				
16	5	6 mm				
16	6	11 mm			5,5 ph	
16	7	7 mm			6,0 ph	
16	8	8 mm				
16	9	13 mm				
16	10	16 mm				
16	11	6 mm				
16	12	6 mm			5,5 ph	
16	13	4 mm			6,0 ph	
16	14	6 mm				

Semana 3
Planilla de Control de Crecimiento de Cultivo Cebollin en Hojas (80 Plantas)

Semana/Mes	Fecha	Condiciones Climáticas	Observaciones Generales

Seguimiento del crecimiento de la Planta

Día	N. De Plantas	Altura <i>mm</i>	Número de Hojas	Peso de la Planta (Kg)	Limpieza	Medición (PH)	Fertilización	Observaciones
18	1	2 <i>mm</i>						
18	2	7 <i>mm</i>						
18	3	6 <i>mm</i>				5,5 ph	✓	
18	4	5 <i>mm</i>				6,0 ph	✓	
18	5	2 <i>mm</i>						
18	6	8 <i>mm</i>						
18	7	6 <i>mm</i>						
18	8	4 <i>mm</i>				5,4 ph	✓	hojas Amarillentadas
18	9	8 <i>mm</i>				6,0 ph	✓	
19	1	15 <i>mm</i>						
19	2	27 <i>mm</i>						
19	3	15 <i>mm</i>						
19	4	17 <i>mm</i>				5,6 ph	✓	
19	5	17 <i>mm</i>				6,0 ph	✓	
19	6	15 <i>mm</i>						
19	7	16 <i>mm</i>						
19	8	7 <i>mm</i>						
19	9	13 <i>mm</i>						
19	10	6 <i>mm</i>				5,4 ph	✓	
19	11	15 <i>mm</i>				6,0 ph	✓	
19	12	14 <i>mm</i>						
19	13	5 <i>mm</i>						
19	14	12 <i>mm</i>						
19	15	2 <i>mm</i>						
19	16	7 <i>mm</i>				5,5 ph	✓	
19	17	15 <i>mm</i>				6,0 ph	✓	
19	18	6 <i>mm</i>						
20	1	7 <i>mm</i>						
20	2	8 <i>mm</i>						
20	3	3 <i>mm</i>				5,4 ph	✓	
20	4	3 <i>mm</i>				6,0 ph	✓	
20	5	3 <i>mm</i>						
20	6	7 <i>mm</i>						

Semana 4
Planilla de Control de Crecimiento de Cultivo Cebollín en Hojas (80 Plantas)

Semana/Mes	Fecha	Condiciones Climáticas	Observaciones Generales

Seguimiento del crecimiento de la Planta

Día	N. De Plantas	Altura (mm)	Número de Hojas	Peso de la Planta (Kg)	Limpieza	Medición (PH)	Fertilización	Observaciones
22	20	70 mm				5,5 ph	✓	
22	21	70 mm				6,0 ph	✓	
22	22	70 mm						
22	23	70 mm						
22	24	70 mm						
22	25	70 mm						
22	26	70 mm				5,6 ph	✓	
22	27	70 mm				6,0 ph	✓	
22	28	70 mm						
22	29	70 mm						
22	30	70 mm						
22	31	70 mm						
22	32	70 mm				5,5 ph	✓	hoja amarillada
22	32	70 mm				6,0 ph	✓	
23	1	12 mm						
23	2	5 mm						
23	3	8 mm						
23	4	7 mm						
23	5	10 mm				5,5 ph	✓	
23	6	10 mm				6,0 ph	✓	
23	7	8 mm						
23	8	7 mm						
23	9	10 mm						
23	10	9 mm						
23	11	9 mm				5,6 ph	✓	
23	12	9 mm				6,0 ph	✓	
23	13	9 mm						
23	14	7 mm						
24	1	5 mm						
24	2	6 mm				5,5 ph	✓	
24	3	8 mm				6,0 ph	✓	
24	4	7 mm						
24	5	7 mm						
24	6	7 mm						
24	7	6 mm						
24	8	6 mm				5,4 ph	✓	
24	9	4 mm				6,0 ph	✓	
24	10	8 mm						

18

Semana 3

Planilla de Control de Crecimiento de Cultivo Cebollin en Hojas (80 Plantas)

Semana/Mes	Fecha	Condiciones Climáticas	Observaciones Generales

Seguimiento del crecimiento de la Planta

Día	N. De Plantas	Altura (cm)	Número de Hojas	Peso de la Planta (Kg)	Limpieza	Medición (PH)	Fertilización	Observaciones
17	1	30 mm						
17	2	9 mm						
17	3	9 mm						
17	4	13 mm						
17	5	16 mm				5,5 ph		
17	6	12 mm				6,0 ph		
17	7	20 mm						
17	8	8 mm						
17	9	2 mm						
17	10	31 mm						
17	11	30 mm				5,2 ph		Hoja amarillenta
17	12	16 mm				6,0 ph		
17	13	17 mm						
17	14	8 mm						
17	15	16 mm						
17	16	9 mm						
17	17	21 mm				5,8 ph		
17	18	9 mm				6,0 ph		
17	19	12 mm						
17	20	15 mm						
17	21	15 mm						
17	22	20 mm						
17	23	30 mm				5,5 ph		
17	24	8 mm				6,0 ph		
17	25	39 mm						
17	26	9 mm						

19

(10)

Semana 4

Planilla de Control de Crecimiento de Cultivo Cebollín en Hojas (80 Plantas)

Semana/Mes	Fecha	Condiciones Climáticas	Observaciones Generales

Seguimiento del crecimiento de la Planta

Día	N. De Plantas	Altura (cm)	Número de Hojas	Peso de la Planta (Kg)	Limpieza	Medición (PH)	Fertilización	Observaciones
25	1	5 mm						
25	2	5 mm						
25	3	7 mm				5,5 ph	✓	
25	4	7 mm				6,0 ph	✓	
25	5	7 mm						
25	6	6 mm						
25	7	6 mm						
25	8	6 mm						
25	9	7 mm				5,4 ph	✓	
25	10	7 mm				6,0 ph	✓	
26	1	12 mm						
26	2	8 mm						
26	3	8 mm						
26	4	8 mm				5,5 ph	✓	hoja amarillada
26	5	8 mm				6,0 ph	✓	
26	6	8 mm						
26	7	7 mm						
26	8	7 mm						
26	9	7 mm						
26	10	8 mm				5,6 ph	✓	
26	11	9 mm				6,0 ph	✓	
26	12	6 mm						
27	1	10 mm						
27	2	8 mm						
27	3	8 mm				5,7 ph	✓	
27	4	9 mm				6,0 ph	✓	
27	5	7 mm						
27	6	9 mm						
27	7	9 mm						
27	8	9 mm						
27	9	9 mm				5,4 ph	✓	
27	10	9 mm				6,0 ph	✓	
27	11	7 mm						
27	12	8 mm						

Semana 5
Planilla de Control de Crecimiento de Cultivo Cebolla en Hojas (80 Plantas)

Semana/Mes	Fecha	Condiciones Climáticas	Observaciones Generales

Seguimiento del crecimiento de la Planta

Día	N. De Plantas	Altura (m)	Número de Hojas	Peso de la Planta (Kg)	Limpieza	Medicion (PH)	Fertilización	Observaciones
29	24	21 mm						
29	25	21 mm						
29	26	22 mm						
29	27	20 mm						
29	28	20 mm						
29	29	22 mm				5,5 ph	✓	
29	30	21 mm				6,0 ph	✓	
29	31	23 mm						
29	32	27 mm						
29	33	23 mm						
29	34	21 mm						
29	35	21 mm				5,6 ph	✓	
29	36	22 mm				6,0 ph	✓	
30	1	18 mm						
30	2	19 mm						
30	3	18 mm						
30	4	19 mm						
30	5	18 mm						
30	6	20 mm				5,5 ph	✓	
30	7	20 mm				6,0 ph	✓	agua de riego de la planta
30	8	20 mm						
30	9	18 mm						
30	10	18 mm						
30	11	19 mm						
30	12	19 mm				5,4 ph		
30	13	18 mm				6,0 ph		
30	14	20 mm						
30	15	18 mm						
30	16	20 mm						
30	17	20 mm						
30	18	19 mm				5,5 ph	✓	
30	19	18 mm				6,0 ph	✓	
30	20	20 mm						
30	21	18 mm						
30	22	20 mm						
30	23	19 mm						
30	24	18 mm				5,6 ph	✓	
30	25	19 mm				6,0 ph	✓	

Planilla de Control de Crecimiento de Cultivo Cebollin en Hojas (80 Plantas)

Semana/Mes	Fecha	Condiciones Climáticas	Observaciones Generales

Seguimiento del crecimiento de la Planta

Día	N. De Plantas	Altura (en m)	Número de Hojas	Peso de la Planta (Kg)	Limpieza	Medición (PH)	Fertilización	Observaciones
30	26	20						
30	27	21						
30	28	20						
30	29	21				5,5 ph	✓	
30	30	19				6,0 ph	✓	
30	31	18						
30	32	19						
31	1	20						
31	2	20				5,4 ph	✓	lago Anacardio
31	3	19				6,0 ph	✓	
31	4	18						
31	5	21						
31	6	19						
31	7	18						
31	8	19				5,5 ph	✓	
	9	19				6,0 ph	✓	
	10	20						
	11	18						
	12	20						
	13	20						
	14	19				5,4 ph	✓	
	15	18				6,0 ph	✓	
	16	18						
	17	19						
	18	20						
	19	19						
	20	18				5,5 ph	✓	
	21	17				6,0 ph	✓	
	22	19						
	23	18						
	24	19						
	25	20						
	26	19				5,4 ph	✓	
	27	18				6,0 ph	✓	
	28	19						
	29	19						
	30	19						
	31	20						

Planilla de Control de Crecimiento de Cultivo Cebollín en Hojas (80 Plantas)

Semana/Mes	Fecha	Condiciones Climáticas	Observaciones Generales

Seguimiento del crecimiento de la Planta

Día	N. De Plantas	Altura (cm)	Número de Hojas	Peso de la Planta (Kg)	Limpieza	Medición (PH)	Fertilización	Observaciones
31	32	15						
32	1	20						
32	2	4						
32	3	10				5,4 ph	✓	
32	4	15				6,0 ph	✓	
32	5	12						
32	6	12						
32	7	17						
32	8	4						
32	9	12				5,5 ph	↙	
32	10	12				6,0 ph		
32	11	11						
32	12	13						
32	13	12						
32	14	13						
32	15	14				5,6 ph	✓	
32	16	14				6,0 ph	✓	caja amarilla
32	17	12						
32	18	11						
32	19	13						
32	20	13						
33	1	4				5,7 ph	✓	
33	2	8				6,0 ph	✓	
33	3	10						
33	4	8						
33	5	8						
33	6	10						
33	7	8				5,5 ph	↙	
33	8	6				6,0 ph	✓	
33	9	9						
33	10	10						
33	11	9						
33	12	7						
34	1	3				5,6 ph	↙	
34	2	4				6,0 ph	↙	
34	3	7						

