

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación de soluciones nutritivas en el rendimiento de variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Lollo Rosso y Simpson bajo sistema hidropónico en Iles-Nariño-Colombia”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniero en Agropecuaria

AUTOR: Gonzalez Pantoja Jaime Edicson

TUTOR: Ing. Ortíz Tirado Paúl Santiago, MSc.

Tulcán, 2024.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Gonzalez Pantoja Jaime Edicson con el número de cédula 1759205394 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de soluciones nutritivas en el rendimiento de variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Lollo Rosso y Simpson bajo sistema hidropónico en Iles- Nariño- Colombia"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

Ing. Ortíz Tirado Paúl Santiago, MSc.

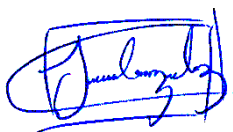
TUTOR

Tulcán, noviembre de 2024

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Gonzalez Pantoja Jaime Edicson con cédula de identidad número 1759205394, declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



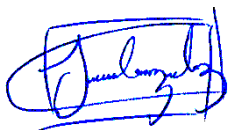
Gonzalez Pantoja Jaime Edicson

AUTOR

Tulcán, noviembre de 2024

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Gonzalez Pantoja Jaime Edicson ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: " Evaluación de soluciones nutritivas en el rendimiento de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) Lollo Rosso y Simpson bajo sistema hidropónico en Iles- Nariño- Colombia" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Gonzalez Pantoja Jaime Edicson

AUTOR

Tulcán, noviembre de 2024

AGRADECIMIENTO

A Dios, quien me permitió concluir mi carrera universitaria, brindándome sabiduría, salud, fortaleza en los momentos más difíciles para cumplir este logro tan anhelado.

Un agradecimiento especial a mis padres Rosario Pantoja y Jaime Gonzalez que siempre me han apoyado incondicionalmente, por su amor, cariño y comprensión. Ellos fueron el pilar fundamental para cumplir este objetivo de desarrollarme personal y profesionalmente.

A mi sobrino Andres Arevalo quien con su cariño, ternura, energía y alegría me motiva a superarme cada día, él fue impulso para culminar mi carrera universitaria.

A mi hermana Yuly Gonzalez por estar presente en los momentos difíciles y en los momentos de regocijo durante el transcurso de mi vida.

A mi tutor Paúl Ortíz por su dedicación, tiempo, paciencia y esfuerzo, que con su conocimiento y experiencia impartida me guio para alcanzar este propósito tan anhelado.

A la Prestigiosa Universidad Politécnica Estatal del Carchi por permitirme ingresar y formarme para la vida profesional con sus docentes tan eruditos y dispuesto a impartir sus conocimientos.

DEDICATORIA

Dedico de corazón esta tesis a mis padres Rosario Pantoja y Jaime Gonzalez por todo su apoyo y sacrificio que han sido fundamental en mi vida, Por su amor, confianza y esfuerzo que depositaron en mí y por estar siempre a mi lado otorgándome los mejores consejos y alentándome en los momentos difíciles para que este propósito se haga realidad.

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. EL PROBLEMA	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. Objetivo General	17
1.4.2. Objetivos Específicos	17
1.4.3. Preguntas de Investigación	18
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.2. MARCO TEÓRICO	21
2.2.1. Cultivo de lechuga.....	21
III. METODOLOGÍA	33
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	33
3.1.1. Enfoque	33
3.1.2. Tipo de Investigación.....	33
3.2. HIPÓTESIS	33
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	33
3.3.1. Definición de las variables	33
3.3.2. Operacionalización de las variables.....	33
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	36

3.4.1. Ubicación del ensayo.....	36
3.4.2. Tratamientos del experimento	36
3.4.3. Características de la unidad experimental.....	36
3.4.4. Distribución y características del experimento	37
3.4.5. Población y muestra de la investigación.....	38
3.4.6. Procedimiento.....	38
3.4.7. Variables evaluadas	40
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1. RESULTADOS.....	42
4.1.1. Porcentaje de prendimiento	42
4.1.2. Altura de planta.....	43
4.1.3. Número de hojas.....	45
4.1.4. Largo de raíz.....	46
4.1.5. Volumen de raíz	48
4.1.6. Rendimiento del cultivo.....	49
4.1.7. Costo beneficio.....	51
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
5.1. CONCLUSIONES.....	54
5.2. RECOMENDACIONES	54
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
VII. ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de <i>Lactuca sativa</i> L.....	22
Tabla 2. Concentración de elementos de la solución Howard Resh	30
Tabla 3. Concentración de elementos de la solución Steiner	31
Tabla 4. Concentración de elementos de la solución Hoagland	31
Tabla 5. Concentración de elementos de la solución Hidropónica Industrial	32
Tabla 6. Requerimientos nutricionales de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L)	32
Tabla 7. Operacionalización de las variables.....	34
Tabla 8. Tratamientos	36
Tabla 9. Características de la investigación	37
Tabla 10. Control fitosanitario.....	40
Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) incluyendo testigo	41
Tabla 12. Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento para tratamiento y para los factores variedad y solución	42
Tabla 13. Análisis de varianza para altura de planta para tratamiento y para los factores variedad y solución.....	43
Tabla 14. Prueba de Tukey para altura de planta para tratamientos	44
Tabla 15. Análisis de varianza para número de hojas para tratamiento y para los factores variedad y solución.....	45
Tabla 16. Prueba de Tukey para número de hojas para tratamientos	45
Tabla 17. Análisis de varianza para largo de raíz para tratamiento y para los factores variedad y solución.....	47
Tabla 18. Prueba de Tukey para largo de raíz para tratamientos	47
Tabla 19. Análisis de varianza para volumen de raíz para tratamiento y para los factores variedad y solución.....	48
Tabla 20. Prueba de Tukey para volumen de raíz para tratamientos	48

Tabla 21. Análisis de varianza para rendimiento de cultivo para tratamiento y para los factores variedad y solución.....	49
Tabla 22. Prueba de Tukey para rendimiento del cultivo para tratamientos	50
Tabla 23. Análisis de la relación costo beneficio de la implantación de la investigación	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del terreno.....	36
Figura 2. Distribución de los tratamientos.....	37
Figura 3. Distribución de la parcela neta	38
Figura 4. Preparación de la soluciones nutritivas.....	69
Figura 5. Solución testigo hidropónica industrial.....	69
Figura 6. Desarrollo del cultivo a los 16 ddt	69
Figura 7. Medición de altura de planta	69
Figura 8. Conteo del número de hojas.....	69
Figura 9. Ajuste del pH de la solución.....	69
Figura 10. Ajuste del CE de la solución.....	70
Figura 11. Desarrollo del cultivo a los 32 ddt.....	70
Figura 12. Control fitosanitario.....	70
Figura 13. Cosecha.	70
Figura 14. Evaluación de volumen de raíz.	70
Figura 15. Medición de largo de raíz.	70

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	63
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	64
Anexo 3. Evidencia de análisis físico químico de agua.....	66
Anexo 4. Costo de producción.....	68
Anexo 5. Evidencia de la investigación	69
Anexo 6. Verificación de supuestos.....	71

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar soluciones nutritivas, en el sistema hidropónico NFT, en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en dos var. Lollo Rosso y Simpson bajo invernadero, en el departamento de Nariño, municipio de Iles, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con 8 tratamientos y 5 repeticiones. Se evaluó parámetros como: porcentaje de prendimiento, altura de la planta, número de hojas, largo de raíz, volumen de raíz, rendimiento del cultivo y costo de producción. Se identificó que la variedad que reporta mayor desarrollo en altura de planta, número de hojas y en rendimiento del cultivo es la variedad Simpson con la aplicación de cuatro soluciones nutritivas. Las soluciones nutritivas que se emplearon fueron: Howard Resh 1184 g, Steiner 863 g, Hoagland 1096 g y comercial 950 g. Obteniéndose un mejor rendimiento con la solución de Howard Resh en número de hojas, volumen de raíz y rendimiento del cultivo, por una adecuada concentración de nutrientes y un aporte adicional de fósforo en la solución, que se aproxima a las necesidades nutricionales del cultivo y está compuesta de: N 140ppm, Ca 180ppm, P 50ppm, K 352ppm, Mg 50ppm, S 168ppm, Fe 5ppm, Mn 0.8ppm, Cu 0.07ppm, Zn 0.2 ppm, B 0.3ppm, Mo 0.03 ppm, obteniendo mayor rendimiento en el tratamiento T1 (Lechuga Lollo Rosso + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L de agua), con una producción de 12019.86 Kg anuales, con una inversión de 5241.90 dólares en un área de 1000 m², generando un beneficio de 5.42 dólares anuales por cada dólar invertido.

Palabras Claves: soluciones nutritivas, sistema hidropónico, variedad, rendimiento.

ABSTRACT

This research was carried out to evaluate nutrient solutions, in the NFT hydroponic system, in the cultivation of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in two varieties, Lollo Rosso and Simpson under greenhouse, in the department of Nariño, municipality of Iles, using a completely randomized design (CRD), with 8 treatments and 5 replications. The following parameters were evaluated: percent yield, plant height, number of leaves, root length, root volume, crop yield and production cost. It was identified that the variety that reported the greatest development in plant height, number of leaves and crop yield was the Simpson variety with the application of four nutrient solutions. The nutrient solutions used were: Howard Resh 1184 g, Steiner 863 g, Hoagland 1096 g and commercial 950 g. Obtaining a better performance with the Howard Resh solution in number of leaves, root volume and crop yield, due to an adequate concentration of nutrients and an additional contribution of phosphorus in the solution, which is close to the nutritional needs of the crop and is composed of: N 140ppm, Ca 180ppm, P 50ppm, k 352ppm, Mg 50ppm, S168ppm, Fe 5ppm, Mn 0.8ppm, Cu 0.07ppm, Zn 0.2 ppm, B 0.3ppm, Mo 0.03 ppm, obtaining higher yields in treatment T1 (Lollo Rosso Lettuce + Howard Resh Solution 1184 g/500 L of water), with a production of 12019.86 kg per year, with an investment of US\$ 5241.90 in an area of 1000 m², generating a profit of US\$ 5.42 per year for each dollar invested.

Keywords: nutrient solutions, hydroponic system, variety, yield.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de lechuga es crucial en la economía mundial y en la alimentación humana, en la actualidad, es considerada una hortaliza con excelentes propiedades culinarias, también, es consumida en ensaladas frescas generando gran aporte nutricional y contribuye a prevenir enfermedades. Es cultivada en diferentes partes del mundo por medio de diversos sistemas, entre ellos tenemos: bajo invernadero, al aire libre y en el sistema hidropónico (Lopez, 2018).

El sistema hidropónico permite cultivar sin la necesidad de suelo, solo con el uso de soluciones nutritivas que contienen oxígeno y fertilizantes disueltos en agua, asimilables para las raíces de las plantas. Además, es indispensable medir la conductividad eléctrica y pH de la solución, para posteriormente equilibrar estos parámetros de ser necesario, dependiendo del requerimiento nutricional del cultivo. Dentro de los diversos sistemas hidropónicos, el sistema NFT se distingue por su simplicidad y eficiencia (Chacon, 2022).

En el sistema NFT, las plántulas se depositan en canales con una ligera inclinación entre 1 al 2% en donde la solución nutritiva fluye a través de estos conductos, regando las raíces de las plantas, ocasionando que la parte radicular absorba minerales y oxígeno, produciendo un desarrollo rápido y vigoroso del cultivo. Esta disolución recircula por el sistema hasta finalizar el ciclo de producción, lo que minimiza el desperdicio de agua hasta en un 70% en comparación a sistema tradicional. Además, por este método se obtiene un producto de alto nivel de inocuidad, por lo que, se controla de mejor manera la aplicación de pesticidas (Productor, 2019).

En la actualidad, se busca productos que tengan la menor cantidad de agroquímicos, además, se investiga como obtener gran cantidad de alimentos en un menor espacio, para satisfacer la demanda alimenticia. La técnica de la hidroponía puede ser la solución para mitigar esto y otros problemas, por lo que, se reduce la mano de obra, menor impacto ambiental, acorta el ciclo del cultivo, aumenta la cantidad de plantas por metro cuadrado, además, disminuye el costo de producción, con lo cual genera más ingresos económicos a los pequeños agricultores (Cuevas, 2021).

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El aumento de la población mundial cada día es más evidente, amenazando la soberanía alimentaria debido a los altos precios de los insumos agrícolas, por lo cual, se genera un incremento del costo de producción, el transporte, recursos humanos y diferentes gastos que las industrias asumen para trasladar los productos a establecimientos comerciales perjudicando al consumidor final. Además, hay una disminución de los suelos productivos a medida que la urbanización avanza (Noticias ONU, 2019).

En Colombia, existen áreas donde la disponibilidad de tierras fértiles es limitada, por lo que, los suelos poseen baja cantidad de nutrientes, su textura es muy arenosa o arcillosa y su pH es muy alcalino o ácido, generando dificultad en el cultivar hortalizas, las cuales requieren alta humedad, gran cantidad de agua, suelos ricos en materia orgánica que cumplan las exigencias nutricionales del cultivo (Calvache, 2022).

En el departamento de Nariño, se cultiva hortalizas como la lechuga en diferentes variedades, con problemas de bajo rendimiento, afectaciones por el cambio climático, plagas y afecciones que cada día se vuelven más resistentes a los agroquímicos generando que el productor incremente la dosis establecida para su control, ocasionando erosión, contaminación del agua y enfermedades a la población. También, Un factor preocupante es la siembra de una sola especie de planta en los territorios de Nariño (Ovaldo, 2021).

El municipio de Iles, se caracteriza por la siembra de papa como monocultivo, aplicándose pesticidas con fumigadora estacionaria lo que agrava aún más el deterioro del ecosistema, dado que, la sustancia empleada se dispersa con mayor rango en el ambiente, provocando deterioro del suelo, destrucción de la biodiversidad, como también que no se proporciona un descanso apropiado a los terrenos, ocasionando que los nutrientes se desgasten, por lo cual, se debe incentivar a los productores a sembrar otros cultivos (fedepapa, 2023).

La lechuga es sensible a la limitación de agua, fundamentalmente porque posee una pequeña raíz, siendo necesario dar riego constantemente, sin presentar exceso de humedad para evitar enfermedades fúngicas. Una temperatura óptima en la germinación es de 18° a 20° C y en el transcurso de su crecimiento de 14° a 18° C en el día y entre 5° a 8° C en la noche, con lo cual, se dificulta la implementación del cultivo en zonas que no se cuente con riego, ya que, un déficit de agua supone una reducción tanto en la producción como en la calidad, además, si se presentan bajas temperaturas puede ocasionar necrosis en los bordes reduciendo la producción hasta del 50 % (Lozano, 2018).

Hay un estancamiento muy pronunciado de los agricultores frente a nuevas tecnologías, como es el caso de la hidroponía, una técnica innovadora donde se utiliza soluciones nutritivas, pero los productores no tienen el conocimiento adecuado para su preparación y cuidado. Limitando su capacidad para implementar este sistema de cultivo más eficiente y sostenible. El método de hidroponía se basa en cultivar sin suelo pudiéndose emplear en zonas donde la tierra agrícola es limitada y de mala calidad (Sepúlveda G. , 2021).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con la implementación de un sistema hidropónico con diferentes soluciones nutritivas aumentará la producción y rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en Iles-Nariño- Colombia en el año 2023.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La lechuga tiene muchos beneficios para la salud, se sabe que si se consume 400 gramos de verdura fresca al día, disminuye el riesgo de enfermedades cardiovasculares, cancerígenas, el daño oxidativo, etc., siendo necesario contar con una agricultura eficiente para abastecer la demanda alimenticia de una población que cada día va en aumento, una alternativa es la hidroponía, ya que genera más cantidad de plantas por metro cuadrado y no es necesario grandes espacios, lográndose realizar en zonas urbanas como: terrazas, patio, azoteas, etc. Así mismo, este método no emplea el suelo, solo se utiliza agua y fertilizantes (solución nutritiva) con lo cual, se reduce la presencia de patógenos en el cultivo (Lopez, 2018).

Además, los cultivos hidropónicos son una solución para suelos que presentan escases hídrica, características que se observa en varios departamentos de Colombia, este

método ahorra hasta un 70% de agua, puesto que, la solución nutritiva es aprovechada hasta finalizar el ciclo de producción, incluso ésta se puede reciclar. También, la técnica de hidroponía se puede realizar todo el año por estar bajo cubierta, lo que permite una producción constante de alimentos (Productor, 2019).

El cultivo al estar protegido no es afectado por cambios bruscos de temperatura, como es el caso de heladas, factor determinante que ocasiona pérdida económica hasta el 100% del área cultivada, se reduce el daño por plagas y afecciones, minimizando la utilización de agroquímicos que deterioran los ecosistemas y la salud de la población. También, por medio del sistema hidropónico se acorta la fisiología del cultivo, obteniendo más ciclos de producción por año, requiere menor mano de obra, no emplea maquinaria agrícola (tractor, rastra, etc.), y herbicidas con lo cual, disminuye el costo de producción, ofreciendo una alternativa a los hogares nariñenses para que puedan cultivar sus propios alimentos, generado más ganancia económica y obteniendo una nutrición adecuada (Ovaldo, 2021).

Así mismo, la técnica de hidroponía es una tecnología eficiente, ya que logra un control más preciso de la nutrición de las plantas, debido a que, se dosifica los fertilizantes por medio de la solución nutritiva, incluso se puede controlar el pH y conductividad eléctrica con sensores y ajustar estos parámetros a las necesidades fisiológicas de las plantas, presentado mejor rendimiento del cultivo si es comparado al sistema tradicional, como también, produce cultivos más inocuos por lo que emplea agua potable y es una alternativa para reducir el monocultivo e incentivar a los agricultores a sembrar diferentes especies de plantas (Cuevas, 2021).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar soluciones nutritivas en el rendimiento de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) Lollo Rosso y Simpson bajo sistema hidropónico en Iles- Nariño- Colombia.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar cuál de las dos variedades de lechuga presenta un mayor rendimiento bajo sistema hidropónico.
- Determinar qué solución nutritiva presenta mayor crecimiento en la lechuga (*Lactuca sativa L.*) var. Lollo Rosso y Simpson bajo sistema hidropónico.
- Analizar la rentabilidad económica de los diferentes tratamientos.

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Qué variedad de lechuga presenta mayor rendimiento con la aplicación de cuatro soluciones nutritivas bajo sistema hidropónico?

¿Cuál solución nutritiva presenta mayor rendimiento con la implementación de variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) Lollo Rosso y Simpson bajo sistema hidropónico?

¿Cuál es la rentabilidad económica de los diferentes tratamientos?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El experimento se realizó bajo cubierta en la universidad Jorge Tadeo Lozano, Chía, Colombia. Para investigar que solución nutritiva (SN) es apropiada para los cultivares de: mizuna var. verdes y roja, rúcula var. roquette, espinaca var. Cecilia F1, lechuga crespa verde var. Vera, albahaca var. roja del "Rosso", cilantro var. long standing. Considerando 4 tratamientos que fueron las SN A: Howard Resh, SN B: Comercial, SN C: Cooper, SN D: Steiner. La SN C (NH₃: 14,29, PO₄: 1,94, K: 7,67, Mg: 2,47, SO₄: 2,37, B: 0,028, Ca: 4,24, Cu: 0,0016, Fe: 0,21, Zn:0,0015, Mn:0,0364, Mo:0,0033 mmol/L) tuvo el mejor rendimiento en las especies evaluadas, la especie más productiva en peso fresco promedio fue mizuna verde evaluada por SNC con 173.33 g. Se determinó que, mizuna roja, la mizuna verde, y la lechuga crespa verde son ideales para el cultivo en simultaneo bajo esta técnica (Benavides, 2021).

Se investigó la cantidad de nitratos en lechuga (var. Waldman) producida en hidroponía en Uchumayo, en Arequipa. Se obtuvo plántulas de dos semanas de edad, para el trasplante al sistema hidropónico. El sistema fue evaluado por cinco semanas. Utilizando tres soluciones nutritivas (SN), SN FAO, SN FAO modificada, SN La Molina como solución testigo. Obteniendo que la SN FAO modificada muestra la escala más reducida de nitrato (448.7 mg/Kg) en contraste a la SN FAO y SN La Molina (572.7 y 784.1 mg/Kg), resultando que las soluciones mencionadas no sobrepasan los límites (4500 mg/Kg) de nitratos que afectan la salud de consumidor. Presentando un área foliar en la SN FAO modificada de 17.55 cm²/g por planta, al igual que en peso fresco en cosecha fue de 119.20 g y un rendimiento de 11.89 g/planta; mayor a la SN La Molina con desarrollo foliar de 16.63 cm²/g, peso fresco en cosecha de 56.33 g, y un rendimiento de 5.62 g/planta y a la SN de la FAO con desarrollo foliar del 15.53 cm²/g, peso fresco en cosecha de 42.07 g, y rendimiento de 4.58 g/planta (Maita, 2017).

En una investigación realizada en Santa Elena, el propósito fue investigar el comportamiento del cultivo de lechuga de la var. Crespa en la técnica de hidroponía, en 3 soluciones nutritivas (SN): Voogt, Hoagland, y Steiner, con 4 repeticiones con 20 plantas por unidad experimental. Se implantó el cultivo en cuatro oportunidades para obtener datos más exactos. El ensayo se realizó bajo un DBCA. Los resultados indican, que la fórmula Hoagland, alcanzó los mayores resultados en las variables evaluadas con 142.8 g planta⁻¹, 23 hojas planta⁻¹, 22.2 cm de largo de hoja, 6.77% y 4.88% de materia seca foliar y radicular (Morales, 2019).

En una investigación en la parroquia La Maná de Cotopaxi, el propósito fue investigar las soluciones nutritivas en 3 var. de lechuga en hidroponía, en el sistema NFT utilizándose 2 tanques de 60 Litros y 2 electrobombas de agua las que regaban los tubos de PVC. Generando 3 repeticiones de cada uno de los 6 tratamientos. Aplicándose un DBCA. Los resultados de las soluciones y variedades a los 60 días fueron en cuanto a las variables: número de hojas, longitud de raíz, peso de hojas; mayor producción se observó en la aplicación de la solución LM en la variedad Starfighter, como también, el mejor peso de la planta, obteniendo 24090 kg/ha por el contrario no se observó buenos resultados con la variedad Patagonia, menos aun aplicando la solución T (Cevallos, 2020).

La investigación se ejecutó en dos ocasiones, con el propósito de determinar, la productividad de 2 var. de lechuga suministrando solución nutritiva la Molina, en Nuevas Flores Culquish, Provincia de Huamalies. Se desarrolló 2 tratamientos con la var. bohemia y var. duett con 8 repeticiones, se evaluó 7 variables como: peso fresco de la biomasa vegetal, raíz y total; altura; calibre de la cabeza; extensión de la raíz y número de hojas por planta. En los resultados, se puede observar que la variedad duett, es mejor que la variedad bohemia, en tanto a rendimiento evaluado en las dos ocasiones (Falcón, 2018).

La investigación se desarrolló en Huasacache del distrito Jacobo Hunter, evaluándose el rendimiento de 3 variedades de lechuga que son: Waldman's Green, Parris Island Cos y Prize Head, empleando dos soluciones nutritivas, SN 1 La Molina y SN 2 La Molina + Biol. Cada SN cuenta con una electrobomba y un tanque de agua independiente. El primer trasplante al sistema de raíz flotante (SRF) se realizó a los 15 días posteriores a la siembra y el trasplante final al sistema NFT después de los 20 días. Las variables analizadas fueron: longitud de raíces, rendimiento foliar, tres porcentajes de materia

seca, peso fresco, altura y costo beneficio. Los resultados indican que existe diferencia significativa en las dos primeras variables, pero se pudo apreciar que los mayores rendimientos se obtienen con la aplicación de la SN 2 en los cultivares estudiados (Palma, 2020).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Cultivo de lechuga

Las lechugas conforman el género *Lactuca* y pertenece a la familia de las asteráceas que se caracteriza por presentar flores compuestas. Este cultivo es propio de las regiones templadas, pero es cultivado en todo el mundo. Se suele preparar en plátanos, pero por lo general, se consume en frío, posee hojas grandes. Esta hortaliza, aporta gran cantidad de nutrientes, por lo cual, se utiliza en ensaladas y otras comidas. Presenta textura fresca y agradable, además, tiene abundante agua y es muy digestible para el organismo (Alvarado, 2023).

2.2.1.1. Origen de la lechuga

La lechuga tuvo y tiene cierta importancia en la medicina, en la cocina del Mediterráneo por sus hojas, además, por el aceite que se adquiere de sus semillas. Originaria de la India, se dice que fue domesticada en el próximo Oriente a partir de la especie (*Lactuca Scariola L.*) obteniendo una diversidad extraordinaria (Azcoytia, 2022).

2.2.1.2. Importancia del cultivo

En Colombia se cultiva lechuga en el municipio de Samacá, en la hacienda Alcalá se producen mensualmente cerca de 350 toneladas, las cuales son exportadas a países como Curacao, Estados Unidos y Aruba para consumo en fresco. La finca cuenta con registro ICA como productor de vegetales para exportación. Generando empleo en la zona y desarrollo del departamento de Boyacá e incentivando a la producción del cultivo a nivel nacional por su alta rentabilidad económica debido a un correcto manejo (ICA, 2019).

2.2.1.3. Valor nutricional de la lechuga

La lechuga es abundante en vitaminas (C, E y A), fibra, ácido fólico y está constituida del 94% de agua, además, suministra gran cantidad de vitamina K por lo que ayuda a prevenir la osteoporosis. Como también, aporta minerales como: potasio, calcio y

fósforo, así mismo, esta hortaliza proporciona mínimas calorías en la dieta alimenticia beneficiando al consumidor (Rojas, 2018).

2.2.1.4. Clasificación taxonómica de la lechuga

En la tabla 1, se puede observar la clasificación taxonómica de la lechuga.

Tabla 1. Taxonomía de *Lactuca sativa* L.

Nombre común	Lechuga
Nombre científico	<i>Lactuca sativa</i> L.
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Genero	<i>Lactuca</i>
Especie	<i>Sativa</i>

Fuente: (Zambrano, 2019).

2.2.1.5. Descripción botánica

Según Fonseca (2018), las plantas de lechuga tienen características especiales que las hace diferentes a otras hortalizas, la descripción botánica es la siguiente:

2.2.1.5.1. Raíz

Su raíz principal es pivotante, reducida, alcanzando una profundidad de 30 cm, su crecimiento es veloz con cuantioso látex, presentando abundantes raicillas laterales absorbentes, las que crecen en la superficie de la tierra con una penetración de 5 hasta 30 cm.

2.2.1.5.2. Tallo

Su tallo es pequeño y tiende agrupar múltiples hojas que varían en dimensión, forma, color y textura conforme a la especie cultivada.

2.2.1.5.3. Hojas

Son basales, abundantes y grandes. Crecen en rosetas de forma ovals, ramificadas, oblongas, lisas o crespas, pueden ser opacas o brillantes dependiendo de la variedad.

2.2.1.5.4. Flores

Presentan un color amarillo, son pequeñas, agrupadas en una misma posición apical, brotando sus pedúnculos en diversas alturas del centro principal.

2.2.1.6. Requerimiento edafoclimático de la lechuga

2.2.1.6.1. Suelo

La lechuga necesita suelos ligeros, arenosos-limosos, con óptimo drenaje, pH apropiado de 6.7 a 7.4. En primavera es recomendable los suelos arenosos, por lo que alcanzan temperaturas favorables para el cultivo permitiendo una producción más temprana. En cambio, en la época de otoño, es recomendable suelos francos, por lo que se enfrían más lentamente. En verano, es recomendable suelos exuberantes en materia orgánica, debido a un correcto suministro de los recursos hídricos y el desarrollo de la planta es superior.

2.2.1.6.2. Temperatura

En la germinación la temperatura apropiada se encuentra en un rango de 18-20° C. En la etapa de desarrollo, es necesario conservar temperatura entre 14-18° C en el día y en la noche entre 5-8° C. En el acogollado requiere una temperatura en torno a los 12° C en el día y en la noche entre 3-5° C. El cultivo soporta temperaturas máximas hasta de 30° C y como mínimas de -6° C, cuando la temperatura se mantiene baja durante algún tiempo, las hojas de la lechuga tienden a presentar un tono rojizo que se suele confundir con deficiencia de minerales.

2.2.1.6.3. Humedad

La raíz de la lechuga es reducida si se compara con su parte aérea, le afecta la ausencia de humedad y no resiste sequías prolongadas. La humedad relativa del cultivo debe oscilar de 60-80 %.

2.2.1.6.4. Luminosidad

Requiere una luminosidad de más de 12 horas por día, pues se ha evidenciado que la falta de luz genera que la biomasa aérea sean delgada y que en diversas situaciones la cabeza se suelte. Es recomendable que la densidad de simbra sea adecuada para disminuir el sombreado de plantas y ocasione una baja producción.

2.2.1.6.5. Altitud

Se desarrolla óptimamente con una altitud entre 800 a 2500 m.s.n.m.

2.2.1.6.6. Precipitación

Requiere entre 1000 a 1200 mm anuales de lluvia y habitualmente se cultiva bajo riego, procurando siempre mantener la humedad del suelo por encima del 50% de la capacidad de campo (Benacchilo, 2018).

2.2.1.7. Manejo del cultivo

Según infoAgro (2018), para alcanzar un adecuado rendimiento de lechuga, se debe realizar un manejo apropiado que se detallan a continuación:

2.2.1.7.1. Semillero

Para realizar la multiplicación de la lechuga es fundamental contar con bandejas de poliestireno de 294 alveolos y plantar la semilla en cada alveolo a una profundidad de 5 milímetros. En un periodo de 30 a 40 días postsiembra, la plántula de lechuga debe ser trasplantada en el momento que presente de 5 a 6 hojas verdaderas y con una extensión de 8 centímetros.

2.2.1.7.2. Preparación del terreno

Se selecciona un lugar, para posteriormente limpiar el suelo, labrar y nivelarlo principalmente en zonas empantanadas, luego se forman caballones y subsiguiente a ello se establece el sendero donde se depositarán las plántulas.

2.2.1.7.3. Plantación

La siembra se debe implementar en aceras o camellones a una elevación de 25 centímetros para proteger las plántulas de la humedad y al mismo tiempo evita el ataque de hongos.

2.2.1.7.4. Riego

Se debe suministrar riego de forma habitual y con limitada cantidad de agua, enfatizando que el terreno en la zona superficial quede seco, para prevenir enfermedades ocasionadas por algún patógeno presente en el medio. El sistema de irrigación más adecuado para este cultivo es el riego por goteo, pero también se da bien el riego por aspersión e inundación.

2.2.1.7.5. Abonado

El cultivo de lechuga es exigente en materia orgánica. Se debe aplicar potasio cuando se presentan bajas temperaturas y molibdeno al inicio del desarrollo, hay que

tener cuidado con exceso de Nitrógeno. El abonado que se recomienda es el 8-15-15 a razón de 50 g/m².

2.2.1.7.6. Malas hierbas

Siempre es necesario eliminar las hierbas no deseadas, pues el cultivo de lechuga no admite competencia, por lo que, las hierbas no deseadas pueden sofocar las lechugas y brindar un ambiente propicio para que se desarrollen enfermedades. Se recomienda realizar el deshierbe de forma manual para minimizar el impacto ambiental.

2.2.1.8. Variedades

Según INIA (2017), la oferta de diferentes tipos de lechugas es mucho más variada a años anteriores, concediendo al consumidor la posibilidad de acceder a nuevos productos. Generando un nuevo reto para los productores, quienes se ven enfrentados a tomar decisiones más complejas y nuevos manejos agronómicos. Los diferentes tipos de lechuga según sus características morfológicas son:

2.2.1.8.1. *Lactuca sativa* L. var. *capitata* (L.) Janchen

Lechugas romanas o cos presenta hojas amplias, oblongas y ovaladas, con sobresalientes nervaduras. El tallo es extenso y está recubierto por varias hojas las cuales forman una cabeza cilíndrica o cónica.

2.2.1.8.2. *Lactuca sativa* L. var. *acephala* Dill.

Presentan hojas sueltas y dispersas, no forman cogollo, se comercializan enteras, pero en la huerta se pueden cosechar las hojas individualmente, son cultivadas en sistema hidropónico o en el suelo.

2.2.1.8.3. *Lactuca sativa* L. var. *crispa* L.

Forman abundantes hojas con bordes irregular, las exteriores se organizan abiertamente y las recientes e internas constituyen un cogollo macizo denominado cabeza.

2.2.1.9. Plagas y enfermedades

2.2.1.9.1. Enfermedades de la lechuga

2.2.1.9.1.1. Pudrición gris

El causante es el hongo (*Botrytis cinérea*), afecta al cultivo desde la almaciguera hasta la cosecha, la enfermedad es favorecida en temperaturas cercanas a los 20° C y alta humedad. Presenta lesiones acuosas manifestándose en el tallo o en la zona foliar. A medida que la enfermedad avanza, se puede apreciar micelios de tono grisáceo sobre los tejidos ocasionando pudrición, estropeando su valor comercial. Es dispersada por esporas que se diseminan con el viento y probablemente por salpicaduras ocasionadas por precipitaciones o el riego por aspersión.

2.2.1.9.1.2. Mildiu

Es causado (*Bremia lactucae*), haciéndose evidente en condiciones de alta humedad y temperatura. El hongo es frecuente en cultivos hidropónico y en cultivos bajo invernadero. La enfermedad ataca en diferentes etapas fisiológica. Se puede apreciar manchas blanquecinas o amarillentas especialmente en la parte superficial de las hojas que más tarde se tornan de un color café y seca la vegetación.

2.2.1.9.1.3. Oídio, peste cenicilla, moho polvoriento

Enfermedad causada por (*Erysiphe cichoracearum*), agrede a cultivo en épocas de alta temperatura y humedad. El hongo se manifiesta con manchas pulverulentas de tono blancuzco que en ocasiones cubre las dos caras de las hojas. Su diseminación es por medio de conidias que son transportadas por el viento.

2.2.1.9.1.4. Podredumbre blanda o esclerotinosis

Es causada (*Sclerotinia sclerotiorum*) habita en el suelo es responsable de las principales pérdidas económicas del cultivo. Las condiciones favorables para que se desarrolle la infección es elevada humedad y temperatura. El hongo afecta en diversas etapas fisiológicas del cultivo y se manifiesta por podredumbre líquida que inicia de forma ascendente desde el sistema radicular hasta el follaje.

2.2.1.9.2. Plagas de la lechuga

Según Sepúlveda (2018), los insectos son económicamente importantes en el cultivo de lechuga fundamentalmente porque causan daños de manera directa al

alimentarse de las lechugas o de forma indirecta por la capacidad de transmitir enfermedades, entre los cuales tenemos:

2.2.1.9.2.1. Pulgones o áfidos (*Nasonovia ribisnigri* Mosley)

Ataca principalmente a las hojas de las lechugas, se lo puede identificar por lo que presenta color negro en forma de bandas en el abdomen y patas, las extremidades son largas y delgadas; puede llegar a medir 2,5 milímetros de extensión.

2.2.1.9.2.2. Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Se puede apreciar picaduras cuando hay un amarillamiento en los bordes internos de las hojas, observándose manchas irregulares, inicialmente en una área diminuta, en las cuales se observa fecas negras.

2.2.1.9.2.3. Minador (*Liriomyza trifolii*)

Las larvas excavan galerías durante su desarrollo se alimentan del tejido parenquimático, principalmente se puede apreciar su ataque al principio de la siembra, retardando su desarrollo o inclusive dañando las hojas hasta el punto de que no tenga valor comercial.

2.2.1.9.2.4. Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

El daño es causado cuando la mosca se nutre de la savia del vegetal, produciendo amarillamiento y posteriormente ocasionando debilidad, de la misma manera genera melaza lo cual atrae infecciones fúngicas (Negrilla).

2.2.1.10. La hidroponía

Es una técnica de cultivo que no emplea suelo solo se utiliza agua, oxígeno y fertilizantes, por lo que, la higiene es fundamental. Puede realizarse en patios, balcones, techos y azoteas; sus beneficios son diversos si lo comparamos con el sistema tradicional, por lo que emplea tan solo el 10% de agua, se estima que en un metro cuadrado se produce 12 lechugas, en cambio en el sistema hidropónico se puede obtener hasta 32 plantas, disminuye el impacto ambiental, alimentos más limpios, es posible implementar el cultivo todo el año, emplea menos mano de obra, se adapta a varios climas y el producto que se genera tiene mayor aceptación en el mercado (Manríquez & Tamayo, 2021).

2.2.1.10.1. Sistema hidropónico (NFT)

Es un método empleado en hidroponía, el cual, se basa en el movimiento continuo o alterno de una delgada lámina de solución nutritiva, la cual, se transporta por canales o tubos de PVC de forma rectangular o circular, conocidos como canales de cultivo. En cada conducto se encuentra una aberturas en donde se depositan las plantas y estos conductos están sobre una estructura piramidal con una leve inclinación que permite el movimiento de la solución. Luego la solución es recogida y almacenada en un recipiente (Chacon, 2022).

2.2.1.10.2. Ventajas y desventajas de sistema NFT

Según intagri (2015), las ventajas y desventajas que se destaca en sistema hidropónico en relación con otros sistemas son:

Ventajas

- Mejor calidad del producto cultivado.
- Se acorta el ciclo del cultivo.
- Alto rendimiento de producción.
- Plantas sin estrés.
- Se puede cultivar en toda temporada.
- Ahorro de agua en el sistema de cultivo.
- Posibilita un control más eficiente en la nutrición de las plantas.
- Las plantas son cosechadas más fácil.
- Menor mano de obra.
- Menor impacto ambiental.

Desventajas

- Es costosa su implantación.
- En caso de presentar patógenos se contamina fácilmente el resto de cultivo.
- Un control estricto del riego.
- Incremento en el costo de instalaciones.

2.2.1.10.3. Factores por considerar en producción de cultivo NFT

Según Info Agronomo (2022), para obtener un resultado satisfactorio con este método de cultivo es necesario tomar en cuenta algunos factores como:

2.2.1.10.3.1. Calidad del agua

El agua en estado natural puede contener diferentes impurezas beneficiosa o dañinas para el crecimiento de las plantas, por lo cual, es importante contar con un buen análisis químico de agua para conocer que sustancias se encuentran en este medio con el propósito de evitar problemas a futuro.

2.2.1.10.3.2. Temperatura de la solución

Un factor importante es la temperatura de solución nutritiva por lo que influye en la asimilación de oxígeno, generando un adecuado desarrollo del cultivo, ya que, se debe mantener en un rango entre 13 a 22 °C, aunque puede varía según el cultivo implementado.

2.2.1.10.3.3. Oxigenación

La solución nutritiva debe contener una buena oxigenación para que el sistema radicular se desarrollen adecuadamente y pueda realizar sus procesos fisiológicos correctamente.

2.2.1.10.3.4. pH

El pH de la solución nutritiva debe fluctuar de 5.5 a 6.5, para que la mayor parte de minerales estén disponibles para las plantas, si se encuentra por debajo o por arriba de este valor, se integran las sales empleadas que subsiguientemente se sitúan en el fondo del recipiente con lo cual generan un desbalance nutricional en el cultivo. Se recomienda corregir el pH cada 4 u 8 días.

2.2.1.10.3.5. Conductividad eléctrica

Permite cuantificar la cantidad de aniones o cationes que se encuentra en la solución para determinar si se está suministrando la dosis adecuada de nutrientes y si las plantas los está asimilando. Por lo que, es necesario medir la CE al momento de la entrada y la salida del ensayo.

2.2.1.10.3.6. Control del volumen de la solución

Por la evotranspiración, las plantas en ocasiones toman mayor volumen de agua que nutrientes de la solución, por lo que a medida que transcurre el tiempo esta aumenta su concentración, ocasionando un incremento en el pH y la presión osmótica, con lo cual, se genera problemas en la asimilación del agua por el sistema radicular, deteniendo el crecimiento e inclusive la muerte por desecación de la raíz.

2.2.1.10.3.7. La longitud del canal

se recomienda un máximo de 22 m de largo de tubería y esta no debe sobrepasar 25 m.

2.2.1.10.3.8. Ancho del canal

En cultivo de hojas como la lechuga es ideal un ancho de 25 a 30 cm para lograr un rendimiento apropiado.

2.2.1.10.3.9. Inclinación del canal

Para garantizar factores adecuadas del sistema radical, el canal debe presentar una inclinación que contribuya a que la solución fluya sin dificultad. Normalmente, el desnivel oscila entre 1 y 2% siendo el más conveniente, para asegurar que las plantas no vayan a deshidratarse y por consiguiente se cause la muerte.

2.2.1.11. Solución nutritiva

Según Info Agronomo (2022), la solución nutritiva está constituida de fertilizantes que, al momento de solubilizarse en agua, los elementos químicos que la conforman se ionizan y se facilita la absorción por el sistema radicular, esta consta de oxígeno, agua, minerales y en ocasiones de componentes orgánicos. La solución nutritiva debe estar balanceada y equilibrada tanto en pH y conductividad eléctrica. Esta se elabora a partir de los nutrientes que contiene el agua, por lo cual es indispensable contar con un análisis físico químico del agua previamente formulado, especie vegetativa a cultivar y etapa fenológica.

2.2.1.11.1. Solución de Howard Resh

Según Basterrechea (2020), los requerimientos nutricionales de las plantas son sutilmente distintos. Sin embargo, todas exigen los mismos nutrientes, pero en distintas cantidades, cambiando de acuerdo con determinados factores como son: variedad, clima y estado de desarrollo. Para lo cual, existen diferentes soluciones nutritivas como es el caso de la solución de Howard Resh la cual se evidencia en la tabla 2.

Tabla 2. Concentración de elementos de la solución Howard Resh

Composición de macroelementos	Composición de microelementos
Calcio: 180 ppm	Manganeso: 0.8 ppm
Nitrógeno: 140 ppm	Cobre: 0.07 ppm
Fósforo: 50 ppm	Zinc: 0.2 ppm
Potasio: 352 ppm	Boro: 0.3 ppm

Magnesio: 50 ppm
Azufre: 168 ppm
Hierro: 5 ppm

Molibdeno: 0.03 ppm

Fuente: (Basterrechea, 2020).

2.2.1.11.1.1. Solución de Steiner

Según Uncategorized (2020), es una solución empleada en cultivos comerciales de tomate, pepino, lechuga y entre otras plantas, esta solución fue creada por Steiner en 1984 y la composición nutricional se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Concentración de elementos de la solución Steiner

Composición de macroelementos	Composición de microelementos
Nitrógeno 167 ppm	Manganeso 1.97 ppm
Fósforo 31 ppm	Boro 0.44 ppm
Potasio 277 ppm	Zinc 0.11 ppm
Magnesio 49 ppm	Cobre 0.02 ppm
Calcio 183 ppm	Molibdeno 0.007 ppm
Azufre 67 ppm	
Hierro 3 ppm	

Fuente: (Uncategorized, 2020).

2.2.1.11.2. Solución de Hoagland

Según Gaz.wiki (2020), la solución suministra todos los nutrientes esenciales requeridos por las plantas y es ideal para el desarrollo de diversa especies, fue creada por Hoagland y Snyder en 1933 y su composición nutricional se observa en la tabla 4.

Tabla 4. Concentración de elementos de la solución Hoagland

Composición de macroelementos	Composición de microelementos
Nitrógeno 210 ppm	Cloro 0,65 ppm
Potasio 235 ppm	Sodio 1,2 ppm
Fósforo 31 ppm	Boro 0,5 ppm
Calcio 200 ppm	Manganeso 0,5 ppm
Hierro 2,9 ppm	Zinc 0,05 ppm
Magnesio 48,6 ppm	Cobre 0.02 ppm
Azufre 64 ppm	Molibdeno 0,05 ppm

Fuente: (Gaz.wiki, 2020).

2.2.1.11.3. Solución comercial Hidropónica Industrial

Según Hidro-inver (2022), afirma que esta solución nutritiva es ideal para hortalizas, por lo que no se precipita al disolverse, con lo cual, no se pierde nutrientes esenciales para el desarrollo del cultivo, está conformada por micro y macronutrientes su composición se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Concentración de elementos de la solución Hidropónica Industrial

Composición de macroelementos	Composición de microelementos
Nitrógeno 130 ppm	Azufre 1.4 ppm
Fósforo 27 ppm	Hierro 2.8 ppm
Potasio 190 ppm	Manganeso 0.13 ppm
Calcio 212 ppm	Boro 0.12 ppm
Magnesio 40 ppm	Cobre 0.10 ppm
	Zinc 0.11 ppm
	Molibdeno 0.003 ppm
	Cloro 0.33 ppm

Fuente: (Hidro-inver, 2022)

2.2.1.12. Variedades implementadas

2.2.1.12.1. Lechuga Lollo Rosso (*Lactuca sativa acephala*)

Esta variedad se presume que es de procedencia italiana. Se siembra después del verano, pero también se puede conseguir en otros periodos, si es cultivada en invernadero. Además, posee antocianinas, una pigmentación natural, que le confiere un tono rojo único al margen de las hojas. La semilla en la siembra debe estar levemente cubiertas de tierra. El Trasplante se lo debe realizar a una distancia de 25 x 30 cm entre plántulas (EcuRED, 2019).

2.2.1.12.2. Lechuga Simpson (*Lactuca sativa L.*)

Este cultivo requiere una temperatura óptima para su germinación entre 18-20 °C, en el desarrollo necesita una temperatura promedio de 14-18 °C. Se desarrolla adecuadamente con suelos ligeros, arenoso o limoso que drenen sin dificultad que presente un pH entre 6,7-7,4, no acepta sequias prolongadas (Germisemillas, 2022).

2.2.1.13. Requerimientos de nutrientes de la lechuga

Los principales requerimientos nutricionales de la lechuga son los siguientes y se evidencia en la tabla 6.

Tabla 6. Requerimientos nutricionales de la lechuga (*Lactuca sativa L*)

CULTIVO	Producción (Tn/ha)	Requerimiento por hectárea del cultivo. (kg/ha)				
		Nitrógeno	P2O5	K2O	CaO	MgO
Lechuga	30	60	18	120	30	9

Fuente: (INIA, 2018)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El enfoque del ensayo es cuantitativo por lo que se realizó recopilación de datos numéricos para posteriormente analizarlos estadísticamente para obtener resultados comparativos.

3.1.2. Tipo de Investigación

La Investigación es experimental; se implementó bajo un sistema de condiciones controladas en el municipio de Iles- Nariño (Colombia), con los diferentes tratamientos, utilizando un diseño completamente al azar (DCA), se contó con las variedades de lechuga a evaluar, con 8 tratamientos y 5 repeticiones para obtener datos precisos que permitan denotar las diferencias entre los tratamientos.

3.2. HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H0): La aplicación de soluciones nutritivas en variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) Lollo Rosso y Simpson en sistema hidropónico no aumentará el rendimiento.

Hipótesis alternativa (H1): La aplicación de soluciones nutritivas en variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) Lollo Rosso y Simpson en sistema hidropónico aumentará el rendimiento.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Definición de las variables

- Variable independiente: soluciones nutritivas y variedades de lechuga.
- Variable dependiente: Rendimiento de lechuga

3.3.2. Operacionalización de las variables

Operacionalización de las variables se muestra a continuación en la tabla 7.

Tabla 7. Operacionalización de las variables

Variable Definición	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Independiente	Solución Howard Resh N 140ppm, Ca 180ppm, P 50ppm, k 352ppm, Mg 50ppm, S168ppm, Fe 5ppm, Mn 0.8ppm, Cu 0.07ppm, Zn 0.2 ppm, B 0.3ppm, Mo 0.03 ppm (Basterrechea, 2020).	Dosis: 1184 g/500 L de agua. Riego: por 8 ocasiones con intervalos de 1 hora, durante 2 minutos c/u diariamente.		
	Solución Steiner N 167ppm, P 31ppm, K 277ppm, Mg 49ppm, Ca 183ppm, S 67ppm, Fe 3ppm, Mn 1.97ppm, B 0.44ppm, Zn 0.11ppm, Cu 0.02ppm, Mo 0.007ppm (Uncategorized, 2020).	Dosis: 863 g/500 L de agua. Riego: por 8 ocasiones con intervalos de 1 hora, durante 2 minutos c/u diariamente.	Aplicación radicular de la solución nutritiva disuelta en un volumen de 500 L de agua por medio del sistema hidropónico.	- pH metro -Conductímetro -Libreta de anotaciones
	Solución Hoagland N 210ppm, K 235ppm, P 31ppm, Ca 200ppm, Fe 2.9 ppm, Mg 48.6ppm, S 64ppm, Cl 0.65ppm, Na 1.2 ppm, B 0.5ppm, Mn 0.5 ppm, Zn 0.05ppm, Cu 0.02ppm, Mo 0,05ppm (Gaz.wiki, 2020).	Dosis: 1096 g/500 L de agua. Riego: por 8 ocasiones con intervalos de 1 hora, durante 2 minutos c/u diariamente.		
	Solución testigo Hidropónica Industrial N 130ppm, P 35 ppm, K 210 ppm, Ca 150 ppm, Mg 40 ppm, S 40ppm, Fe DTPA 2ppm, Cu EDTA 0.05ppm, Zn EDTA 0.1ppm, Mn EDTA 0.5ppm, Mo 0.05ppm, B 0.5ppm (Hidro-inver, 2022).	Dosis: 950 g/500 L de agua. Riego: por 8 ocasiones con intervalos de 1 hora, durante 2 minutos c/u diariamente.		
Variedades de lechuga	Variedad 1.	Lechuga Lollo Rosso	Sistema NFT	Seguimiento del cultivo
	Variedad 2.	Lechuga Simpson		

	Porcentaje de prendimiento	Porcentaje. Cálculo a los 8 después del trasplante (ddt)	Se cálculo empleando esta formula $\% \text{ de eficiencia} = \frac{NI - NF}{NI} \times 100$	-Libreta de anotaciones -Lapicero
Dependiente	Número de hojas	Número. Conteo de hojas a los 0, 8, 16, 24, 32 y 40 ddt a 5 plantas /tratamiento	NI: Número inicial de plantas NF: Número de plantas a los 8 ddt Observación, conteo, registro.	-Libreta de anotaciones -Lapicero
	Altura de la planta	En cm a los 0, 8, 16, 24, 32 y 40 ddt	In situ, se midió manualmente	-- Flexómetro
	Rendimiento de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) en variedad Lollo Rosso y Simpson	Largo de raíz a la cosecha	En cm a los 40 días después de la siembra	In situ, medición y registro.
	Volumen de raíz a la cosecha	En cm ³ a los 40 ddt días después de la siembra	Observación, medición y registro.	-Probeta -Libreta de anotación
	Rendimiento del cultivo	En gramos a los 40 días después de la siembra	Pesaje y registro	-Gramera -Libreta de anotación
	Costos de producción	En USD luego de la cosecha	Registro y Calculo	Computadora (Excel)

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Ubicación del ensayo

La investigación se ejecutó en un terreno propio en el municipio de Iles, departamento de Nariño, Colombia, se localiza 0° 58' 1" N y 77° 31' 1" W., con una altitud de 2950 m.s.n.m. aproximadamente, presenta un promedio de 12 a 18 °C de temperatura y una precipitación estimada de 1000 mm a 1700 mm anualmente. Los suelos poseen gran cantidad de materia orgánica, por lo que son suelos andisoles.



Figura 1. Ubicación geográfica del terreno (Google Earth, 2023)

3.4.2. Tratamientos del experimento

El experimento consta de 8 Tratamientos que se evidencia en la tabla 8:

Tabla 8. Tratamientos

Tratamiento	Descripción
T1	Lechuga Lollo Rosso + Solución de Howard Resh (1184 g/500 L de agua)
T2	Lechuga Lollo Rosso + Solución de Steiner (863 g/500 L de agua)
T3	Lechuga Lollo Rosso + Solución de Hoagland (1096 g/500 L de agua)
T4	Lechuga Lollo Rosso + Solución Hidropónica Industrial I (950 g/500 de agua) (Testigo)
T5	Lechuga Simpson + Solución de Howard Resh (1184 g/500 L de agua)
T6	Lechuga Simpson + Solución de Steiner (863 g/500 L de agua)
T7	Lechuga Simpson + Solución de Hoagland (1096 g/500 L de agua)
T8	Lechuga Simpson + Solución Hidropónica Industrial (950 g/500 L de agua) (Testigo)

3.4.3. Características de la unidad experimental

Las características de la investigación son las siguientes y se puede apreciar en la tabla 9.

Tabla 9. Características de la investigación

Diseño completamente al Azar	Dimensión
Tratamiento	8
Repetición	5
Unidad experimental	40
Área total	63 m ²
Área unidad experimental	0.3325 m ²
Distancia entre plantas	0,15 m
Distancia entre tubo	0,12 m
Tubo por unidad experimental	Tubo 1/2 con 15 plantas
Plantas por unidad experimental	15
Plantas unidad neta	5
Total de plantas en el ensayo	600

3.4.4. Distribución y características del experimento

El experimento estuvo constituido por 5 repeticiones para cada uno de los 8 tratamientos, originando 40 unidades experimentales. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA). Apreciándose en la Figura 2:

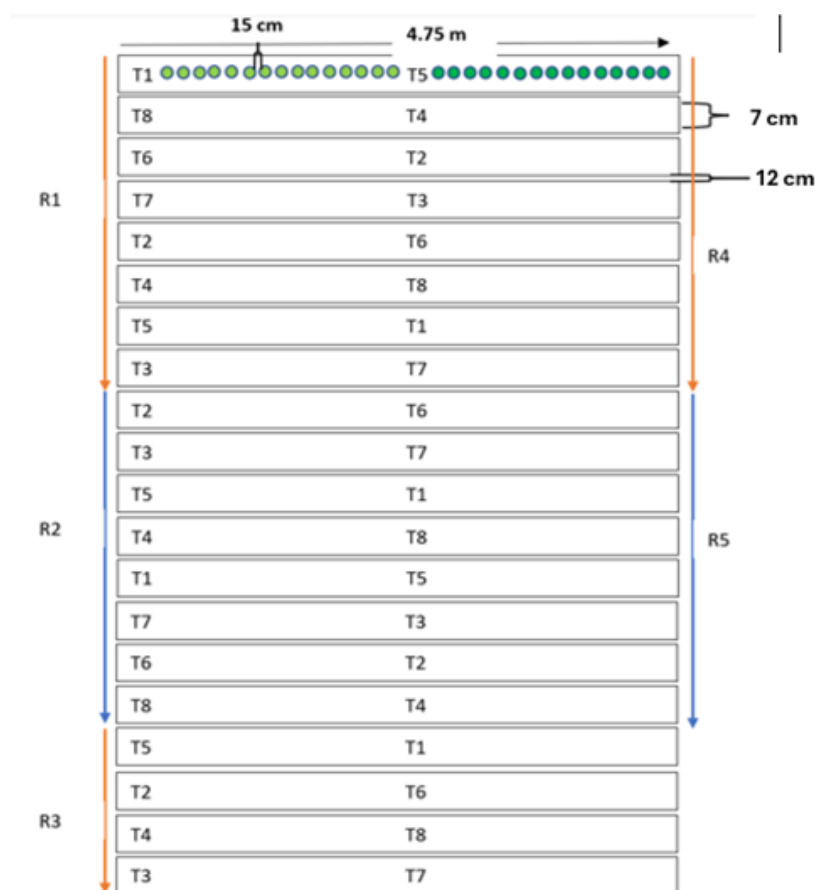


Figura 2. Distribución de los tratamientos

3.4.5. Población y muestra de la investigación

Se estableció un diseño que contó con un total de 600 plantas de lechuga, de estas se escogió 5 plantas de muestras por unidad experimental para analizar las variables mencionadas; apreciándose en Figura 3, obteniendo 200 plantas para analizar.

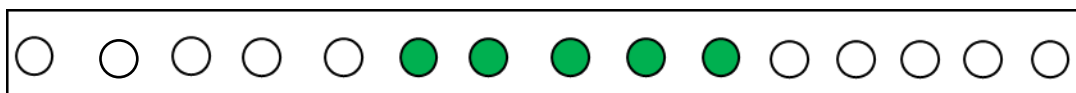


Figura 3. Distribución de la parcela neta

3.4.6. Procedimiento

La investigación se desarrolló en un invernadero privado ubicado en Iles, Nariño (Colombia) por el costo económico que demandaba el sistema y cercanía de vivienda. En el que se realizaron diferentes actividades que se detallan a continuación:

3.4.6.1. Análisis del agua

Antes de implementar la investigación, se elaboró un análisis físico químico del agua con el propósito de determinar su calidad y nutrientes.

3.4.6.2. Trazado

La investigación se desarrolló bajo cubierta, con las siguientes magnitudes de 9 m x 7 m (63 m²), se empleó 20 tubos de 3 pulgadas de PVC con una dimensión de (0,7 x 4,75), 3,32 m²; los cuales generaron 40 unidades experimentales distribuidos en una estructura piramidal y las repeticiones fueron al azar.

3.4.6.3. Preparación del ensayo

Se deshierbo y se niveló los tubos con una inclinación del 1.5%, para que la solución nutritiva fluya con facilidad y las plantas no sufran deshidratación. Para cada tratamiento, se empleó 1 electrobomba con su respectivo tanque de 1000 L con un volumen de 500 L de agua, en los cuales se disolvió las sales empleadas.

3.4.6.4. Preparación de las soluciones

Previamente, se elaboró un análisis para identificar la calidad y la cantidad de nutrientes que aporta el agua a la solución. Fundamentados en los resultados, se calculó la cantidad de nutrientes que faltaba en cada solución.

Para las soluciones nutritivas de Howard Resh, Steiner, Hoagland, se utilizó los fertilizantes: Nitrato de Ca y K, Fosfato mono potásico, Sulfato de K, Fe, Mg, Mn, Cu y Zn, además, de Ácido bórico en diferentes cantidades para las soluciones mencionadas. Para evitar que la sales se precipiten, se realizaron 3 disoluciones en 5 litros de agua cada una, que consistieron: en un recipiente disolver solo Nitrato de Ca, en otro el Nitrato de K y Fosfato mono potásico y en el tercero las sales restantes, para luego, depositarlas en el tanque que contenía 200 litros de agua y posteriormente completarlo hasta alcanzar un volumen de 500 litros de solución que requiere el ensayo. Como también, se usó una solución (Testigo) llamada Hidropónica Industrial preparándose tan solo la mitad por lo que estaba fabricada para un volumen de 1000 L.

3.4.6.5. Siembra

Se desinfectó los materiales y el sistema con 2cc/L de amonio cuaternario. Para la siembra, se empleó plántulas de un vivero de la localidad de 20 días, a las cuales se les retiró el sustrato con abundante agua, para luego ser inoculadas con Trichoderma con una dosis de 5cc/L, trascurridos 15 minutos, se colocó en canastilla plásticas para posteriormente ser plantadas en el sistema hidropónico y ser regadas con la solución nutritiva por 8 ocasiones diarias con intervalos de 1 hora (9,10,11,12,13,14,15,16) durante el tiempo que se prolongue el ensayo, para lo cual, se empleó un temporalizador de sistema de riego, el cual se encendía por intervalos de 2 minutos en la hora establecida. La distancia entre plántulas fue de 0,15 m y entre tubo 0,12 m, con un total de 30 plántulas por tubo y 600 plántulas en total del experimento.

3.4.6.6. Manejo de cultivo

Se midió la conductividad eléctrica cada 4 días y se mantuvo en un rango de 1700-1900 microsiemens, además, se corrigió en una ocasión la cantidad de nutrientes de cada solución, se calculó las sales para una disolución de 100 litros de agua y se depositó en el tanque, también, se corrigió el pH con hidróxido de potasio 2 veces en semana para que la mayoría de los nutrientes sean más asimilables para las plantas y no se presente un déficit nutricional, se conservó el pH entre 5.5 a 6.2.

Incluso, se controló las condiciones del invernadero para un desarrollo adecuado de las plantas de lechuga, ya que requieren un portaje de humedad entre 60 y 80% y una temperatura máximas de 30 °C y mínimas de 6 °C grados, para tratar de

mantener el ambiente de la estructura, en este rango se realizó la apertura de las cortinas dependiendo de las condiciones ambientales de cada día.

3.4.6.7. Control fitosanitario

Se empleo productos orgánicos y químicos con el objetivo de controlar las enfermedades dependiendo de las condiciones ambientales, las primordiales enfermedades a controlar fueron mildiu y oídio, la forma de control fitosanitario se puede apreciar en la tabla 10.

Tabla 10. Control fitosanitario

Enfermedades	Producto	Dosis	Frecuencia
Mildiu	Tricoder Ms	4 cc/L	Cada 8 días
Oídio	Tricoder Ms	4 cc/L	Cada 8 días

3.4.6.8. Cosecha

Se efectuó la cosecha a mano en el tiempo que las variedades completaron su ciclo fisiológico, con lo cual, se pudo apreciar que el cultivo presentó un adecuado desarrollo en longitud, tamaño y altura, la actividad de recolección consistió en retirar las plantas del sistema hidropónico y realizar un promedio de producción en gramos por cada tratamiento.

3.4.7. Variables evaluadas

3.4.7.1. Variables dependientes

3.4.7.1.1. Porcentaje de prendimiento

Se contabilizó las plantas que han muerto a los 8 días después del trasplante.

3.4.7.1.2. Altura de planta

Se realizó a los 0, 8, 16, 24, 32 y 40 ddt, empleando un flexómetro, para medir la altura en cm, a partir del cuello de la planta hasta el ápice de la hoja más extensa a las 5 plantas que constituyen la parcela neta del ensayo.

3.4.7.1.3. Número de hojas

Se efectuó a los 0, 8, 16, 24, 32 y 40 ddt, se contabilizó la cantidad de hojas de las 5 plantas que conforman la unidad experimental.

3.4.7.1.4. Largo de raíz

Después de cosechar, se realizó la medición del largo de la raíz más extensa con flexómetro expresado en cm, a partir del cuello de la raíz hasta su cofia.

3.4.7.1.5. Volumen de raíz

Al momento de la cosechar, se procedió a medir el volumen de la raíz con una probeta expresada en cm³. Se depositó agua en la probeta hasta cierto valor y posteriormente, se sumergió la raíz previamente cortada en este líquido, observándose cuanto sube el agua en el recipiente y este es su volumen en cm³.

3.4.7.1.6. Rendimiento del cultivo

Se tomó los pesos por cada tratamiento, para lo cual, se empleó una balanza expresada en gramos.

3.4.7.1.7. Costo de producción

Luego de cosechar, se elaboró un costo de producción de los diferentes tratamientos utilizados, para lo cual, se consideró el costo total de ingresos y egresos en un laso de producción anual, para determinar cuál tratamiento es más económico con relación costo- beneficio.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Empleando el programa estadístico Infostat versión 2014 se realizó el análisis de varianza (ANOVA) que se evidencia en la tabla 11 y la respectiva prueba de Tukey al 5%; las variables que se evaluaron son: porcentaje de prendimiento, número de hojas, altura de planta, largo de raíz, volumen de raíz, rendimiento del cultivo y costo de producción.

Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) incluyendo testigo

Fuente de Variación	Formula	G de libertad
Variedad (A)	A-1	1
Solución (B)	B-1	3
Tratamiento	(A-1) x (B-1)	7
Repetición	R-1	4
Error	AB(r-1)	28
Media (%)		
Coefficiente de variación %		
Total	ABR-1	39

Leyenda: T=tratamiento; R=repetición

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Porcentaje de prendimiento

El análisis de varianza (ANOVA) para porcentaje de prendimiento, se observa en la tabla 12, a los 8 días después del trasplante (ddt), observándose que no existe diferencia estadística ($p>0.05$); entre tratamientos de igual manera para los factores variedad y solución, mostrando un coeficiente de variación de 2.09% y una media 99.30.

Tabla 12. Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento para tratamiento y para los factores variedad y solución

F.V.	G.L.	8ddt	
		P-valor	
Modelo	8		
Variedad (A)	1		0.99ns
Solución (B)	3		0.10ns
Trat (AxB)	7		0.28ns
Repetición	4		0.42ns
Error	28		
Total	39		
C.V. (%)			2.09
Media			99.30

Leyenda: G.L.=grados de libertad; F.V.=fuente de variación; P valor=grado significativo; ns=no significativo; ddt = días después del trasplante; C.V.=coeficiente de variación.

En el transcurso de la investigación, a los 8 días después del trasplante de lechuga, se evidenció que, para la variable porcentaje de prendimiento, no se encontró diferencia estadística, presentando una media de 99.30%, determinando que las variedades y soluciones nutritivas en cada tratamiento no obtuvieron mayor variación, debido a un adecuado manejo del pH que se mantuvo en un rango 5.5 y 6.2 y la conductividad eléctrica entre 1700 a 1900 microsiemens en las soluciones mencionadas, lo que contribuye a un adecuado prendimiento concordando con Valle (2021), quien menciona en su investigación en hidroponía a raíz flotante en la producción de lechuga (*Lactuca sativa L.*) var. crispa en invernadero, obtuvo un prendimiento del 98% debido a un adecuado manejo del pH que se conservó entre

5.5 y 6.5 y la conductividad eléctrica se preservó entre 1500 a 2100 microsiemens en la solución nutritiva, con lo cual, contribuye a una mejor disponibilidad de nutrientes para las plantas originando un excelente desarrollo.

4.1.2. Altura de planta

El análisis de varianza para altura de planta se aprecia en la tabla 13, a partir de los 0 hasta los 40 ddt, mostrándose que existe diferencia altamente significativas ($p < 0.01$) para los tratamientos, lo mismo sucede para variedades evaluadas; en el caso del factor solución, no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) desde los 0 hasta los 8 ddt, mientras que, desde los 16 hasta los 40 ddt se presenta un valor significativo ($p < 0.05$); evidenciando coeficientes de variación de 4.61, 6.16, 8.89, 8.55, 8.49 y 8.95% con medias de 8.78, 9.48, 11.10, 13.06, 14.80 y 18.07 cm respectivamente para la época de muestreo establecido.

Tabla 13. Análisis de varianza para altura de planta para tratamiento y para los factores variedad y solución

F.V.	G.L.	P-Valor					
		0ddt	8ddt	16ddt	24ddt	32ddt	40ddt
Modelo	8						
Variedad (A)	1	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Solución (B)	3	0.07ns	0.06ns	0.04*	0.02*	0.04*	0.02*
Trat (AxB)	7	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Repetición	4	0.34ns	0.32ns	0.31ns	0.10ns	0.02*	<0.01**
Error	28						
Total	39						
C.V. (%)		4.61	6.16	8.89	8.55	8.49	8.95
Media (cm)		8.78	9.48	11.10	13.06	14.80	18.07

Leyenda: G.L.=grados de libertad; F.V.=fuente de variación; P valor=grado significativo; ns=no significativo; *= significativo; **=altamente significativo; ddt=días después del trasplante; C.V.=coeficiente de variación.

Se efectuó la prueba de Tukey al 5% para los valores significativos de la variable altura de la planta para tratamiento, evidenciándose en la tabla 14, obteniendo mayor diferencia en el T7, a los 0 ddt con una media de 9.46 cm.

A los 8 y 16 ddt, el T8 refleja mayor diferencia con medias de 10.52 y 13.65 cm respectivamente; y a los 24 ddt, el T7, T8 y T5 muestran mayor diferencia con una media de 16.69, 16.43 y 16.24 cm respectivamente.

A los 32 ddt, el T7 genera mayor diferencia con una media de 19.40 cm; y a los 40 ddt, se puede apreciar que el T7, T8, T5 y T6 muestran mayor diferencia con una media de 24.28, 24.27, 22.39 y 21.41 cm respectivamente.

Tabla 14. Prueba de Tukey para altura de planta para tratamientos

Tratamientos	0ddt	8ddt	16ddt	24ddt	32ddt	40ddt
	Media					
T1	8.23C	8.60D	9.25D	10.17C	11.13C	12.49B
T2	8.16C	8.62D	9.21D	10.23C	11.38C	12.52B
T3	8.58BC	9.20BCD	9.94CD	10.87C	11.80C	14.05B
T4	8.52BC	8.96CD	9.58CD	10.34C	11.47C	13.20B
T5	9.12AB	9.84ABC	12.71AB	16.24A	18.70AB	22.39A
T6	8.99ABC	9.78ABCD	11.57BC	13.52B	16.23B	21.41A
T7	9.46A	10.37AB	12.96AB	16.69A	19.40A	24.28A
T8	9.23AB	10.52A	13.65A	16.43A	18.32AB	24.27A

Leyenda: T1=Lechuga Lollo Rosso + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L; T2=Lechuga Lollo Rosso + Solución de Steiner 863 g/500L; T3=Lechuga Lollo Rosso+Solución de Hoagland 1096 g/500L; T4= Lechuga Lollo Rosso + Solución Hidropónica Industrial 950 g/500 L; T5=Lechuga Simpson + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L; T6=Lechuga Simpson + Solución de Steiner 863 g/500 L; T7= Lechuga Simpson + Solución de Hoagland 1096 g/500 L ; T8=Lechuga Simpson + Solución Hidropónica Industrial 950 g/500 L; ddt= días después del trasplante.

En la altura de planta a los 40 ddt, se muestra que los tratamientos que presentan mayor diferencia son T7 (Lechuga Simpson + Solución de Hoagland 1096 g/500 L de agua), T8 (Lechuga Simpson + Solución Hidropónica Industrial 950 g/500 L de agua), T5 (Lechuga Simpson + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L de agua) y T6 (Lechuga Simpson + Solución de Steiner 863 g/500 L de agua) con promedios de 24.28, 24.27, 22.39 y 21.41 cm respectivamente, como se aprecia en la tabla 14, determinando que las variedades empleadas y soluciones nutritivas tienen influencia sobre el desarrollo de la planta, probablemente por la proporción adecuada de nutrientes que suministran las soluciones nutritivas y a una alta cantidad de Nitrógeno de 210 ppm, con lo cual, mejora el crecimiento vegetal, concordando con Catata (2018), quien menciona que en su ensayo, alcanzó los mejores resultados en la solución Hoagland, debido a que, tiene una alta concentración de Nitrato de amonio, el cual es fundamental en la regeneración de las plantas y aumenta su crecimiento. Como también, la altura de la planta podría estar influenciada por diferentes características genotípicas y fenotípicas como humedad, temperatura y tipo de manejo. De igual manera, Mafla (2017), menciona que en su investigación obtuvo los mejores resultados con un promedio de 25.63 cm en la variedad Simpson bajo el sistema NFT, ya que, los valores de pH y conductividad eléctrica fueron óptimos, por lo que, la absorción máxima de iones ocurre en un rango de pH de 5 a 7, en cuanto a conductividad eléctrica, a medida que aumenta la concentración de iones, facilita la absorción de nutrientes, por lo que, el N en conductividades elevadas es absorbido en mayor proporción, generando mejor evolución de las plantas.

4.1.3. Número de hojas

El Análisis de varianza para número de hojas, se indica en la tabla 15, a partir de los 0 hasta los 40 ddt; evidenciando diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) entre tratamientos, de igual manera en variedades evaluadas; para el factor solución desde los 0 hasta los 8 ddt no hay diferencia significativa ($p > 0.05$); a los 16, 24 y 32 ddt se evidencia diferencia altamente significativa ($P < 0.01$); y a los 40 ddt se muestra diferencia significativa ($P < 0.05$); reflejando coeficientes de variación de 8.85, 9.41, 9.30, 9.55, 11.55 y 11.25% con medias de 4.37, 4.77, 6.47, 8.10, 9.77 y 12.50 hojas correspondientemente para los días de muestreo.

Tabla 15. Análisis de varianza para número de hojas para tratamiento y para los factores variedad y solución

F.V.	G.L.	P-Valor					
		0ddt	8ddt	16ddt	24ddt	32ddt	40ddt
Modelo	8						
Variedad (A)	1	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Solución (B)	3	0.40ns	0.53ns	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Trat (AxB)	7	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Repetición	4	0.18ns	0.78ns	0.06ns	<0.01**	<0.01**	<0.03*
Error	28						
Total	39						
C.V. (%)		8.85	9.41	9.30	9.55	11.55	11.25
Media (hojas)		4.37	4.77	6.47	8.10	9.77	12.50

Leyenda: G.L.=grados de libertad; F.V.=fuente de variación; P valor=grado significativo; ns=no significativo; *= significativo; **=altamente significativo; ddt=días después del trasplante; C.V.=coeficiente de variación.

La prueba de Tukey al 5% se elaboró para los valores significativos, para el número de hojas para tratamientos, observándose en la tabla 16, a los 0 ddt los tratamientos que presentan mayor diferencia T5 y T6 con medias de 5.20 y 5 hojas respectivamente; a los 8 ddt los tratamientos T5 y T6 muestran mayor diferencia y similar media de 5.60 hojas y le sigue el T7 con una media de 5.40 hojas.

Los tratamientos que presentan mayor diferencia a los 16 ddt, son T5, T7 y T8 con medias de 8, 7.60 y 7.60 respectivamente; a los 24 ddt los tratamiento con superior diferencia son T7 y T5 evidenciando una media de 9.40 hojas; a los 32 y 40 ddt el tratamiento que evidencia mayor diferencia es el T5 con una media de 11.40 y 14.80 hojas respectivamente.

Tabla 16. Prueba de Tukey para número de hojas para tratamientos

Tratamiento	Media					
	0ddt	8ddt	16ddt	24ddt	32ddt	40ddt
T1	3.80C	4.00C	6.20BC	8.00AB	10.20AB	12.40ABCD
T2	3.80C	4.20BC	4.80D	6.20C	7.60C	9.80D

T3	3.80C	4.20BC	5.20CD	7.60BC	8.60BC	11.00BCD
T4	4.00BC	4.20BC	5.40CD	7.20BC	8.60BC	10.80CD
T5	5.20A	5.60A	8.00A	9.40A	11.40A	14.80A
T6	5.00A	5.60A	7.00AB	8.40AB	10.80AB	13.80AB
T7	4.60ABC	5.40A	7.60A	9.40A	10.60AB	13.80AB
T8	4.80AB	5.00AB	7.60A	8.60AB	10.40AB	13.60ABC

Leyenda: T1=Lechuga Lollo Rosso + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L; T2=Lechuga Lollo Rosso + Solución de Steiner 863 g/500 L; T3=Lechuga Lollo Rosso + Solución de Hoagland 1096 g/500 L; T4=Lechuga Lollo Rosso + Solución Hidropónica Industrial 950 g/500 L; T5=Lechuga Simpson + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L; T6=Lechuga Simpson + Solución de Steiner 863 g/500 L; T7= Lechuga Simpson + Solución de Hoagland 1096 g/500 L; T8=Lechuga Simpson + Solución Hidropónica Industrial 950 g/500 L; ddt= días después del trasplante.

Para el número de hojas, se obtuvo que el tratamiento que presenta diferencia es el T5 (Lechuga Simpson + Howard Resh 1184 g/500 L de agua) como se muestra en la tabla 16, posiblemente a que hubo una correcta relación entre las sales empleadas y a una mayor concentración de fósforo de 50 ppm en la solución Howard Resh, con lo cual, contribuye a una mayor formación de follaje corroborando a la investigación realizada por Ferrufino (2017), quien manifiesta que, obtuvo los mejores resultados en el sistema hidropónico a raíz flotante en la variedad de lechuga Verónica, aplicando una concentración 48 ppm de P, con lo cual, incentivó a una mayor producción de brotes, aumentó la biomasa vegetal, desarrolló más masa seca (tallo, raíces y hojas). Así mismo, un factor determinante es la densidad de siembra, donde el paso de luz es fundamental para una apropiada densidad foliar donde se manejó 35 lechugas por metro cuadrado bajo este sistema, donde la variedad de lechuga Simpson evolucionó satisfactoriamente, concordando con Carmona (2022), quien menciona que en su investigación, alcanzó los mejores resultados en el cultivo de lechuga en este sistema NFT piramidal, con un densidad de siembra de 32 lechugas por metro cuadrado, factor determinante que permite el paso de luz hacia las plantas, que contribuye a la fabricación de la fotosíntesis, logrando alcanzar mayor producción de hojas en hidroponía.

4.1.4. Largo de raíz

El análisis de varianza para largo de raíz días en cosecha, se evidencia en la tabla 17; apreciándose diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) entre los tratamientos evaluados; para los factores variedad y solución se determinó que no existe diferencia significativa ($p > 0.05$); mostrando un coeficiente de variación de 12.07% y una media de 21.93 cm en dicha época de muestreo.

Tabla 17. Análisis de varianza para largo de raíz para tratamiento y para los factores variedad y solución

F.V.	G.L.	dac
		P-valor
Modelo	8	
Variedad (A)	1	0.85ns
Solución (B)	3	0.78ns
Trat (AxB)	7	<0.01**
Repetición	4	0.48ns
Error	28	
Total	39	
C.V. (%)		12.07
Media (cm)		21.93

Leyenda: G.L.=grados de libertad; F.V.=fuente de variación; P valor=grado significativo; ns=no significativo; **= altamente significativo; dac=días a la cosecha; C.V.=coeficiente de variación.

La prueba de Tukey al 5% se realizó para los valores significativos de la variable largo de raíz en cosecha para tratamiento, que se muestra en la tabla 18; obteniendo mayor diferencia en el T7 y le sigue el T4 con una media de 25.29 y 25 cm respectivamente.

Tabla 18. Prueba de Tukey para largo de raíz para tratamientos

Tratamiento	dac
	Media
T1	19.84AB
T2	22.88AB
T3	20.44AB
T4	25.00A
T5	18.44AB
T6	19.50B
T7	25.29A
T8	18.81B

Leyenda: T1=Lechuga Lollo Rosso + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L ; T2=Lechuga Lollo Rosso + Solución de Steiner 863 g/500 L ; T3=Lechuga Lollo Rosso + Solución de Hoagland 1096 g/500 L ; T4=Lechuga Lollo Rosso + Solución Hidropónica Industrial 950 g/500 L ; T5=Lechuga Simpson + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L ; T6=Lechuga Simpson + Solución de Steiner 863 g/500 L ; T7= Lechuga Simpson + Solución de Hoagland 1096 g/500 L ; T8=Lechuga Simpson + Solución Hidropónica Industrial 950 g/500 L ; dac= días a la cosecha.

Se determinó para el largo de raíz en cosecha, que el T7 (Lechuga Simpson + Solución de Hoagland 1096 g/500 L de agua) y el T4 (Lechuga Lollo Rosso + Solución Hidropónica Industrial 950 g/500 L de agua) obtuvieron mayor diferencia, como se puede apreciar en la tabla 18, evidenciando que, entre la interacción de los factores variedad y solución, no existe influencia sobre la variable, esto es el resultado de factores ambientales, además de un correcto suministro de agua, espacio apropiado, oxigenación adecuada y temperatura de la solución que se mantuvo entre 14 a 18 °C, donde el sistema radicular se desarrolló idóneamente; concordando con Moreno (2019), quien menciona en su investigación, que el oxígeno disuelto en

la solución nutritiva, mejora la respiración aeróbica, un proceso fundamental que libera la energía para el crecimiento radicular. Así mismo, Rodríguez (2018) indica que la temperatura es un factor crucial en la solución nutritiva que influye directamente con la cantidad de oxígeno que consumen las plantas. Cuando la temperatura es superior a 22 °C, la dosis de oxígeno empieza a disminuir, ocasionando fermentación de la solución y por consiguiente la pudrición del sistema radicular, por el contrario, cuando la temperatura es inferior a 22 °C, es suficiente para abastecer la demanda de oxígeno, resultando en una expansión adecuada del sistema radicular.

4.1.5. Volumen de raíz

El análisis de varianza para volumen de raíz en cosecha para tratamientos, soluciones y variedad se indica en la tabla 19; determinando que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) para los tratamientos evaluados; en cambio para soluciones se estableció que existe diferencia altamente significativa ($p < 0.01$); y en variedades no posee diferencia significativa ($p > 0.05$); exponiendo un coeficiente de variación de 18.97% con una media de 18.57 cm³ en el periodo de muestreo establecido.

Tabla 19. Análisis de varianza para volumen de raíz para tratamiento y para los factores variedad y solución

F.V.	G.L.	dac
		P-valor
Modelo	8	
Variedad (A)	1	0.08ns
Solución (B)	3	<0.01**
Trat (AxB)	7	0.02*
Repetición	4	0.62ns
Error	28	
Total	39	
C.V. (%)		18.97
Media (cm ³)		18.57

Leyenda: G.L.=grados de libertad; F.V.=fuente de variación; P valor=grado significativo; ns=no significativo; *= significativo; dac=días a la cosecha; C.V.=coeficiente de variación.

La prueba de Tukey al 5% se realizó para los valores significativos de volumen de raíz en cosecha para tratamientos; evidenciándose en la tabla 20, obteniendo que el tratamiento T1 muestra superior diferencia con una media de 24.40 cm³.

Tabla 20. Prueba de Tukey para volumen de raíz para tratamientos

Tratamiento	dac
	Media
T1	24.40A
T2	16.44AB
T3	16.18AB
T4	17.80AB
T5	22.37AB

T6	15.55B
T7	18.09AB
T8	17.78AB

Leyenda: T1=Lechuga Lollo Rosso + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L ; T2=Lechuga Lollo Rosso + Solución de Steiner 863 g/500 L ; T3=Lechuga Lollo Rosso + Solución de Hoagland 1096 g/500 L ; T4=Lechuga Lollo Rosso + Solución Hidropónica Industrial 950 g/500 L ; T5=Lechuga Simpson + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L ; T6=Lechuga Simpson + Solución de Steiner 863 g/500 L ; T7= Lechuga Simpson + Solución de Hoagland 1096 g/500 L ; T8=Lechuga Simpson + Solución Hidropónica Industrial 950 g/500 L; dac= días a la cosecha.

Para volumen de raíz en cosecha, se observa que el tratamiento con mayor diferencia es T1 (Lechuga Lollo Rosso + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L de agua) evidenciándose en la tabla 20, probablemente a que la solución 1 (Howard Resh) suministra los nutrientes adecuados y una concentración superior de P y K, produciendo un aumento de las dimensiones de sistema radicular, concordando con Arredondo (2020), quien menciona en su investigación en hidroponía, que para garantizar una correcta nutrición de los cultivos, el fósforo debe estar en cantidades apropiadas, ya que es fundamental desde el inicio de crecimiento del cultivo por lo que es, importante en el proceso que requieren energía (ATP), en síntesis de ácidos nucleicos, en el desarrollo de material genético, por lo que, la división y el desarrollo de las células son determinate en la medida que se encuentra disponible, generando una acelerada división celular que origina el crecimiento abundante de raíces y tallos. Además, que el potasio provoca el desarrollo de la raíz, aumentado la formación de vasos xilemáticos.

4.1.6. Rendimiento del cultivo

El análisis de varianza para la variable rendimiento del cultivo, se indica en la tabla 21; observándose diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) entre los tratamientos y variedades evaluadas; por el contrario, para solución se muestra diferencia significativa ($p < 0.05$); con un coeficiente de variación del 6.62% y una media de 745.26 gramos.

Tabla 21. Análisis de varianza para rendimiento de cultivo para tratamiento y para los factores variedad y solución

F.V.	G.L.	dac
		P-valor
Modelo	8	
Variedad (A)	1	<0.01**
Solución (B)	3	0.03*
Trat (AxB)	7	<0.01**
Repetición	4	0.07ns
Error	28	
Total	39	

C.V. (%)	6.62
Media (g)	745.26

Leyenda: GL=grados de libertad; FV=fuente de variación; P valor=grado significativo; ns=no significativo, **=altamente significativo; dac=días a la cosecha; C.V.=coeficiente de variación.

La prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento del cultivo para tratamientos, se evidencia en la tabla 22; obteniendo que el tratamiento T5 presenta una mayor diferencia con una media 798.37 gramos.

Tabla 22. Prueba de Tukey para rendimiento del cultivo para tratamientos

Tratamiento	dac
	Media
T1	758.83AB
T2	688.41B
T3	733.31AB
T4	686.26B
T5	798.37A
T6	755.85AB
T7	785.48AB
T8	755.58AB

Leyenda: T1=Lechuga Lollo Rosso + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L ; T2=Lechuga Lollo Rosso + Solución de Steiner 863 g/500 L ; T3=Lechuga Lollo Rosso + Solución de Hoagland 1096 g/500 L ; T4=Lechuga Lollo Rosso + Solución Hidropónica Industrial 950 g/500 L ;T5=Lechuga Simpson + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L ;T6=Lechuga Simpson + Solución de Steiner 863 g/500 L ; T7= Lechuga Simpson + Solución de Hoagland 1096 g/500 L ; T8=Lechuga Simpson + Solución Hidropónica Industrial 950 g/500 L ; dac= días a la cosecha.

Para el rendimiento del cultivo se determinó que el tratamiento T5 (Lechuga Simpson + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L de agua) presenta mayor diferencia en la cosecha, con una media de 798.37 gramos que se muestra en la tabla 22, con lo cual, se deduce que las variedades y las soluciones empleadas, tienen efecto sobre esta variable, posiblemente por lo que la solución nutritiva proporciona un equilibrio de nutrientes y un adecuado manejo del sistema NFT, generando un crecimiento óptimo de los pelos radicales, siendo esenciales en la absorción de nutrientes y agua que necesita la planta, contribuyendo a una mejor producción corroborando con Paco (2022), quien manifiesta que obtuvo el mejor rendimiento en dos variedades del de tomate (*solanum lycopersicum*) con la aplicación de solución nutritiva Howard Resh por lo que, aumenta el desarrollo radical y el crecimiento de las plantas, debido al correcto suministro de nutriente como N, P, K, Ca, S, Mg, Fe, B, Mn, Zn y Cu. Además, contribuye al vigor de cultivo evitando el daño por plagas y enfermedades, como también, en el sistema hidropónico circulante NFT se emplea de mejor manera el espacio aéreo, consiguiendo aumentar el número de plantas por metro cuadrado, generando mayor rendimiento. En cuanto al desenvolvimiento de la lechuga, está

influenciada por factores genéticos propios de cada variedad y de factores ambientales determinando la rentabilidad del cultivo.

4.1.7. Costo beneficio

El análisis económico se evidencia en la tabla 23, que se efectuó calculando el costo de producción de los diferentes tratamientos implementados en la investigación, cabe destacar que se ejecutó con una extensión de 1000 m², con relación a un año de producción, con un precio de venta de 2.80 dólares el kilogramo en la variedad 1 (Lollo Rosso), debido que tiene mayor aceptación en el mercado por su color y sabor. Además, es preferida en restaurantes para decoraciones de platillos y para consumir en fresco, también la variedad 2 (Simpson) posee buena aceptación presentado un precio de venta de 2.50 dólares el kilogramo.

Se puede apreciar en la tabla 23; que cada uno de los tratamientos investigados generaron recurso económicos, pero mayor desempeño se obtuvo en el tratamiento T1 (Lechuga Lollo Rosso + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L de agua) con una inversión de 5241.90 dólares, presentando una producción de 12019.86 Kg/año y un beneficio directo de 5.42 dólares anuales por cada dólar invertido, lo que equivale a 0.90 centavos por cada ciclo de producción, en cambio, el menos favorable es el T4 (Lechuga Lollo Rosso + Solución Hidropónica Industrial 950 g/500L de agua) debido a su bajo rendimiento de 10870.35 Kg/año con lo cual, produce un beneficio directo de 4.96 dólares anuales por cada dólar invertido, lo que genera 0.82 centavos en cada ciclo de producción, con lo cual no contribuye a su inversión de 5099.80 dólares anuales, además, se puede evidenciar que el tratamiento con menor inversión es el T6 (Lechuga Simpson + Solución de Steiner 863 g/500L de agua) generando un beneficio directo de 5.24 dólares anuales por cada dólar invertido, lo que equivale a 0.87 centavos por cada ciclo, con una producción de 11972.66 en 1000 m².

Se realizó un costo de producción alrededor de 3156.60 dólares para una extensión de 1000 m² consiguiéndose instalar 66 pirámides, en las que se puede cultivar 39600 plantas destinadas para la venta, para cada ciclo de producción. Se evidencia gran cantidad de plantas que se puede sembrar en este medio, esto es debido al sistema NFT en hidroponía en donde se puede cultivar más cantidad de plantas por metro cuadro, por lo que, aprovecha de mejor manera el espacio aéreo, generando más

rentabilidad a los agricultores además de obtener productos más sanos y saludables logrando una alimentación balanceada y de cálida.

Tabla 23. Análisis de la relación costo beneficio de la implantación de la investigación

TRATAMIENTOS	Costo de producción/fijo /año /1000 m2	Costo de producción del tratamiento /año/1000 m2	Costo total/año/ 1000 m2	Rendimiento Kg/año/1000 m2	Precio \$/ Kg	Venta (\$) anual	Utilidad \$/año/ 1000m2	Costo beneficio \$/año/ 1000 m2	Beneficio directo \$/año/ 1000 m2
T1 (Lechuga Lollo Rosso + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L de agua)	3156.60	2085.30	5241.90	12019.86	2.80	33655.60	28413.70	6.42	5.42
T2 (Lechuga Lollo Rosso + Solución de Steiner 863 g/500 L de agua)	3156.60	1939.70	5096.30	10904.41	2.80	30532.34	25436.04	5.99	4.99
T3 (Lechuga Lollo Rosso + Solución de Hoagland 1096 g/500 L de agua)	3156.60	2004.10	5160.70	11615.63	2.80	32523.76	27363.06	6.30	5.30
T4 (Lechuga Lollo Rosso + Solución Hidropónica Industrial 950 g/500 L de agua)	3156.60	1943.20	5099.80	10870.35	2.80	30436.98	25337.18	5.96	4.96
T5 (Lechuga Simpson + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L de agua)	3156.60	1785.10	4941.70	12646.18	2.50	31615.45	26673.75	6.39	5.39
T6 (Lechuga Simpson + Solución de Steiner 863 g/500 L de agua)	3156.60	1639.50	4796.10	11972.66	2.50	29931.65	25135.55	6.24	5.24
T7 (Lechuga Simpson + Solución de Hoagland 1096 g/500 L de agua)	3156.60	1703.90	4860.50	12442.00	2.50	31105.00	26244.50	6.40	5.40
T8 (Lechuga Simpson + Solución Hidropónica Industrial I 950 g/500 L de agua)	3156.60	1643.00	4799.60	11968.38	2.50	29920.95	25121.35	6.23	5.23

Leyenda: T1=(Lechuga Lollo Rosso + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L); T2=(Lechuga Lollo Rosso + Solución de Steiner 863 g/500L); T3=(Lechuga Lollo Rosso + Solución de Hoagland 1096 g/500L); T4=(Lechuga Lollo Rosso + Solución Hidropónica Industrial 950 g/500L); T5=(Lechuga Simpson + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L); T6=(Lechuga Simpson + Solución de Steiner 863 g/500L); T7=(Lechuga Simpson + Solución de Hoagland 1096 g/500L); T8=(Lechuga Simpson + Solución Hidropónica Industrial 950 g/500L)

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Al término de la investigación de las variedades de lechuga Simpson y Lollo Rosso en el sistema hidropónico, se puede concluir que:

- Se Identificó que la variedad Simpson, presenta mejor resultado en las condiciones ambientales del municipio de Iles, del departamento de Nariño, reportando un mayor desarrollo en altura de planta, número de hojas y en rendimiento del cultivo, al ser la variedad que mejor se adaptó a la investigación.
- La solución que reporta mejores resultados en el sistema hidroponía NFT es la solución 1 (Howard Resh) en número de hojas, volumen de raíz y rendimiento del cultivo, por una adecuada concentración de nutrientes y un aporte adicional de fósforo en la solución, que se aproximan a las necesidades nutricionales del cultivo.
- Para el análisis costo-beneficio, la mejor alternativa de rendimiento fue para el tratamiento T1 (Lechuga Lollo Rosso + Solución de Howard Resh 1184 g/500 L de agua) con una producción de 12019.86 Kg anuales con una inversión de 5241.90 dólares en un área de 1000 m², generando un beneficio de 5.42 dólares anuales por cada dólar invertido.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar la variedad Simpson porque se adapta apropiadamente al sistema hidropónico NFT, generado mejores resultados en altura de planta y número de hojas.
- Se recomienda utilizar la solución Howard Resh en el cultivo de lechuga porque presenta un propicio suministro de nutrientes que contribuye a mejor producción del volumen de raíz y rendimiento del cultivo.

- Se recomienda estudiar otro método de hidroponía como: el sistema aeropónico, el sistema de raíces flotantes o el sistema de flujo y reflujo para identificar cual genera mejor rendimiento en cultivos de lechuga.
- Se recomienda que los tubos de PVC en el sistema hidropónico NFT, presenten una inclinación del 1% con el propósito que el cultivo asimile de mejor manera los minerales que se encuentran en la solución nutritiva.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, L. (2022). *Beneficios de las soluciones nutritivas, para el desarrollo y crecimiento de plantas hidropónicas del cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.)*. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13205/E-UTB-FACIAGING%20AGROP-000241.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alvarado, R. (2023). *Colegio de poetas* . La lechuga y su importancia: <https://www.rubendario.cl/sitio/la-lechuga-y-su-importancia/>
- Arredondo, J. (2020). *Centro de Investigación en Química Aplicada*. Establecimiento de simbiosis micorrícico-arbuscular en plantas de: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/672/1/Tesis%20MAP%20Firmada%20%20Jose%CC%87%20Andree%CC%87s%20Arredondo%20Quijada.pdf>
- Arriols, E. (2018). *Ecología verde* . Qué necesitan las plantas para vivir: <https://www.ecologiaverde.com/que-necesitan-las-plantas-para-vivir-1424.html>
- Azcoytia, C. (2022). *GRUPO GASTRONAUTAS*. Historia de la lechuga: <https://www.historiacocina.com/es/lechuga>
- Basterrechea, M. (2020). *Fórmula de nutrientes hidropónicos: Resh*. Hidropónia Casera: <https://www.hidroponiacasera.net/formula-de-nutrientes-resh/>
- Benacchilo, J. (2018). SAGARPA. REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS DEL CULTIVO: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Ruiz-Corral/publication/343047223_REQUERIMIENTOS_AGROECOLOGICOS_DE_CULTIVOS_2da_Edicion/links/5f1310e04585151299a4c447/REQUERIMIENTOS-AGROECOLOGICOS-DE-CULTIVOS-2da-Edicion.pdf
- Benavides, C. A. (2021). *utadeo EVALUACIÓN DE CUATRO SOLUCIONES NUTRITIVAS EN EL RENDIMIENTO DE SIETE ESPECIES DE HORTALIZAS DE HOJA CULTIVADAS SIMULTANEAMENTE BAJO LA TÉCNICA DE FLUJO LAMINAR DE NUTRIENTES*.

utadeo:

<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/20579/TRABAJO%20DE%20GRADO%20.pdf?sequence=1>

Calvache, A. (2022). *La Fertilidad de los Suelos del Ecuador*. Agronomía: https://www.researchgate.net/publication/358511997_La_Fertilidad_de_los_Suelos_del_Ecuador

Catata, L. (2018). UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA . COMPARTIVO DE VARIEDADES DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA L.) Y SOLUCIONES NUTRITIVAS EN CULTIVO HIDROPÓNICO : <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/09ec76a0-4450-4a9b-bf2c-512da8d56eb4/content>

Cevallos, M. (2020). APLICACIÓN DE SOLUCIONES NUTRITIVAS EN VARIEDADES DE LECHUGA EN CULTIVO HIDROPÓNICO BAJO EL SISTEMA NFT: <https://core.ac.uk/download/pdf/336839806.pdf>

Chacon, W. A. (2022). EFECTO DE SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA BAJO EL SISTEMA VERTICAL NFT EN EL CULTIVO DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA L.) EN EL CANTÓN CULTIVO DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA L.) EN EL CANTÓN. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/63668/1/TESIS%20WILLIAM%20CHACON%202022.pdf>

Chavez, R. (2022). COMPORTAMIENTO DE TRES VARIEDADES DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) BAJO DOS TÉCNICAS HIDROPÓNICAS UTILIZANDO EFLUENTES DE TRUCHA (*Oncorhynchus mykiss*) COMO UNA SOLUCIÓN NUTRITIVA ORGÁNICA EN VIVERO UCSM-SACHACA-AREQUIPA 2022. Universidad Católica de Santa María: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12920/12827/4I.0326.AG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Choque, M. (2015). UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS. USO INTENSIVO DE INVERNADEROS MEDIANTE LA PRODUCCIÓN VERTICAL DE LECHUGA (*Lactuca sativa*): <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/7203/T-916.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Clayton, R. (2016). *El Cultivo de la lechuga* . Agrícola Fácil : <https://vsip.info/el-cultivo-de-la-lechuga-4-pdf-free.html>

Condor, D. (2023). *Desarrollo de la lechuga (Lactuca sativa L.) por hidroponía*. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/9036/T010_74124208_T%20%20CONDOR.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cuevas, C. (2021). *TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO NUTRIENT FILM TECHNIQUE; COMO ALTERNATIVA SUSTENTABLE DE CULTIVO, PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE SUSTENTABLE DE CULTIVO*: https://posgrado.lapaz.tecnm.mx/uploads/archivos/TESIS_CARLOS_EMMANUEL_CUEVAS_CASTILLO_MPEDR.pdf

EcuRED. (2019). *Lollo Rossa (Variedad de lechuga)*. EcuRED: [https://www.ecured.cu/Lollo_Rossa_\(Variedad_de_lechuga\)](https://www.ecured.cu/Lollo_Rossa_(Variedad_de_lechuga))

FALCÓN, G. (2018). EFECTO DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA LA MOLINA EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE LECHUGA (*Lactuca sativa L.*) CON EL SISTEMA NFT: <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/3305>

fedepapa. (2023). *FAFP*. <https://doi.org/https://fedepapa.com/wp-content/uploads/2023/09/Regional-Narin%CC%83o.pdf>

Fernández, M. (2017). *PROCESAMIENTO Y CONSERVACION DE LECHUGAS (Lactuca sativa L.) VARIEDADES VERDE Y MORADA CRESPA MINIMAMENTE PROCESADAS*. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223114970009.pdf>

Ferrufino, J. (2017). *ZAMORANO. Determinación de la concentración de la solución nutritiva para crecimiento y producción de lechuga var. Verónica en hidroponía*: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/961a1e40-4c51-45d3-9880-0a36b3247cec/content>

Fonseca, F. (2018). *Manual de lechuga*. Camara de comercio Bogotá: <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/14316>

Gaz.wiki. (2020). *Solución Hoagland*. https://gaz.wiki/wiki/es/Hoagland_solution

Germisemillas. (2022). *Lechuga Black Simpson*. <https://germisemillas.com/es/productos/hortalizas/lechuga-black-simpson.html>

Google Earth. (2023). *Google Earth*. <https://earth.google.com/web/@0.96484543,-77.53762645,3000.25349293a,1542.2389464d,35y,0h,0t,0r>

- Hidro-inver. (2022). *HIDROPONICA INDUSTRIAL. Solución nutritiva*: https://www.hidroinver.com.co/MCO-617087020-solucion-nutritiva-para-cultivos-hidroponia-para-1000-litros-_JM#position=2&search_layout=stack&type=item&tracking_id=5de2e258-fb9c-4f5a-8550-7e84f2930c05
- ICA. (2019). GOV.CO. Boyacá se consolida como productor de lechuga para exportación en fresco: <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-boyaca-productor-lechuga-exportacion-fresco>
- Info Agronomo. (2022). *¿Qué es una solución nutritiva?* <https://infoagronomo.net/que-es-una-solucion-nutritiva/>
- infoAgro. (2018). *EL CULTIVO DE LA LECHUGA*. <https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- INIA. (2017). *Tipos de lechugas para la zona central de Chile*. Lechuga: <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/642095bd-f658-4030-a5ef-cfd70d34ecf9/content>
- INIA. (2018). *REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES EN CULTIVOS HORTÍCOLAS*. <https://www.manualfitosanitario.com/InfoNews/INTA-requerimientos%20nutritivos%20de%20cultivos%20horticolas.pdf>
- Intagri. (2015). *Producción de Hortalizas en Sistema Hidropónico NFT*. Categorías de Artículos: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/produccion-de-hortalizas-en-sistemas-hidroponicos>
- Lopez, C. (2018). *Frontera agrícola nacional: la cancha del sector agropecuario para el desarrollo rural sostenible*. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL: <https://www.bunko.pet/adiestramiento/Que-sucede-cuando-una-especie-animal-se-extingue-y-porque-es-importante-20210514-0007.html>
- López, R. (2018). *POBREZA ALIMENTARIA, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y CONSUMO ALIMENTARIO: UNA APROXIMACION PARA EL CASO DE MEXICO*: <http://sitios.dif.gob.mx/cenddif/wp-content/uploads/2017/03/Pobreza-alimentaria.pdf>
- Lozano, A. (2018). *Las bajas temperaturas reducen la producción de lechuga hasta en 50%*. Mercados: <https://revistamercados.com/las-bajas-temperaturas-provocan-una-reduccion-en-la-produccion-de-lechuga-de-hasta-el-50/>

- Mafla, G. (2017). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO*. Respuesta de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Con tres niveles: <http://190.15.129.146/bitstream/handle/49000/1066/T-UTB-FACIAG-AGR-000218.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maita, L. F. (2017). *UNSA*. UNSA Concentración de nitratos en lechuga (*Lactuca sativa* VAR. WALMAN) producidas en un sistema hidropónico de raíz flotante utilizando tres soluciones nutritivas, Arequipa – Perú: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5080>
- Manríquez, N., y Tamayo, R. (2021). Evaluación de soluciones nutritivas para sistemas aeropónicos en cultivos de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla) para agricultura urbana: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/25909/1/T-ESPESD-003151.pdf>
- Matute, L., y Llanten, S. (2017). *UTEQ*. Efecto de soluciones nutritivas en 2 variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) sembrada en condiciones hidropónicas en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas.: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3298>
- Mendoza, A. (2017). *UNSA*. Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica en sistema recirculante "NFT" tipo piramidal con tres niveles de aireación: <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/70732649-68d9-4644-8b00-550c32628454/full>
- Morales, R. (2019). *UPSE*. EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE LECHUGA HIDROPÓNICA (*Lactuca sativa* L.) EN RAÍZ FLOTANTE BAJO DIFERENTES SOLUCIONES NUTRITIVAS: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4808/1/UPSE-TIA-2019-0008.pdf>
- Moreno, J. (2019). *UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO*. "DIFERENTES SOLUCIONES NUTRITIVAS EN SISTEMA HIDROPONICO EN EL COMPORTAMIENTO DE TRES VARIEDADES DE LECHUGA: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f5cee201-6d3a-4ffc-9775-6cd585fdd8d2/content>
- Noticias ONU. (2019). *La población mundial sigue en aumento, aunque sea cada vez más vieja*. Naciones Unidas: <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/world-population-prospects-2019.html>

- Niñove, J. (2023). UDEA. Evaluación de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de lechuga : <https://repositorio.udea.edu.pe/items/bcf32978-aae4-4fd6-b2d5-d5a77f0da204/full>
- Ovaldo, B. (2021). *Delimitar el problema considerando la complejidad del tema, el tiempo de realización, los recursos, los conocimientos previos y los objetivos*. Studocu : <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-superior-de-coatzacoalcos/quimica-organica/consecuencia-de-agroquimicos-en-la-agricultura-y-solucion-al-uso-excesivo-de-agroquimicos/15294387>
- Paco, E. (2022). UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS. EFECTO DE DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS EN DOS VARIEDADES DEL CULTIVO HIDROPÓNICO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL PATACAMAYA: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/29295/T-3025.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Palma, R. (2020). UCSM. Comparativo del rendimiento de tres cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.) empleando solución nutritiva y biol bajo sistema hidropónico NFT en el fundo: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9830>
- Perea, E. (2018). UTILIZACIÓN DE QUELATOS EN LA AGRICULTURA . https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34630080/utilizacion_de_quelatos_en_la_agricultura-libre.pdf?1409856890=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DENERO_MARZO_2010_53_AVENTURAS_DEL_PENSAM.pdf&Expires=1705859223&Signature=HrTz3oJzllqo1JWeuUrU
- Pinto, M. (2020). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. EVALUACIÓN DE TRES BIOESTIMULANTES EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE LECHUGA CRESPA (Lollo rosso y Lollo bionda) EN EL CANTÓN LA MANA: <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f0f6d4ee-cd69-4c7c-8c06-f0ba92197a6e/content>
- Productor, E. (31 de Julio de 2019). Ecuador Preocupación por heladas en cultivos en Tungurahua. *El Productor* . <https://elproductor.com/2019/07/ecuador-preocupacion-por-heladas-en-cultivos-en-tungurahua/>
- Rodriguez, R. (2018). UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS. COMPARACIÓN DE DOS TÉCNICAS HIDROPÓNICAS, FLUJO LAMINAR DE NUTRIENTES Y RAÍZ FLOTANTE PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA: <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/15507/T-2500.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Rojas, L. (2018). UNSM. Rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) variedad Great Lates 659 con aplicación de fosfonato de calcio: https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/631/1/TFCA_33.pdf
- Salinas, D. (2018). "INTRODUCCIÓN DE CINCO VARIEDADES DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) EN EL BARRIO SANTA FE DE LA PARROQUIA ATAHUALPA EN EL CANTÓN AMBATO". <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6491/1/Tesis-63%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20204.pdf>
- Sepúlveda, G. (2021). UDCA. Evaluación de la respuesta de lechuga (*Lactuca sativa*) cv. crespa verde a diferentes fuentes de fertilización mineral, orgánica y organomineral.: <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/bc89a6ad-e2a2-446e-8601-f8570835a7b7/content>
- Sepúlveda, P. (2018). INIA. producción de lechuga: <https://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/09%20Manual%20Lechuga.pdf>
- Soza, R. (2019). INIA. ESTRATEGIAS PARA ESTIMULAR EL DESARROLLO: <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/d822eae8-e079-456f-8320-72fb97c39808/content>
- Trujillo, H. (2019). PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*Láctuca sativa* L.) MEDIANTE EL SISTEMA HIDROPÓNICO (*Nutrient Film Technique*) PARA LA SOSTENIBILIDAD SOCIOECONOMICA AMBIENTAL EN LA LOCALIDAD DE SAN MARCOS DISTRITO DE UMARI, PACHITEA - HUANUCO - 2019. UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO: <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2160?show=full>
- Uncategorized. (2020). *Cultivo Hidropónico*. Solución Nutritiva de Steiner: <https://todohidroponico.com/2007/09/solucion-nutritiva-de-steiner.html>
- Valle, A. (2021). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. EFICACIA DE TRES SOLUCIONES NUTRITIVAS MEDIANTE HIDROPONÍA A RAÍZ FLOTANTE EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) var. Crispa EN INVERNADERO: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17210/1/13T00992.pdf>
- Zambrano, A. (2019). UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL. ESTUDIO COMPARATIVO DE TRES GENOTIPOS DE LECCHUAGA: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6067/1/ZAMBRANOMoraARMAN DO.pdf>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA
ACTA
DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR


ESTUDIANTE:	González Pantoja Jaime Edición	CÉDULA DE IDENTIDAD:	1759205394
PERIODO ACADÉMICO:	2024 B	PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. JÁCOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER
DOCENTE:	PHD. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL	DOCENTE TUTOR:	MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO
TEMA DEL TIC:	Evaluación de soluciones nutritivas en el rendimiento de variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) Lollo Rosso y Simpson bajo sistema hidropónico en Iles-Nariño-Colombia		

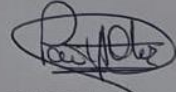
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8,00	Mejorar la redacción de los objetivos
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8,00	Detallar la composición de las soluciones nutritivas
3	METODOLOGÍA	8,00	Completar las columnas de la tabla de operacionalización de variables
4	RESULTADOS	8,00	Utilizar las tablas de los ANOVAS
5	DISCUSIÓN	8,00	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8,00	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8,00	Exponer en el tiempo establecido
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8,00	

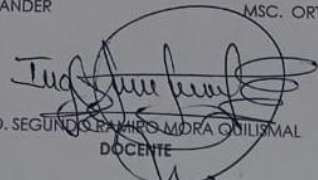
Obteniendo una nota de: **8,00** Por lo tanto, **APRUEBA** :debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el Informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su Informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **jueves, 7 de noviembre de 2024**


 MSC. JÁCOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER
 PRESIDENTE TRIBUNAL


 MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO
 DOCENTE TUTOR


 PHD. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL
 DOCENTE



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o
Investigación.**

Autor: Jaime Edicson Gonzalez Pantoja

Fecha de recepción del abstract: 19 de noviembre de 2024

Fecha de entrega del informe: 19 de noviembre de 2024

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9,5; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros
Docente responsable del
CIDEN

Anexo 3. Evidencia de análisis físico químico de agua



PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE TULCAN

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

INFORME O CODIGO N°: P.T.A.P. 023-0018
 PROCEDENCIA: VEREDA LOMA DE ARGOTIS - ILES
 SOLICITADO POR: Edison González Pantoja

FECHA DE MUESTREO: 11/07/2023
 FECHA DE INGRESO LAB: 11/07/2023

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	METODO DE ANALISIS	RESULTADOS
		AGUA POTABLE		AGUA DE ANÁLISIS
ANÁLISIS FÍSICO				
TEMPERATURA	°C	-	TERMOMETRICO	11.5
PH	-	6.5-8.5	ELECTROMETRICO	6.62
COLOR	UTC	15	COMPAR VISU Pt-Co	5.0
TURBIEDAD	NTU	5	NEFELOMETRICO	1.02
ANÁLISIS QUÍMICO				
ALCALINIDAD (CaCO ₃)	mg/l	(370)	VOLUMETRICO	31.12
ANHID. CARBON. (CO ₂)	mg/l	(5)	VOLUMETRICO	4.47
ALUMINIO (Al)	mg/l	0.25	FOTOMETRICO	0.07
AMONIACO (N-NH ₃)	mg/l	1.0	FOTOME (Nessler)	0.18
ARSENICO (As)	mg/l	0.01	COLORIMÉT (Tins)	<0.005
CALCIO (Ca)	mg/l	(75-200)	VOLUMET (EDTA)	5.43
CLORUROS (Cl)	mg/l	250	VOLUMET (Ag NO ₃)	4.07
COLORO RESIDUAL	mg/l	0.3 a 1.5	FOTOMETRICO	0.00
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)	mg/l	300	VOLUMET (EDTA)	47.18
DUREZA CÁLCICA (CaCO ₃)	mg/l	150-300	VOLUMETRICO	25.12
HIERRO (Fe)	mg/l	0.3	FOTOMETRICO	0.09
MAGNESIO (Mg)	mg/l	(50-150)	CALCULO	5.36
MANGANESO (Mn)	mg/l	0.1 - 0.4	FOTOMETRICO	0.01
NITRATOS (NO ₃)	mg/l	10 - 50	FOTOMETRICO	1.32
NITRITOS (NO ₂)	mg/l	0.0 - 3	FOTOMETRICO	0.005
POTASIO (K)	mg/l	20	FOTOMETRICO	0.5
SULFATOS (SO ₄)	mg/l	200	FOTOMETRICO	0.1
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
AEROBIOS MESOFILOS	UFC/ml	100	PETRIFILM	209
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	<1.1	COLILERT	1203.3
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	<1.1	COLILERT	109.3
MOHOS Y LEVADURAS	UFC/ml	<10	PETRIFILM	AUSENCIA

NOTA: Análisis realizados en base a la metodología de los Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales- APHA-AWWA-WPCF, edición N°17, Norma Técnica Ecuatoriana INENI 108-2010.
 *. Valor que no exige la norma actual (INEN 1 108:2010), pero por seguridad lo reportamos. **. Rango ampliado de la nueva norma (INEN 1 108:2010).
 MNC: Muy numeroso de contar, cuando hay crecimiento bacteriano incontable en la siembra de 1 ml

(593) 06 2980-021
 epmapatulcan@hotmail.com
 www.epmapatulcan.gob.ec
 Juan Ramón Arellano y Bolívar (Esquina)
 Tulcán - Ecuador

¡El Reto es por ti Tulcán!



OBSERVACIONES:

- **Análisis Físico - Químicos:**

Las propiedades físico-químicas de la muestra de agua proveniente de Iles - Vereda Loma de Argotis, de acuerdo a los valores obtenidos en laboratorio se le califica como un tipo de agua ligeramente blanda por sus parámetros arrojados en valor de dureza; esto debido a la concentración de iones de sales minerales.

El valor de pH y acidez dan una tendencia de agua neutra.

Con respecto al contenido de carga inorgánica, el agua se ajusta a los parámetros permisibles de la norma INEN 1108 de Agua Potable para consumo humano.

- **Análisis Microbiológicos:**

- ❖ Referente al análisis microbiológico, hay crecimiento de crecimiento bacteriológico.

CONCLUSIONES:

El agua en análisis cumple con los parámetros físico-químicos como exige la norma INEN 1108 de Agua Potable.

Referente al análisis microbiológico y residualidad de cloro: Hay la presencia de carga bacteriana, por lo que es necesario implementar un proceso de desinfección estricto, permanente y continuo; recomendando contar con un sistema de adición de cloro (mediante flotador, flujo continuo o goteo).

Implementada la acción recomendada se puede calificar al agua en análisis como *agua potable, siendo apta para ser utilizada en cualquier tipo de actividad productiva y de consumo humano.*

Particular que pongo en su conocimiento para los fines pertinentes.

ANALISTA:



MONICA YADIRA
SIERRA OBEJOS

Ing. Yadira Sierra O.
ANALISTA DE CONTROL DE CALIDAD
P.T.A.P. EPMAPA-T



Anexo 4. Costo de producción

Sistema: Semitecnificado		Lugar: Iles-Nariño		
Área: 1000 m ²		Responsable: Edicson Gonzalez		
Detalle	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor total
Invernadero metálico	1	Material	1333	1333
Materiales				1375.1
Tubos de 3/4	20	Unidad	9	594
Tubos de 1/2	6	Unidades	7	138.6
Manguera	20	Metros	0.75	49.5
Llaves de manguera	20	Unidades	2	132
Insumos de plomería	4	Kits	5	66
Disposición piramidal	1	Unidad	100	330
Tanque de 1000	4	Tanque	120	60
Cable	20	Metro	0.50	5
Equipos				237.5
Temporalizador	4	Unidad	25	50
Electrobomba	4	Bomba	120	150
Balanza	1	Unidad	20	10
pH metro	1	Unidad	20	5
Conductímetro	1	Unidad	15	5
Bomba de fumigar	1	Bomba	70	17.5
Mano de obra				112
Adecuación del espacio	8	Jornal	12	64
Preparación de sistema	6	Jornal	12	48
Servicios básicos				99
Luz	12	meses	5.25	63
Agua	12	meses	3	36
			Costo Total	3156.6

Anexo 5. Evidencia de la investigación



Figura 4. Preparación de la soluciones nutritivas.



Figura 5. Solución testigo hidropónica industrial.



Figura 6. Desarrollo del cultivo a los 16 ddt.



Figura 7. Medición de altura de planta.



Figura 8. Conteo del número de hojas.



Figura 9. Ajuste del pH de la solución.



Figura 10. Ajuste del CE de la solución.



Figura 11. Desarrollo del cultivo a los 32 ddt.



Figura 12. Control fitosanitario.



Figura 13. Cosecha.



Figura 14. Evaluación de volumen de raíz.



Figura 15. Medición de largo de raíz.

Anexo 6. Verificación de supuestos

Normalidad y homogeneidad de Varianza

Variable	Normalidad		Homogeneidad de varianza	
	Prueba de Shapiro		Prueba de Bartlett	
	Si	No	Si	No
Porcentaje de prendimiento 8 ddt	0.058		0.263	
Altura de planta a los 0 ddt	0.352		0.618	
Altura de planta a los 8 ddt	0.067		0.155	
Altura de planta a los 16 ddt	0.988		0.057	
Altura de planta a los 24 ddt	0.406		0.111	
Altura de planta a los 32 ddt	0.476		0.095	
Altura de planta a los 40 ddt	0.096		0.071	
Número de hojas a los 0 ddt	0.082		0.855	
Número de hojas a los 8 ddt	0.892		0.688	
Número de hojas a los 16 ddt	0.708		0.628	
Número de hojas a los 24 ddt	0.091		0.442	
Número de hojas a los 32 ddt	0.141		0.621	
Número de hojas a los 40 ddt	0.146		0.936	
Largo de raíz a la cosecha	0.712		0.473	
Volumen de raíz a la cosecha	0.162		0.397	
Rendimiento del cultivo	0.277		0.084	

Leyenda: ddt=días después del trasplante.