

**Evaluación de tres soluciones nutritivas en hidroponía, en la producción de Lechuga
Crespa (*Lactuca Sativa*) en la finca 360 de Pitalito, Huila**

Jorge Elkin Chavarro Chavarro

Víctor Alfonso Narvárez Sterling

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Agronomía

2023

**Evaluación de tres soluciones nutritivas en hidroponía, en la producción de Lechuga
Crespa (*Lactuca Sativa*) en la finca 360 de Pitalito, Huila**

Jorge Elkin Chavarro Chavarro

Víctor Alfonso Narváez Sterling

Asesor

Mg. Oscar Eduardo Valbuena Calderón

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Agronomía

2023

Dedicatoria

Nosotros Jorge Elkin Chavarro Chavarro y Víctor Alfonso Narváez Sterling damos agradecimiento y dedicamos este trabajo de grado a todos aquellos que han sido parte fundamental de mi camino hacia esta meta. A nuestros docentes, agradecemos su guía invaluable y su inspiración constante en nuestra formación como agrónomos. A nuestras familias y amigos, agradecemos su amor incondicional y apoyo inquebrantable. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

Agradecimientos

En nombre Jorge Elkin Chavarro Chavarro y Víctor Alfonso Narváz Sterling, nos gustaría manifestar este reconocimiento a los docentes por su valioso respaldo durante todo nuestro proceso de formación académica. Gracias a su dedicación y enseñanza, hemos adquirido las habilidades y conocimientos necesarios para concebir y llevar a cabo este proyecto con éxito.

Nota de Aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Pitalito, septiembre del 2023

Resumen

Este proyecto surge como una respuesta directa a la preocupación de los productores de Lechuga Cropa (*Lactuca sativa* L. (Asteraceae)) que participan en la práctica de la hidroponía en el municipio de Pitalito - Huila. Los productores enfrentan un desafío relacionado con la durabilidad del producto en la etapa postcosecha. A pesar de haber adoptado tecnologías innovadoras, experimentan dificultades notables en la conservación de la vitalidad de las plantas después de ser cosechadas. Por lo tanto, este proyecto ha adoptado la metodología de diseño observacional no experimental, que está enfocado en evaluar tres (3) soluciones nutricionales denominados; tratamiento 1, tratamiento 2, tratamiento 3, compuestos por diferentes productos químicos que son esenciales para la nutrición de las plantas en hidroponía y son empleados por el productor de la finca 360, vereda el Macal del municipio de Pitalito. Los tratamientos fueron aplicados durante los diez (10) días, tiempo en que se evaluaron las variables; peso fresco, área foliar, color, y duración en días. En los resultados obtenidos del proyecto se identificó que la solución nutricional 1 demostró tener el mejor desempeño general en el cultivo hidropónico de lechuga cropa, mostrando resultados superiores en color, peso fresco, área foliar y tiempo de mayor duración después de la cosecha en comparación con las otras dos soluciones nutricionales. El proyecto anterior generó conocimientos sobre la nutrición adecuada de la lechuga cropa en invernadero hidropónico, que impacta en la frescura de las hojas cosechadas. Esto mejora su comercialización, impulsando el desarrollo económico del productor y su comunidad.

Palabras Clave: Hidroponía, Lechuga Cropa (*Lactuca sativa*), Postcosecha, Vigorositad, Invernadero

Abstract

This project arises as a direct response to the concern of the producers of Crespa Lettuce (*Lactuca sativa* L. (Asteraceae)) who participate in the practice of hydroponics in the municipality of Pitalito - Huila. Producers face a challenge related to the durability of the product in the post-harvest stage. Despite having adopted innovative technologies, they experience notable difficulties in preserving the vitality of the plants after being harvested. Therefore, this project has adopted the observational experimental design methodology, which is focused on evaluating three (3) nutritional solutions called; treatment 1, treatment 2, treatment 3, composed of different chemical products that are essential for the nutrition of plants in hydroponics and are used by the producer of farm 360, village of El Macal in the municipality of Pitalito. The treatments were applied during fifteen (15) days, time in which the variables were evaluated; fresh weight, leaf area, color, and duration in days. In the results obtained from the project, it was identified that nutritional solution 1 demonstrated to have the best overall performance in the hydroponic cultivation of crisp lettuce, showing superior results in color, fresh weight, leaf area and longer duration after harvest compared to the other two nutritional solutions. The previous project generated knowledge about the proper nutrition of crisp lettuce in a hydroponic greenhouse, which impacts the freshness of the harvested leaves. This improves its commercialization, promoting the economic development of the producer and his community.

Keywords: Hydroponics, Curly Lettuce (*Lactuca sativa*), Postharvest, Vigorosity, Greenhouse

Tabla de contenido

Introducción	13
Planteamiento del problema.....	16
Justificación	18
Objetivos.....	21
Objetivo General	21
Objetivos Específicos.....	21
Marco Teórico.....	22
Sistema Hidropónico	22
Ventajas y desventajas de hidroponía en comparación con la agricultura tradicional.....	23
Ventajas	23
Desventajas.....	23
Formas de suministrar nutrientes en hidroponía	24
Lechuga Crespa (<i>Lactuca sativa</i> L. (Asterácea)).....	25
Morfología de la Lechuga Crespa (<i>Lactuca sativa</i> L. (Asterácea)).....	25
Requerimientos nutricionales específicos de la lechuga crespa.....	26
Control de plagas y enfermedades	27
Factores que intervienen en la durabilidad de la lechuga crespa	28
Agricultura sustentable.....	29
Marco Contextual.....	30
Marco Conceptual.....	32
Marco Referencial.....	34
Metodología	37

Procedimiento	37
Siembra de semillas en bandejas de germinación	38
Adaptación en Piscina de almacigo	38
Trasplante a cubos de espuma poliuretano en tubería PVC de sistema hidropónico	39
Aplicación de tres soluciones nutritivas	39
Cosecha de lechuga crespa	42
Registro de variables	42
Análisis de datos	45
Resultados	46
Objetivo 1: Determinar el porcentaje de durabilidad de la Lechuga Crespa (<i>L. sativa</i> (Asterácea)) después de ser cosechada para cada tratamiento.	46
Variable Peso fresco	46
Variable Área Foliar	51
Variable Color	55
Variable Duración en Días	60
Objetivo 2: Identificar cuál de las tres soluciones tiene la mayor capacidad para preservar las condiciones morfológicas; durabilidad, vitalidad y calidad de la Lechuga Crespa (<i>L. sativa</i> (Asterácea)) según condiciones fisiológicas durante la postcosecha.	64
Discusión.....	69
Conclusiones.....	72
Recomendaciones	74
Bibliografía	76
Apéndices.....	81

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Tratamiento 1</i>	40
Tabla 2 <i>Tratamiento 2</i>	40
Tabla 3 <i>Tratamiento 3</i>	41
Tabla 4 <i>Cronograma de aplicaciones de soluciones nutritivas</i>	42
Tabla 5 <i>Unidades de medida y equipos de medición variables</i>	43
Tabla 6 <i>Registro resultados variable Peso fresco</i>	46
Tabla 7 <i>Registro porcentaje variable peso fresco</i>	49
Tabla 8 <i>Resultado de registro variable área foliar</i>	51
Tabla 9 <i>Resultado porcentaje variable área foliar</i>	54
Tabla 10 <i>Resultado registro variable color</i>	55
Tabla 11 <i>Resultado porcentaje variable color</i>	58
Tabla 12 <i>Resultado evaluación de variable duración días</i>	60
Tabla 13 <i>Resultado en porcentaje de evolución variable duración en días</i>	63
Tabla 14 <i>Comparación de soluciones nutritivas</i>	65

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Ubicación del proyecto, vereda El Macal, municipio de Pitalito – departamento del Huila, Colombia</i>	30
Figura 2 <i>Ubicación finca 360</i>	31
Figura 3 <i>Metodología</i>	38
Figura 4 <i>Registro de variable “peso fresco”</i>	43
Figura 5 <i>Registro de variable “Área foliar”</i>	44
Figura 6 <i>Registro de variable “Color”</i>	44
Figura 7 <i>Registro de variable “Días duración”</i>	45
Figura 8 <i>Porcentaje peso fresco</i>	50
Figura 9 <i>Porcentaje área foliar</i>	54
Figura 10 <i>Porcentaje variable color</i>	59
Figura 11 <i>Porcentaje duración en días</i>	63
Figura 12 <i>Porcentaje de comparación de variables</i>	66
Figura 13 <i>Resultado individual tratamiento 1</i>	67
Figura 14 <i>Resultado individual tratamiento 2</i>	68
Figura 15 <i>Resultado individual tratamiento 3</i>	68

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Formato para el registro de variable “peso fresco”</i>	81
Apéndice B <i>Formato para el registro de variable “Área foliar”</i>	82
Apéndice C <i>Formato para el registro de variable “Color”</i>	83
Apéndice D <i>Formato para el registro de variable “Días duración”</i>	84

Introducción

La hidroponía está experimentando un notable crecimiento a nivel global, con 20.000 a 25.000 hectáreas actualmente dedicadas a esta técnica agrícola innovadora. Este aumento refleja su consolidación como la agricultura del futuro, impulsado por la creciente conciencia de la seguridad alimentaria, la necesidad de producir de manera eficiente y sostenible, la escasez de tierras fértiles y la urbanización, lo que hace que la hidroponía sea atractiva para áreas urbanas densamente pobladas (La Vanguardia, 2021).

Colombia es conocido por su rica diversidad agrícola y biodiversidad, el avance en la producción de alimentos saludables ha sido altamente notable en los últimos años. La transformación del sector agrícola ha sido impulsada en gran medida por la adopción acelerada de innovaciones tecnológicas que buscan revolucionar las prácticas tradicionales de cultivo. Estas innovaciones tienen como objetivo establecer nuevas formas de producción con la meta de asegurar una oferta de alimentos de excelencia y valor nutricional (Agronet, 2020).

De acuerdo con Abad et al. (2020), en el contexto actual, una estrategia fundamental que ha cobrado un papel destacado es la promoción y adopción de la producción hidropónica. Esta innovadora técnica de cultivo, que implica alimentar las plantas con agua potable y nutrientes disueltos en lugar de tierra, ha tenido un impacto profundamente positivo en la agricultura. La implementación de la hidroponía ha demostrado ser eficiente para abordar problemas tradicionales que suelen afectar a los cultivos, al mismo tiempo que agiliza y optimiza los procesos de producción al garantizar un suministro constante y equilibrado de nutrientes esenciales. La agricultura hidropónica se destaca por su capacidad para reducir los costos de producción, al tiempo que contribuye a crear entornos agrícolas más limpios y sostenibles al minimizar la exposición a contaminantes.

Este cambio en la forma en que se cultiva y se aborda la producción de alimentos ha resonado incluso en regiones más específicas de Colombia, como el departamento del Huila. Según el Diario del Huila (2023), en municipios como Garzón y Pitalito en donde los agricultores han abrazado la técnica de hidroponía para cultivar Lechuga Crespa (*Lactuca sativa*, L.), actividad económica que representa una importante fuente de empleo e ingresos económico para las familias del campo. Sin embargo, a pesar del avance en la producción agrícola con la implementación de la hidroponía para la producción de lechuga, se han encontrado desafíos en el proceso de postcosecha como es la disminución de la vitalidad de la hoja antes del consumo.

De acuerdo con Martínez (2020), la fragilidad de las hojas de lechuga las hace especialmente susceptibles a daños físicos durante la manipulación y el transporte desde el lugar de cultivo hasta el consumidor final. Además, la exposición a fluctuaciones de temperatura y humedad durante el almacenamiento y la distribución puede acelerar el deterioro de la calidad de la lechuga. En el contexto de la Finca 360, situada en el municipio de Pitalito, se ha observado un desafío significativo durante la fase de postcosecha de la lechuga cultivada en su sistema hidropónico bajo invernadero. Con preocupación, se ha identificado que, en un lapso de 2 a 3 días, las hojas de lechuga muestran una marcada disminución en su vitalidad, presentando descomposición, quemaduras y decoloración de las hojas de lechuga, lo que afecta su calidad y la vuelve inadecuada para su comercialización en el mercado local (Martínez, 2020)

Estas dificultades no solo generan pérdidas económicas para el agricultor, sino que también impacta en la reputación y la oferta de productos frescos y de alta calidad en el mercado (Martínez, 2020).

Este proyecto buscó analizar la durabilidad en postcosecha de *L. sativa* cultivada hidropónicamente en la Finca 360, tras observar los efectos de diferentes soluciones nutritivas

empleadas por el productor en el sistema hidropónico bajo invernadero, sobre la duración y la calidad del producto después de la cosecha. El uso adecuado de la solución nutritiva permite una cosecha más abundante y frutos de mejor calidad (Favela, et al, 2020).

La ejecución de este proyecto tendrá un impacto directo en la reducción de pérdidas económicas para el productor, asegurando al mismo tiempo el suministro constante de productos frescos y de alta calidad al mercado local. De esta manera, la tendencia de la innovación agrícola en este proyecto tiene el potencial de transformar no solo la producción agrícola a nivel local en la finca 360 sino a toda la vereda el Macal y el municipio de Pitalito, así como también de sentar un precedente valioso para el desarrollo sostenible de la agricultura en el departamento del Huila y en toda Colombia (Favela, et al, 2020).

Planteamiento del problema

En el contexto de la finca 360 de la vereda el Macal, municipio de Pitalito - Huila, la producción hidropónica de *L. sativa* bajo invernadero se ha convertido en una fuente significativa de empleo y ganancias. Sin embargo, tras la cosecha, el productor de la finca 360 manifiesta que la lechuga experimenta una rápida pérdida de vitalidad en un lapso de 2 a 3 días, lo que ocasiona su deterioro, quemaduras y cambios de color en las hojas. Que contrastado con la vida útil de la lechuga durante su almacenamiento antes de su consumo según Sarmiento (2021), es de hasta 5 días bajo condiciones controladas de temperatura.

De acuerdo con Briceño (2016), existen diferentes condiciones ambientales y agrícolas que pueden influir en el cultivo de lechuga para la acumulación de nitratos, así como en su durabilidad después de la cosecha como son la humedad atmosférica, temperatura, radiación y fotoperiodo, junto con el contenido de agua en el sustrato del cultivo, que es la manera que se puede tener una durabilidad de la lechuga después de postcosecha y que se debe tener en cuenta. Los factores agrícolas como son el recorrido del agua, las dosis y tipos de fertilizantes utilizados son factores relevantes, así como el momento adecuado de aplicación de los fertilizantes.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente cuando las condiciones óptimas no están presentes, esto conduce a un proceso de degradación que impacta negativamente en la calidad del producto, volviéndolo inapropiado para su venta en el mercado, además de generar pérdidas económicas para el agricultor, afectan tanto la imagen como la disponibilidad de productos frescos y de alto valor en el mercado (Briceño, 2016).

La Finca 360 enfrenta desafíos en cuanto a la percepción de los compradores y consumidores, ya que estos pueden considerar el producto de menor calidad, lo que resulta en una pérdida de confianza y en el rechazo del mismo. Esto impacta en la imagen del producto y

puede afectar negativamente su aceptación en el mercado (Briceño, 2016). En vista de este escenario, surge la necesidad de encontrar soluciones innovadoras que prolonguen la durabilidad en postcosecha de la lechuga cultivada bajo el sistema hidropónico en la Finca 360, ubicada en el municipio de Pitalito. La estrategia propuesta para afrontar este desafío implica evaluar los efectos de diferentes soluciones nutritivas utilizadas en el sistema hidropónico, con el fin de mejorar tanto la duración y la calidad del producto después de la cosecha, como los ingresos al productor (Sarmiento, 2021).

Justificación

El cultivo de lechuga crespa hidropónica es una práctica en crecimiento en el departamento del Huila y sus municipios, ya que representa una fuente de ingresos significativa para los agricultores (Diario del Huila, 2023). Sin embargo, los problemas de pérdida de vitalidad y calidad de la lechuga después de la cosecha generan pérdidas económicas considerables para el productor (Briceño, 2016)

Según Favela et al. (2020), un uso adecuado de los nutrientes proporcionados a las plantas puede tener un impacto significativo en la cantidad y la calidad de la cosecha. De este modo al seleccionar una solución nutritiva adecuada, los agricultores pueden esperar una cosecha más abundante y obtener frutos de mejor calidad, así como obtener beneficios económicos al mejorar la rentabilidad de la producción de lechuga crespa y, potencialmente, en un producto de mayor calidad para los consumidores (Briceño, 2016)

Con la evaluación de las tres soluciones nutritivas para la producción de Lechuga Crespa propuestas en el presente proyecto se busca que el productor de la finca 360 logre tomar decisiones más informadas y eficientes en cuanto a la selección de la solución nutritiva más adecuada, debido a que esto puede conducir a una reducción significativa en las pérdidas económicas debido a la pérdida de vitalidad y calidad del producto después de la cosecha y a mejorar la durabilidad de la lechuga crespa, así, el productor podrá obtener un mayor valor por sus cosechas y, en última instancia, mejorar su rentabilidad (Favela et al. 2020).

También, se espera que este proyecto pueda servir como referencia para otros agricultores y productores de la región. Al mejorar las prácticas de producción y postcosecha, se puede esperar un aumento en la calidad y la disponibilidad de lechuga crespa, lo que a su vez puede generar un mayor interés y demanda por parte de los consumidores (Pachón, 2020).

Es así como este proyecto contribuirá al conocimiento científico al proporcionar evidencia empírica sobre la influencia de la aplicación de diferentes soluciones nutritivas en la durabilidad de la lechuga crespa después de la cosecha (Pachón, 2020). Los resultados obtenidos podrán ser utilizados como base para futuras investigaciones y como referencia para el desarrollo de programas de capacitación y asesoramiento a agricultores interesados en la producción de lechuga crespa hidropónica, debido que al proporcionar información práctica y científica sobre las soluciones nutritivas óptimas para mejorar la durabilidad en postcosecha de la lechuga crespa, permite contribuir al desarrollo sostenible del sector agrícola en el municipio de Pitalito, Huila, y promover una producción más rentable y de mayor calidad (Pachón, 2020)

Este proyecto también tiene como propósito demostrar la viabilidad de producir alimentos saludables en áreas de espacio limitado sin causar daño ambiental, en contraste con la agricultura convencional. La técnica de hidroponía o cultivo sin suelo es la clave para lograr este propósito. El proyecto busca mostrar que la hidroponía permite el diseño de sistemas de producción continua, lo que significa que se pueden cultivar plantas durante todo el año sin verse afectado por los cambios climáticos (Mendoza, 2020).

De esta manera, se logra un doble beneficio: la producción de alimentos frescos y saludables sin dañar el entorno ambiental, y la optimización del espacio para una agricultura más eficiente y sostenible, debido a que los alimentos cultivados bajo el sistema hidropónico suelen ser frescos porque las plantas reciben los nutrientes esenciales directamente en una solución nutritiva, lo que acelera su crecimiento y desarrollo, así como debido a que el entorno es controlado, es posible minimizar la exposición a plaguicidas y enfermedades, lo que contribuye a la salud de los alimentos (Mendoza, 2020).

A diferencia de la agricultura convencional, que a menudo involucra el uso intensivo de pesticidas, herbicidas y la tala de bosques, la hidroponía tiende a ser más respetuosa con el medio ambiente, al eliminar la necesidad de tierra y reducir el uso de productos químicos, se minimiza la contaminación del suelo y del agua, así como la erosión del suelo, esto ayuda a proteger los ecosistemas naturales y a conservar los recursos naturales (Mendoza, 2020).

Objetivos

Objetivo General

Evaluar tres soluciones nutritivas en hidroponía para la producción de Lechuga Crespa (*Lactuca sativa* L. (Asteráceas)) bajo invernadero durante la postcosecha en la finca 360 de Pitalito, Huila.

Objetivos Específicos

Determinar el porcentaje de durabilidad de la Lechuga Crespa (*L. sativa* (Asteráceas)) después de ser cosechada para cada tratamiento, evaluando el número de plantas con mayor índice vitalidad y calidad

Identificar cuál de las tres soluciones tiene la mayor capacidad para preservar las condiciones morfológicas; durabilidad, vitalidad y calidad de la Lechuga Crespa (*L. sativa* (Asteráceas)) según condiciones fisiológicas durante la postcosecha

Marco Teórico

Sistema Hidropónico

La hidroponía (*hydro* = agua y *ponos* = trabajo o actividad) es traducido literalmente como trabajo en agua (Beltrano & Giménez, 2020). La hidroponía es un sistema de cultivo en el cual el suelo es reemplazado por agua en la que se disuelven nutrientes minerales esenciales, donde las plantas obtienen nutrientes de estas soluciones nutritivas preparadas de manera adecuada, mientras que producen sus propios alimentos orgánicos a través de la fotosíntesis y la biosíntesis, es así como este método de producción sin suelo ofrece numerosos beneficios, como la obtención de hortalizas de alta calidad, un uso eficiente del agua y los fertilizantes, y altos rendimientos por unidad de área cultivada (Alvarado et al., 2001).

Los productos hidropónicos son mucho más saludables, todo ello sin la erosión del suelo o la contaminación de suministro de agua. En comparación con sus homólogos del suelo, las frutas, verduras y hierbas cultivadas con la técnica de hidroponía suelen ofrecer un aumento significativo del importe de las vitaminas y minerales que se necesitan para mantener una buena salud. Se ha dicho que los productos hidropónicos también tienen un sabor y apariencia superior, y que se mantienen frescos durante más tiempo (Lema, 2017).

En los cultivos hidropónicos, los nutrientes esenciales se suministran directamente al agua de riego, ya que las plantas obtienen sus nutrientes de manera directa de la solución nutritiva. Todos los elementos esenciales se suministran a las plantas disolviendo las sales fertilizantes en agua, esta es la solución para ser asimiladas por las plantas, debiendo utilizar fertilizantes denominados calidad o grado de invernadero. Una calidad pobre del fertilizante contendrá siempre gran cantidad de impurezas (arcilla, arena y partículas de limo), las cuales pueden formar una capa sobre la zona radicular; dicha capa no solamente podrá impedir alcanzar

esta zona a algunos nutrientes, sino que también obstruirá o taponeará las líneas de alimentación (Alvarado, Chávez, & Anna, 2001)

Ventajas y desventajas de hidroponía en comparación con la agricultura tradicional

Ventajas

De acuerdo con Albuja et al., (2021). La hidroponía permite utilizar menos agua en comparación con la agricultura tradicional, ya que se recircula y reutiliza el agua en el sistema, reduciendo el desperdicio y la contaminación del suelo y los recursos hídricos. Se suministran nutrientes directamente a las raíces de las plantas a través de soluciones nutritivas, lo que permite un control preciso y optimizado de los nutrientes esenciales. Esto puede resultar en un crecimiento más rápido y una mayor producción de cultivos.

La hidroponía puede ser implementada en espacios reducidos, lo que la hace adecuada para entornos urbanos y áreas con limitaciones de terreno. Además, al no depender del suelo, se evitan problemas de enfermedades del suelo y malezas. Al cultivar en un sistema cerrado y controlado, la hidroponía puede reducir la exposición a plagas y enfermedades, lo que disminuye la necesidad de pesticidas y agroquímicos. (Albuja, *et al*, 2021).

Permite controlar el entorno de cultivo, incluyendo la temperatura, humedad, pH y niveles de nutrientes, lo que facilita la producción de cultivos en cualquier época del año y en regiones con condiciones climáticas adversas.

Desventajas

El establecimiento de un sistema hidropónico puede ser costoso debido a la necesidad de adquirir equipos especializados, sistemas de riego, soluciones nutritivas y tecnología de control del entorno. Requiere un conocimiento técnico más avanzado en comparación con la agricultura tradicional. Se necesita comprender los principios de la nutrición de las plantas, el manejo del pH

y la conductividad eléctrica, así como las prácticas de mantenimiento del sistema hidropónico (Albuja et al., 2021).

La hidroponía depende de suministros regulares y confiables de energía eléctrica y agua. La interrupción en estos suministros puede afectar negativamente la salud y el crecimiento de las plantas. Si el sistema hidropónico no se monitorea adecuadamente o si hay fallas en los equipos, como sistemas de riego o control ambiental, las plantas pueden sufrir daños o incluso morir rápidamente debido a la falta de acceso a nutrientes y agua (Albuja et al., 2021).

En la hidroponía, las plantas dependen completamente de las soluciones nutritivas suministradas por el productor. Si las soluciones no son equilibradas o están contaminadas, puede haber efectos negativos en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Albuja et al., 2021).

Formas de suministrar nutrientes en hidroponía

En la hidroponía, los nutrientes se suministran directamente a las raíces de las plantas a través de soluciones nutritivas. Estas soluciones consisten en una mezcla equilibrada de los elementos esenciales disueltos en agua. Las soluciones nutritivas pueden prepararse utilizando diferentes métodos, como la disolución de sales minerales en agua o el uso de fertilizantes líquidos específicos para hidroponía (Albuja et al., 2021).

Mantener un equilibrio nutricional adecuado es crucial para el crecimiento óptimo de las plantas en sistemas hidropónicos. Un desequilibrio en los nutrientes puede afectar negativamente el crecimiento, la salud y el rendimiento de las plantas. Por ejemplo, una deficiencia de nitrógeno puede provocar un crecimiento deficiente y hojas amarillentas, mientras que un exceso de nitrógeno puede estimular el crecimiento vegetativo excesivo en detrimento de la formación de flores y frutos. Por lo tanto, es importante monitorear y ajustar regularmente las soluciones

nutritivas para mantener un equilibrio óptimo de nutrientes y satisfacer las necesidades específicas de cada etapa de crecimiento de las plantas (Albuja, *et al*, 2021).

Lechuga Crespa (*Lactuca sativa* L. (Asteráceas))

La lechuga crespa, también conocida como lechuga rizada, es una variedad de lechuga que se caracteriza por tener hojas rizadas y textura crujiente. Es ampliamente cultivada en la agricultura debido a su valor culinario y nutricional, ya que es una fuente rica en vitaminas y minerales. La lechuga crespa es apreciada por su sabor fresco y se utiliza comúnmente en ensaladas y platos gourmet (Galvis et al., *s,f*).

Morfología de la Lechuga Crespa (*Lactuca sativa* L. (Asteráceas))

De acuerdo con Galvis et al. (*s,f*), las partes de la planta son:

Raíz. La lechuga crespa tiene un sistema de raíces fibrosas y poco profundas. Las raíces se ramifican ampliamente en el suelo o en el medio de cultivo hidropónico para absorber nutrientes y agua (Galvis et al., *s,f*).

Tallo. El tallo de la lechuga crespa es corto y compacto. Puede alcanzar una altura de aproximadamente 20 a 30 centímetros, dependiendo de la variedad. El tallo es suave y cilíndrico, y puede presentar una ligera ramificación (Galvis et al., *s,f*).

Hojas. Las hojas de la lechuga crespa son el principal componente comestible de la planta. Tienen una forma alargada y rizada, con bordes dentados o lóbulos pronunciados. Las hojas pueden presentar diferentes tonalidades de verde, desde un verde claro hasta un verde más oscuro en la parte externa de las hojas (Galvis et al., *s,f*).

Flores. Cuando la lechuga crespa alcanza la madurez, puede desarrollar una inflorescencia en forma de tallo floral largo. Las flores son pequeñas y de color amarillo, pero

generalmente no se dejan crecer ya que afectan la calidad y el sabor de las hojas (Galvis et al., *s,f*).

Semillas. Las semillas de la lechuga crespa son pequeñas y alargadas, de color marrón claro. Cada planta produce numerosas semillas que se dispersan fácilmente (Galvis et al., *s,f*).

Requerimientos nutricionales específicos de la lechuga crespa

La lechuga crespa (*L. sativa*) tiene requerimientos nutricionales específicos para su crecimiento saludable, por lo que algunos de los nutrientes esenciales necesarios para su cultivo incluyen nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, además, la lechuga crespa también requiere una cantidad adecuada de micronutrientes, como hierro y manganeso, para su desarrollo óptimo (Galvis et al., *s,f*).

Según Galvis Galvis et al. (*s,f*), varios factores pueden influir en el crecimiento y rendimiento de *L. sativa*. Algunos de los factores más relevantes incluyen:

Luz. *L. sativa* requiere una exposición adecuada a la luz para un crecimiento óptimo. La falta de luz puede causar un crecimiento débil y hojas pálidas.

Temperatura. Prefiere temperaturas moderadas, alrededor de 15-20 °C, para su crecimiento óptimo. Temperaturas extremas pueden afectar negativamente el desarrollo de las plantas.

Agua. El riego adecuado y la disponibilidad de agua son esenciales para su crecimiento saludable. Un riego insuficiente o excesivo puede afectar la calidad y el rendimiento de las plantas.

Nutrición. Un suministro equilibrado de nutrientes es esencial para el crecimiento óptimo de *L. sativa*. El desequilibrio nutricional puede resultar en deficiencias o toxicidades que afectan negativamente el desarrollo de las plantas.

Control de plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades pueden afectar significativamente el crecimiento y rendimiento de *L. sativa*. El control adecuado de estas amenazas es fundamental para asegurar plantas sanas y productivas. En el cultivo de *L. sativa* hidropónica es especialmente importante debido al entorno cerrado y controlado en el que se desarrolla el cultivo. Se recalca a continuación algunas estrategias específicas para el control de plagas y enfermedades en la lechuga cresa hidropónica (Infoagro, 2020).

Es fundamental mantener un ambiente limpio y ordenado en el sistema hidropónico. Por lo que es importante limpiar regularmente los tanques, tuberías, goteros y cualquier otra superficie de cultivo para prevenir la acumulación de algas, bacterias u otros patógenos (Infoagro, 2020)

También es importante utilizar medios de cultivo hidropónico estériles para evitar la introducción de patógenos. Los sustratos inertes, como la fibra de coco, la perlita o la lana de roca, son opciones comunes en la hidroponía y pueden ayudar a prevenir la propagación de enfermedades (Infoagro, 2020)

La implementación de control biológico como una estrategia preventiva y de manejo de plagas introduciendo organismos benéficos, como ácaros depredadores, insectos parasitoides o nematodos entomopatógenos, que se alimentan de plagas específicas, ayuda a mantener bajo control las poblaciones de insectos dañinos sin necesidad de utilizar pesticidas químicos (Sandoval, 2004).

El realizar inspecciones frecuentes de las plantas para detectar tempranamente cualquier signo de plagas o enfermedades como insectos, daños en las hojas, manchas o cualquier síntoma anormal permitirá tomar medidas rápidas y precisas en caso de infestaciones o infecciones. Para

lo que es recomendable utilizar barreras físicas, como mallas insecticidas, para evitar que las plagas ingresen al sistema hidropónico. Además, se puede emplear trampas adhesivas o trampas de luz para capturar insectos voladores y reducir su población (Sandoval, 2004).

Factores que intervienen en la durabilidad de la lechuga crespa

De acuerdo con Briceño (2016), el nitrógeno es un elemento fundamental para las plantas y es necesario en cantidades significativas. Cumple un papel crucial en una variedad de procesos biológicos esenciales en la vida de las plantas. El nitrógeno se utiliza para construir aminoácidos esenciales que, a su vez, forman parte de las proteínas necesarias para el funcionamiento de las plantas. Las proteínas son componentes fundamentales de todas las células y tejidos vegetales. El nitrógeno también es necesario para la formación de enzimas o complejos enzimáticos. Estas enzimas desencadenan una amplia gama de procesos bioquímicos esenciales para la vida de las plantas. Las enzimas son moléculas que catalizan y regulan reacciones químicas en las plantas.

Un suministro adecuado de nitrógeno contribuye a la formación de clorofila, el pigmento verde que permite a las plantas llevar a cabo la fotosíntesis. La fotosíntesis es el proceso mediante el cual las plantas capturan energía solar para convertirla en energía química y así crecer y desarrollarse. Una cantidad suficiente de nitrógeno en el ambiente de la planta promueve un desarrollo vegetal robusto. Las células vegetales se mantienen turgentes por más tiempo, lo que retrasa el proceso de envejecimiento y mantiene la planta saludable (Briceño, 2016).

La forma en cómo se obtiene el nitrógeno es a través de la función específica de los nitratos en los vegetales, que son los que suministran nitrógeno para la síntesis de proteínas, una vez reducido por acción de la enzima nitrato reductasa. Existen factores ambientales y agrícolas que influyen en la acumulación de nitratos en las plantas. Los factores ambientales son la humedad atmosférica, el contenido de agua en el sustrato, la temperatura y la radiación, que

pueden afectar la absorción y el metabolismo de los nitratos por parte de las plantas. Además, se destacan los factores agrícolas como las prácticas de manejo y fertilización, incluyendo las dosis y tipos de fertilizantes utilizados, así como el momento de su aplicación (Briceño, 2016).

Agricultura sustentable

De acuerdo con Gómez et al. (2015), la agricultura sustentable es un enfoque que busca desarrollar prácticas agrícolas que sean social, económica y ambientalmente sostenibles a largo plazo. Se basa en la idea de que la agricultura debe ser capaz de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Promueve el uso eficiente de los recursos naturales, como el agua, el suelo y la biodiversidad. Busca minimizar la erosión del suelo, evitar la contaminación del agua y reducir el consumo de energía no renovable.

La hidroponía se considera una práctica agrícola sustentable debido a su capacidad para utilizar de manera eficiente el agua y los nutrientes, reduciendo así el consumo de recursos naturales en comparación con la agricultura tradicional. Al no requerir suelo, evita problemas de erosión, pérdida de fertilidad y contaminación del suelo, aspectos que se alinean con los principios de la agricultura sustentable. La hidroponía permite un mejor control del uso de fertilizantes y pesticidas, reduciendo los posibles impactos negativos en el medio ambiente (Gómez, *et al*, 2015).

Marco Contextual

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Pitalito, ubicado en el departamento de Huila, Colombia. Pitalito se encuentra ubicado en la cordillera central de los Andes colombianos. Está rodeado por hermosos paisajes montañosos y valles fértiles. La actividad agrícola es una de las principales fuentes de empleo y desarrollo económico en la región. Los cultivos más comunes incluyen café, caña de azúcar, plátanos, cítricos y hortalizas (Alcaldía de Pitalito, 2023)

Este estudio se desarrolló en la vereda El Macal, en la finca 360. El municipio de Pitalito se caracteriza por tener una temperatura promedio de 23°C y una precipitación mensual de aproximadamente 1.516 mm (Alcaldía de Pitalito, 2023).

Figura 1

Ubicación del proyecto, vereda El Macal, municipio de Pitalito – departamento del Huila, Colombia.



Fuente. Alcaldía de Pitalito (2023).

Figura 2

Ubicación finca 360



Fuente. Google Earth (2023).

Marco Conceptual

Se relacionan conceptos relevantes en el contexto de la producción de hortalizas en sistemas hidropónicos, estos conceptos proporcionan la ayuda para comprender y abordar la producción de hortalizas en sistemas hidropónicos, teniendo en cuenta factores como la vigorosidad de las plantas y el suministro adecuado de nutrientes a través de soluciones nutritivas.

Hidroponía. La hidroponía es un método de cultivo de plantas en el que las raíces se sumergen en una solución acuosa que contiene nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. En lugar de utilizar suelo tradicional, la hidroponía se basa en proporcionar los nutrientes necesarios directamente al agua de riego, lo que permite un control más preciso sobre las condiciones de crecimiento de las plantas (Intagri., 2021).

Tratamiento. En el contexto de la investigación o experimentación, un tratamiento se refiere a una condición específica a la que se somete un grupo de plantas o sujetos en estudio. Puede implicar el uso de diferentes variables, como la aplicación de un fertilizante específico, la exposición a ciertas condiciones ambientales o la aplicación de tratamientos químicos o biológicos. Los tratamientos se utilizan para comparar y evaluar los efectos de las diferentes condiciones en el objetivo de estudio (Briceño, *et al*, 2021)

Cosecha. La cosecha se refiere al proceso de recolección de los productos agrícolas maduros y listos para su consumo o comercialización. En el caso de las hortalizas, la cosecha implica la recolección de las partes comestibles de la planta, como las hojas, frutos o raíces, en el momento óptimo de madurez. La cosecha generalmente implica el corte, recolección o extracción de las plantas o sus partes para su posterior uso (FAO, 2019).

Postcosecha. El término postcosecha se refiere a todas las actividades, prácticas y técnicas que se llevan a cabo después de la cosecha de los productos agrícolas para preservar su

calidad, frescura y valor comercial durante el almacenamiento, transporte y comercialización. Incluye procesos como el enfriamiento, limpieza, clasificación, embalaje y control de enfermedades o plagas, con el objetivo de prolongar la vida útil de los productos agrícolas y garantizar su calidad hasta que lleguen al consumidor final (FAO, 2019)

Vigorosidad. La vigorosidad se refiere al estado de salud y vitalidad de una planta. Una planta vigorosa muestra un crecimiento fuerte, una apariencia sana y una mayor capacidad para resistir enfermedades, plagas o condiciones ambientales adversas. La vigorosidad está influenciada por diversos factores, como la genética de la planta, las condiciones de crecimiento, el suministro adecuado de nutrientes y agua, y el manejo adecuado de plagas y enfermedades (Oliveira, 2021).

Solución nutritiva. En hidroponía, una solución nutritiva es una mezcla de nutrientes esenciales disueltos en agua que se utiliza para proporcionar a las plantas los elementos necesarios para su crecimiento y desarrollo. Estos nutrientes pueden incluir macronutrientes y micronutrientes. La solución nutritiva se utiliza en lugar del suelo para suministrar los nutrientes directamente a las raíces de las plantas en sistemas hidropónicos (Intragri, 2017).

Hortaliza. Una hortaliza es una planta cultivada que se utiliza como alimento, generalmente consumida en su estado fresco o después de ser procesada o cocinada. Son una fuente importante de nutrientes en la dieta humana y se cultivan en huertos y sistemas agrícolas para su posterior consumo o comercialización (FAO, 2019).

Marco Referencial

Se realizó la búsqueda de estudios relacionados con el presente proyecto realizando una revisión exhaustiva de la literatura científica y técnica disponible sobre la producción de lechuga hidropónica y el uso de diferentes soluciones nutritivas.

Así como se encontró a Quirós (2016), quien investigó la pérdida de peso en lechugas bajo diferentes condiciones de almacenamiento y comercialización en Costa Rica. Analizó cómo la temperatura, la humedad relativa y el estado de la raíz afectan la pérdida de peso, el coeficiente de transpiración y la calidad de las lechugas. Se utilizaron 90 lechugas hidropónicas de la variedad americana. Se evaluaron tres temperaturas de almacenamiento (5, 10 y 15 °C), tres niveles de humedad relativa (bolsa cerrada, bolsa abierta y sin bolsa), y el corte o conservación de la raíz antes del almacenamiento. Se realizaron mediciones diarias de peso y evaluaciones cada dos días de la calidad de las lechugas.

Los resultados mostraron que el peso de las lechugas en bolsas cerradas se mantuvo constante debido al microambiente creado en el empaque, con alta humedad relativa (95-100%). En contraste, las lechugas sin empaque y en bolsas abiertas experimentaron una pérdida rápida de humedad, especialmente en las no empacadas. Las lechugas sin empaque sufrieron una pérdida rápida de humedad, superando el 25% en 10 días para todas las temperaturas debido a la exposición al aire y al alto déficit de presión de vapor en los cuartos fríos (Quirós, 2016).

Este estudio demostró que el empaque influye en la pérdida de peso de las lechugas durante el almacenamiento. Las bolsas cerradas mantienen la humedad, mientras que las lechugas sin empaque o en bolsas abiertas sufren mayores pérdidas debido al déficit de presiones de vapor y la exposición al aire del ambiente de almacenamiento (Quirós, 2016).

Para Agudelo et al. (2014), en su investigación en la empresa Hidrocultivos del Eje S.A.S, ciudad de Manizales, Caldas se evaluó la vida útil de lechuga crespita. Se utilizaron dos tratamientos: el primero almacenó 5 lechugas en una nevera, mientras que el segundo dejó 5 lechugas al ambiente. La pérdida de peso de las lechugas se midió cada dos días en una balanza. Durante la vida útil de las lechugas, se observó que su calidad comenzó a deteriorarse a partir del quinto día, mostrando pudriciones y pérdida de vigor. En el tratamiento 1 (refrigeración), el peso se mantuvo constante, mientras que en el tratamiento 2 (ambiente) hubo una pequeña pérdida de peso. Se atribuye esta diferencia al empaque con la raíz, que retiene la humedad y prolonga la vida útil, caracterizando a las lechugas como producidas en cultivos hidropónicos.

Al analizar las causas de pérdida, se observó que la mayor parte (75.9%) se debió a factores fisiológicos, seguido por etiolación (16%) y áfidos (8.2%). Para reducir las pérdidas por actores fisiológicos, se sugirió regular la temperatura del invernadero y realizar riegos frecuentes, ya que esto influye en la respiración de las lechugas y en la síntesis de compuestos que aceleran su deterioro natural.

Para Ottone (2014), en su estudio se enfocó en las lechugas tipo "baby" de diferentes variedades (*Lactuca sativa* L.) GX906, Drifter y Valencia, cultivadas en sistema hidropónico, cosechadas y sometidas a diferentes tratamientos para evaluar su respuesta durante un período de almacenamiento simulado de 10 días a 4°C y 90% de humedad relativa (HR), seguido de 1 día a 10°C y 75% de HR para simular el almacenamiento y la comercialización, respectivamente. El estudio incluyó la caracterización de las lechugas mediante la medición de peso, tamaño, longitud de tallo, color y forma de hoja. Se realizaron tres ensayos separados, uno para cada variedad de lechuga, y se aplicaron tres tipos de envasado en bolsas de diferentes materiales.

Estos materiales fueron polietileno de baja densidad de 0,03 mm de espesor íntegro (PE), polietileno de baja densidad de 0,03 mm de espesor perforado (PEP) como grupo de control, poliolefina coextruida de 0,015 mm de espesor (PD961, Cryobac). Antes del envasado, la mitad de las lechugas fueron lavadas con agua potable a 17°C durante 1 minuto y luego sumergidas en agua potable a 5°C durante 15 segundos. Posteriormente, se centrifugaron a 750 rpm durante 2 minutos. En el día 11 del almacenamiento, se evaluaron los efectos del lavado previo y de las diferentes atmósferas modificadas en términos de pérdida de peso, desarrollo del tallo, color, turgencia, pudrición y desórdenes fisiológicos de las lechugas. También se midieron las concentraciones de oxígeno (O₂), dióxido de carbono (CO₂) y etileno dentro de las bolsas en los días 10 y 11 del almacenamiento (Ottone, 2014)

Como resultados Ottone (2014), encontró que lavado previo al envasado no mejoró la calidad de las lechugas durante el período de postcosecha, ya que aumentó la incidencia de pudriciones. Las lechugas envasadas en bolsas PEP presentaron la peor calidad en términos de postcosecha. Los otros dos tipos de envasado (PE y PD961) mostraron resultados similares, con menor pérdida de peso, mayor turgencia y cambios de color menores. Los resultados sugieren que la atmósfera modificada (AM) proporcionada por los envases influyó positivamente en la calidad de las lechugas durante el almacenamiento. Durante el período de almacenamiento, no se observaron desórdenes fisiológicos en las lechugas, lo que indicó que estaban en buenas condiciones para su consumo.

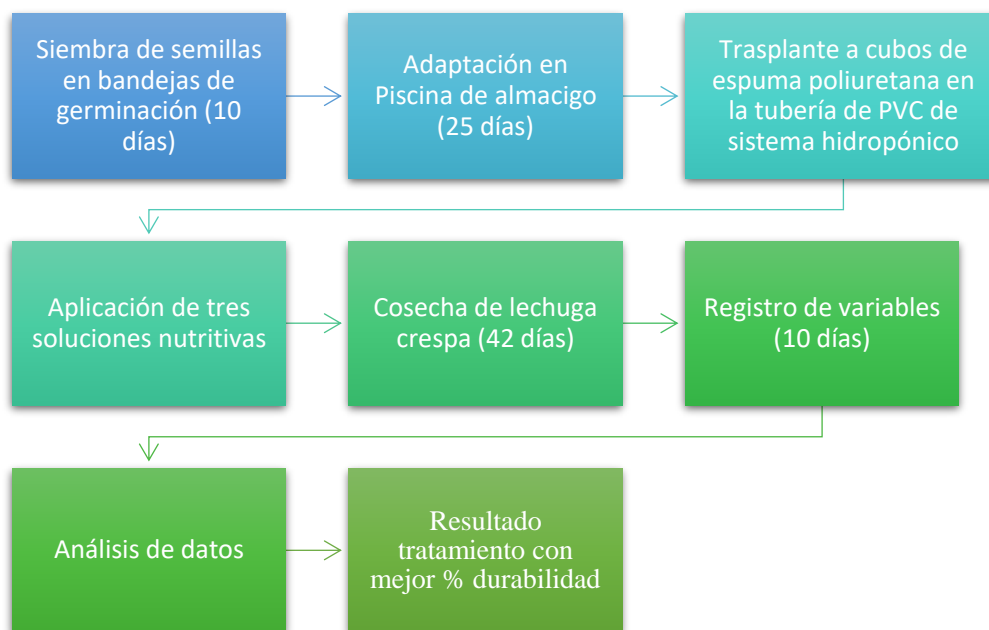
Los anteriores estudios ofrecen información valiosa para tomar decisiones informadas en el proyecto de producción de lechugas cresas en hidroponía. Ayudarían a mejorar la calidad postcosecha, optimizar el manejo de las lechugas y reducir pérdidas, lo que en última instancia contribuiría a una producción más exitosa y rentable.

Metodología

La metodología del presente proyecto es de tipo observacional no experimental, es decir, los investigadores se basan en la observación de un fenómeno sin intervenir en el proceso, lo cual requiere definir de manera clara de los objetivos de la observación y la selección de sujetos o elementos para luego establecer un sistema de categorización o registro para organizar los datos observados, seguido de una observación imparcial y continua en el entorno natural. Los datos se registran y, una vez recopilados, se analizan en busca de patrones y tendencias. La interpretación contextualiza los hallazgos en relación con los objetivos de investigación, y los resultados se presentan en un informe que incluye una descripción del proceso de observación, las conclusiones y posibles recomendaciones (Castelló, 2020).

Procedimiento

El proyecto se llevó a cabo en la finca 360 de la vereda el Macal ubicada en el municipio de Pitalito, del departamento del Huila, donde se encontró la instalación del cultivo de lechuga cresa (*Lactuca sativa*) hidropónica bajo invernadero por el productor. De acuerdo con la metodología utilizada por Mendoza (2020), en su estudio “Aplicación de soluciones nutritivas en variedades de lechuga en cultivo hidropónico bajo el sistema nft”, que buscó “evaluar indicadores de crecimiento en lechuga y determinar las soluciones nutritivas más efectivas” (p. 6). Mendoza (2020), permitió guiar la realización del presente proyecto la metodología como se describe a continuación en la figura 3.

Figura 3*Metodología*

Fuente. Autoría propia.

Siembra de semillas en bandejas de germinación

Como lo muestra la anterior figura, el productor de la finca 360 empleó la germinación de la semilla de lechuga en bandejas de germinación individuales, empleado como sustrato la turba. Tras la plantación las semillas al cabo de 10 días estuvieron germinadas y tenían 3 hojas verdaderas (Martínez, 2023).

Adaptación en Piscina de almacigo

Las bandejas de germinación fueron dispuestas una piscina de almacigo que consiste en adaptar a las plantas al sistema hidropónico, agregando una capa de solución nutritiva, bajo este sistema las plantas duraron 25 días (Martínez, 2023).

Trasplante a cubos de espuma poliuretano en tubería PVC de sistema hidropónico

Las plántulas se trasplantaron en el sistema hidropónico ubicando la raíz dentro de cubos de espuma poliuretano con una dimensión de 3 x 3 cm, y a su vez, las plántulas con su respectiva espuma fueron ubicados dentro de las perforaciones hechas en la tubería de PVC sin generar ningún daño en las raíces, esta actividad se realizó en horas de la tarde. (Martínez, 2023).

Es de mencionar que el sistema de hidroponía estuvo compuesto por 5 tubos de PVC de 2", a cada tubo se realizaron perforaciones cada 20 cm. Por lo que el sistema estuvo compuesto por 20 plantas en cada tabular, para un total de 100 plantas de lechuga cresspa. Cada tubo fue instalado en hileras a 40 cm cada uno (Martínez, 2023).

Aplicación de tres soluciones nutritivas

El productor llevó a cabo la aplicación de tres soluciones nutritivas diferentes, una solución para un solo tabular, los efectos de dichas soluciones nutritivas sobre las plantas de cada tabular fueron observados, evaluados y comparados por los estudiantes a cargo del presente proyecto, para determinar el porcentaje de durabilidad de la lechuga después de la cosecha.

A continuación, en la tabla 1 se relaciona la solución nutritiva uno o tratamiento uno.

Tabla 1*Tratamiento 1*

Solución nutritiva 1 (Tratamiento 1)	
Producto Químico	Gramos por 1.000 Lt
Quelato de Cobre	1
Quelato de Magnesio	6
Quelato de Zinc	2
Quelato de Hierro	20
Boro	1
Molibdato	0,10

Nota. Se relaciona los elementos que componen el tratamiento 1.

A continuación, en la tabla 2 se relaciona la solución nutritiva dos o tratamiento dos.

Tabla 2*Tratamiento 2*

Solución nutritiva 2 (Tratamiento 2)	
Producto Químico	Gramos por 1.000 Lt
Nitrato de calcio	1000
Fosfato monoamónico	160
Sulfato magnesio	450
Fosfato mono-potásico	650

Nota. Se relaciona los elementos que componen el tratamiento 2.

A continuación, en la tabla 3 se relaciona la solución nutritiva tres o tratamiento tres.

Tabla 3*Tratamiento 3*

Solución nutritiva 3 (Tratamiento 3)	
Producto Químico	Gramos por 100 Lt
Solución A	
Nitrato de calcio	99
Solución B	
Sulfato magnesio	49,5
Nitrato de potasio	9,13
Dihidrógeno fosfato de potasio	13,6
Sulfato de potasio	45,13
Quelato de hierro	3
Sulfato de manganeso	0,19
Ácido bórico en polvo	0,25
Sulfato de zinc	0,03
Sulfato de cobre	0,007
Molibdato de sodio	0,0012

Nota. Se relaciona los elementos que componen el tratamiento 3, con dos soluciones.

Cada una de las soluciones nutritivas fueron aplicadas por separado a un tabular diferente cada 3 días a través del tanque de alimentación dispuesto para cada tabular, en dosis de 1cm por litro de agua durante 6 semanas, es decir se realizaron 15 aplicaciones de cada solución a su respectivo tabular, para mantener un flujo constante de nutrientes disponibles para las plantas.

Esto evita deficiencias y garantiza que las plantas tengan acceso a los nutrientes necesarios en todo momento (Martínez, 2023).

Tabla 4

Cronograma de aplicaciones de soluciones nutritivas

Aplicación soluciones nutritivas a lechuga crespa en sistema hidropónico bajo invernadero						
Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
25-jun	26-jun	27-jun	28-jun	29-jun	30-jun	1-jul
2-jul	3-jul	4-jul	5-jul	6-jul	7-jul	8-jul
9-jul	10-jul	11-jul	12-jul	13-jul	14-jul	15-jul
16-jul	17-jul	18-jul	19-jul	20-jul	21-jul	22-jul
23-jul	24-jul	25-jul	26-jul	27-jul	28-jul	29-jul
30-jul	31-jul	1-ago	2-ago	3-ago	4-ago	5-ago
6-ago						

Nota. Se ilustra la frecuencia de las aplicaciones de las soluciones nutritivas.

Cosecha de lechuga crespa

Las plantas duraron 42 días en el sistema hidropónico y estuvieron listas para la cosecha, actividad que se realizó removiendo las espumas y extrayendo las plantas, después fueron depositadas en recipientes de vidrio, y se añadió agua a la raíz, para luego realizar el registro de las variables.

Registro de variables

La siguiente actividad fue el registro de las variables a evaluar que fueron; “Peso fresco”, “Área Foliar”, “Color”, y “Duración en días”, por cada tratamiento Mendoza (2020), luego de la cosecha durante diez (10) días, para lo cual se emplearon instrumentos como balanza, metro y cámara fotográfica.

Tabla 5

Unidades de medida y equipos de medición variables

Unidades de medida y equipos para medición de variables de lechuga crespa durante postcosecha		
Variable	Equipo	Unidad
<i>Peso fresco</i>	Balanza digital	Gramos (gr)
<i>Área foliar</i>	Metro	cm^2
<i>Color</i>	Cámara fotográfica	(verde, amarillo y marrón)
<i>Duración días</i>	Formato de registro	Rango: 1 a 5 días, y 6 a 10 días.

Nota. se identifica los equipos y unidades de medida utilizados para toma de registro de variables.

Para llevar a cabo el análisis del peso fresco, se empleó una balanza digital, en la que se pesaron individualmente las lechugas. Luego, los pesos se clasificaron en dos rangos: 0 – 175 gramos y 175,1 – 350 gramos, como se muestra en la figura 4.

Figura 4

Registro de variable “peso fresco”

Formato - Registro variable “Peso fresco”						
No. Planta	Tratamiento Uno		Tratamiento Dos		Tratamiento Tres	
	0-175 gr	175,1-350 gr	0-175 gr	175,1-350 gr	0-175 gr	175,1-350 gr
1		x		X	x	
2	x			X		x
....	x		X	X	x	
100		x		X		x

Nota. Se ilustra método de toma de registro variable.

Para la variable de área foliar se procedió a medir en cm^2 cien (100) hojas teniendo en consideración los siguientes rangos: 5 – 10 cm^2 y 10 – 20 cm^2 , como se muestra en la figura 5.

Figura 5

Registro de variable "Área foliar"

Formato - Registro variable "Área foliar"						
No. Planta	Tratamiento Uno		Tratamiento Dos		Tratamiento Tres	
	5- 10 cm2	10-20 cm2	5- 10 cm2	10-20 cm2	5- 10 cm2	10-20 cm2
1						
2						
....						
100						

Nota. Se ilustra método de toma de registro variable.

Para la variable de color, se llevó a cabo una caracterización de las cien hojas de las plantas de lechuga observadas, prestando atención a los colores verde, amarillo y marrón, tal como se ilustra en la figura 6.

Figura 6

Registro de variable "Color"

Formato - Registro variable "Color"									
No. Planta	Tratamiento 1			Tratamiento 2			Tratamiento 3		
	Verde	Amarillo	Marrón	Verde	Amarillo	Marrón	Verde	Amarillo	Marrón
1									
2									
....									
100									

Nota. Se ilustra método de toma de registro variable.

Por último, se registraron los datos relativos a la variable "días de duración" de las plantas, considerando el número de plantas que mantuvieron su estado fresco dentro de los rangos de 1 a 5 días y 6 a 10 días. Como se aprecia en la figura 7.

Figura 7

Registro de variable “Días duración”

Formato - Registro variable “Días duración”						
No. Planta	Tratamiento Uno		Tratamiento Dos		Tratamiento Tres	
	1 a 5 días	6 a 10 días	1 a 5 días	6 a 10 días	1 a 5 días	6 a 10 días
1						
2						
....						
100						

Nota. Se ilustra método de toma de registro variable.

Se repitió la observación y toma de registro de variables para cada tratamiento (solución nutritiva) por separado.

Análisis de datos

Los datos obtenidos de cada variable observada; “Peso fresco”, “Área Foliar”, “Color”, y “Duración en días”, fueron tabulados y analizados de forma estadística, donde para cada variable se identificó el número de plantas que cumplían con el criterio de evaluación, generando graficas para ilustrar el porcentaje de los resultados obtenidos.

Resultados

Objetivo 1: Determinar el porcentaje de durabilidad de la Lechuga Crespa (*L. sativa* (Asterácea)) después de ser cosechada para cada tratamiento.

Para determinar el porcentaje de durabilidad de la lechuga se indago el número de plantas que se clasificaron según las siguientes variables “Peso fresco”, “Área Foliar”, “Color”, y “Duración en días”, por cada tratamiento, luego de la cosecha durante diez (10) días.

Variable Peso fresco

A continuación, en la tabla 6 se relaciona el registro de los datos obtenidos en la medición del peso fresco de las plantas de lechuga por cada tratamiento según el rango descrito.

Tabla 6

Registro resultados variable Peso fresco

No. Plantas	Tratamiento Uno		Tratamiento Dos		Tratamiento Tres	
	0-175 gr	175,1-350 gr	0-175 gr	175,1-350 gr	0-175 gr	175,1-350 gr
1		1	1		1	
2		1		1		1
3		1		1		1
4		1		1		1
5		1		1	1	
6		1	1		1	
7		1		1	1	
8		1		1	1	
9		1		1	1	
10		1	1		1	
11		1		1	1	
12		1	1		1	
13		1	1		1	
14		1	1		1	
15		1	1		1	
16		1	1		1	
17	1		1		1	
18		1	1		1	
19		1		1	1	
20		1		1	1	

21		1		1	1	
22		1		1	1	
23		1		1	1	
24		1		1	1	
25		1		1		1
26		1	1		1	
27	1		1			1
28		1	1		1	
29		1	1		1	
30		1		1		1
31	1		1		1	
32	1			1		1
33	1			1	1	
34	1			1	1	
35		1	1		1	
36		1		1		1
37		1	1			1
38	1		1			1
39		1	1			1
40	1		1			1
41		1	1			1
42		1	1			1
43	1		1			1
44		1		1	1	
45	1			1		1
46		1		1	1	
47		1		1		1
48		1		1	1	
49	1			1	1	
50		1		1		1
51		1	1		1	
52		1	1			1
53	1		1		1	
54	1		1		1	
55	1			1	1	
56	1		1			1
57		1		1		1
58		1		1		1
59		1		1		1
60	1		1			1
61		1		1		1
62	1		1			1

63		1	1			1
64		1	1		1	
65	1		1			1
66	1		1		1	
67	1		1			1
68		1	1		1	
69		1		1	1	
70		1		1		1
71	1			1	1	
72		1		1		1
73		1		1	1	
74		1		1	1	
75	1			1	1	
76	1		1			1
77	1		1			1
78	1		1			1
79		1	1			1
80		1		1		1
81		1	1			1
82	1			1		1
83		1		1		1
84	1			1	1	
85		1	1			1
86		1		1	1	
87	1		1			1
88	1		1		1	
89	1		1		1	
90		1	1			1
91		1	1		1	
92		1	1			1
93	1		1		1	
94		1		1	1	
95		1		1	1	
96		1		1		1
97	1			1		1
98	1			1	1	
99		1	1		1	
100		1	1		1	
TOTAL	33	67	49	49	55	45

Nota. Se relaciona el registro de datos obtenidos del peso fresco por tratamiento.

La anterior tabla muestra los datos recopilados en la medición del peso fresco de las plantas de lechuga para cada uno de los tres tratamientos, con la división de pesos en dos rangos diferentes: 0-175 gramos y 175,1-350 gramos. En el tratamiento uno, hubo 33 plantas que tienen un peso fresco en el rango de 0-175 gramos, mientras que en el tratamiento dos hubo 49 plantas en ese mismo rango. En cuanto al rango de 175,1-350 gramos, para el tratamiento uno y dos también se encontró que hubo 67 plantas. Por lo tanto, en el rango de 0-175 gramos, el tratamiento uno tuvo menos plantas en comparación con el tratamiento dos, pero en el rango de 175,1-350 gramos, ambos tratamientos tuvieron la misma cantidad de plantas.

En la tabla 7 se relaciona el resultado mediante porcentajes.

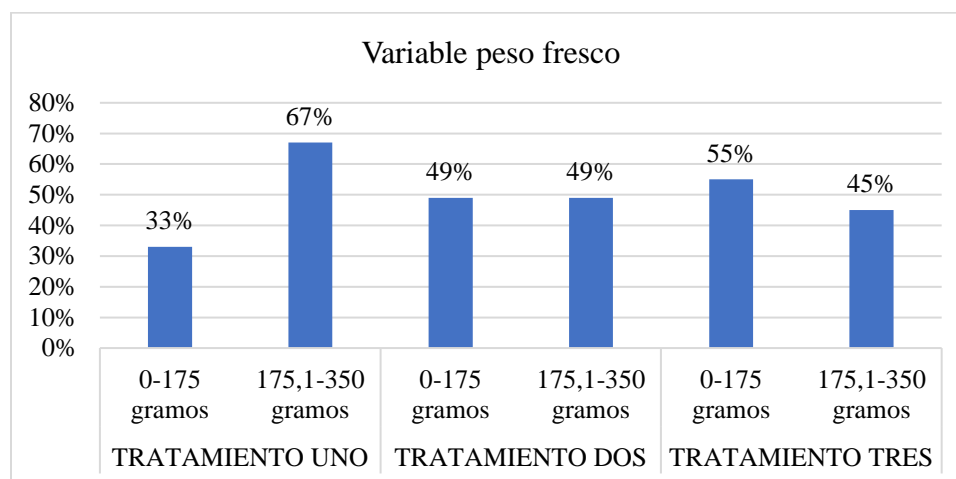
Tabla 7

Registro porcentaje variable peso fresco

Tratamiento Uno		Tratamiento Dos		Tratamiento Tres	
0-175 gramos	175,1-350 gramos	0-175 gramos	175,1-350 gramos	0-175 gramos	175,1-350 gramos
0,33	0,67	0,49	0,49	0,55	0,45
33%	67%	49%	49%	55%	45%

Nota. Se relaciona el porcentaje del peso fresco por tratamiento.

A continuación, se muestra la figura 8 donde se relaciona el porcentaje del peso fresco de las plantas de lechuga en postcosecha para cada solución nutritiva evaluada.

Figura 8*Porcentaje peso fresco*

Nota. Se ilustra el porcentaje de variación del peso fresco de las plantas en postcosecha, por tratamiento.

Teniendo en cuenta el hallazgo encontrado en la medición del peso fresco de las plantas de lechuga para cada tratamiento se tiene que para el tratamiento 1, el 33% de las plantas de lechuga en este tratamiento tiene un peso fresco en el rango de 0-175 gramos y el 67% restante tiene un peso fresco en el rango de 175,1-350 gramos.

Para el tratamiento 2, el 49% de las plantas de lechuga en este tratamiento tiene un peso fresco en el rango de 0-175 gramos, para el otro 49% de las plantas se obtuvo un peso fresco en el rango de 175,1-350 gramos.

Para el tratamiento 3, el 55% de las plantas de lechuga tienen un peso fresco en el rango de 0-175 gramos. El 45% de las plantas restantes tiene un peso fresco en el rango de 175,1-350 gramos.

De acuerdo a lo anterior se logra observar que en el tratamiento uno seguido del tratamiento tres, hay una mayor proporción de plantas de lechuga con pesos frescos en el rango

de 0-175 gramos, mientras que en el Tratamiento Dos, la proporción es igual entre ambos rangos (0-175 gramos y 175,1-350 gramos).

Variable Área Foliar

A continuación, en la tabla 8 se relaciona el registro de datos obtenidos en la evaluación del área foliar en cm^2 por cada planta evaluada.

Tabla 8

Resultado de registro variable área foliar

No.	Tratamiento Uno		Tratamiento Dos		Tratamiento Tres	
	5- 10 cm2	10-20 cm2	5- 10 cm2	10-20 cm2	5- 10 cm2	10-20 cm2
1			1	1		1
2			1	1		1
3			1	1		1
4			1	1		1
5			1	1		1
6			1	1		1
7			1		1	1
8			1		1	1
9			1		1	1
10			1	1		1
11			1		1	1
12			1	1		1
13			1	1		1
14			1	1		1
15			1	1		1
16			1	1		1
17	1			1		1
18			1	1		1
19			1		1	1
20			1		1	1
21			1		1	1
22			1		1	1
23			1		1	1
24			1		1	1
25			1		1	1
26			1	1		1
27	1			1		1

28		1	1		1	
29		1	1		1	
30		1		1		1
31	1		1		1	
32	1			1		1
33	1			1	1	
34	1			1	1	
35		1	1		1	
36		1		1		1
37		1	1			1
38	1		1			1
39		1	1			1
40	1		1			1
41		1	1			1
42		1	1			1
43	1		1			1
44		1		1	1	
45	1			1		1
46		1		1	1	
47		1		1		1
48		1		1	1	
49	1			1	1	
50		1		1		1
51		1	1		1	
52		1	1			1
53	1		1		1	
54	1		1		1	
55	1			1	1	
56	1		1			1
57		1		1		1
58		1		1		1
59		1		1		1
60	1		1			1
61		1		1		1
62	1		1			1
63		1	1			1
64		1	1		1	
65	1		1			1
66	1		1		1	
67	1		1			1
68		1	1		1	
69		1		1	1	

70		1		1		1
71	1			1	1	
72		1		1		1
73		1		1	1	
74		1		1	1	
75	1			1	1	
76	1		1			1
77	1		1			1
78	1		1			1
79		1	1			1
80		1		1		1
81		1	1			1
82	1			1		1
83		1		1		1
84	1			1	1	
85		1	1			1
86		1		1	1	
87	1		1			1
88	1		1		1	
89	1		1		1	
90		1	1			1
91		1	1		1	
92		1	1			1
93	1		1		1	
94		1		1	1	
95		1		1	1	
96		1		1		1
97	1			1		1
98	1			1	1	
99		1		1		1
		1		1		1
TOTAL	33	67	53	47	53	45

Nota. Se relaciona el registro de datos de variable área foliar por tratamiento.

Los resultados de la evaluación del área foliar en cm² para cada tratamiento indican que en el tratamiento uno, 33 plantas tuvieron un área foliar en el rango de 5-10 cm², y 67 plantas tuvieron un área foliar en el rango de 10-20 cm². En el tratamiento dos, 53 plantas contaron un área foliar en el rango de 5-10 cm², y 47 plantas tienen un área foliar en el rango de 10-20 cm².

En el tratamiento tres, 53 plantas resultaron con un área foliar en el rango de 5-10 cm², y 45 plantas un área foliar en el rango de 10-20 cm².

Estos resultados muestran que en el tratamiento dos, se observó la mayor cantidad de plantas en ambos rangos de área foliar (5-10 cm² y 10-20 cm²), seguido por el tratamiento tres y luego el tratamiento uno.

En la tabla 9 se muestra el resultado del porcentaje de los resultados obtenidos.

Tabla 9

Resultado porcentaje variable área foliar

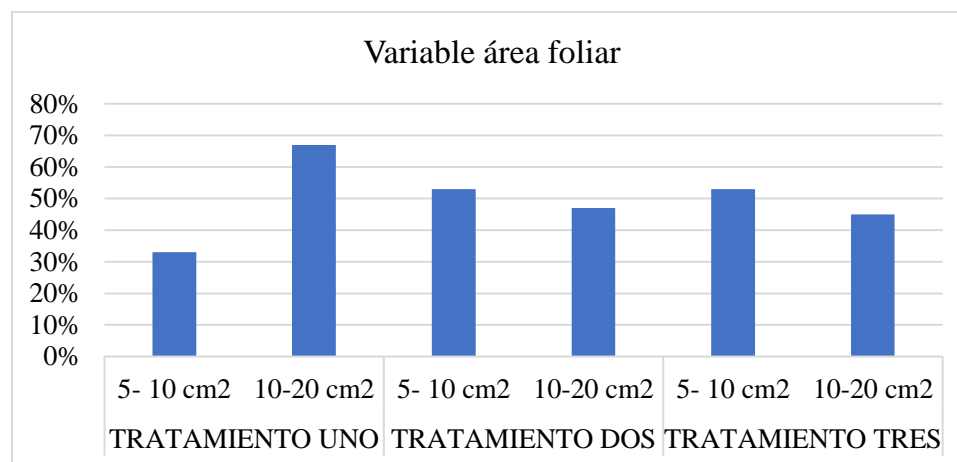
Tratamiento Uno		Tratamiento Dos		Tratamiento Tres	
5- 10 cm ²	10-20 cm ²	5- 10 cm ²	10-20 cm ²	5- 10 cm ²	10-20 cm ²
0,33	0,67	0,53	0,47	0,53	0,45
33%	67%	53%	47%	53%	45%

Nota. Se relaciona el registro de datos de variable área foliar por tratamiento.

A continuación, se muestra la figura 9 donde se relaciona el porcentaje del área foliar de las plantas de lechuga evaluadas en postcosecha por cada tratamiento.

Figura 9

Porcentaje área foliar



Nota. Se ilustra el porcentaje del área foliar por tratamiento.

Teniendo en cuenta los hallazgos encontrados en la evaluación del área foliar de las plantas en cada tratamiento se tiene que en el tratamiento uno el 33% de las plantas evaluadas tienen un área foliar en el rango de 5 a 10 cm². El 67% de las plantas restante tienen un área foliar en el rango de 10 a 20 cm².

Para el tratamiento dos el 53% de las plantas evaluadas tienen un área foliar en el rango de 5 a 10 cm², y el 47% de las plantas restantes tienen un área foliar en el rango de 10 a 20 cm².

Para el tratamiento tres el 53% de las plantas evaluadas tienen un área foliar en el rango de 5 a 10 cm² y el 45% de las plantas restante tienen un área foliar en el rango de 10 a 20 cm².

Lo que permite observar que en el tratamiento dos y el tratamiento tres, hay una mayor proporción de plantas con un área foliar en el rango de 5 a 10 cm². Mientras tanto, en el tratamiento uno, la proporción es mayor para plantas con un área foliar en el rango de 10 a 20 cm².

Variable Color

A continuación, en la tabla 10 se relaciona el registro de datos obtenidos para la evaluación del color de las hojas según su clasificación; verde, amarillo y marrón.

Tabla 10

Resultado registro variable color

No.	Tratamiento Uno			Tratamiento Dos			Tratamiento Tres		
	Verde	Amarillo	Marrón	Verde	Amarillo	Marrón	Verde	Amarillo	Marrón
1	1			1			1		
2	1			1			1		
3	1			1			1		
4	1			1			1		
5	1			1					1
6	1			1					1
7	1					1	1		
8	1					1	1		
9	1					1	1		

10	1			1		1
11	1			1		1
12	1			1		1
13	1			1		1
14	1			1		1
15	1			1		1
16	1			1		1
17	1			1		1
18	1				1	1
19	1				1	1
20	1				1	1
21	1				1	1
22	1				1	1
23	1				1	1
24	1				1	1
25		1			1	1
26		1			1	1
27		1			1	1
28		1			1	1
29		1			1	1
30		1			1	1
31		1			1	1
32		1			1	1
33		1			1	1
34		1			1	1
35		1			1	1
36		1			1	1
37		1			1	1
38		1			1	1
39		1			1	1
40		1			1	1
41		1			1	1
42		1			1	1
43		1			1	1
44		1			1	1
45			1		1	1
46			1		1	1
47			1		1	1
48			1		1	1
49			1		1	1
50			1		1	1
51			1		1	1

52			1			1			1
53			1			1			1
54			1			1			1
55			1			1			1
56			1			1			1
57			1			1			1
58			1			1			1
59			1			1			1
60			1			1			1
61			1		1				1
62			1		1				1
63			1		1				1
64			1		1		1		
65		1			1		1		
66		1			1		1		
67		1			1		1		
68		1			1		1		
69		1			1		1		
70		1			1		1		
71		1			1		1		
72		1			1		1		
73		1			1		1		
74		1			1		1		
75		1			1		1		
76	1				1		1		
77	1				1		1		
78	1				1		1		
79	1				1		1		
80	1				1		1		
81	1				1		1		
82	1			1			1		
83	1			1			1		
84	1			1			1		
85	1			1			1		
86	1			1					1
87	1			1					1
88	1			1					1
89	1			1					1
90	1			1					1
91	1			1					1
92	1			1					1
93	1				1				1

94	1				1				1
95	1				1				1
96	1				1				1
97	1				1				1
98	1				1		1		
99	1				1			1	
100	1				1			1	
TOTAL	49	31	20	17	40	43	8	24	66

Nota. Se relaciona el registro de datos de variable color por tratamiento.

Según la anterior tabla indica que, en general, el tratamiento uno obtuvo una mayor proporción de hojas verdes en comparación con los otros dos tratamientos. Por otro lado, el tratamiento tres muestra una mayor cantidad de hojas marrones y una proporción menor de hojas verdes en comparación con los otros tratamientos. El tratamiento dos muestra un equilibrio entre hojas amarillas y marrones.

En la tabla 11 se muestra el resultado del porcentaje de los resultados obtenidos.

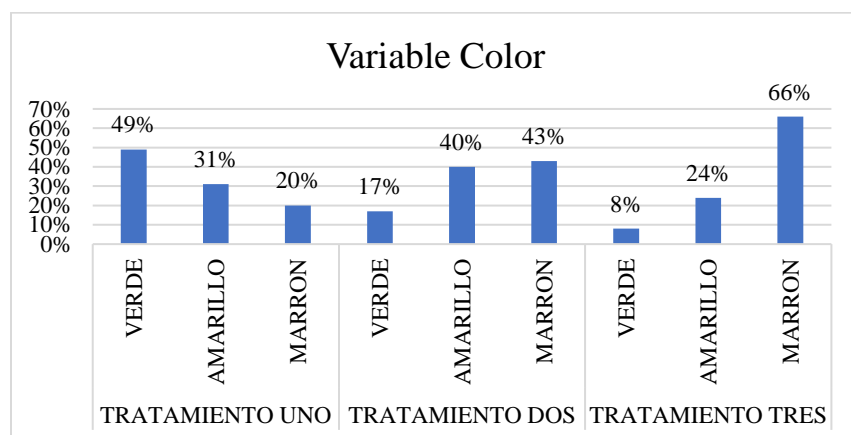
Tabla 11

Resultado porcentaje variable color

Tratamiento Uno			Tratamiento Dos			Tratamiento Tres		
Verde	Amarillo	Marrón	Verde	Amarillo	Marrón	Verde	Amarillo	Marrón
0,49	0,31	0,2	0,17	0,4	0,43	0,08	0,24	0,66
49%	31%	20%	17%	40%	43%	8%	24%	66%

Nota. Se relaciona el registro de datos de variable color por tratamiento.

A continuación, se muestra la figura 10 donde se relaciona el porcentaje de la variación en color de las hojas de lechuga en postcosecha para cada solución nutritiva evaluada.

Figura 10*Porcentaje variable color*

Nota. Se ilustra el porcentaje de variación del color de las plantas en postcosecha, por tratamiento.

De la anterior figura es posible mencionar que los hallazgos encontrados en la evaluación del color de las hojas según su clasificación (verde, amarillo y marrón) para el tratamiento uno, el 49% de las hojas evaluadas se clasifican como verdes. El 31% de las hojas evaluadas se clasifican como amarillas y el 20% se clasifican como marrones.

Para el tratamiento dos el 17% de las hojas evaluadas se clasifican como verdes, el 40% de las hojas se clasifican como amarillas. Y el 43% de las hojas se clasifican como marrones.

Para el tratamiento tres el 8% de las hojas evaluadas se clasifican como verdes. El 24% de las hojas evaluadas se clasifican como amarillas. Y el 66% se clasifican como marrones.

Estos resultados muestran la distribución de colores de las hojas evaluadas en cada tratamiento. En el tratamiento tres, se encuentra una proporción significativamente del 66% de hojas marrones en comparación con los otros tratamientos. Por otro lado, el tratamiento uno muestra una mayor proporción de hojas verdes con el 49% en comparación con los demás

tratamientos. Y el tratamiento dos tiende a tener una proporción más equilibrada entre hojas amarillas y marrones con 40 y 43% respectivamente.

Variable Duración en Días

A continuación, en la tabla 12 se relaciona el registro de los datos obtenidos en la medición de la duración en días las plantas de lechuga por cada tratamiento según el rango descrito.

Tabla 12

Resultado evaluación de variable duración días

No. Plantas	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	1 a 5 días	6 a 10 días	1 a 5 días	6 a 10 días	1 a 5 días	6 a 10 días
1		1	1			1
2		1			1	1
3		1			1	1
4		1			1	1
5		1			1	1
6		1	1			1
7		1			1	1
8		1			1	1
9		1			1	1
10		1	1			1
11		1			1	1
12		1	1			1
13		1	1			1
14		1	1			1
15		1	1			1
16		1	1			1
17		1	1			1
18		1	1			1
19		1			1	1
20		1			1	1
21		1			1	1
22		1			1	1
23		1			1	1
24		1			1	1

25		1		1		1
26		1	1		1	
27	1		1			1
28		1	1		1	
29		1	1		1	
30		1		1		1
31	1		1		1	
32	1			1		1
33	1			1	1	
34	1			1	1	
35		1	1		1	
36		1		1		1
37		1	1			1
38	1		1			1
39		1	1			1
40	1		1			1
41		1	1			1
42		1	1			1
43	1		1			1
44		1		1	1	
45	1			1		1
46		1		1	1	
47		1		1		1
48		1		1	1	
49	1			1	1	
50		1		1		1
51		1	1		1	
52		1	1			1
53	1		1		1	
54	1		1		1	
55	1			1	1	
56	1		1			1
57		1		1		1
58		1		1		1
59		1		1		1
60	1		1			1
61		1		1		1
62	1		1			1
63		1	1			1
64		1	1		1	
65	1		1			1
66	1		1		1	

67	1		1			1
68		1	1		1	
69		1		1	1	
70		1		1		1
71	1			1	1	
72		1		1		1
73		1		1	1	
74		1		1	1	
75	1			1	1	
76	1		1			1
77	1		1			1
78	1		1			1
79		1	1			1
80		1		1		1
81		1	1			1
82	1			1		1
83		1		1		1
84	1			1	1	
85		1	1			1
86		1		1	1	
87	1		1			1
88	1		1		1	
89	1		1		1	
90		1	1			1
91		1	1		1	
92		1	1			1
93	1		1		1	
94		1		1	1	
95		1		1	1	
96		1		1		1
97	1			1		1
98	1			1	1	
99	1			1		1
100	1			1		1
TOTAL	32	66	49	51	56	42

Nota. Se relaciona el registro de datos obtenidos de duración en días por tratamiento.

Según la anterior tabla el tratamiento dos tuvo mayor número de plantas que tuvieron una mayor duración, que fue entre 6 a 10 días luego de la postcosecha, comparado con los tratamientos 2 y 3, que obtuvieron 51 y 42 plantas que duraron entre 6 a 10 días respectivamente.

En la tabla 13 se muestra el resultado del porcentaje de los resultados obtenidos.

Tabla 13

Resultado en porcentaje de evolución variable duración en días

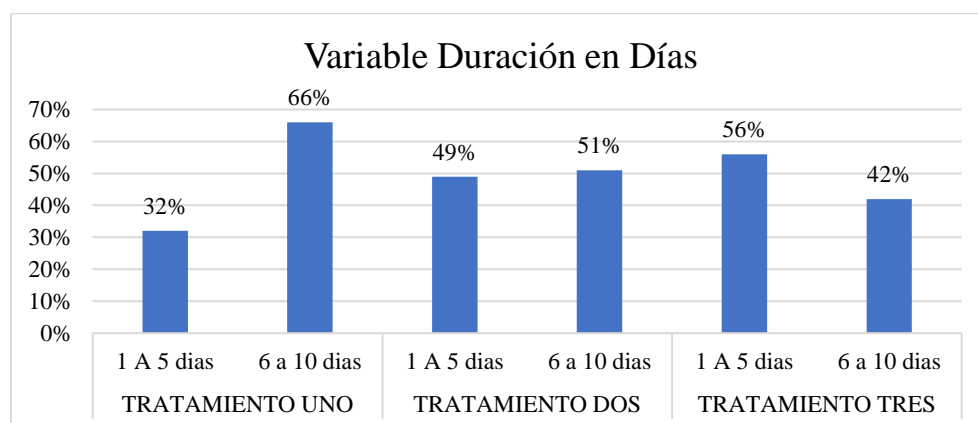
Tratamiento Uno		Tratamiento Dos		Tratamiento Tres	
1 a 5 días	6 a 10 días	1 a 5 días	6 a 10 días	1 a 5 días	6 a 10 días
0,32	0,66	0,49	0,51	0,56	0,42
32%	66%	49%	51%	56%	42%

Nota. Se relaciona el porcentaje de duración en días en postcosecha, por tratamiento.

A continuación, se muestra la figura 11 donde se relaciona el porcentaje de la duración en días de las plantas de lechuga evaluadas en postcosecha.

Figura 11

Porcentaje duración en días



Nota. Se ilustra el porcentaje de la duración en días para plantas de lechuga en postcosecha, por tratamiento.

Los hallazgos encontrados en la medición de la duración en días de las plantas de lechuga en postcosecha para el tratamiento uno permite mencionar que el 32% de las plantas de lechuga tuvo una duración de 1 a 5 días. El 66% tuvo una duración de 6 a 10 días. En el tratamiento dos el 49% de las plantas de lechuga tuvo una duración de 1 a 5 días y el 51% tuvo una duración de 6

a 10 días. Para el tratamiento tres el 56% de las plantas de lechuga tuvo una duración de 1 a 5 días y el 42% tuvo una duración de 6 a 10 días.

Los anteriores resultados indican que en el tratamiento uno el 66% de las plantas duraron entre 6 a 10 días, mientras que en el tratamiento dos solo el 51% de las plantas se mantuvieron saludables entre el sexto y décimo día. Finalmente, el tratamiento tres permitió conocer que solo el 42% de estas tuvo una duración entre el sexto y décimo día.

Objetivo 2: Identificar cuál de las tres soluciones tiene la mayor capacidad para preservar las condiciones morfológicas; durabilidad, vitalidad y calidad de la Lechuga Crespa (*L. sativa* (Asterácea)) según condiciones fisiológicas durante la postcosecha.

A continuación, se muestra la tabla 14 que relaciona los porcentajes de durabilidad de las plantas de lechuga en postcosecha teniendo en cuenta las variables de “Peso fresco”, “Área Foliar”, “Color”, y “Duración en días”. Que permite comparar los resultados de acuerdo a las soluciones nutritivas implementadas.

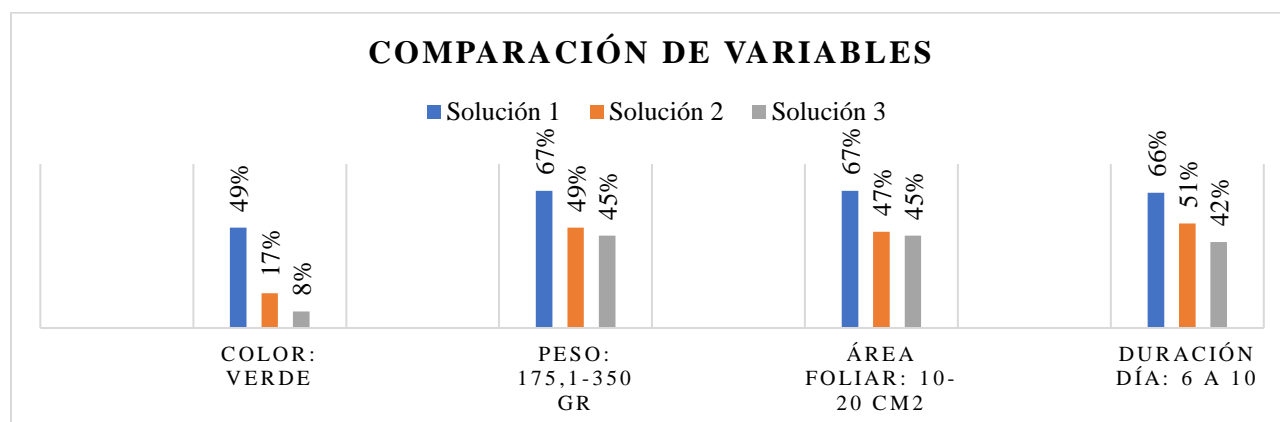
Tabla 14*Comparación de soluciones nutritivas*

Variab le	Solución Uno			Solución Dos			Solución Tres		
Color	Amarill Verde 49%	o 31%	Marrón 20%	Verd e 17%	Amarill o 40%	Marrón 43%	Verd e 8%	Amarill o 24%	Marrón 66%
Peso	Solución Uno			Solución Dos			Solución Tres		
	0-175 Gr 33%	175,1-350 Gr 67%		0-175 Gr 49%	175,1-350 Gr 49%		0-175 Gr 55%	175,1-350 Gr 45%	
Área Foliar	5- 10 Cm2 33%	10-20 Cm2 67%		5- 10 Cm2 53%	10-20 Cm2 47%		5- 10 Cm2 53%	10-20 Cm2 45%	
Duración Día	1 a 5 Días 32%	6 a 10 Días 66%		1 a 5 Días 49%	6 a 10 Días 51%		1 a 5 Días 56%	6 a 10 Días 42%	

A continuación, la figura 12 se relaciona la comparación de las variables “Peso fresco”, “Área Foliar”, “Color”, y “Duración en días”, para cada solución nutricional en donde se relaciona el mejor indicador para cada variable, lo que permite resaltar el mejor porcentaje obtenido para cada tratamiento.

Figura 12

Porcentaje de comparación de variables



Nota. se ilustra la comparación de resultados entre tratamientos

De acuerdo con la anterior figura es posible describir que los hallazgos encontrados en la comparación de las variables "Peso fresco", "Área Foliar", "Color" y "Duración en días" para cada solución nutricional permite ver que para la variable Color, la solución nutritiva 1 tiene el mejor porcentaje en color verde con un 49%. La solución nutritiva 2 muestra un 17% de hojas verdes y la solución nutritiva 3 tiene el menor porcentaje de hojas verdes con solo un 8%.

Para la variable de peso fresco la solución nutritiva 1 presenta el mejor porcentaje de plantas con un peso fresco en el rango de 175,1-350 gramos, con un 67%. La solución nutritiva 2 alcanza un 49% de plantas en el rango de 175,1-350 gramos de peso fresco y la solución nutritiva 3 tiene un 45% de plantas en el rango de 175,1-350 gramos de peso fresco.

Para la variable Área foliar, la solución nutritiva 1 muestra el mejor porcentaje de plantas con un área foliar en el rango de 10-20 cm², con un 67%. La solución nutritiva 2 tiene un 47% de plantas en el rango de 10-20 cm² de área foliar. Y la solución nutritiva 3 alcanza un 45% de plantas en el rango de 10-20 cm² de área foliar.

Para la variable Duración en días, la solución nutritiva 1 presenta el mejor porcentaje de plantas con una duración de 6 a 10 días, con un 66%. La solución nutritiva 2 muestra un 51% de plantas con una duración de 6 a 10 días. Y la solución nutritiva 3 tiene el menor porcentaje de plantas con una duración de 6 a 10 días, con un 42%.

Finalmente es posible mencionar que, al analizar los indicadores para cada variable en cada solución nutricional, se puede determinar qué solución presenta el mejor rendimiento para cada caso. Para este caso la solución nutritiva 1 es la que obtuvo mejores resultados en cuanto a color verde con un 49%, peso fresco entre 175,1-350 gramos con 67%, área foliar de 10-20 cm², con un 67%. y duración en días de 6 a 10 días, con un 66%.

A continuación, en la figura 13 se evidencia los resultados del tratamiento 1 en las plantas de lechuga.

Figura 13

Resultado individual tratamiento 1



Nota. Se ilustra el resultado de evaluación de solución nutritiva 1.

En la figura 14 se observa el resultado del tratamiento 2 en las plantas de lechuga.

Figura 14

Resultado individual tratamiento 2



Nota. Se ilustra el resultado de evaluación de solución nutritiva 2.

En la figura 15 se observa el resultado del tratamiento 3 en las plantas de lechuga.

Figura 15

Resultado individual tratamiento 3



Nota. Se ilustra el resultado de evaluación de solución nutritiva 3

Discusión

El seguimiento al cultivo de lechuga crespa (*L. sativa*) hidropónica bajo invernadero en la finca 360 de la vereda el Macal ubicada en el municipio de Pitalito, del departamento del Huila, permitió medir y observar diferentes variables como “Peso fresco”, “Área Foliar”, “Color”, y “Duración en días”, para conocer el porcentaje de duración de las plantas de lechuga luego de su cosecha y almacenamiento tras la aplicación de tres soluciones nutritivas durante la fase de crecimiento.

Teniendo en cuenta la variable “Peso fresco” en el tratamiento 1 se determinó que el 33% de las plantas alcanzaron un peso fresco entre 0-175 gramos, mientras que para el 67% restante fue entre los 175,1-350 gramos. En el tratamiento dos, el peso estuvo distribuido en ambos rangos con el 49% de las plantas y en el tratamiento tres, el 55% de las plantas estuvo en el rango de peso más bajo, mientras que el 45% restante estuvo en el rango más alto. Lo anterior da pie a mencionar que las plantas que tuvieron menor peso fresco estuvieron más susceptibles al deterioro en postcosecha, debido a la pérdida en masa y agua. Así lo asegura Ottone (2014), quien recalca que la principal causa de pérdida de peso está dada por la evaporación de agua superficial, deshidratación y respiración.

Para la variable “área foliar” se observó que en el tratamiento uno el 33% de las plantas tuvo un área foliar entre 5 a 10 cm², y para el otro 67% fue de 10 a 20 cm². Para el tratamiento dos el 53% de las plantas midieron entre 5 a 10 cm², y el 47% restantes de 10 a 20 cm². En el tratamiento tres el 53% tuvo un área foliar entre 5 a 10 cm² y el 45% restante de 10 a 20 cm². De lo anterior se puede rescatar que las hojas de lechuga con mayor área foliar resistieron más en fase de postcosecha debido a que durante la época de crecimiento lograron una mayor capacidad de llevar a cabo la fotosíntesis lo que a su vez permite un mayor almacenamiento de nutrientes y

otros compuestos. Cuando se cosechan las plantas, esta reserva de nutrientes puede influir positivamente en la capacidad de la planta para resistir el estrés y mantener su vitalidad durante la postcosecha (Quirós, 2016)

Para la variable “color”, se observó que el tratamiento uno, el 49% de las hojas evaluadas se clasificaron como verdes, el 31% fueron amarillas y el 20% marrones o pardas. En el tratamiento dos el 17% de las hojas fueron verdes, el 40% amarillas y el 43% marrones. Para el tratamiento tres el 8% de las hojas fueron verdes. El 24% se clasifican como amarillas y el 66% marrones/pardas. Lo anterior relaciona el color con la degradación de los pigmentos naturales y aparición de colores indeseados, como es el pardeamiento, que según (Fossaert, 1999) citado de Ottone (2014), estas coloraciones aparecen ... “como consecuencia de la síntesis de pigmentos generados por la oxidación de compuestos fenólicos”. Es así como en la observación de las hojas estudiadas se observó el cambio de color verde a color amarillo y marrón tras su deterioro, lo que guarda relación con (Toivonen y Brummel, 2008), citados por Ottone (2014), que “indica que la pérdida de clorofila provoca un cambio en el color desde verde brillante a una variedad de colores (amarillo, marrón, naranja) en los tejidos en senescencia” (p.12).

Para la variable “duración días” tras la observación de las plantas teniendo en cuenta las demás variables analizadas, se logró definir que en el tratamiento uno el 66% de las plantas duraron entre 6 a 10 días, siendo aptas para el consumo, mientras que en el tratamiento dos solo el 51% de las plantas se mantuvieron saludables entre el sexto y décimo día. Finalmente, en el tratamiento tres solo el 42% de estas tuvo una duración entre el sexto y décimo día.

Teniendo en cuenta lo anterior es posible afirmar que la solución 1 compuesto por los nutrientes de Quelato de Cobre, Quelato de Magnesio, Quelato de Zinc, Quelato de Hierro, Boro, y Molibdato repercutieron en que se lograra obtener el mejor rendimiento para cada variable.

Para este caso de las 100 hojas evaluadas el 49% de estas mantuvo su color verde de los 6 hasta los 10 días lo que puede indicar un mejor contenido de clorofila y, por ende, un mayor potencial fotosintético y desarrollo saludable de las plantas. También el peso fresco de las 100 plantas evaluadas el 67% de estas mantuvo un peso entre 175,1-350 gramos lo que indicó un mayor porcentaje en masa y agua. Por su parte el área foliar de las 100 hojas evaluadas el 67% de estas midió entre 10 a 20 cm² lo que indicó que las hojas mantuvieron mayor resistencia al deterioro. Por último, mediante el registro de la duración en días, de las 100 plantas evaluadas el 66% mantuvo una durabilidad de los 6 a 10 días.

El anterior resultado acerca del tratamiento uno (1) el cual aportó el mejor porcentaje de durabilidad pueden estar relacionados con la tasa de transpiración, menor pérdida de peso y conservación de la calidad durante el almacenamiento, como lo describe en su estudio Quiroz (2016), quien evaluó la dinámica de la pérdida de peso en hortalizas de hoja durante el almacenamiento, mencionando que la lechuga almacenada sin bolsa puede perder hasta un 20 % de su peso en los primeros 4-5 días de almacenamiento.

Conclusiones

El estudio sobre el cultivo de lechuga crespa hidropónica en condiciones de invernadero en la finca 360 de la vereda el Macal, en el municipio de Pitalito, Huila, proporcionan información valiosa sobre la influencia de diferentes soluciones nutritivas en el crecimiento, calidad y durabilidad de estas plantas.

Llevado a cabo la observación y medición de las variables fue posible identificar que el tratamiento uno, que utilizó una solución nutriente compuesta por Quelato de Cobre, Quelato de Magnesio, Quelato de Zinc, Quelato de Hierro, Boro y Molibdato, logró el mejor rendimiento en términos de peso fresco. Un 67% de las plantas en este tratamiento alcanzaron un peso fresco entre 175,1 y 350 gramos, lo que sugiere un crecimiento saludable y una mayor retención de masa y agua. Este tratamiento también tuvo el porcentaje de 67% de las plantas con mayor área foliar en el rango de 10 a 20 cm². Esto indica una mayor capacidad de fotosíntesis y almacenamiento de nutrientes en las hojas, lo que puede contribuir a una mejor resistencia durante la postcosecha. También aportó mayor contenido de clorofila y una retención de vitalidad y, proporcionó mayor durabilidad en días.

En cuanto al Tratamiento 2, se distinguió por mantener un equilibrio entre hojas amarillas y marrones, además de presentar una mayor proporción de plantas con un área foliar en el rango de 5-10 cm², que corresponde al rango más bajo de área foliar. Por otro lado, el Tratamiento 3 exhibió una notable predominancia de hojas marrones y una menor duración en días sobre las plantas de lechuga en comparación con los otros tratamientos.

Los hallazgos indican que cada tratamiento tuvo un impacto diferente en las características de las plantas de lechuga, y el tratamiento 1 fue el más favorable en términos de color, peso fresco, área foliar y duración en días. Estos resultados pueden ayudar a tomar

decisiones sobre la solución nutricional más adecuada a la hora de fertilizar las plantas de lechuga en el sistema hidropónico para obtener los resultados deseados en el cultivo de lechuga.

Recomendaciones

Las mejoras para tener en cuenta tras la ejecución del presente proyecto incluyen mantener la lechuga cosechada en condiciones de temperatura y humedad óptimas para minimizar la formación de nitritos y el crecimiento microbiano. Además, el lavado y manejo higiénico durante la manipulación también son fundamentales para prevenir la contaminación y el deterioro.

Una labor crucial es enfriar rápidamente la lechuga después de la cosecha para evitar su deterioro. El tiempo que transcurre entre la cosecha y el enfriamiento influye significativamente en la calidad y frescura de la lechuga. Por lo que se sugiere proceso de enfriamiento adecuado para ayudar a conservar los nutrientes y mantener la textura y el sabor óptimos de la lechuga.

Además, es fundamental almacenar las hojas de manera adecuada en condiciones de temperatura y humedad controladas. Un ambiente inadecuado puede acelerar el deterioro de las hojas y favorecer el crecimiento de microorganismos dañinos. Un control preciso de la temperatura y la humedad en el almacenamiento es esencial para prolongar la vida útil de la lechuga.

También se sugiere que la lechuga logre ser almacenada en bolsas de polipropileno cerradas a 5 °C, esto logra minimizar las pérdidas de peso (5 % o menos) y los valores del coeficiente de transpiración se pueden mantener con poca variación (Agudelo, *et al*, 2014)

Otro aspecto relevante durante la producción en el sistema hidropónico es garantizar un suministro adecuado de luz y mantener un equilibrio óptimo de humedad en el entorno de cultivo. La luz juega un papel crucial en el proceso de fotosíntesis y en el desarrollo saludable de las plantas. Asimismo, un adecuado nivel de humedad en el ambiente de cultivo ayuda a prevenir el estrés hídrico y favorece el crecimiento de la lechuga (Agudelo, *et al*, 2014).

También, se sugiere tener en cuenta variables como raíz, calidad de agua, pH y conductividad para mejorar la evaluación de vitalidad y calidad de lechuga hidropónica en postcosecha, debido a que estas variables se relacionan con la nutrición de las plantas bajo el sistema de producción hidropónico para obtener una imagen completa y precisa de su estado y rendimiento (Agudelo, *et al*, 2014).

Bibliografía

Alcaldía de Pitalito. (2023). *Información General*.

<https://www.alcaldiapitalito.gov.co/index.php/informacion-general>

Albuja, V., Andrade, J., Lucano, C. & Rodríguez, M. (2021). Comparativa de las ventajas de los sistemas hidropónicos como alternativas agrícolas en zonas urbanas. *Revista Minerva De Investigación Científica*. Vol. 2, N° 4. Pp 45-54.

<https://doi.org/10.47460/minerva.V2I4.26>

Alvarado, D., Chávez, F., & Anna, K. (2001). *Seminario de Agro Negocios lechugas hidropónicas*. Universidad del Pacífico. p. 96.

http://www.academia.edu/8258191/www.upbusiness.net_Seminario_de_Agro_Negocios_Lechugas_hidrop%C3%B3nicas_PROFESOR

Agronet. (2020). *Alimentación y tendencias: el rol de la agricultura en la nutrición del futuro*.

<https://agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Alimentaci%C3%B3n-y-tendencias-el-rol-de-la-agricultura-en-la-nutrici%C3%B3n-del-futuro.aspx>

Agudelo, D., Aguirre, A., Aguirre, D., Arango, E. (2014). *Manejo Postcosecha En El Cultivo De La Lechuga (Lactuca Sativa L.) En Hidro cultivos Del Eje S.A.S.*

<https://dokumen.tips/documents/manejo-postcosecha-lechuga-terminado.html?page=1>

Beltrano, J. & Giménez, D. (2020). *Cultivo en hidroponía*.

http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1#:~:text=La%20palabra%20hidropon%C3%ADa%20deriva%20del,suelo%2C%20es%20decir%20sin%20tierra.

Briceño, H., Alvarez, L., Valverde, A. (2021). *Formulación de Proyectos de Investigación en Ciencias Agrarias*. [https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-](https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2021/03/FORMULACION-PROYECTOS-INVESTIGACION-CIENCIAS-AGRARIAS-1.pdf)

[content/uploads/2021/03/FORMULACION-PROYECTOS-INVESTIGACION-CIENCIAS-AGRARIAS-1.pdf](https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2021/03/FORMULACION-PROYECTOS-INVESTIGACION-CIENCIAS-AGRARIAS-1.pdf)

Briseño, M.S., Cabrera, M., Rodríguez, G., Juárez, A. (2019). *Fertilización Nitrogenada en Diferentes Dosis en la Producción y Calidad de Lechuga (Lactuca sativa L. var. Grate Lakes)*. [Tesis de Agronomía en Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Repositorio institucional de UAAAN.

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7928/T20739%20BRICE%20H%20ALVAREZ%20L%20VALVERDE%20A%20FORMULACION%20DE%20PROYECTOS%20DE%20INVESTIGACION%20EN%20CIENCIAS%20AGRARIAS%201.pdf?sequence=1>

Castelló, D. (2020). *Metodología de la investigación*.

<https://poliformat.upv.es/access/content/user/24389381/Contenido%20abierto%20al%20p%C3%ABlico/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n/3.2%20Metodologi%C3%A1a%20experimental.pdf>

Diario del Huila. (2023). *Cultivos hidropónicos, una nueva alternativa en el Huila*.

<https://diariodelhuila.com/cultivos-hidroponicos-una-nueva-alternativa-en-el-huila/>

Favela, E., Preciado, P., Benavides, A. (2020). *Manual Para La Preparación De Soluciones Nutritivas*.

https://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/unesp_jaboticabal/Manual_Soln_Nutritivas.pdf

FAO. (2019). *Producción de Hortalizas*. <https://www.fao.org/3/as972s/as972s.pdf>

Gómez, L.F., Ríos-Osorio, L.A., Eschenhagen, M.L. (2015). El Concepto De Sostenibilidad En Agroecología. *Ciencias Agropecuarias*. vol.18 No.2.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262015000200005

Galvis, V., González B., Florez, V. (s,f). *Manual De Procesamiento Y Conservación De Lechugas (Lactuca Sativa L.) Variedades Verde Y Morada Crespa Mínimamente Procesadas*. <https://www.uniagraria.edu.co/wp-content/uploads/2018/09/manual-de-procesamiento-y-conservacion-de-lechugas-variedades-verde-y-morada-crespa-minimamente-procesadas.pdf>

Intagri. (2021). *La Hidroponía: Cultivos sin Suelo*.

<https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/la-hidroponia-cultivos-sin-suelo>

Infoagro. (2020). *Enfermedades en hidroponía: Control eficiente*.

https://www.infoagro.com/documentos/enfermedades_hidroponia__control_eficiente.asp

La Vanguardia. (2021). *Cómo plantar tus alimentos en casa y sin usar tierra, lo próximo que todos querrán hacer*.

[https://www.lavanguardia.com/vivo/nutricion/20170125/413630299065/que-es-el-cultivo-hidroponico-ventajas-](https://www.lavanguardia.com/vivo/nutricion/20170125/413630299065/que-es-el-cultivo-hidroponico-ventajas-inconvenientes.html#:~:text=Se%20trata%20del%20cultivo%20hidrop%C3%B3nico,sin%20necesidad%20de%20usar%20tierra.)

[inconvenientes.html#:~:text=Se%20trata%20del%20cultivo%20hidrop%C3%B3nico,sin%20necesidad%20de%20usar%20tierra.](https://www.lavanguardia.com/vivo/nutricion/20170125/413630299065/que-es-el-cultivo-hidroponico-ventajas-inconvenientes.html#:~:text=Se%20trata%20del%20cultivo%20hidrop%C3%B3nico,sin%20necesidad%20de%20usar%20tierra.)

Lema, D.O. (2017). *Evaluación De Tres Soluciones Nutritivas En Hidroponía En El Cultivo De Lechuga (Lactuca Sativa L.) Var. Crispa, En Invernadero, Departamento De horticultura, Cantón Riobamba, Provincia De Chimborazo*. [Tesis de ingeniería agronómica, Escuela

Superior Politécnica De Chimborazo]. Repositorio Institucional ESPOCH.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8174/1/13T0853.pdf>

Martínez, J.H. (2023). *Evaluación de la producción de lechuga hidropónica con captación de agua lluvia, como alternativa de seguridad alimentaria en la vereda merchán del municipio de saboya*. [Tesis de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/55919>

Martínez, M.T (2020). *Monitorización de las variables ambientales durante el transporte de productos perecederos para estimar en tiempo real las pérdidas de calidad*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cartagena]. Repositorio institucional UPCT.

<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/8813/mtmz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mendoza, M.R. (2020). *Aplicación De Soluciones Nutritivas En Variedades De Lechuga En Cultivo Hidropónico Bajo El Sistema Nft*. [Tesis de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio Institucional UTC.

<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4846/1/UTC-PIM-000191.pdf>

Vicentini de Oliveira, D., Magnani Branco, B. H., Costa de Jesus, M., Sepúlveda-Loyola, W., González-Caro, H., Morais Freire, G. L., ... & Nascimento Júnior, J. R. A. D. (2021). Relación entre la actividad física vigorosa y la composición corporal en adultos mayores. *Nutrición Hospitalaria*, 38(1), 60-66.

Ottone, S.A. (2014). *Comportamiento en postcosecha de cvs. de lechuga (Lactuca sativa l.) gx906, drifter y valencia*.

<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/148810/Ottone-%20Comportamiento%20postcosecha%20%282014%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pachón, J. (2020). *Producción y comercialización de lechuga hidropónica (Lactuca sativa L.), como una alternativa económica para pequeños productores de Viotá, Cundinamarca.*

[Tesis de ingeniería agronómica, Universidad de la Salle]. Repositorio Institucional LASALLE.

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1180&context=ingenieria_agronomica

Quirós, J.A. (2016). *Dinámica de la pérdida de peso en hortalizas de hoja durante el almacenamiento.* [Tesis de licenciatura en Ingeniería Agrícola, Universidad de Costa Rica]. Repositorio UCR.

https://www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2016/09/Tesis_Dinamica_perdida_peso_hojas.pdf

Sarmiento, C.P. (2021). *Diseño y desarrollo para el proceso de la línea de ensaladas de verduras prelistas en Carulla Viv elistas en Carulla Vivero S.A.* [Tesis de Ingeniería de Alimentos, Universidad de la Salle]. Repositorio Institucional LASALLE.

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1471&context=ing_alimentos

Sandoval, C. (2004). *Manual Técnico Manejo integrado de Enfermedades en cultivos hidropónicos.* <http://dspace.utalca.cl/bitstream/1950/2931/1/Sandoval.pdf>

Apéndices

Apéndice A

Formato para el registro de variable “peso fresco”

Formato - Registro variable “Peso fresco”						
No. Planta	Tratamiento Uno		Tratamiento Dos		Tratamiento Tres	
	0-175 gr	175,1-350 gr	0-175 gr	175,1-350 gr	0-175 gr	175,1-350 gr
1		x		X	x	
2	x			X		x
...	x		X	X	x	
100		x		X		x

Nota. Se ilustra el formato de toma de registro variable.

Apéndice B

Formato para el registro de variable “Área foliar”

Formato - Registro variable “Área foliar”						
No. Planta	Tratamiento Uno		Tratamiento Dos		Tratamiento Tres	
	5- 10 cm2	10-20 cm2	5- 10 cm2	10-20 cm2	5- 10 cm2	10-20 cm2
1						
2						
....						
100						

Nota. Se ilustra el formato de toma de registro variable.

Apéndice C

Formato para el registro de variable “Color”

Formato - Registro variable “Color”									
No. Planta	Tratamiento 1			Tratamiento 2			Tratamiento 3		
	Verde	Amarillo	Marrón	Verde	Amarillo	Marrón	Verde	Amarillo	Marrón
1									
2									
....									
100									

Nota. Se ilustra el formato de toma de registro variable.

Apéndice D

Formato para el registro de variable “Días duración”

Formato - Registro variable “Días duración”						
No. Planta	Tratamiento Uno		Tratamiento Dos		Tratamiento Tres	
	1 a 5 días	6 a 10 días	1 a 5 días	6 a 10 días	1 a 5 días	6 a 10 días
1						
2						
....						
100						

Nota. Se ilustra el formato de toma de registro variable.