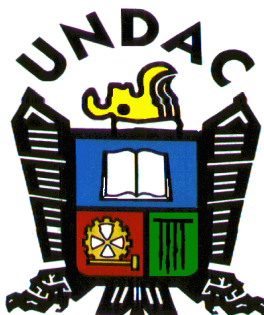


**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Producción de tres variedades de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en hidroponía, con la técnica de película nutritiva (NFT) tipo piramidal, en el Distrito de Huancabamba**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Agrónomo**

**Autores:**

**Bach. Lidia Angelica ALANIA CARRION**

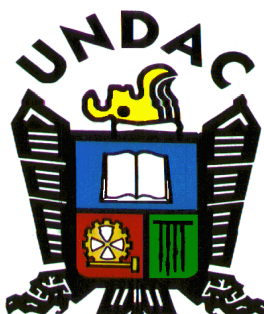
**Bach. Margarita Pilar VERA VERDE**

**Asesor:**

**Mg. Ladislao Cesar ROMERO RIVAS**

**Oxapampa – Perú – 2025**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Producción de tres variedades de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en  
hidroponía, con la técnica de película nutritiva (NFT) tipo  
piramidal, en el Distrito de Huancabamba**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Javier Justo GONZALES ARTEAGA**  
**PRESIDENTE**

---

**MSc. Gilmar Hugo LOPEZ ALEGRE**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Esteban Luis NAVARRO ESPINOZA**  
**MIEMBRO**



**Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Unidad de Investigación**

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 022-2025/UIFCCAA/V**

---

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por  
**VERA VERDE, Margarita Pilar**  
**ALANIA CARRION, Lidia Angelica**

Escuela de Formación Profesional  
**Agronomía – Oxapampa**

Tipo de trabajo  
**Tesis**

**Producción de Tres Variedades de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en Hidroponía, con la Técnica de Película Nutritiva (NFT) Tipo Piramidal, en el Distrito de Huancabamba**

Asesor  
**Mg. ROMERO RIVAS, Ladislao Cesar**

Índice de similitud  
**3%**

Calificativo  
**APROBADO**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti-plagio.

Cerro de Pasco, 24 de mayo de 2025



Firmado digitalmente por HUANES  
TOWAR Luis Antonio FAU  
20154805046 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 24.05.2025 19:18:26 -05:00

Firma Digital  
Director UIFCCAA

c.c. Archivo  
LHT/UIFCCAA

## **DEDICATORIA**

Mi dedicación principal por mi tesis es a Dios, que me ha dado la fuerza necesaria para cumplir mi objetivo.

A mi madre Pilar y abuela Dina, que me han inspirado a seguir adelante con su amor, guía y enseñanzas.

También a mis hermanas, que me han animado a seguir mi impulso y a no rendirme.

Por último, quiero dar las gracias a los demás miembros de mi familia y a mis amigos por obligarme a actuar cuando sentía que no podía seguir adelante.

**Margarita Pilar Vera Verde**

## **DEDICATORIA**

A Dios, sobre todo, a mi madre Angelica y mis hermanos por haberme forjado como la persona que soy; muchos de mis logros se los debo a ustedes, me formaron con valores y apoyo incondicional, me brindaron sus consejos y enseñanzas, siempre me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos. Esto es por ustedes.

**Lidia Angelica Alania Carrión**

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi gratitud a Dios quien con su bendición llena siempre mi vida; a mi madre Pilar Verde y abuela Dina llave, por su gran amor, apoyo incondicional, dedicación y a toda mi familia por estar siempre presente.

Mi profundo agradecimiento a todo el equipo de docentes y administrativos de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión y un agradecimiento especial a toda la Escuela de Agronomía; Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Mg. Ladislao Cesar, ROMERO RIVAS por su tiempo, las enseñanzas y sus conocimientos.

**Margarita Pilar Vera Verde**

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron realidad este sueño, quienes me acompañaron en cada paso, brindándome inspiración, respaldo y fuerza constante; un reconocimiento especial a Dios, nuestro guía y fortaleza en este camino, a mi madre Angelica Carrión y a mis hermanos, gracias a ustedes por demostrarme el amor verdadero y apoyo incondicional.

Mi gratitud también a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, a toda la Escuela de Agronomía y al Mg. Ladislao Cesar, ROMERO RIVAS por la enseñanza de sus conocimientos y paciencia.

**Lidia Angelica Alania Carrión**

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar la producción de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en hidroponía, con la técnica de película nutritiva (NFT) tipo piramidal, en condiciones climáticas del distrito de Huancabamba, con una altitud de 1700 msnm; el diseño experimental utilizado fue bloques completamente al azar (BCA) con cuatro bloques y tres tratamientos: T<sub>1</sub>, variedad Crespa Great Lakes; T<sub>2</sub>, variedad Waldman Green y el T<sub>3</sub>, variedad Black Rose, obteniéndose doce unidades experimentales, resultando lo siguiente: para la variable número de hojas, longitud de hoja y peso de planta, el mejor resultado fue para el tratamiento T<sub>1</sub>, respecto a los demás, probablemente influenciadas por el mejor aprovechamiento de las soluciones nutritivas y condiciones ambientales. En cuanto a las variables: altura de planta y diámetro de tallo fue superior el T<sub>2</sub>, sin embargo, el T<sub>3</sub> obtuvo mayor longitud de raíz. Asimismo, en la variable rendimiento, los tres tratamientos obtuvieron resultados estadísticamente similares. De ese modo se determinó que el T<sub>1</sub> con la variedad Crespa Great Lakes fue la que obtuvo mejores resultados, a consecuencia de las características genéticas de la variedad.

**Palabras clave:** Hidroponía, Sistema NFT, Soluciones nutritivas

## **ABSTRACT**

This research was conducted with the aim of evaluating the production of three lettuce (*Lactuca sativa* L.) varieties using hydroponics with the Nutrient Film Technique (NFT) in a pyramidal system, under the climatic conditions of the Huancabamba district, at an altitude of 1,700 meters above sea level. The experimental design used was a completely randomized block design (CRBD) with four blocks and three treatments: T1 – Crespa Great Lakes variety; T2 – Waldman Green variety; and T3 – Black Rose variety, resulting in twelve experimental units. The results showed that for the variables number of leaves, leaf length, and plant weight, treatment T1 performed best, likely due to more efficient uptake of nutrient solutions and favorable environmental conditions. For plant height and stem diameter, T2 was superior, while T3 had the greatest root length. Additionally, in terms of yield, all three treatments produced statistically similar results. Therefore, it was concluded that T1, with the Crespa Great Lakes variety, achieved the best overall performance, likely due to the genetic characteristics of the variety.

**Keywords:** Hydroponics, NFT System, Nutrient Solutions

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación se centra en el cultivo hidropónico de tres tipos de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el distrito de Huancabamba, empleando el sistema de Técnica de la Película Nutritiva (NFT) con un diseño piramidal. La lechuga se produce tanto en campo abierto como bajo invernadero, lo que permite aumentar la productividad. Sin embargo, es necesario implementar técnicas como la hidroponía, que surge como una alternativa viable para promover métodos aplicables en agricultura intensiva y urbana, facilitando el autoconsumo. Actualmente, la hidroponía juega un rol crucial en el avance agrícola a nivel mundial, debido a factores como el crecimiento poblacional, los cambios climáticos, la degradación del suelo y la escasez y contaminación del agua, que impulsan la búsqueda de nuevas formas para la producción alimentaria.

Es por ello, que en la presente investigación se dará a conocer los resultados obtenidos de la evaluación de las tres variedades de lechuga: Crespa Great Lakes, Waldman Green y Black Rose en hidroponía, con la NFT tipo piramidal, en condiciones climáticas del distrito de Huancabamba, según el Plan de Desarrollo Local Concertado Huancabamba (2018), la Clasificación Climática de Thornthwaite realizada por SENAMHI, Huancabamba presenta 05 tipos de climas, donde la precipitación pluvial anual mínima oscila entre los 200 mm y la máxima 1,500 mm. Siendo el más representativo el B(r) B'1 H4, abarcando la mayor parte del territorio (48,91%), haciendo referencia a una zona de clima semicálido muy lluvioso, con precipitaciones abundantes en todas las estaciones del año, con humedad relativa calificada como muy húmeda.



## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE ANEXOS

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema .....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1.	Delimitación espacial .....	2
1.2.2.	Delimitación temporal .....	2
1.2.3.	Delimitación social .....	2
1.3.	Formulación del problema .....	3
1.3.1.	Problema general .....	3
1.3.2.	Problemas específicos.....	3
1.4.	Formulación de objetivos.....	3
1.4.1.	Objetivo general.....	3
1.4.2.	Objetivos específicos.....	3
1.5.	Justificación de la investigación.....	4
1.6.	Limitaciones de la investigación .....	5

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio. ....	6
2.2.	Bases teóricas – científicas .....	8
2.2.1.	Hidroponía .....	8
2.2.2.	Lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	14
2.3.	Definición de términos básicos.....	17

2.4.	Formulación de hipótesis.....	19
2.4.1.	Hipótesis general .....	19
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	19
2.5.	Identificación de variables .....	19
2.5.1.	Variable independiente (Tratamientos): .....	19
2.5.2.	Variables dependientes: .....	20
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores .....	21

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1.	Tipo de investigación.....	23
3.2.	Nivel de investigación.....	23
3.3.	Métodos de investigación .....	23
3.4.	Diseño de investigación.....	30
3.5.	Población y muestra .....	38
3.5.1.	Población.....	38
3.5.2.	Muestra.....	38
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	38
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	39
3.8.	Tratamiento estadístico .....	39
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica .....	40

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	41
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados. ....	43
4.3.	Prueba de hipótesis.....	52
4.4.	Discusión de resultados .....	52

#### **CONCLUSIONES**

#### **RECOMENDACIONES**

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

#### **ANEXOS**

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Variable independiente evaluada</i> .....	21
<b>Tabla 2</b> <i>Variables dependientes evaluadas</i> .....	22
<b>Tabla 3</b> <i>Composición de la solución Nutritiva</i> .....	28
<b>Tabla 4</b> <i>Variedades de lechuga evaluadas</i> .....	31
<b>Tabla 5</b> <i>Randomización de los tratamientos</i> .....	31
<b>Tabla 6</b> <i>Análisis de varianza (ANOVA)</i> .....	39
<b>Tabla 7</b> <i>Longitud de raíz (cm) a los 15, 30 y 43 ddt</i> .....	43
<b>Tabla 8</b> <i>Prueba de comparación múltiple de Duncan (<math>\alpha=0,05</math>) de la longitud de raíces (cm) de lechuga al momento de cosecha (43 ddt)</i> .....	44
<b>Tabla 9</b> <i>Altura de la planta (cm) a los 15, 30 y 43 ddt</i> .....	44
<b>Tabla 10</b> <i>Prueba de comparación múltiple de Duncan (<math>\alpha=0,05</math>) de la altura de planta (cm) de lechuga al momento de cosecha (43 ddt)</i> .....	45
<b>Tabla 11</b> <i>Número de hojas</i> .....	46
<b>Tabla 12</b> <i>Prueba de comparación múltiple de Duncan (<math>\alpha=0,05</math>) del número de hojas por planta de lechuga al momento de cosecha (43 ddt)</i> .....	47
<b>Tabla 13</b> <i>Longitud de hojas</i> .....	47
<b>Tabla 14</b> <i>Prueba de comparación múltiple de Duncan (<math>\alpha=0,05</math>) de la longitud de hoja de planta (cm) de lechuga al momento de cosecha (43 ddt)</i> .....	48
<b>Tabla 15</b> <i>Prueba de comparación múltiple de Duncan (<math>\alpha=0,05</math>) de la diámetro de tallo (cm) de lechuga al momento de cosecha (43 ddt)</i> .....	49
<b>Tabla 16</b> <i>La variedad Waldman Green (T2) con 1,36 cm presentó el mayor vigor de tallo</i> .....	49
<b>Tabla 17</b> <i>Peso de la lechuga (g)</i> .....	50
<b>Tabla 18</b> <i>Prueba de comparación múltiple de Duncan (<math>\alpha=0,05</math>) del peso de la planta (g) de lechuga al momento de cosecha (43 ddt)</i> .....	50
<b>Tabla 19</b> <i>Rendimiento</i> .....	51

<b>Tabla 20</b> <i>Prueba de comparación múltiple de Duncan (<math>\alpha=0,05</math>) el rendimiento de la planta de lechuga al momento de cosecha (43 ddt).....</i>	51
---	----

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	<i>Vista de corte de la estructura donde se instaló el experimento .....</i>	35
<b>Figura 2</b>	<i>Plano de planta donde se instaló el experimento .....</i>	36
<b>Figura 3</b>	<i>Croquis de una unidad experimental.....</i>	37
<b>Figura 4</b>	<i>Disposición de los tubos con sus distancias entre tubos y plantas .....</i>	38
<b>Figura 5</b>	<i>Ubicación geográfica de la estructura hidropónica .....</i>	42
<b>Figura 6</b>	<i>Proceso de desarrollo de las raíces (cm) .....</i>	43
<b>Figura 7</b>	<i>Altura de la planta .....</i>	45
<b>Figura 8</b>	<i>Número de hojas.....</i>	46
<b>Figura 9</b>	<i>Longitud de hoja.....</i>	48

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Instrumento de recolección de datos - datos originales de las variables del bloque 01.....	10
<b>Anexo 2</b> Instrumento de recolección de datos - Datos originales de las variables del bloque 02.....	11
<b>Anexo 3</b> Instrumento de recolección de datos - Datos originales de las variables del bloque 03.....	13
<b>Anexo 4</b> Instrumento de recolección de datos - datos originales de las variables del bloque 04.....	15
<b>Anexo 5</b> Registro diario de datos ambientales .....	17
<b>Anexo 6</b> Análisis de variancia de longitud de raíz al momento de cosecha (43 ddt), $\alpha=0,05$ .....	18
<b>Anexo 7</b> Análisis de varianza de altura de planta de lechuga, $\alpha=0,05$ .....	18
<b>Anexo 8</b> Análisis de varianza de número de hojas de lechuga, $\alpha=0,05$ .....	18
<b>Anexo 9</b> Análisis de varianza de longitud de hoja de lechuga, $\alpha=0,05$ .....	19
<b>Anexo 10</b> Análisis de varianza del diámetro de tallo de lechuga, $\alpha=0,05$ .....	19
<b>Anexo 11</b> Análisis de varianza de peso de planta de lechuga, $\alpha=0,05$ .....	19
<b>Anexo 12</b> Análisis de varianza del número de cabezas de lechuga por metro lineal, $\alpha=0,05$ .....	20
<b>Anexo 13</b> Toma de datos “longitud de raíz” y “altura de planta” .....	20
<b>Anexo 14</b> Toma de datos “diámetro del tallo” y “número de hojas”.....	21
<b>Anexo 15</b> Toma de datos “longitud de hoja” y “peso de plantas” .....	21
<b>Anexo 16</b> Toma de datos “Rendimiento” .....	22
<b>Anexo 17</b> Instalación de tanque cisterna.....	22
<b>Anexo 18</b> Instalación de caballetes con pendiente de 0,5% .....	23
<b>Anexo 19</b> Acondicionamiento de bandejas e instalación del área de germinación ....	23
<b>Anexo 20</b> Desinfectado del sustrato del semillero .....	24
<b>Anexo 21</b> Siembra de tres variedades de lechuga .....	24

<b>Anexo 22</b> Germinación de semillas .....	25
<b>Anexo 23</b> Preparación de SN al 50% .....	25
<b>Anexo 24</b> Preparación de espuma .....	26
<b>Anexo 25</b> Extracción de plántulas .....	26
<b>Anexo 26</b> Colocación de las plántulas en el vaso y trasplante a la zona de aclimatación .....	27
<b>Anexo 27</b> Inspección constante durante los primeros 10 días en la zona de aclimatación .....	27
<b>Anexo 28</b> Incorporación de SN al 100% al tanque cisterna .....	28
<b>Anexo 29</b> Monitoreo de plagas y enfermedades .....	28
<b>Anexo 30</b> Trasplante definitivo a los caballetes con tubos de 3 pulgadas .....	29
<b>Anexo 31</b> Selección de las mejores plantas y separación de las variedades por bloques. ....	29
<b>Anexo 32</b> Incorporación de agua y soluciones A y B.....	30
<b>Anexo 33</b> Monitoreo de Ph, CE y T°.....	30
<b>Anexo 34</b> Presencia de hongos a nivel radicular.....	31
<b>Anexo 35</b> Enroscamiento en el borde de las hojas.....	31
<b>Anexo 36</b> Aplicación de Macronutrientes vía foliar .....	32
<b>Anexo 37</b> Toma de datos de las características Biométricas.....	32
<b>Anexo 38</b> Cosecha.....	33

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

Aunque su producción principal se concentra en las regiones más templadas y subtropicales, la lechuga (*Lactuca sativa* L.), en sus diversas formas y tonalidades, es una de las hortalizas más consumidas y conocidas del mundo, dentro del grupo de verduras que se consumen crudas en ensaladas, ésta es la más vital por su alto contenido en minerales y vitaminas, así como por su bajo aporte calórico.

En la actualidad, esta hortaliza se cultiva hidropónicamente, al aire libre y en invernaderos, sorteando así las limitaciones impuestas por la luz, el clima y las condiciones del suelo.

La población de Huancabamba consume lechuga procedente de diversos sectores del distrito y de la provincia, donde generalmente se cultiva en pequeños huertos, asimismo estos cultivos suelen estar ubicados en terrenos donde circulan animales domésticos, los cuales pueden ocasionar contaminación del producto. En algunos casos, la lechuga se riega con aguas residuales y en otros casos, se cultiva de manera convencional a ras de suelo;



esto no garantiza que la lechuga esté libre de patógenos afectando la salud humana.

Asimismo, se ha constatado la adaptación de estas plantas a la producción hidropónica; sin embargo, se desconoce cuál es el manejo eficaz para las distintas variedades, ya que este método constituye un medio alternativo para garantizar la calidad higiénica de la lechuga. Actualmente, no existen datos en la provincia que facilite la identificación de las variedades que presentan un rendimiento superior, así como su crecimiento y producción en respuesta al clima local.

La insuficiencia de información sobre los sistemas hidropónicos utilizados en el cultivo de la lechuga en nuestra provincia motivó el inicio de esta investigación. Como resultado, este estudio contribuirá y facilitará la realización de investigaciones tecnológicamente avanzadas y novedosas sobre la evolución y mejora actual de los sistemas hidropónicos en cultivos hortícolas. Además, constituirá una alternativa tecnológica eficiente y sostenible desde el punto de vista medioambiental.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

### **1.2.1. Delimitación espacial**

La presente investigación se desarrolló en el sector Achicayacu caserío Grapanazú, en el distrito de Huancabamba, Provincia Oxapampa, Departamento Pasco.

### **1.2.2. Delimitación temporal**

El desarrollo de esta propuesta investigativa se llevó a cabo en los meses de marzo 2021 hasta diciembre del año 2021.

### **1.2.3. Delimitación social**

La investigación se desarrolló en un área representativa, para mejorar la deficiente calidad sanitaria destinada al consumo humano y proporcionar

conocimiento del manejo del cultivo hidropónico de la *Lactuca sativa* L. a los agricultores y la población interesada.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál es la producción de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en cultivo hidropónico, bajo el sistema de Técnica de Película Nutritiva (NFT) tipo piramidal, en condiciones climáticas del distrito de Huancabamba?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo varían los parámetros biométricos de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en cultivo hidropónico, bajo el sistema NFT, tipo piramidal, en condiciones climáticas del distrito de Huancabamba?
- ¿Cuál será el rendimiento de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en cultivo hidropónico, bajo el sistema NFT, tipo piramidal, en condiciones climáticas del distrito de Huancabamba?

### **1.4. Formulación de objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar la producción de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en hidroponía, con la NFT tipo piramidal, en condiciones climáticas del distrito de Huancabamba.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar la variación de los parámetros biométricos de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en cultivo hidropónico, bajo el sistema NFT, en condiciones climáticas del distrito de Huancabamba.

- Determinar el rendimiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en cultivo hidropónico, bajo el sistema NFT tipo piramidal, en condiciones climáticas del distrito de Huancabamba.

### **1.5. Justificación de la investigación**

En vista que va aumentando la población mundial, el paradigma alimentario está experimentando un cambio de visión: nuestro enfoque "tradicional" de la producción de alimentos se ve amenazado por el cambio climático, el aumento de las sequías, la degradación del suelo, las enfermedades, el exceso de fertilización, la escasez de fósforo, la contaminación del agua, la sobrecarga química, la extinción de los polinizadores y la pérdida de biodiversidad. A medida que aumenta el número de consumidores y minoristas que reconocen estos problemas, aumentan sus exigencias de alimentos sanos y de calidad que tengan un impacto ambiental reducido.

Esta investigación proporcionará al público en general una comprensión de cómo gestionar eficazmente la producción de lechuga en hidroponía con el fin de obtener verduras que sean a la vez higiénicas y nutritivas. Además, al examinar el comportamiento de las variedades de lechuga en la producción hidropónica, los agricultores y las personas interesadas en esta actividad podrán fomentar iniciativas empresariales y ofrecer al sector agrícola una alternativa rentable a la producción de lechuga en hidroponía.

Debido a las circunstancias presentadas, hemos llegado a reconocer la necesidad de cultivar una variedad de lechuga que no sólo genere productos de alta calidad, sino que también promueva la buena salud, como una alternativa al cultivo hidropónico utilizando la técnica NFT.

La hidroponía es una tecnología y método agrícola que tiene el potencial de abastecer alimentos a las futuras zonas urbanas, satisfacer las necesidades

de los consumidores del distrito de Huancabamba y salvaguardar los sistemas ecológicos.

La selección del distrito de Huancabamba se basó en evaluaciones previas al inicio de la investigación. Esta decisión fue motivada por la disponibilidad de espacio adecuado para nuestras actividades prácticas y las condiciones climáticas del distrito, que son propicias para un alto rendimiento de la producción a pesar de la sequía y el frío ocasional. En concreto, el distrito experimenta 650 mm de precipitaciones de enero a marzo, que disminuyen gradualmente durante los meses secos de abril a diciembre.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

La presente investigación tuvo como limitaciones:

- Uno de los factores que influyen en el costo de instalación de un sistema hidropónico es la importante inversión inicial necesaria, que se recupera con el aumento de la producción.
- Obtener insumos en cantidades ínfimas es inalcanzable debido a que el mercado los suministra en volúmenes considerables.
- La falta de conocimientos y experiencia práctica en relación con la implantación de infraestructuras hidropónicas y la gestión de los cultivos dentro de este sistema concreto.
- Los microorganismos, incluidas las bacterias y los hongos, pueden contaminar las fuentes de agua e inducir enfermedades que afectan a las plantas, propagándose rápidamente por el sistema a través del agua.
- Uso de sensores para regular y supervisar continuamente los niveles de nutrientes, el riego y la iluminación es una necesidad absoluta que exige competencia técnica.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio.**

En un estudio realizado por Prado (2018), examinó el impacto de tres concentraciones distintas de nitrato cálcico en el rendimiento de lechuga en cultivo hidropónico, los resultados revelaron que el tratamiento que contenía 0,08% de nitrato de calcio exhibió el mayor rendimiento medio (2,78 kg/m<sup>2</sup>), que fue significativamente mayor que los otros tratamientos; por el contrario, el tratamiento de control produjo el menor rendimiento de lechuga (2,56 kg/m<sup>2</sup>).

Catata (2015), realizó una comparación entre tres variedades de lechuga cultivadas hidropónicamente mediante el sistema NFT piramidal en invernadero, utilizando distintas soluciones nutritivas. Los resultados mostraron que la variedad Bonita alcanzó el mayor peso promedio por planta, registrando 195,43 gramos con la solución La Molina, y un rendimiento de 651,43 kg/ha. En segundo lugar, se ubicó la variedad Waldmans Green con un peso promedio de 138,40 gramos y un rendimiento de 461,33 kg/ha. Finalmente, la variedad Hardy presentó un peso promedio de 124,10 gramos y un rendimiento de 413,66 kg/ha. En cuanto a las soluciones nutritivas, La Molina fue identificada como la más efectiva, y Bonita como la mejor variedad evaluada.

Delgado (2016), realizó una evaluación de tres variedades de lechuga cultivadas en condiciones hidropónicas y tratadas con tres dosis diferentes de fitohormonas y quelatos inorgánicos y orgánicos; los resultados indicaron que la variedad Ensalada, que produjo la mayor cantidad de hojas con 35,07 cm, exhibió el mayor número de hojas, este resultado fue estadísticamente distinto de los valores de 26,60 cm y 29,20 cm de los cultivares Ensaladera verde y Ensaladera roja, respectivamente, se encontró que la respuesta a las diferentes dosis de fitohormonas y quelatos orgánicos e inorgánicos fue consistente.

Pereda (2015), llevó a cabo una evaluación sobre el rendimiento de tres cultivares de lechuga cultivados mediante un sistema hidropónico de raíz flotante. Los resultados revelaron que no existieron diferencias significativas en el rendimiento ni por planta ni por metro cuadrado entre los cultivares analizados. No obstante, el cultivar Waldman Green alcanzó una mayor altura, con 36,55 cm, en comparación con Great Lakes-659 y White Boston, que midieron 32,99 cm y 32,00 cm respectivamente. Asimismo, la variedad White Boston destacó por producir el mayor número de hojas, con un promedio de 37,67 hojas por planta.

En un estudio llevado a cabo por Barrios (2004), se evaluó la respuesta productiva de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas en dos tipos de sustratos mediante técnicas hidropónicas. Los resultados mostraron que la variedad Salinas obtuvo el mayor rendimiento por caja de 1,20 m<sup>2</sup>, alcanzando 3,25 kg, lo que equivale a 270,83 gramos por unidad. Por otro lado, Garzón (2006) analizó el rendimiento de tres variedades de lechuga bajo el sistema NFT (Técnica de la Película Nutritiva) utilizando dos diferentes soluciones nutritivas. Se determinó que la solución 2 —con una composición de N=89, P=26, K=125, Ca=31, Mg=13, Cu=1.1, Fe=2.3, Mn=2.5, Zn=1 y B=0.9 ppm— favoreció un mayor peso de 167 gramos por planta en la variedad Parris. En contraste, las variedades Vulcan y Veronica mostraron pesos

considerablemente menores, con 72 y 52 gramos por planta respectivamente, en comparación con la producción general hidropónica. Finalmente, Cruz (2016) examinó el rendimiento de tres variedades de lechuga (Great Lakes, Grand Rapids Tbr y White Boston) bajo dos sistemas hidropónicos en condiciones semi-controladas en el centro experimental Chocloca. Los hallazgos indicaron que no existieron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento ni en la longitud de raíz entre las variedades evaluadas dentro del sistema NFT.

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Hidroponía**

La hidroponía es un método de cultivo de plantas en el que se utiliza la solución nutritiva, también denominado soporte para las raíces, en lugar de la tierra, el sustrato proporciona un aporte óptimo de nutrientes esenciales para el crecimiento a través de un sistema de riego, lo que se traduce en un mayor volumen de producción que los cultivos convencionales; estos sistemas de producción utilizan sustrato para garantizar la disponibilidad de nutrientes y suspender las raíces de una planta en un medio líquido (solución nutritiva (SN) que contiene los elementos esenciales) evitando la exposición a la luz; si no se hace así, pueden crecer algas dentro de la solución, lo que puede causar diversos efectos perjudiciales, como cambios de color, reducción de la acidez, competencia de nutrientes, menor disponibilidad de oxígeno para las raíces y, en última instancia, disfunción de la planta Gutiérrez (2011).

#### ***Ventajas del cultivo por hidroponía***

Según Castillo (2009), los cultivos hidropónicos han cobrado gran protagonismo en los últimos tiempos debido a sus numerosas ventajas, entre las que destacan la ausencia de contaminación, bacterias, hongos y parásitos en los cultivos; la reducción de los costes de producción, la prevención de la contaminación de los recursos naturales, la producción de cosechas fuera de temporada y de cultivos prematuros y la conservación de agua, fertilizantes,

pesticidas y otros recursos, reduce la necesidad de aparatos agrícolas (tractores, gradas, etc.); el cultivo se manipula con mayor limpieza e higiene; se automatiza una parte importante del proceso; se puede cultivar en zonas de difícil riego y la inversión inicial se recupera rápidamente.

El sistema hidropónico es económicamente viable y medioambientalmente sostenible, contribuyendo así a la conservación del medio ambiente; en este sentido, los beneficios de la hidroponía superan a los de los sistemas basados en el suelo; por ejemplo, ofrece una mejor regulación de la temperatura ambiental y la nutrición durante todo el proceso de crecimiento de los vegetales, tiempos de producción de alimentos más cortos y un menor uso de agua, todo lo cual ayuda a mitigar los efectos adversos para el medio ambiente y la salud humana Beltrano y Gimenez (2015).

#### Técnicas hidropónicas

Cajo (2016), explica que las técnicas de producción hidropónica pueden clasificarse en función del medio de crecimiento en el que se desarrollan los sistemas radicales de las plantas; estas técnicas incluyen la aeroponía, las técnicas de película de nutrientes (NFT), la hidroponía flotante y las técnicas de medio líquido (NFT); además, se pueden utilizar arena, grava y otros sustratos para el cultivo.

Alvarado et al. (2001), identifican las técnicas de cultivo más prevalentes como cultivo de raíces flotantes y NFT en agua, sistemas de columna, aeropónicos y otros.

#### ***Sistema Técnica de la Película de Nutriente (NFT)***

El sistema NFT, también conocido como sistema de recirculación continua, funciona según el principio de recircular constantemente la SN a través de una secuencia de canales de PVC conocidos como canales de cultivo; esta recirculación facilita el aporte de nutrientes esenciales a la planta a través de las



raíces, que quedan suspendidas de los vasos del contenedor para asegurar un crecimiento óptimo Carrasco et al. (1996).

Soria (2012), menciona que la vía de recirculación dirige la SN a un contenedor oscuro para evitar la exposición a la luz solar y el crecimiento de algas, el agua que contiene la solución se impulsa a través de cada canal mediante una electrobomba y se recircula a intervalos predeterminados bajo el control de un temporizador, este sistema en particular es más apropiado para el cultivo de plantas de tallo corto o frondosas.

Cabezas (2018), destaca que la demanda de oxígeno disuelto para la lechuga es de 3-4 mg O<sub>2</sub>/L de solución nutritiva, con una temperatura SN de 15 a 25 °C, un pH de 6,0 a 6,5 y un C.E. inferior a 2,4 ds/m.

– **Ventajas del NFT:**

Según Inca (2013), la Técnica de la Película Nutritiva (NFT) sobresale frente a otros métodos hidropónicos debido a la notable calidad que logra en diversos productos hortícolas en tiempos de cultivo relativamente cortos, además de su alto rendimiento. Esto se debe a que el suministro continuo de agua y nutrientes minerales facilita un crecimiento sin estrés, permitiendo que las plantas alcancen su máximo potencial productivo.

– **Desventajas del NFT:**

Respecto a las limitaciones del sistema, Inca (2013) señala que incluyen el elevado consumo energético, así como la necesidad de formular y monitorear constantemente el pH y la salinidad de la solución nutritiva. Aunque el principal inconveniente sea el alto costo inicial de implementación, este se considera rentable cuando se analiza desde una perspectiva de inversión a largo plazo.

– **Factores a considerar en la producción de cultivos con NFT**

De acuerdo con Cajo (2016), para un adecuado cultivo bajo el sistema NFT es fundamental considerar varios factores clave. Entre ellos, la

temperatura de la solución nutritiva debe mantenerse entre 13 y 15 °C para evitar una reducción en la absorción de nutrientes. En cuanto al pH, el intervalo ideal para la mayoría de cultivos se sitúa entre 5,5 y 6,5. También es importante controlar la conductividad eléctrica, cuyo rango óptimo, para prevenir la deshidratación causada por exceso de sales o deficiencias nutritivas, está entre 1,5 y 3 mS/cm (equivalente a 750–1500 ppm). En el caso específico de las hortalizas, se recomienda que la longitud del canal no exceda los 20 metros, con una separación entre plantas de 15 a 30 centímetros. Además, la inclinación adecuada del canal debe encontrarse entre 1.5% y 2%.

### ***Etapas del cultivo hidropónico, técnica NFT***

Según Castañares (2009), el ciclo de cultivo de las especies foliares se clasifica convencionalmente en tres etapas diferenciadas: la etapa inicial, conocida como "siembra-trasplante", abarca una duración de 15 a 28 días, la segunda que puede durar de 21 a 28 días, se emplean tubos de menor diámetro (aproximadamente 60 mm) en sistemas NFT y la tercera etapa, que también dura de 21 a 28 días, se utiliza una mayor distancia entre plantas y un diámetro de tubo mayor (de 80 a 110 mm) en sistemas NFT.

### ***Solución nutritiva (SN)***

Según De Galdeano et al. (2003), el desarrollo de soluciones minerales para cultivos hidropónicos no se produjo hasta el siglo XIX, los botánicos alemanes Julius von Sachs y Wilhelm Knop fueron los primeros en proponer el uso de "cultivos en solución" con fines agrícolas comerciales en 1928, su método de "cultivo en solución" les permitió desarrollar soluciones con nutrientes minerales para el cultivo sin suelo en la década de 1860.

Barrera y Hernández (2010), mencionan que la SN, es un conjunto de sales disueltas en agua, presenta variaciones de proporción en función de la especie y del análisis del agua de riego, esta SN suministra a la planta los

nutrientes esenciales y debe encontrarse en un estado equilibrado y armonioso, la formulación de la SN es determinada por el examen del sustrato utilizado, la calidad del agua, la etapa fenológica de la especie a ser cultivada y los requisitos de la especie.

Según Favela et al. (2006), un nutriente se considera esencial para las plantas si cumple con tres condiciones principales: primero, que la planta no pueda completar su ciclo vital sin la presencia de dicho elemento mineral; segundo, que las funciones que desempeña ese nutriente no puedan ser reemplazadas por otro; y tercero, que participe de manera directa en los procesos metabólicos de la planta.

Favela et al. (2006), plantean que existen parámetros o indicadores dentro del SN que requieren control e interpretación, entre ellos, la temperatura, la conductividad eléctrica, la concentración de nutrientes, el contenido de oxígeno disuelto y el pH aparecen como los más críticos.

#### – **pH**

Barrios (2004), afirma que la disponibilidad de nutrientes depende del pH, por lo tanto, es prudente mantener la SN entre 5,5 y 6,5, un rango en el que la planta puede absorber nutrientes.

Según Favela et al. (2006), el pH es el indicador más importante en las soluciones de suelo e hidropónicas porque determina la disponibilidad de nutrientes y previene posibles problemas causados por un nivel alto o bajo; también señalan que el pH no es constante y cambia debido a varios factores, como la temperatura de la solución, las fluctuaciones de la temperatura ambiental, un desequilibrio en el contenido de cationes y aniones de la SN y la calidad del medio hidropónico.

#### – **Conductividad Eléctrica (CE)**

Santos y Ríos (2016), consideran la CE como la cantidad de iones disueltos, la CE representa la cantidad de iones disueltos en la SN,

comúnmente se denota en dS/m o mS/cm y se calcula utilizando la conductividad eléctrica de elementos específicos; específicamente, la lechuga con una CE de 1,3 dS/m permanece libre de pérdidas, sin embargo, la lechuga no presenta pérdidas de rendimiento con una CE de 1,3 dS/m, pero a medida que aumenta la CE, su rendimiento disminuye un 10 % a 2,1 dS/m, un 25 % a 3,2 dS/m y hasta un 50 % a 5,1 dS/m; a pesar de su capacidad para soportar niveles de salinidad de hasta 5,1 dS/m, la lechuga se clasifica como un cultivo sensible a la salinidad debido a su valor inicial comparativamente bajo para un rendimiento del 100 % en comparación con otros cultivos; para las hortalizas cultivadas en hidroponía, lo ideal es un valor entre 2 y 4 dS/m, mientras que el rango típico es de 800 ppm a 1000 ppm.

– **Concentración de nutrientes**

La vida útil de la solución viene determinada principalmente por la concentración de iones que no son utilizados por las plantas; por término medio, una SN ajustada semanalmente tiene una vida media de dos meses, si no se realizan análisis semanales (CE y pH), se aconseja que se produzca un cambio completo de la SN en un plazo de cuatro a seis semanas Lacarra y Garcia (2011).

– **Oxígeno disuelto**

La SN es un componente crítico de este sistema de NFT, ya que facilita la redistribución de nutrientes a través del líquido y la oxigenación de la solución Martinez y Gómez (2022).

Según Chang et al. (2000), una oxigenación insuficiente provoca la fermentación de la solución, en consecuencia, el deterioro de las raíces, que se atribuye a la proliferación de microorganismos.

– **Temperatura de la solución nutritiva**

Favela et al. (2006) indican que la temperatura de la solución nutritiva (SN) influye directamente en la absorción de agua y nutrientes por las plantas. La temperatura ideal para la mayoría de ellas es alrededor de 22 °C, ya que una disminución en la temperatura de la solución provoca una menor absorción de agua y nutrientes, generando deficiencias en elementos como calcio, fósforo y hierro cuando baja de 15 °C. Por su parte, AgroCabildo (s.f.) señala que temperaturas demasiado bajas en la solución reducen la tasa metabólica de las raíces y dificultan la absorción de nutrientes, limitando el crecimiento vegetal. De igual forma, temperaturas excesivamente altas también afectan la absorción mineral. En general, el rango óptimo de temperatura para la mayoría de cultivos se encuentra entre 18 y 25 °C.

**2.2.2. Lechuga (*Lactuca sativa* L.)**

Según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI (2012), la lechuga es un cultivo hortícola destacado en nuestro país, ocupando una importante superficie agrícola, siendo un total de 1746 ha, es decir, el 2,67 % del total de la superficie nacional plantada de hortalizas.

De acuerdo a Japon (2007), la lechuga (*Lactuca sativa* L.), es una planta anual dicotiledónea autógama, tiene un ciclo de crecimiento corto, entre 55 y 75 días desde la siembra hasta la cosecha; sin embargo, la duración exacta está sujeta a variaciones en función de los cultivares específicos y de las regiones en las que se cultiva.

Davis et al. (2002), mencionan que, desde su domesticación a partir de especies asilvestradas, la lechuga se ha convertido en un ingrediente habitual de ensaladas y en guarnición de platos gourmet en todo el mundo.

Biamonte et al. (1984), dan a conocer que las raíces de la lechuga son oscuras, asimismo, teniendo en cuenta su condición de cultivo domesticado, su

origen más probable se remonta a las costas meridional y sudoriental del Mediterráneo, desde Egipto hasta Asia Menor, esta hipótesis se ve respaldada por la observación de una planta de lechuga ad hoc, casi silvestre, en esta región.

### ***Descripción morfológica***

La planta herbácea anual estudiada se autopoliniza, presentando una baja tasa de alogamia, que varía entre el 1 % y el 3 %. Su crecimiento inicia en forma de roseta y, una vez culminada la etapa vegetativa, inicia la floración, durante la cual desarrolla un tallo floral ramificado que puede medir entre 0.5 y 1.5 metros de altura (Galván et al., 2008). Según Edmond et al. (1984), el sistema radicular de una planta adulta de lechuga es considerable y de extensión moderada, con ramificaciones principales que se extienden lateralmente entre 15 y 20 cm antes de dirigirse hacia el suelo. La inflorescencia corresponde a una panícula, y las flores, que son perfectas (hermafroditas), cuentan con un ovario y cinco estambres, siendo comúnmente autopolinizantes (Tamaro, 1976).

Malca (2001), menciona que la inflorescencia comprende conjuntos de 15 a 25 flores amarillas ramificadas; las semillas son alargadas (4-5 mm) y predominantemente de color blanco cremoso, aunque también se dan variedades marrones y pardas.

El fruto, también conocido como semilla, es un aquenio de forma ovalada, oblonga y ligeramente arqueada, consta de siete a nueve costillas longitudinales Galván et al. (2008).

En relación con la latencia de las semillas, Vallejo y Estrada (2004), afirman que éstas presentan una mayor sensibilidad a las temperaturas elevadas, ya que inducen un estado conocido como latencia termo inducida, es aconsejable abstenerse de cosechar semillas a temperaturas superiores a 25 °C; en su lugar, se recomienda hacerlo dentro del intervalo de temperaturas de

15° a 20 °C; además, pueden aplicarse diversas técnicas, entre ellas almacenar las semillas durante un mínimo de dos meses y someterlas a choques de frío tras remojarlas en agua de 2 a 6 °C durante dos días.

Según Hernández (2014), la fenología de la lechuga consta de cinco etapas diferenciadas:

**Germinación:** Esta fase abarca una duración de 7 a 10 días, requiere condiciones de humedad elevada y se debe evitar la luz directa; la temperatura ideal para la germinación se sitúa entre 15 y 20 °C, las temperaturas superiores a 28 °C perturban o impiden el proceso de germinación.

**Plántula:** Esta fase consiste en un crecimiento gradual y delicado, que puede prolongarse un máximo de tres a cuatro semanas, las plántulas o los plantones destinados al cultivo en invernadero pueden utilizarse a partir de las dos semanas de iniciado el proceso, durante esta fase, comienza a desarrollarse la yema apical.

**Desarrollo de la roseta:** La plántula experimenta una alteración observable en su aspecto debido a la desaparición de los pecíolos y la adopción de una forma de hoja esbelta, con lo que la planta adquiere un aspecto de roseta; dependiendo de la variedad, las plántulas pueden comprender de 11 a 15 hojas verdaderas.

**Formación de cabeza:** Las hojas internas se unen en una "cabeza" más o menos compacta cuando la planta alcanza la madurez; la configuración específica de esta "cabeza" difiere según la variedad y las circunstancias climáticas. Se distingue porque las hojas son más anchas que largas; además de ser curvadas por el eje de la nervadura central y las hojas en posición erecta.

**Floración:** Cuando la cabeza pierde calidad, tomando una forma alargada; se da la elongación del tallo y emisión de las inflorescencias y posteriormente la presencia de semillas.

### ***Variedades de lechugas estudiadas***

- **Lechuga Crespa Great Lakes**

De acuerdo con Agrosad (s.f.), esta variedad se caracteriza por producir repollos de gran tamaño, cuyas hojas son gruesas, anchas, arrugadas y con un brillo notable. Presentan una textura muy crujiente y resistencia a la quemadura en las puntas. El tamaño promedio de los repollos oscila entre 20 y 25 cm, y el ciclo de cosecha es relativamente breve, ocurriendo entre los 60 y 90 días después del trasplante.

- **Lechuga Waldman Green**

Rodeo (2020), menciona que, es una variedad destacada por su tolerancia a la floración precoz y su resistencia a las bajas temperaturas, lo que la convierte en una opción ideal para climas frescos. Esta planta se caracteriza por su rústica apariencia de un intenso color verde oscuro, alcanzando un peso medio de 400 g y un tamaño promedio de 40x20 cm, con un ciclo de cultivo de 60 a 70 días.

- **Lechuga Black Rose**

Agrosad. (s.f.), menciona que la lechuga Black Rose es una variedad tipo Batavia que destaca por su color rojo oscuro brillante y su gran vigor, ofreciendo un alto rendimiento en cultivos. Con un período de madurez de 50 a 55 días después de la siembra, sus voluminosas hojas gruesas son perfectas tanto para siembras a campo abierto como para sistemas hidropónicos.

### **2.3. Definición de términos básicos**

- **Hidroponía:** Método Es una técnica agrícola que emplea soluciones minerales en lugar de suelo; el término “hidro” hace referencia al agua y “ponos” significa trabajo.



- **Técnica de Película Nutritiva:** NFT (Nutrient Film Technique) es un sistema de recirculación de solución nutritiva que puede ajustarse para una circulación intermitente o continua, funciona sin necesidades de oxígeno, ya que éste se genera internamente dentro del canal de circulación, donde un estado generador de humedad genera oxígeno en el extremo superior de la raíz y que sólo se sumerge en el extremo inferior, este suministro de oxígeno permite a la planta crecer a un ritmo acelerado gracias a su mayor disponibilidad para la planta.
- **Inocuo:** El término "inocuo" significa "inofensivo", es la antítesis de peligroso, ya que su aplicación, inhalación o ingestión no tienen consecuencias negativas.
- **Sustancia Nutritiva:** Es la combinación de varios nutrientes para favorecer al crecimiento de las hortalizas.
- **Parámetro biométrico:** Los datos personales se refieren a la información relativa a los atributos distintivos de un individuo, incluidas las características físicas, fisiológicas y de comportamiento, que se utilizan junto con sistemas o procesos tecnológicos para permitir y garantizar la identificación de una persona física.
- **Sanidad:** Mediante el componente de Sanidad Federalizada, la SAGARPA busca mejorar la sanidad e inocuidad de las industrias acuícola, agroalimentaria y pesquera del país.
- **Conductividad Eléctrica:** Significa la concentración de sodio en la solución. De 1,5 a 2,5 mS/cm de conductividad eléctrica es suficiente para el desarrollo óptimo de los cultivos. Donde la unidad mS/cm significa Siemens por centímetro, hace referencia a la capacidad de una solución para conducir electricidad.

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Una de las variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en hidroponía, con la NFT tipo piramidal, presentará mayor producción bajo las condiciones climáticas del distrito de Huancabamba.

### **2.4.2. Hipótesis específica (HE)**

- HE1: Una de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en cultivo hidropónico, bajo el sistema NFT, presentará parámetros biométricos significativos bajo las condiciones climáticas del distrito de Huancabamba.
- HE2: Una de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en cultivo hidropónico, bajo el sistema NFT, presentará un rendimiento significativo bajo las condiciones climáticas del distrito de Huancabamba.

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variable independiente (Tratamientos):**

Son los tres tratamientos, cada uno de ellos, es una variedad de lechuga evaluada:

Las características de las variedades son las siguientes:

#### ***Lechuga crespa Great Lakes***

La lechuga roseta tiene una hoja de unos 25-30 cm de diámetro y es ligeramente rígida. La cabeza tiene una periferia dentada y plegada en forma de faldón plisado; sus hojas varían en color del verde pálido al verde oscuro; puede alcanzar un peso máximo de un kilogramo; es compacta, extremadamente delicada y frágil.

### ***Lechuga orgánica Waldman Green***

Este cultivar en particular se distingue por su follaje flexible, su atractivo tono verde, sus venas limitadas y su notable adaptabilidad a condiciones climáticas templadas.

### ***Lechuga Black Rose***

Esta lechuga se distingue por su sabor ligeramente acre, sus variadas hojas teñidas de púrpura, su consistencia seca pero dulce y su coloración verde oscura. La lechuga rica en minerales, comprende zinc, magnesio, fósforo y potasio, entre otros.

#### **2.5.2. Variables dependientes:**

##### **a) Parámetros biométricos**

***Longitud de raíz (cm):*** Se midió la longitud de las raíces desde la base del tallo hasta el ápice de la raíz, utilizando una cinta métrica (Anexo 13).

***Altura de planta (cm):*** Se midió la planta de lechugas desde la base, hasta la parte superior de la cabeza, se utilizó una cinta métrica (Anexo 13).

***Diámetro del tallo (cm):*** Se midió el grosor del tallo a nivel del cuello de la planta durante la cosecha, para ello se utilizó un vernier (Anexo 14).

***Número de hojas (N°):*** Se contó el número de hojas por planta en la cosecha (Anexo 14).

***Longitud de la hoja (cm):*** Se midió la longitud de las 3 hojas más grandes, para ello se utilizó una cinta métrica, este proceso se realizó durante la cosecha, al obtener dichos datos se promedió para determinar la longitud de hojas (Anexo 15).

***Peso de planta (g):*** Durante la cosecha se pesó la planta de lechuga (cabeza), usando una balanza de precisión (Anexo 15).

## b) Rendimiento

Se determinó contando el número de cabezas de lechuga por metro lineal (Anexo 16).

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

En la tabla 1, se presenta la variable independiente evaluada.

**Tabla 1** Variable independiente evaluada

Variable independiente	Concepto	Dimensión	Indicador
<b>Variedades de lechuga</b>	Material	Lechuga crespa Great Lake	Tratamiento 1 – T <sub>1</sub>
	vegetativo con características deseables de		
	parámetros biométricos establecidos.	Lechuga orgánica Waldma Green	Tratamiento 2 – T <sub>2</sub>
		Lechuga Black Rose	Tratamiento 3 – T <sub>3</sub>

**Nota.** Variable independiente evaluada

En la tabla 2, se puede presenciar las variables dependientes evaluadas.

**Tabla 2** Variables dependientes evaluadas

<b>Variables dependientes</b>	<b>Concepto</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>
<b>1. Parámetros biométricos</b>			
Longitud de raíz	Se refiere a la longitud que va desde la base del tallo hasta la punta de la raíz.	cm	Longitud desde la base hasta el ápice de la raíz.
Altura (porte) de plantas	Se refiere a la distancia que abarca desde la base hasta la parte más alta de la cabeza.	cm	Longitud desde la base hasta el ápice de la hoja.
Diámetro del tallo	Medida del grosor del tallo a nivel del cuello de la planta	cm	Grosor del tallo.
Número de hojas	Conteo del número de hojas por planta	Nº	Nº de hojas por planta.
Longitud de la hoja	Medida de la longitud de las 3 hojas más grandes por planta	cm	Longitud desde su base hasta el ápice.
Peso de planta	Peso de la planta de lechuga	g	Peso de la planta completa
<b>2. Rendimiento</b>	Conteo del número de cabezas de lechuga por metro lineal	Nº	Nº de cabezas de lechuga/ metro (lineal)

**Nota.** Variables dependientes evaluadas

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

La investigación experimental se realiza utilizando métodos científicos que permiten identificar las causas y consecuencias de un fenómeno. Este tipo de estudio, clasificado dentro de la investigación cuantitativa, se enfoca en obtener datos numéricos que pueden ser medidos y analizados estadísticamente. Para llevar a cabo esta modalidad, se manipulan variables, se emplean grupos de control y se monitorean los efectos y resultados derivados de dichas manipulaciones.

#### **3.2. Nivel de investigación**

Aplicada; porque se enfoca en resolver problemas específicos; por lo tanto, esta investigación puede ayudar a encontrar soluciones concretas y prácticas. La investigación aplicada hace referencia a buscar soluciones que puedan ser implementadas en contextos reales, así mismo, no solo se limita a la generación de nuevos conocimientos, sino que también se ve enfocada en la transferencia de dichos conocimientos a la práctica, contribuyendo así a la innovación y al desarrollo de soluciones que beneficien a la sociedad.

#### **3.3. Métodos de investigación**

La investigación se desarrolló en tres fases:

### **3.3.1. Fase preliminar**

Se ubicó el terreno en el sector Achcayacu caserío Grapanazú, en el distrito de Huancabamba, Provincia Oxapampa, Departamento Pasco, donde se construyó la infraestructura del invernadero.

### **3.3.2. Fase de campo**

Los trabajos de campo se realizaron de forma permanente con el manejo agronómico del cultivo.

### **3.3.3. Fase de gabinete**

Se realizó actividades como: ordenar los datos, sacar promedios, obtener tablas de datos, procesar los datos para obtener los resultados que fueron interpretados, finalmente se realizó la redacción.

El trabajo se desarrolló de la siguiente manera:

#### **a. Construcción de la infraestructura**

##### ***Armado del invernadero***

Se estableció el terreno con un área de 108 m<sup>2</sup> en proporción 3:4, además de tener una orientación donde el sol recorra los extremos de los laterales de la cobertura, dicho terreno fue nivelado y compactado, libre de piedras y maleza. Se realizó el trazo de los ejes horizontales y verticales ubicando los puntos a excavar para plantar los soportes de bambú para la cobertura y de los caballetes.

Para las columnas se preparó los bambúes de 4 m y 6 m de longitud y 5 pulgadas de diámetro, para las vigas se preparó bambúes de 6 m lineales de longitud y 5 pulgadas de diámetro, finalmente para los soportes de los caballetes se preparó bambúes de 3 m lineales y 4 pulgadas de diámetro.

Se procedió con la excavación de 80 cm de profundidad y 30 cm de diámetro para las columnas y de 60 cm de profundidad y 25 cm de diámetro para los soportes de los caballetes, a continuación, se colocó las columnas con concreto, se recomienda apuntalarlo por 24 horas con la finalidad de

asegurar la correcta verticalidad; posterior a ello se procedió con la colocación de soporte de los caballetes, usando de igual manera concreto para las bases y en la parte superior se fijó a las columnas.

Se inició con la instalación de vigas las cuales fueron fijadas con espárrago de 5/16 pulgadas, más tuercas en los laterales superiores de las columnas, posterior a ello se instaló la cobertura plástica “agrofilm” de 200  $\mu$ m, la cual fue fijada en un extremo con grapas y se extendió hasta el otro extremo para ser también fijadas con grapas, este proceso se ejecutó durante el día y con presencia del sol, a fin de que al tener temperaturas bajas este quede completamente tendido “templado”.

### ***Instalación de los caballetes***

Culminada la infraestructura se realizó los siguientes trabajos preliminares a la instalación de caballetes (soporte de los tubos):

- Se pintó las tuberías de PVC en color blanco con pintura esmalte, esta actividad se realizó con el objetivo de que los tubos de PVC no absorban el calor emitido por el sol.
- Las perforaciones de los orificios fueron de 2 pulgadas, cada 20 cm en los tubos de 3 pulgadas de diámetro y en los tubos de 2 pulgadas el distanciamiento de orificios fue de 15 cm.
- Se trazó los distintos niveles de las líneas que conforman cada caballete en los soportes inclinados.

Se inició con la instalación de caballetes uniendo a presión los tubos (sin pegamento) colocando tapones a los extremos, las redes de inyección y retorno de SN fueron enterradas y controladas con llaves de paso de media pulgada, como parte final de la implementación se instaló un tanque cisterna de 1100 L y una bomba periférica de 0,5 hp de potencia (Anexo 17), que permite impulsar los nutrientes a cada línea de los caballete, esto se realizó por 18 veces al día con la ayuda de un “time”, un artefacto



eléctrico que permitió programar y accionar automáticamente la bomba periférica.

Los tubos que formaron los caballetes mantuvieron una pendiente menor al 0,5% (Anexo 18).

## **b). Manejo agronómico**

### ***Preparación del semillero***

Se armó una superficie plana de madera de 2 m de largo por 1 m de ancho con una pequeña inclinación (pendiente) y cubierta de plástico.

Se colocó una manguera en la parte superior de la superficie donde se conectaron los inyectores para el transporte de la sustancia nutritiva y en la parte inferior un tubo de 3 pulgadas para la recolección del excedente de dicha solución.

Se trabajó con bandejas de plástico previamente acondicionadas con agujeros para el ingreso de tres inyectores y pequeños orificios en la parte inferior para el desfogue (Anexo 19).

### ***Lavado del sustrato***

El insumo empleado para el semillero fue de arena, debidamente desinfectada y remojada con lejía por dos horas y posteriormente se enjuagó hasta que el olor y color desaparezcan, este procedimiento se realizó aproximadamente 8 veces (Anexo 20). Luego se vertió la arena a las tres bandejas de manera uniforme y al ras de cada una (Anexo 21).

### ***Siembra y cuidado de las plántulas***

Una vez listas las bandejas con el sustrato se realizó la siembra, a través del método a chorro continuo en hileras o líneas continuas a 5 cm de distancia entre ellas y a una profundidad de 1 cm (Anexo 21), posteriormente se colocó una tela sobre las bandejas para mantener la humedad y oscuridad.

Se regó la semilla únicamente con agua hasta que ésta germine, el tiempo de riego fue de tres minutos a las 6:00 am y de dos minutos a las 6:00 pm, segregando alrededor de 2,5 L durante del día.

Después de la siembra, las semillas de la lechuga crespa germinaron a los 4 días y las lechugas orgánica y black rose a los 5 días, una vez germinada, se retiró la tela de las bandejas (Anexo 22).

Ya germinada las semillas se procedió a preparar la SN que indica la tabla 3, al 50 % de concentración (Anexo 23).

A partir del 6to día, hasta los 14 días de sembrada la semilla, se procedió a regar diariamente con la SN al 50 % previamente preparada.

### ***Trasplante al área de aclimatación***

Previo al trasplante de las plántulas de lechuga, se realizó el corte de la espuma con una medida de 2 x 2 cm (Anexo 24) que se colocó en la base de dichas plántulas.

Una vez que las plántulas obtuvieron las 5 hojas verdaderas que fueron alrededor de 14 días, estas fueron extraídas cuidadosamente del sustrato con la ayuda de una paleta de madera debidamente desinfectada (Anexo 25).

Se lavaron las raíces con agua con el debido cuidado y evitando la destrucción de las mismas y cuando estuvieron limpias se colocó en la base de la plántula una espuma, posteriormente se colocó dentro de un vaso pequeño de plástico, el cual tenía un orificio en la base que encaje con el diámetro del tubo de 2 pulgadas (Anexo 26), luego se realizó el trasplante, colocando los vasos con la plántula en el caballete en la zona de aclimatación (Anexo 26), es ahí donde permanecieron aproximadamente 10 días para su respectiva aclimatación, durante ese período se realizó evaluaciones continuas para evitar cualquier inconveniente con las plantas (Anexo 27).

Se preparó el tanque de suministro de la SN como lo indica en la tabla 3 al 100 % y las raíces estuvieron en contacto directo con la SN en el sistema NFT.

Se agregó la SN a los tanques en una proporción de solución “A” 5 L x 1000 L de agua y de la solución “B” 2 L x 1000 L de agua (Anexo 28).

**Tabla 3** Composición de la solución Nutritiva

<b>Solución A, para 5 L agua</b>		
Nitrato de potasio	553g	13N – 38K
Nitrato de calcio	1070g	15.5N – 19Ca
Fosfato monoamónico	148g	27P – 12N
<b>Solución B, para 2 L de agua</b>		
Sulfato de magnesio	405g	10Mg – 13S
Sulfato de cobre	0,22g	25Cu – 12S
Sulfato de manganeso	1,86g	32 Mn – 18S
Sulfato de zinc	0,65g	21Zn – 10S
Ácido bórico	3 g	17B
Molibdato de amonio	0,028g	54Mo
Quelato de hierro EDTA	38g	13Fe

El riego que se realizó durante los 14 días de aclimatación fue de 2 min. cada hora entre el horario de la mañana de 6:00 am hasta las 11:00 am y de dos minutos cada media hora durante las horas más calurosas del día que fueron de 12:00 m hasta las 3:00 pm y volvió a la misma programación de la mañana a partir de las 4:00 pm hasta las 6:00 pm.

Diariamente se realizó la observación de las plantas a fin de monitorear la presencia de plagas y/o enfermedades y durante este tiempo no se detectó la presencia de ninguna (Anexo 29).

### ***Trasplante definitivo y manejo agronómico***

Finalmente se realizó el trasplante al sistema hidropónico definitivo en los tubos de 3 pulgadas (Anexo 30), a partir del 28avo día después de la siembra y en esta etapa la planta permaneció por 24 días hasta su cosecha, durante este periodo se realizaron diferentes labores culturales como:

Se extrajeron las plántulas del área de aclimatación, de manera cuidadosa para no romper las raíces, se seleccionaron las plantas con mejor porte (Anexo 31) y se descartaron aquellas que presentaban características no favorables.

Los caballetes que contenían los tubos de 8,85 m y 3 pulgadas fueron conformados por bloques divididos en tres partes similares, en ellos se colocaron las tres variedades (Anexo 31).

Se realizó la primera toma de medidas biométricas establecidas como variables, en las 20 plantas seleccionadas al azar por cada variedad. Se agregó 200 L de agua a cada tanque, conjuntamente con la solución “A” 1 L y solución “B” 400 ml (Anexo 32). Las raíces fueron irrigadas con la SN en constante recirculación, a razón de cada 40 min. por las mañanas y cada 20 min. por las tardes, esto último debido a que el calor evaporó más rápido la SN, dicha frecuencia fue activada por el timer.

Se monitoreó el pH, CE, y la T° (Anexo 33) durante todos los días, los datos obtenidos se escribieron en una tabla (Anexo 05).

A los 3 días de transportadas las plantas a campo, se apreció que la CE era baja (1930 pp/m) por lo tanto se agregó 400 L de agua, 2 L de solución A y 800 ml de solución B.

A los 7 días se denotó la CE a un 1940 pp/m, se agregó 400 L de agua, solución “A” 2 L y solución “B” 800 ml.

Al 12avo día de las plantas en campo definitivo se presenciaron hongos en la raíz de algunas plantas (Anexo 34), por esta razón se aplicó 25 gr de metalaxil y 80 gr de mancozeb.

También se observó en algunas lechugas el enroscamiento del borde de las hojas (Anexo 35) que indicó deficiencia de Ca por ello se aplicó WUXAL-CALCIO (Macronutrientes N, MgO, Ca) en una proporción de 30 ml x 10 L de agua, (Anexo 36); el mismo día se verificó que el pH de la SN era de 5,8, por lo cual se agregó 20 ml de hidróxido de sodio, éste fue mezclado en 2 L de agua.

Al 15avo día se realizó la 2da evaluación de las características biométricas, en las plantas seleccionadas (Anexo 37).

Debido a que el pH se encontró en 5,3 se agregó hidróxido de sodio 30 ml disuelto en 2 L de agua, también la C.E se encontró en 2079 pp/m por lo que se agregó 400 L de agua y 2 L de solución A, asimismo 800 ml de solución B.

A los 20 días debido a que la CE se encontró en 2110 se agregó 200 L de agua con una dosis de 100 ml de solución A y 40 de solución B.

Transcurridos los 7 días de la aplicación del fungicida y el foliar de Ca, se procedió a aplicar nuevamente en la misma proporción que la primera vez.

El día 25, se realizó la última evaluación de las características biométricas de las plantas seleccionadas. Se procedió con la cosecha (Anexo 38).

### **3.4. Diseño de investigación**

Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro bloques de tres tratamientos, obteniendo doce unidades experimentales.

#### **3.4.1. Modelo Aditivo Lineal**

Calzada (1970) menciona que el modelo aditivo lineal del diseño bloques completos al azar:

$$Y_{ij} = \mu_{..} + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = respuesta observada con el tratamiento  $i$  en el bloque  $j$

$\mu_{..}$  = media general

$\alpha_i$  = efecto de tratamiento  $i = 1, 2, 3$

$\beta_j$  = efecto del bloque  $j = 1, 2, 3, 4$

$\varepsilon_{ij}$  = término de error

### 3.4.2. Tratamientos

En la tabla 4, se presenta los tres tratamientos evaluados; cada tratamiento es una variedad de lechuga.

**Tabla 4** Variedades de lechuga evaluadas

# Trat.	Variedades de lechuga
1	Lechuga crespa Great Lakes
2	Lechuga orgánica Waldman Green
3	Lechuga Black Rose

### 3.4.3. Randomización de los tratamientos

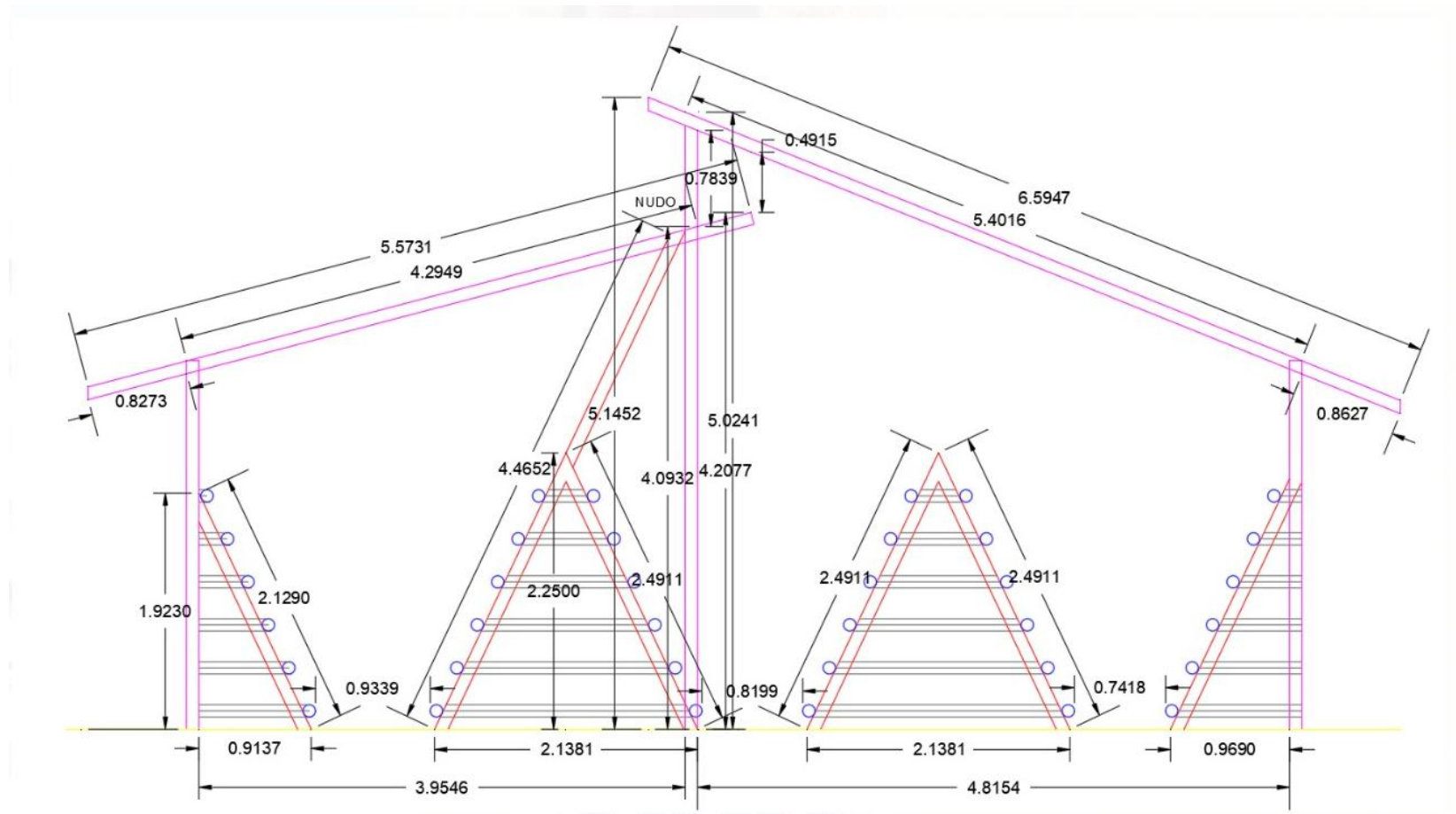
En la tabla 5, se presenta la randomización al azar de los tres tratamientos por cada bloque

**Tabla 5** Randomización de los tratamientos

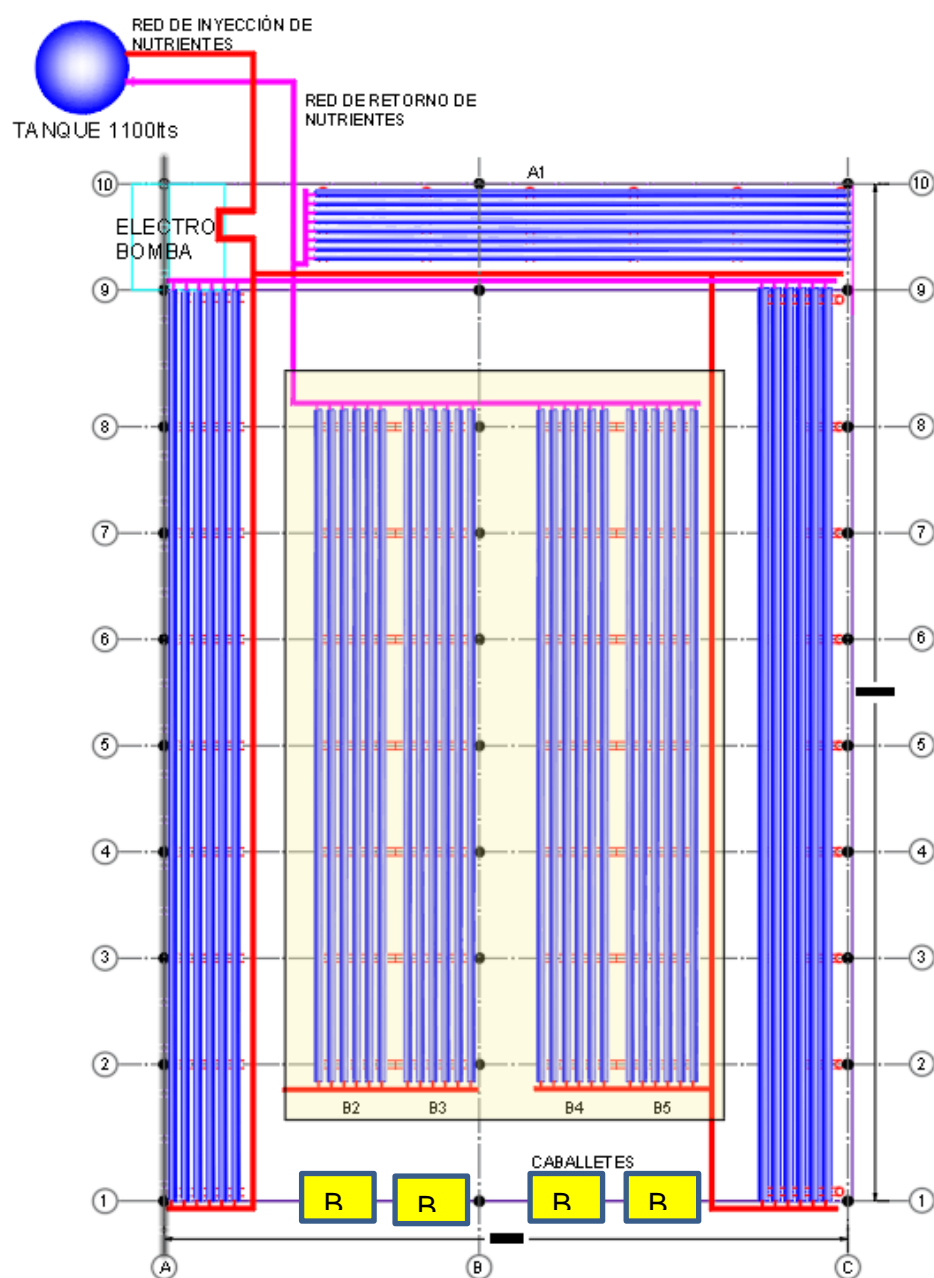
Bloques	Tratamientos		
I	T2	T1	T3
II	T3	T1	T2
III	T2	T3	T1
IV	T3	T2	T1

### 3.4.4. Croquis y descripción de la parcela experimental

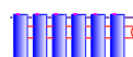
Figura 1 Vista de corte de la estructura donde se instaló el experimento



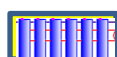
**Figura 2** Plano de planta donde se instaló el experimento



### Área en estudio



**A1: Área de aclimatación**

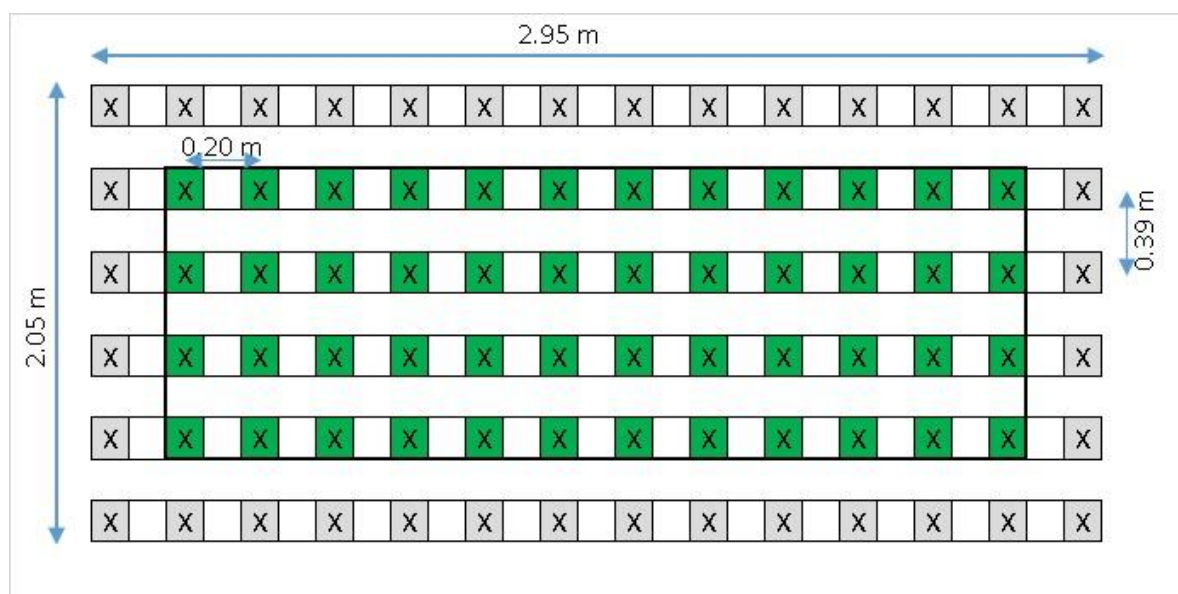





**(B1 – B4): Bloques con tratamientos en estudio**



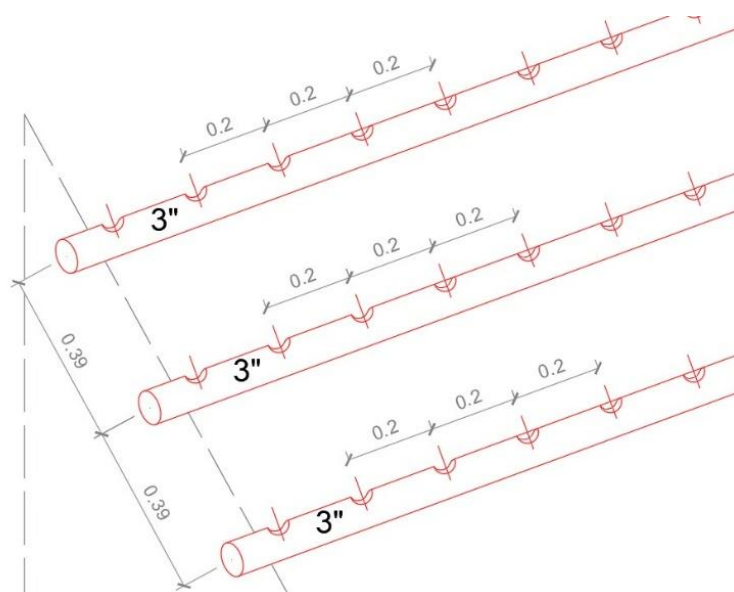
### 3.4.5. Croquis de la unidad experimental

Figura 3 Croquis de una unidad experimental



- Zona de evaluación:   

- Efecto borde: 
- Número de plantas por UE: 84
- Número de plantas evaluadas: 20 plantas al azar de la zona de evaluación.
- Distancia entre plantas: 0,20 m
- Distancia entre tubos: 0,39 m
- Largo de la UE: 2,95 m
- Ancho de la UE: 2,05 m

**Figura 4** Disposición de los tubos con sus distancias entre tubos y plantas



**Descripción:**

- Para la estructura de soporte de cada bloque en estudio se utilizaron 6 tubos de PVC de 3 pulgadas de diámetro y 8,85 m lineales, a una separación vertical entre tubos de 0,39 m y 0,20 m entre plantas.
- Cada caballete con una medida de 2,2 m de alto. Los espacios de las calles tienen como mínimo 75 cm.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población fue de 1008 plantas de lechuga (*Lactuca sativa*. L) que corresponde a todo el experimento.

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra fue de 20 plantas por unidad experimental.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

**Técnicas directas:** Se observó y midió los parámetros biométricos y el rendimiento utilizando formatos en donde se registraron los valores obtenidos de cada variable.

### 3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos se ordenaron con el programa Excel y se procesaron con el Software INFOSTAT versión 2020.

### 3.8. Tratamiento estadístico

diseño de investigación empleado fue el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres tratamientos y cuatro bloques. Para el análisis estadístico, se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 6, que consiste en una técnica para examinar los datos y evaluar la hipótesis alternativa, la cual plantea que al menos una de las variedades difiere significativamente de las otras.

**Tabla 6** *Análisis de varianza (ANOVA)*

F. de V.	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft		Sign.
					5%	1%	
Tratamientos							
Bloque							
Error							
Total							

- Considerando cuando el F calculado es mayor que el F teórico al 5% la significancia del ANOVA es significativa.
- Considerando cuando el F calculado es mayor que el F teórico al 1% la significancia del ANOVA es altamente significativa.
- Y, cuando el F calculado es menor que el F teórico al 5% no hay significación estadística. Luego, se realizó la prueba comparación múltiple de DUNCAN al 5% de probabilidad de error, luego se procedió al análisis de datos.

### **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica**

La presente investigación es de tipo experimental, el cual pretende conseguir resultados inéditos, de manera que permita beneficiar a los agricultores y público interesado y permitir una crítica abierta, por lo que la obtención de la información y datos de la investigación será indiscutiblemente de fuente verídica.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Esta investigación aborda el trabajo de campo, así como el análisis e interpretación de datos, en respuesta a la problemática: ¿Cuál es el rendimiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas mediante el sistema hidropónico de Técnica de Película Nutritiva (NFT) piramidal, bajo las condiciones climáticas del distrito de Huancabamba?.

Además, se presentan los resultados relacionados con la evaluación de la producción y la variabilidad de los parámetros biométricos de las tres variedades de lechuga cultivadas en hidroponía con el sistema NFT tipo piramidal.

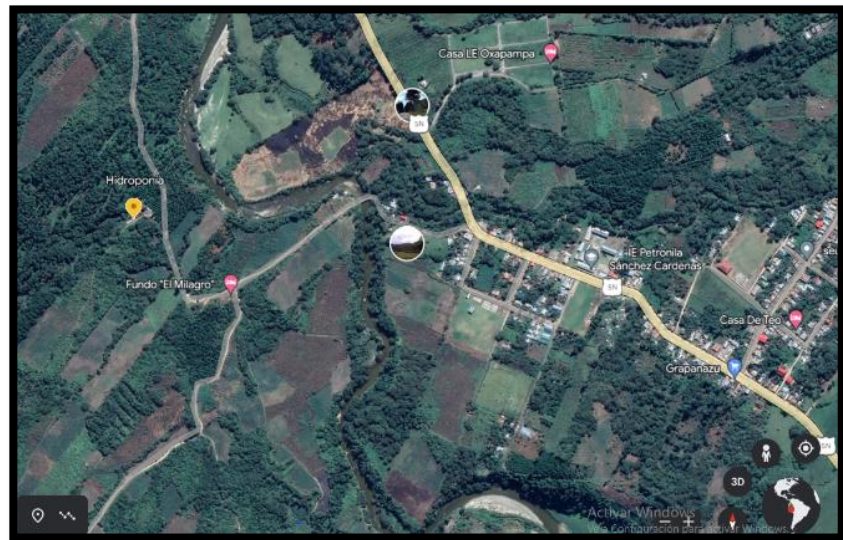
Para ello se realizó lo siguiente:

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo.**

##### **A. Área de muestreo:**

El área del sistema hidropónico fue de 108 m<sup>2</sup>, ubicado en el caserío Grapanazú (Figura 5) perteneciente al distrito de Huancabamba, provincia de Oxapampa y departamento de Pasco.

**Figura 5** Ubicación geográfica de la estructura hidropónica



*Fuente: Google Earth*

## **B. Inventario y análisis de información**

Se realizaron trabajos de campo, desde la instalación de la infraestructura (caballetes), instalación de los tanques para el suministro de agua, entre otros.

Asimismo, también se preparó los semilleros con bandejas de plásticos, donde fueron llenados con sustratos de arena debidamente desinfectada; luego se realizó la siembra a través del método de chorro continuo en hileras, sembrando las semillas sobre ellas, para luego ser tapadas las bandejas con una tela oscura.

Continuamente se ha regado con agua las bandejas hasta que germine; una vez germinado y de 4 a 5 hojas verdaderas fueron trasladadas al área de aclimatación, en esta etapa estuvieron unos 10 días aproximadamente, finalmente se realizó el trasplante definitivo a los tubos más grandes de 3 pulgadas, en esta etapa la planta permaneció unos 24 días hasta su cosecha, período en el cual se realizaron diferentes labores culturales como: escoger las mejores plantas del área de aclimatación para pasarla al área definitivo; agregar agua al tanque con la solución A y solución B;

monitorear la correcta irrigación de las raíces de las plantas, así como también el Ph, CE, y la T°; control de plagas y enfermedades, como también la toma de datos de las características biométricas evaluadas de las plantas seleccionadas; y por último se procedió con la cosecha de todas las variedades de lechuga.

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

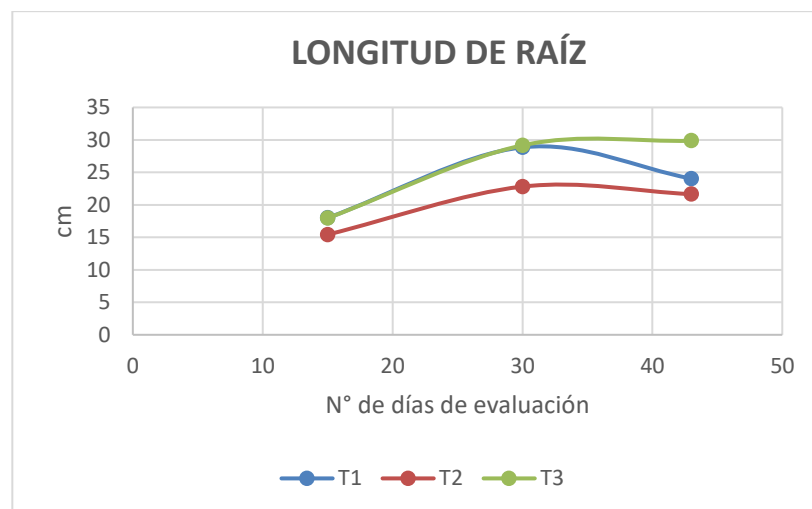
### 4.2.1. Longitud de raíz (cm)

La longitud de raíz de las plantas de lechuga de los tres tratamientos varió a los 15 días después del trasplante (ddt) de 15,43 a 18,0 cm; a los 30 ddt de 22,82 cm a 29,17 cm y a los 43 ddt de 21,65 cm a 29,87 cm (Tabla 7 y Figura 6).

**Tabla 7** Longitud de raíz (cm) a los 15, 30 y 43 ddt

Tratamiento	Días después del trasplante (ddt)		
	15	30	43
<b>T1</b>	18,00	28,86	24,05
<b>T2</b>	15,43	22,82	21,65
<b>T3</b>	17,96	29,17	29,87

**Figura 6** Proceso de desarrollo de las raíces (cm)



Al realizar el análisis de varianza (ANOVA,  $\alpha=0,05$ ) se determinó que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (Anexo 06). El coeficiente de variabilidad fue de 6,33, es bajo y nos indica que los resultados son confiables.

Al realizar la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) de la longitud de raíces de las plantas de lechuga, se observó que la variedad Black Rose ( $T_3$ ) con 29,88 cm presentó la mayor longitud de raíces, superando a las demás variedades, Crespa Great Lakes ( $T_1$ ) y Waldman Green ( $T_2$ ) con 24,06 cm y 21,66 cm respectivamente (Tabla 8).

**Tabla 8** Prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) de la longitud de raíces (cm) de lechuga al momento de cosecha (43 ddt)

Tratamiento	Medias (cm)	Significación
3	29,88	A
1	24,06	B
2	21,66	B

#### 4.2.2. Altura de la planta (cm)

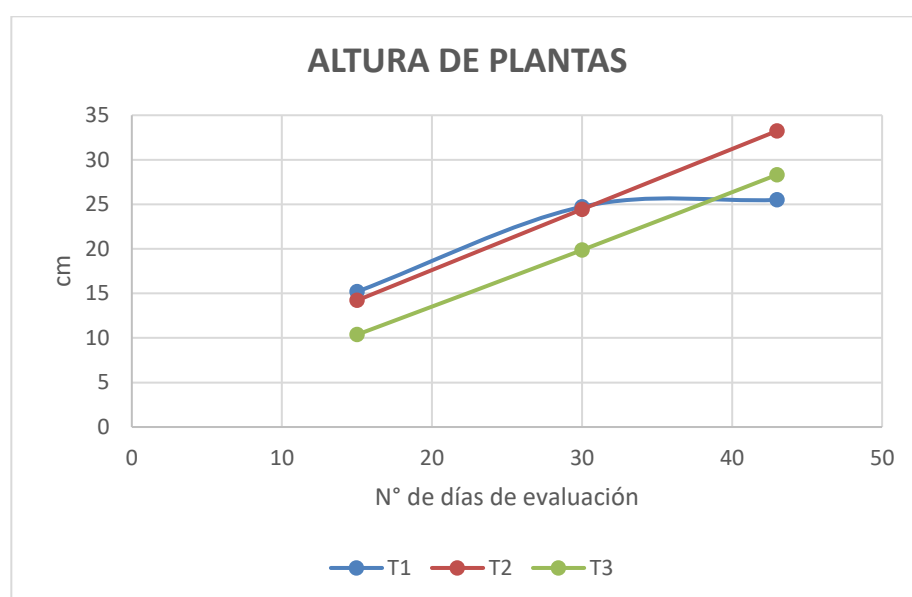
La altura de plantas de lechuga de los tres tratamientos varió a los 15 ddt de 10,36 cm a 15,19 cm; a los 30 ddt de 19,86 cm a 24,73 cm y a los 43 ddt de 25,49 cm a 33,24 cm (Tabla 9 y Figura 7).

**Tabla 9** Altura de la planta (cm) a los 15, 30 y 43 ddt

Tratamiento	Días después del trasplante (ddt)		
	15	30	43
<b>T1</b>	15,19	24,73	25,49
<b>T2</b>	14,21	24,44	33,24
<b>T3</b>	10,36	19,86	28,32



**Figura 7** *Altura de la planta*



Al realizar el análisis de varianza (ANOVA,  $\alpha=0,05$ ) se determinó que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (Anexo 07). El coeficiente de variabilidad fue de 2,94; que es bajo y nos indica que los resultados son confiables.

Al realizar la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) de la altura de plantas de lechuga, se observó que la variedad Waldman Green ( $T_2$ ) con 33,24 cm presentó la mayor altura de planta, superando a las demás variedades, Black Rose ( $T_3$ ) y Crespa Great Lakes ( $T_1$ ); con 28,32 cm y 24,66 cm respectivamente (Tabla 10).

**Tabla 10** *Prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) de la altura de planta (cm) de lechuga al momento de cosecha (43 ddt)*

Tratamiento	Medias	Significación
2	33,24	A
3	28,32	B
1	24,66	C

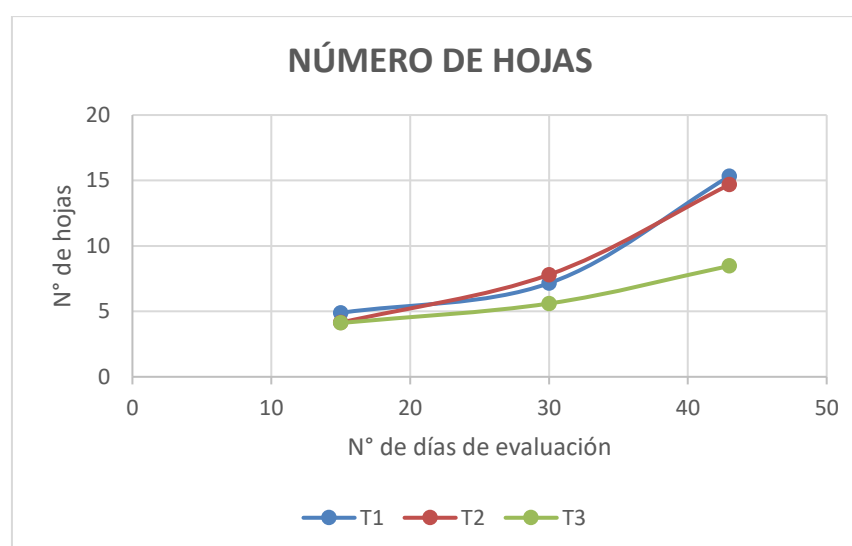
#### 4.2.3. Número de hojas (N°)

El número de hojas por lechuga de los tres tratamientos varió a los 15 ddt de 4,11 a 4,89; a los 30 ddt de 5,60 a 7,80 y a los 43 ddt de 8,47 a 15,33 (Tabla 11 y Figura 8).

**Tabla 11** *Número de hojas*

Tratamiento	Días después del trasplante (ddt)		
	15	30	43
<b>T1</b>	4,89	7,15	15,33
<b>T2</b>	4,14	7,80	14,69
<b>T3</b>	4,11	5,60	8,47

**Figura 8** *Número de hojas*



Al realizar el análisis de varianza (ANOVA,  $\alpha=0,05$ ) se determinó que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (Anexo 08). El coeficiente de variabilidad fue de 5,51; que es bajo y nos indica que los resultados son confiables.

Se realizó la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) del número de hojas por planta de lechuga, se observó que las variedades Crespa Great Lakes ( $T_1$ ) y Waldman Green ( $T_2$ ) con 15,33 y 14,69 hojas

respectivamente presentaron el mayor número de hojas por planta, superando a la variedad, Black Rose (T<sub>3</sub>), con 8,48 hojas (Tabla 12).

**Tabla 12** *Prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) del número de hojas por planta de lechuga al momento de cosecha (43 ddt)*

Tratamiento	Medias	Significación
1	15,33	A
2	14,69	A
3	8,48	B

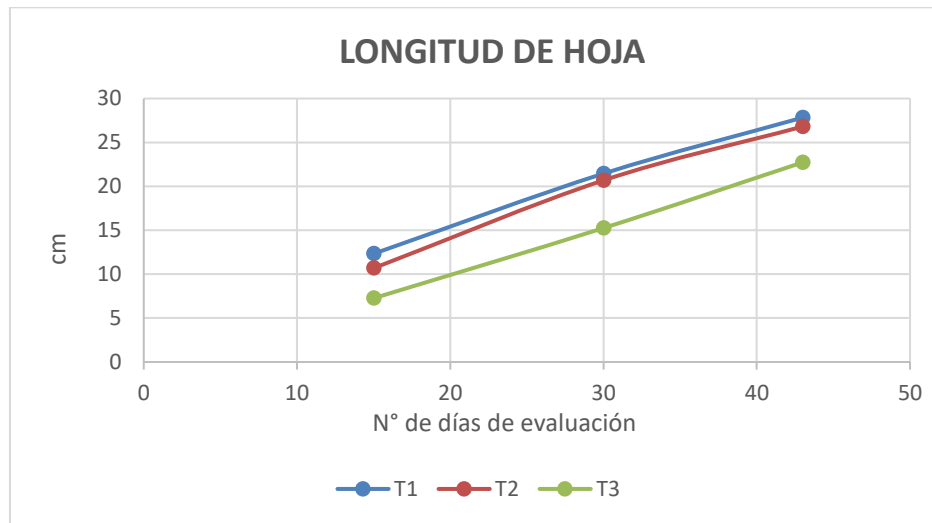
#### 4.2.4. Longitud de hojas (cm)

El número de hojas por lechuga de los tres tratamientos variaron a los 15 ddt de 7,26 a 12,33; a los 30 ddt de 15,25 a 21,45 y a los 43 ddt de 22,73 a 27,83 (Tabla 13 y Figura 9).

**Tabla 13** *Longitud de hojas*

Tratamiento	Días después del trasplante (ddt)		
	15	30	43
<b>T1</b>	12,33	21,45	27,83
<b>T2</b>	10,69	20,69	26,82
<b>T3</b>	7,26	15,25	22,73

**Figura 9** Longitud de hoja



Al realizar el análisis de varianza (ANOVA,  $\alpha=0,05$ ) se determinó que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (Anexo 09). El coeficiente de variabilidad fue de 2,08; que es bajo y nos indica que los resultados son confiables.

Al realizar la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) de la longitud de hoja de lechuga, se observó que la variedad Crespa Great Lakes ( $T_1$ ) con 27,83 cm presentó la mayor longitud de hojas en plantas de lechuga, seguido por la variedad Waldman Green ( $T_2$ ) con 26,81 y finalmente la variedad Black Rose ( $T_3$ ) con 22,74 cm (Tabla 14).

**Tabla 14** Prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) de la longitud de hoja de planta (cm) de lechuga al momento de cosecha (43 ddt)

Tratamiento	Medias (cm)	Significación
1	27,83	A
2	26,81	B
3	22,74	C

#### 4.2.5. Diámetro de tallo (cm)

El diámetro de tallo de lechuga, al momento de cosecha (43 ddt) varió de 0,83 a 1,01 cm (Tabla 15).

**Tabla 15** Prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) de la diámetro de tallo (cm) de lechuga al momento de cosecha (43 ddt)

Tratamiento	Días después del trasplante (ddt)
	43
T1	1,01
T2	1,36
T3	0,83

Al realizar el análisis de varianza (ANOVA,  $\alpha=0,05$ ) se determinó que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (Anexo 10). El coeficiente de variabilidad fue de 12,50; que nos indica que los resultados son confiables.

Al realizar la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) del vigor de tallo de la planta de lechuga, se observó que la variedad Waldman Green (T<sub>2</sub>) con 1,36 cm presentó el mayor vigor de tallo, superando a las demás variedades, Crespa Great Lakes (T<sub>1</sub>) y Black Rose (T<sub>3</sub>), con 1,01 y 0,83 cm respectivamente (Tabla 16).

**Tabla 16** La variedad Waldman Green (T<sub>2</sub>) con 1,36 cm presentó el mayor vigor de tallo.

Tratamiento	Medias	Significación
2	1,36	A
1	1,01	B
3	0,83	B

#### 4.2.6. Peso de planta de lechuga (g)

El peso de lechuga al momento de cosecha varió de 100 a 280 g (Tabla 17).

**Tabla 17** *Peso de la lechuga (g)*

Tratamiento	Días después del trasplante
	(ddt)
	43
T1	280
T2	200
T3	100

Al realizar el análisis de varianza (ANOVA,  $\alpha=0,05$ ) se determinó que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (Anexo 11). El coeficiente de variabilidad fue de 6,90; es bajo y nos indica que los resultados son confiables.

Se realizó la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) del peso de la planta de lechuga, se observó que la variedad Crespa Great Lakes (T<sub>1</sub>) con 280 g presentó el mayor peso de planta, seguido de la variedad Waldman Green (T<sub>2</sub>) con 200 g y finalmente la variedad Black Rose (T<sub>3</sub>), con 100 g (Tabla 18).

**Tabla 18** *Prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) del peso de la planta (g) de lechuga al momento de cosecha (43 ddt)*

Tratamiento	Medias	Significación
1	280	A
2	200	B
3	100	C

#### 4.2.7. Rendimiento

El número de cabezas de lechuga por metro lineal varió al momento de cosecha (43 ddt) de 4,8 a 4,9 unidades (Tabla 19).

**Tabla 19 Rendimiento**

Tratamiento	Días después del trasplante
	(ddt)
	43
T1	4,9
T2	4,8
T3	4,8

Al realizar el análisis de varianza (ANOVA,  $\alpha=0,05$ ) se determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (Anexo 12). El coeficiente de variabilidad fue de 2.07; es bajo y nos indica que los resultados son confiables.

Al realizar la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) el rendimiento de lechuga, fue similar para las tres variedades; la variedad Crespa Great Lakes (T<sub>1</sub>), Waldman Green (T<sub>2</sub>) y Black Rose (T<sub>3</sub>) con 4,9; 4,8 y 4,8 respectivamente (Tabla 20).

**Tabla 20 Prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) el rendimiento de la planta de lechuga al momento de cosecha (43 ddt)**

Tratamiento	Medias	Significación
1	4,9	A
2	4,8	A
3	4,8	A

#### **4.3. Prueba de hipótesis**

- Hipótesis específica 1 (HE1): la variedad Waldman Green ( $T_2$ ) presentó mejores parámetros biométricos superando a las demás variedades en altura y vigor de planta; siendo similar a la variedad Crespa Great Lakes ( $T_1$ ) en número de hojas; por otro lado, en longitud de hoja y peso de planta la variedad Crespa Great Lakes ( $T_1$ ) supera a las demás variedades; sin embargo, en longitud de raíces la variedad Black Rose ( $T_3$ ) supera a las demás variedades; por lo que se acepta la hipótesis planteada.
- Hipótesis específica 2 (HE2): en la variable rendimiento las tres variedades presentaron resultados similares por lo que se rechaza la hipótesis planteada ( $H_a$ ).

#### **4.4. Discusión de resultados**

Con respecto al objetivo general, los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA,  $\alpha=0,05$ ) indican que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación fue de 2,07, valor bajo que sugiere la confiabilidad de los datos. Se aplicaron pruebas de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ), encontrándose que el rendimiento de lechuga fue similar entre las tres variedades analizadas: Crespa Great Lakes ( $T_1$ ), Waldman Green ( $T_2$ ) y Black Rose ( $T_3$ ), con valores de 4,9; 4,8 y 4,8 respectivamente (Tabla 20). Además, la variedad Crespa Great Lakes alcanzó un rendimiento de 3,4 kg/m<sup>2</sup>, mientras que Waldman Green y Black Rose obtuvieron 2,4 kg/m<sup>2</sup> cada una, confirmando la ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos. Por contraste, Mamani (2022) reportó un mayor rendimiento con la variedad Regina, con 6,59 kg/m<sup>2</sup>, y el menor rendimiento en Rubinela con 3,52 kg/m<sup>2</sup>. Asimismo, Barrios (2004) encontró que la variedad Salina registró el máximo rendimiento con 3,25 kg en 0,36 m<sup>2</sup>, seguida por Bounty con 2,75 kg y Grand Rapids con 2,2 kg en la misma área. Por último, Valle y Valle (2020) reportaron que la variedad Boston ( $T_6$ ) alcanzó



un promedio de 107,291.63 kg/ha, mientras que la variedad Nika (T3) presentó 63,561.7 kg/ha. Estas diferencias pueden atribuirse a las variadas condiciones ambientales, las distintas variedades empleadas y al aprovechamiento diferencial de nutrientes.

#### **4.4.1. Longitud de raíz.**

La variedad de lechuga Black Rose (T<sub>3</sub>) con 29,88 cm presentó la mayor longitud de raíces superando a las variedades Crespa Great Lakes (T<sub>1</sub>) y Waldman Green (T<sub>2</sub>) (Tabla 8), posiblemente se debería al genotipo y a la influencia de las condiciones ambientales en donde se han desarrollado; estos resultados difieren a lo que obtuvo Cruz (2016) en donde las variedades evaluadas Great Lakes, Grand Rapids Tbr, y White Boston no mostraron diferencias significativas en cuanto a longitud de raíces.

Por otro lado, Palma (2017) menciona que de las tres variedades estudiadas Parris Island Cos, Waldman's Green y Prize Head, no mostraron diferencia significativa en la variable de longitud de raíz, a diferencia de los resultados obtenidos en esta investigación que sí mostraron significancia entre sí; esto puede deberse a diversas razones, como las variedades, condiciones medio ambientales o la diferencia de SN utilizadas.

#### **4.4.2. Altura de la planta**

De acuerdo a los resultados obtenidos la variedad que mayor altura presentó fue la Lechuga Waldman Green (T<sub>2</sub>) con 33,24 cm (Tabla 10), superando a las demás variedades, que coincide con lo que obtuvo Pereda (2015) que el cultivar Waldman Green, presentó una mayor altura de planta de 36,55 cm en comparación con los cultivares Great Lakes-659 y White Boston (32,99 y 32,00 cm, respectivamente). Esto se debería a que Lechuga orgánica Waldman Green se adapta mejor a las condiciones climáticas y tiene mayor aprovechamiento de los nutrientes aplicados en las soluciones nutritivas frente a las otras variedades, así como también a la genética de las variedades; por

otro lado, Palma (2017), obtuvo que la variedad Parris Island Cos con 32,8 cm fue superior a Prize Head y Waldman's Green que son estadísticamente similares; de la misma forma Delgado (2016) presenta a la variedad Salad con 28,87 cm de altura superior a las variedades de Salad Bowl roja y Salad Bowl verde cuyos valores fueron de 15,53 y 13,00 cm respectivamente.

#### **4.4.3. Número de hojas**

La variedad Lechuga crespa Great Lakes ( $T_1$ ) con 15,33 hojas superó a las demás variedades (Tabla 12), sin embargo, es inferior a lo que obtuvo Delgado (2016), con la variedad Salad con 35,07 hojas y Palma (2017) con la variedad Parris Island Cos con 35,57 hojas. Sin embargo, fue superior a lo obtenido por Cajo (2016) que obtuvo 11,70 hojas con la variedad  $V_2$  (Lollo Rossa) y el último lugar con 10,39 hojas, la variedad  $V_1$  (Crespa). Una posible explicación de las diferencias encontradas sería el genotipo de las variedades y la influencia de las soluciones aplicadas en el experimento.

#### **4.4.4. Longitud de hojas**

La variedad Lechuga crespa Great Lakes ( $T_1$ ) con 27,83 cm presentó la mayor longitud de hojas, superando a las demás variedades (Tabla 14), fue superior a lo obtenido por Delgado (2016) con la variedad Salad con 16,13 cm, mientras que Cajo (2016), obtuvo mejores resultados con el tratamiento  $S_2V_2$  (variedad Lollo Rossa) con un promedio de 10,27 cm. Las diferencias encontradas serían debido al genotipo de las variedades y al mejor aprovechamiento de las soluciones nutritivas.

#### **4.4.5. Diámetro de tallo**

La variedad Lechuga orgánica Waldman Green ( $T_2$ ) con 1,36 presentó mayor diámetro de tallo (Tabla 16), superando a las demás variedades, Lechuga crespa Great Lakes ( $T_1$ ) y Lechuga Black Rose ( $T_3$ ); con 1,01 y 0,83 respectivamente, estas variedades fueron producidos en un sistema hidropónico. Sin embargo, en un cultivo de lechuga en suelo, Salinas (2013)

obtuvo resultados de 0,84 con la variedad HM 1 ( $V_1$ ) siendo superior a las demás variedades, pero inferior al diámetro obtenido por nuestra investigación. Esto probablemente a los diversos factores ambientales y las condiciones que aporta cada sistema, tanto hidropónico como el cultivo en suelo y el mejor aprovechamiento de los nutrientes por cada variedad. Por otro lado, Mantilla (2022), evaluó el factor del tipo de cobertura por lo que obtuvo que la variable correspondiente al diámetro del tallo presentó diferencias significativas; las plántulas cultivadas bajo la malla sarán alcanzaron el mayor diámetro, con un valor de 2,94, en contraste con las plántulas bajo pantalla térmica, que registraron un diámetro de 2,76.

#### **4.4.6. Peso de planta**

La variedad Lechuga crespa Great Lakes ( $T_1$ ) con 280 g presentó mayor peso por planta (Tabla 18), superior a lo obtenido por Garzón (2006), con la variedad Parris que pesó 167 g, a lo obtenido por Cajo (2016), con la variedad  $V_3$  (Salad Bowl) con un valor de 184,4 g, por planta, estas diferencias pueden deberse al genotipo de la variedad que aprovecha mejor los nutrientes aplicados. Sin embargo, Palma (2017) obtuvo valores superiores con las variedades Parris Island Cos y Prize Head con 412,77 y 311,20 g, respectivamente.

## CONCLUSIONES

- Se determinó que existe una relación significativa entre la producción de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en hidroponía, con la NFT tipo piramidal y las condiciones climáticas del distrito de Huancabamba.
- Se determinó la variación de los parámetros biométricos de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en cultivo hidropónico, bajo el sistema NFT, según los resultados obtenidos, la variedad Crespa Great Lakes (T<sub>1</sub>) fue superior a las demás variedades en longitud de hojas y peso de planta con 27,83 cm y 280 g respectivamente, la variedad Waldman Green (T<sub>2</sub>) fue superior en cuanto a altura de planta y diámetro del tallo, con 33,24 cm y 1,36 cm respectivamente, tanto la variedad Crespa Great Lakes (T<sub>1</sub>) y la variedad Waldman Green (T<sub>2</sub>) obtuvieron resultados estadísticamente similares con respecto a la variable número de hojas, así mismo, la variedad Black Rose (T<sub>3</sub>), solo fue superior a los demás en la variable longitud de raíz, con 29,88 cm.
- Se determinó que el rendimiento de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en cultivo hidropónico, bajo el sistema NFT tipo piramidal, en condiciones climáticas del distrito de Huancabamba, según los resultados obtenidos, la variedad Waldman Green (T<sub>2</sub>), fue la que mejor resultados obtuvo, siendo superior respecto a los demás en cuanto a altura de planta, número de hojas, diámetro del tallo y mejor rendimiento.

## **RECOMENDACIONES**

Considerando la importancia que tiene esta investigación y en función de los resultados obtenidos se formulan algunas recomendaciones, esto con la finalidad de lograr un mejor manejo agronómico de las especies hidropónicas:

- Desde el punto de vista académico: Se recomienda a los entes educativos, continuar innovando y fomentando en sus estudiantes la investigación de las diferentes variedades de lechuga para obtener nuevos resultados, destacando los que mejor se adapten a nuestra ciudad y que presenten mayor valor comercial.
- Desde el punto de vista metodológico: Se recomienda que se realicen más investigaciones utilizando el mismo tema, pero empleando diferentes metodologías, que pueden ser de niveles más avanzados.
- Desde el punto de vista económico: Se recomienda la producción de las diferentes variedades de lechuga hidropónica, por los grandes beneficios sanitarios, mejor manejo y producción, menos área utilizada, etc.
- Desde el punto de vista comercial: Se recomienda la producción de la variedad Waldman Green (T<sub>2</sub>) por mostrar mejores características agronómicas comerciales y buena adaptación en el Distrito de Huancabamba.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AgroCabillo. (s.f.). Cálculo de soluciones nutritivas en suelo y sin suelo. Cabillo insular de Tenerife. Recuperado de [https://www.Agrocabillo.org/publica/Publicaciones/otro\\_622\\_soluciones\\_nutritivas.pdf](https://www.Agrocabillo.org/publica/Publicaciones/otro_622_soluciones_nutritivas.pdf)
- Agrosad. (s.f.). Lechuga cressa Great Lakes 366. Recuperado el 11 de abril de 2025, de <https://agrosad.com.ec/index.php/linea-agricola/semillas/marca-bonanza-seeds/lechuga-cressa-great-lakes-366-detail>
- Agrosad. (s.f.). Lechuga Black Rose. Recuperado el 11 de abril de 2025, de <https://agrosad.com.ec/index.php/linea-agricola/semillas/marca-bonanza-seeds/lechuga-black-rose-detail>
- Alvarado, D., Chavez, F. y Anna, K. (2001). Seminario de Agro negocios: *Lechugas Hidropónicas*. [Archivo PDF]. <http://www.upbusiness.net/upbusiness/docs/mercados/11.pdf>
- Barrera, P. & Hernández J. (2010). *Cultivo de lechuga en hidroponía bajo invernadero. México*. [Archivo PDF]. <https://www.scribd.com/document/331738127/44271841-Lechugas-en-Sistema-Nft>
- Barrios, N. (2004) *Evaluación del cultivo de la Lechuga, Lactuca sativa L. bajo condiciones hidropónicas en Pachalí, San Juan Sacatepéquez, Guatemala*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo en sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado]. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Beltrano, J. & Gimenez D. (2015). *Cultivo en hidroponía*. (1ª ed. Adaptada). [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y) ISBN: 9789503412589
- Biamonte, P.; Escoto, A.; Jiménez, R.; Sterling, F. y Subiros, F. (1984). *Olericultura*. Editorial, UNED (Universidad Estatal a Distancia).

Cabezas, R. (2018). *How to manage the pH and Electric Conductivity Hydroponics?*

[Archivo de Video]. [https://www.youtube.com/watch?v=Yo\\_LQo1tjBw&gl](https://www.youtube.com/watch?v=Yo_LQo1tjBw&gl)

Cajo, C. (2016). *Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (Lactuca*

*sativa L), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas*. [Tesis para

optar el Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Ambato de

Ecuador]. Repositorio institucional de la Universidad Técnica de Ambato.

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23421/1/Tesis->

[136%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-](https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23421/1/Tesis-136%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-)

[CD%20413.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23421/1/Tesis-136%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20413.pdf)

Carrasco, G.; Izquierdo, J. y FAO, (1996). “La empresa hidropónica de mediana

escala: la técnica de la solución nutritiva recirculante («NFT»)” Universidad

de Talca.

Castañares, J. (2009). *ABC de la Hidroponía*. [Archivo PDF].

[https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8023/INTA\\_Di](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8023/INTA_Di)

[reccionNacional\\_EEAAMBA\\_Casta%C3%B1ares\\_JL\\_ABC\\_de\\_la\\_hidropo](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8023/INTA_Di)

[nia.pdf?sequence=1](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8023/INTA_Di)

Castillo, C. (2009). Ventajas del cultivo hidropónico. *Revista de hidroponía*, (32)

289-294

Catata, L. (2015). *Tres Variedades de Lechuga (Lactuca sativa L.) y Dos*

*Soluciones Nutritivas en Cultivo Hidropónico, en Sistema NFT Tipo*

*Piramidal, bajo Condiciones de Invernadero en Arequipa*. [Tesis para optar

por el Título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Nacional de San Agustín

de Arequipa.

Chang, M.; Hoyos, M. y Rodriguez, A. (2000). *Manual práctico de hidroponía*.

[Archivo PDF].

[http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/publicaciones/manual\\_hidroponia.ht](http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/publicaciones/manual_hidroponia.ht)

[m](http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/publicaciones/manual_hidroponia.htm)

- Cruz, A. (2016). *Evaluación de Tres Variedades del Cultivo de Lechuga (Lactuca Sativa L.) en Dos Sistemas de Hidroponía Bajo Ambiente Semi Controlado en el Centro Experimental Chocloca*. [Tesis para optar por el Título de Licenciatura en Ingeniería Agronómica, Universidad Autónoma Juan Misael Saracho]. <https://dicyt.uaajms.edu.bo/revistas/index.php/ventana-cientifica/article/view/2/2>
- Davis, R.; Subbarao, K.; Raid, R. y Kurtz E. (2002). *Plagas y enfermedades de la lechuga*. Edición en español. Editorial: Mundi Prensa.
- Delgado, E. (2016). *Evaluación de tres variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) con tres dosis de fitohormonas y quelatos inorgánicos y orgánicos cultivadas en condiciones de hidroponía*. [Tesis para obtener el título de ingeniero Agrónomo]. Universidad de Guayaquil.
- De Galdeano, J., Uribarri, A., Sádaba, S., Aguado, G., Del Castillo, J. (2003). *Aspectos a considerar en una instalación de: Cultivo Hidropónico*. [Archivo PDF]. <https://www.scribd.com/document/130911264/Cultivo-Hidrop-Nico>
- Edmond, J., Senn, T., Andrews, F. (1984). *Principios de horticultura*. México, Continental. 575 p.
- Favela, E.; Preciado, P. y Benavides, A. (2006). *Manual para la preparación de Soluciones Nutritivas*. [Archivo PDF]. [https://www.researchgate.net/profile/Adalberto\\_Benavides/Mendoza/publication/305280176\\_Manual\\_para\\_la\\_preparacion\\_de\\_soluciones\\_nutritivas/links/57867bba08aef321de2c6b65/Manual-para-la-preparacion-de-solucionesnutritivas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Adalberto_Benavides/Mendoza/publication/305280176_Manual_para_la_preparacion_de_soluciones_nutritivas/links/57867bba08aef321de2c6b65/Manual-para-la-preparacion-de-solucionesnutritivas.pdf)
- Galván G., García M., y Rodríguez J. (2008). *Curso de horticultura*. Facultad de Agronomía. Uruguay. 43 pp.
- Garzón, L. (2006). *Evaluación del rendimiento de tres variedades de lechuga bajo el sistema NFT (Nutrient Film Technique) de hidroponía con dos soluciones de nutrientes*. [Tesis para optar por el Título de Licenciatura en Ingeniería



Agronoma, Universidad Zamorano, Honduras].  
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/9706303e-4908-4574-823b-b758dbaa9462/content>

Gutiérrez, J. (2011). *Producción hidropónica de lechuga con y sin recirculación de solución nutritiva*. [Tesis de Maestría en Ciencias en Horticultura]. Universidad Autónoma de Chapingo.

Hernández, J. (2014). *Fenología de la lechuga (Lactuca sativa L.)*. [Archivo PDF].  
<https://www.scribd.com/doc/235709583/Fenologia-de-La-Lechuga>

Inca, S. (2013). *“Automatización y control del sistema NFT para cultivos hidropónicos”* [Tesis para optar por el Título Profesional de “Ingeniero Electrónico, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio de la Universidad Ricardo Palma.  
[https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/405/Inca\\_sa.pdf;jsessionid=659B083DAED493902E0FCB0D9985644C?sequence=1](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/405/Inca_sa.pdf;jsessionid=659B083DAED493902E0FCB0D9985644C?sequence=1)

INEI. (2012). *Sistema de Consultas del IV Censo nacional Agropecuario CENAGRO*. [Archivo PDF].  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1635/cap13/cap13.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1635/cap13/cap13.pdf)

Japon, J. (2007). *La Lechuga*. [Archivo PDF]. [https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1977\\_10.pdf](https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1977_10.pdf)

Lacarra, Á & Garcia, C. (2011). Validación de cinco sistemas hidropónicos para la producción de jitomate (*lycopersicum esculentum* Mill.) y lechuga (*Lactuca sativa* L.) en invernadero. [Trabajo de Experiencia Recepcional]. Universidad Veracruzana.

Malca, G. (2001). Seminario de Agronegocios, lechugas hidropónicas. Lima, Perú. Universidad del Pacífico. 96 p. Consultado 14 de enero del 2023. Disponible en [www.upbusiness.net](http://www.upbusiness.net)

- Mamani, J. (2022). *Efecto del caudal en el rendimiento de cuatro variedades de lechuga (Lactuca sativa, L.) en el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) en la estación experimental Patacamaya*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio institucional de la Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/31506/T-3104.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mantilla, M. (2022). *Evaluación de la calidad de plántulas de Lechuga (Lactuca sativa L.) en invernadero bajo diferente fertilización e intensidad lumínica*. [Tesis para optar el Título en Ingeniería Agronómica, Universidad Zamorano, Honduras]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a4fe31e5-617e-4730-9467-4bfb8e6020c6/content>
- Martinez, L. & Gómez, J. (2022). *Evaluación de la concentración de oxígeno disuelto en un sistema hidropónico tipo NFT en chíá, Cundinamarca* [Tesis de pregrado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano]. Repositorio Institucional UTADEO. <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/>
- Palma, R. (2017) *Comparativo del rendimiento de tres cultivares de Lechuga (Lactuca sativa L.) empleando solución nutritiva y biol bajo sistema hidropónico NFT en el fundo “La Banda”, Huasacache, Arequipa 2017*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Católica de Santa María.
- Pereda, Y. (2015). *Evaluación del rendimiento de tres cultivares de (Lactuca sativa L.) en sistema hidropónico a raíz flotante en Santiago de Chuco, La libertad*. Universidad Nacional de Trujillo.
- Prado, K. (2018). *Efecto de tres concentraciones de nitrato de calcio en el rendimiento de Lactuca sativa L. “lechuga”, en cultivo hidropónico*. Tesis

para optar el título profesional de Bióloga en la especialidad de Microbiología]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Rodeo, S. (2020). Lechuga crespa Waldmans Green.  
<https://rodeosemillas.com/producto/lechuga-crespa-waldmans-green/>

Salinas, C. (2013). *“Introducción de cinco variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) En el barrio Santa Fe de la parroquia Atahualpa en el cantón Ambato”*.

[Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Ambato de Ecuador]. Repositorio de la Universidad Técnica de Ambato.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6491/1/Tesis-63%20%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20204.pdf>

Santos, C. & Ríos, D. (2016). *Cálculo de Soluciones Nutritivas: En suelo y sin suelo*.

[Archivo PDF].[http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otro\\_622\\_soluciones\\_nutritivas.pdf](http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otro_622_soluciones_nutritivas.pdf)

Soria, J. (2012). *6º Curso de hidroponía básica para principiantes*. studylib

<https://studylib.es/doc/8513477/6%C2%B0-curso-de-hidropon%C3%ADa-basica-para-principiantes>.

Tamaro, D. (1976). Manual de horticultura. Trad. por Dr. Arturo Caballero. Barcelona, Gustavo Gili. 510 p.

Valle, F. & Valle, L. (2020). *Efecto del sistema hidropónico recirculante con solución nutritiva en el rendimiento de seis variedades de lechugas (Lactuca sativa*.

*L) en la localidad de Yanacocha – Yanahuanca – Pasco*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio UNDAC.

[http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2814/1/T026\\_47093373\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2814/1/T026_47093373_T.pdf)

Vallejo, F. & Estrada, E. (2004). Producción de Hortalizas de Clima Cálido. Colombia. Consultado 09 de abril del 2021. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=UpyfvNokkroC&dq=lactuccini&source=gbp\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.pe/books?id=UpyfvNokkroC&dq=lactuccini&source=gbp_navlinks_s)

## ANEXOS

**Anexo 1** Instrumento de recolección de datos - datos originales de las variables del bloque 01

Nombre de la variedad	Bloque	Tratamiento	N° de planta	Longitud de raíces	Altura de plantas	Número de hojas	Longitud de hoja	Diámetro del tallo	Peso de planta	Número de cabeza
1 (Lechuga crespa - Great Lakes)		1	1	18.30	23.90	18	27.23	1.20	0.31	15
		1	2	23.20	23.90	15	25.17	1.00	0.26	15
		1	3	16.50	27.10	16	25.57	1.45	0.34	15
		1	4	12.90	29.00	18	23.70	1.00	0.27	15
		1	5	22.70	25.70	17	24.33	1.10	0.26	15
		1	6	15.60	22.40	16	24.73	1.15	0.24	14
		1	7	18.90	22.10	14	24.20	1.10	0.26	
		1	8	23.90	25.00	19	26.43	1.10	0.28	
		1	9	17.20	27.30	17	24.40	1.10	0.27	
		1	10	21.50	25.20	18	26.80	1.20	0.34	
		1	11	26.10	24.20	16	28.40	1.05	0.26	
		1	12	26.90	24.70	17	24.77	1.15	0.31	
		1	13	19.70	24.10	16	28.10	1.20	0.21	
		1	14	12.40	22.90	18	25.17	1.10	0.39	
		1	15	42.70	25.50	16	23.50	0.85	0.26	
		1	16	21.60	24.80	18	26.47	1.20	0.33	
		1	17	24.70	25.60	13	26.47	0.90	0.20	
		1	18	10.10	25.90	16	32.27	1.30	0.36	
		1	19	18.30	26.40	15	25.53	0.95	0.22	
		1	20	22.50	22.80	18	24.73	1.10	0.33	
				20.79	24.93	16.55	25.90	1.11	0.28	89.00
2 (Lechuga orgánica - Waldman green)		2	1	23.00	34.00	18	25.80	1.30	0.25	14
		2	2	12.80	33.40	18	26.40	1.10	0.24	14
		2	3	12.90	32.10	17	24.40	1.10	0.20	14
		2	4	11.20	30.00	15	25.30	1.30	0.21	14
		2	5	10.90	33.70	15	26.60	1.10	0.19	14
		2	6	37.90	34.00	14	27.07	1.20	0.16	14
		2	7	16.90	35.80	18	26.27	1.20	0.26	
		2	8	12.00	28.30	13	25.60	1.00	0.13	
		2	9	28.50	34.10	19	25.53	1.70	0.22	
		2	10	11.50	31.20	14	25.40	1.10	0.13	
		2	11	18.60	35.60	17	27.23	1.50	0.25	
		2	12	17.60	31.00	16	25.40	1.20	0.20	
		2	13	19.40	36.10	16	26.97	1.60	0.21	
		2	14	13.90	32.50	14	26.07	1.10	0.17	
		2	15	16.50	33.20	12	27.27	1.50	0.14	
		2	16	26.40	28.60	15	24.80	1.10	0.16	
		2	17	17.30	33.40	15	27.30	1.10	0.22	
		2	18	18.10	31.90	12	24.67	1.25	0.16	
		2	19	14.60	33.30	18	27.27	1.30	0.24	
		2	20	17.20	30.60	18	26.33	1.35	0.24	

				17.86	32.64	15.70	26.08	1.26	0.20	84.00
3 (Lechuga Black Rose)	I	3	1	31.10	27.60	8	22.07	1.00	0.10	14
	I	3	2	15.90	25.30	9	22.23	0.90	0.08	14
	I	3	3	42.60	24.50	8	22.40	1.50	0.10	15
	I	3	4	37.90	26.60	8	23.77	1.20	0.08	14
	I	3	5	17.00	28.00	9	21.07	1.40	0.11	15
	I	3	6	18.20	25.60	8	22.50	1.20	0.09	15
	I	3	7	32.90	26.60	9	21.53	1.25	0.10	
	I	3	8	44.30	24.40	8	20.80	1.20	0.10	
	I	3	9	30.90	26.60	7	23.57	0.90	0.07	
	I	3	10	26.50	27.10	8	22.40	1.10	0.10	
	I	3	11	26.40	25.50	9	22.13	1.20	0.12	
	I	3	12	25.50	26.90	8	21.93	1.20	0.10	
	I	3	13	58.10	27.50	8	23.50	1.30	0.10	
	I	3	14	21.10	26.20	8	21.93	0.90	0.09	
	I	3	15	30.50	26.30	9	21.70	1.10	0.10	
	I	3	16	24.50	24.60	8	20.40	0.90	0.08	
	I	3	17	38.60	25.30	7	22.40	1.00	0.08	
	I	3	18	19.90	23.90	9	22.43	1.30	0.11	
	I	3	19	20.50	29.80	9	22.37	1.00	0.11	
	I	3	20	20.20	24.90	8	22.13	1.00	0.10	
				29.13	26.16	8.25	22.16	1.13	0.09	87.00

**Anexo 2** Instrumento de recolección de datos - Datos originales de las variables del bloque 02

Nombre de la variedad	Bloque	Tratamiento	Nº de planta	Longitud de raíces	Altura de plantas	Número de hojas	Longitud de hoja	Diámetro del tallo	Peso de planta	Número de cabeza
1 (Lechuga crespa - Great Lakes)	II	1	1	20.20	24.70	17	25.10	1.10	0.30	14
	II	1	2	28.20	25.90	16	27.80	0.85	0.23	13
	II	1	3	19.20	25.70	16	24.93	1.10	0.32	15
	II	1	4	13.70	20.60	13	29.80	1.00	0.21	15
	II	1	5	19.80	24.70	15	27.43	0.95	0.25	15
	II	1	6	22.50	27.00	17	25.83	1.00	0.21	14
	II	1	7	13.50	27.40	14	28.30	1.10	0.29	
	II	1	8	20.30	23.40	18	25.37	1.00	0.28	
	II	1	9	35.80	22.90	15	31.33	1.00	0.29	
	II	1	10	25.10	24.00	10	29.27	1.10	0.19	
	II	1	11	15.10	26.20	16	32.67	1.10	0.36	
	II	1	12	24.40	21.50	16	24.50	0.80	0.22	
	II	1	13	24.50	27.10	12	30.60	1.15	0.26	
	II	1	14	25.10	24.90	13	25.87	0.90	0.19	
	II	1	15	13.00	27.90	12	33.07	1.15	0.26	
	II	1	16	13.10	27.50	16	26.63	1.25	0.31	
	II	1	17	29.80	25.20	13	22.67	0.80	0.24	
	II	1	18	18.60	23.20	11	26.33	0.90	0.19	
	II	1	19	19.40	25.10	13	25.17	1.25	0.22	

	II	1	20	24.50	26.10	17	27.47	1.50	0.31	
				21.29	25.05	14.50	27.51	1.05	0.25	86.00
2 (Lechuga Orgánica - Waldman green)	II	2	1	23.50	34.10	16	25.43	1.50	0.18	15
	II	2	2	19.60	33.50	16	26.43	1.50	0.22	14
	II	2	3	17.70	31.70	14	25.13	1.30	0.21	14
	II	2	4	14.70	32.20	15	28.03	1.60	0.22	14
	II	2	5	18.00	31.70	14	26.67	1.90	0.21	13
	II	2	6	26.40	32.80	17	26.57	1.60	0.24	14
	II	2	7	21.60	32.50	16	25.97	1.70	0.23	
	II	2	8	19.30	32.40	15	26.93	1.20	0.19	
	II	2	9	18.50	35.40	17	27.80	1.60	0.21	
	II	2	10	15.90	34.80	15	26.57	1.30	0.22	
	II	2	11	11.50	32.80	14	25.63	1.15	0.19	
	II	2	12	22.00	33.90	14	28.03	1.90	0.21	
	II	2	13	22.40	34.90	15	27.87	1.60	0.20	
	II	2	14	20.40	31.10	14	25.90	1.00	0.19	
	II	2	15	15.00	34.70	18	27.83	1.50	0.27	
	II	2	16	26.70	32.70	13	26.10	1.20	0.16	
	II	2	17	19.50	30.50	13	25.73	1.10	0.17	
	II	2	18	17.20	33.10	15	26.57	1.20	0.20	
	II	2	19	22.50	36.00	15	26.03	1.60	0.18	
	II	2	20	18.50	32.60	16	26.60	1.80	0.20	
				19.55	33.17	15.10	26.59	1.46	0.20	84.00
3 (Lechuga Black Rose)	II	3	1	18.40	28.30	9	22.67	0.90	0.11	12
	II	3	2	26.90	29.30	9	20.93	0.85	0.10	14
	II	3	3	14.50	28.10	7	22.83	0.50	0.08	14
	II	3	4	33.00	29.00	8	22.47	1.10	0.09	14
	II	3	5	24.40	27.40	9	20.60	0.60	0.10	15
	II	3	6	33.20	29.00	8	22.97	0.95	0.09	14
	II	3	7	14.90	29.70	7	24.07	1.30	0.08	
	II	3	8	17.20	28.30	7	22.07	0.90	0.10	
	II	3	9	15.70	27.10	7	22.30	0.70	0.09	
	II	3	10	26.20	31.50	8	25.40	1.00	0.09	
	II	3	11	29.00	25.50	8	20.43	0.70	0.08	
	II	3	12	23.70	27.20	8	21.90	0.50	0.08	
	II	3	13	26.40	27.90	9	23.20	0.55	0.08	
	II	3	14	19.70	28.50	8	23.67	0.65	0.08	
	II	3	15	28.60	27.10	8	22.60	0.70	0.08	
	II	3	17	63.20	25.80	8	22.13	0.80	0.08	
	II	3	18	30.90	30.00	9	21.73	1.00	0.10	
	II	3	19	33.10	27.60	9	22.87	0.90	0.11	
	II	3	20	26.10	28.90	9	23.17	0.75	0.12	
				26.39	28.14	8.20	22.43	0.82	0.09	83.00

**Anexo 3** Instrumento de recolección de datos - Datos originales de las variables del bloque 03

Nombre de la variedad	Bloque	Tratamiento	N° de planta	Longitud de raíces	Altura de plantas	Número de hojas	Longitud de hoja	Diámetro del tallo	Peso de planta	Número de cabeza
1 (Lechuga crespa - Great Lakes)	III	1	1	20.20	23.80	12	25.90	0.75	0.22	14
	III	1	2	33.30	31.20	14	30.10	1.10	0.32	14
	III	1	3	26.20	24.30	16	29.10	1.10	0.22	14
	III	1	4	19.60	33.10	16	29.47	1.00	0.31	14
	III	1	5	27.50	31.90	17	28.87	1.15	0.30	14
	III	1	6	21.70	23.50	14	31.33	0.90	0.32	14
	III	1	7	41.00	23.20	14	28.30	0.90	0.25	
	III	1	8	33.60	28.90	16	28.97	0.95	0.31	
	III	1	9	24.00	26.50	13	24.50	0.75	0.20	
	III	1	10	18.50	25.40	14	27.87	0.85	0.28	
	III	1	11	19.10	22.10	12	28.33	0.70	0.18	
	III	1	12	23.10	19.20	17	30.47	0.95	0.31	
	III	1	13	32.60	25.40	16	29.73	0.90	0.30	
	III	1	14	26.80	22.30	15	29.50	0.80	0.23	
	III	1	15	33.10	23.10	15	25.33	0.70	0.24	
	III	1	16	28.90	27.10	14	31.17	0.95	0.34	
	III	1	17	30.70	27.30	16	29.20	1.10	0.33	
	III	1	18	28.60	27.70	13	26.43	0.70	0.19	
	III	1	19	20.00	22.20	14	30.90	0.90	0.25	
	III	1	20	23.90	23.60	15	31.53	0.90	0.29	
				26.62	25.59	14.65	28.85	0.90	0.27	84.00
2 (Lechuga orgánica - Waldman green)	III	2	1	26.40	34.70	14	29.83	1.20	0.22	14
	III	2	2	22.30	32.80	14	26.13	1.35	0.20	13
	III	2	3	41.10	33.40	14	27.27	1.00	0.18	14
	III	2	4	18.20	33.90	13	27.47	1.10	0.22	14
	III	2	5	30.80	35.10	15	28.97	1.50	0.26	15
	III	2	6	28.10	31.70	13	26.00	1.70	0.18	14
	III	2	7	20.20	30.40	15	26.47	1.20	0.20	
	III	2	8	15.30	33.00	13	27.20	1.90	0.21	
	III	2	9	15.50	34.10	17	28.27	1.30	0.23	
	III	2	10	32.90	32.60	14	25.63	1.00	0.23	
	III	2	11	20.60	32.60	14	27.57	1.00	0.22	
	III	2	12	20.50	35.20	13	26.73	1.00	0.21	
	III	2	13	16.40	33.40	14	26.97	1.00	0.23	
	III	2	14	18.80	33.90	14	27.70	1.70	0.20	
	III	2	15	33.20	31.60	12	27.43	1.60	0.18	
	III	2	16	17.10	31.10	13	25.37	1.95	0.19	
	III	2	17	30.30	32.40	12	25.77	1.10	0.14	
	III	2	18	23.50	32.40	13	25.57	1.90	0.19	
	III	2	19	19.70	35.30	16	28.10	1.25	0.25	
	III	2	20	29.40	30.20	11	26.23	1.30	0.17	
				24.02	32.99	13.70	27.03	1.35	0.20	84.00
III	3	1	1	44.30	32.80	9	22.73	0.85	0.11	15



3 (Lechuga Black Rose)	III	3	2	23.20	32.80	9	25.83	0.65	0.11	14
	III	3	3	40.30	31.00	8	21.00	0.70	0.09	14
	III	3	4	40.50	26.90	8	21.80	0.60	0.10	14
	III	3	5	22.10	30.40	9	25.20	0.60	0.11	14
	III	3	6	31.50	29.60	9	23.03	0.65	0.09	14
	III	3	7	30.60	30.00	8	21.83	1.00	0.10	
	III	3	8	32.90	30.60	9	20.67	0.80	0.11	
	III	3	9	29.40	27.90	10	24.37	0.60	0.10	
	III	3	10	40.50	28.20	8	21.23	0.50	0.07	
	III	3	11	27.30	32.60	9	24.23	0.80	0.14	
	III	3	12	28.50	27.60	7	22.87	0.55	0.08	
	III	3	13	30.10	29.40	8	23.70	0.60	0.11	
	III	3	14	28.50	31.80	9	24.17	0.60	0.11	
	III	3	15	43.20	29.80	9	23.47	0.65	0.11	
	III	3	16	36.90	29.80	8	21.80	0.55	0.09	
	III	3	17	49.40	32.50	9	22.93	0.75	0.11	
	III	3	18	30.60	28.90	8	22.27	0.85	0.12	
	III	3	19	30.20	29.80	8	21.93	0.55	0.08	
	III	3	20	38.40	28.80	8	23.23	0.55	0.11	
				33.92	30.06	8.50	22.92	0.67	0.10	85.00

**Anexo 4** Instrumento de recolección de datos - datos originales de las variables del bloque 04

Nombre de la variedad	Bloque	Tratamiento	N° de planta	Longitud de raíces	Altura de plantas	Número de hojas	Longitud de hoja	Diámetro del tallo	Peso de planta	Número de cabeza
1 (Lechuga cresa - Great Lakes)	IV	1	1	19.70	25.90	12	29.03	0.95	0.32	14
	IV	1	2	22.60	25.20	18	31.50	1.10	0.37	14
	IV	1	3	22.20	25.40	15	26.07	0.85	0.27	14
	IV	1	4	25.00	26.70	14	32.60	1.10	0.33	15
	IV	1	5	30.10	23.50	17	29.40	1.00	0.34	15
	IV	1	6	24.60	30.80	18	28.77	1.00	0.35	15
	IV	1	7	19.70	33.50	23	29.23	1.10	0.35	
	IV	1	8	26.70	29.00	16	28.50	0.95	0.34	
	IV	1	9	31.10	27.10	13	27.83	0.90	0.27	
	IV	1	10	25.10	23.30	14	28.70	1.00	0.33	
	IV	1	11	30.10	31.70	16	28.73	1.00	0.35	
	IV	1	12	35.80	22.00	14	25.57	0.80	0.25	
	IV	1	13	26.40	29.60	14	29.10	0.90	0.26	
	IV	1	14	19.30	21.90	14	27.73	1.10	0.34	
	IV	1	15	33.00	23.60	13	30.93	0.75	0.23	
	IV	1	16	41.70	23.50	15	28.20	1.15	0.33	
	IV	1	17	26.50	24.20	17	34.77	1.10	0.31	
	IV	1	18	33.30	28.40	16	27.60	1.05	0.35	
	IV	1	19	23.30	26.20	15	26.57	0.95	0.26	
	IV	1	20	34.10	26.60	18	30.40	1.05	0.36	
				27.52	26.41	15.60	29.06	0.99	0.31	87.00
2 (Lechuga orgánica - Waldman green)	IV	2	1	16.60	31.10	15	24.87	1.30	0.19	14
	IV	2	2	23.80	35.00	14	27.23	1.30	0.24	15
	IV	2	3	17.60	34.60	18	25.97	1.40	0.25	14
	IV	2	4	37.10	33.70	15	29.13	1.30	0.23	15
	IV	2	5	18.60	33.20	15	29.53	1.70	0.22	15
	IV	2	6	36.90	34.80	15	27.70	1.80	0.24	15
	IV	2	7	33.10	43.70	15	27.10	1.20	0.21	
	IV	2	8	32.90	35.70	15	26.27	1.20	0.21	
	IV	2	9	12.90	31.10	14	27.90	1.50	0.20	
	IV	2	10	26.30	34.10	14	26.13	1.35	0.21	
	IV	2	11	35.70	33.10	14	26.20	1.20	0.18	
	IV	2	12	11.20	32.80	10	27.07	1.60	0.14	
	IV	2	13	13.50	34.30	13	26.77	1.15	0.20	
	IV	2	14	31.70	34.70	16	27.50	1.55	0.24	
	IV	2	15	15.20	31.80	14	25.73	1.50	0.18	
	IV	2	16	38.00	32.40	14	28.13	1.35	0.21	
	IV	2	17	19.40	35.60	13	31.37	1.30	0.18	
	IV	2	18	36.20	33.90	16	28.93	1.30	0.20	
	IV	2	19	25.80	35.40	12	28.80	1.10	0.18	
	IV	2	20	21.20	32.30	13	28.75	1.20	0.20	
				25.19	34.17	14.25	27.55	1.37	0.20	88.00
IV	3	1	1	20.00	28.70	9	18.87	0.80	0.12	14

3 (Lechuga Black Rose)	IV	3	2	32.90	28.40	9	22.03	0.75	0.13	15
	IV	3	3	22.90	29.00	9	22.23	0.85	0.13	14
	IV	3	4	26.40	29.50	9	23.20	0.65	0.10	14
	IV	3	5	29.80	26.90	9	26.20	1.00	0.11	13
	IV	3	6	30.30	28.70	9	23.07	0.60	0.10	14
	IV	3	7	14.70	28.10	8	22.63	0.65	0.11	
	IV	3	8	46.50	23.80	8	20.57	0.40	0.06	
	IV	3	9	23.40	27.90	9	23.97	0.60	0.09	
	IV	3	10	35.60	31.10	9	25.73	0.80	0.13	
	IV	3	11	29.30	29.00	9	23.87	0.75	0.12	
	IV	3	12	34.30	29.60	9	23.53	0.80	0.11	
	IV	3	13	30.60	27.70	9	24.57	0.60	0.11	
	IV	3	14	X	X	X	X	X	X	
	IV	3	15	25.50	27.20	9	21.70	0.80	0.11	
	IV	3	16	21.30	28.20	9	22.17	0.65	0.11	
	IV	3	17	33.80	36.70	10	32.37	0.75	0.14	
	IV	3	18	41.40	27.00	8	21.40	0.50	0.08	
	IV	3	19	28.30	29.50	9	23.83	0.65	0.10	
	IV	3	20	44.10	32.50	10	23.17	0.80	0.14	
				30.06	28.92	8.95	23.43	0.71	0.11	84.00

**Anexo 5 Registro diario de datos ambientales**

	Ph	CE	T° de Agua		T° Ambiental	
FECHA	08:00 a.m		8:00 a. m.	12:00 m	8:00 a. m.	12:00 m
19/02/2022	6.51	2075	19.7 °C	22. °C	20.9 °C	27 °C
20/02/2022	6.12	1890	19.9 °C	21.7 °C	20.8 °C	24.9 °C
21/02/2022	200 lt de agua - 1lt de sol "A" - 400 ml de sol "B"					
21/02/2022	6.04	2138	20.1 °C	22 °C	21.9 °C	24.1 °C
22/02/2022	6.04	2138	20.5 °C	23.8 °C	21.9 °C	25 °C
23/02/2022	5.9	1990	17.9 °C	22.1 °C	19.1 °C	24.9 °C
24/02/2022	5.8	1970	18.8 °C	20 °C	20 °C	22.9 °C
25/02/2022	200 lt de agua - 1lt de sol "A" - 400 ml de sol "B"					
25/02/2022	5.68	1940	18.1 °C	20.2 °C	22.1 °C	23.8 °C
26/02/2022	6.03	2075	17 °C	22.5 °C	19.4 °C	27 °C
27/02/2022	5.7	1970	17.5 °C	22.9 °C	19.2 °C	31.7 °C
28/02/2022	5.11	2042	18.9 °C	21.1 °C	21 °C	26 °C
1/03/2022	5.3	1998	19 °C	21 °C	20.8 °C	25.1 °C
40 lt de agua - 200 ml de sol "A" - 100 ml de sol "B"						
Aplicación de 25 gr de Metalaxil / 10 lt de agua.						
Aplicación de Calcio 30 ml / 10 lt de agua						
20 ml de Hidróxido de Sodio / 2 lt de agua						
2/03/2022	5.8	1965	18 °C	21.4 °C	19 °C	25.8 °C
3/03/2022	5.66	1931	19.9 °C		23.5 °C	
4/03/2022	5.25	2097	17.1 °C	24.1 °C	18.3 °C	34 °C
5/03/2022	5.3	2079	17.3 °C	23.1 °C	17.5 °C	31.7 °C
40 lt de agua - 200 ml de sol "A" - 100 ml de sol "B"						
30 ml de Hidróxido de Sodio / 2 lt de agua						
6/03/2022	5.98	2106	17.1 °C	22.3 °C	18.5 °C	31.9 °C
7/03/2022	5.63	1979	16.3 °C	22.5 °C	17.9 °C	30.7 °C
8/03/2022	5.52	1977	19.7 °C	23.9 °C	21.8 °C	33.7 °C
9/03/2022	5.84	1976	18 °C	20.8 °C	17.7 °C	26.8 °C
10/03/2022	6.04	2110	19.5 C	2.9 °C	24.7 °C	37 °C
100 lt de agua - 50 ml de sol "A" - 20 ml de sol "B"						
Aplicación de 25 gr de Metalaxil / 10 lt de agua.						
Aplicación de Calcio 30 ml / 10 lt de agua						
20 ml de Hidróxido de Sodio / 2 lt de agua						
11/03/2022	6.3	2011	18.5 °C	19.9 °C	19 °C	23.3 °C
12/03/2022	5.72	1903	18.3 °C	22.3 °C	19 °C	32.7 °C
13/03/2022	5.46	1875	18.3 °C	22 °C	19 °C	33.1 °C
14/03/2022	5.85	2076	18.7 °C	20.1 °C	18.9 °C	32.5 °C
15/03/2022	5.75	2016	18.3 °C	22.3 °C	19 °C	33 °C

**Anexo 6** *Análisis de variancia de longitud de raíz al momento de cosecha (43 ddt),  $\alpha=0,05$* 

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	87,63	29,21	11,47	0,0067
Tratamiento	2	142,93	71,47	28,07	0,0009 *
Error	6	15,28	2,55		
Total	11	245.84			
CC	0.9903				
CV	6,33				

**Anexo 7** *Análisis de varianza de altura de planta de lechuga,  $\alpha=0,05$* 

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	11,85	3,95	5,52	0,0368
Tratamiento	2	148,46	74,23	103,73	<0,0001 *
Error	6	4,29	0,72		
Total	11	164,60			
CC	0.9903				
CV	2,94				

**Anexo 8** *Análisis de varianza de número de hojas de lechuga,  $\alpha=0,05$* 

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	2,43	0,81	1,63	0,2799
Tratamiento	2	114,57	57,28	114,84	<0,0001 *
Error	6	2,99	0,50		
Total	11	119,99			
CC	0.9913				
CV	5,51				

**Anexo 9** *Análisis de varianza de longitud de hoja de lechuga,  $\alpha=0,05$* 

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	6,77	2,26	7,84	0,0169
Tratamiento	2	58,16	29,08	100,97	<0,0001 *
Error	6	1,73	0,29		
Total	11	66,66			
CC	0.99002				
CV	2,08				

**Anexo 10** *Análisis de varianza del diámetro de tallo de lechuga,  $\alpha=0,05$* 

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	0,07	0,02	1,26	0,3692
Tratamiento	2	0,58	0,29	16,13	0,0039 *
Error	6	0,11	0,02		
Total	11	0,75			
CC	0.93103				
CV	12,50				

**Anexo 11** *Análisis de varianza de peso de planta de lechuga,  $\alpha=0,05$* 

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	1,1E-03	7E-04	2,10	0,2023
Tratamiento	2	0,07	0,03	186,33	<0,0001 *
Error	6	1,1E-03	1,8E-04		
Total	11	0,07			
CC	0.913				
CV	6,90				

**Anexo 12** *Análisis de varianza del número de cabezas de lechuga por metro lineal,  $\alpha=0,05$*

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor	
Bloque	3	0,05	0,02	1,55	0,2961	
Tratamiento	2	0,02	0,01	1,17	0,3724	N.S
Error	6	0,06	0,01			
Total	11	0,13				
CC	0					
CV	2,07					

**Anexo 13** *Toma de datos “longitud de raíz” y “altura de planta”*





**Anexo 14** Toma de datos “diámetro del tallo” y “número de hojas”



**Anexo 15** Toma de datos “longitud de hoja” y “peso de plantas”





**Anexo 16** Toma de datos "Rendimiento"



**Anexo 17 :** Instalación de tanque cisterna



**Anexo 18** *Instalación de caballetes con pendiente de 0,5%*



**Anexo 19** *Acondicionamiento de bandejas e instalación del área de germinación*

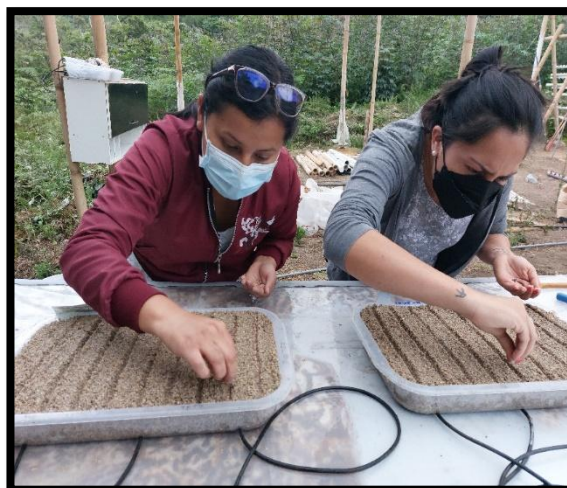




**Anexo 20** *Desinfectado del sustrato del semillero*



**Anexo 21** *Siembra de tres variedades de lechuga*



**Anexo 22** Germinación de semillas



**Anexo 23** Preparación de SN al 50%





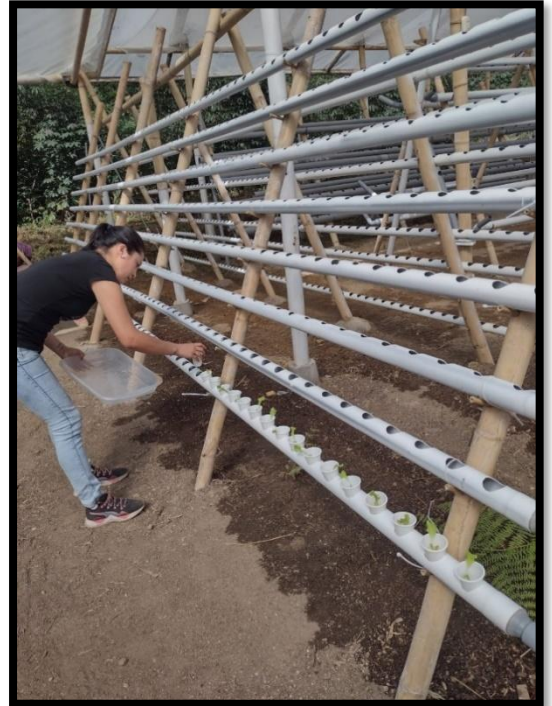
**Anexo 24** *Preparación de espuma*



**Anexo 25** *Extracción de plántulas*



**Anexo 26** Colocación de las plántulas en el vaso y trasplante a la zona de aclimatación



**Anexo 27** Inspección constante durante los primeros 10 días en la zona de aclimatación





**Anexo 28** Incorporación de SN al 100% al tanque cisterna



**Anexo 29** Monitoreo de plagas y enfermedades



**Anexo 30** *Trasplante definitivo a los caballetes con tubos de 3 pulgadas*



**Anexo 31** *Selección de las mejores plantas y separación de las variedades por bloques.*

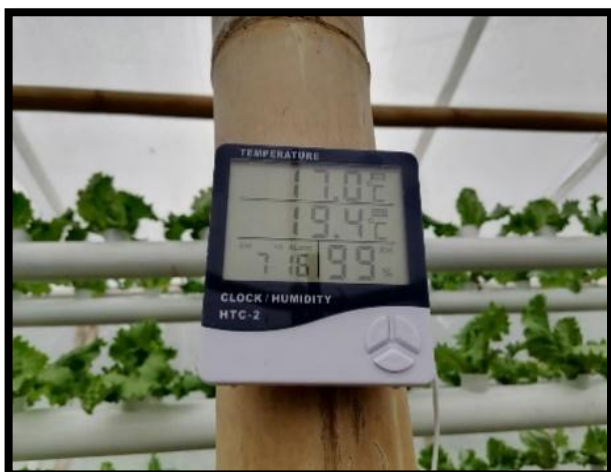




**Anexo 32** Incorporación de agua y soluciones A y B



**Anexo 33** Monitoreo de Ph, CE y T°



**Anexo 34** *Presencia de hongos a nivel radicular*



**Anexo 35** *Enroscamiento en el borde de las hojas*



**Anexo 36** *Aplicación de Macronutrientes vía foliar*



**Anexo 37** *Toma de datos de las características Biométricas*





**Anexo 38 Cosecha**

