

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



**T E S I S**

**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.**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Agrónomo**

**Autor: Bach: Flinders Melquisedec VALLE ROBLES**

**Bach: Lisbeth Pamela VALLE ROBLES**

**Asesor: Mg. Fernando James ALVAREZ RODRIGUEZ**

**Yanahuanca – Perú – 2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE AGRONOMIA**



**TESIS**

**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**

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

---

**Dra. Edith Luz ZEVALLOS ARIAS**

**PRESIDENTE**

---

**Mg. Hickey CÓRDOVA HERRERA**

**MIEMBRO**

---

**Mg. Vicente Nilo GAMARRA TORIBIO**

**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A toda nuestra familia quienes  
han hecho el posible para poder  
estudiar y titularnos.

.

## **RECONOCIMIENTO**

¡A Dios! por haber hecho posible la culminación de mis estudios universitarios.

Ing. Álvarez Rodríguez, Fernando James, por su asesoría, apoyo y tiempo dedicado a esta investigación, realmente ha sido un ejemplo a imitar en el desarrollo ético y profesional, al compartir con usted el desarrollo de esta investigación.

Ing. Inga Ortiz Josué Hernán, por su asesoría, ayuda y por todo el tiempo que dedicó a mejorar esta investigación y permitirme tomar como ejemplo su responsabilidad y amplia experiencia, la cual ha sido una motivación para mí.

También le agradezco a la plana de docentes Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión sede Yanahuanca, por permitirme formar parte de esta prestigiosa casa de estudios superiores.

## RESUMEN

El presente ensayo experimental se llevó a cabo entre los meses de agosto y noviembre del año 2012, en la comunidad campesina “San Juan” de Yanacocha, distrito Yanahuanca, provincia Daniel Carrión, Región Pasco. Los objetivos de la investigación fueron, determinar el 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, determinar ¿cuál de las seis variedades es recomendable en esta localidad? Para ello la solución nutritiva utilizada fue adquirida en la Universidad Nacional Agraria La Molina, el diseño estadístico utilizado fue diseño completamente al azar con cuatro repeticiones las variedades evaluadas fueron T1 Variedad Duett, T2 Variedad Bohemia, T3 Variedad Nika, T4 Variedad Hardy, T5 Variedad Luana y T6 Variedad Boston, se utilizó las semillas y soluciones A y B certificadas por la Universidad Nacional Agraria de la Molina. Las variables evaluadas fueron porcentaje de germinación a los quince días después de la siembra, longitud de la hoja, número de hojas, altura de planta y diámetro de la cabeza, las evaluaciones se realizaron después del primer trasplante a los 15, 30 y 45 días. Al momento de la cosecha se evaluaron el rendimiento de peso de la cabeza. Para los efectos del control, las observaciones se tomaron 4 plantas de cada repetición, para luego ser analizado en el ANDEVA y la prueba de significación de Tukey. El mejor rendimiento en peso de la cabeza fue de 321g/planta este dato equivale 107291.63 kg/ha del T6 Variedad Boston. Asimismo, esta variedad obtuvo el mayor tamaño en el diámetro de la cabeza con un promedio 27.74 cm/cabeza siendo la más indicada para el rendimiento en el sistema hidropónico recirculante en condiciones de Yanacocha.

**PALABRA CLAVE:** Sistema Hidropónico, Variedades de lechuga, solución nutritiva, NFT, rendimiento y desarrollo vegetativo.

## ABSTRACT

This experimental test was carried out between August and November 2012 in the rural community "San Juan" Yanacocha district Yanahuanca province Daniel Carrion and Pasco Region. The research objectives were to determine the effect of recirculating hydroponic system with nutrient solution on yield of six varieties of lettuce (*Lactuca sativa L*) in the town of Yanacocha - Yanahuanca - Pasco, determine which of the six varieties is recommended in this location? To do this the nutrient solution used was acquired in the Universidad Nacional Agraria La Molina, statistical design was completely randomized design with four replications varieties evaluated were T1 Variety Duett, T2 Variety Bohemia, T3 Variety Nika, T4 Variety Hardy, T5 Variety Luana and T6 Variety Boston, seeds and solutions A and B certified by the National Agrarian University of La Molina was used. The variables evaluated were germination percentage fifteen days after planting, leaf length, root length, number of leaves, plant height and diameter of the head, assessments are performed after the first transplant at 15 , 30 and 45 days. At harvest time performance weight of the head and root weight they were evaluated. For control purposes, observations 4 floors each repetition, and then be analyzed in the ANOVA and Tukey significance test was taken. The best performance in head weight was 321g / plant this figure equals 107291.63 kg / ha of T6 Variety Boston. Also this variety had the highest size head diameter averaging 27.74 cm / head being the most suitable for performance in the recirculating hydroponic system capable of Yanacocha.

**KEYWORD:** Hydroponic System: Lettuce varieties, nutrient solution, NFT, yield and vegetative development.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la agricultura en nuestra provincia implica resolver muchos problemas, entre los cuales destacan la poca disponibilidad de variedades mejoradas, tecnologías inapropiadas, que son las que se traducen en los bajos índices de producción y productividad. La producción de hortalizas puede hacerse en forma intensiva en espacios reducidos tanto en áreas rurales como urbanas, utilizando tecnologías de producción que contienen sustratos inertes y soluciones nutritivas. La hidroponía es un método desarrollado que se basa en sistemas balanceados de control en donde las plantas reciben una nutrición adecuada para su crecimiento y desarrollo, basándose en que las plantas mantienen sus raíces continua o intermitentemente inmersas en una solución acuosa que contiene los elementos minerales esenciales para su crecimiento. La técnica hidropónica de la Solución Nutritiva Recirculante, conocida como el Sistema NFT, consiste en recircular permanentemente una lámina de solución nutritiva que moja las raíces de las plantas colocadas en un contenedor, aportándoles nutrientes y oxígeno durante su crecimiento.

La solución es oxigenada a su regreso al tanque recolector por intermedio de la caída de una cierta altura creando burbujas, el trabajo de investigación, efecto del sistema hidropónico recirculante con solución nutritiva en el rendimiento de seis variedades de lechuga, (*Lactuca sativa L*), tuvo la finalidad de realizar la investigación debido a que en nuestra provincia los terrenos son geográficamente accidentadas, reducidas áreas cultivables menor disponibilidad de agua para el riego, y el incremento de las exigencias del mercado en calidad y sanidad de las hortalizas, especialmente en el cultivo de las lechugas para consumo fresco, por lo tanto se ha implantado esta tecnología hidropónica para poder abastecer las necesidades de los consumidores ya que este cultivo desempeñan un papel de suma importancia en la nutrición del hombre por ser fuente de

vitaminas y minerales, con esta técnica el cultivo de lechugas pueden cultivarse de 11 cosechas durante el año por que esta técnica acelera el desarrollo de la planta, es por ello que tomamos en cuenta esta necesidad y desarrollamos el presente trabajo de investigación para conocer su rendimiento, las ventajas del sistema hidropónico y conocer sus características físicas, comportamiento climático y otros a fin de que a futuro se implante nuevas investigaciones para beneficiar a la población urbana.

Esta investigación pretende mostrar las ventajas de esta técnica y sus resultados en el cultivo de la lechuga, por la importancia económica y nutritiva que es una fuente de minerales para la alimentación humana, además de ser una hortaliza muy utilizada en diversos potajes y materia prima para la industria, por estas razones se busca beneficiar y difundir el cultivo hidropónico, como tecnología disponible a la población urbana utilizando pequeños espacios para este cultivo de valor económico y nutritivo.

Esta investigación se desarrolló a razón de un problema ¿cuál es el 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?



## INDICE

DEDICATORIA	
RECONOCIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y planteamiento 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 Principal .....	3
	1.3.2 Problema Específico.....	3
1.4	Formulación de Objetivos.....	3
	1.4.1. Objetivo General .....	3
	1.4.2. Objetivo específico.....	3
1.5.	Justificación de la investigación .....	4
	1.5.1. Científico.....	4
	1.5.2. Económico.....	4
	1.5.3. Social.....	4
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	5

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio .....	6
2.2.	Bases teóricas - científicas.....	7
2.3	Definición de términos básicos.....	39
2.4	Formulación de hipótesis.....	39
	2.4.1 Hipótesis alterna.....	39

2.4.2	Hipótesis nula.....	39
2.5	Identificación de Variables.....	40
2.6	Definición Operacional de variables e indicadores .....	40

### **CAPÍTULO III**

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

3.1	Tipo de investigación.....	41
3.2	Métodos de investigación .....	41
3.3	Diseño de la investigación.....	41
3.4	Población y muestra.....	41
3.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	42
	3.5.1. Materiales Y equipos.....	42
	3.5.2. Metodología.....	45
	3.5.3. Conducción del experimento.....	46
3.6	Técnicas de procedimiento y análisis de datos .....	58
3.7	Tratamiento estadístico.....	58
3.8.	Orientación Ética .....	58

### **CAPITULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSION**

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	60
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultado.....	60
	4.1.1. Temperatura ambiental y humedad dentro del experimento .....	61
	4.1.2. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación. ....	62
	4.1.3. Longitud de hoja a 15 días. ....	63
	4.1.4. Longitud de hoja a 30 días. ....	65
	4.1.5. Longitud de hoja a 45 días. ....	66
	4.1.6. Número de hojas a 15 días. ....	68
	4.1.7. Número de hojas a 30 días. ....	69
	4.1.8. Número de hojas a 45 días. ....	70
	4.1.9. Altura de planta a 15 días.....	72
	4.1.10. Altura de planta a 30 días.....	73
	4.1.11. Altura de planta a 45 días.....	75
	4.1.12. Diámetro de cabeza a 15 días.....	76
	4.1.13. Diámetro de cabeza a 30 días.....	78
	4.1.14. Diámetro de cabeza a 45 días.....	79

4.1.15. Peso de cabeza en la cosecha. ....	81
4.1.16. Rendimiento. ....	83
4.3. Prueba de hipótesis .....	84
4.4. Discusión de resultado .....	84
4.3.1. Porcentaje de germinación .....	84
4.3.2. Longitud de hojas .....	85
4.3.3. Número de hojas.....	85
4.3.4. Altura de plantas.....	85
4.3.5. Diámetro de cabeza .....	86
4.3.6. Peso de cabeza en la cosecha .....	86
4.3.7. Rendimiento kg/ha .....	87

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## FIGURA

<i>Figura 1.</i> Distribución de las semillas.....	53
<i>Figura 2.</i> Distribución de las plántulas al primer trasplante. ....	55
<i>Figura 3.</i> Distribución para el trasplante definitivo. ....	56

## TABLAS

<i>Tabla 1.</i> Rango de temperatura ideal para el cultivo de lechuga.....	16
<i>Tabla 2</i> Valor nutricional de la lechuga .....	21
<i>Tabla 3</i> Clasificación de aguas según valores de CE .....	24
<i>Tabla 4.</i> Tolerancia de algunos cultivos a las sales.....	25
<i>Tabla 5.</i> Cantidades de ácidos y bases para ajustar el pH: .....	27
<i>Tabla 6.</i> Valores recomendados de CE y pH para algunos cultivos .....	28
<i>Tabla 7.</i> Requerimiento nutricional.....	37
<i>Tabla 8.</i> Definición Operacional de variables e indicadores.....	40
<i>Tabla 9.</i> Fertilizantes de la solución nutritiva A .....	50
<i>Tabla 10.</i> Fertilizantes de la solución nutritiva B.....	50
<i>Tabla 11.</i> Fertilizantes de micronutrientes. ....	51
<i>Tabla 12.</i> Tratamientos en estudio. ....	58
<i>Tabla 13.</i> Análisis de varianza del porcentaje de germinación. ....	62
<i>Tabla 14.</i> Prueba de Tukey de porcentaje de germinación .....	62
<i>Tabla 15.</i> Análisis de varianza de longitud de hoja a 15 días. ....	63
<i>Tabla 16.</i> Prueba de Tukey longitud de hoja a los 15 días.....	64
<i>Tabla 17.</i> Análisis de varianza longitud de hoja a 30 días. ....	65
<i>Tabla 18.</i> Prueba de Tukey longitud de hojas a 30 días. ....	65
<i>Tabla 19.</i> Análisis de varianza de longitud de hoja a 45 días .....	66
<i>Tabla 20.</i> Prueba de Tukey longitud de hojas a 45 días.....	66
<i>Tabla 21.</i> Análisis de varianza de número de hojas a 15 días .....	68
<i>Tabla 22.</i> Prueba de Tukey de número de hojas a 15 días. ....	69
<i>Tabla 23.</i> Análisis de varianza de número de hojas a 30 días .....	69
<i>Tabla 24.</i> Prueba de Tukey de número de hojas a 30 días. ....	70

<i>Tabla 25.</i> Análisis de varianza de número de hojas a 45 días .....	70
<i>Tabla 26.</i> Prueba de Tukey de número de hojas a 45 días. ....	71
<i>Tabla 27.</i> Análisis de varianza altura de planta a 15 días .....	72
<i>Tabla 28.</i> Prueba de Tukey altura de planta a 15 días.....	73
<i>Tabla 29.</i> Análisis de varianza de altura de planta a 30 días.....	73
<i>Tabla 30</i> Prueba de Tukey altura de planta a los 30 días. ....	74
<i>Tabla 31.</i> Análisis de varianza altura de planta a 45 días. ....	75
<i>Tabla 32.</i> Prueba de Tukey altura de planta a 45 días.....	75
<i>Tabla 33.</i> Análisis de varianza diámetro de cabeza a 15 días. ....	76
<i>Tabla 34.</i> Prueba de Tukey diámetro de cabeza a 15 días.....	77
<i>Tabla 35.</i> Análisis de varianza diámetro de cabeza a 30 días .....	78
<i>Tabla 36.</i> Prueba de Tukey diámetro de cabeza a 30 días.....	78
<i>Tabla 37.</i> Análisis de varianza diámetro de cabeza a 45 días. ....	79
<i>Tabla 38.</i> Prueba de Tukey diámetro de cabeza a 45 días.....	79
<i>Tabla 39.</i> Análisis de varianza del peso de cabeza. ....	81
<i>Tabla 40.</i> Prueba de Tukey del peso de cabeza.....	81
<i>Tabla 41.</i> Análisis de varianza del rendimiento kg/ha. ....	83
<i>Tabla 42.</i> Prueba de Tukey del rendimiento. ....	83

## GRÁFICOS

<i>Gráfico 1.</i> Temperatura ambiental dentro del invernadero .....	61
<i>Gráfico 2.</i> Humedad relativa dentro del invernadero HR% .....	61
<i>Gráfico 3</i> Porcentaje de germinación. ....	63
<i>Gráfico 4 .</i> Nivel de crecimiento en la longitud de hoja. ....	67
<i>Gráfico 5.</i> Número de hojas. ....	71
<i>Gráfico 6.</i> Nivel de crecimiento de altura de planta.....	76
<i>Gráfico 7.</i> Nivel de desarrollo del diámetro de cabeza. ....	80
<i>Gráfico 8.</i> Peso de la cabeza.....	82
<i>Gráfico 9.</i> Rendimiento. ....	84

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

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

La lechuga es la planta más importante del grupo de las hortalizas de hoja; se consume en ensaladas, es ampliamente conocida y se cultiva casi en todos los países del mundo.

La lechuga presenta una gran diversidad dada principalmente por diferentes tipos de hojas y hábitos de crecimiento de las plantas. Esto ha llevado a diversos autores distinguir variedades botánicas en la especie, existiendo varias que son importantes como cultivo hortícola en distintas regiones del mundo.

El aporte de calorías de esta hortaliza es muy bajo, mientras que en vitamina C es muy rica, teniendo las hojas exteriores más cantidad de la misma frente a las interiores. También resulta una fuente importante de vitamina K, con lo que protege ante la osteoporosis. Otras vitaminas que destacan en la lechuga son la A, E y ácido fólico. Está compuesta en un 94% de agua y aporta mucho potasio, calcio y fósforo. Durante los últimos años la producción de hortalizas ha experimentado un significativo progreso en cuanto a rendimiento y calidad,



dentro de ello la superficie cultivada de lechuga ha ido incrementándose, debido en parte a la introducción de nuevos cultivares y el aumento de su consumo, esto en sistema de cultivo sin suelo.

Es por ello que es importante determinar la producción y rendimiento de estos nuevos cultivares en diferentes épocas de siembra y sistemas de producción como el sistema hidropónico recirculante que cada día cobra mayor importancia.

## **1.2 Delimitación de la investigación**

### **1.2.1. Delimitación espacial**

Esta investigación se llevó a cabo en la localidad de Yanacocha, distrito de Yanahuanca, provincia de Daniel Alcides Carrión a 10 km de la ciudad de Yanahuanca, sobre el margen izquierdo del río Chaupihuaranga.

### **1.2.2. Delimitación temporal**

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo durante los meses de setiembre al mes de diciembre del 2012.

### **1.2.3. Delimitación social.**

Para la realización de esta investigación se trabajó con el equipo humano; quienes son el asesor de la tesis, alumnos del último grado de la Escuela de Agronomía y los tesisistas que condujeron el presente trabajo de investigación.

### **1.3 Formulación del problema**

#### **1.3.1 Problema Principal**

¿Cuál es el efecto del sistema hidropónico recirculante con solución nutritiva en el rendimiento de seis variedades de lechugas (*Lactuca sativa*) en la localidad de Yanacocha – Yanahuanca – Pasco?

#### **1.3.2 Problema Específico**

¿Cuál es el efecto del sistema hidropónico recirculante con solución nutritiva en las características agronómicas de seis variedades de lechugas (*Lactuca sativa L*)?

### **1.4 Formulación de Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar el efecto del sistema hidropónico recirculante con solución nutritiva en el desarrollo vegetativo y en el rendimiento de seis variedades de lechugas (*Lactuca sativa L*) en la localidad de Yanacocha – Yanahuanca – Pasco

#### **1.4.2. Objetivo específico**

- a) Evaluar el desarrollo vegetativo de seis variedades de lechugas (*Lactuca sativa L*) bajo el efecto del sistema hidropónico con solución nutritiva.
- b) Evaluar el rendimiento de seis variedades de lechuga bajo el efecto del sistema hidropónico con solución nutritiva.

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

### **1.5.1. Científico**

Fomentar la producción del cultivo de la lechuga en el sistema hidropónico recirculante con solución nutritiva, en comparación con la agricultura tradicional.

Instalar áreas de producción, con nueva tecnología del sistema hidropónico, y capacitar a los agricultores que desean aprender de este nuevo sistema de cultivo.

### **1.5.2. Económico**

- ❖ Elevar el nivel socio económico de los agricultores del lugar donde se va a desarrollar el trabajo, por los altos rendimientos de la lechuga que se obtiene por campaña.
- ❖ Incrementar los ingresos económicos de las familias de las distintas comunidades de la Quebrada del Chaupihuaranga.

### **1.5.3. Social**

- ❖ Incentivar a los agricultores de nuestro medio, a la producción del cultivo de la lechuga, por poseer un costo de producción económico.
- ❖ El estudio pretende demostrar la productividad con solución nutritiva en el sistema hidropónico recirculante (SHR) en comparación con la agricultura tradicional en suelo que se desarrolla en la localidad.
- ❖ Al promover el cultivo de lechugas en el sistema hidropónico servirá con antecedentes para recomendar a los agricultores al cultivo de las diferentes hortalizas en dicho sistema que es una tecnología más avanzada para la agricultura.

- ❖ La finalidad de esta investigación en este cultivo, es porque el Perú y nuestra localidad actualmente tiene un volumen pobre de producción en este cultivo la cual están orientados básicamente a la sierra y costa peruana, pues su rentabilidad es poca debido a que en nuestra localidad no es extensivo este cultivo.

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

Durante el proceso de la instalación del presente trabajo de investigación se tuvieron las siguientes limitaciones:

- ❖ El agua de riego.
- ❖ Distancia del campo experimental.
- ❖ Fluido eléctrico.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

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

Catacora Pinazo, (1996), manifiesta que la hidroponía fue introducida al Perú en 1975 por el Doctor Ulises Moreno Moscoso profesor de fisiología vegetal de la Universidad Nacional Agraria La Molina, la primera instalación a nivel comercial se hicieron a partir de 1988 en Provincia de Huaral.

Paitan Gilian, (2010), menciona que los rendimientos de los 5 cultivares en estudio, en kilogramos por bandeja de un área de 1.5 m<sup>2</sup> el cultivar que mayor rendimiento obtuvo fue cresa con 1660.5 kg, el que le sigue Great Lakes con 1288.2 kg, Durango con 1115.9 kg, seda con 1112.3 kg, Bombola con 908.3 kg. El cultivar de mayor producción y rendimiento fue la seda, cresa y Great Lakes en cuanto a la evaluación que se dieron.

Guadalupe Lovaton y Mayta Robles (2010), mencionan que el mejor rendimiento de peso fue 383g/planta del T2 Variedad Criolla. Asimismo, esta variedad obtuvo el mayor número de hojas con un promedio 34.67/cabeza siendo la más indicada

para el crecimiento en el sistema hidropónico de raíz flotante en condiciones de Yanahuanca.

Vera Mosquera (2008), firma que el rendimiento obtenido en Kg. por metro cuadrado, los cuales demuestran que la variedad Americana tiene el mayor rendimiento con 7.44 tn/ha superior a los demás tratamientos evaluados, sin embargo el más bajo rendimiento lo obtuvo la variedad Amorix que obtuvo un rendimiento de 3.8 tn/ha.

## **2.2. Bases teóricas - científicas**

### **2.2.1. Hidroponía**

Rodriguez Delfin, Chan De la Rosa y Hoyos Rojas (2002), manifiesta la palabra Hidroponía se deriva del griego Hydro (agua) y Ponos (labor o trabajo) lo cual significa literalmente trabajo en el agua. La hidroponía, en términos estrictos, es una técnica que permite producir plantas sin emplear suelo.

Canovas Martinez y Diaz Alvarez (1993), dice que la interpretación menos estricta aplica a sistemas que emplean sustratos inertes, porque éstos no interfieren ni aportan elementos nutritivos a la planta, más bien actúan como soporte y contenedor de las soluciones nutritivas.

Sanchez Del castillo y Escalante Rebolledo (1988), aporta la hidroponía o cultivo sin suelo es una tecnología muy avanzada la cual, con reducido consumo de agua y pequeños trabajos físicos, pero con mucha dedicación y constancia, permite producir hortalizas frescas, sanas y abundantes en espacios más reducidos. Numerosos sistemas hidropónicos son aplicables en varias condiciones ambientales, la hidroponía ha venido ganando

importancia como una alternativa de producción en la agricultura moderna.

Resh Howard (1993), dice la hidroponía es una técnica joven y ha sido utilizada a nivel comercial en el último medio siglo. En este breve periodo se adaptó a diversas situaciones, desde los cultivos al aire (Aero ponía) y en invernadero con tecnología avanzada. Su única restricción es el agua potable y los nutrientes.

Martinez Garcia y Abad Berjon (1993), aporta los sistemas hidropónicos se clasifican en abiertos y cerrados. En los sistemas abiertos los excesos de agua salen del sistema como desechos a través de drenajes, mientras que en los sistemas cerrados la solución nutritiva recircula con una mínima pérdida.

#### **2.2.1.1. Ventajas de la hidroponía**

Rodriguez Delfin, Chan De la Rosa y Hoyos Rojas (2002), dice entre las ventajas que ofrecen los cultivos hidropónicos están las siguientes:

- a) Permite aprovechar suelos no adecuados para la agricultura tradicional.
- b) No contamina el ambiente
- c) Menor consumo de agua y fertilizante.1
- d) La técnica es muy apropiada en zonas donde hay escases de agua.
- e) Existe una mayor uniformidad en las plantas.
- f) La nutrición puede ser cambiada en cualquier momento en función de las condiciones climáticas.

- g) Permite obtener cultivos más homogéneos.
- h) Los cultivos están exentos de problemas fitopatológicos.
- i) Reducen el costo en relacionadas con la preparación del terreno.
- j) Mayor eficiencia del agua utilizada.
- k) Nutrientes minerales de forma más eficiente.
- l) El desarrollo vegetativo y productivo de las plantas se controla más fácilmente que en cultivos tradicionales.

#### **2.2.1.2. Desventajas de la hidroponía**

Rodriguez Delfin, Chan De la Rosa, y Hoyos Rojas (2002), manifiesta entre las desventajas de los cultivos hidropónicos es lo siguientes.

- a) Elevado costo de instalación del sistema hidropónico.
- b) El desconocimiento de sistema hidropónico apropiado para producir un determinado cultivo.
- c) La falta de experiencia en el manejo de las soluciones nutritivas.
- d) El costo añadido que representa el mantenimiento de las instalaciones.
- e) La producción de residuos sólidos, a veces, difíciles de reciclar.
- f) La acumulación de drenajes cuando se riega con aguas de mala calidad.
- g) La contaminación de acuíferos cuando se practican vertidos improcedentes.
- h) El costo de las instalaciones y de la energía necesaria para reutilizar parte de los drenajes producidos.



## **2.2.2. Sistemas del cultivo hidropónico.**

### **2.2.2.1. Sistema de raíz flotante.**

Rodriguez Delfin, Chan De la rosa y Hoyos Rojas (2002), manifiesta que esta técnica es de grado medio, aunque teniendo todo calibrado es muy simple, consta una plancha de unicel en el que se le practicarán orificios, en el que trasplantará la plántula, el unicel flota junto con las plantas. Se recomienda este método para quienes quieran tener plantas de hoja como lechuga, cilantro, epazote, yerbabuena, apio, perejil, orégano etc. Por ser un medio en el cual constantemente tiene disponible la solución nutritiva

Contenedor sin fuga preferentemente plástico o algún tipo de contenedor de madera, con una impermeabilización con plástico negro con una profundidad de 10cm x 15cm, el ancho se recomienda que no supere a 1 m, para que resulte cómodo el largo es al gusto. Plancha de unicel de un grosor de una pulgada, es importante que no sea de menos de 2 cm, pues no resistiría el peso de las plantas y sería muy fácil para manejarla. Se harán orificios de 1 pulgada de diámetro que podría ser con un tubo de metal caliente o con un cautín, estos deben de tener de distanciamiento de orificio a orificio aproximadamente de 17 a 25 cm, según el cultivo. Se pueden usar vasos de la medida de una pulgada, haciéndoles un orificio grande, posteriormente se inserta la plántula, verificando que sea únicamente la raíz la que tenga contacto con la solución nutritiva otra forma de hacerlo, es tomar

una esponja y enrollándola en la planta justo en medio del tallo y la raíz.

Las raíces de las plantas absorben el oxígeno que hay disuelto en el agua, por lo que es necesario colocar una bomba de oxígeno como las que se usan para acuarios caseros, de forma manual batiendo el agua, generando burbujas de aire durante 30 segundos de 2 a 3 veces al día.

#### **2.2.2.2. Cultivo en lana de roca.**

Resh Howard (2001), menciona el origen del uso de la lana de roca como sustrato para cultivo hidropónico nace en Dinamarca y pronto se desplaza a los Países Bajos, donde tienen una gran cultura de este tipo de cultivos y gozan de impresionantes invernaderos con la mejor tecnología disponible.

De qué está compuesto

La lana de roca está compuesta de los siguientes elementos, mezclados y fundidos a 1.600 grados.

- Diabasa al 60%
- 20% de carbón de coque
- 20% de piedra caliza

Toda esta mezcla de componentes y a temperaturas de 1600°C da como resultado unas fibras muy finas de 0,005 mm de grosor.

Aparte, se le añade algunas materias más para conseguir equilibrar la mezcla y otorgarle más propiedades. Cuando está listo para vender se considera inocuo y libre de patógenos.

Propiedades físicas de la lana de roca

Agua de reserva: 0,9%

Capacidad de aireación: 35-45%

Porosidad total: 96%

Capacidad de retención de agua (disponible fácilmente): 30 %

Densidad aparente: 0,08 g/cm<sup>2</sup>

No tiene poder tampón

Agua fácilmente asimilable: >95%

Bajo estas características, podemos decir que es un buen sustrato, tiene muy buena porosidad, buena capacidad de aireación, capacidad de retención de agua y un bajo porcentaje de agua de reserva.

Tiene algunas contras eso sí. Tiene una duración limitada, por lo que llegado el momento, sus propiedades se pierden y se debe sustituir para garantizar el oportuno crecimiento de la planta.

Además, también es débil en cuanto a su estabilidad mecánica.

### **2.2.2.3. Técnica de la solución nutritiva recirculante (NFT).**

Rodriguez Delfin, Chan De la Rosa y Hoyos Rojas (2002), reporta el término NFT son las iniciales de Nutrient Film Technique (técnica de la película nutritiva). También se le conoce como sistema recirculante o de circulación continua. El sistema fue desarrollado por Allen Cooper en los años 60 en Inglaterra. El sistema NFT se basa en el flujo permanente de una pequeña cantidad de solución a través de caños de los que el cultivo toma para su nutrición. En general este sistema está catalogado como de elevado costo, requiere del suministro de un volumen de agua

constante, y para ello se gasta energía en el proceso de bombeo. El sistema consta de caños de distribución, un tanque de almacenamiento de la solución, tanques de formulación y una bomba que contemple las necesidades del sistema. En este sistema se instalan cultivos que por el largo de ciclo o por el consumo de solución no podrían realizarse de otra manera.

Las desventajas del mismo son el uso de energía, el costo, la necesidad de contemplar el efecto de la temperatura sobre el nivel de oxígeno en el sistema de distribución, para ello los caños son pintados frecuentemente de colores claros. Requiere de formulación y chequeo frecuente del pH y salinidad de la solución.

#### **a) Elementos del Sistema**

Los elementos del sistema utilizado comprenden:

- ✓ **Un Tanque:** Para almacenar y coleccionar la solución, el tamaño del tanque estará determinado por la cantidad de plantas y tamaño del sistema.
- ✓ **Caños o canales para el cultivo:** Generalmente en este sistema las plantas pueden ser colocadas en estos caños o canales donde corre la solución nutritiva.
- ✓ **Bomba impulsora:** en el reciclaje de la solución, existen dos tipos principales aquellas que son sumergibles.

#### **2.2.3. Sustratos que se utilizan en la hidroponía**

(Rodriguez Delfin, Chang De La Rosa, Hoyos Rojas y Falcon Gutierrez (2004), menciona que los sustratos más utilizados en la hidroponía se clasifican en dos grupos los inorgánicos y orgánicos

### **2.2.3.1. Materiales inorgánicos**

Arena

Grava

Piedra pómez

Ladrillo chancado

Perlita

Lana de roca

Arcilla expandida

### **2.2.3.2. Materiales orgánicos**

Cascarilla de arroz

Fibra de coco

Aserrín y/o viruta

Turba o musgo

### **2.2.4. La solución nutritiva.**

Rodriguez Delfin, Chang De La Rosa, Hoyos Rojas y Falcon Gutierrez (2004), aporta la solución nutritiva consta de dos soluciones concentradas denominadas A Y B. la solución concentrada A contiene N, P, K Y Ca y la solución concentrada B contiene Mg, S, Cl, Fe, Mn, B, Zn, Cu y Mo

### **2.2.5. Cultivo de la lechuga.**

#### **2.2.5.1. Generalidades de la lechuga**

Morgan (1999), dice la lechuga fue cultivada por los romanos, aunque se cree que la primera civilización en iniciar su cultivo fue egipcia, hacia el año 4500A.C.

Caceres (1971), aporta hoy en día, los botánicos no se ponen de acuerdo al respecto, por existir un seguro antecesor de la lechuga,

(*Lactuca serriola* o *lechuguilla*), que es una hierba común con la cual se cruza fácilmente la especie *Lactuca sativa* L. la sistemática, da la lechuga, pertenece a la familia Compositae tribu Cichoreae y corresponde a la especie botánica *Lactuca sativa* L.

Mallar (1998), manifiesta recogiendo citas diversas, indica que los actuales cultivares de lechuga son el producto de una hibridación entre especies distintas, continuando por el normal proceso de selección de mutaciones.

Tamaro (1981), sostiene que la lechuga presenta variados tamaños de hojas, de forma más o menos ancha o alargada, espatulada, oval o redonda, de color verde con intensidad variable, o matizado desde el amarillento al rojo violáceo, pudiendo presentar una coloración uniforme o con manchas.

Zagaceta (1992), incluye habla sobre los factores que influyen en el crecimiento y calidad de la lechuga. Menciona que la lechuga de trasplante es medianamente tolerante a la salinidad y poco tolerante a la acidez.

Moreno Moscoso (1997), dice menciona que la temperatura es uno de los factores más importantes en la germinación de la semilla de lechuga. Se ha demostrado que a temperaturas elevadas (mayores de 30°C) la semilla entra en un periodo de latencia. A temperaturas comprendidas entre 10 y 20°C, la semilla germina y se desarrolla muy bien.

Ramirez (1973), manifiesta menciona que las temperaturas altas aceleran el desarrollo del tallo floral, y la calidad de la lechuga se

deteriora rápidamente con el calor, debido a una rápida acumulación de látex amargo en las venas. Afirma también que la temperatura óptima para el desarrollo de la parte aérea de la planta es de 15 a 18°C, con máximas de 21 a 24°C y mínimas de 7°C. Zagaceta (1992), reporta que la temperatura media ideal en función al rendimiento y calidad de la lechuga es de 12 a 18°C. Temperaturas que sobrepasan este rango inducen a la planta a florear antes de que esta llegue a la madurez comercial, lo que le trae como consecuencia la formación de repollos de cabeza flojas. Así también menciona, que la emergencia del tallo floral ocurre mayormente cuando la temperatura es muy alta (superior a los 25°C), viendo también afectado el sabor de la lechuga al incrementarse el látex en los tubos lactíferos.

*Tabla 1.* Rango de temperatura ideal para el cultivo de lechuga.

Fase del cultivo	Temperatura	
	Nocturna	Diurna
Hasta estadía de roseta	10 -12°C	12 - 15°C
Hasta inicio de floración	4 - 8°C	12 -15°C
Hasta la recolección	2 - 6°C	10 - 12°C

**Fuente:** Wacquant (1982)

#### 2.2.5.2. Origen de la lechuga

Davis M, Subbarao K, Raid R y Kurtz E (2002), aporta manifiesta que la lechuga como cultivo se originó probablemente en la cuenca mediterránea, una prueba evidente es la inexistencia de una forma

primitiva de lechuga, casi silvestre a partir de la lechuga silvestre (*Lactuca serriola* L.) comúnmente llamada lechuga espinosa, el cultivo de lechuga se atribuyen a Herodoto, en el que menciona que la lechuga aparecía en las mesas reales de Persia en el año 550 (A.C) le atribuyo propiedades medicinales; Aristóteles en el año 356 (A.C) y Galeno, quien en el año 164 después de (D.C). La describió como una hortaliza popular. La lechuga fue popular en la antigua Roma y se cultivaron varias formas.

#### **2.2.5.3. Botánica:**

Martinez Caldevila y Garcia Lozano (1993), manifiesta que la lechuga es una planta anual, autogama, perteneciente a la familia Asterácea y cuyo nombre botánico es *Lactuca sativa* L. Diploide con  $2n = 18$  cromosomas.

#### **2.2.5.4. Taxonomía:**

Ugas, Siura, Delgado, Casas y Toledo (2000), reporta el Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas clasifica y describe de la siguiente manera.

Reino	: Plantae
Subreino	: Tracheobionta
Sub división	: Spermatophyta
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Sub clase	: Asteridae
Orden	: Asterales
Familia	: Asteraceae



Tribu	: Maydeae
Género	: Lactuca L.
Especie	: <i>Lactuca sativa</i> L L
Nombre Científico	: <i>Lactuca sativa</i> L

#### **2.2.5.5. Descripción morfológica**

Francisco Alzate Fernanda Loaiza (2008), reporta la lechuga es una planta herbácea, anual y bianual, que cuando se encuentra en su etapa juvenil contiene en sus tejidos un jugo lechoso de látex, cuya cantidad disminuye con la edad de la planta. Las raíces principales de absorción se encuentran a una profundidad de 5 a 30 centímetros. La raíz principal llega a medir hasta 1.80 m por lo cual se explica su resistencia a la sequía. Las hojas están colocadas en rosetas, desplegadas al principio: en algunos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedad romana) y en otros se acogollan más tarde, los bordes de los limbos pueden ser liso, ondulado o aserrado. Las hojas de la lechuga son lisas, sin pecíolos (sésiles), arrosetadas, ovales, gruesas, enteras y las hojas caulinares son alternas, auriculado abrazadoras; el extremo puede ser redondo rizado. Su color va del verde amarillo hasta el morado claro, dependiendo del tipo de cultivar. El tallo es pequeño y no se ramifica sin embargo cuando existen altas temperaturas (mayor de 26 °C) y días largos (mayor de 12 horas) el tallo se alarga hasta 1.20 m de longitud, ramificándose el extremo y presentando cada punta de las ramillas terminales una inflorescencia. La inflorescencia está constituida de grupos de 15 a 25 flores, las

cuales están ramificadas y son de color amarillo. El fruto de la lechuga es un aquenio, seco y oblongo. Hay aproximadamente 800 semillas por gramo en la mayoría de las variedades de lechuga y se puede adquirir como semillas propiamente dichas o como semillas peletizadas. Las semillas peletizadas consisten en semillas cubiertas por una capa de material inerte y arcilla. Una vez que el pellet absorbe agua, se rompe y se abre permitiendo el acceso inmediato de oxígeno para una germinación más uniforme y mejor emergencia. Las semillas son largas (4-5 mm), su color generalmente es blanco crema, aunque también las hay pardas y castañas; cabe mencionar que las semillas recién cosechadas por lo general no germinan, debido a la impermeabilidad que la semilla muestra en presencia de oxígeno, por lo que se utiliza temperaturas ligeramente elevadas ( 20 a 30 °C) para inducir la germinación.. Las semillas peletizadas mejoran la forma, el tamaño y la uniformidad de la semilla para tener plántulas más homogéneas y fácil de manipular. El tamaño aproximado de la mayoría de las semillas peletizadas es de 3.25 a 3.75 mm de ancho

#### **2.2.5.7. Variedades en estudio.**

##### **a) Variedad morada Nika**

Bautista (2000), manifiesta sus hojas son sueltas, rizadas y presenta la forma de una Rosa. Una variedad precoz, se adapta a climas templados y cálidos, aunque su desarrollo y crecimiento varía según su cuidado y las condiciones climáticas donde se desarrolla. La característica de esta

variedad es su coloración morada o rojiza, de un aspecto muy agradable. Esta variedad presenta buena aceptabilidad en el mercado para decoraciones de platillos en restaurantes o bien es apetecible en el mercado para ensalada, ya que sus hojas son vendidas en los supermercados o bien empacada para su consumo en fresco con un 91% en agua.

#### **b) Variedad Hardy**

Bautista (2000), manifiesta son lechugas que forman una cabeza floja de tamaño mediano a grande. Las de primavera y verano se siembran desde agosto hasta mediados de febrero y las de otoño e invierno se siembran desde mediados de febrero a Medios de julio.

#### **c) Variedad Boston**

Bautista (2000), manifiesta Presentan hojas lisas, orbiculares, anchas, sinuosas y de textura suave o mantecosa; las hojas más internas forman un cogollo amarillento al envolver las más nuevas. En general, esta variedad comprende cultivares de menor tamaño de planta y de ciclo vegetativo más corto (55 a 70 días) que las otras variedades, por lo que en algunos países son los más usados para la producción en invernadero. La mayoría de los cultivares más tradicionales utilizados en Chile pertenecen a esta variedad botánica, por ejemplo, Milanese (sinónimos: Gallega o Parker), Francesa, Maravilla de Cuatro Estaciones, Reina de Mayo, Trocadero y White Boston (Sinónimo: Española). Es una variedad de lechuga muy

popular, Es una hortaliza mejorada que se puede cultivar durante todo el año preferentemente en climas templados a fríos con una temperatura entre los 16 a 22 °C. Las cabezas son medianas, de hojas blandas, color verde claro y de textura suave y con un rendimiento de 32.74 ton/ha.

#### **d) Variedad Bohemia**

Bautista (2000), Manifiesta presenta sus hojas sueltas, arrugadas o rizadas y presenta la forma más o menos de una Rosa. Una variedad precoz y se adapta a climas templados y cálidos, aunque su desarrollo y crecimiento varía según su cuidado y las condiciones climáticas prevalecientes. Presenta una coloración verde pálido pero su forma es muy agradable. La base del tallo es más o menos delgada y la formación de las hojas es de mayor forma espiralada. Su periodo de crecimiento y desarrollo en condiciones adecuadas es de 50 días después del trasplante. Esta variedad es la que presenta mayor aceptabilidad para decoraciones de alimentos en restaurantes y se puede consumir como ensalada.

#### **2.2.5.8. Valor nutricional**

Francisco Alzate Fernanda Loaiza, (2008), dice la lechuga es una hortaliza pobre en calorías, aunque las hojas exteriores son más ricas en vitamina C que las interiores.

*Tabla 2* Valor nutricional de la lechuga

<b>Valor nutricional de la lechuga en 100 g de sustancia</b>	
Carbohidratos g.	20.1
Proteínas g.	8.4
Grasas g.	1.3
Calcio g.	0.4
Fosforo mg.	138.9
Vitamina c mg	125.7
Hierro mg	7.5
Niacina mg	1.3
Riboflavina mg	0.6
Tiamina mg	0.3
Vitamina A UI	1155
Calorías Cal	18

**Fuente:** (Francisco Álzate & Fernanda Loayza, 2008)

### **2.2.5.9. Características agronómicas.**

#### **a) Medio solido o sustrato.**

Ryder (1979), dice la siembra se realiza sobre un medio solido o sustrato, que sirve de soporte a la nueva plántula. Se debe evitar el uso de sustratos que tiendan a compactarse pues podrían presentarse problemas por la falta de oxígeno.

#### **b) Formas de la siembra:**

Rodriguez Delfin, Chang De La Rosa, Hoyos Rojas y Falcon Gutierrez, (2004), aporta generalmente la siembra se realiza en línea, es decir se coloca la semilla una detrás la otra de acuerdo al distanciamiento del cultivo. La siembra en bandejas permite

individualizar las plántulas y seleccionarlas mejor. El tamaño de las bandejas para almácigos es variado. La siembra en bloques de espuma también facilita la manipulación de las plántulas, sin embargo, se requiere mucho cuidado para evitar la falta de la humedad.

**c) Profundidad de siembra:**

(Rodríguez Delfín, Chang De La Rosa, Hoyos Rojas, & Falcon Gutierrez, 2004), dice la profundidad de la siembra es primordial en el caso de semillas muy pequeñas, por los que se sugiere sembrarla casi superficialmente.

**2.2.5.10. Etapas del cultivo:**

**a) Almacigo o semillero:**

Resh Howard (2001), manifiesta es la etapa para lograr una germinación rápida y uniforme de las semillas, permite ganar tiempo y espacio, el crecimiento es más rápido y se obtienen altas densidades de plantas en áreas muy pequeñas.

**b) Primer trasplante:**

Resh Howard (2001), aporta el trasplante se realiza en un pequeño sistema de raíz flotante, en pequeños contenedores de madera impermeabilizados con plástico negro grueso las plantas permanecen en esta etapa aproximadamente dos semanas hasta que su raíz haya alcanzado una longitud adecuado para finalmente ser trasplantadas a los canales de cultivo.

**c) Trasplante definitivo:**

Alpizar (2004), menciona en esta etapa las plantas estarán en los canales del cultivo hasta la cosecha, que dura aproximadamente 4 semanas.

**2.2.5.11. Manejo de la solución nutritiva**

**a) Conductibilidad Eléctrica (CE):**

Hoyos Rojas, Chang De La Rosa y Rodriguez Delfin (2001), dice menciona que es muy importante conocer la CE del agua; ya que esta mide el contenido total de sales que tienen el agua o la solución nutritiva; a mayor CE mayor contenido de sales y viceversa. La CE se expresa en miliSiemens (mS/cm) o en deciSiemens (dS/cm).

*Tabla 3* Clasificación de aguas según valores de CE

< 0.5 mS/cm, agua no salina (C1)
0.5– 1.0 mS/cm, agua de baja salinidad (C2)
1.0 -1.5 mS/cm, agua ligeramente salina (C3)
>1.5 mS/cm, agua salina (C4)

**Fuente:** Hoyos Rojas, Chang De La Rosa, & Rodríguez Delfín (2001)

Hoyos Rojas, Chang De La Rosa, Rodriguez Delfin (2001), afirma que la CE de una solución nutritiva aumenta alrededor de 2% por cada grado Celsius (°C) de aumento, por esta razón actualmente se utilizan conductímetros con compensación automática de temperatura. Ya que una solución nutritiva es una mezcla de diferentes sales, donde cada sal contribuye al valor de CE de la solución. Algunas

sales como el nitrato de potasio, incrementan más el valor de CE de una solución que otras sales como el nitrato de calcio o sulfato de magnesio. Recomienda usar aguas no salinas o de baja salinidad, también se pueden usar aguas ligeramente salinas, se pueden usar aguas salinas bajo ciertas restricciones sólo debe destinarse a cultivos tolerantes a sales. Cuando se agregan fertilizantes a las soluciones concentradas para preparar la solución nutritiva, la CE de la solución no debería exceder de 2.0 mS/cm de lo contrario el crecimiento de las plantas podría verse afectado principalmente en cultivos que son sensibles a las sales.

*Tabla 4.* Tolerancia de algunos cultivos a las sales.

<b>Tolerantes</b>	<b>Semi tolerantes</b>		<b>sensibles</b>
Esparrago	Acelga	Cebolla	Berro
Espinaca	Albahaca	Coliflor	Fresa
Melón	Apio	Papa	Lechuga
Pepinillo	Betarraga	Pimiento	
Sandia	Brócoli	Rábano	
Tomate	Zanahoria		

**Fuente:** Hoyos Rojas, Chang De La Rosa, & Rodríguez Delfín (2001)

#### **b) pH de la Solución:**

Hoyos Rojas, Chang De La Rosa y Rodriguez Delfin, (2001), afirma que conocer el pH que rodea a las raíces es de extrema importancia para el desarrollo adecuado y crecimiento. La mayoría de las plantas crecen muy bien con



una solución nutritiva que tenga un pH de 5.0 a 6.5. Para medir el pH del agua o de la solución nutritiva se utiliza, papel indicador o también se puede utilizar el método de electromagnética, la cual utiliza aparatos especiales con electrodos. El pH mide la concentración de los iones hidrógeno ( $H^+$ ) de una solución, a mayor concentración de iones hidrógeno libres; menor será el pH y viceversa, es importante conocer el pH, ya que este valor permite saber el grado de disponibilidad de los nutrientes para los cultivos. El pH cambia continuamente porque las plantas remueven iones de la solución nutritiva, los cambios de pH en la solución ocurren a medida que cambia el balance de nutrientes, debido a que algunos elementos minerales son mejor absorbidos por las plantas a diferentes rangos de pH, en un cultivo de lechuga en el sistema de raíz flotante, inicialmente el pH de la solución nutritiva tiende a elevarse ( $> 7.0$ ), pero a medida que las plantas empiezan a establecerse y a absorber mayores cantidades de nutrientes, el pH tiende a bajar entre 5.0 - 6.5. Esto indica que una vez que las plantas han empezado una fase de rápido crecimiento, los nutrientes absorbidos por las raíces son aquellos que contribuyen a mantener ligeramente ácida la solución nutritiva. Cuando las plantas remueven iones positivos (Cationes,  $Ca^{+2}$ ,  $K^+$ ), estos son reemplazados con iones  $H^+$ , que son los que disminuyen el pH de la solución.

En un sistema recirculante el pH tiende a elevarse ( $\text{pH} > 7.0$ ) y tiene que ser ajustado a 6.5 añadiendo una solución ácida (ácido nítrico, fosfórico o sulfúrico) a la solución nutritiva. Esto permite que se mantenga el pH dentro de un rango adecuado por mayor tiempo, (por esto es necesario conocer rangos de pH adecuados para los cultivos sin necesidad de ajustar diariamente el pH. El valor de pH de la solución nutritiva debe mantenerse entre 6.0 a 6,5. Si el pH de la solución está por encima de 7,5 puede presentarse en las plantas síntomas de deficiencia de Fe, B, Cu, Zn y/o Mn. Si el pH es muy ácido puede presentarse las deficiencias de N, P, K, Ca, Mg y/o Mo. Si el pH de la solución nutritiva indica menos de 5,5, se debe agregar una base para elevarlo por ejemplo hidróxido de potasio (KOH 1N). No es recomendable el hidróxido de sodio por que elevaría la concentración de sodio en la solución y esto podría ser perjudicial para las plantas. Y si el pH está por encima de 7,0, para bajarlo se puede agregar un ácido como el ácido fosfórico, ácido sulfúrico, ácido nítrico o ácido clorhídrico.

*Tabla 5. Cantidades de ácidos y bases para ajustar el pH:*

<b>Compuestos</b>	<b>pm</b>	<b>Cantidad por L</b>	<b>Concentración</b>
Hidróxido de potasio (KOH)	56.09	56.09g	1N*

Ácido clorhídrico 37%(HCl)	36.47	82.83ml	1N
Ácido fosfórico 85% (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> )	98.00	22.70ml	1N
Ácido nítrico65%(HNO <sub>3</sub> )	63.0	69.23 ml	1N
Acido sulfurico85% (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	98.09	31.36 ml	1N

**Fuente:** Hoyos Rojas, Chang De La Rosa, Rodríguez Delfín (2001).

*Tabla 6.* Valores recomendados de CE y pH para algunos cultivos

<b>Cultivo</b>	<b>CE mS/cm</b>	<b>PH</b>
Albahaca	1.8-2.2	5.5-6.5
Apio	2.5-3.0	6.0-6.5
Brócoli	3.0-3.5	6.0-6.8
Cebolla	1.4-1.8	6.0-7.0
Col	2.5-3.0	6.5-7.0
Coliflor	1.5-2.0	6.5-7.0
Espinaca	1.4-1.8	6.0-7.0
Fresa	1.4-2.0	6.0-6.5
<b>Lechuga</b>	<b>0.8-1.6</b>	<b>5.0-6.5</b>
Melón	2.0-2.5	5.5-6.0
Papa	2.0-2.5	5.0-6.0
Penillo	1.0-2.5	5.5-6.0
Sandia	1.7-2.5	5.8-6.2
Tomate	2.0-5.0	5.5-6.5
Zanahoria	1.6-2.0	5.8-6.3

**Fuente:** (Hoyos Rojas, Chang De La Rosa y Rodríguez Delfín (2001)

**c) Oxigenación de la solución:**

Bautista (2000), menciona que, en este sistema, la circulación de la solución nutritiva puede ser continua o periódica lo que facilita su oxigenación natural, asimismo es importante que la solución nutritiva que retorna al tanque a través de la tubería de recolección tenga cierta altura de caída para crear turbulencia, lo que favorece una mejor oxigenación.

**d) Temperatura:**

Cadavia Lopez (2000), dice la temperatura de la solución nutritiva no debería exceder los 30°C ya que podría ocasionar daños en las plantas, durante las épocas frías la temperatura debe mantenerse a 16°C.

**e) Luz**

Rodriguez Delfin, Chang De La Rosa, Hoyos Rojas y Falcon Gutierrez (2004), aporta la solución nutritiva debe estar protegida de la luz para evitar el desarrollo de las algas, que compiten con las plantas por los nutrientes y el oxígeno.

**f) Duración y renovación de la solución nutritiva:**

Estrada Ligorria (2001), dice la vida útil de la solución nutritiva dependerá de las correcciones oportunas que se hagan durante las lecturas de pH y CE y nivel de agua. Por razones de costo es más práctico cambiar toda la solución que hacer un análisis químico para conocer su nueva concentración después de haber estado circulando por los

canales durante un tiempo. La solución nutritiva puede renovarse cada dos o tres semanas en caso de que la producción sea escalonada es decir que tengan plantas de diferente edad en el mismo sistema.

**g) Calidad del agua y de la solución nutritiva.**

Hoyos Rojas, Chang De La Rosa y Rodriguez Delfin (2001), afirma que para preparar la solución nutritiva se debe tomar en cuenta la concentración de macro y micro nutrientes en el agua. Generalmente el agua contiene calcio, magnesio, azufre y boro, por lo tanto, deben ser considerados al formular la solución nutritiva. Algunas fuentes de agua contienen sodio y cloruros; si los niveles son altos, aumenta la salinidad de la solución nutritiva y pueden provocar toxicidad a las plantas. Es por esta razón que no se recomienda utilizar fertilizantes que contienen cloruros ni sodio.

**h) Presencia de Boro en el agua.**

Hoyos Rojas, Chang De La Rosa y Rodriguez Delfin (2001), dice el Boro es otro elemento común en fuentes de agua y puede acumularse a niveles excesivos en sistemas hidropónicos recirculante. Si se prepara una solución nutritiva con agua que contenga boro, estas deberán ajustarse a la fórmula de la solución nutritiva. Las concentraciones de boro recomendadas en una solución nutritiva para un sistema recirculante están entre 0.3 y 0.7 mg/l; los síntomas de

toxicidad de boro incluyen el enroscamiento hacia arriba de hojas jóvenes, llegando a ser frágiles y marrones y luego se secan. Las hojas nuevas pueden ser pequeñas y pálidas. Las hojas adultas son afectadas primero, luego mueren y caen y en casos extremos con altos niveles de boro, la planta puede morir prematuramente.

**i) Presencia de Carbonatos y Bicarbonatos en el agua.**

Hoyos Rojas, Chang De La Rosa y Rodriguez Delfin, (2001), recomienda que el agua este libre o contenga bajas concentraciones de carbonatos ( $\text{CO}_3^{=}$ ) y bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^{=}$ ); en aguas con alto contenido de carbonatos y bicarbonatos ( $> 5.0$  meq/litro, el calcio, magnesio, manganeso y el hierro tienden a precipitar y al no estar disponibles, las plantas muestran sus deficiencias.

**2.2.5.12. Nutrición mineral**

Rodriguez Delfin, Chan De la rosa Hoyos Rojas (2002), dice la mayoría de las plantas requieren de 16 elementos o nutrientes para que crezcan y desarrollen normalmente durante todo su ciclo de vida, para conseguir que la planta tome los nutrientes de forma óptima es necesario que estos se encuentren en concentraciones y relaciones adecuadas en la disolución fertilizante. De esta forma se evitan fenómenos negativos como efectos osmóticos y antagónicos que perturban la absorción de nutrientes por la planta.

### **a) C H O.**

Rodriguez Delfin, Chan De la rosa y Hoyos Rojas (2002), concluye que los nutrientes más utilizados por la planta es Carbono, Hidrógeno y Oxígeno, los obtiene principalmente del aire y del agua, aunque pueden tomarlos también del suelo a partir del CO<sub>2</sub> disuelto en agua, de los OH de los carbonatos, estos tres de ellos provienen del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), oxígeno (O<sub>2</sub>), y del agua (H<sub>2</sub>O). Estos tres elementos son esenciales e intervienen en lo que se denomina nutrición orgánica, por ejemplo, durante la fotosíntesis en la fijación de CO<sub>2</sub>. Aproximadamente el 96 % de la materia seca de una planta lo constituye el C (45%), el O (45 %), y el H (6 %), mientras que el 4% restante lo constituye los 13 elementos minerales restantes.

### **b) Nitrógeno**

Bautista (2000), menciona que el nitrógeno es absorbido por las plantas casi exclusivamente en forma de nitratos (NO<sub>3</sub>), y en forma de amonio (NH<sub>4</sub>)<sup>+</sup>; soluble en agua. En hidroponía la mayoría del nitrógeno se proporciona en base a nitratos. El amonio en la mayoría de los casos solo se usa como fuente suplementaria ya que elevada concentración de este Ion puede causar daños fisiológicos a las plantas. Este elemento es el componente fundamental de todas las moléculas orgánicas como las proteínas involucradas en los procesos de crecimiento y desarrollo vegetal.

**c) Fósforo.**

Bautista (2000), dice el fosforo es asimilado por las plantas como ion Fosfato. Las principales fuentes son superfosfato de calcio simple es la más usada, Superfosfato de Calcio Triple, Fosfato de Amonio y Fosfato Di amónico. El fosforo forma parte de la molécula transportadora de alta energía ATP, por lo tanto, participa en todos los procesos metabólicos que involucran energía

**d) Potasio**

Bautista (2000), concluye sus principales fuentes son el nitrato de Potasio, sulfato de potasio MOP (0-0-60 ó Cloruro de Potasio), se encuentra en forma iónica y móvil dentro de la planta. Participa en casi todos los procesos, respiración, fotosíntesis, en la síntesis de azúcares a nivel celular, apertura y cierre de las estomas.

**e) Calcio**

Bautista (2000), manifiesta las principales fuentes de calcio son; superfosfato simple, sulfato de calcio (yeso), cloruro de calcio, participa en la formación de membranas celulares y de estructuras lipídicas, en el transporte de proteínas. Constituye como pectatos de Ca en las láminas medias, la parte cementante de las paredes celulares

**f) Azufre**

Bautista (2000), dice utilizada por las plantas en forma de sulfatos ( $\text{SO}_4$ ); Sus principales fuentes son Sulfato de



Amonio, Sulfato de Potasio, Superfosfato Simple, Sulfato de Magnesio, Sulfato de Calcio, forma parte de las proteínas como integrante de los aminoácidos azufrados cistina, cisteína y metionina.

**g) Magnesio.**

Bautista (2000), manifiesta Sulfato de magnesio, su principal fuente para ser utilizada en hidroponía, forma parte de la molécula de clorofila, por lo tanto es determinante sobre la fotosíntesis.

**h) Hierro**

Bautista (2000), aporta su principal fuente Sulfato ferroso, donde la solución debe tener un pH menor de seis para disolver bien, actúa como activador enzimático en la síntesis de clorofila.

**i) Manganeso**

Bautista (2000), menciona es proporcionado como Sulfato, Cloruro o Quelato, actúa como activador enzimático en la respiración y en el metabolismo del N, en este caso activando las reductasas.

**j) Boro**

Bautista (2000), dice se asimila como borato ( $\text{BO}_3$ ), sus principales fuentes el ácido bórico y el bórax (tetra borato de sodio). Su papel específico no está completamente claro, pero afecta muchos procesos en forma indirecta.

### **k) Cobre**

Bautista (2000), dice sus principales fuentes son el Sulfato y Cloruro de Cobre, es componente de diferentes enzimas fenolasas, lactasas y de la oxidasa del ácido ascórbico, así como de ciertas proteínas presentes en el cloroplasto, de aquí que participa en la fotosíntesis.

### **l) Zinc**

Bautista (2000), dice se aporta como cloruro de zinc, actúa como activador de varias enzimas, desde ellas muy importantes: la anhidrasa carbónica y la deshidrogenasa alcohólica, así como de enzimas transportadoras de fosfatos, interviene en la síntesis de la hormona de crecimiento como ácido indolacético (AIA), a nivel de su precursor, el triftofano.

### **m) Molibdeno**

Bautista (2000), menciona es requerido en pequeñas cantidades, se encuentra como impurezas en otros fertilizantes y por lo tanto no requiere de ninguna fuente adicional está fuertemente relacionado con el metabolismo del N, interviene en la fijación de N gaseoso a nivel de organismos fijadores del sistema de la reductasas del N.

### **n) Níquel**

Bertsch (1998), dice reporta ha sido recientemente incorporado como elemento esencial.

**o) Cloro**

Bertsch, (1998), dice con una única función reconocida actualmente, pero sin duda alguna muy importante, el Cl estimula la fase luminosa de la fotosíntesis.

**p) Quelato**

Estrada Ligorria (2001), reporta es una palabra griega que significa garra. Se utiliza para neutralizar la carga positiva del micro nutriente con lo cual los hace que pierdan su actividad química y por lo tanto puedan ser usados en el suelo y de forma foliar. Dentro de la planta, las enzimas descomponen el quelato y sacan los elementos para que ejerzan su función en el metabolismo de la misma.

**2.2.5.13. Fotosíntesis.**

Bonachera (1999), manifiesta las plantas utilizan la luz como fuente de energía para transformar el CO<sub>2</sub> en compuestos orgánicos indispensables para la vida. Proveniente del sol, a la tierra llega la radiación y la luz visible corresponde a longitudes de onda que van de 400 a 700 nanómetros (radiación fotosintéticamente activa). La luz se refleja, absorbe o transmite a través de los objetos, es de color verde de las plantas se debe que absorben principalmente luz violeta, azul y roja, reflejan la verde.

**2.2.5.14. Fisiología de las plantas cultivadas en hidroponía.**

Moreno Moscoso (1997), afirma que las plantas crecen, se desarrollan en dos medios Físico-Químico diferente; la parte

aérea (tallos, hojas, flores, frutos) en la atmósfera y la porción subterránea (raíces) en el suelo. Las dos porciones de la planta mantienen una relación vital, desde el punto de vista nutricional; la parte aérea, la cual fabrica sustancias orgánicas necesarias para el crecimiento de toda la planta; las raíces absorbiendo agua y nutrientes minerales del suelo o sustrato. Las características de ambos medios con sus componentes, van a determinar de qué manera las plantas van a responder en términos de crecimiento y desarrollo. El genotipo, característica genética de cada especie o variedad interacciona con el medio ambiente, incluyendo el suelo, dentro del cual crece y se desarrolla para expresarse como fenotipo morfológico (una forma definida de la planta). La morfología y los hábitos de crecimiento de algunas plantas, características de su especie y genotipo, se deben de tomar muy en cuenta para ser usadas en la producción en hidroponía. Cada uno de los órganos de las plantas que se desea cultivar, raíces, hojas, flores, frutos o tallos, deben de manejarse a lo largo de su desarrollo ontogénico, desde la germinación hasta su cosecha.

#### **2.2.5.15. Requerimientos nutricionales en el cultivo de lechugas.**

*Tabla 7.* Requerimiento nutricional

<b>ELEMENTOS</b>	<b>RANGO</b>	<b>CONCENTRACION</b>
N	45 – 55	%
P	0.5 – 10	%

K	7.5 – 9	%
Ca	2 – 3	%
Mg	0.5 – 0.8	%
S		%
Bo	23 – 50	Ppm
Cu		Ppm
Fe	50 – 100	Ppm
Mn	15 – 250	Ppm
Zn	25 – 250	Ppm
Mo		Ppm

Fuente Bertsch (1998)

#### **2.2.5.16. Producción:**

Alpizar (2004), manifiesta la producción hidropónica de lechugas demora aproximadamente dos meses (mes y medio en verano), desde la siembra hasta la cosecha. La producción en este sistema es intensiva, por lo que cada canal puede producir hasta once veces por año.

##### **a) Formación de cabeza en la lechuga**

Stucchi (1999), dice menciona cada cultivar para poder acogollar, requiere en determinadas diferencias térmicas entre el día y la noche, sin embargo, este proceso está influenciado por un complejo de respuestas genéticas y medio ambientales. La capacidad de arrepollamiento de las lechugas es de carácter genético cuantitativo que poseen algunos cultivares, y que acarrea conjuntamente plantas con hojas anchas.

## **2.3 Definición de términos básicos**

### **2.3.1. Hidroponía:**

Es una técnica que permite cultivar y producir plantas sin emplear suelo o tierra. Rodriguez Delfin, Chan De la rosa y Hoyos Rojas, (2002).

### **2.3.2. Sistemas hidropónicos:**

Existen diferentes tipos hidropónicos desde los más simples con funcionamiento manual o semiautomáticos hasta lo más sofisticados y completamente automatizado. Sanchez Del castillo & Escalante Rebolledo (1988).

### **2.3.3. Sistema recirculante:**

Es un sistema de cultivo en agua que consiste en la circulación continua de una solución nutritiva a través de unos canales donde desarrollan las raíces de las plantas. Resh Howard (2001)

## **2.4 Formulación de hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis alterna**

Al menos uno de los seis tratamientos presentara diferencia en el desarrollo vegetativo y en el rendimiento bajo el efecto del sistema hidropónico recirculante con solución nutritiva.

Ha:  $T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4 \neq T5 \neq T6$

### **2.4.2 Hipótesis nula**

Los seis tratamientos en estudio no presentaran diferencia en el desarrollo vegetativo y en el rendimiento bajo el efecto del sistema hidropónico recirculante con solución nutritiva.

Ho:  $T1 = T2 = T3 = T4 = T5 = T6$

## 2.5 Identificación de Variables

- **Variable independiente** : Desarrollo vegetativo
- : Rendimiento de variedades de lechuga

- **Variable dependiente**

Sistema hidropónico circulante.

## 2.6 Definición Operacional de variables e indicadores

*Tabla 8.* Definición Operacional de variables e indicadores.

Objetivo general	Variables	Indicadores
Determinar el efecto del sistema hidropónico recirculante con solución nutritiva en el rendimiento de seis variedades de lechugas ( <i>Lactuca sativa</i> ) en la localidad de Yanacocha – Yanahuanca – Pasco	<p><b>Variable independiente</b></p> Desarrollo vegetativo Rendimiento de variedades de lechuga	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ % de germinación</li> <li>✓ Longitud de hoja.</li> <li>✓ N° de hoja</li> <li>✓ Altura de plantas</li> <li>✓ Diámetro de la cabeza</li> <li>✓ Peso de la cabeza</li> <li>Efecto del sistema hidropónico circulante en variedades de lechuga</li> </ul>

## **CAPÍTULO III**

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

#### **3.1 Tipo de investigación**

- Experimental

#### **3.2 Métodos de investigación**

- Aplicativo

#### **3.3 Diseño de la investigación**

El diseño experimental que se utilizó en el presente trabajo de investigación fue el Diseño Completamente al Azar (DCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones.

#### **3.4 Población y muestra**

Estaba constituido por el número total de plantas de lechugas cuyo tratamiento son seis en la campaña experimental haciendo una cantidad de 240 y la muestra por un total de 96 plantas.



## **3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.5.1. Materiales Y equipos**

#### **3.5.1.1 Materiales de escritorio**

Cámara fotográfica

Computadora

Folders

Impresora

Lapicero

Lápiz

Libretos

Papel bon A4

USB

Regla graduada

Tijera

#### **3.5.1.2. Materiales de la construcción del invernadero.**

Alambre de amarre de 8

Alambre de amarre de 16

Clavos de 4"

Clavos de 3"

Clavos de 1 ½ "

Malla Rashel de 35m x 6m x 60%

Plástico UV de 11m x 6m x 6micras

4 Postes de 4m x 15cm diámetro

4 Postes de 2,5m x 15cm diámetro

2 Postes de 3m x 10cm diámetro

4 Listones de 8m x 5cm diámetro

### **3.5.1.3. Materiales de la construcción del semillero**

2 Maderas 1" x 8" x 4.10 pies

2 Maderas 1" x 8" x 3.28 pies

Arena 0.25m<sup>2</sup>

### **3.5.1.4. Materiales de la construcción del contenedor**

12 Maderas 1" x 8" x 3.28 pies

Clavos de 2"

Geo membrana 1.30m x 1.30m

Tecknopor 1m x 1m x 1"

5 Esponjas

1 Agitador

### **3.5.1.5. Materiales de la construcción del sistema hidropónico**

1 Tanque de 1100l

1 Electrobomba

4 Tubos 1"

Tapa de 1

1 Válvula de paso 1"

1 Válvula chec 1"

1 T de 1"

2 Tapas de 1"

1 Y de 3"

28 Tubo de 3

56 Tapa de 3

5 Codo de 90° de 3"

2 Codo de 45° de 3”  
4 Codos de 1”  
5 Adaptadores de 1”  
50 tapas de 3”  
Vasos 3 cientos  
Manguera de 0.75” x 20m  
10 Cinta Aislante  
5 Silicona de alta presión  
12 Caballete de fierro  
Cola PBC 0.5l  
Cable individual 50m  
24 Rotuladores  
5 Teflón  
Pintura 2l  
Thiner 1l  
1 Timer  
1 Cuchilla  
2 Hoja de sierra

#### **3.5.1.6. Equipos.**

Termómetro ambiental  
Balanza electrónica  
Taladro  
Amoladora

#### **3.5.1.7. Herramientas.**

Arco y sierra

Barreta  
Brocha  
Flexómetro  
Martillo  
Pico  
SERRUCHO  
Jarra  
Tina  
Nivel de manguera

#### **3.5.1.8. Insumos**

Cal  
Formol  
Fungicidas  
Insecticidas  
Semilla  
Solución nutritiva A  
Solución nutritiva B

### **3.5.2. Metodología**

#### **3.5.2.1. Ubicación del campo experimental**

El presente trabajo de investigación se ubicó en la localidad de Yanacocha, en los terrenos de propiedad de la Familia VALLE ROBLES, dicho terreno se encuentra ubicado a 6 km de la ciudad de Yanahuanca, sobre el margen izquierdo del río Chaupihuaranga.

#### **3.5.2.2. Ubicación Política**

Región : Pasco

Provincia : Daniel Carrión  
Distrito : Yanahuanca  
Lugar : San Juan de Yanacocha  
Altitud : 3500 m.s.n.m  
Latitud : 10° 29' 25.9"  
Longitud : 76° 30'  
UTM : X = 8840360 Y = 35241

### 3.5.3. Conducción del experimento

#### 3.5.3.1. Construcción del invernadero artesanal.

- a. **Limpieza y nivelación del terreno:** La limpieza del terreno se realizó retirando las malezas y los desmontes del área asignada para la investigación, luego se procedió a realizar la nivelación del terreno.
- b. **Tendido de hilos:** para hacer el trazo del invernadero se delimito en forma precisa el terreno se tomó como referencia para el trabajo una de las líneas de colindantes, clavando dos estacas en los extremos y luego se procedió al tendiendo un hilo entre ellas.
- c. **Trazo del invernadero:** se realizó el trazado marcando con yeso a la misma dirección del hilo, luego se procedió a realizar los trazos perpendiculares (ancho y largo del invernadero). Para esto, se empleó la escuadra haciendo coincidir los hilos con los bordes de la misma.
- d. **Excavación de hoyos y colocación de postes:** se realizó la excavación de los hoyos con las siguientes medidas respectivas

0.20mt x 0.20mt x 0.50mt para este trabajo se utilizó barreta.

Luego se procedió a colocar los postes en los hoyos, que han servido como las columnas de la estructura.

e. **Construcción de la armadura (techo del invernadero):** el techo del invernadero fue tipo media agua, se clavaron los largueros en las columnas montan sobre los postes.

f. **Colocación de la cubierta:** Para colocar la cubierta del techo se utilizó polietileno de 5m ancho/10m de largo logrando cubrir todo el techo.

g. **Paredes del invernadero:** Las paredes del invernadero fue cubierta con malla rashell

#### **3.5.3.2. Construcción del semillero.**

El semillero fue construido de las dimensiones de 1.5m largo/1m ancho que dando como un cajón luego se incorporó arena de cantera quedando listo el semillero.

#### **3.5.3.3. Construcción de los caballetes.**

Son doce caballetes que se construyeron a base de fiero, los caballetes constan de la siguiente característica 0.80m de alto 1.08m largo los caballetes están compartidos en celdas donde se colocan los tubos de cultivo con una dimensión de 3 pulgadas y la separación entre tubos es de 12 cm, en un caballete se colocó 6 tubos de cultivo siendo más fácil de trabajar con esta cantidad.

#### **3.5.3.4. Construcción del contenedor.**

a) Se midió y se cortó las tablas de la siguiente manera

4 Tablas de  $\frac{1}{2} \times 4 \times 4''$  para el borde

3 Tablas de  $\frac{1}{2}$  x 4 x 4" para la base

4 Tablas de 2x2x3" para las patas

- b) Se armó la bandeja con las tablas uniendo con los clavos
- c) Se clavó las tablas del fondo del marco
- d) Se clavó las patas del contenedor
- e) Se midió y corto el plástico para forrar el contenedor.
- f) En la base del contenedor se puso los cartones.
- g) Se forro el contenedor con el plástico fue sujetando con las tachuelas

#### **3.5.3.5. Preparación del tecknopor.**

Se cortó el tecknopor de 1m de largo y 1m de ancho. Luego se realizó orificios de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro con un tubo caliente a una distancia de 5x 5 cm.

#### **3.5.3.6. Corte de la esponja (espuma).**

Se cortó la esponja de 10 cm de largo por 1 cm de ancho para colocarlo en el cuello de la planta, la esponja cumple la función de sujetar el cuello de la plántula para que no se sumerja a la solución nutritiva.

#### **3.5.3.7. Instalación del sistema hidropónico recirculante.**

Antes de realizar la instalación del sistema hidropónico recirculante se realizó algunos trabajos como;

- ❖ **Pintado de los tubos de cultivo:** se realizó el pintado de color blanco.
- ❖ **Perforado de los tubos de cultivo:** este trabajo se realizó con la ayuda de un taladro con broca modelo copa con un diámetro

de 2 pulgadas, el distanciamiento de orificio a orificio fue de 25 cm.

- ❖ **Perforado de las tapas:** este trabajo se realizó con la ayuda de un tubo de fierro caliente de una dimensión de  $\frac{3}{4}$  pulgada por donde la solución va a retornar al tanque recolector.
- ❖ **Instalación de equipo de control:** El equipo de control consiste en la instalación de un Timer Digital de 18 tiempos por lo tanto es una herramienta de gran ayuda en cualquier instalación hidropónica, nos permitió automatizar el sistema de riego de forma sencilla para evitar la pérdida de nutrientes.
- ❖ **Instalación de la electrobomba:** La instalación de la bomba de impulsión corresponde a uno de los componentes claves del sistema, la cual se encargó de impulsar permanentemente la solución nutritiva, del tanque colector, hasta la parte alta de los canales de cultivo.
- ❖ **Instalación del tanque:** Para la instalación del tanque se escavo un hoyo de las dimensiones del tanque para ser enterrado, luego se le instala la electrobomba utilizando los materiales ya mencionados en las páginas anteriores, en seguida se procede a instalar las tuberías de distribución de la solución nutritiva, para la cual se utilizó los 3 tubos de 1" la llave de paso y los demás accesorios, los tubos de distribución, cultivo y de recolección se realizaron agujeros esto sirve para poder conectar y abastecer la solución a todo los tubos de cultivo y la recolección al tanque principal.



❖ **Instalación de los caballetes;** Se instaló los caballetes previo el nivelado el piso con la ayuda del nivel de manguera y para que este en línea recta se utilizó el cordel, los caballetes tenía una pendiente de 2 % para que el agua circula y no se acumule en los tubo de cultivo, la distancia ente los caballetes es de 0.50m estos espacios nos ayuda a realizar con facilidad nuestras labores y el manejo del cultivo, logrado instalar los caballetes se procede a colocar los tubos de cultivo, en la parte posterior del tubo de cultivo se ubica la tapa con la ayuda del cinta aislante para no tener problemas de fuga de la solución nutritiva y la parte de adelante se colocan las tapas agujeradas en donde se les instalaran unas mangueras de retorno hacia los tubos de recolección por la cual la solución nutritiva retornara al tanque y al retornar la solución nutritiva se oxígeno y a si quedo listo el sistema hidropónico recirculante.

### 3.5.3.8. Insumos para la preparación de las soluciones.

#### a) Fertilizantes para 5 litros de la solución nutritiva A

Tabla 9. Fertilizantes de la solución nutritiva A

Fertilizante	%	Cantidad
Nitrato de potasio	13.5 % N, 45 5 % K <sub>2</sub> O	550 g
Nitrato de amonio	33 % N	350 g
Superfosfato triple	45 % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 20 % CaO	180 g

#### b) Fertilizantes para 2 litros de la solución nutritiva B

Tabla 10. Fertilizantes de la solución nutritiva B

Fertilizante	%	Cantidad
Sulfato de magnesio	16 % MgO, 13 % S	220 g
Quelato de fierro	6 % Fe	17 g
Solución de micronutrientes		0.4 L

**c) Micronutrientes**

Se pesó por separado cada uno de los siguientes fertilizantes para 1 litro de agua.

Tabla 11. Fertilizantes de micronutrientes.

Fertilizante	Fórmula	Cantidad
Sulfato de manganeso	MnSO <sub>4</sub> 4H <sub>2</sub> O	5 g
Ácido bórico	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	3 g
Sulfato de zinc	ZnSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	1.7 g
Sulfato de cobre	CuSO <sub>4</sub> . 5H <sub>2</sub> O	1 g
Molibdato de amonio	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> MO <sub>7</sub> O <sub>24</sub> . 4H <sub>2</sub> O	0.2 g

**Nota:** se disolvió en agua destilada o hervida cada fertilizante por separado luego se foro a 1 litro de solución, esta solución se llamo solución concentrada de micronutrientes.

**3.5.3.9. Modo de preparado de las soluciones.**

**a) Solución nutritiva A.**

Se incorporó el Nitrato de Potasio en tres litros de agua. Luego se agito hasta disolver totalmente.

Se Añadió el Nitrato de Amonio sobre el Nitrato de Potasio disuelto. Luego se agito bien la solución hasta su completa disolución.

En otro recipiente se remojo el Superfosfato Triple en 0.2 litros de agua durante una hora, y posteriormente se agito hasta disolver por completo una vez disuelto se vertió en la solución de Nitrato de Potasio y Nitrato de Amonio. Se lavó varias veces el Superfosfato Triple que quedo en el recipiente. El lavado se vierte nuevamente sobre la solución de Nitrato de Potasio y Nitrato de Amonio. Después de 4 – 5 lavadas elimino la arenilla que quedo en el fondo del recipiente.

Se agregó agua hasta completar un volumen de 5 litros de solución concentrado A.

#### **b) Solución nutritiva B**

En un litro de agua se añadió el Sulfato de Magnesio se agito hasta que los cristales se hayan disuelto totalmente luego se agregó 0.4 litros de solución concentrada de micronutrientes y se agito hasta obtener una mezcla homogénea, después se agregó los Quelato de Hierro y se removió hasta disolver totalmente y finalmente se aforo a un volumen de 2 litros de solución concentrada B.

#### **3.5.3.10. Siembra de almácigo.**

Las semillas de lechugas utilizadas en dicho experimento fueron adquiridas de la UNALM, las variedades de Duett, Bohemia, Nika, Hardy y Luana la variedad Boston fue adquirida a granel en el mercado mayorista de Huancayo.

Se utilizó un contenedor de madera de las siguientes medidas 1.5 m de largo, 1m de ancho y 0.20 m de altura y como sustrato que

se utilizó en dicho experimento fue arena amarilla de cantera, esta arena fue Incorporado al semillero y posteriormente se niveló el sustrato con la ayuda de una regla de madera quedando al ras del semillero luego se procedió a humedecer uniformemente el sustrato.

Posterior mente se realizó el trazado de las líneas y/o surcos con la ayuda de una regla a una profundidad 2 cm y el distanciamiento de surco a surco de 5 cm.

Se realizó el conteo de las semillas de cada variedad o tratamiento logrando contabilizar en un promedio de mil semillas por gramo, Se realizó la siembra de las semillas de lechuga a chorro continuo distribuido en cuatro repeticiones.

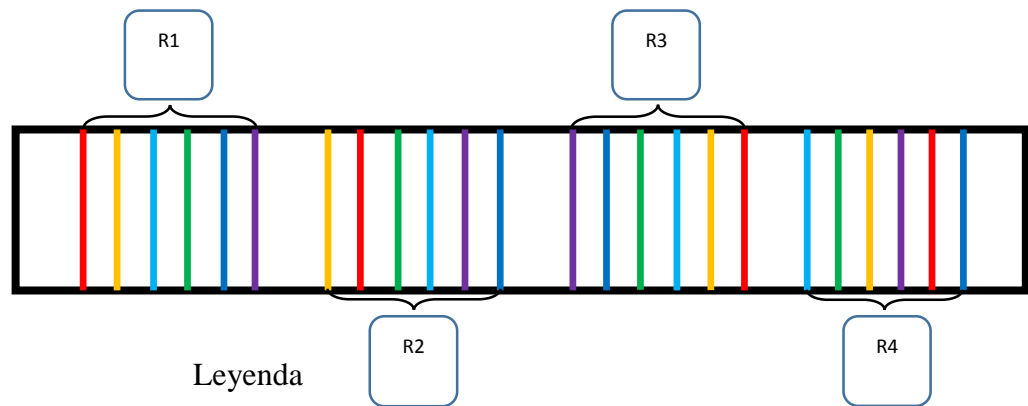
Se cubrieron las semillas con el mismo sustrato, al doble del tamaño de la semilla evitando de no cubrir con piedras que pudieran obstruir la germinación de la semilla.

Se realizó el riego a diario solo con agua para mantener húmedo el sustrato, hasta la germinación de las plantas.

Cuando las plántulas estaban con las primeras hojas verdaderas se realizó el cambio de riego utilizando la solución nutritiva a media concentración (2.5ml de solución concentrada A y 1ml de solución concentrada B por litro de agua), durante 7 días.

Concluido este periodo se cambió el riego con la concentración completa de la solución nutritiva (5 ml de solución concentrada A y 2 ml solución concentrada B por litro de agua).

*Figura 1.* Distribución de las semillas.



### 3.5.3.11. Primer trasplante.

El primer trasplante se realizó en el contenedor de madera impermeabilizado con geo membrana al sistema de raíz flotante para ello el contenedor fue abastecido con la solución nutritiva. Las plantas permanecieron en esta etapa aproximadamente dos semanas hasta que las raíces hayan alcanzado una longitud adecuado para finalmente ser trasplantadas a los canales de cultivo.

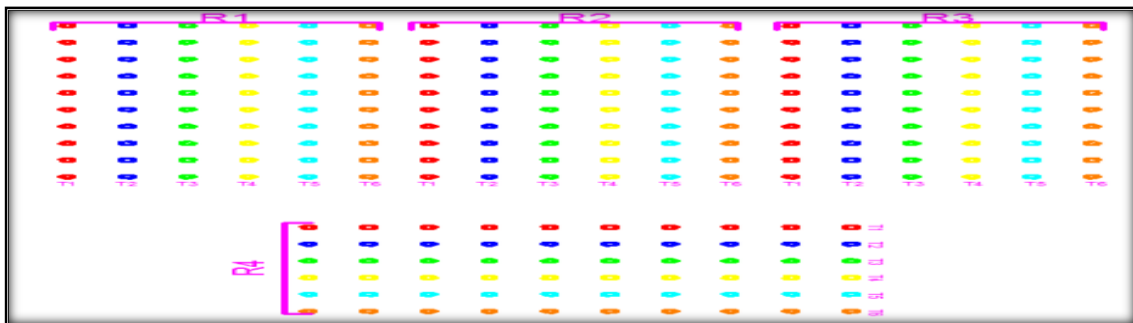
En esta etapa se realizó los siguientes pasos.

Se extrajeron las plántulas más vigoRosas de la cama almaciguera, sin dañar las raíces y luego se realizó el lavado de

las raíces en agua limpia para ser desinfecto las raíces con fungicida (Attrax), a una dosis de 2g /1L de agua.

El trasplantedo se realizó colocando las tiras de la esponja al cuello de las plántulas luego se hizo pasar las raíces por los agujeros de la plancha de Tecknopor así quedando bien sujetado la planta y distribuido en cuatro repeticiones de 16 plántulas por repetición de cada tratamiento luego se oxigeno la solución dos veces al día con la ayuda de un agitador.

*Figura 2.* Distribución de las plántulas al primer trasplante.



### **3.5.3.12. Segundo trasplante o trasplante definitivo.**

El segundo trasplante se realizó en los tubos de cultivo en donde permaneció hasta la cosecha.

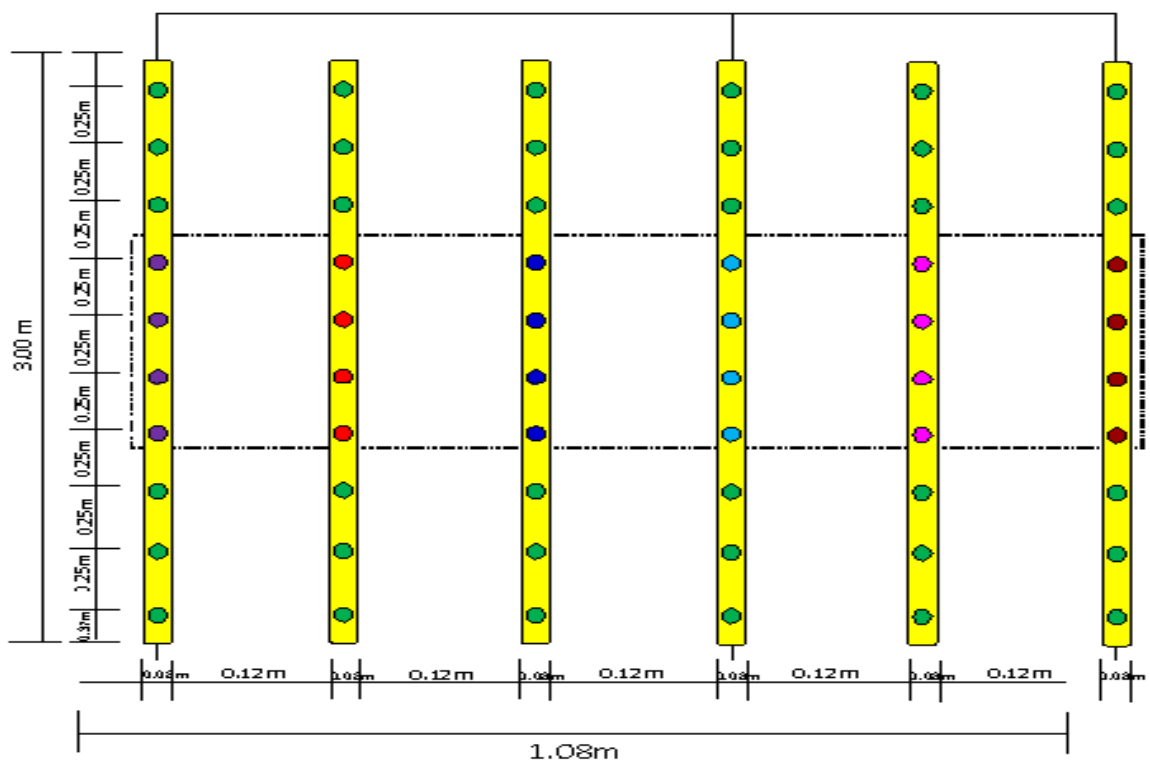
En esta etapa se considera los siguientes pasos.

Se abasteció con solución nutritiva el sistema recirculante a una concentración de (5ml de solución A y 2ml de solución nutritiva B por litro de agua).

Se realizó el trabajo de la perforación de los vasos con la ayuda un tubo caliente luego se seleccionó las mejores plántulas, con raíces bien desarrolladas, se extrajo con cuidado las plantas de la plancha de Tecknopor.

Las plántulas se colocaron en los vasos de plástico perforados de 1 onza, sin retirar la esponja y con sumo cuidado sin dañar las raíces y finalmente se colocó los vasos en los agujeros de los tubos de cultivo teniendo en consideración que las raíces lleguen a la solución nutritiva, la recirculación de la solución nutritiva fue temporizado a un periodo de 30 minutos.

Figura 3. Distribución para el trasplante definitivo.



### 3.5.3.13. Cosecha.

Transcurrido los 90 días de la siembra, cuando las plantas fueron adquiriendo su madurez fisiológica, presentando las características de madurez se realizó la cosecha en forma manual

cogiendo las plantas del tubo de cultivo, simultáneamente se llevó a cabo, las evaluaciones de los variables del peso de la cabeza.

#### **3.5.3.14. Parámetros evaluados.**

##### **a) Desarrollo vegetativo.**

###### **❖ Porcentaje de Germinación.**

Se realizó mediante el conteo de plántulas emergidas a los 15 días después de la siembra.

##### **b) Longitud de la hoja.**

Esta evaluación se ha determinado midiendo la hoja más grande de cada muestra tomada al azar utilizando la regla graduada la medida se tomó desde la base hacia la punta de cada hoja a los 15 – 30 - 45 días.

##### **c) Número de hoja.**

Esta evaluación se realizó mediante el conteo total de las hojas de cada muestra tomada al azar a los 15 – 30 - 45 días.

##### **d) Altura de planta.**

Esta evaluación se llevó acabo midiendo la planta de cada muestra tomada al azar desde el cuello de la planta hasta el ápice terminal utilizando la regla graduada a los 15 – 30 - 45 días.

##### **e) Diámetro de la cabeza.**



Esta evaluación se llevó acabo midiendo la cabeza de cada muestra tomada al azar desde un extremo de la cabeza hacia el otro extremo utilizando la regla graduada a los 15 – 30 - 45 días.

#### **f) Rendimiento de la cabeza**

##### **❖ Peso de la cabeza.**

Esta evaluación se llevó acabo pesando cada cabeza de cada muestra tomada al azar utilizando una balanza electrónica a la cosecha.

### **3.6 Técnicas de procedimiento y análisis de datos**

Los datos fueron analizados mediante la prueba de Análisis de varianza (ANVA), prueba de significación TUKEY, mediante el uso de paquetes estadísticos para una mejor precisión.

### **3.7 Tratamiento estadístico**

*Tabla 12.* Tratamientos en estudio.

<b>Nº</b>	<b>CLAVE</b>	<b>TRATAMIENTO</b>
1	T1	DUETT
2	T2	BOHEMIA
3	T3	NIKA
4	T4	HARDY
5	T5	LUANA
6	T6	BOSTON

### **3.8. Orientación Ética**

#### **3.8.1. Autoría**

Se puede precisar con claridad que los Bachilleres Flinders Melquisedec VALLE ROBLES y Lisbeth Pamela VALLE ROBLES. Son los autores del mencionado trabajo de investigación.

### **3.8.2. Originalidad**

Las citas y textos que se mencionan en el presente trabajo de investigación han sido tomados en cuenta el nombre de los autores y citados en la bibliografía sin alterar su contenido.

### **3.8.3. Reconocimiento de fuentes**

Las fuentes de los diferentes autores fueron citadas en la bibliografía sin alterar su contenido.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

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

Esta investigación se desarrolló a razón de un problema cuál es el 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. Esta investigación pretende mostrar las ventajas de esta técnica y sus resultados en el cultivo de la lechuga, por la importancia económica y nutritiva que es una fuente de minerales para la alimentación humana, además de ser una hortaliza muy utilizada en diversos potajes y materia prima para la industria, por estas razones se busca beneficiar y difundir el cultivo hidropónico, como tecnología disponible a la población urbana utilizando pequeños espacios para este cultivo de valor económico y nutritivo.

#### **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultado**

Para efectuar los cálculos estadísticos, se realizó mediante el análisis de varianza (ANVA).

Para determinar las diferencias estadísticas entre tratamientos, los niveles A, B y la Interacción AB, se utilizó la prueba de tukey.

La comparación de promedios de los diferentes tratamientos y las interacciones, se efectuó mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey, a los niveles de 0.05 y 0.01 de probabilidades.

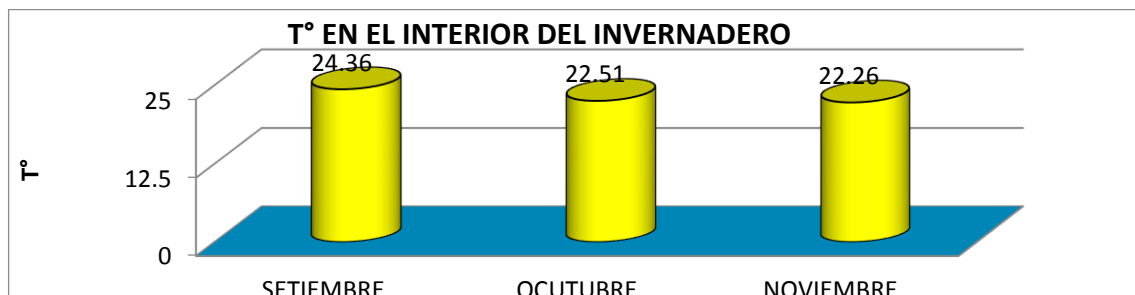
Para las evaluaciones solamente se consideró los dos surcos centrales dentro del área experimental, con el propósito de eliminar los efectos de borde.

#### 4.1.1. Temperatura ambiental y humedad dentro del experimento

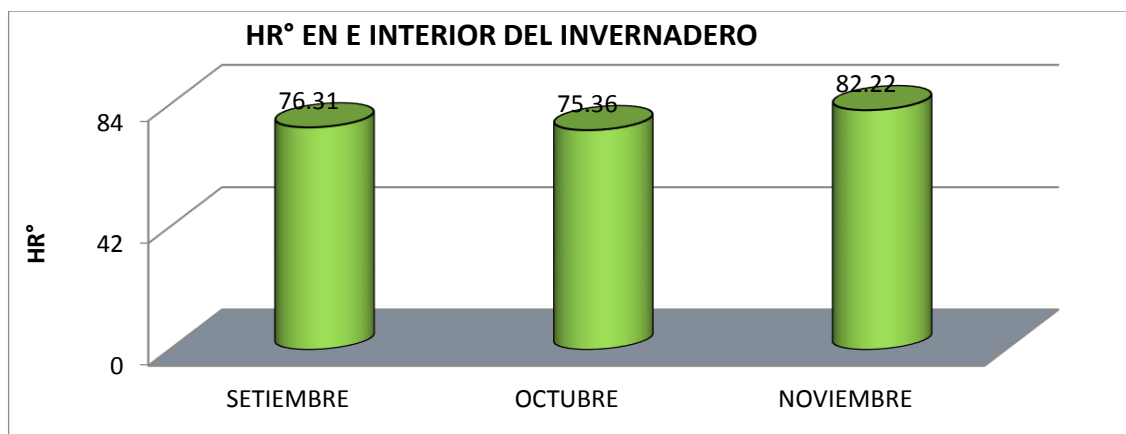
Durante la ejecución del experimento se registró la temperatura dentro del invernadero pudiendo registrar que en el mes de setiembre alcanzado un promedio de 24.36 °C siendo la más alta con diferencia a los dos meses restantes de igual modo el mes de noviembre alcanza un promedio de 22.26°C siendo la más baja.

La humedad relativa de mayor porcentaje fue registrada en el mes de noviembre con un promedio de 82.22 % y la más baja fue en el mes de octubre alcanzando un promedio de 75.36 %.

*Grafico 1.* Temperatura ambiental dentro del invernadero



*Grafico 2.* Humedad relativa dentro del invernadero HR%



Promedio de Humedad relativa (H.R), registrados en la investigación (2012).

#### 4.1.2. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación.

Tabla 13. Análisis de varianza del porcentaje de germinación.

FV	GL	SC	CM	FC	FT		
					0.05	0.01	Sig.
<b>TRAT</b>	5	106.77	21.35	0.95	2.77	4.25	<b>n.s</b>
<b>ERROR</b>	18	404.60	22.48				
<b>TOTAL</b>	23	511.37					

CV 5.21%

S□ 91.08

Según la tabla 13 de análisis de varianza para el porcentaje de germinación, se observa que no existe diferencia significativa para los 6 tratamientos en estudio al nivel de 5% y 1% de probabilidad.

Asimismo, el coeficiente de variación C.V: 5.21% nos indica que los datos evaluados son confiables.

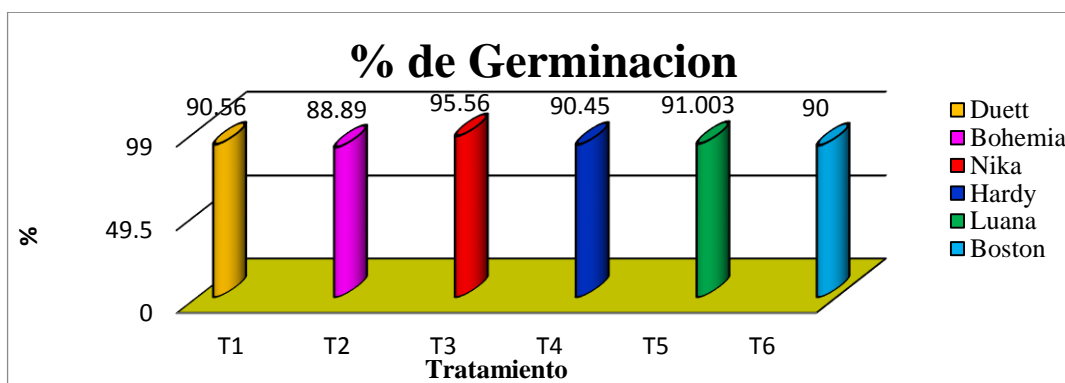
Tabla 14. Prueba de Tukey de porcentaje de germinación

OM	Trat.	Variedades	Promedio (% de Ger)	Nivel de
				significación

				<b>0.05%</b>
1	T3	NIKA	95.56	A
2	T5	LUANA	91.003	A
3	T1	DUETT	90.56	A
4	T4	HARDY	90.45	A
5	T6	BOSTON	90.00	A
6	T2	BOHEMIA	88.89	A

Tabla 14 ejecutada la prueba de Tukey nos muestra que no existe diferencia significativa para los 6 tratamientos a nivel del 5% y 1%, sin embargo, los tratamientos T3 (variedad Nika) y el T5 (variedad Luana) alcanzaron los mayores promedios con 95,56 % y 91,003 % de germinación.

Gráfico 3 Porcentaje de germinación.



Según el orden de mérito el T3 ocupa el primer lugar con un promedio por encima de los 95 % y el último lugar ocupa el T2 con un promedio de 88.89%.

#### 4.1.3. Longitud de hoja a 15 días.

Tabla 15. Análisis de varianza de longitud de hoja a 15 días.

FV	GL	SC	CM	FC	FT		
					0.05	0.01	Sig.
TRAT	5	1.90	0.38	2.54	2.77	4.25	n s
ERROR	18	2.70	0.15				
TOTAL	23	4.59					

CV 6.99%

S□

5.52

Según la tabla 15 de análisis de varianza para la longitud de hoja a los quince días después del primer trasplante se observa que no existe diferencia significativa estadísticamente para los tratamientos a nivel de 5% y 1% de probabilidad.

Asimismo, el coeficiente de variación C.V: 6.99% nos indica que los datos evaluados son altamente confiables.

Tabla 16. Prueba de Tukey longitud de hoja a los 15 días

OM	Trat.	Variedades	Promedio (cm)	Nivel de Significación 0.05%
1	T4	Hardy	5.90	A
2	T3	Nika	5.68	A
3	T6	Boston	5.63	A
4	T5	Luana	5.49	A
5	T2	Bohemia	5.48	A
6	T1	Duett	4.98	A

Tabla 16 ejecutada la prueba de Tukey nos muestra que no existe diferencia significativa para los 6 tratamientos a nivel del 5% y 1%, sin

embargo el tratamiento T4, (variedad Hardy) alcanzo el mayor promedio con 5.90 cm de altura.

Según el orden de mérito los tratamientos T4, T3, T6, T5, T2 presentan los mayores promedios por encima de 5 cm de altura.

#### 4.1.4. Longitud de hoja a 30 días.

Tabla 17. Análisis de varianza longitud de hoja a 30 días.

FV	GL	SC	CM	FC	FT		
					0.05	0.01	Sig.
TRAT	5	18.18	3.64	7.55	2.77	4.25	**
ERROR	18	8.67	0.48				
TOTAL	23	26.86					
CV	5.68%			S <sup>2</sup>			12.22

Según la tabla 17 de análisis de varianza para la longitud de hoja a los treinta días después del primer trasplante nos muestra que existe alta diferencia significativa para los 6 tratamientos al nivel de 5% y 1% de probabilidad, por lo que se procede a realizar la prueba de comparaciones múltiples y establecer el orden de mérito.

Asimismo, el coeficiente de variación C.V: 5.68% nos indica que los datos evaluados son confiables.

Tabla 18. Prueba de Tukey longitud de hojas a 30 días.

OM	Trat.	Variedades	Promedio (cm)	Nivel de Significación 0.05%
1	T6	Boston	12.98	A
2	T4	Hardy	12.98	A
3	T1	Duett	12.79	A



4	T5	Luana	12.19	A
5	T2	Bohemia	11.84	A B
6	T3	Nika	10.51	B

Tabla 18 En la presente prueba de Tukey existe dos grupos Tukey, no hay diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos T6, T4, T1, T5 y T2.

Según el orden de mérito los tratamientos T6, T4, T1 y T5 presentaron los mayores promedios por encima de los 12cm y el último lugar ocupa el tratamiento T3 con 10.51 cm.

#### 4.1.5. Longitud de hoja a 45 días.

Tabla 19. Análisis de varianza de longitud de hoja a 45 días

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.
					0.05	0.01	
TRAT	5	43.16	8.63	6.68	2.77	4.25	**
ERROR	18	23.26	1.29				
TOTAL	23	66.42					
CV	7.33%				S□		15.50

Según la tabla 19 de análisis de varianza para la longitud de hoja a los 45 días después del primer trasplante nos muestra que existe alta diferencia significativa para los 6 tratamientos al nivel de 5% y 1% de probabilidad. Asimismo, el coeficiente de variación C.V: 7.33% nos indica que los datos evaluados son confiables.

Tabla 20. Prueba de Tukey longitud de hojas a 45 días.

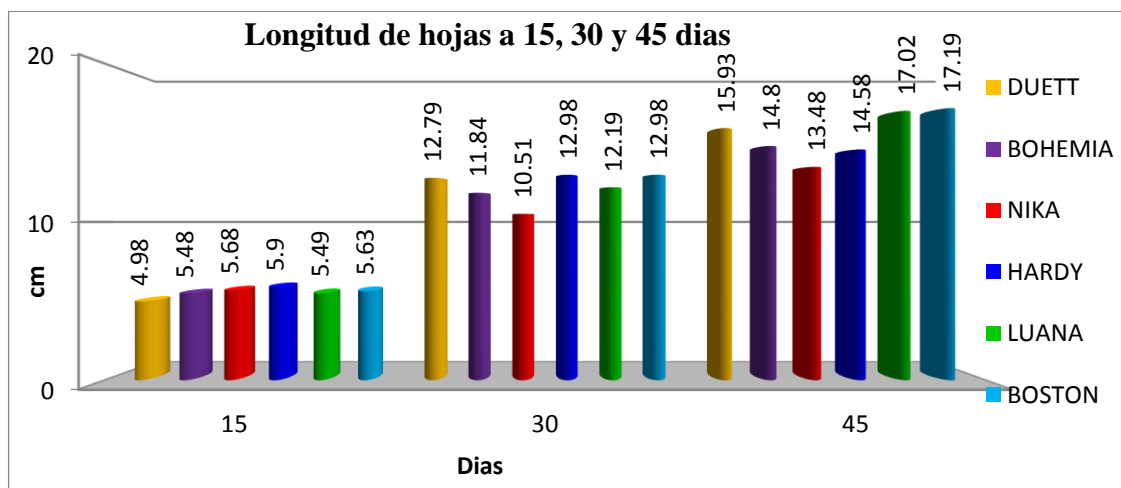
OM	Trat.	Variedades	Promedio (cm)	Nivel de significación 0.05%
----	-------	------------	---------------	------------------------------

1	T6	Boston	17.19	A
2	T5	Luana	17.02	A B
3	T1	Duett	15.93	A B C
4	T2	Bohemia	14.80	A B C
5	T4	Hardy	14.58	B C
6	T3	Nika	13.48	C

Tabla 20 en la presente prueba de Tukey existe tres grupos Tukey, no hay diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos T6, T5, T1 y T2.

Según el orden de mérito los tratamientos T6 y T5 presentaron los mayores promedios por encima de los 17cm y el último lugar ocupa el tratamiento T3 con 13.48 cm

Gráfico 4 . Nivel de crecimiento en la longitud de hoja.



Según el orden de mérito para los primeros 15 días del trasplante ocupa el primer lugar el tratamiento T4 con una media de 5.9 cm y en el último lugar se ubica el tratamiento T1 con una media de 4.98cm.

Según el orden de mérito para los primeros 30 días del trasplante ocupan los primeros lugares los tratamientos T4 y T6 con una media de 12.98

cm y en el último lugar se ubica el tratamiento T3 con una media de 10.51cm.

Según el orden de mérito para los 45 días del trasplante ocupa el primer lugar el tratamiento T6 con una media de 17.19 cm y en el último lugar se ubica el tratamiento T3 con una media de 13.48 cm.

#### 4.1.6. Número de hojas a 15 días.

Tabla 21. Análisis de varianza de número de hojas a 15 días

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0.05	0.01	
TRAT	5	11.58	2.32	6.04	2.77	4.25	**
ERROR	18	6.91	0.38				
TOTAL	23	18.49					

CV 13.70%

S□ 4.52

Según la tabla 21 de análisis de varianza para el número de hoja a los 15 días después del primer trasplante nos muestra que existe alta diferencia significativa para los 6 tratamientos al nivel de 5% y 1% de probabilidad. Asimismo, el coeficiente de variación C.V: 13.70% nos indica que los datos evaluados son confiables.

Tabla 22. Prueba de Tukey de número de hojas a 15 días.

OM	Trat.	Variedades	Promedio (#)	Nivel de Significación 0.05%
1	T6	Boston	5.50	A
2	T4	Hardy	5.06	A B
3	T1	Duett	4.88	A B C
4	T5	Luana	4.38	A B C
5	T2	Bohemia	3.69	B C
6	T3	Nika	3.63	C

Tabla 22 en la presente prueba de Tukey existe tres grupos Tukey, no hay diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos T6, T4, T1y T5.

Según el orden de mérito los tratamientos T6 y T4 presentaron los mayores promedios por encima de los 5 # y el último lugar ocupa el tratamiento T3 con 3.63 #

#### 4.1.7. Número de hojas a 30 días.

Tabla 23. Análisis de varianza de número de hojas a 30 días

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.
					0.05	0.01	
TRAT	5	106.99	21.4	28.60	2.77	4.25	**
ERROR	18	13.47	0.75				
TOTAL	23	120.46					

CV 8.51%

S□ 10.17

Según la tabla 23 de análisis de varianza para el número de hoja a los 30 días después del primer trasplante nos muestra que existe alta diferencia significativa para los 6 tratamientos al nivel de 5% y 1% de probabilidad. Asimismo, el coeficiente de variación C.V: 8.51% nos indica que los datos evaluados son confiables.

Tabla 24. Prueba de Tukey de número de hojas a 30 días.

OM	Trat.	Variedades	Promedio (#)	Nivel de significación 0.05%
1	T6	Boston	12.63	A
2	T1	Duett	12.31	A
3	T4	Hardy	11	A B
4	T5	Luana	10.25	B
5	T2	Bohemia	7.69	C
6	T3	Nika	7.13	C

Tabla 24 en la presente prueba de Tukey existe tres grupos Tukey, no hay diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos T6, T1 y T4. Según el orden de mérito los tratamientos T6 y T1 presentaron los mayores promedios por encima de los 12 # y el último lugar ocupa el tratamiento T3 con 7.13 #.

#### 4.1.8. Número de hojas a 45 días.

Tabla 25. Análisis de varianza de número de hojas a 45 días

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0.05	0.01	
TRAT	5	143.67	28.73	3.93	2.77	4.25	*
ERROR	18	131.45	7.30				

<b>TOTAL</b>	23	275.12
--------------	----	--------

CV 11.17%

S□ 24.2

Según la tabla 25 de análisis de varianza para el número de hojas a los 45 días después del primer trasplante presenta significancia para los tratamientos al nivel de 5% de probabilidad.

Asimismo, el coeficiente de variación C.V: 11.17% nos indica que los datos evaluados son altamente confiables.

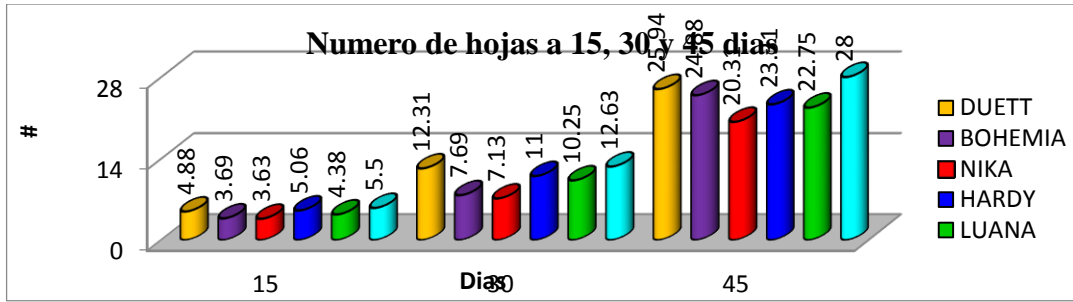
Tabla 26. Prueba de Tukey de número de hojas a 45 días.

OM	Trat.	Variedades	Promedio (#)	Nivel de significación 0.05%
1	T6	Boston	28.00	A
2	T1	Duett	25.94	A B
3	T2	Bohemia	24.88	A B
4	T4	Hardy	23.31	A B
5	T5	Luana	22.75	A B
6	T3	Nika	20.31	B

Tabla 26 ejecutada la prueba de nos muestra existe dos grupos Tukey, no hay diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos T6, T1, T2, T4, y T5.

Según el orden de mérito el tratamiento T6 presenta el mayor promedio que los demás con una media de 28.00 # y el último lugar ocupa el tratamiento T3 con 20.31 #.

Gráfico 5. Número de hojas.



Según el orden de mérito para los primeros 15 días del trasplante ocupa el primer lugar el tratamiento T6 con una media de 5.5 # y en el último lugar se ubica el tratamiento T3 con una media de 3.63#.

Según el orden de mérito para los 30 días del trasplante ocupa el primer lugar el tratamiento T6 con una media de 12.63# y en el último lugar se ubica el tratamiento T3 con una media de 7.13 #.

Según el orden de mérito para los 45 días del trasplante ocupa el primer lugar el tratamiento T6 con una media de 28# y en el último lugar se ubica el tratamiento T3 con una media de 31 #.

#### 4.1.9. Altura de planta a 15 días.

Tabla 27. Análisis de varianza altura de planta a 15 días

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.
					0.05	0.01	
TRAT	5	47	9.4	1.30	2.77	4.25	n.s
ERROR	18	130.22	7.2				
TOTAL	23	177.2					

CV 35.31

S□ 7.6

Según la tabla 27 de análisis de varianza para la longitud de hoja a los quince días después del primer trasplante se observa que no existe

diferencia significativa estadísticamente para los tratamientos a nivel de 5% y 1% de probabilidad.

Asimismo, el coeficiente de variación 35.09 % nos indica que los datos evaluados son confiables.

Tabla 28. Prueba de Tukey altura de planta a 15 días.

OM	Trat.	Variedades	Promedio (cm)	Nivel de significación 0.05%
1	T2	Bohemia	9.825	A
2	T4	Hardy	8.900	A
3	T5	Luana	7.919	A
4	T6	Boston	7.100	A
5	T1	Duett	6.569	A
6	T3	Nika	5.669	A

Tabla 28 ejecutada la prueba de Tukey nos muestra que no existe diferencia significativa estadísticamente entre los 6 tratamientos en estudio.

Según el orden de mérito el tratamiento T2 presenta el mayor promedio por encima de los 9 cm y el último lugar ocupa el tratamiento T3 con 5.67cm

#### 4.1.10. Altura de planta a 30 días.

Tabla 29. Análisis de varianza de altura de planta a 30 días.

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.
					0.05	0.01	
TRAT	5	8.84	1.77	2.17	2.77	4.25	n.s



<b>ERROR</b>	18	14.64	0.81
<b>TOTAL</b>	23	23.47	

**CV** 8.75% **S** 10.30

Según la tabla 29 de análisis de varianza para la longitud de hoja a los treinta días después del primer trasplante se observa que no existe diferencia significativa estadísticamente para los tratamientos al nivel de 5% y 1% de probabilidad.

Asimismo, el coeficiente de variación 8.75% nos indica que los datos evaluados son confiables.

*Tabla 30 Prueba de Tukey altura de planta a los 30 días.*

<b>OM</b>	<b>Trat.</b>	<b>Varietades</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>Nivel de significación 0.05%</b>
1	T1	Duett	10.96	A
2	T4	Hardy	10.76	A
3	T6	Boston	10.69	A
4	T2	Bohemia	10.15	A
5	T5	Luana	10.14	A
6	T3	Nika	9.13	A

Tabla 30 ejecutada la prueba de Tukey nos muestra que no existe diferencia significativa estadísticamente entre los 6 tratamientos en estudio.

Según el orden de mérito los tratamientos T1, T4, T6, T2 y T5 presentan los mayores promedios por encima de los 10 cm y el último lugar ocupa el tratamiento T3 con 9.13 cm.

#### 4.1.11. Altura de planta a 45 días.

Tabla 31. Análisis de varianza altura de planta a 45 días.

FV	GL	SC	CM	FC	FT		SIG
					0.05	0.01	
<b>TRAT</b>	5	32.86	6.57	11.02	2.77	4.25	**
<b>ERROR</b>	18	10.74	0.60				
<b>TOTAL</b>	23	43.60					
<b>CV</b>	5.30%					S	14.56

Según la tabla 31 de análisis de varianza para la altura de planta a los 45 días después del primer trasplante nos muestra que existe alta diferencia significativa para los 6 tratamientos al nivel de 5% y 1% de probabilidad. Asimismo, el coeficiente de variación 5.30% nos indica que los datos evaluados son confiables.

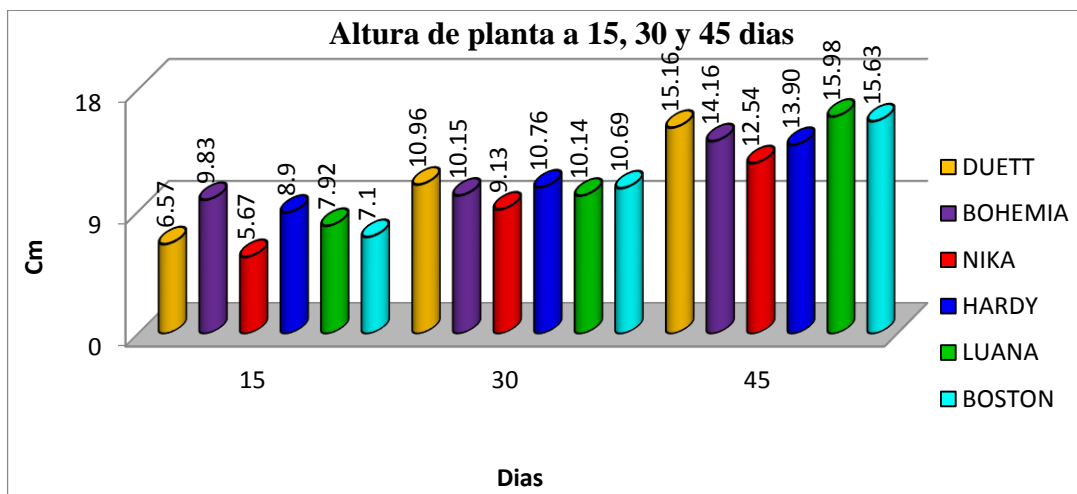
Tabla 32. Prueba de Tukey altura de planta a 45 días.

OM	Trat.	Variedades	Promedio(cm)	Nivel de significación 0.05%
1	T5	Luana	15.98	A
2	T6	Boston	15.63	A B
3	T1	Duett	15.16	A B C
4	T2	Bohemia	14.16	B C D
5	T4	Hardy	13.90	C D
6	T3	Nika	12.54	D

Tabla 32 ejecutada la prueba de Tukey nos muestra existe cuatro grupos Tukey, no hay diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos T5, T6 y T1.

Según el orden de mérito los tratamientos T5, T6 y T1 presentaron los mayores promedios por encima de los 15cm y el último lugar ocupa el tratamiento T3 con 12.54 cm.

Gráfico 6. Nivel de crecimiento de altura de planta.



Según el orden de mérito para los primeros 15 días del trasplante ocupa el primer lugar el tratamiento T2 con una media de 9.83 cm y en el último lugar se ubica el tratamiento T3 con una media de 5.67 cm.

Según el orden de mérito para los 30 días del trasplante ocupa el primer lugar el tratamiento T1 con una media de 10.96 cm y en el último lugar se ubica el tratamiento T3 con una media de 9.13 cm.

Según el orden de mérito para los 45 días del trasplante ocupa el primer lugar el tratamiento T5 con una media de 15.98 cm y en el último lugar se ubica el tratamiento T3 con una media de 12.54 cm.

#### 4.1.12. Diámetro de cabeza a 15 días.

Tabla 33. Análisis de varianza diámetro de cabeza a 15 días.

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.
					0.05	0.01	
<b>TRAT</b>	5	25.42	5.08	3.53	2.77	4.25	*
<b>ERROR</b>	18	25.89	1.44				
<b>TOTAL</b>	23	51.31					

CV 15.03%

S□ 7.98

Según la tabla 33 de análisis de varianza para el diámetro de la cabeza a los 15 días después del primer trasplante presenta significancia para los tratamientos al nivel de 5% de probabilidad.

Asimismo, el coeficiente de variación C.V: 15.30% nos indica que los datos evaluados son altamente confiables.

Tabla 34. Prueba de Tukey diámetro de cabeza a 15 días.

OM	Trat.	Variedades	Promedio (cm)	Nivel de significación 0.05%
1	T4	Hardy	9.78	A
2	T5	Luana	8.55	A B
3	T2	Bohemia	8.29	A B
4	T3	Nika	7.5	A B
5	T6	Boston	6.97	B
6	T1	Duett	6.78	B

Tabla 34 ejecutada la prueba de Tukey nos muestra existe dos grupos Tukey, no hay diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos T4, T5, T2 y T3.

Según el orden de mérito el tratamiento T4. presenta el mayor promedio por encima de los 9 cm y el último lugar ocupa el tratamiento T1 con 6.78 cm.

#### 4.1.13. Diámetro de cabeza a 30 días.

Tabla 35. Análisis de varianza diámetro de cabeza a 30 días

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.
					0.05	0.01	
<b>TRAT</b>	<b>5</b>	28.13	5.63	2.81	2.77	4.25	*
<b>ERROR</b>	<b>18</b>	35.98	2.0				
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	64.11					

CV 7.24%

S□ 19.53

Según la tabla 35 de análisis de varianza para el diámetro de la cabeza a los 30 días después del primer trasplante presenta significancia para los tratamientos al nivel de 5% de probabilidad.

Asimismo, el coeficiente de variación C.V: 7.24% nos indica que los datos evaluados son confiables.

Tabla 36. Prueba de Tukey diámetro de cabeza a 30 días.

OM	Trat.	Variedades	Promedio (cm)	Nivel de significación 0.05%
1	T6	Boston	20.8813	A
2	T4	Hardy	20.6563	A B
3	T1	Duett	19.6063	A B
4	T5	Luana	19.2625	A B
5	T2	Bohemia	19.1625	A B
6	T3	Nika	17.6	B

Tabla 36 ejecutada la prueba de Tukey nos muestra que existe dos grupos Tukey, no hay diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos T6, T4, T1, T5 y T2.

Según el orden de mérito los tratamientos T6 y T4 presentan los mayores promedios por encima de los 20 cm y el último lugar ocupa el tratamiento T1 con 17.6 cm.

#### 4.1.14. Diámetro de cabeza a 45 días.

Tabla 37. Análisis de varianza diámetro de cabeza a 45 días.

FV	GL	SC	CM	FC	FT		SIG
					0.05	0.01	
TRAT	5	60.80	12.16	8.06	2.77	4.25	**
ERROR	18	27.16	1.51				
TOTAL	23	87.96					
CV	4.84%				S□		25.37

Según la tabla 37 de análisis de varianza para el diámetro de cabeza a los 45 días después del primer trasplante nos muestra que existe alta diferencia significativa para los 6 tratamientos al nivel de 5% y 1% de probabilidad.

Asimismo, el coeficiente de variación C.V: 4.84% nos indica que los datos evaluados son confiables.

Tabla 38. Prueba de Tukey diámetro de cabeza a 45 días.

OM	Trat.	Variedades	Promedio (cm)	Nivel de significación 0.05%
1	T6	Boston	27.7438	A
2	T5	Luana	26.8375	A B

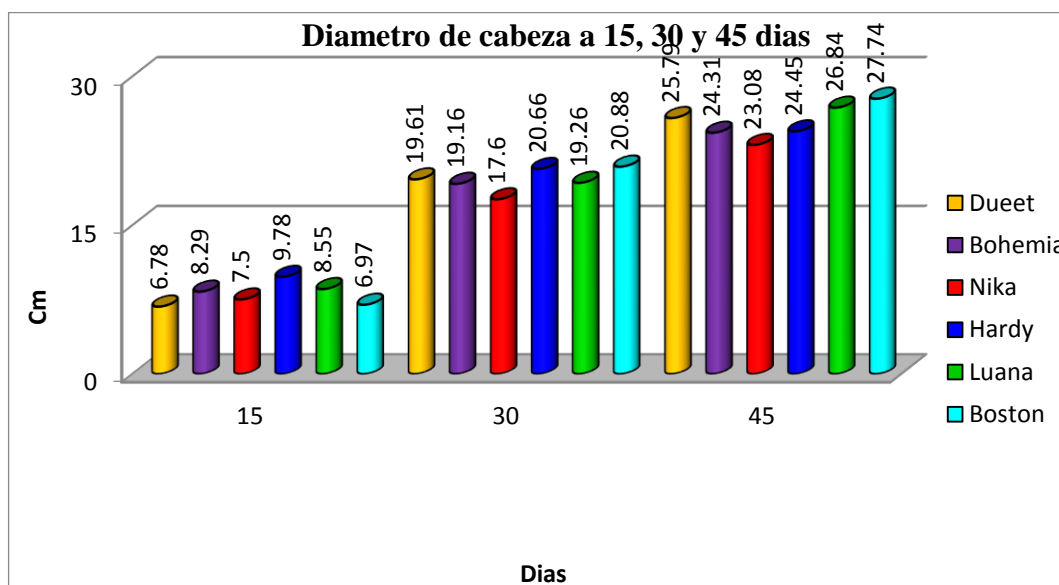
3	T1	Dueet	25.7938	A B C
4	T4	Hardy	24.45	B C
5	T2	Bohemia	24.3125	B C
6	T3	Nika	23.075	C

Tabla 38 ejecutada la prueba de Tukey nos muestra que existe tres grupos

Tukey, no hay diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos T6, T5 y T1.

Según el orden de mérito el tratamiento T6 presenta el mayor promedio por encima de los 27 cm y el último lugar ocupa el tratamiento T3 con 23.08 cm.

Gráfico 7. Nivel de desarrollo del diámetro de cabeza.



Según el orden de mérito para los primeros 15 días del trasplante ocupa el primer lugar el tratamiento T4 con una media de 9.78 cm y en el último lugar se ubica el tratamiento T1 con una media de 6.78 cm.

Según el orden de mérito para los 30 días del trasplante ocupa el primer lugar el tratamiento T6 con una media de 20.88 cm y en el último lugar se ubica el tratamiento T3 con una media de 17.6 cm.

Según el orden de mérito para los 45 días del trasplante ocupa el primer lugar el tratamiento T6 con una media de 27.74 cm y en el último lugar se ubica el tratamiento T3 con una media de 23.08 cm.

#### 4.1.15. Peso de cabeza en la cosecha.

Tabla 39. Análisis de varianza del peso de cabeza.

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.
					0.05	0.01	
<b>TRAT</b>	5	58982.86	11796.57	789.73	2.77	4.25	**
<b>ERROR</b>	18	268.88	14.94				
<b>TOTAL</b>	23	59251.74					
<b>CV</b>	1.56%			<b>S<sup>2</sup></b>	247.98		

Según la tabla 39 de análisis de varianza para el peso de la cabeza a la cosecha nos muestra que existe alta diferencia significativa para los 6 tratamientos al nivel de 5% y 1% de probabilidad.

Asimismo, el coeficiente de variación C.V: 1.56% nos indica que los datos evaluados son altamente confiables.

Tabla 40. Prueba de Tukey del peso de cabeza.

OM	Trat.	Variedades	Promedio (gr)	Nivel de significación 0.05%
1	T6	Boston	321.88	A
2	T5	Luana	300.94	B
3	T1	Duett	252.19	C

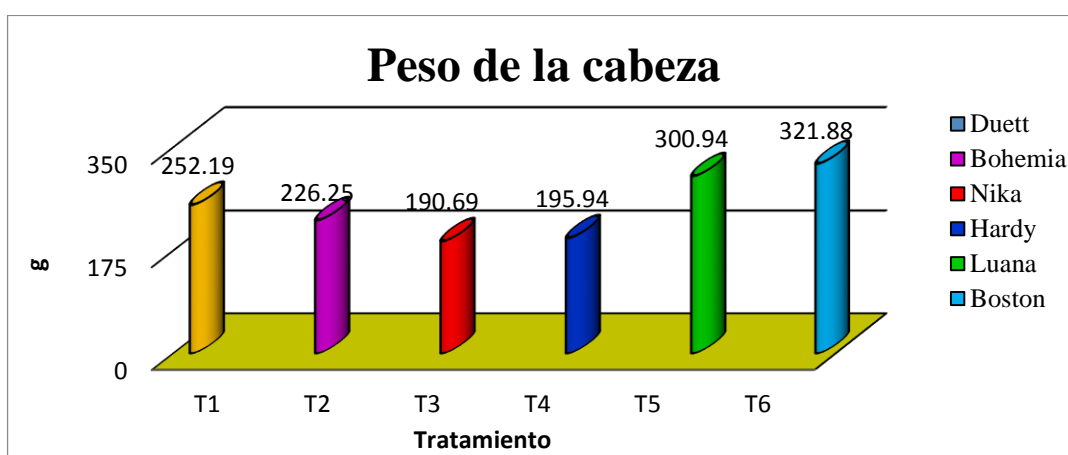


4	T2	Bohemia	226.25	D
5	T4	Hardy	195.94	E
6	T3	Nika	190.69	E

Tabla 40 ejecutada la prueba de Tukey nos muestra que existen cinco grupos Tukey, si hay diferencia significativa estadísticamente entre los 6 tratamientos en estudio.

Según el orden de mérito el tratamiento T6 .presenta el mayor promedio por encima de los 321.88 g/planta y el último lugar ocupa el tratamiento T3 con 190.69 g/planta.

Gráfico 8. Peso de la cabeza.



Según el orden de mérito ocupa el primer lugar el tratamiento T6 con una media de 321,88g/planta y en el último lugar se ubica el tratamiento T3 con una media de 190.69 g/planta.

#### 4.1.16. Rendimiento.

Tabla 41. Análisis de varianza del rendimiento kg/ha.

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.
					0.05	0.01	
<b>TRAT</b>	5	6628217423.26	1325643484.65	1504.58	2.77	4.25	**
<b>ERROR</b>	18	15859270.85	881070.60				
<b>TOTAL</b>	23	6644076694.11					
<b>CV</b>	1.13%					S□	82746.37

Según la tabla 41 de análisis de varianza para el rendimiento kg/ha nos muestra que existe alta diferencia significativa para los 6 tratamientos al nivel de 5% y 1% de probabilidad.

Asimismo el coeficiente de variación C.V: 1.13% nos indica que los datos evaluados son altamente confiables.

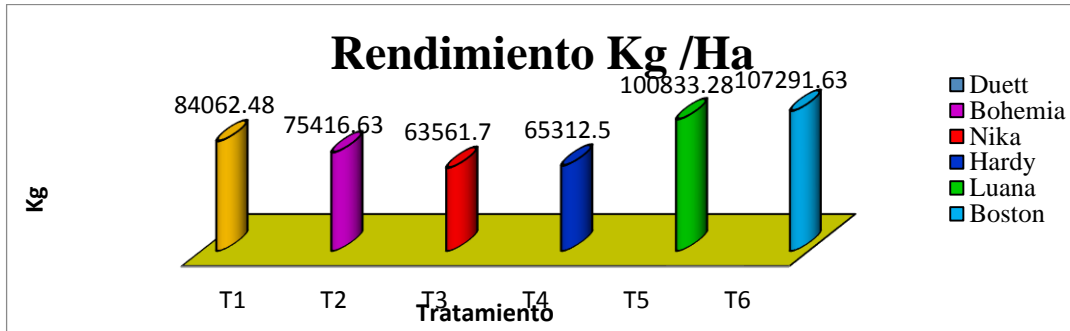
Tabla 42. Prueba de Tukey del rendimiento.

OM	Trat.	Variedades	Promedio (kg)	Nivel de significación 0.05%
1	T6	Boston	107291.63	A
2	T5	Luana	100833.28	B
3	T1	Duett	84062.48	C
4	T2	Bohemia	75416.63	D
5	T4	Hardy	65312.5	E
6	T3	Nika	63561.7	E

Tabla 42 ejecutada la prueba de Tukey nos muestra que existen cinco grupos Tukey, si hay diferencia significativa estadísticamente entre los 6 tratamientos en estudio.

Según el orden de mérito el tratamiento T6 presenta el mayor promedio por encima de los 107291.63 kg/ha y el último lugar ocupa el tratamiento T3 con 63561.7 kg/ha

Grafico 9. Rendimiento.



Según el orden de mérito ocupa el primer lugar el tratamiento T6 con una media de 107291.63 kg/ha y en el último lugar se ubica el tratamiento T3 con una media de 63561.7 kg/ha.

#### 4.3. Prueba de hipótesis

Se cumple la hipótesis alterna planteada, porque la respuesta es favorable que el efecto del sistema hidropónico recirculante en soluciones nutritivas mejora los rendimientos obtenidos en el cultivo de la lechuga.

#### 4.4. Discusión de resultado

##### 4.3.1. Porcentaje de germinación

Como se puede ver en la gafico N° 3 El T5 (variedad Nika) es el que reporta el mayor porcentaje de germinación de un 95.56%.

(Paitan Gilian, 2010), menciona la diferencia que se pueda encontrar en los valores de germinación se tiene una explicación en los diferentes factores asociados a la germinación, como es la absorción del agua por las semillas, la temperatura y humedad porque de ellas depende la buena germinación.

(Guadalupe Lovaton & Mayta Robles, 2010), mencionan que a temperaturas comprendidas entre 10 y 20°C, la semilla germina y se desarrolla muy bien.

#### **4.3.2. Longitud de hojas**

La prueba de Tukey para la longitud de hojas a los 15,30 y 45 días después del primer trasplante, se observa que el T6 (Variedad Boston) alcanza un promedio de 17.19 cm, seguido del T5 (Variedad Luana) con 17.02 cm. (Paitan Gilian, 2010), Menciona que el promedio de la longitud de hoja varia de 7.97cm a 9.28cm.

#### **4.3.3. Número de hojas**

La prueba de Tukey para número de hojas a los 15,30 y 45 días después del primer trasplante, se observa que el T6 (Variedad Boston) alcanza un promedio de 28 hojas por planta, mientras que el T1 (variedad (Duett) y el T2 (Variedad Bohemia), alcanzaron promedios de 25.94 y 24.88 hojas por planta.

(Valverde C, 2008), señala el número de hojas obtenidas en promedio oscilan entre 25 a 30 hojas por cabeza, lo cual coincide con los resultados obtenidos en el presente experimento.

(Paitan Gilian, 2010), Menciona que el promedio de numero de hoja a los 60 días del trasplanta varia de 28.73 hojas/plantas a 34.28 hojas/plantas.

#### **4.3.4. Altura de plantas**

Como podemos apreciar existe sólo una ligera variación entre los tratamientos que resultaron superiores, pero no relevante; de aquí podemos deducir que el factor principal que influyó en este parámetro fue el momento de germinación, como se observa en el gráfico Nro. 6 los T5

(Variedad Luana), T6 (Variedad Boston) y T1 (Variedad Duett), tuvieron promedios similares con 15.98, 15.63 y 15.16 cm.

(Guadalupe Lovaton & Mayta Robles, 2010), manifiestan en su investigación que el promedio de la altura de planta se encuentra de 5.78 cm hasta 18.46 cm.

(Paitan Gilian, 2010), manifiestan en su investigación que el promedio de la altura de planta se encuentra de 7.93 cm hasta 9.56 cm.

#### **4.3.5. Diámetro de cabeza**

La prueba de Tukey para diámetro de cabeza de la lechuga a los 15,30 y 45 días después del primer trasplante, se observa que el T6 (Variedad Boston) alcanza un promedio de 27.74 cm, mientras que el T5 (Variedad Luana) y el T1 (variedad (Duett) alcanzaron promedios de 26.84 y 25.79 cm.

(Paitan Gilian, 2010), manifiesta en su investigación que el promedio del diámetro de la cabeza se encuentra de 20.45 cm hasta 23.97 cm.

(Guadalupe Lovaton & Mayta Robles, 2010), manifiestan en su investigación que el promedio del diámetro de la cabeza se encuentra de 16.71 cm hasta 37.78 cm.

#### **4.3.6. Peso de cabeza en la cosecha**

La prueba de Tukey para peso de cabeza en la cosecha de la lechuga por planta, a los 15,30 y 45 días después del primer trasplante, se observa que el T6 (Variedad Boston) alcanza un promedio de 321.88 g/planta, mientras que el T5 (Variedad Luana) y el T1 (variedad (Duett) alcanzaron promedios de 300.94 252.19 g/planta.

(Vera Mosquera, 2008), menciona de acuerdo con el análisis de varianza que se presenta en dicho experimento todos los tratamientos son estadísticamente diferentes, con un coeficiente de variación del 4.13 %; el tratamiento T1 (Americana) con el mayor peso 372.24 g/planta. y superior estadísticamente a todos, y el menor valor se dio en el tratamiento T4 (Amorix) con un peso de 190.35 g/planta.

#### **4.3.7. Rendimiento kg/ha**

La prueba de Tukey para el rendimiento de la lechuga por Hectarea, a los 15,30 y 45 días después del primer trasplante, se observa que el T6 (Variedad Boston) alcanzo un promedio de 107291.63 kg/ha, mientras que el T3 (Variedad Nika) alcanzo un promedio de 63561.7 kg/ha.

(Vera Mosquera, 2008), Menciona que los promedios en rendimiento obtenidos en kilogramos por hectárea, son de 38000 kg/ha 74400 kg/ha.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos del estudio del efecto del sistema hidropónico recirculante con solución nutritiva se llegó a las siguientes conclusiones.

1. En cuanto al desarrollo vegetativo de los 6 tratamientos en estudio se pudo observar diferencias no significativas, significativas y altamente significativas entre los tratamientos, en el porcentaje de germinación se obtuvo un promedio de 95.56% que corresponde a la variedad Nika ocupando el primer lugar de igual forma la variedad bohemia ocupó el último lugar con un promedio de 88.89%, concerniente a la longitud de hojas, número de hojas y diámetro de la cabeza la Variedad Boston, reporta los mayores promedios con 17.19 cm, 28 hojas/planta, 27.74 cm siendo la variedad que más sobresalió en el desarrollo vegetativo por sus altos promedios alcanzados en dicho experimento, la variedad Nika fue la que menos promedio alcanzó en esta investigación con promedio de número de hoja 20.31 hojas /planta, altura de planta 12.54 cm y diámetro de la cabeza 23.08 cm.
2. En cuanto al rendimiento de los 6 tratamientos en estudio se pudo observar diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en el peso de la cabeza se obtuvo un promedio de 321.88g/planta que corresponde a la variedad Boston ocupando el primer lugar del mismo modo la variedad Nika ocupó el último lugar con un promedio de 190.69 g/planta, de igual forma la variedad Boston fue quien sobresalió en el rendimiento de kg/ha con un promedio de 107291.63 kg/ha ocupado el primer lugar y la variedad Nika fue quien ocupó el último lugar con un promedio de 63561.7 kg/ha.

## **RECOMENDACIONES**

Teniendo en consideración los resultados obtenidos en el presente estudio, se establecen las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda la producción del cultivar Boston que fue el que obtuvo mayor rendimiento y mejores características comerciales como longitud de hojas, número de hojas, diámetro de la cabeza y peso de la cabeza.
2. Repetir el mencionado trabajo de investigación en dos campañas consecutivas.



## BIBLIOGRAFÍA

- Alpizar, L. (2004). *Hidroponia cultivo sin tierra*. Costa Rica: Tecnologia de Costa Rica.
- BARRERA GARCIA, D. E. (2004). *Evaluación de cinco variedades de lechuga Lactuca sativa l. cultivadas con la técnica hidropónica solución nutritiva recirculante (NFT)*. Guatemala.
- Bautista, R. (2000). *Evaluacion del rendimiento de cuatro variedades de lechuga en cultivo hidropónico*. Guatemala.
- Bertsch, F. (1998). *La fertilidad de los suelos y su manejo*.
- Bonachera, G. (1999). *Degradacion de la transparencia del plastico en cubierta de invernadero*.
- Caceres, E. (1971). *Produccion de hortalizas*. Toluca, Mexico.
- Cadavia Lopez, C. (2000). *Fertilizantes y fertirrigacion en hidroponia*. Madrid, España: Mundi - prensa - Madrid.
- Canovas Martinez, F., & Diaz Alvarez, J. (1993). *Principios Basicos de la hidroponia. aspectos comunes y diferenciales de los cultivos con y sin suelo*. Almeria, España.
- Carrasco Silva, G. (1996). *Principios de la tecnica de flujo laminar (NFT)*. TALACA, CHILE.
- Catacora Pinazo, E. (1996). *HIDROPONIA EN EL PERÚ* (Vol. 1). (A. RODRIGUEZ DELFIN, Ed.) LIMA, PERU: CIHNM-UNALM.
- Cervantes Flores, M. A. (2002). Produccion de hortalizas en invernaculo. *INTA*(43), 33-37.
- Davis M, Subbarao K, Raid R, & Kurtz E. (2002). *Plagas y enfermedades de la lechuga*. Madrid, España.
- De La Rosa, M., Hervas, M., Serrano, A., & Losada, M. (1990). *Fitobioquimica*. Madrid, España.
- Estrada Ligorria, L. (2001). *Fertilizantes liquido STOLLER*. Guatemala.
- Francisco Alzate, J., & Fernanda Loaiza, L. (2008). *Manual de cultivo de lechugas*. Madrid, España.
- Guadalupe Lovaton, Y., & Mayta Robles, W. I. (2010). *Evaluacion de cuatro variedades de lechugas (Lactuca sativa) con solucion nutritiva en el sistema*

*hidroponico popular raiz flotante en condiciones del distrito de Yanahuanca.*  
Yanahuanca, Daniel Alcides Carrion, Peru.

- Hoyos Rojas, M., Chang De La Rosa, M., & Rodriguez Delfin, A. (2001). *Soluciones nutritivas en hidroponia; formulacion y preparacion.* Lima, Peru.
- Mallar, A. (1998). *La lechuga.* Buenos Aires, Argentina: Hemisferio sur.
- Maroto Borrego, J. (1989). *Horticultura herbacea especial.* Madrid, España.
- Martinez Caldevila, E., & Garcia Lozano, M. (1993). *Cultivo sin suelo; hortalizas en climas mediterraneo.* España.
- Martinez Garcia, P. F., & Abad Berjon, M. (1993). *sistemas actuales de cultivos sin suelo.* Madrid, España.
- Moreno Moscoso, U. (1997). *fisiologia de las plantas hidroponicas.* Lima, Peru.
- Morgan, L. (1999). *Cultivo hidroponico de lechugas.* Australia, Australia.
- Paitan Gilian, R. K. (2010). *EVALUACION DE CINCO CULTIVARES DE LECHUGAS (Lactuca sativa) Con Solucion Nutritiva En El Sistema HIDROPONICO.* CERRO DE PASCO, CERRO DE PASCO, PERU.
- Ramirez, L. (1973). *Prueba comparativa de cultivares de lechugas en dos modalidades de siembra.* Lima, Peru.
- Red, U. (2008). The plantae database. *USAID RED.*
- Resh Howard, M. (1993). *hydroponic food production.* California, Estados Unidos.
- Resh Howard, M. (2001). *Cultivos hidroponicos Nuevas tecnicas de produccion.* Madrid, España: Muni - prensa Madrid.
- Rodriguez Delfin, A., Chan De la rosa, M., & Hoyos Rojas, M. (2002). *Manual practico de hidroponia.* (u. n. mineral, Ed.) Lima.
- Rodriguez Delfin, A., Chang De La Rosa, M., Hoyos Rojas, M., & Falcon Gutierrez, F. (2004). *Manual practico de hidroponia* (4ta ed.). Lima, Peru.
- Ryder, E. (1979). *Leafy salad vegetal.* USA.
- Samperio, G. (2004). *Un paso mas a la hidroponia.* Mexico: Diana.
- Sanchez Del castillo, F., & Escalante Rebolledo, E. (1988). *sistema de produccion de plantas hidroponicas.* Chicago, Estados Unidos.
- Stucchi, Y. (1999). *Evaluacion de cultivares de lechugas.* Lima, Peru.
- Tamaro, O. (1981). *Manual de horticultura.* Mexico, Mexico: Gustavo Gill.

- Ugas, R., Siura, S., Delgado, F., Casas, A., & Toledo, J. (2000). *CULTIVO DE HORTALIZAS*. Lima, Peru.
- Valverde C. (2008). *Efecto de la calidad de luz sobre el crecimiento rendimiento y contenido de nitratos en plantas de lechuga (Lactuca sativa L) cultivadas hidropónicamente en verano*. LIMA, PERU.
- Vera Mosquera, J. N. (2008). *Adaptación y comportamiento agronómico de diferentes híbridos de lechuga (Lactuca sativa) sembradas mediante sistemas hidropónicos de raíz flotante en la zona de Babahoyo*. Babahoyo, Ecuador.
- Yamaguchi, M. (1983). *Word vegetable*. USA.
- Zagaceta, A. (1992). *Influencia de la época de siembra en el rendimiento de 10 cultivares de lechuga*. Lima, Peru.
- Zolla, G. (1995). *Efecto de la calidad de luz y concentración de auxinas en rizogénesis in vitro de guzmanialingulata*. Lima, Peru.

## ANEXOS

### Anexo 1. Costo de producción

<b>COSTO DE PRODUCCION DE LA TESIS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>COSTO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
Tanque	Gl	1	600	600	4,683.50
Electrobomba	Gl	1	400	400	
Tubos de 1"	Und	4	20	80	
Tubos de 3"	Und	28	18	504	
Válvula chek	Und	1	35	35	
Válvula de paso	Und	1	15	15	
Codos de 3" 90°	Und	5	5	25	
Codos de 3" 45°	Und	2	5	10	
Y de 3"	Und	1	5	5	
Codos de 1"	Und	5	2	10	
Adaptador	Und	6	2	12	
Tapas de 3"	Und	50	2.5	125	
Tapas de 1"	Und	2	1	2	
T de 1"	Und	2	2	4	
Vaso	Ciento	3	5	15	
Manguera ¾	M	20	1	20	
Cemento para tuvo	Und	0.5	50	25	
Teflón	Und	5	3	15	
Cinta aislante	Und	10	5	50	
Pintura	L	2	32	64	
Thiner	L	1	8	8	
Clavos	Kg	5	5	25	
Poste		10	15	150	
Plástico uv	M <sup>2</sup>	100	2.5	250	
Tecknopor	M <sup>2</sup>	1	5	5	
Cable	M	100	0.8	80	
Timer	Und	1	120	120	
Cuchilla	Und	1	20	20	
Alambre	K	15	5	75	
Semilla	Gr	12	7	84	
Fungicida	Gm		30	30	
Arena	M <sup>3</sup>	0.5	30	15	
Lija		1	2.5	2.5	
Hoja de sierra		2	2	4	
Esponja		30	0.5	15	
Silicona	Und	5	10	50	
Madera	Und	25	4	100	
Caballote	Und	12	50	600	
Malla rashel	M	30	3	90	
Geomembrana	M	1	3	3	

Termómetro ambiental	Und	1	150	150	
Balanza electrónica	Und	1	150	150	
Nivel de manguera	M	15	1	15	
Tijera	Und	1	10	10	
Tina	Und	2	10	20	
Jarra	Und	2	8	16	
Solución hidropónica	Juego	3	50	150	
Fluido eléctrico			30	30	
Mano de obra	Jornal	20	20	400	

Anexo 2. Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	SISTEMA DE HIPOTESIS	SISTEMAS DE VARIABLES	INDICADORES
<p>¿Cuál es el efecto del sistema hidropónico recirculante con solución nutritiva en el rendimiento de seis variedades de lechugas (<i>Lactuca sativa</i>) en la localidad de Yanacocha – Yanahuanca – Pasco?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Determinar el efecto del sistema hidropónico recirculante con solución nutritiva en el rendimiento de seis variedades de lechugas (<i>Lactuca sativa</i>) en la localidad de Yanacocha – Yanahuanca – Pasco</p> <p><b>OBJETIVO ESPECIFICO:</b> Evaluar el desarrollo vegetativo Evaluar el rendimiento</p>	<p><b>HIPÓTESIS ALTERNA</b> Al menos uno de los seis tratamientos presentara diferencia en el desarrollo vegetativo y en el rendimiento bajo el efecto del sistema hidropónico recirculante con solución nutritiva. Ha: <math>T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4 \neq T5 \neq T6</math></p> <p><b>HIPÓTESIS NULA:</b> Los seis tratamientos en estudio no presentaran diferencia en el desarrollo vegetativo y en el rendimiento bajo el efecto del sistema hidropónico recirculante con solución nutritiva. Ho: <math>T1 = T2 = T3 = T4 = T5 = T6</math></p>	<p><b>INDEPENDIENTE</b> Efecto del sistema hidropónico recirculante con la utilización de la solución nutritiva.</p> <p><b>DEPENDIENTE</b> Rendimiento de seis variedades de lechugas (<i>Lactuca sativa</i>) con solución nutritiva.</p>	<p>a) Evaluar el porcentaje de germinación. b) Medir la longitud de la hoja c) Cuantificar el número de hojas d) Medir la altura de planta e) Medir el diámetro de la cabeza f) Evaluar el peso de la cabeza g) Evaluar el rendimiento</p>

Anexo 3. Porcentaje de germinación.

TRAT/REP	T1 VAR Duett	T2 VAR Bohemia	T3 VAR Nika	T4 VAR Hardy	T5 VAR Luana	T6 VAR Boston
	%					
<b>R1</b>	93.33	77.78	97.78	88.89	86.67	88
<b>R2</b>	88.89	95.56	96	90.67	88.89	95.56
<b>R3</b>	95.56	88.89	92.89	86.67	95.56	88
<b>R4</b>	84.44	93.33	95.56	95.56	92.89	88.44
<b>PROM TOTAL %</b>	<b>90.56</b>	<b>88.89</b>	<b>95.56</b>	<b>90.45</b>	<b>91.00</b>	<b>90.00</b>

Anexo 4. Longitud de hojas a 15 días después del primer trasplante (cm)

TRAT/REP	T1 VAR Duett				T2 VAR Bohemia				T3 VAR Nika				T4 VAR Hardy				T5 VAR Luana				T6 VAR Boston			
	OBS																							
<b>R1</b>	5.8	4	4.7	4	6.1	5.6	4.4	3.8	6	5.8	6.2	4.6	6.3	5.9	6	5.7	5	4.4	6	5.5	4.5	6	4.8	5.7
<b>R2</b>	5.3	5.6	5.6	4.1	5.3	5	6.8	6	5.2	6	5.6	6.1	5.8	6	6	5.8	6	5.9	5.6	5	6	5.6	5.9	5.6
<b>R3</b>	6	5.9	6	6.1	5.7	5.6	6	5.5	6.1	5.9	5.3	6	6	5.8	5.7	5.9	5.8	5.7	5.3	5.8	5.5	6	5.8	5.8
<b>R4</b>	4	4.6	4	3.9	5.7	6.3	5.4	4.5	5	6.5	5.7	4.8	6.1	6	5.6	5.7	5.9	4.3	5.7	5.9	6	5.9	5.4	5.5
<b>PROM TOTAL</b>	<b>4.98</b>				<b>5.48</b>				<b>5.68</b>				<b>5.89</b>				<b>5.49</b>				<b>5.63</b>			

Anexo 5. Longitud de hojas a 30 días después del primer trasplante (cm)

TRAT/REP	T1 VAR Duett				T2 VAR Bohemia				T3 VAR Nika				T4 VAR Hardy				T5 VAR Luana				T6 VAR Boston			
	OBS																							
<b>R1</b>	12	11.5	13	13.4	12.3	10	13.1	13	10.2	10.6	10.3	11.2	13.2	13.2	12.5	13	13.6	13	10.6	13.1	11.4	14.8	12.1	14
<b>R2</b>	13	14	13.2	13	12	11	13	11.6	10.7	10.5	10.7	10.4	15	13	12.5	13.3	12.4	13.8	12.2	13	13	12.9	13	14.4
<b>R3</b>	14.6	12.6	13.8	13.1	12.2	13.5	10.8	11.5	10.8	11	11.2	9.3	12.8	13.4	12.5	14	10.5	12	10.7	14.5	16.5	13	15	12.5
<b>R4</b>	13.2	12	11.3	11	11.4	10	12.7	11.4	12.3	9	11	9	11.2	12.5	12.1	13.5	11.5	9.5	12.4	12.3	10.5	12.6	12	10
<b>PROM TOTAL</b>	<b>12.79</b>				<b>11.84</b>				<b>10.51</b>				<b>12.98</b>				<b>12.19</b>				<b>12.98</b>			

Anexo 6. Longitud de hojas a 45 días después del primer trasplante (cm)

TRAT/REP	T1 VAR Duett				T2 VAR Bohemia				T3 VAR Nika				T4 VAR Hardy				T5 VAR Luana				T6 VAR Boston			
	OBS																							
<b>R1</b>	16.7	16	16	15.8	15.7	16	16.2	13.9	15	14.5	15	14.1	15.8	13.9	15	14.1	16.5	18.5	17	15.5	18.6	18.6	17.6	19
<b>R2</b>	18	17	17.5	17.1	14.8	13	15	16.5	14	14.7	12.7	15	15.8	15.8	14.2	14.7	15.5	16.1	16.2	14.5	17	16.9	17.5	17.7
<b>R3</b>	16.2	14	16	15.9	14.8	14.2	14.7	13.8	12.9	12	13	11.9	16.4	14.6	14.6	14.2	19.2	19.3	18.4	19.5	17.2	15.9	19.8	19.2
<b>R4</b>	15.4	14	14.2	15	13	14	15.4	15.8	13	11.5	13.3	13	13	13.6	13.6	14	17	17.2	16.4	15.5	14.5	15.6	16	14
<b>PROM TOTAL</b>	<b>15.93</b>				<b>14.80</b>				<b>13.48</b>				<b>14.58</b>				<b>17.02</b>				<b>17.19</b>			



Anexo 7. Numero de hojas a 15 días después del primer trasplante (#)

TRAT/REP	T1 VAR Duett				T2 VAR Bohemia				T3 VAR Nika				T4 VAR Hardy				T5 VAR Luana				T6 VAR Boston				
	OBS																								
<b>R1</b>	7	4	5	6	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	5	5	4	3	4	5	4	5	4	6
<b>R2</b>	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	6	6	6	4	6	5	4	4	6	4	5	6
<b>R3</b>	5	6	6	7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	7	8	5	5
<b>R4</b>	5	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	6	8	4	5	5	5	8	5	5	5
<b>PROM TOTAL</b>	<b>4.88</b>				<b>3.69</b>				<b>3.63</b>				<b>5.06</b>				<b>4.38</b>				<b>5.50</b>				

Anexo 8 Numero de hojas a 30 días después del primer trasplante (#)

TRAT/REP	T1 VAR Duett				T2 VAR Bohemia				T3 VAR Nika				T4 VAR Hardy				T5 VAR Luana				T6 VAR Boston			
	OBS																							
<b>R1</b>	11	10	13	12	7	7	7	7	8	7	7	8	11	11	10	8	11	10	13	10	11	14	13	13
<b>R2</b>	13	14	14	11	8	7	8	8	8	7	6	7	10	11	13	12	9	10	8	11	11	11	11	11
<b>R3</b>	14	12	14	12	9	8	9	8	6	7	7	7	12	13	12	11	12	11	8	11	15	13	14	16
<b>R4</b>	12	12	12	11	6	8	7	9	7	7	6	9	11	10	11	10	10	9	10	11	12	14	12	11
<b>PROM TOTAL</b>	<b>12.31</b>				<b>7.69</b>				<b>7.13</b>				<b>11.00</b>				<b>10.25</b>				<b>12.63</b>			

Anexo 9. Numero de hojas a 45 días después del primer trasplante (#)

TRAT/REP	T1 VAR Duett				T2 VAR Bohemia				T3 VAR Nika				T4 VAR Hardy				T5 VAR Luana				T6 VAR Boston			
	OBS																							
<b>R1</b>	27	24	32	32	23	21	20	21	18	19	18	19	27	25	19	21	19	24	19	22	25	28	23	25
<b>R2</b>	25	26	28	24	22	24	21	23	18	19	21	20	25	21	23	21	24	27	22	28	28	25	24	32
<b>R3</b>	23	21	20	27	29	32	21	27	21	18	23	19	21	19	20	18	21	27	22	22	33	25	32	29
<b>R4</b>	28	31	23	24	28	33	22	31	24	27	19	22	27	31	28	27	24	22	21	20	29	31	30	29
<b>PROM TOTAL</b>	<b>25.94</b>				<b>24.88</b>				<b>20.31</b>				<b>23.31</b>				<b>22.75</b>				<b>28.00</b>			

Anexo 10. Altura de planta a 15 días después del primer trasplante (cm)

TRAT/REP	T1 VAR Duett				T2 VAR Bohemia				T3 VAR Nika				T4 VAR Hardy				T5 VAR Luana				T6 VAR Boston			
	OBS																							
<b>R1</b>	5.7	5	6.5	6.2	6.6	5.3	8.7	8.3	5.3	5.5	6	4.5	7.7	6.6	8.6	6.9	7.1	9.8	7	6	7.5	8	8.1	6.8
<b>R2</b>	6	8.5	8.5	6.3	6	6.2	7.5	7.8	6.8	7.2	6.8	7.4	11.2	9.4	10.6	10.3	9.8	9.5	7	8	6.5	4.5	5.8	6.1
<b>R3</b>	7.2	6.9	8.7	7.5	7.7	7.4	5.6	7.8	4.5	5.2	4.8	5.6	8.6	8.6	9.2	9.2	7.6	7.7	8.5	8.7	9.8	7.6	7.6	6.7
<b>R4</b>	4.8	6.3	5.6	5.4	6	5	5.6	8	7.2	4.7	5.4	3.8	9	8	9.5	9	6.6	6.7	8	8.7	7	7.8	6.7	7.1
<b>PROM TOTAL</b>	<b>6.57</b>				<b>9.83</b>				<b>5.67</b>				<b>8.90</b>				<b>7.92</b>				<b>7.10</b>			

Anexo 11. Altura de planta a 30 días después del primer trasplante (cm)

TRAT/REP	T1 VAR Duett				T2 VAR Bohemia				T3 VAR Nika				T4 VAR Hardy				T5 VAR Luana				T6 VAR Boston			
	OBS																							
<b>R1</b>	10.3	9.5	12.3	12.9	12	11.5	11.5	11.7	9.8	8.1	9.7	9.2	11.2	10.2	11.3	10.3	11.2	9.8	8.3	10.4	10.4	12.8	11	10.5
<b>R2</b>	12.2	11	11.5	12.6	8.4	8.8	11.5	10.3	8.8	9.8	9	8.3	10.2	11.1	12.3	11.4	12.2	10.8	10.8	11.3	11.6	10.2	10.4	12.6
<b>R3</b>	10.7	11.7	12.4	9.4	10.2	9.3	10.9	10.2	8.5	9.7	10.2	8.3	9.4	11.3	10.4	10.7	9.3	10.5	8.3	11.2	13.4	10.8	11.3	12.4
<b>R4</b>	9.5	10.2	9.8	9.3	9.9	8.2	8.3	9.7	10.3	8.5	9.5	8.4	10.8	11.2	9.9	9.3	9.2	8.4	10.2	10.3	8.3	9.2	9.3	8
<b>PROM TOTAL</b>	<b>10.96</b>				<b>10.15</b>				<b>9.13</b>				<b>10.69</b>				<b>10.14</b>				<b>10.76</b>			

Anexo 12. Altura de planta a 45 días después del primer trasplante (cm)

TRAT/RE P	T1 VAR Duett				T2 VAR Bohemia				T3 VAR Nika				T4 VAR Hardy				T5 VAR Luana				T6 VAR Boston			
	OBS																							
<b>R1</b>	13	13.9	15	14	14	15	14	13.8	13.2	12.5	13	12.7	14	13.8	13.7	12.7	16.6	15.8	15.4	15.9	13.2	16.4	15.5	14.3
<b>R2</b>	13.5	16.3	15.8	15.8	14.5	13.4	14.8	14.5	12.2	14.3	12.8	14.4	14.7	15.2	14.3	12.5	17.3	15.5	14.5	14.8	15.9	15.4	16.2	15.7
<b>R3</b>	14.3	13.8	15.1	15.8	13.5	14	14.7	14.9	12.3	11	12.2	11	15	15.3	14.2	13.8	17	17.3	16.8	17.2	16.4	15.7	17.3	18
<b>R4</b>	16.8	16	17.5	15.9	13.3	12.1	14.8	15.3	12	10.8	13.3	12.9	12.8	13.2	13.7	13.4	15.7	15.8	14.3	15.8	16.2	14.8	14.4	14.7
<b>PROM TOTAL</b>	<b>15.16</b>				<b>14.16</b>				<b>12.54</b>				<b>13.89</b>				<b>15.98</b>				<b>15.63</b>			

Anexo 13. Diámetro de la cabeza a 15 días después del primer trasplante (cm)

TRAT/REP	T1 VAR Duett				T2 VAR Bohemia				T3 VAR Nika				T4 VAR Hardy				T5 VAR Luana				T6 VAR Boston			
	OBS																							
<b>R1</b>	5	6.5	6.5	8.2	9.5	5.8	10.5	12	9	9.3	11	11	13.3	7.5	8.8	14	9.4	6	10.5	12	8.7	8	6.5	7
<b>R2</b>	11	9	6	8.3	6	8.2	7.3	8.8	9	9	4.9	6.8	11.3	11.3	8	8.3	9.3	7.4	6.5	8.3	6.7	4.9	5.5	6
<b>R3</b>	5.5	6.2	4.6	10	7.5	6.1	10.3	9	5.3	5.5	7	6.7	8	10.7	12.5	11	7.4	9	6.5	10	7.6	7.4	6.1	8
<b>R4</b>	6	6.7	5.5	3.5	8.1	6.3	7.4	9.8	9	5	6.3	5.2	4.7	10.2	8.3	9.4	8	8.4	8.6	9.2	8.4	5.5	8	7.2
<b>PROM TOTAL</b>	<b>6.78</b>				<b>8.29</b>				<b>7.50</b>				<b>9.83</b>				<b>8.53</b>				<b>6.97</b>			

Anexo 14. Diámetro de la cabeza a 30 días después del primer trasplante (cm)

TRAT/RE P	T1 VAR Duett				T2 VAR Bohemia				T3 VAR Nika				T4 VAR Hardy				T5 VAR Luana				T6 VAR Boston			
	OBS																							
<b>R1</b>	16. 6	18. 4	21. 8	20. 5	19. 4	16. 2	17. 6	21	17. 2	21	17. 4	16. 7	22	21. 5	21. 8	17. 4	20. 5	21. 7	19	21. 5	19. 4	26	20	19. 5
<b>R2</b>	20. 7	23. 3	20. 7	14. 2	18. 6	18. 2	21. 7	21. 2	18. 8	22. 7	18. 7	15. 8	21	23	18. 7	21. 5	18. 3	22. 2	17. 8	21. 4	16. 2	20	23. 6	18. 6
<b>R3</b>	24	19	21. 1	20. 7	19	17. 6	22. 7	20. 7	14. 6	18. 7	19. 3	14. 4	18. 2	22. 4	20. 6	22. 3	18	19. 5	15. 3	22. 1	26	25	24	22

<b>R4</b>	18. 5	16	19. 5	18. 7	16. 3	16	22. 3	18. 1	18. 4	14. 7	17. 4	15. 8	19. 4	18. 6	19. 7	22. 4	17. 8	15. 2	19. 5	18. 4	16. 8	20. 6	19. 4	17
<b>PROM TOTAL</b>	<b>19.61</b>				<b>19.16</b>				<b>17.60</b>				<b>20.66</b>				<b>19.26</b>				<b>20.88</b>			

Anexo 15. Diámetro de la cabeza a 45 días después del primer trasplante (cm)

<b>TRAT/RE P</b>	<b>T1 VAR Duett</b>				<b>T2 VAR Bohemia</b>				<b>T3 VAR Nika</b>				<b>T4 VAR Hardy</b>				<b>T5 VAR Luana</b>				<b>T6 VAR Boston</b>				
	<b>OBS</b>																								
<b>R1</b>	25	25	24. 5	27	23.5	24	21	21	25	23	26	25. 5	27	25	25	22	27	27. 8	27	25	27	27	27	29	28.2
<b>R2</b>	20. 3	26. 5	26. 6	26	26	25	27.2	25	21. 5	24. 2	20	23. 5	26	24	24. 3	22. 5	27. 2	26	26. 3	24. 5	29	27	27	25	29
<b>R3</b>	26. 8	25	27	26. 7	25	24.5	26	28	23	24	23. 5	20	24. 5	26	25. 5	24	27. 1	28. 2	29. 3	30	29.7	30	28	27.5	
<b>R4</b>	26. 5	26. 8	26. 7	26. 3	22.5	21.5	23.8	25	23	20	25	22	23. 3	25. 3	25	21. 8	25	28	24	27	27.2	26.3	28	26	
<b>PROM TOTAL</b>	<b>25.79</b>				<b>24.31</b>				<b>23.08</b>				<b>24.45</b>				<b>26.84</b>				<b>27.74</b>				

Anexo 16. Peso de la cabeza (gr)

<b>TRAT/REP</b>	<b>T1 VAR Duett</b>	<b>T2 VAR Bohemia</b>	<b>T3 VAR Nika</b>	<b>T4 VAR Hardy</b>	<b>T5 VAR Luana</b>	<b>T6 VAR Boston</b>
-----------------	-----------------------------	-------------------------------	----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	------------------------------

	<b>OBS</b>																							
<b>R1</b>	250	250	240	265	220	225	230	230	196	190	190	185	190	195	190	205	315	290	300	305	330	315	325	315
<b>R2</b>	250	250	265	250	225	220	250	225	200	185	195	190	200	205	195	195	295	300	300	295	320	325	330	320
<b>R3</b>	265	260	230	250	230	225	220	225	185	185	190	185	190	205	200	185	315	300	295	300	320	315	320	325
<b>R4</b>	255	250	250	255	230	220	220	225	190	200	195	190	200	195	195	190	310	295	290	310	325	320	325	320
<b>PROM TOTAL</b>	<b>252.19</b>				<b>226.25</b>				<b>190.69</b>				<b>195.94</b>				<b>300.94</b>				<b>321.88</b>			

Anexo 17. Rendimiento kg /ha

<b>TRAT/REP</b>	<b>T1 VAR Duett</b>	<b>T2 VAR Bohemia</b>	<b>T3 VAR Nika</b>	<b>T4 VAR Hardy</b>	<b>T5 VAR Luana</b>	<b>T6 VAR Boston</b>
<b>R1</b>	83750	75416.6	63414.6	65000	102916.6	107083.3
<b>R2</b>	84583.3	76666.6	64166.6	66250	99166.6	107916.6
<b>R3</b>	83750	75000	62082.3	65000	100833.3	106666.6
<b>R4</b>	84166.6	74583.3	64583.3	65000	100416.6	107500
<b>PROM TOTAL</b>	<b>84062.475</b>	<b>75416.625</b>	<b>63561.7</b>	<b>65312.5</b>	<b>100833.28</b>	<b>107291.63</b>

*Anexo 18. Construcción del semillero y traslado de arena*



*Anexo 19. Incorporación de arena y nivelación del semillero*



*Anexo 20. Surcado del semillero y semillas de lechugas*





Anexo 21. Siembra y tapado de la semilla



Anexo 22 Germinación de las semillas de los tratamientos



Anexo 23. Construcción del contenedor y perforado del tecknopor





Anexo 24. Solución A y B



Anexo 25. Incorporación de la solución “A” al agua



Anexo 26. Incorporación de la solución b al agua



Anexo 27. Incorporación de la solución al contenedor.



Anexo 28. Selección de plántulas para el trasplante



Anexo 29. Fungicida y solución de fungicida para la desinfección





*Anexo 30. Desinfección de las plántulas y cortado de la esponja*



*Anexo 31. Colocación de las plántulas al contenedor*



*Anexo 32. Medir las distancias de planta a planta y marcado de las distancias*





Anexo 33. Perforado del tubo



Anexo 34. Caballetes y nivelado de los caballetes



Anexo 35. Instalación del timer y fluido eléctrico





*Anexo 36* Instalación de la electrobomba



*Anexo 37* Instalación del tubo de distribución



*Anexo 38* Tubo de distribución ya terminada.





*Anexo 39. Perforando el tubo de distribución y tubos de cultivos*



*Anexo 40. Conectando los tubos de distribución al tubo de cultivo*



*Anexo 41. Sistema NFT terminado la instalación.*





Anexo 42. Solución nutritiva retornando al tanque



Anexo 43. Insumos de la solución nutritiva (A y B)



Anexo 44. Preparación de la solución e incorporación de los insumos al agua.





*Anexo 45. Disolviendo la solución nutritiva.*



*Anexo 46. Incorporando la solución nutritiva A*



*Anexo 47. Preparando la solución nutritiva B*





Anexo 48. Añadiendo los quelatos a la solución nutritiva.



Anexo 49. La solución A y B incorporando al tanque de retorno



Anexo 50. Plántulas listas para ser trasplantado al tubo de cultivo.





*Anexo 51. Plántulas Trasplantadas al tubo de cultivo.*



*Anexo 52. Evaluando el diámetro de la cabeza*



*Anexo 53. Evaluación de altura de planta*





Anexo 54. Evaluación de número de hoja.



Anexo 55. Colocando los letreros de los tratamientos.



Anexo 56. Visita de los jurados.



Anexo 57. Visita de los pobladores



Anexo 58 Panel de difusión

