

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica**



**COMPARATIVO DE TRES FRECUENCIAS DE RIEGO EN EL  
CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LECHUGA HIDROPÓNICA  
(*Lactuca sativa*) VAR. WALDMAN'S GREEN, EN EL DISTRITO DE  
PAUCARPATA, AREQUIPA- 2022**

Tesis presentada por la Bachiller:

**Sucla Luque, Ximena**

para optar el Título Profesional

de **Ingeniero Agrónomo**

Asesor (a):

**Mg. Díaz Vento, Ingrid Mirna**

**Arequipa- Perú**

**2023**

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**INGENIERIA AGRONOMICA**  
**TITULACIÓN CON TESIS**  
**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 30 de Noviembre del 2022

**Dictamen: 005398-C-EPIA-2022**

Visto el borrador del expediente 005398, presentado por:

**2013240052 - SUCLLA LUQUE XIMENA**

Titulado:

**COMPARATIVO DE TRES FRECUENCIAS DE RIEGO EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE  
LECHUGA HIDROPÓNICA (LACTUCA SATIVA) VAR WALDMAN'S GREEN, EN EL DISTRITO DE  
PAUCARPATA, AREQUIPA- 2022**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

**1854 - ZEGARRA FLORES JORGE ARTURO  
DICTAMINADOR**



**2150 - COLOMA DONGO FROY ENGELBERT  
DICTAMINADOR**



**2730 - LINARES QUIROZ GUILLERMO ALONSO  
DICTAMINADOR**



*Dedicatorias*

*Especialmente a mis padres y Hermana quienes constantemente me apoyan.*

*Agradecimiento*

*A mis amigos Héctor Sánchez  
Durand y Jarry Fernández Salas por su apoyo en el presente  
trabajo de investigación.*

*A mi asesor y Co asesor por compartir sus conocimientos.*

*A mi alma máter, por su formación académica.*

## RESUMEN

La ubicación espacial de la siguiente investigación fue la Calle Bolívar, distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa, el cual se encuentra a  $16^{\circ}25'12''$  Latitud Sur,  $71^{\circ}28'41''$  Longitud Oeste y a 2410 m.s.n.m, siendo la ubicación temporal el periodo enero - abril del 2022, con el objetivo de comparar el crecimiento de la lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green bajo tres frecuencias de riego por bombeo periférico, en condiciones de invernadero. La producción de (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green consta de tres etapas empezando con la instalación del almacigo, seguido por el trasplante al Sistema de raíz Flotante (SRF) y culminando con el sistema Nutrient Film Technique (NFT), para proceder a la cosecha del cultivo a partir de los 35 días.

Las evaluaciones se realizaron habitualmente considerando los siguientes parámetros altura de planta, diámetro de planta, longitud de raíz, número de hojas, peso de planta y porcentaje de materia seca al finalizar la cosecha.

Estableciendo el diseño DCA, tres tratamientos y cuatro repeticiones, empleando ANOVA para el proceso estadístico del resultado alcanzado, donde se compararon las medias con Tukey a un nivel de significancia de un 5%. Obteniendo mejores resultados el intervalo de riego en T0 (15:15) seguido del T2 (15:5) y finalmente el T1 (15:10). En relación con los parámetros considerados, donde el testigo (15:15) presento mejores rendimientos en altura y diámetro de la planta, seguido del T2 (15:5) obtuvo mayor número de hojas y materia seca. Por último, en longitud de raíces hubo significancia solo a los 21ddt y en peso fresco a los 7ddt y 21ddt, con relación al peso seco no hubo diferencia significativa entre tratamientos.

El costo de producción de lechuga hidropónica es elevado referente a la instalación de los módulos hidropónicos, no obstante, se reduce a la próxima campaña del cultivo.

**Palabras clave:** Lechuga, Intervalos de riego.

## ABSTRACT

The spatial location of the following investigation was Bolívar Street, Paucarpata district, Arequipa province, which is located at 16°25'12" South Latitude, 71°28'41" West Longitude and 2410 m.a.s.l., being the temporary location for the period January - April 2022, with the aim of comparing the growth of lettuce (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green under three irrigation frequencies by peripheral pumping, under greenhouse conditions. The production of (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green consists of three stages beginning with the installation of the nursery, followed by transplanting to the Floating Root System (SRF) and culminating with the Nutrient Film Technique (NFT) system, to proceed to harvest the crop from the seeds. 35 days. The evaluations were usually carried out considering the following parameters: plant height, plant diameter, root length, number of leaves, plant weight and percentage of dry matter at the end of the harvest. Establishing the DCA design, three treatments and four repetitions, using ANOVA for the statistical process of the achieved result, where the means were compared with Tukey at a significance level of 5%. Obtaining better results the irrigation interval in T0 (15:15) followed by T2 (15:5) and finally T1 (15:10). In relation to the parameters considered, where the control (15:15) presented better yields in height and diameter of the plant, followed by the T2 (15:5) obtained a greater number of leaves and dry matter. Finally, in root length there was significance only at 21 ddt and in fresh weight at 7 ddt and 21 ddt, in relation to dry weight there was no significant difference between treatments. The cost of production of hydroponic lettuce is high regarding the installation of hydroponic modules, however, it is reduced to the next crop season.

**Keywords:** Lettuce, Irrigation intervals.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DICTAMEN APROBATORIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I PLANEAMIENTO TEÓRICO .....	13
1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	14
1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	14
1.4. EFECTO EN EL DESARROLLO LOCAL Y/O REGIONAL .....	14
1.5. JUSTIFICACIÓN .....	15
2. OBJETIVOS .....	16
2.1. OBJETIVOS GENERALES.....	16
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3. MARCO TEÓRICO .....	16
3.1. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICOS.....	16
3.1.1. <i>Bibliografía principal</i> .....	16
3.1.2. <i>Estadísticas</i> .....	22
3.2. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN .....	24
4. HIPÓTESIS .....	27
CAPTULO II PLANEAMIENTO OPERACIONAL .....	28
1. MATERIALES .....	29

1.1.	LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO .....	29
1.2.	MATERIALES BIOLÓGICOS.....	30
1.3.	MATERIALES DE LABORATORIO .....	30
1.4.	MATERIALES DE CAMPO .....	30
1.5.	MATERIALES DE ESCRITORIO .....	31
1.6.	EQUIPOS .....	31
1.7.	MAQUINARIA .....	31
1.8.	OTROS MATERIALES .....	31
2.	MÉTODOS .....	32
2.1.	MUESTREO .....	32
2.2.	FORMACIONES DE UNIDADES EXPERIMENTALES.....	32
2.3.	MÉTODOS DE EVALUACIÓN.....	32
2.4.	VARIABLES DE RESPUESTA .....	47
3.	EVALUCIÓN ESTADÍSTICA.....	48
3.1.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	48
3.2.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS .....	49
CAPTULO III RESULTADOS.....		50
PROCESAMIENTO DE DATOS .....		51
DISCUSIÓN .....		98
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....		103
PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO .....		104
CONCLUSIONES .....		108
RECOMENDACIONES .....		109
REFERENCIAS BBLIOGRAFICAS .....		110
GLOSARIO .....		113
ANEXOS.....		114

## INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa*) un cultivo popular de corto plazo, por lo cual resulta ser uno de los más **fáciles de cultivar bajo el sistema hidropónico** en condiciones de invernaderos por obtener altos rendimientos. La **hidroponía** es un sistema que ha ido incrementando con los años, siendo utilizado actualmente por miles de productores a nivel mundial, a fin de obtener un producto de calidad y libre de daños; **el uso de agua y fertilizantes es controlado**, así como el espacio donde se realiza la instalación es reducido al que se viene usando en la agricultura tradicional, sin embargo, la hidroponía es una técnica que requiere de una **revisión constante referente a medición de pH, CE y °T**, para tener unos resultados satisfactorios.

Una de las desventajas radica en el costo inicial para la producción, en este trabajo de investigación se **comparará diferentes frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica identificando el riego óptimo** a fin de mejorar la calidad en el producto final para la demanda del mercado local.

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 Rendimiento de cultivos dos sistemas de producción: Suelo e hidroponía</b> .....	23
<b>Tabla 2 Valores iniciales de pH, CE Y °T en el sistema de raíz flotante (SRF)</b> .....	40
<b>Tabla 3 Valores iniciales de pH, CE Y °T en el sistema (NFT)</b> .....	40
<b>Tabla 4 Definición de frecuencias de riego</b> .....	48
<b>Tabla 5 ANOVA (Análisis de varianza) para altura de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	51
<b>Tabla 6 Prueba de Tukey para altura de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	51
<b>Tabla 7 ANOVA (Análisis de varianza) para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	52
<b>Tabla 8 Prueba de Tukey para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	53
<b>Tabla 9 ANOVA (Análisis de varianza) para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	54
<b>Tabla 10 Prueba de Tukey para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	54
<b>Tabla 11 ANOVA (Análisis de varianza) para el número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	56
<b>Tabla 12 Prueba de Tukey para número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	56
<b>Tabla 13 ANOVA (Análisis de varianza) para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	57

<b>Tabla 14 Prueba de Tukey para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	58
<b>Tabla 15 ANOVA (Análisis de varianza) para altura de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	59
<b>Tabla 16 Prueba de Tukey para altura de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	59
<b>Tabla 17 ANOVA (Análisis de varianza) para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	60
<b>Tabla 18 Prueba de Tukey para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	61
<b>Tabla 19 ANOVA (Análisis de varianza) para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	62
<b>Tabla 20 Prueba de Tukey para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	62
<b>Tabla 21 ANOVA (Análisis de varianza) para el número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	63
<b>Tabla 22 Prueba de Tukey para número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	64
<b>Tabla 23 ANOVA (Análisis de varianza) para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	65
<b>Tabla 24 Prueba de Tukey para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.</b> .....	65
<b>Tabla 25 ANOVA (Análisis de varianza) para la altura de planta (cm), en comparativo de</b>	

tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022..... 66

Tabla 26 Prueba de Tukey para altura de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022..... 67

Tabla 27 ANOVA (Análisis de varianza) para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022..... 68

Tabla 28 Prueba de Tukey para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022. .... 68

Tabla 29 ANOVA (Análisis de varianza) para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022..... 69

Tabla 30 Prueba de Tukey para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022. .... 70

Tabla 31 ANOVA (Análisis de varianza) para el número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022. .... 71

Tabla 32 Prueba de Tukey para número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022..... 71

Tabla 33 ANOVA (Análisis de varianza) para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022. .... 72

Tabla 34 Prueba de Tukey para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022..... 73

Tabla 35 ANOVA (Análisis de varianza) para altura de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022..... 74

Tabla 36 Prueba de Tukey para altura de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var

Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.....	74
Tabla 37 ANOVA (Análisis de varianza) para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica ( <i>Lactuca sativa</i> ) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.....	75
Tabla 38 Prueba de Tukey para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica ( <i>Lactuca sativa</i> ) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022. ....	76
Tabla 39 ANOVA (Análisis de varianza) para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica ( <i>Lactuca sativa</i> ) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.....	77
Tabla 40 Prueba de Tukey para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica ( <i>Lactuca sativa</i> ) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022. ....	77
Tabla 41 ANOVA (Análisis de varianza) para número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica ( <i>Lactuca sativa</i> ) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022. ....	78
Tabla 42 Prueba de Tukey para número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica ( <i>Lactuca sativa</i> ) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.....	79
Tabla 43 ANOVA (Análisis de varianza) para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica ( <i>Lactuca sativa</i> ) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022. ....	80
Tabla 44 Prueba de Tukey para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica ( <i>Lactuca sativa</i> ) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.....	80
Tabla 45 ANOVA (Análisis de Varianza) para altura de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica ( <i>Lactuca sativa</i> ) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.....	82
Tabla 46 Prueba de Tukey para altura de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica ( <i>Lactuca sativa</i> ) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.....	82
Tabla 47 ANOVA (Análisis de Varianza) para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica ( <i>Lactuca sativa</i> ) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.....	83

<b>Tabla 48 Prueba de Tukey para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022. ....</b>	<b>84</b>
<b>Tabla 49 ANOVA (Análisis de Varianza) para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022. ....</b>	<b>85</b>
<b>Tabla 50 Prueba de Tukey para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022. ....</b>	<b>85</b>
<b>Tabla 51 Análisis de varianza (ANOVA) para número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022. ....</b>	<b>86</b>
<b>Tabla 52 Prueba de Tukey para número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022. ....</b>	<b>87</b>
<b>Tabla 53 ANOVA (Análisis de varianza) para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022. ....</b>	<b>88</b>
<b>Tabla 54 Prueba de Tukey para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022. ....</b>	<b>88</b>
<b>Tabla 55 ANOVA (Análisis de varianza) para peso seco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022. ....</b>	<b>90</b>
<b>Tabla 56 Prueba de Tukey para peso seco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022. ....</b>	<b>90</b>
<b>Tabla 57 ANOVA (Análisis de varianza) para porcentaje de materia seca (%), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022. ....</b>	<b>91</b>
<b>Tabla 58 Prueba de Tukey para porcentaje de materia seca (%), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (<i>Lactuca sativa</i>) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022. ....</b>	<b>92</b>

**Tabla 59 Cuadro resumen de evaluaciones ..... 93**

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1 Lavado y desinfección de tuberías .....</b>	<b>33</b>
<b>Fotografía 2 Siembra 25/01/2022 .....</b>	<b>33</b>
<b>Fotografía 3 Solución nutritiva B.....</b>	<b>35</b>
<b>Fotografía 4 Preparación de cama SRF .....</b>	<b>35</b>
<b>Fotografía 5 Trasplante de almacigo a SRF (14/02/2022) .....</b>	<b>37</b>
<b>Fotografía 6 Trasplante a módulos hidropónicos NFT (08/03/2022) .....</b>	<b>38</b>
<b>Fotografía 7 Instalación del sistema eléctrico.....</b>	<b>39</b>
<b>Fotografía 8 Medición del consumo de agua en cilindros .....</b>	<b>41</b>
<b>Fotografía 9 Plaga de babosas en (SRF) .....</b>	<b>43</b>
<b>Fotografía 10 Medición de altura de planta por App (Medición) .....</b>	<b>44</b>
<b>Fotografía 11 Medición de diámetro.....</b>	<b>44</b>
<b>Fotografía 12 Medición de longitud de raíces.....</b>	<b>45</b>
<b>Fotografía 13 Conteo del número de hojas por planta.....</b>	<b>45</b>
<b>Fotografía 14 Peso fresco de la planta .....</b>	<b>46</b>
<b>Fotografía 15 Evaluación de peso seco.....</b>	<b>47</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Sistema NFT .....	19
<b>Figura 2</b> Grafica de cultivos principales a través del sistema hidropónico. A la izquierda Norteamérica y a la derecha Sudamérica.....	23
<b>Figura 3.</b> Localización del trabajo .....	29
<b>Figura 4</b> Croquis experimental .....	49

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> Se visualiza los resultados obtenidos para altura de planta en lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman's Green) hidropónica .....	52
<b>Gráfico 2</b> Se visualiza los resultados obtenidos para diámetro de planta en lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman's Green) hidropónica .....	53
<b>Gráfico 3</b> Se visualiza los resultados obtenidos para longitud de raíces en lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman's Green) hidropónica .....	55
<b>Gráfico 4</b> Se visualiza los resultados obtenidos para número de hojas en lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman's Green) hidropónica .....	57
<b>Gráfico 5</b> Se visualiza los resultados obtenidos para peso fresco en lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman's Green) hidropónica .....	58
<b>Gráfico 6</b> Se visualiza los resultados obtenidos para altura de planta en lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman's Green) hidropónica .....	60
<b>Gráfico 7</b> Se visualiza los resultados obtenidos para diámetro de planta en lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman's Green) hidropónica .....	61
<b>Gráfico 8</b> Se visualiza los resultados obtenidos para longitud de raíces en lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman's Green) hidropónica .....	63
<b>Gráfico 9</b> Se visualiza los resultados obtenidos para número de hojas en lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman's Green) hidropónica .....	64
<b>Gráfico 10</b> Se visualiza los resultados obtenidos para peso fresco en lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman's Green) hidropónica .....	66
<b>Gráfico 11</b> Se visualiza los resultados obtenidos para altura de planta en lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman's Green) hidropónica .....	67
<b>Gráfico 12</b> Se visualiza los resultados obtenidos para diámetro de planta en lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman's Green) hidropónica .....	69
<b>Gráfico 13</b> Se visualiza los resultados obtenidos para longitud de raíces en lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman's Green) hidropónica.....	70
<b>Gráfico 14</b> Se visualiza los resultados obtenidos para número de hojas en lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman's Green) hidropónica .....	72
<b>Gráfico 15</b> Se visualiza los resultados obtenidos para peso fresco en lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman's Green) hidropónica .....	73
<b>Gráfico 16</b> Se visualiza los resultados obtenidos para altura de planta en lechuga ( <i>Lactuca</i>	

<i>sativa</i> var. Waldman´s Green) <b>hidropónica</b> .....	75
<b>Gráfico 17</b> Se visualiza los resultados obtenidos para diámetro de planta en lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman´s Green) <b>hidropónica</b> .....	76
<b>Gráfico 18</b> Se visualiza los resultados obtenidos en longitud de raíces para lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman´s Green) <b>hidropónica</b> .....	78
<b>Gráfico 19</b> Se visualiza los resultados obtenidos en número de hojas para lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman´s Green) <b>hidropónica</b> .....	79
<b>Gráfico 20</b> Se visualiza los resultados obtenidos en peso fresco para lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman´s Green) <b>hidropónica</b> .....	81
<b>Gráfico 21</b> Se visualiza los resultados obtenidos en altura de planta para lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman´s Green) <b>hidropónica</b> .....	83
<b>Gráfico 22</b> Se visualiza los resultados obtenidos en diámetro de planta para lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman´s Green) <b>hidropónica</b> .....	84
<b>Gráfico 23</b> Se visualiza los resultados obtenidos en longitud de raíces para lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman´s Green) <b>hidropónica</b> .....	86
<b>Gráfico 24</b> Se visualiza los resultados obtenidos en número de hojas para lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman´s Green) <b>hidropónica</b> .....	87
<b>Gráfico 25</b> Se visualiza los resultados obtenidos en peso fresco para lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman´s Green) <b>hidropónica</b> .....	89
<b>Gráfico 26</b> Se visualiza los resultados obtenidos en peso seco para lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman´s Green) <b>hidropónica</b> .....	91
<b>Gráfico 27</b> Se visualiza los resultados obtenidos en porcentaje de materia seca para lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> var. Waldman´s Green) <b>hidropónica</b> .....	92
<b>Gráfico 28</b> Se visualiza los resultados obtenidos de las 5 evaluaciones en altura de planta (cm) para lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ) var. Waldman´s Green .....	94
<b>Gráfico 29</b> Se visualiza los resultados obtenidos de las 5 evaluaciones en diámetro de planta (cm) para lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ) var. Waldman´s Green.....	94
<b>Gráfico 30</b> Se visualiza los resultados obtenidos de las 5 evaluaciones en longitud de raíces (cm) para lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ) var. Waldman´s Green .....	95
<b>Gráfico 31</b> Se visualiza los resultados obtenidos de las 5 evaluaciones en número de hojas para lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ) var. Waldman´s Green .....	95
<b>Gráfico 32</b> Se visualiza los resultados obtenidos de las 5 evaluaciones en peso fresco (gr) para lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ) var. Waldman´s Green.....	96
<b>Gráfico 33</b> Se visualiza los resultados obtenidos de la variable peso seco (gr) para lechuga	

*(Lactuca sativa)* var. Waldman's Green.....96

**Gráfico 34 Se visualiza los resultados obtenidos de la variable porcentaje de materia seca**

**(%) para lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green .....97**

# CAPÍTULO I

## PLANEAMIENTO TEÓRICO

### 1.1. Tipo de investigación

Trabajo de investigación experimental

### 1.2. Enunciado del problema

El sistema hidropónico es empleado principalmente en cultivos de hortalizas para obtener un producto final limpio y sin daños, sin embargo, se suele aplicar intervalos de riego amplios. Se realizará una comparación de diferentes frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica identificando el riego óptimo a fin de mejorar la calidad en el producto final para la demanda del mercado local.

### 1.3. Descripción del problema

La hidroponía con recirculación es impulsada a través de una bomba periférica que provee de frecuencias de riego, llevando consigo agua y solución nutritiva hacia las plantas, haciendo uso de la corriente eléctrica que es parte del costo de producción, así mismo estas **frecuencias de riego podrían variar la temperatura y oxigenación que influye en el desarrollo de las plantas** y por consiguiente en el producto final. Por lo tanto, se requiere determinar cuál sería el **efecto de tres frecuencias de riego en el cultivo de lechuga identificando el óptimo.**

### 1.4. Efecto en el desarrollo local y/o regional

La **no contaminación del medio ambiente** en un sistema cerrado NFT, el **ahorro de recurso hídrico y energía eléctrica.** Adicionalmente producir una Hortaliza con vitaminas C y A, contribuyendo a la **alimentación sana** del consumidor.

## 1.5. Justificación

### 1.5.1. Aspecto general

La agricultura viene **aplicando técnicas tradicionales** para la producción de frutas y verduras, sin embargo, existe **degradación de los suelos y las plagas muestran mayor resistencia a los plaguicidas** utilizados; ocasionando la **búsqueda de diferentes técnicas para el cultivo**, una de estas es la **Hidroponía** la cual **aporta mejores condiciones para el crecimiento y desarrollo del cultivo**.

### 1.5.2. Aspecto tecnológico

**Conexión de dos temporizadores** para superar el número de programaciones de riego (22 a 27 programaciones).

### 1.5.3. Aspecto social

Empleando mejores alternativas de riego en el cultivo de lechuga se obtendrá un **ahorro en energía eléctrica y recurso hídrico**, beneficiando al agricultor y a su vez a los consumidores.

### 1.5.4. Aspecto económico

Comparando diferentes frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica se identificará **el riego óptimo reduciendo los tiempos de producción y por ende los costos**.

### 1.5.5. Importancia

EL presente trabajo de investigación es un tema de actualidad porque sus resultados permitirán contribuir al mejoramiento de los cultivos hidropónicos de lechuga, convirtiéndose en un aporte a las ciencias agropecuarias.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivos generales**

Comparar el crecimiento de la lechuga hidropónica var. Waldman's Green bajo tres intervalos de riego distintos.

### **2.2. Objetivos específicos**

- a. Determinar el mejor intervalo de riego en el crecimiento de lechuga hidropónica.
- b. Evaluar las características de crecimiento y desarrollo en la lechuga hidropónica.
- c. Conocer el mejor tratamiento desde el punto de vista económico.

## **3. MARCO TEÓRICO**

### **3.1. Análisis bibliográficos**

#### **3.1.1. Bibliografía principal**

##### **3.1.1.1. Importancia de la hidroponía en el mundo**

La posibilidad de cosechar plantas sin tierra fue considerada en la segunda mitad del siglo pasado; y en la actualidad es uno de los sistemas más empleados en países del primer mundo. En Europa, los productos hidropónicos son los más aceptados por ser 100 por ciento orgánicos. Con esta técnica, se pueden cultivar verduras, frutas, flores, plantas aromáticas y ornamentales de excelente calidad y en espacios reducidos.

Pero a partir de 1950, fue donde se incrementó las plantaciones hidropónicas a todo el mundo y donde la agricultura tradicional era difícil de practicar (zonas desérticas, contaminadas, con poca disponibilidad de agua, etc.). Ahora se destacan plantaciones en países como Japón, Holanda, Francia, Inglaterra, Nueva Zelanda, Australia, Alemania, Italia, España, Suecia, Rusia, Sudáfrica e Israel. (Beltrano & Giménez, 2015)

### 3.1.1.2. Clasificación taxonómica

Según Maroto (1995), taxonómicamente la especie se describe:

**Reino:** Plantae

**División:** Macrophylophita

**Subdivisión:** Macrophylophitina

**Clase:** Paenopsida

**Orden:** Asterales

**Familia:** Asteraceae

**Género:** *Lactuca*

**Especie:** *sativa*

### 3.1.1.3. Características morfológicas

De acuerdo con Cadiel (1996); indica que la lechuga es una planta autógama, que se cosecha anualmente formando parte del grupo familiar *compositae* siendo su denominación botánica *Lactuca Sativa L.*

Malca et al. (2001) y Ávila & Valdivia (2004) presenta la siguiente descripción:

- **Hojas:** Su crecimiento es en forma de roseta, gruesa, lisa y completas.
- **Color:** El color puede variar entre morado claro y amarillo.
- **Tallo:** no presenta ramificaciones y es pequeño.
- **Raíces:** laterales pivotantes, ubicándose superficialmente en el suelo, las raíces de absorción están entre 5 y 30 cm de del suelo.
- **Inflorescencia:** posee alrededor de 15 a 25 flores que se ramifican en color amarillo.
- **Semillas:** tiene una longitud de entre 4 y 5 mm pueden ser pardas, blancas o castañas.

### 3.1.1.4.      **Requerimientos climáticos**

#### **a. Clima**

En el cultivo de lechuga es necesario una temperatura de regiones subtropicales y templadas, adaptándose mayormente a temperaturas bajas. Una óptima temperatura oscila entre 18° a 23°C, durante el día y 7° a 15°C durante la noche (Jaques & Hernández, 2005; Gutiérrez, 2011).

#### **b. Humedad relativa**

Para el mejor desarrollo de lechuga es necesario una humedad entre el 60% y el 80%, sin embargo, puede tolerar hasta el 60% (Maroto, 1995; Gutiérrez, 2011).

### 3.1.1.5.      **Sistema NFT**

Es un sistema de cultivo, el cual refiere a la continua circulación de agua y SN, por medio de canales que permiten el desarrollo de la raíz de la planta, manteniendo una capa de manera intermitente de solución nutritiva (Tarrillo, 2009; Chávez, 2013).

El proceso de recirculación permite a las raíces estar en contacto constante con la solución nutritiva que favorece la oxigenación en la raíz y suministra los nutrientes minerales necesarios para su desarrollo. Los nutrientes tienden a ser de mayor alcance para las plantas, por lo tanto, el gasto energético es bajo, de este modo las plantas utilizan su energía en otros procedimientos metabólicos.

#### **a. Ventajas**

- Disminución en el uso de fertilizantes y agua para la cantidad de plantas que se pretende producir.
- Reducción en mano de obra.
- La anticipación de la cosecha por el corto tiempo en el desarrollo de cultivo.
- Mayor calidad en el producto (Tarrillo, 2009; Chávez, 2013).

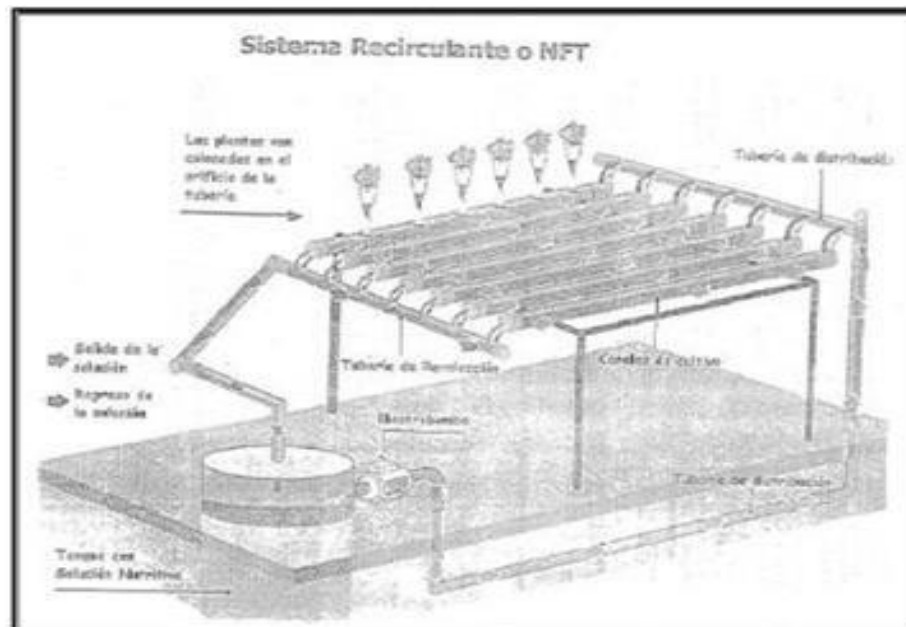
## b. Desventajas

- Costo de instalación elevado.
- Riesgo de pérdidas, por corte de energía.
- Agentes patógenos en el agua que afectaría al sistema.
- Estricto y permanente control del funcionamiento y SN.

### 3.1.1.5.1. Componentes del sistema NFT

- Electrobomba
- Tanque
- Canales de cultivo y tuberías accesorias
- Tuberías de distribución y recolección

(Tarrillo, H. 2009; Chávez, A.L.M. 2013)



**Figura 1** Sistema NFT

**Fuente:** Tarrillo (2009)

### 3.1.1.5.2. Factores para considerar en la producción de cultivos con NFT

- **Calidad en Agua:** Es de gran importancia verificar el abasto de agua, la cual podrá ser potable o proveniente de la lluvia.
- **La temperatura:** La temperatura en la raíz podrá manipularse para cumplir la exigencia del cultivo. Es necesario que se mantenga la solución a una temperatura no mayor de los 15° y menor de los 13° para prevenir la poca absorción de nutrientes.
- **El pH:** La absorción del ion será con un pH de 5 a 7. Por lo general el pH oscila de 5.5 a 6,5, en cultivos de invernadero
- **Conductividad eléctrica (CE):** Es recomendable que la conductividad eléctrica permanezca en el rango propicio, para que el cultivo no alcance la deshidratación por la acumulación de sales, o de lo contrario por ausencia una menor absorción de nutrientes.
- **Longitud del canal:** Una longitud de 20m es lo ideal recomendado, sin superar los 25m.
- **Anchura del canal:** En hortalizas debe existir una distancia de 30 cm, no obstante, existen agricultores que señalan que los canales son incluso más estrechos alrededor de 15 cm.
- **Pendiente del canal:** En el cuidado de raíces, es necesario que el canal posea una pendiente donde la solución fluya adecuadamente, por lo general, las pendientes deben ser entre 1.5 y el 2%, siendo las más conveniente, evitando que sean menos al 1%.
- **Oxígeno en la SN:** La solución se mantiene oxigenada en el sistema por la circulación constante, La SN permitirá mantener el adecuado grado de oxígeno de manera natural, no obstante, para la instalación que tiene un largo excedente a los 10 m y mayor número de plantas, se reduce el oxígeno en la solución.

Los °C de la SN tiene una estrecha asociación con el oxígeno que consumen las plantas. En resumen, cuando los °C es inferior a 22, el oxígeno disuelto es adecuado para suministrar, Por lo contrario, si es mayor a los 22°, el oxígeno disuelto se disminuye requiriendo utilizar bomba de aire que compensan las pérdidas.

El oxígeno disuelto dependerá de los requerimientos de oxígeno en las plantas, en cuanto al incremento del número de estas, se incrementará la necesidad de oxígeno (Cometi et al., 2008).

#### **a. Métodos de Aireación**

La oxigenación es un problema en los cultivos, el cual debe ser considerado cuando se implementa el sistema hidropónico. El primer síntoma se localiza en las raíces cuando se tornan de color marrón, el desarrollo de la planta se ve afectado y el consumo de nutrientes es bajo. Si este problema no se soluciona a tiempo surgen microorganismos que contaminan el agua. (Fernández, 2013)

#### **b. Sistema NFT frecuencias de riego**

La solución nutritiva en el sistema circula de forma intermitente o continua (Gül et al., 2001). Los intervalos de riego, es la frecuencia con la que se suministra la solución nutritiva a la raíz de la planta.

Según Pillau et al. (2002), la adecuada frecuencia entre riego permitirá el crecimiento de las plantas, y un consumo menor de energía eléctrica, propiciando así mejores ganancias provenientes de la producción.

Existe una relación en el transcurso de tiempo en qué el sistema de riego descansa y las condiciones del ambiente en el periodo del cultivo, como la temperatura de aire y la humedad (Furlani, 1997; Moraes, 1997).

La literatura de investigación informa que el intervalo de riego debe darse de 15 minutos a más. No obstante, las investigaciones que consideran tiempos más cortos son especialmente para regiones cálidas.

### 3.1.2. Estadísticas

La hidroponía se ha transformado en una alternativa importante para la agricultura, se disminuye notablemente el consumo del recurso hídrico y el trabajo físico, pero debe brindarse mayor constancia y dedicación, ya que, la producción en grandes cantidades de verduras, hortalizas, frutas, leguminosas, gramíneas, hierbas aromáticas y tubérculos, es usada ampliamente a través de un sistema dónde se utilizan soluciones con nutrientes reemplazando el suelo agrícola, se logra instalar en espacios reducidos, usando al máximo los recursos desechados, que pueden generar contaminación.

En la actualidad a nivel mundial existen siete mil millones de personas, dónde un importante número de ciudadanos se ubican en áreas urbanas. Información brindada por la FAO señala que el abastecimiento de alimento para la población requiere se triplique la producción. (Mougeot, 2006)

Según los datos estadísticos proporcionados por revistas científicas que se especializa en el cultivo hidropónico Practical Hydroponic, el sistema principal en el mundo es el riego por goteo, usándose casi por el 90%, mientras que el sistema de riego por goteo por medio de sustrato de roca es un 60%, el sistema NFT es empleado en un 9% y adicionales sistemas con el 1%. (Red hidropónica, 2010)

- **Perú:** Diversas empresas a nivel nacional se encargan de la producción de espinaca, lechuga, pimientos, tomates, pepinos, arándanos y berenjena, dirigiendo los productos al mercado externo e interno, ya que, el país posee alrededor de 25 hectáreas que se manejan en sistema hidropónico ubicándose principalmente en Ayacucho, Lima y Cajamarca. (Carpio & Chávez, 2019)
- **México:** Los cultivos por medio de horticultura son; el tomate con un 54%, pepino al 16%, los pimientos 15% y las berenjenas en 10% mientras que otro tipo de cultivo se da un 5% (SIAP, 2016). Estimaciones indican que la totalidad de los cultivos que se establecen bajo cubierta 50% se usa en hidroponía; lana de roca, agua, fibra de coco, tezontle y turba. (INTAGRI, 2017)

Mundialmente las proyecciones de los ingresos que generan los cultivos hidropónicos se encuentran alrededor de 821 millones dólares americanos, anualmente el crecimiento es de 4.5% entre los años (2011 y 2016) según datos proporcionados por la IBIS World. En Norteamérica el tomate se produce en un 56% de superficie hidropónica y en Sudamérica el 49% de la lechuga se cultiva través de este sistema (Figura 1). (INTAGRI, 2017)



**Figura 2 Grafica de cultivos principales a través del sistema hidropónico. A la izquierda Norteamérica y a la derecha Sudamérica.**

**Tabla 1 Rendimiento de cultivos dos sistemas de producción: Suelo e hidroponía**

CULTIVO	HIDROPONIA(t/ha)	SUELO (t/a)
Arroz	6	1.2
Avena	2.8	1.12
Betabel	30	10
Col	20	14.5
Frijol	50	12
Tomate	200-700	25-30
Lechuga	23	6-10
Pepino	31-35	7-10
Trigo	4.6	0.67

Fuente: Resh et al., (1995)

### 3.2. Antecedentes de investigación

#### 3.2.1. Análisis de tesis

Defilipis et al., (2006) en su trabajo. “Respuesta al riego de lechuga (*Lactuca sativa*) cultivada en invernadero”. El objetivo de este trabajo fue determinar la respuesta al riego de un cultivo de lechuga protegido, entre trasplante y cosecha, Se efectuaron 3 aportes de riego de 50%, 75% y 100%. A la cosecha, los rendimientos en materia verde no hubo diferencias significativas, pero si en su materia seca en el tratamiento de mayor restricción hídrica. Cuando hay mayor materia seca es porque hay mayor restricción hídrica.

#### 3.2.2. Análisis de trabajos de investigación

- a. Zanella, et al., (2000), en su trabajo: “Crecimiento de lechuga hidropónica bajo diferentes intervalos de riego”. El objetivo fue evaluar la productividad de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa*) Regina 2000 y Lucy Brown bajo tres intervalos de riego; 5, 15 y 30 minutos. Con un DCA, se analizó número de hojas, masa fresca y seca. Donde el aumento del intervalo de riego condujo a menor rendimiento de lechuga, mientras que el intervalo de riego de 5 promovió la ganancia de masa para los cultivares, siendo la mejor.
- b. Pérez, et al. (2011), en su trabajo: “*Desarrollo de Begonia semperflorens- cultorum Olympia en contenedor con diferentes intervalos de riego*”. El objetivo fue evaluar estas plantas en contenedores con sustrato peat moss/fibra de coco/agrolita, estableciendo en cinco grupos de plantas de 20 que se regaban con intervalos de riego de 6, 8, 10, 12 o 14 y otros tres grupos que se regaban cada dos días. En los parámetros evaluados la altura disminuyo hasta 22% cuando el intervalo de riego fue mayor a 8, a los 12 el diámetro y el área foliar, disminuye 30 y 40%. Mayor de 6 el volumen radicular disminuye, pero el peso de raíz, tallo y flores fue mayor.
- c. Martínez, et al. (2017), en su trabajo: “*Influencia del riego y sustrato en el rendimiento y calidad de tomate*”. El objetivo fue la evaluación de la frecuencia y el volumen de riego de acuerdo con la capacidad para retener agua del sustrato, además del drenado que repercute en la calidad y el rendimiento de los tomates variedad zyanya. Referente a tratamientos se basó en mezcla de Tezontle y Tezontle con vermicompost de sustrato con un riego a un 80% de solución Steiner, siendo el

testigo el Tezontle al 100% en riego de solución nutritiva. La frecuencia y el volumen de riego fue establecido según la capacidad para retener agua del Tezontle, las evaluaciones fueron color, rendimiento, sólidos solubles totales, firmeza y diámetro, % de acidez de los frutos. Se determinaron diferencias estadísticas en los parámetros, el rendimiento alcanzó 149 t ha<sup>-1</sup>, los SST estaban en 4 y 5.17 (°Brix), mientras que el ácido cítrico de 0.33 a 0.53%. Concluyendo que vermicompost incidió significativamente en la capacidad para retener el agua, pues se observó una mayor disponibilidad de nutrientes y en efecto un mejor rendimiento.

- d. Álvarez, et al, (2015), en su trabajo “*Producción de frutos de uchuva (Physalis peruviana L), bajo diferentes láminas de riego, frecuencias de riego y dosis de calcio*”. Se usó un DBCA, con 12 tratamientos con factorial, distribuyendo bloques como frecuencias (4, 9 y 14 días), para el primer factor se tuvo una lámina de riego de (0,7; 0,9; 1,1 y 1,3). Lo que se concluyó fue con intervalos de riego más alejados, los frutos se incrementaron. La frecuencia con 4 días presentó más masa fresca de los frutos y con 1,3 de coeficiente de riego aumentó la cantidad de frutos y la producción en la planta.
- e. Villa, et al., (2010), en su trabajo: “*Influencia de la frecuencia del riego en el crecimiento de orégano (Limpia graveolens HKB)*”. Se evaluaron 4 frecuencias en riego, tomando en cuenta 30, 45 y 60 días, y un riego en el trasplante, rotulando como T1, T2, T3 y T4. Empleando DBCA con cuatro repeticiones, el experimento se realizó a 110 días posteriores al trasplante, de manera que el tratamiento T2 y T4, demostraron eficiencia en la utilización del recurso hídrico, sugiriendo que el orégano no necesita de una mayor frecuencia de riego en las primeras fases del cultivo.
- f. Álvarez, et al., (2010), en su trabajo: “*Efecto de la aplicación de diversas láminas y frecuencias de riego en la propagación del romero (Rosmarinus officinalis L)*”. Fueron aplicadas frecuencias y láminas de riego empleando un DCA y factorial de 4 x 2. Considerando como factor la frecuencia del riego entre 4 y 8 días, seguido la lámina de riego de 0.6, 0.8, 1.0 y 1.2 en la evaporación del invernadero. 1.0 con una frecuencia de 4 días obtuvo el mejor resultado en altura de 39 cm, masa seca, masa fresca y longitud de las ramas de 146 cm. La masa seca y fresca de las hojas se vio afectada por la lámina de riego, pero no por la frecuencia. Con 1.0 y frecuencia de

riego en 4 días alcanzó una gran cantidad de ramas, siendo relevante desde una perspectiva productiva, por su comercialización.

- g** Méndez et al., (2007), en su trabajo: “*Efecto de tres frecuencias de riego sobre el ciclo del cultivo, contenido nutricional de la semilla y rendimiento de aquenios en cuatro cultivares de girasol (*Helianthus annuus L*)*”. El objetivo fue analizar los efectos de las frecuencias en el periodo del cultivo, tomando en cuenta el contenido de proteínas y aceites de las semillas, y, por último, los aquenios por cada planta, en 4 variedades de girasol. Empleando un diseño estadístico dónde las parcelas se dividieron en tres repeticiones, Teniendo en cuenta las parcelas como frecuencias y las subparcelas las variedades de girasol. Obteniendo alta proteína con las frecuencias de riego de 9 y 12 días, a comparación de las plantas que fueron regadas cada 6 días. Se concluye que las frecuencias afectan la conducta de los 4 híbridos en asociación al periodo del cultivo, a mayor frecuencia hubo un alto contenido de proteína en los aquenios.
- h** Méndez, et al. (2007), en su trabajo: “*Efecto del riego por goteo en el crecimiento inicial de tres cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum L*)*”, siendo el objetivo la evaluación de los efectos del riego, un carácter reproductivo y 3 vegetativos a los 38 días posterior a la siembra, en 3 variedades de algodón. El diseño fue con parcelas y subparcelas, siendo las parcelas las 4 dosis en riego al 40, 60, 80 y 100% de evaporación en el tanque tipo A con un suelo de cubierta vegetal y las subparcelas de tres variedades de algodón con 3 repeticiones. La frecuencia del riego fue cada 2 días, se concluye que el aumentar la dosis de riego originó un aumento en caracteres vegetativos y precocidad en las 3 variedades.
- i** Van, et al., (2002), en su trabajo: “*Manejo de riego por goteo en uva de mesa CV. Thompson Seedless cultivada en suelos de textura fina*”. El propósito fue analizar los efectos en 3 frecuencias para riego por goteo en un parronal de uva de mesa (*Vitis Vinífera L*) CV Thompson Seedless, cuya plantación se realizó en un suelo franco arcilloso, la frecuencia del riego se estableció tomando en cuenta la ETc que acumula el cultivo, siendo determinada por procedimiento de la evaporación de bandeja que se corrige en el coeficiente de cultivo, o expresándose en acumulación del tiempo de riego. Por lo tanto, los tratamientos se regaron cuando ETc acumulada fue a 6 horas T6, 12 horas T12, 18 horas de T18. Mayor tamaño en bulbos se alcanzó

en el T18 en este tratamiento también se obtuvo un mayor calibre en bayas para la cosecha.

#### **4. HIPÓTESIS**

Dado que las lechugas hidropónicas dan buenos resultados en un intervalo de riego más amplio (15;15), es probable que con un intervalo de riego de descanso más corto (15:10 y 15:5) se logre mejorar y acortar el tiempo de permanencia en el módulo hidropónico.

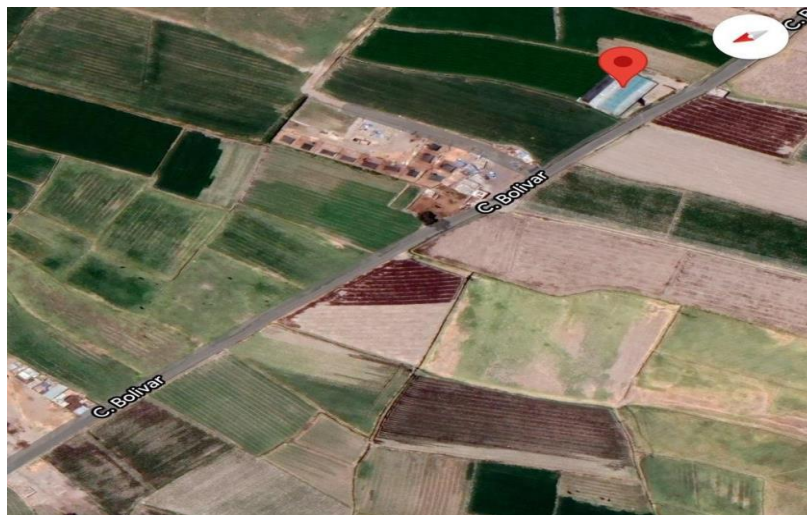
# **CAPÍTULO II PLANEAMIENTO OPERACIONAL**

## 1. MATERIALES

### 1.1. Localización del trabajo

El trabajo experimental se ejecutó en las siguientes fechas:

- Inicio: 25 de enero del 2022 (Siembra)
- Término: 11 de abril del 2022 (Cosecha)



**Figura 3. Localización del trabajo**

**Fuente: GOOGLE MAPS**

#### 1.1.1. Espacial

- **Altitud:** 2410 m.s.n.m
- **Latitud:** 16°25'12'' Sur
- **Longitud:** 71°28'41'' Oeste

Fuente: SENAMHI Arequipa 2022.

#### 1.1.2. Temporal

- **Región:** Arequipa
- **Departamento:** Arequipa
- **Provincia:** Arequipa
- **Distrito:** Paucarpata
- **Lugar:** Calle Bolívar
- **Ambiente:** Modulo hidropónico

### 1.1.3. Factores climáticos

- **Temperatura Promedio:** 22°C
- **Humedad relativa:** 55%
- **Precipitación promedio anual:** 27.59mm.

### 1.2. Materiales biológicos

- Semilla de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green.

### 1.3. Materiales de laboratorio

- Agua destilada
- Balanza electrónica de precisión
- Piseta
- Estufa (Horno microondas)

### 1.4. Materiales de campo

- Bandejas alveoladas de plástico
- Fungicidas agrícolas
- Insecticida (Lancer)
- Sustrato Promix GTX
- Piedra Pómez (lavada)
- Sistema Raíz Flotante
- Ácido fosfórico
- Solución nutritiva A, B y C
- Módulo de Sistema Hidropónico NFT
- Cilindros de 200 Litros
- Cable de luz
- Cajas de plástico para timers
- Cuchilla de 20 amperios
- Libreta de apuntes

### **1.5. Materiales de escritorio**

- Papel Bond A-4
- Cuaderno de apuntes
- Lapiceros
- Software SAS

### **1.6. Equipos**

- Cámara fotográfica
- Electrobomba periférica de 0.5 H.P.
- Timers de 18 programaciones
- Conductímetro
- Peachímetro
- Termohigrómetro

### **1.7. Maquinaria**

- Tractor

### **1.8. Otros materiales**

- Lupa agronómica
- Balde de 5 litros con medidor
- Jarra de plástico de 2 Litros
- Esponja
- Tecnopor
- Vasos de plástico
- Atomizador
- Medidores
- Carteles

## 2. MÉTODOS

### 2.1. Muestreo

#### 2.1.1. Universo

Compuesto por 396 lechugas var. Waldman´s Green.

#### 2.1.2. Tamaño de muestra

La muestra en tamaño es de 33 plantas por unidad experimental.

#### 2.1.3. Procesamiento de muestreo

Durante su crecimiento y desarrollo se evaluó 5 parámetros cada semana hasta culminar la última semana, para luego hacer un comparativo de frecuencias de riego.

### 2.2. Formaciones de unidades experimentales

Este compuesto por 12 unidades experimentales.

### 2.3. Métodos de evaluación

#### 2.3.1. Metodología de la experimentación

- **Acondicionamiento a los módulos hidropónicos NFT:**

Se realizó las siguientes actividades:

- Limpieza de terreno (deshierbe)
- Nivelación del suelo
- Instalación de Malla Raschel 80%
- Lavado y desinfección de tuberías con (Hipoclorito de Sodio)
- Armado de estructura para el sistema NFT
- Excavación para los cilindros de 200 L
- Instalaciones del sistema eléctrico (Conexión de bombas y timers)



**Fotografía 1 Lavado y desinfección de tuberías**

**Fuente:** Elaboración propia

- **Instalación almacigo**

La siembra de Lechuga var. Waldman´s Green se realizó en 2 bandejas de 512 celdas previamente lavadas y desinfectadas, utilizando como sustrato 80% Promix GTX y 20% Piedra Pómez lavada.

Una vez desinfectada la semilla con fungicida agrícola, se procedió a insertar la semilla en cada celda a una profundidad de 5 mm y finalmente fueron regadas con agua potable utilizando un atomizador para un riego uniforme.



**Fotografía 2 Siembra 25/01/2022**

**Fuente:** Elaboración propia

El riego se efectuó con un atomizador de 1 L de manera Inter diaria, hasta cumplir los 21 días para trasplante, la aplicación de solución nutritiva fue 10 días después de emerger siendo 2.5 ml de solución A, 1 ml de solución B y 2.5 ml solución C, adicionando agua potable.

- **Solución nutritiva**

Considerando para el presente trabajo de investigación la solución hidropónica La Molina (UNALM) en su presentación juego en sales de 1,4 kg (para preparar 5.0 L de solución A y 2.0 L de solución B).

Preparación (Solución concentrada A):

- Disolver nitrato de potasio (550 g) en un recipiente que contenga 3 litros de agua.
- Agregar nitrato de amonio (350 g) y diluir.
- En un recipiente de 500 ml de agua, dejar remojando el superfosfato triple de calcio (180 g)
- Adicionar el superfosfato triple a la solución inicial, teniendo en cuenta que no quede arenilla en el recipiente de 500 ml.
- Completar la solución con agua hasta obtener los 5 litros de volumen.
- Almacenar en un recipiente oscuro y con tapa.

Preparación (Solución concentrada B):

- Disolver sulfato de magnesio 220 g en un recipiente que contenga 1 L de agua.
- Verter mezcla de micronutrientes (manganeso, boro, zinc, cobre y molibdeno) en un recipiente de 100 ml de agua hervida o destilada y diluir.
- Añadir la mezcla de micronutrientes en la solución inicial.
- Adicionar quelato de hierro (17 g) y disolver.
- Agregar agua hasta completar 2 litros de volumen.
- Almacenar en un recipiente oscuro y con tapa.

**Para la Solución C:**

Nitrato de calcio fertilizante soluble, en forma granular, con una presentación de 25 kg.

- Diluir 100 g el fertilizante para un litro de agua.



**Fotografía 3 Solución nutritiva B**

**Fuente:** Elaboración propia

- **Instalación de SRF**

Empezando, nivelando el suelo, se preparó una poza de aclimatación con las siguientes medidas l:1.24 m a:1.60 m h:13 cm, estas dimensiones resultan ser fundamental para calcular la cantidad de agua y por ende la Solución nutritiva.

La estructura del sistema de raíz flotante tuvo como soporte parihuelas, así como un plástico negro de fondo.



**Fotografía 4 Preparación de cama SRF**

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó el llenado del pozo (SRF) con 260 L de agua haciendo el cálculo de litros que se detalla a continuación:

**CÁLCULO DE LITROS:**

$$1.24 \text{ m} \times 1.60 \text{ m} \times 0.13 \text{ m} = 0.26 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$$

$$0.26 \text{ m}^3 = x = \mathbf{260 \text{ L}}$$

<b>CONVERTIR cm a m</b>
-------------------------

+ 2.6 ml de ácido fosfórico teniendo en cuenta que 10 ml es a 1000 L.

$10 \text{ ml} = 1000 \text{ L}$
----------------------------------

$x = 260 \text{ L}$
---------------------

$= \mathbf{2.6 \text{ ml}}$
-----------------------------

Seguidamente se realizó un corte de la esponja de 1 pulgada con las medidas de 3 x 12 cm, finalmente se hizo desinfección por 5 minutos.

A los 21 días después de la siembra se realiza el trasplante al SRF, colocando la espuma en raíz desnuda previamente lavada con una longitud de 6 a 15 cm y posteriormente en las planchas de Tecnopor de 1" de 60 x 60 cm perforadas, finalmente con un pulverizador se realiza la fumigación respectiva, se procede a colocar las planchas de Tecnopor teniendo en cuenta que las dimensiones deben ser iguales a la estructura de SRF dejando 1cm para la oxigenación, así evitar los rayos solares y por ende formación de algas en el fondo de la cama, cumpliendo 3 semanas en el sistema de raíz flotante para el trasplante definitivo a los módulos hidropónicos de NFT.



**Fotografía 5 Trasplante de almácigo a SRF (14/02/2022)**

**Fuente:** Elaboración propia

Después de 2 días de haberse efectuado el trasplante se realiza el cálculo de la solución nutritiva para el sistema de raíz flotante (SRF) teniendo en cuenta lo siguiente:

**CÁLCULO DE SOLUCIÓN:**

**SOLUCIÓN A:** 5 ml – 1 L

1250 ml – 26 L

1250 ml X 0.001L = **1.3 L**

**SOLUCIÓN B:** 0.5 L

**SOLUCIÓN C:** 1.3 L

- **Instalación de Módulo NFT**

Una vez preparada la estructura de los 3 módulos hidropónicos NFT, con una adecuada nivelación de tuberías, y una pendiente al 1% para que el sistema funcione de manera adecuada hacia el punto de retorno que serían los cilindros de 200 litros, se realizó la prueba de las bombas periféricas de 0.5 HP juntamente con los timers y así la corrección de fugas utilizando silicona líquida.

La distribución se ejecutó de tal manera que los cilindros estén uno seguido del otro para facilitar las mediciones, seguidos de las bombas periféricas, al extremo derecho se ubicó 3 tableros de plástico que contenían las cuchillas y timers, y finalmente la estructura del sistema NFT.

Posteriormente del corte en la parte inferior y transversal de los vasos de plástico de 3 oz para permitir un crecimiento y desarrollo adecuado de la plántula.

Con 43 días después de la siembra con una longitud de raíces de 13 cm y 10 g promedio de peso, se llevó a cabo el trasplante definitivo (NFT) a cada módulo con su respectiva frecuencia de riego (T0 = 15:15, T1 = 15:10 y T2 = 15:5), duración de 5 semanas con evaluación cada 7 días hasta la cosecha.



**Fotografía 6 Trasplante a módulos hidropónicos NFT (08/03/2022)**

**Fuente:** Elaboración propia

Finalmente se adiciona ácido fosfórico a cada cilindro de 200 L.

1000 L (POZO) – 15 ml

200 L (CILINDRO) – X = **3 ml**

Dos días después del trasplante definitivo se agregó la solución nutritiva de la siguiente manera:

#### **CÁLCULO DE SOLUCIÓN:**

**SOLUCIÓN A:** 5 ml – 1 L

1000 ml – 200 L

1000 ml x 0.001 L = **1 L**

**SOLUCIÓN B:** 400 ml

**SOLUCIÓN C:** 1 L

- **Programación de Timers**

Para el sistema NFT se realizó la conexión de 2 timers en las siguientes frecuencias de riego  $T1 = 15:10$  y  $T2 = 15:5$  buscando obtener un control automatizado, teniendo en cuenta que los timers comerciales son de 18 programaciones, el horario de programación se realizó de 8am a 5pm, detallado a continuación:

$T0 = 15$  minutos riego y 15 minutos apagado (18 programaciones)

$T1 = 15$  minutos riego y 10 minutos apagado (22 programaciones)

$T2 = 15$  minutos riego y 5 minutos apagado (27 programaciones)



**Fotografía 7 Instalación del sistema eléctrico**

**Fuente:** Elaboración propia

- **Análisis de agua**

**En el anexo 2 Se detalla el análisis del agua de riego determinado por laboratorio.**

El tipo de muestra fue agua de riego, de acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que el agua puede ser utilizada, pero con precauciones, con un pH moderadamente alcalino de 8.26 y CE 1.23 dS/m. debiendo considerar que el cultivo sea tolerante a sales.

- **Medición de pH y CE**

**En el anexo 3 y 4 Se muestran los valores de pH, CE Y °T en SRF Y NFT.**

Un dato importante es realizar la medición de pH CE y °T del Agua de riego, Agua de riego + ácido fosfórico y Agua de riego + ácido Fosfórico + SN las cuales se detalla a continuación

**Tabla 2 Valores iniciales de pH, CE Y °T en el sistema de raíz flotante (SRF)**

	<b>AGUA DE RIEGO</b>	<b>AGUA + ÁCIDO FOSFÓRICO</b>	<b>AGUA + ÁCIDO FOSFÓRICO + SN</b>
<b>pH</b>	8.12	6.94	6.16
<b>CE</b>	1.2	1.1	2.1
<b>°T</b>	16.4	18.1	17.8

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 3 Valores iniciales de pH, CE Y °T en el sistema (NFT)**

	<b>AGUA DE RIEGO</b>	<b>AGUA + ÁCIDO FOSFÓRICO</b>	<b>AGUA + ÁCIDO FOSFÓRICO +SN</b>
<b>pH</b>	<b>T0:</b> 8.26	<b>T0:</b> 7.34	<b>T0:</b> 6.97
	<b>T1:</b> 8.36	<b>T1:</b> 7.74	<b>T1:</b> 7
	<b>T2:</b> 8.2	<b>T2:</b> 7.15	<b>T2:</b> 6.95
<b>CE</b>	<b>T0:</b> 1.2	<b>T0:</b> 1.3	<b>T0:</b> 2.2
	<b>T1:</b> 1.2	<b>T1:</b> 1.2	<b>T1:</b> 2.1
	<b>T2:</b> 1.2	<b>T2:</b> 1.2	<b>T2:</b> 2.2
<b>°T</b>	<b>T0:</b> 16.6	<b>T0:</b> 13.5	<b>T0:</b> 12.6
	<b>T1:</b> 16.2	<b>T1:</b> 13.4	<b>T1:</b> 12.6
	<b>T2:</b> 17.1	<b>T2:</b> 14.1	<b>T2:</b> 12.3

**Fuente:** Elaboración propia

En el sistema de raíz flotante (SRF) y (NFT), las plantas se encuentran en SN, sin embargo, es necesario controlar Inter diario el pH de la solución agregando ácido fosfórico, considerando un rango de 5.5 a 6.5.

La lechuga (*Lactuca sativa*) es un cultivo sensible a sales por lo tanto se hizo el control de la CE añadiendo agua a cada tratamiento si llegaba a superar 3.0 dS/m.

- **Consumo de agua**

**En el anexo 5 Se detalla el consumo de agua en SRF y NFT.**

El consumo de agua en ambos sistemas se calculó Inter diario de la siguiente manera:

Para el SRF la medición de altura del pozo de aclimatación fue por medio de una regla graduada, para el cálculo se usó la fórmula de  $(l \times a \times h)$

En el sistema NFT con un medidor en cm se calculó el agua consumida en los cilindros de 200l. con la siguiente fórmula: Área de base\* h



**Fotografía 8 Medición del consumo de agua en cilindros**

**Fuente:** Elaboración propia

- **Consumo de energía eléctrica**

El consumo de energía eléctrica se calcula convirtiendo la potencia, teniendo en cuenta que las bombas periféricas fueron de 0.5 HP que es a 0.37 kW, por lo tanto, el costo de kW es de S/. 0.77 tarifa residencial.

**En el anexo 6** se detalla los costos de energía por tratamiento, teniendo en cuenta las programaciones de riego, en el T0 (15 min) el consumo de energía fue de 4.5 horas por 0.37 KW, con un monto total de S/. 45.22, seguido por el T1 (10 min)

teniendo un consumo de energía eléctrica de 5.5 horas por 0.37 kW, con un total de S/.55.27, Finalmente el T2 (5 min) con un consumo de 6.75 horas por 0.37 kW con un total de S/ 67.83, Teniendo un monto total de consumo de energía considerando los tres tratamientos de S/. 168.31 nuevos soles.

- **Control fitosanitario**

Preliminar a la siembra se efectuó la desinfección de la semilla de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green con un fungicida preventivo y sistémico (BENZOMIL) que tiene como ingrediente activo BENOMYL, previene hongos que daña el cultivo.

En el sistema de raíz flotante (SRF) se realizó la desinfección de la poza con 1ml (Hipoclorito de Sodio) x 1L de agua, de la misma manera para el sistema NFT se efectuó la desinfección y limpieza de las tuberías de 9 metros y los 3 cilindros de 200 L para la prevención de problemas sanitarios,

Previo al trasplante en ambos sistemas se realizó la fumigación con los siguientes fungicidas e insecticidas, teniendo en cuenta la preparación para una bomba de 5 litros:

- **Ridomil** 7,5 g (Fungicida preventivo y sistémico), como ingrediente activo Metalaxyl-M y Mancozeb, previene hongos.
- **Topas** 2 ml (Fungicida sistémico), ingrediente activo Penconazol, previene hongos.
- **Protexin** 5 ml (Fungicida sistémico) ingrediente activo Carbendazim, control de hongos.
- **Lancer** 5 ml (Insecticida), ingrediente activo Imidacloprid, control de plagas (picadores chupadores).

### Plagas y enfermedades

- **Plaga: Babosa bicolor de campo (*Deroceras laeve Muller*)**

Las babosas se alimentan de hojas de las plantas, aparecen de noche o en días nublados y húmedos, son comunes en sistemas de hidroponía.

En época de lluvia previo al trasplante definitivo se localizó en el pozo de aclimatación dicha plaga, la cual fue retirada del invernadero, posteriormente se revisó los daños los cuales fueron mínimos, eliminando las hojas que fueron perforadas por planta.



**Fotografía 9 Plaga de babosas en (SRF)**

**Fuente:** Elaboración propia

- **Enfermedades:**

Se efectuó las respectivas evaluaciones en el presente trabajo de investigación, sin embargo, las plantas no presentaron sintomatología de alguna enfermedad.

### **2.3.2. Componentes de estudio**

- Semilla de Lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green).
- Solución nutritiva A, B y C.
- Rangos de frecuencia de riego: 15 min prendido con 15 apagado, 15 min prendido con 10 min apagado y 15 min de prendido con 5 min apagado.

### **2.3.3. Recopilación de información**

#### **a. En el campo**

Las evaluaciones se realizaron a 369 lechugas, siendo 33 por cada unidad experimental, 132 por tratamiento, las cuales fueron debidamente rotuladas.

- **Altura de planta (cm):** Por medio de una regla graduada o App de medición, se obtuvo las medidas desde el cuello de la planta hasta el extremo superior de la hoja más grande, las evaluaciones se realizaron a los 07,14,21,28 y 35 (ddt).



**Fotografía 10 Medición de altura de planta por App (Medición)**

**Fuente:** Elaboración propia

- **Diámetro de tallo (cm):** Se realizó a los 07,14,21,28 y 35 (ddt), luego de determinar la altura de planta, utilizando una regla graduada o cinta métrica para la medición situándose en el tallo.



**Fotografía 11 Medición de diámetro**

**Fuente:** Elaboración propia

- **Longitud de raíces (cm):** Se determino cada semana hasta la cosecha, haciendo uso de una regla graduada o App de medición, desde el cuello de la planta hasta la raíz más larga, la evaluación se realizó a la totalidad de plantas por tratamiento.



**Fotografía 12 Medición de longitud de raíces**

**Fuente:** Elaboración propia

- **Número de hojas (manual):** En este parámetro se realizó el conteo del número de hojas por planta a los 07,14,21,28 y 35 días, posteriormente a determinar la longitud de raíces



**Fotografía 13 Conteo del número de hojas por planta**

**Fuente:** Elaboración propia

- **Peso fresco (gr):** Se procedió a pesar las lechugas en una balanza de precisión al finalizar cada evaluación a los 07,14,21,28 y 35 (ddt), al momento de la cosecha fueron colocadas en bolsas de papel Kraft previamente etiquetadas.

**Fotografía 14** Peso fresco de la planta



**Fuente:** Elaboración propia

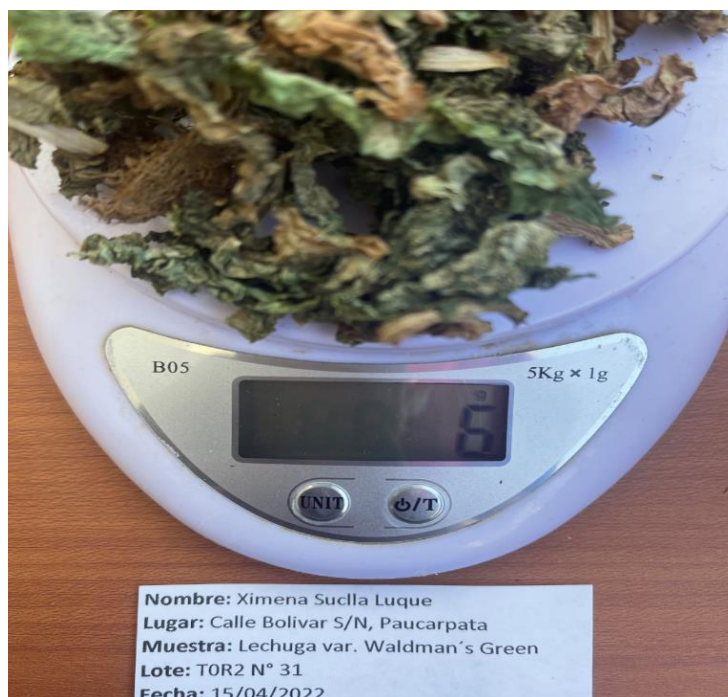
**b. En laboratorio**

- **Peso seco (gr):**

Las plantas evaluadas en peso fresco fueron trasladadas y colocadas en bandejas de plástico aptas para horno microondas, se introdujo la muestra en el horno microondas y se colocó en su interior un vaso con 150 ml de agua para así evitar quemaduras en las muestras. Se programó el horno microondas a un tiempo de 5 minutos, para luego registrar el peso y aumentar los minutos progresivamente, hasta obtener un peso constante.

- **% de Materia Seca:**

Posterior al secado en microondas, para calcular el porcentaje de materia seca se considera la siguiente fórmula: **(PS/PF) x 100.**



**Fotografía 15 Evaluación de peso seco**

**Fuente:** Elaboración propia

**c. En otros ambientes**

Mediante un computador utilizando el software SAS se digitarán los datos obtenidos en campo para generar el ANOVA, con una prueba de Tukey al 0,05 de significancia.

**2.4. Variables de respuesta**

**2.4.1. Variable independiente**

Frecuencias de riego por bombeo periférico.

**2.4.2. Variables dependientes**

**a. Crecimiento:**

- Altura de planta
- Diámetro de planta
- Longitud de raíces
- Número de hojas

**b. Rendimiento:**

- Peso fresco
- Peso Seco

**3. EVALUACIÓN ESTADÍSTICA**

**3.1. Diseño experimental**

**3.1.1. Unidades experimentales**

12 unidades experimentales

**3.1.2. Diseño de tratamientos**

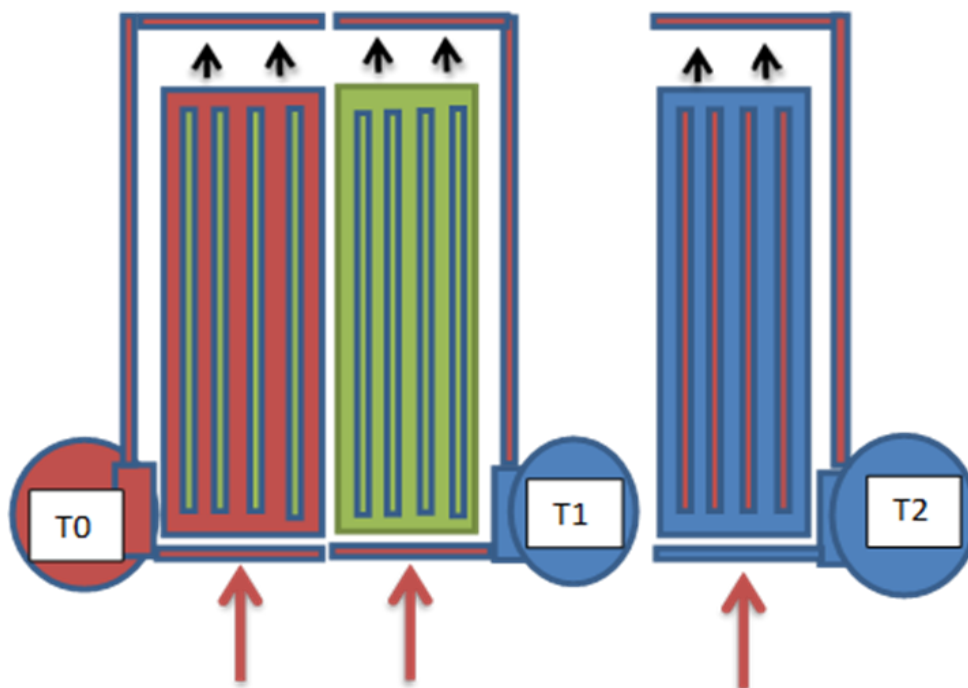
El diseño utilizado es un DCA compuesto por 3 tratamientos (frecuencias de riego), con 4 repeticiones con la misma variedad de lechuga Waldman's Green, con un total de 12 unidades experimentales.

**3.1.3. Distribución de tratamientos**

La distribución se realizó en 3 módulos los cuales suministraron solución nutritiva con diferente frecuencia de riego, cada uno cuenta con 4 unidades experimentales, con el mismo cultivar de lechuga. Cada tubo de 9 metros representa las repeticiones por tratamiento.

**Tabla 4 Definición de frecuencias de riego**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN FRECUENCIAS</b>
<b>T0</b>	Primera frecuencia de riego de 15 minutos con un intervalo de 15:15
<b>T1</b>	Segunda frecuencia de riego de 10 minutos con un intervalo de 15:10
<b>T2</b>	Tercera frecuencia de riego de 5 minutos con un intervalo de 15:5



T0 = Primera frecuencia de riego (Tratamiento)

T1 = Segunda frecuencia de riego

T2= Tercera frecuencia de riego

**Figura 4 Croquis experimental**

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2. Análisis estadísticos

#### 3.2.1. Análisis de varianza

Se aplicará ANOVA para el procesamiento estadístico de los resultados obtenidos, comparándose los promedios con la prueba de rango múltiple de Tukey.

#### 3.2.2. Análisis de significancia

Nivel de significancia al 5%.

# **CAPÍTULO III**

## **RESULTADOS**

## PROCESAMIENTO DE DATOS

### 1. PRIMERA EVALUACIÓN A LOS 7 DDT (SISTEMA NFT)

#### 1.1. ALTURA DE PLANTA

En el anexo 6 se observa la media de los tratamientos en la variable altura de planta.

**Tabla 5 ANOVA (Análisis de varianza) para altura de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
Tratamientos	2	0.70	0.35	5.15	0.0323	*
Error	9	0.61	0.07			
Total	11	1.31				

NS = No significativo

\*= Significativo

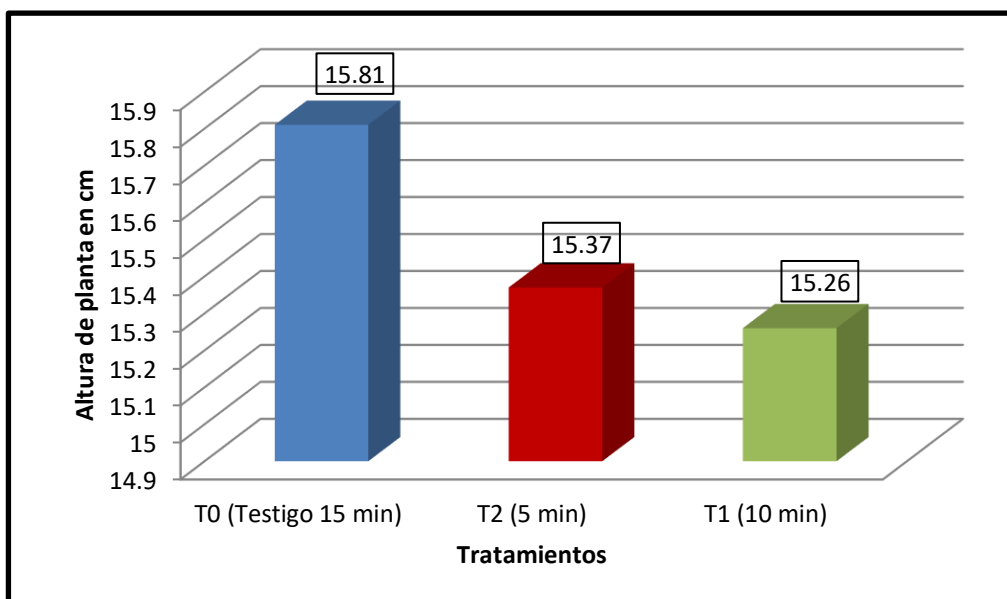
CV =1.68%

En la Tabla 5 se observa ANOVA (Análisis de varianza) para la evaluación de altura de planta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, lo cual existe diferencia significativa a un nivel significativo del 0,05 y CV de 1.68%.

**Tabla 6 Prueba de Tukey para altura de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

Orden	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significación
1	T0 (Testigo 15 min)	15.81	a
2	T2(5 min)	15.37	a b
3	T1(10 min)	15.26	b

En la tabla 6 conforme con la prueba de Tukey para altura de planta, los tratamientos con las siguientes frecuencias de riego T0 (Testigo 15 min) y T2(5 min) son estadísticamente iguales, así como también T2(5 min) y T1(10 min), Sin embargo, el T0 (Testigo 15 min) presenta una diferencia significativa con el T1(10 min).



**Gráfico 1** Se visualiza los resultados obtenidos para altura de planta en lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green) hidropónica

**Fuente:** Elaboración propia

## 1.2. DIÁMETRO DE PLANTA

En el anexo 7 se observa la media de los tratamientos en la variable diámetro de planta.

**Tabla 7 ANOVA (Análisis de varianza) para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
Tratamientos	2	0.05	0.02	14.54	0.0015	*
Error	9	0.01	0.002			
Total	11	0.06				

NS = No significativo

\*= Significativo

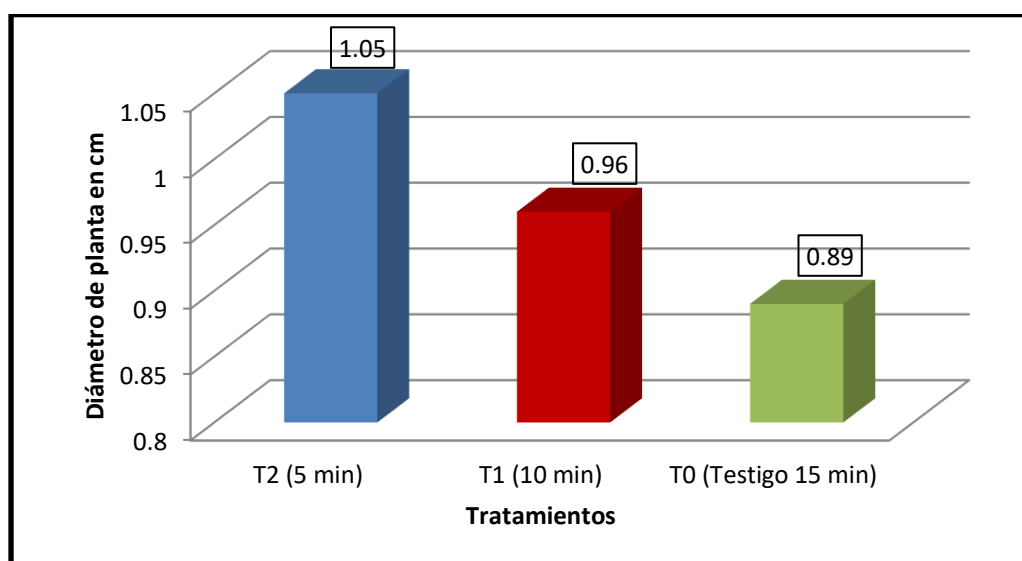
CV =4.22%

En la tabla 7 detalla ANOVA (Análisis de varianza) para el diámetro de planta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green a los 7ddt; existiendo una diferencia significativa menor al nivel significativo del 5%, y un coeficiente de variabilidad de 4.22%.

**Tabla 8 Prueba de Tukey para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

Orden	Tratamientos	Diámetro de planta (cm)	Significación
1	T2(5 min)	1.05	a
2	T1(10 min)	0.96	b
3	T0 (Testigo 15 min)	0.89	b

En la tabla 8 denota la comparación de promedios realizada con la prueba de rango múltiple de Tukey para el diámetro de planta, los resultados indican que la frecuencia de riego T2(5min) es superior y significativo con respecto a los demás tratamientos, mientras que la frecuencia T1(10 min) y T0(Testigo 15min) presenta diámetros similares.



**Gráfico 2 Se visualiza los resultados obtenidos para diámetro de planta en lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green) hidropónica**

**Fuente:** Elaboración propia

### 1.3. LONGITUD DE RAÍCES

En el anexo 8 se observa la media de los tratamientos en la variable longitud de raíz.

**Tabla 9 ANOVA (Análisis de varianza) para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
Tratamientos	2	2.63	1.31	2.52	0.1351	NS
Error	9	4.69	0.52			
Total	11	7.32				

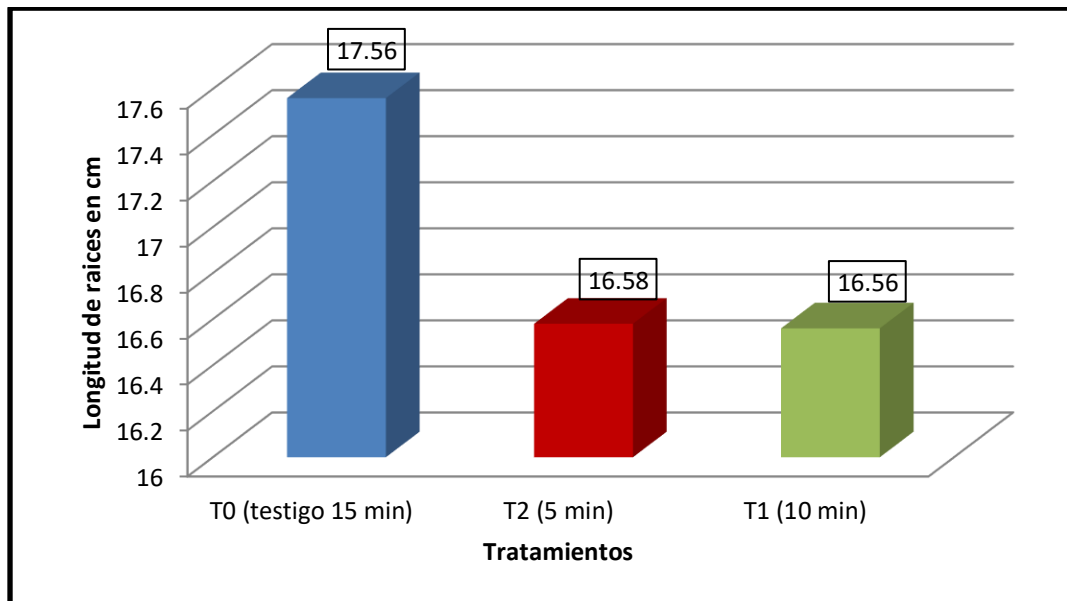
NS = No significativo  
CV =4.27%

\*= Significativo

En la tabla 9 se muestra ANOVA (Análisis de varianza) para la longitud de raíces en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green a los 7ddt; lo cual indica que no existe diferencia significativa entre tratamientos, con un CV de 4.27%.

**Tabla 10 Prueba de Tukey para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

Orden	Tratamientos	Longitud de raíces (cm)	Significación
1	T0 (Testigo 15 min)	17.56	a
2	T2(5 min)	16.58	a
3	T1(10 min)	16.56	a



**Gráfico 3** Se visualiza los resultados obtenidos para longitud de raíces en lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman's Green) hidropónica

**Fuente:** Elaboración propia

#### 1.4. NÚMERO DE HOJAS

En el anexo 9 se observa la media de los tratamientos en la variable número de hojas.

**Tabla 11 ANOVA (Análisis de varianza) para el número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
Tratamientos	2	1.16	0.58	1.82	0.2165	NS
Error	9	2.87	0.32			
Total	11	4.03				

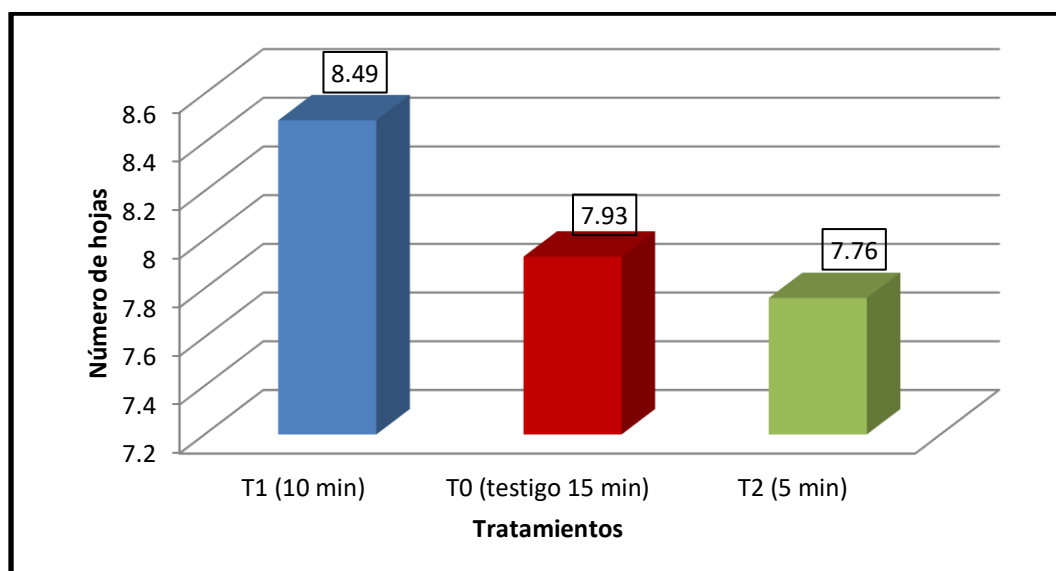
NS = No significativo  
CV =7.01%

\*= Significativo

En la tabla 11 se especifica el ANOVA (Análisis de varianza) para número de hojas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green a los 7ddt; lo cual indica que el valor es mayor al nivel de significación, con un coeficiente de variabilidad de 7.01 %.

**Tabla 12 Prueba de Tukey para número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

Orden	Tratamientos	Número de hojas	Significación
1	T1(10 min)	8.49	a
2	T0 (Testigo 15 min)	7.93	a
3	T2(5 min)	7.76	a



**Gráfico 4** Se visualiza los resultados obtenidos para número de hojas en lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green) hidropónica

**Fuente:** Elaboración propia

### 1.5. PESO FRESCO

En el anexo 10 se observa la media de los tratamientos en la variable peso fresco.

**Tabla 13 ANOVA (Análisis de varianza) para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
<b>Tratamientos</b>	2	8.49	4.24	6.46	0.0182	*
<b>Error</b>	9	5.91	0.66			
<b>Total</b>	11	14.40				

NS = No significativo  
CV =4.28%

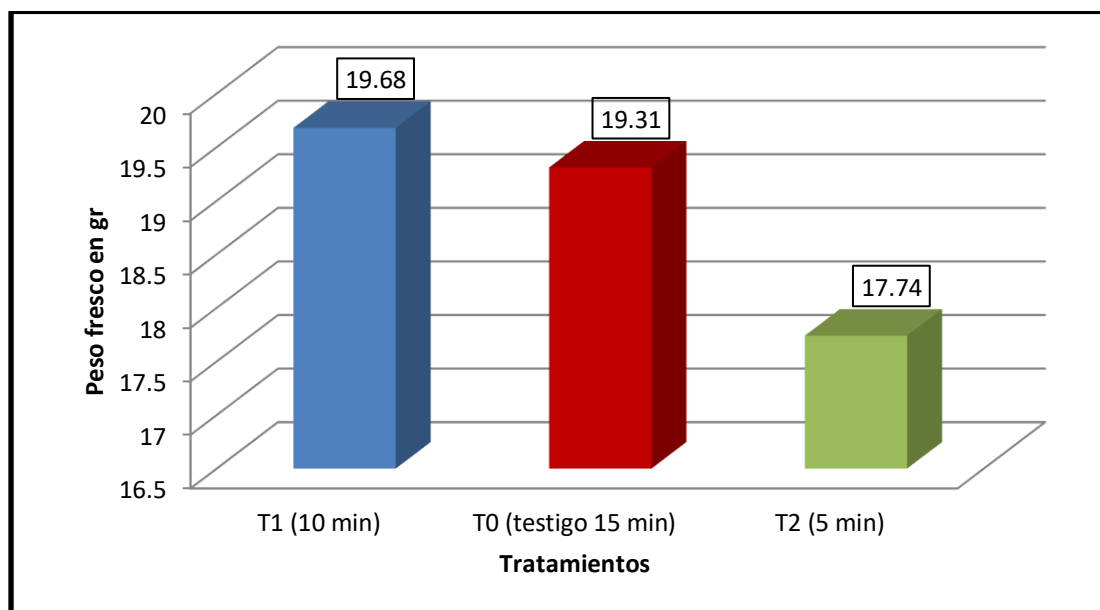
\*= Significativo

En la Tabla 13 se observa ANOVA (Análisis de varianza) para la evaluación de peso fresco en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, con diferencia significativa entre los tratamientos a un nivel de significancia del 0,05 y CV de 4.28%.

**Tabla 14 Prueba de Tukey para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

En la tabla 14 muestra la comparación de promedios con la prueba de rango múltiple de Tukey para peso fresco, los resultados indican que entre las frecuencias de riego T1(10 min) y T0 (Testigo 15 min) son estadísticamente equivalentes, así como también en los T0 (Testigo 15 min) y T2(5 min), sin embargo, en la comparación entre T1(10 min) y T2(5 min) si se observa diferencia significativa.

Orden	Tratamientos	Peso fresco (gr)	Significación
1	T1(10 min)	19.68	a
2	T0 (Testigo 15 min)	19.31	ab
3	T2(5 min)	17.74	b



**Gráfico 5** Se visualiza los resultados obtenidos para peso fresco en lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green) hidropónica

**Fuente:** Elaboración propia

## 2. SEGUNDA EVALUACIÓN A LOS 14 DDT (SISTEMA NFT)

### 2.1. ALTURA DE PLANTA

En el anexo 11 se observa la media de los tratamientos en la variable altura de planta.

**Tabla 15 ANOVA (Análisis de varianza) para altura de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
<b>Tratamientos</b>	2	2.22	1.11	2.87	0.1085	NS
<b>Error</b>	9	3.47	0.39			
<b>Total</b>	11	5.69				

NS = No significativo

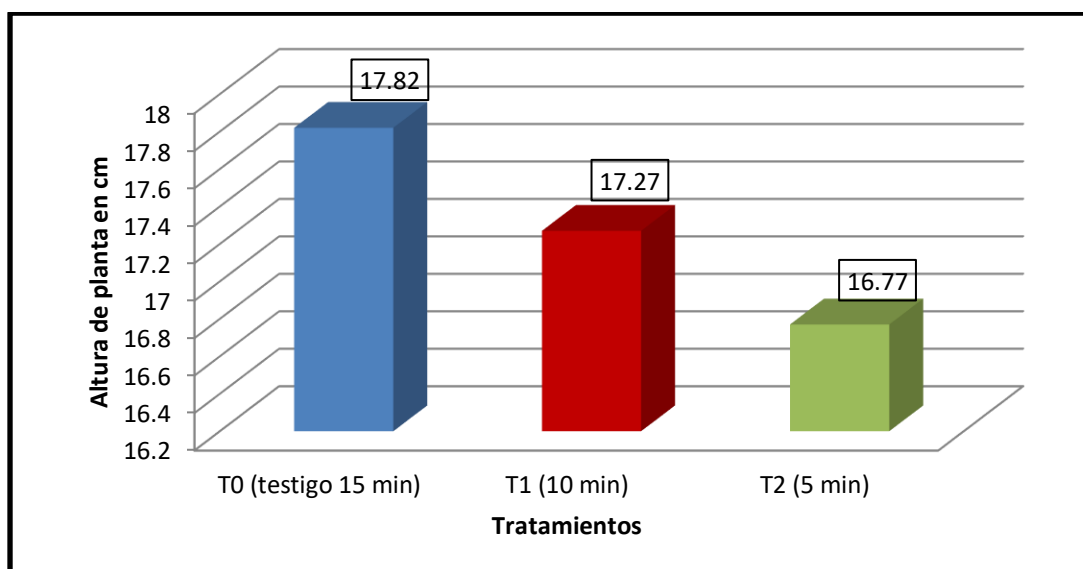
\*= Significativo

CV =3.59%

En la tabla 15 muestra el ANOVA (Análisis de varianza) para número de hojas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green a los 14ddt; lo cual señala que no se halló diferencia significativa entre tratamientos con un nivel de significancia al 0,05 y CV de 3.59%.

**Tabla 16 Prueba de Tukey para altura de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

Orden	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significación
1	T0 (Testigo 15 min)	17.82	a
2	T1(10 min)	17.27	a
3	T2(5 min)	16.77	a



**Gráfico 6** Se visualiza los resultados obtenidos para altura de planta en lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman's Green) hidropónica

**Fuente:** Elaboración propia

## 2.2. DIÁMETRO DE PLANTA

En el anexo 12 se observa la media de los tratamientos en la variable diámetro de planta.

**Tabla 17 ANOVA (Análisis de varianza) para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
<b>Tratamientos</b>	2	0.01	0.005	0.29	0.7530	NS
<b>Error</b>	9	0.16	0.02			
<b>Total</b>	11	0.17				

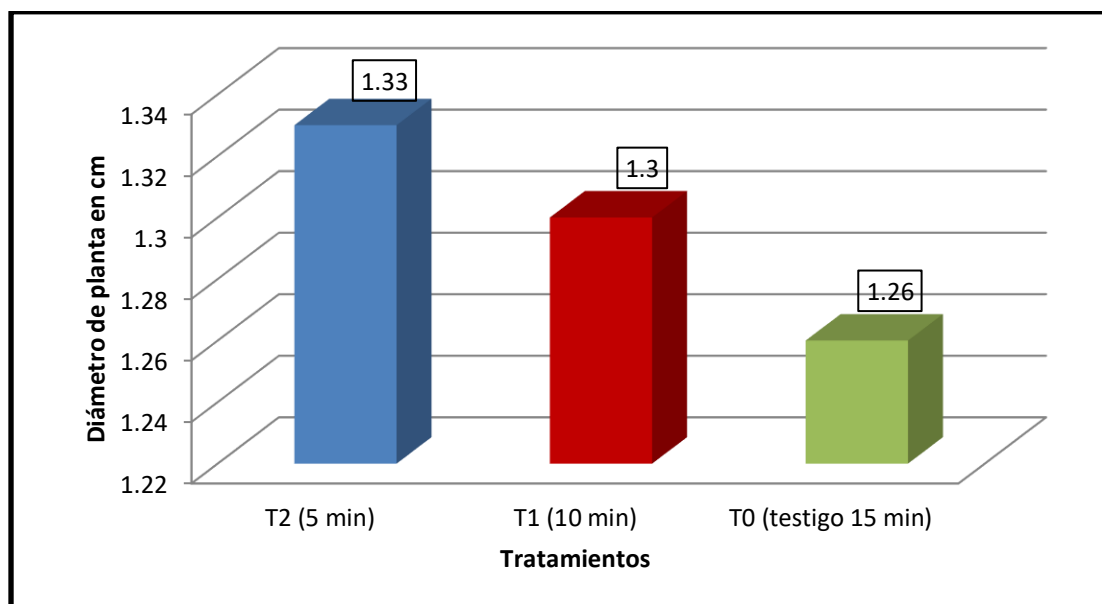
NS = No significativo  
CV = 10.37%

\*= Significativo

En la tabla 17 muestra el ANOVA (Análisis de varianza) para diámetro de planta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green a los 14ddt; no hay diferencia significativa entre las frecuencias de riego, con un coeficiente de variabilidad de 10.37%.

**Tabla 18 Prueba de Tukey para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

Orden	Tratamientos	Diámetro de planta (cm)	Significación
1	T2(5 min)	1.33	a
2	T1(10 min)	1.30	a
3	T0 (Testigo 15 min)	1.26	a



**Gráfico 7 Se visualiza los resultados obtenidos para diámetro de planta en lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green) hidropónica**

**Fuente:** Elaboración propia

### 2.3. LONGITUD DE RAÍCES

En el anexo 13 se observa la media de los tratamientos en la variable longitud de raíz.

**Tabla 19 ANOVA (Análisis de varianza) para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
Tratamientos	2	2.67	1.33	1.44	0.2872	NS
Error	9	8.34	0.93			
Total	11	11.01				

NS = No significativo

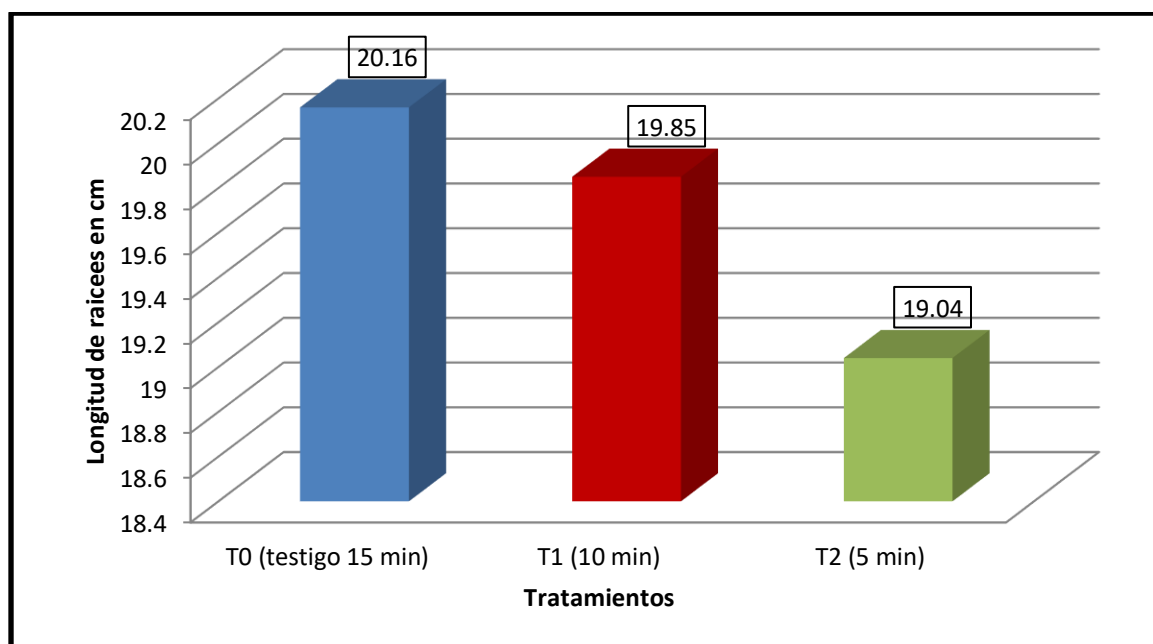
\*= Significativo

CV =4.89%

En la tabla 19 muestra ANOVA (Análisis de varianza) en longitud de raíces para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green a los 14ddt; para lo cual no hay diferencia significativa entre los tratamientos T0 (Testigo 15 min), T1(10 min) y T2(5 min).

**Tabla 20 Prueba de Tukey para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

Orden	Tratamientos	Longitud de raíces (cm)	Significación
1	T0 (Testigo 15 min)	20.16	a
2	T1(10 min)	19.85	a
3	T2(5 min)	19.04	a



**Gráfico 8** Se visualiza los resultados obtenidos para longitud de raíces en lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman's Green) hidropónica

Fuente: Elaboración propia

#### 2.4. NÚMERO DE HOJAS

En el anexo 14 se observa la media de los tratamientos en la variable número de hojas

**Tabla 21 ANOVA (Análisis de varianza) para el número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
Tratamientos	2	1.82	0.91	0.83	0.4684	NS
Error	9	9.94	1.10			
Total	11	11.76				

NS = No significativo

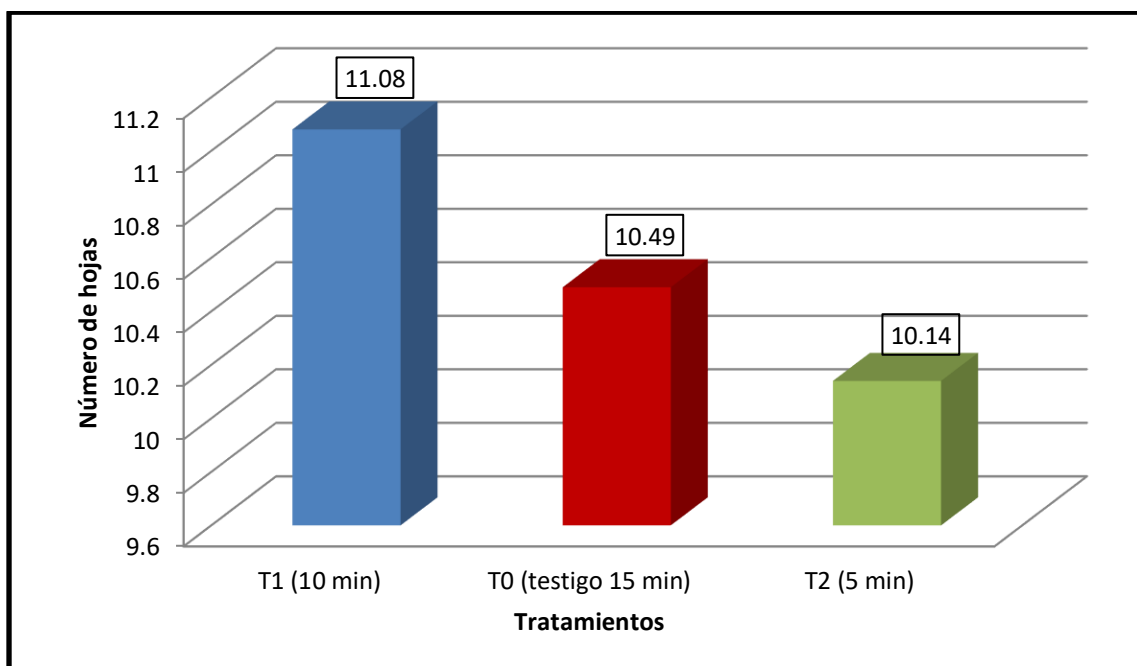
\*= Significativo

CV =9.94%

En la tabla 21 se detalla el ANOVA (Análisis de varianza) donde se observa que no existe diferencia significativa entre tratamientos para la evaluación de número de hojas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green a los 14ddt, obteniendo un coeficiente de variabilidad de 9.94%.

**Tabla 22 Prueba de Tukey para número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

Orden	Tratamientos	Número de hojas	Significación
1	T1(10 min)	11.08	a
2	T0 (Testigo 15 min)	10.49	a
3	T2(5 min)	10.14	a



**Gráfico 9** Se visualiza los resultados obtenidos para número de hojas en lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green) hidropónica

**Fuente:** Elaboración propia

## 2.5. PESO FRESCO

En el anexo 15 se observa la media de los tratamientos en la variable peso fresco.

**Tabla 23 ANOVA (Análisis de varianza) para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
<b>Tratamientos</b>	2	17.16	8.58	1.01	0.4022	NS
<b>Error</b>	9	76.48	8.50			
<b>Total</b>	11	93.64				

NS = No significativo

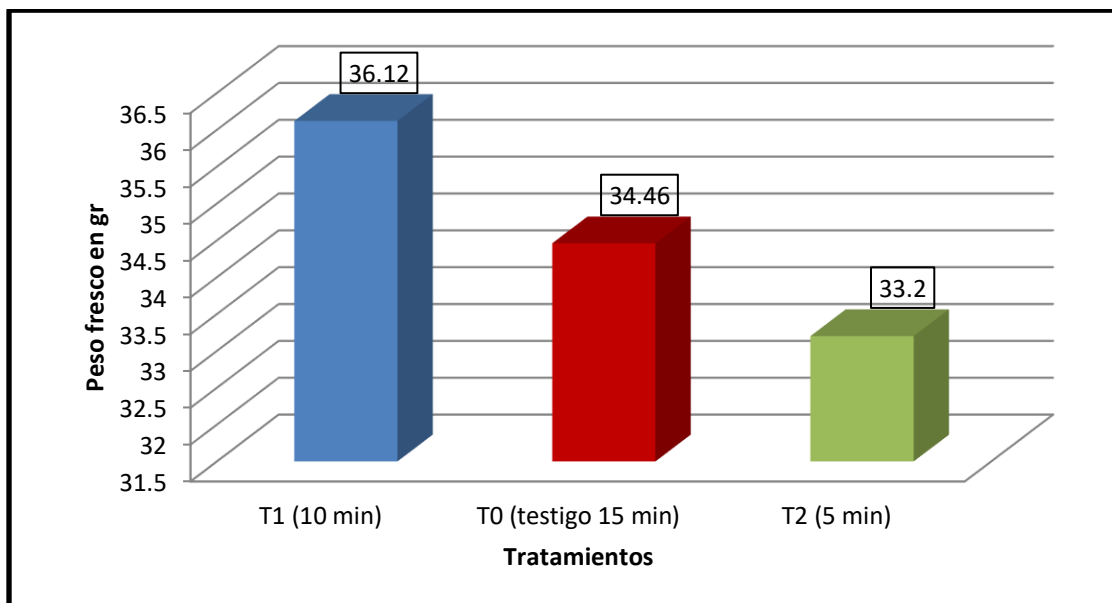
\*= Significativo

CV =8.43%

En la tabla 23 se muestra el ANOVA (Análisis de varianza) en peso fresco para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green a los 14ddt; lo cual no hay diferencia significativa entre los tratamientos T1(10 min), T0 (Testigo 15 min) y T2(5 min), con un coeficiente de variabilidad de 8.43%.

**Tabla 24 Prueba de Tukey para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

Orden	Tratamientos	Peso fresco (gr)	Significación
<b>1</b>	T1(10 min)	36.12	a
<b>2</b>	T0 (Testigo 15 min)	34.46	a
<b>3</b>	T2(5 min)	33.20	a



**Gráfico 10** Se visualiza los resultados obtenidos para peso fresco en lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green) hidropónica

**Fuente:** Elaboración propia

### 3. TERCERA EVALUACIÓN A LOS 21 DDT (SISTEMA NFT)

#### 3.1. ALTURA DE PLANTA

En el anexo 16 se observa la media de los tratamientos en la variable altura de planta.

**Tabla 25** ANOVA (Análisis de varianza) para la altura de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
Tratamientos	2	4.79	2.40	7.03	0.0145	*
Error	9	3.07	0.34			
Total	11	7.86				

NS = No significativo

\*= Significativo

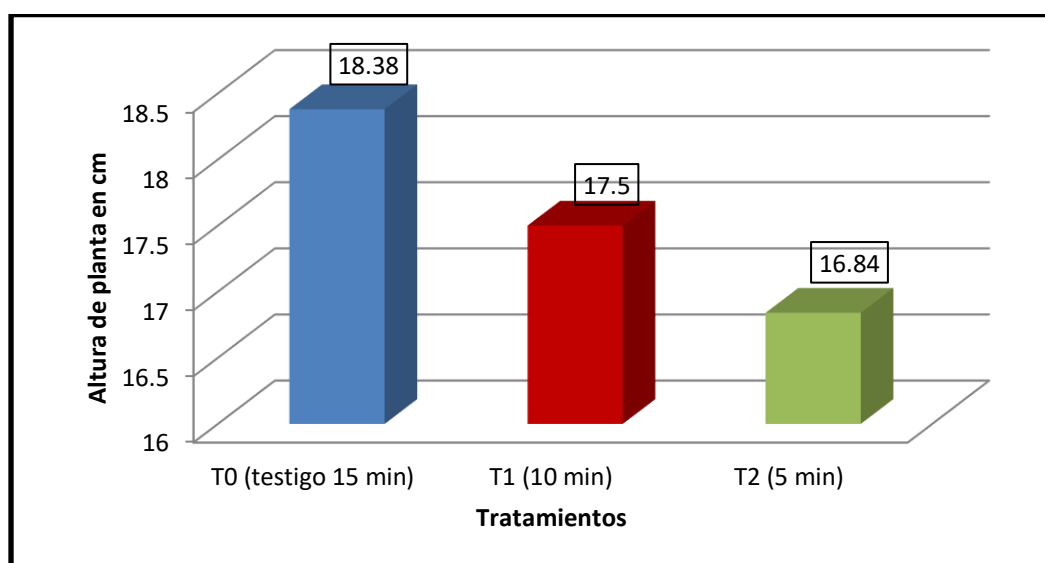
CV =3.32%

En la tabla 25 se visualiza el ANOVA (Análisis de varianza) para altura de planta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green a los 21 ddt de tres frecuencias de riego, con diferencia significativa entre tratamientos, y un nivel de significancia al 0,05 y CV de 3.32%.

**Tabla 26 Prueba de Tukey para altura de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

En la tabla 26 conforme a la Prueba de Tukey para altura de planta se muestra que las frecuencias de riego del T0 (Testigo 15 min) y T1(10 min) representan tamaños semejantes, así como no existe diferencia significativa entre T1(10 min) y T2(5 min), mientras que en el tratamiento T0 (Testigo 15 min) y T2(5 min) representan una diferencia significativa.

Orden	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significación
1	T0 (Testigo 15 min)	18.38	a
2	T1(10 min)	17.50	a b
3	T2(5 min)	16.84	b



**Gráfico 11 Se visualiza los resultados obtenidos para altura de planta en lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green) hidropónica**

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2. DIÁMETRO DE PLANTA

En el anexo 17 se observa la media de los tratamientos en la variable diámetro de planta.

**Tabla 27 ANOVA (Análisis de varianza) para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
<b>Tratamientos</b>	2	0.06	0.03	7.53	0.0120	*
<b>Error</b>	9	0.03	0.004			
<b>Total</b>	11	0.09				

NS = No significativo  
CV =4.40%

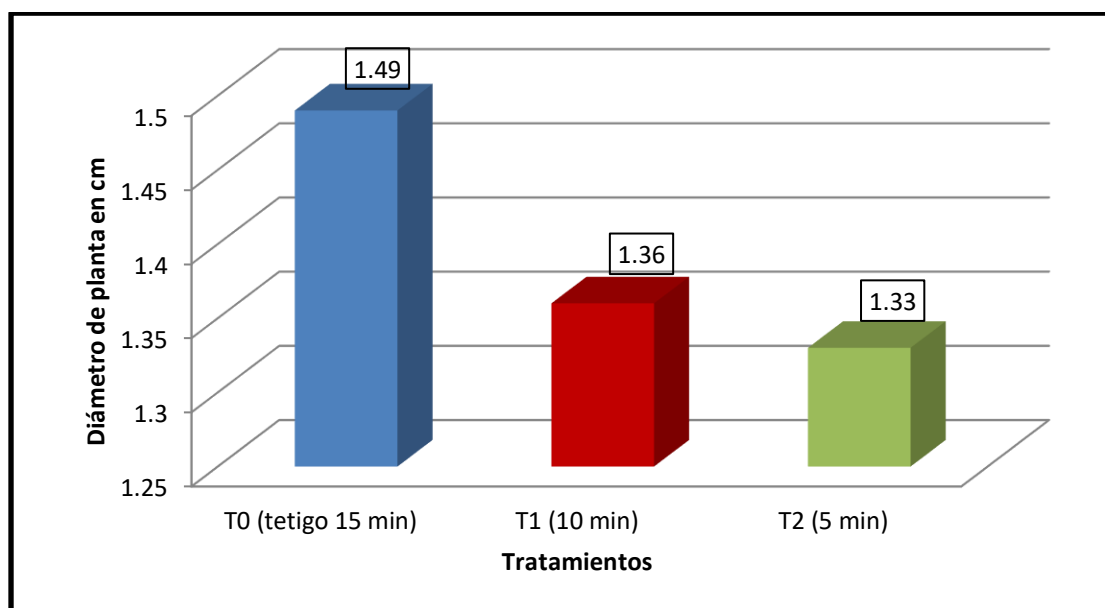
\*= Significativo

En la tabla 27 detalla el ANOVA (Análisis de varianza) en diámetro de planta para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green a los 21ddt; existiendo una diferencia significativa la cual es inferior al nivel de significancia de 0,05, y obteniendo CV de 4.40%.

**Tabla 28 Prueba de Tukey para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

En la tabla 28 muestra la comparación de promedios con la prueba del rango múltiple de Tukey para diámetro de planta, los resultados comprueban que la frecuencia de riego T0 (Testigo 15 min) tiene el mejor promedio y estadísticamente es diferente a las frecuencias T1(10 min) y T2(5 min).

Orden	Tratamientos	Diámetro de planta (cm)	Significación
<b>1</b>	T0 (Testigo 15 min)	1.49	a
<b>2</b>	T1(10 min)	1.36	b
<b>3</b>	T2(5 min)	1.33	b



**Gráfico 12** Se visualiza los resultados obtenidos para diámetro de planta en lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman's Green) hidropónica

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3. LONGITUD DE RAÍCES

En el anexo 18 se observa la media de los tratamientos en la variable longitud de raíz.

**Tabla 29** ANOVA (Análisis de varianza) para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
Tratamientos	2	21.61	10.81	5.10	0.0331	*
Error	9	19.07	2.12			
Total	11	40.69				

NS = No significativo  
CV = 7.59%

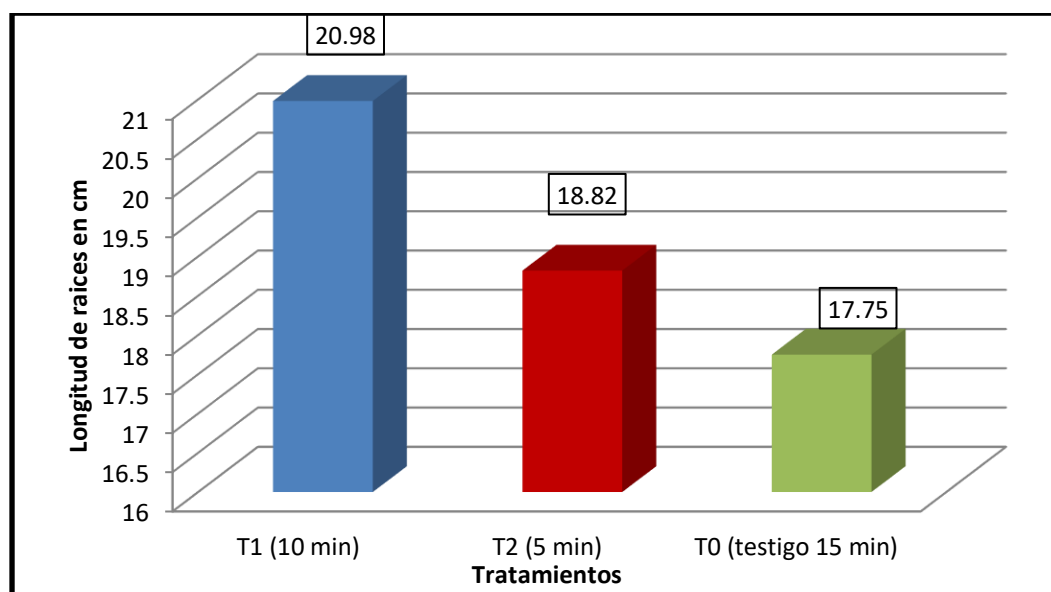
\*= Significativo

En la Tabla 29 se observa el ANOVA (Análisis de Varianza) en la evaluación de longitud de raíces para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green, lo cual existe diferencia significativa a un nivel significativo del 0,05 y CV de 7.59%.

**Tabla 30 Prueba de Tukey para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

En la tabla 30 de acuerdo con la prueba del rango múltiple de Tukey, los resultados indican que en la frecuencia de riego T1(10 min) y T2(5 min) presentan una longitud de raíz similar, al igual que los tratamientos T2(5 min) y T0 (Testigo 15 min), no obstante, la frecuencia de riego T1(10 min) y T0 (Testigo 15 min) muestran la existencia de diferencia estadística significativa al ser comparadas.

Orden	Tratamientos	Longitud de raíces (cm)	Significación
1	T1(10 min)	20.98	a
2	T2(5 min)	18.82	a b
3	T0 (Testigo 15 min)	17.75	b



**Gráfico 13 Se visualiza los resultados obtenidos para longitud de raíces en lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green) hidropónica**

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.4. NÚMERO DE HOJAS

En el anexo 19 se observa la media de los tratamientos para la variable número de hojas.

**Tabla 31 ANOVA (Análisis de varianza) para el número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
<b>Tratamientos</b>	2	5.17	2.59	24.56	0.0002	*
<b>Error</b>	9	0.95	0.11			
<b>Total</b>	11	6.12				

NS = No significativo  
CV =3.18%

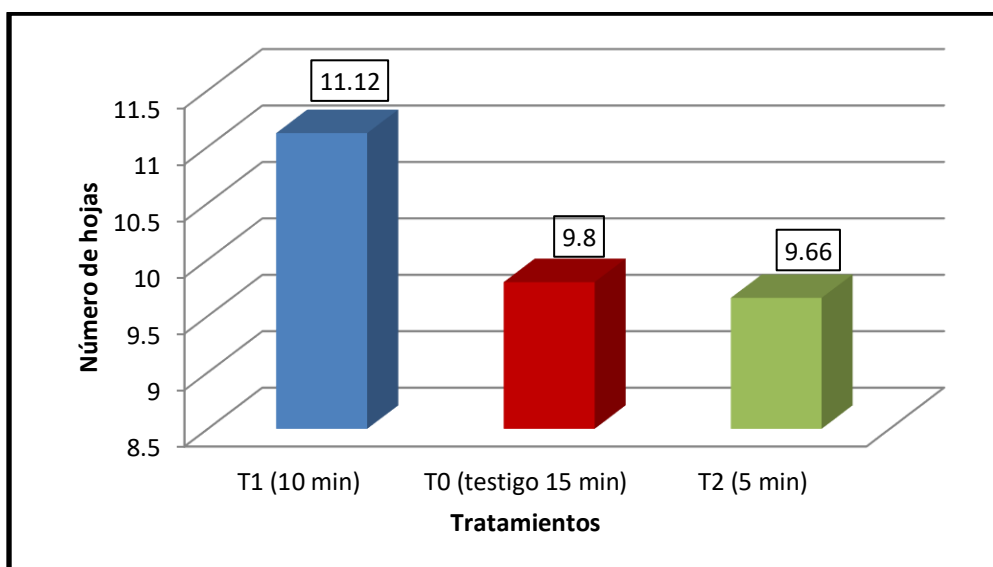
\*= Significativo

En la tabla 31 muestra el ANOVA (Análisis de varianza) para el número de hojas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green a los 21ddt; habiendo diferencia significativa entre las frecuencias de riego, con un coeficiente de variabilidad de 3.18%.

**Tabla 32 Prueba de Tukey para número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

En la tabla 32 acorde con la prueba del rango múltiple de Tukey, se explica los resultados obtenidos en la comparación de medias en número de hojas, siendo la frecuencia de riego T1(10 min) diferente estadísticamente a los tratamientos T0 (Testigo 15 min) y T2(5 min), demostrando diferencia significativa entre tratamientos.

Orden	Tratamientos	Número de hojas	Significación
<b>1</b>	T1(10 min)	11.12	a
<b>2</b>	T0 (Testigo 15 min)	9.80	b
<b>3</b>	T2(5 min)	9.66	b



**Gráfico 14** Se visualiza los resultados obtenidos para número de hojas en lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman's Green) hidropónica

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.5. PESO FRESCO

En el anexo 20 se observa la media de los tratamientos para la variable peso fresco.

**Tabla 33 ANOVA (Análisis de varianza) para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
<b>Tratamientos</b>	2	94	47	4.78	0.0386	*
<b>Error</b>	9	88.55	9.84			
<b>Total</b>	11	182.55				

NS = No significativo

\*= Significativo

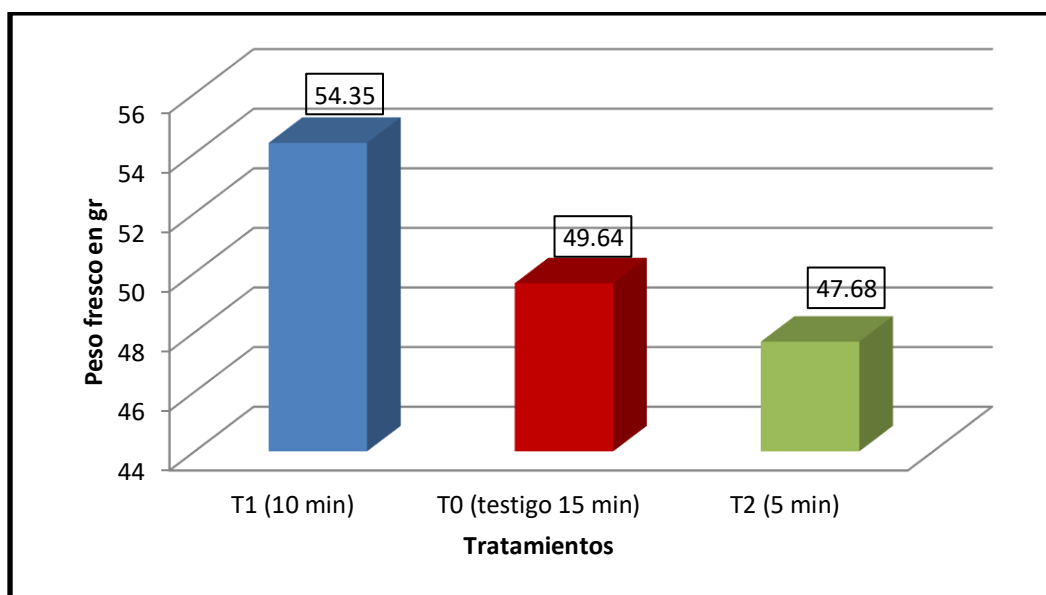
CV =6.20%

En la tabla 33 muestra ANOVA (Análisis de varianza) para peso fresco, en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green a los 21ddt, existiendo diferencia significativa en tratamientos, con un nivel de significancia al 0,05 y CV de 6.20%.

**Tabla 34 Prueba de Tukey para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

En la tabla 34 detalla la comparación de medias con Tukey para peso fresco, se observa que las frecuencias de riego T1(10 min) y T0 (Testigo 15 min) son similares estadísticamente, así como T0 (Testigo 15 min) y T2(5 min) también lo son, sin embargo, se observa diferencia significativa en los tratamientos T1(10 min) y T2(5 min).

Orden	Tratamientos	Peso fresco (gr)	Significación
1	T1(10 min)	54.35	a
2	T0 (Testigo 15 min)	49.64	a b
3	T2(5 min)	47.68	b



**Gráfico 15 Se visualiza los resultados obtenidos para peso fresco en lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green) hidropónica**

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4. CUARTA EVALUACIÓN A LOS 28 DDT (SISTEMA NFT)

##### 4.1. ALTURA DE PLANTA

En el anexo 21 se observa la media de los tratamientos en la variable altura de planta.

**Tabla 35 ANOVA (Análisis de varianza) para altura de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
Tratamientos	2	22.85	11.43	14.39	0.0016	*
Error	9	7.15	0.79			
Total	11	30				

NS = No significativo

\*= Significativo

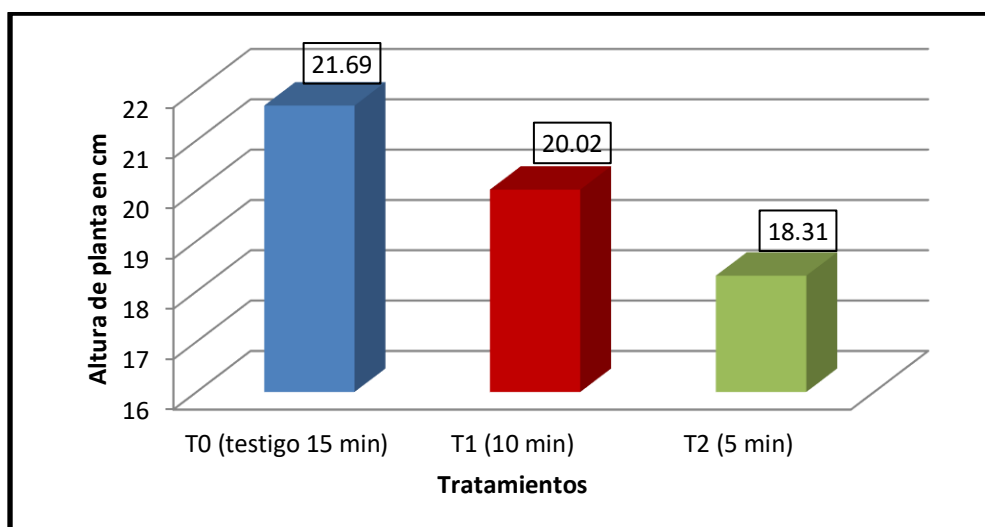
CV =4.45%

La tabla 35 detalla ANOVA (Análisis de varianza) en la variable altura de planta para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green a los 28ddt; existiendo una diferencia significativa la cual es inferior al nivel de significancia de 0,05, y obteniendo un CV de 4.45%.

**Tabla 36 Prueba de Tukey para altura de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

En la tabla 36 conforme con la prueba de Tukey para altura de planta, los tratamientos con las siguientes frecuencias de riego T0 (Testigo 15 min) y T1(10 min) son estadísticamente iguales, así como también T1(10 min) y T2(5 min), En cambio, el T0 (Testigo 15 min) presenta una diferencia significativa con el T2(5 min).

Orden	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significación
1	T0 (Testigo 15 min)	21.69	a
2	T1(10 min)	20.02	a b
3	T2(5 min)	18.31	b



**Gráfico 16** Se visualiza los resultados obtenidos para altura de planta en lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green) hidropónica

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.2. DIÁMETRO DE PLANTA

En el anexo 22 se observa la media de los tratamientos en la variable diámetro de planta.

**Tabla 37** ANOVA (Análisis de varianza) para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
<b>Tratamientos</b>	2	0.07	0.03	1.41	0.2928	NS
<b>Error</b>	9	0.21	0.02			
<b>Total</b>	11	0.28				

NS = No significativo

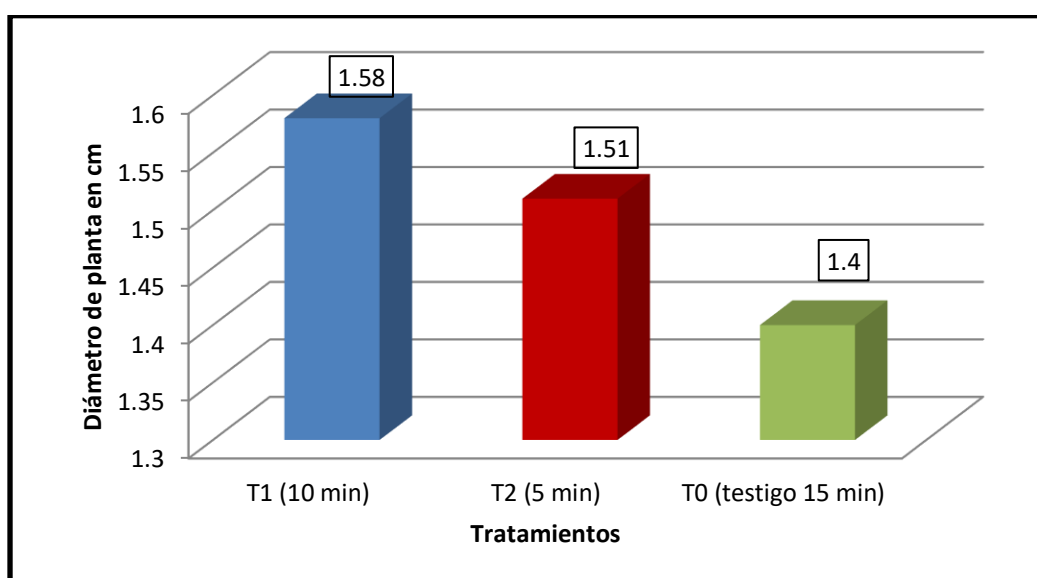
\*= Significativo

CV =10.24%

En la tabla 37 se muestra el ANOVA (Análisis de varianza) en diámetro de planta para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green a los 28ddt; refleja que no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos T1(10 min), T2(5 min) y T0 (Testigo 15 min), siendo el de mayor promedio el tratamiento T1(10 min), con un coeficiente de variabilidad de 10.24%.

**Tabla 38 Prueba de Tukey para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

Orden	Tratamientos	Diámetro de planta (cm)	Significación
1	T1(10 min)	1.58	a
2	T2(5 min)	1.51	a
3	T0 (Testigo 15 min)	1.40	a



**Gráfico 17 Se visualiza los resultados obtenidos para diámetro de planta en lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green) hidropónica**

**Fuente:** Elaboración propia

### 4.3. LONGITUD DE RAÍCES

En el anexo 23 se observa la media de los tratamientos para la variable longitud de raíz.

**Tabla 39 ANOVA (Análisis de varianza) para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
Tratamientos	2	3.45	1.72	1.10	0.3734	NS
Error	9	14.08	1.56			
Total	11	17.53				

NS = No significativo

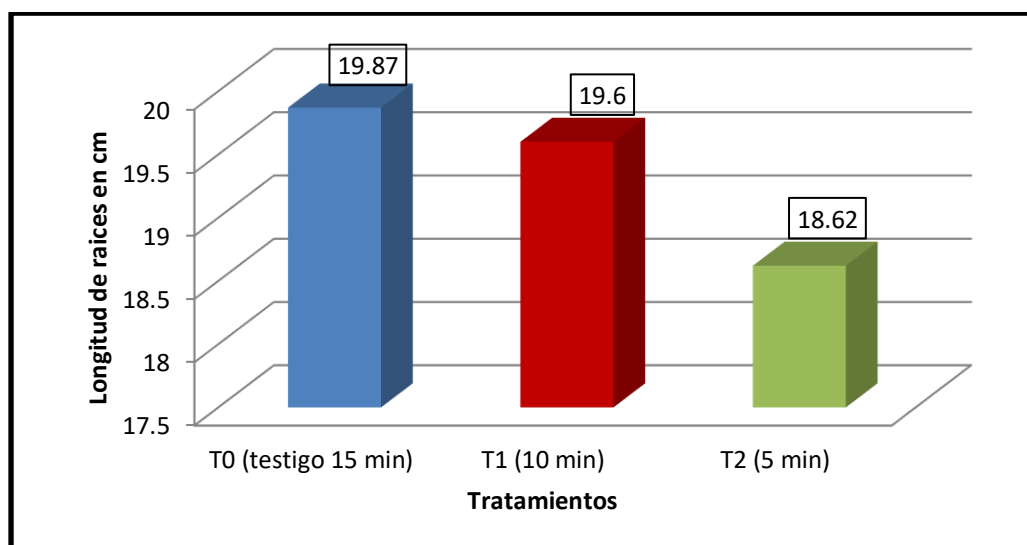
\*= Significativo

CV =6.46%

En la tabla 39 se detalla el ANOVA (Análisis de varianza) donde no existe diferencia significativa entre tratamientos en la variable longitud de raíces para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green a los 28ddt, obteniendo un coeficiente de variabilidad de 6.46%.

**Tabla 40 Prueba de Tukey para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

Orden	Tratamientos	Longitud de raíces (cm)	Significación
1	T0 (Testigo 15 min)	19.87	a
2	T1(10 min)	19.60	a
3	T2(5 min)	18.62	a



**Gráfico 18** Se visualiza los resultados obtenidos en longitud de raíces para lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman's Green) hidropónica

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.4. NÚMERO DE HOJAS

En el anexo 24 se observa la media de los tratamientos en la variable número de hojas.

**Tabla 41 ANOVA (Análisis de varianza) para número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
Tratamientos	2	1.22	0.61	0.56	0.5923	NS
Error	9	9.85	1.09			
Total	11	11.07				

NS = No significativo

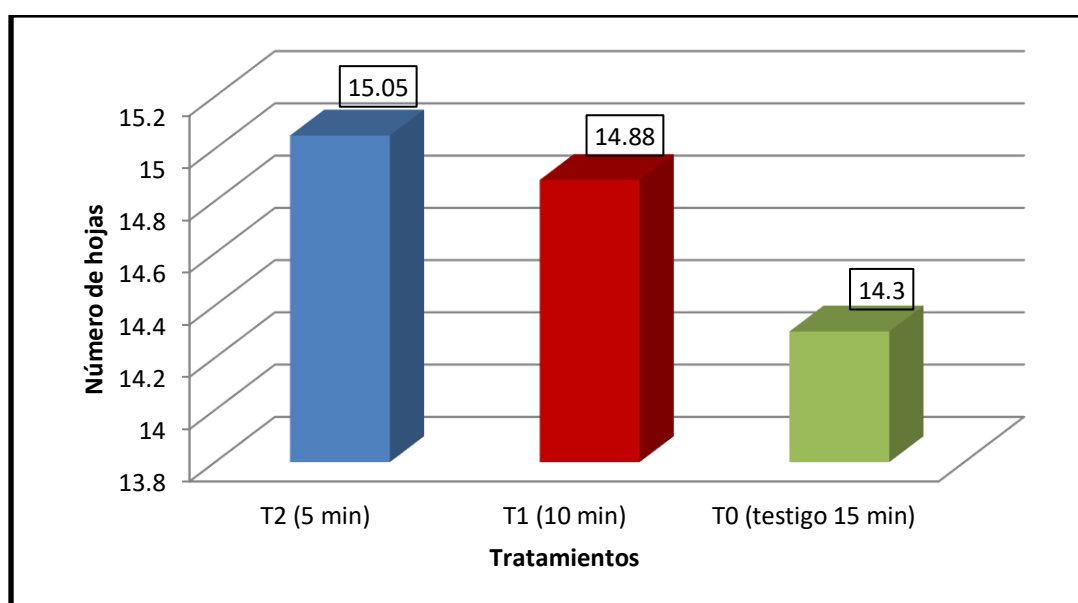
\*= Significativo

CV =7.10%

En la tabla 41 menciona el ANOVA (Análisis de varianza) para número de hojas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green a los 28ddt; no se halló diferencia significativa entre las frecuencias de riego (tratamientos), siendo de mayor promedio T2(5 min); con un coeficiente de variabilidad de 7.10%.

**Tabla 42 Prueba de Tukey para número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

Orden	Tratamientos	Número de hojas	Significación
1	T2(5 min)	15.05	a
2	T1(10 min)	14.88	a
3	T0 (Testigo 15 min)	14.30	a



**Gráfico 19 Se visualiza los resultados obtenidos en número de hojas para lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green) hidropónica**

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.5. PESO FRESCO

En el anexo 25 se observa la media de los tratamientos para la variable peso fresco.

**Tabla 43 ANOVA (Análisis de varianza) para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
Tratamientos	2	61.46	30.73	0.19	0.8271	NS
Error	9	1426.90	158.54			
Total	11	1488.36				

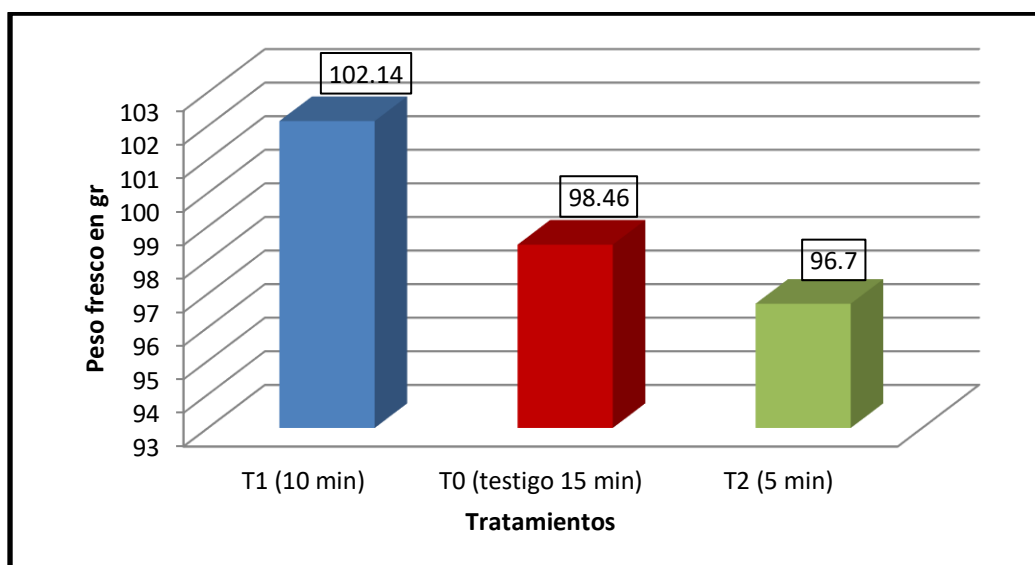
NS = No significativo  
CV =12.71%

\*= Significativo

En la tabla 43 se visualiza el ANOVA (Análisis de Varianza) en altura de planta para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green a los 28ddt de tres frecuencias de riego, lo cual no existe diferencia significativa entre tratamientos T1(10 min), T0 (Testigo 15 min) y T2(5 min), considerando un nivel de significancia al 0,05 y CV de 12.71%.

**Tabla 44 Prueba de Tukey para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

Orden	Tratamientos	Peso fresco (gr)	Significación
1	T1(10 min)	102.14	a
2	T0 (Testigo 15 min)	98.46	a
3	T2(5 min)	96.7	a



**Gráfico 20** Se visualiza los resultados obtenidos en peso fresco para lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green) hidropónica

**Fuente:** Elaboración propia

## 5. QUINTA EVALUACIÓN A LOS 35 DDT (SISTEMA NFT)

### 5.1. ALTURA DE PLANTA

En el anexo 26 se observa la media de los tratamientos en la variable altura de planta.

**Tabla 45 ANOVA (Análisis de Varianza) para altura de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
<b>Tratamientos</b>	2	39.06	19.53	21.08	0.0004	*
<b>Error</b>	9	8.34	0.93			
<b>Total</b>	11	47.40				

NS = No significativo  
CV =4.09%

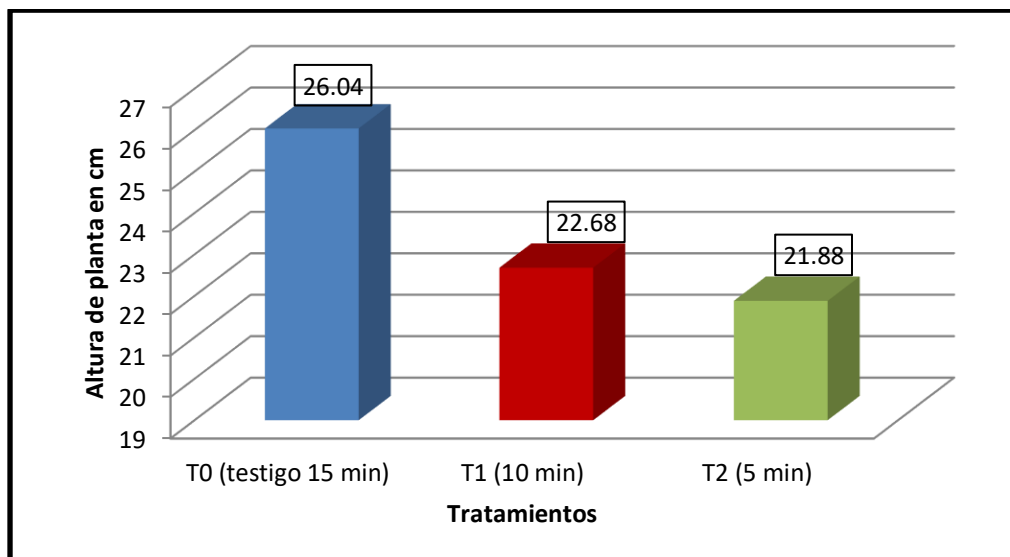
\*= Significativo

En la tabla 45 se observa el ANOVA (Análisis de Varianza) en altura de planta para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green a los 35ddt; habiendo diferencia significativa entre las frecuencias de riego, con un coeficiente de variabilidad de 4.09%.

**Tabla 46 Prueba de Tukey para altura de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

En la tabla 46 de acuerdo con la prueba de Tukey, se explica los resultados obtenidos en la comparación de promedios para altura de planta, siendo la frecuencia de riego T0 (Testigo 15 min) diferente estadísticamente a los tratamientos T1(10 min) y T2(5 min), demostrando diferencia significativa entre tratamientos.

Orden	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significación
1	T0 (Testigo 15 min)	26.04	a
2	T1(10 min)	22.68	b
3	T2(5 min)	21.88	b



**Gráfico 21** Se visualiza los resultados obtenidos en altura de planta para lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman's Green) hidropónica

**Fuente:** Elaboración propia

## 5.2. DIÁMETRO DE PLANTA

En el anexo 27 se observa la media de los tratamientos en la variable diámetro de planta.

**Tabla 47 ANOVA (Análisis de Varianza) para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
<b>Tratamientos</b>	2	1.74	0.87	396.60	<.0001	*
<b>Error</b>	9	0.02	0.002			
<b>Total</b>	11	1.76				

**NS = No significativo**

**\*= Significativo**

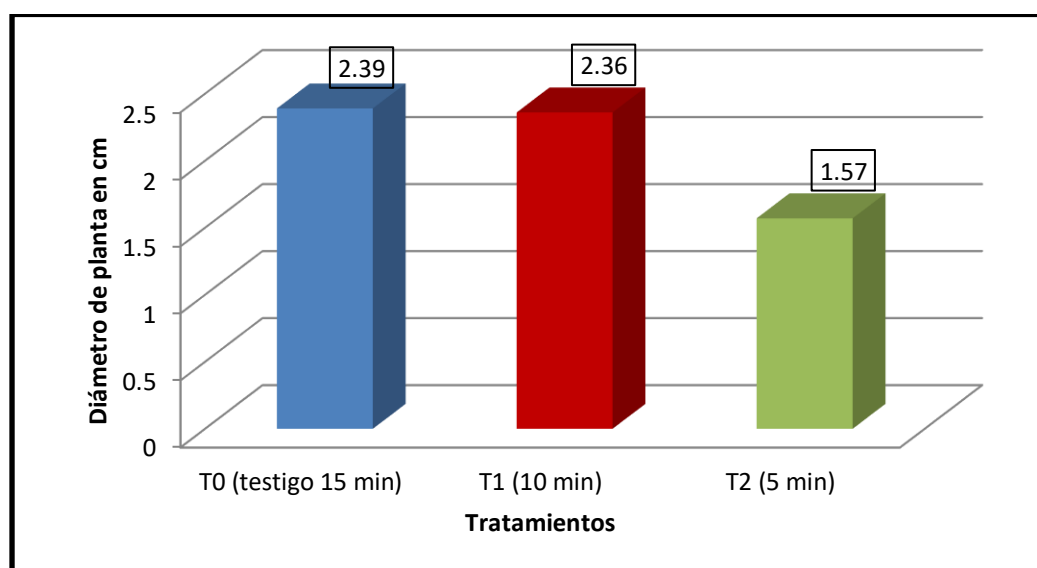
**CV =2.22%**

En la tabla 47 el ANOVA (Análisis de Varianza) para diámetro de la planta se visualiza que la significación es inferior a 5%, por esta razón existe significancia entre tratamientos siendo T2(5 min) el cual tuvo comportamiento distinto estadísticamente a T0 (Testigo 15 min) y T1(10 min), con un coeficiente de variabilidad de 2.22%.

**Tabla 48 Prueba de Tukey para diámetro de planta (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

En la tabla 48 acorde con la prueba de rango múltiple de Tukey, para diámetro de planta a los 35ddt, se visualiza que los tratamientos con frecuencias de riego T0 (Testigo 15 min) y T1(10 min) presentan valores semejantes, sin embargo, se demuestra diferencia significativa con el tratamiento T2(5 min).

Orden	Tratamientos	Diámetro de planta (cm)	Significación
1	T0 (Testigo 15 min)	2.39	a
2	T1(10 min)	2.36	a
3	T2(5 min)	1.57	b



**Gráfico 22 Se visualiza los resultados obtenidos en diámetro de planta para lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green) hidropónica**

**Fuente:** Elaboración propia

### 5.3. LONGITUD DE RAÍCES

En el anexo 28 se observa la media de los tratamientos en la variable longitud de raíz.

**Tabla 49 ANOVA (Análisis de Varianza) para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
Tratamientos	2	5.03	2.52	1.02	0.3990	NS
Error	9	22.23	2.47			
Total	11	27.26				

NS = No significativo

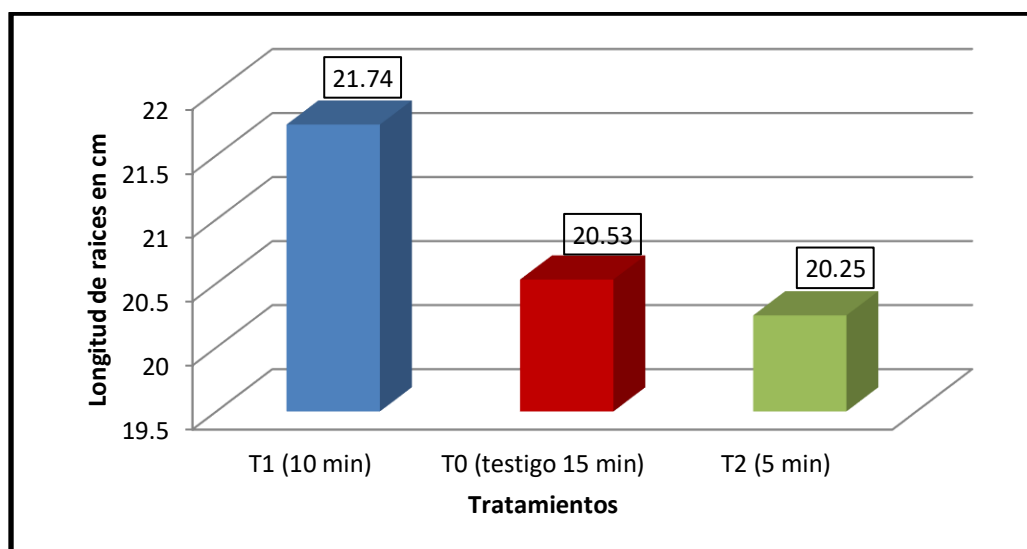
\*= Significativo

CV =7.54%

En la tabla 49 se muestra que el valor es mayor al nivel de significancia a 5%, lo cual demuestra que no hay diferencia significativa entre tratamientos T1(10 min), T0 (Testigo 15 min) y T2(5 min), siendo de mayor promedio T1(10 min), con un coeficiente de variabilidad de 7.54%.

**Tabla 50 Prueba de Tukey para longitud de raíces (cm), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

Orden	Tratamientos	Longitud de raíces (cm)	Significación
1	T1(10 min)	21.74	a
2	T0 (Testigo 15 min)	20.53	a
3	T2(5 min)	20.25	a



**Gráfico 23** Se visualiza los resultados obtenidos en longitud de raíces para lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green) hidropónica

**Fuente:** Elaboración propia

#### 5.4. NÚMERO DE HOJAS

En el anexo 29 se observa la media de los tratamientos en la variable número de hojas.

**Tabla 51** Análisis de varianza (ANOVA) para número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig,
<b>Tratamientos</b>	2	9.78	4.89	21.59	0.0004	*
<b>Error</b>	9	2.04	0.23			
<b>Total</b>	11	11.82				

NS = No significativo

\*= Significativo

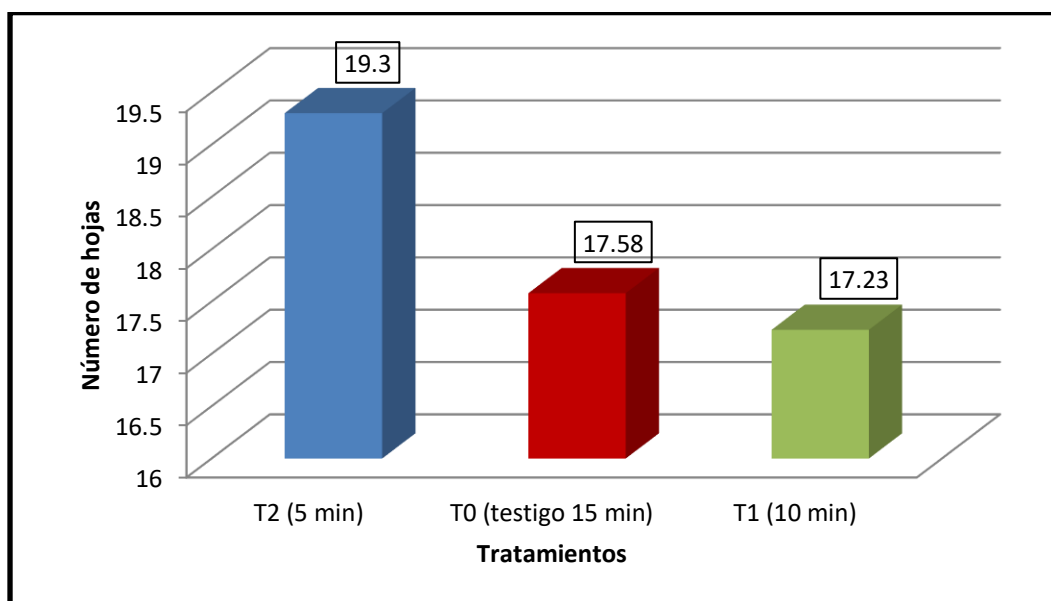
CV =2.64%

En la tabla 51 detalla ANOVA (Análisis de varianza) en número de hojas para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green a los 35ddt; existiendo una diferencia significativa la cual es inferior al nivel de significancia de 0,05, y obteniendo un CV de 2.64%.

**Tabla 52 Prueba de Tukey para número de hojas, en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

En la tabla 52 muestra la comparación de promedios con la prueba de rango múltiple de Tukey en número de hojas, los resultados comprueban que la frecuencia de riego T2(5 min) tiene el mejor promedio y estadísticamente es diferente a las frecuencias T0 (Testigo 15 min) y T1(10 min).

Orden	Tratamientos	Número de hojas	Significación
1	T2(5 min)	19.30	a
2	T0 (Testigo 15 min)	17.58	b
3	T1(10 min)	17.23	b



**Gráfico 24 Se visualiza los resultados obtenidos en número de hojas para lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green) hidropónica**

**Fuente:** Elaboración propia

### 5.5. PESO FRESCO

En el anexo 30 se observa la media de los tratamientos en la variable peso fresco.

**Tabla 53 ANOVA (Análisis de varianza) para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
<b>Tratamientos</b>	2	745.76	372.88	3.26	0.0864	NS
<b>Error</b>	9	1030.97	114.55			
<b>Total</b>	11	1776.73				

NS = No significativo

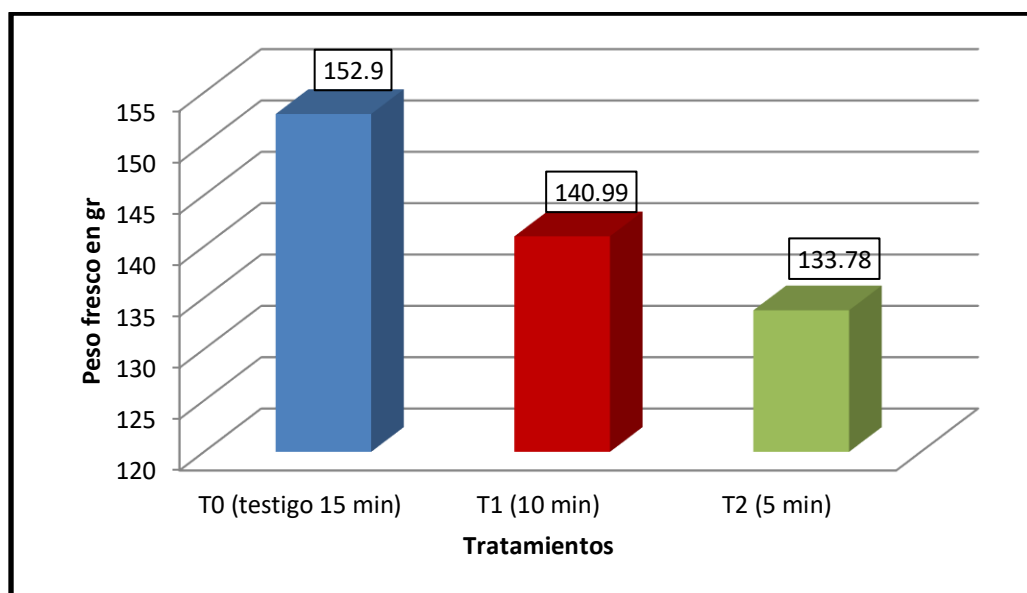
\*= Significativo

CV =7.51%

En la tabla 53 se detalla ANOVA (Análisis de varianza) donde no existe diferencia significativa entre tratamientos en la variable peso fresco para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green a los 35ddt, obteniendo un coeficiente de variabilidad de 7.51%.

**Tabla 54 Prueba de Tukey para peso fresco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

Orden	Tratamientos	Peso fresco (gr)	Significación
1	T0 (Testigo 15 min)	152.90	a
2	T1(10 min)	140.99	a
3	T2(5 min)	133.78	a



**Gráfico 25** Se visualiza los resultados obtenidos en peso fresco para lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman's Green) hidropónica

**Fuente:** Elaboración propia

## 6. PESO SECO

En el anexo 31 se observa la media de los tratamientos en la variable peso seco (gr).

**Tabla 55 ANOVA (Análisis de varianza) para peso seco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
Tratamientos	2	0.34	0.17	0.26	0.7772	NS
Error	9	5.84	0.65			
Total	11	6.18				

NS = No significativo

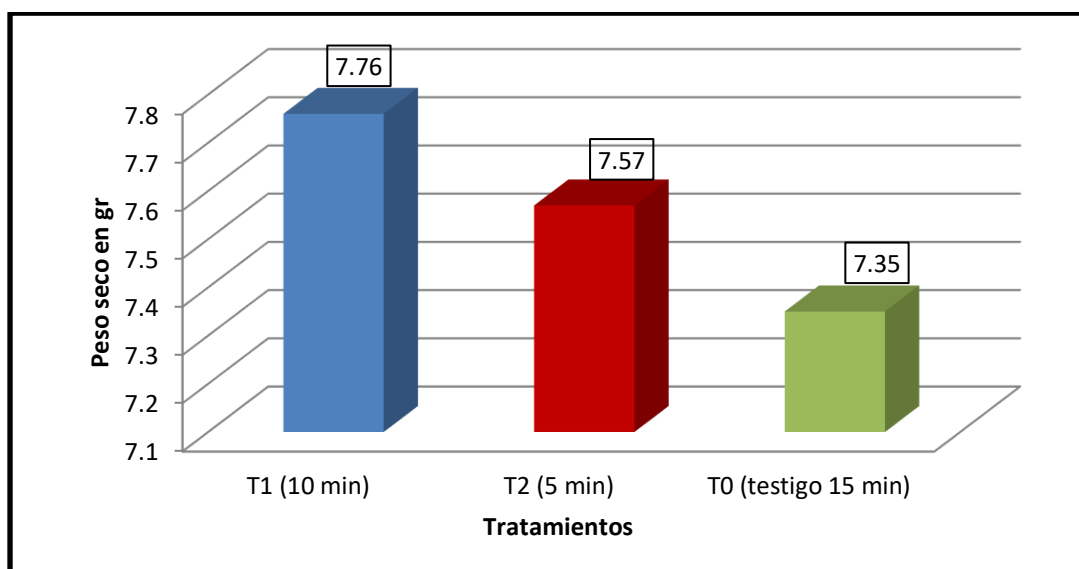
\*= Significativo

CV =10.66%

En la tabla 55 se observa ANOVA (Análisis de varianza) para peso seco en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green a los 35ddt, no se encontró diferencia significativa en los tratamientos T1(10 min), T2(5 min) y T0 (Testigo 15 min), ya que estadísticamente tuvieron conductas similares.

**Tabla 56 Prueba de Tukey para peso seco (gr), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

Orden	Tratamientos	Peso seco (gr)	Significación
1	T1(10 min)	7.76	a
2	T2(5 min)	7.57	a
3	T0 (Testigo 15 min)	7.35	a



**Gráfico 26** Se visualiza los resultados obtenidos en peso seco para lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green) hidropónica

**Fuente:** Elaboración propia

## 7. PORCENTAJE DE MATERIA SECA

En el anexo 32 se observa los Porcentajes (%) en materia seca para los tratamientos.

**Tabla 57 ANOVA (Análisis de varianza) para porcentaje de materia seca (%), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

F. V	G. L	S.C	C.M	F.C	Pr > F	Sig.
<b>Tratamientos</b>	2	1.45	0.73	14.03	0.0017	*
<b>Error</b>	9	0.47	0.05			
<b>Total</b>	11	1.92				

NS = No significativo

\*= Significativo

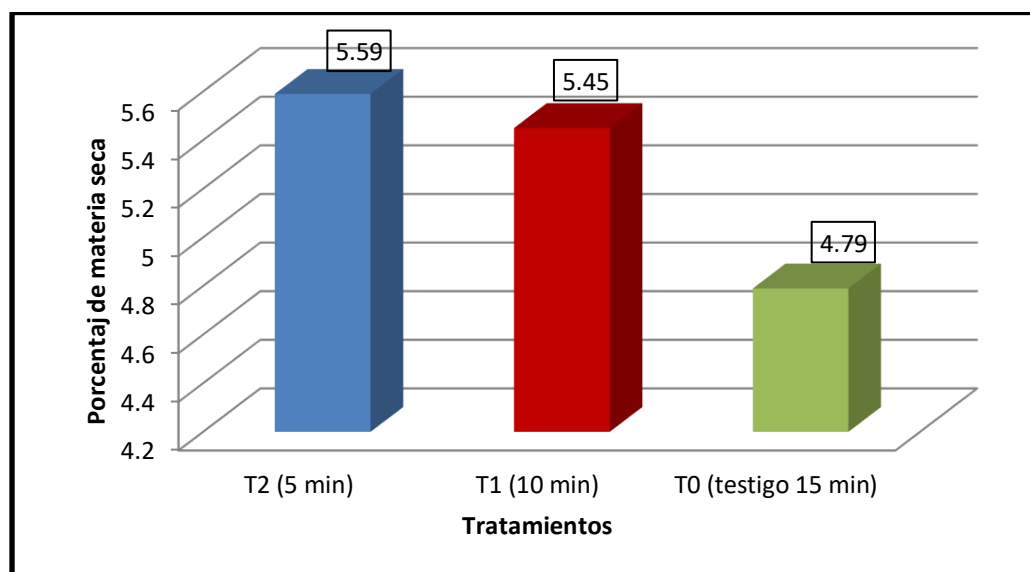
CV =4.31%

En la tabla 57 detalla ANOVA (Análisis de varianza) en porcentajes de materia seca para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green a los 35ddt, existiendo una diferencia significativa la cual es inferior al nivel de significancia de 0,05 y obteniendo un CV de 4.31%.

**Tabla 58 Prueba de Tukey para porcentaje de materia seca (%), en comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

En la tabla 58 acorde con la prueba de rango múltiple de Tukey, se explica los resultados obtenidos en comparación de medias para materia seca, siendo la frecuencia de riego T0 (Testigo 15 min) diferente estadísticamente a los tratamientos T2(5 min) y T1(10 min), demostrando diferencia significativa entre tratamientos.

Orden	Tratamientos	Porcentaje de materia seca (%)	Significación
1	T2(5 min)	5.59	a
2	T1(10 min)	5.45	a
3	T0 (Testigo 15 min)	4.79	b



**Gráfico 27 Se visualiza los resultados obtenidos en porcentaje de materia seca para lechuga (*Lactuca sativa* var. Waldman´s Green) hidropónica**

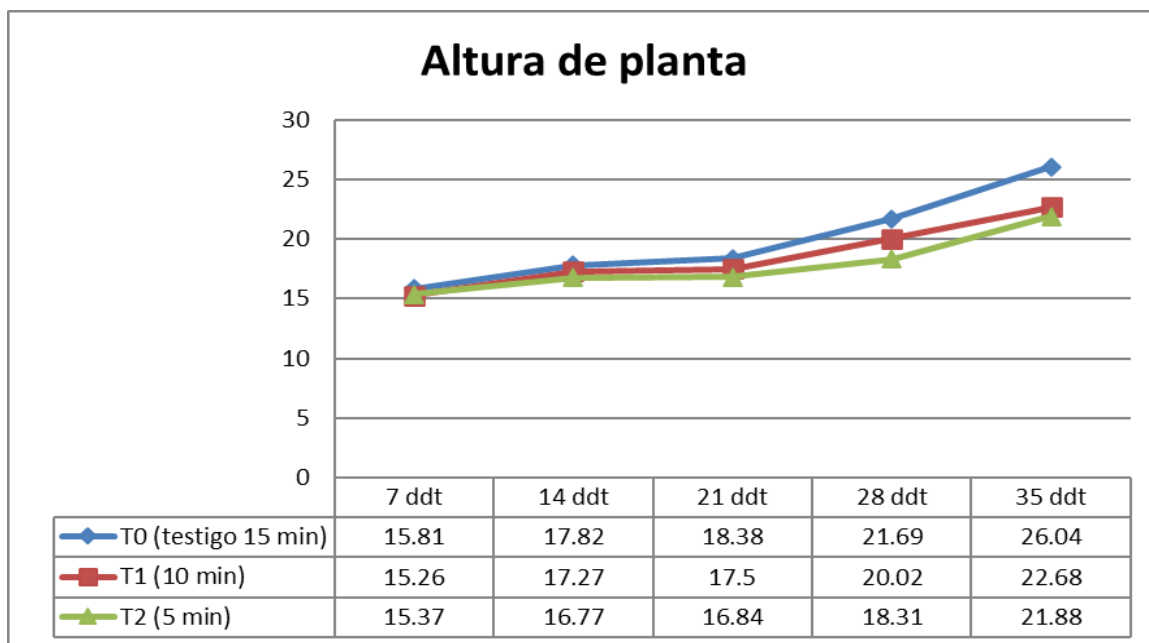
**Fuente:** Elaboración propia

## CUADRO RESUMEN DE EVALUACIONES

**Tabla 59** Cuadro resumen de evaluaciones

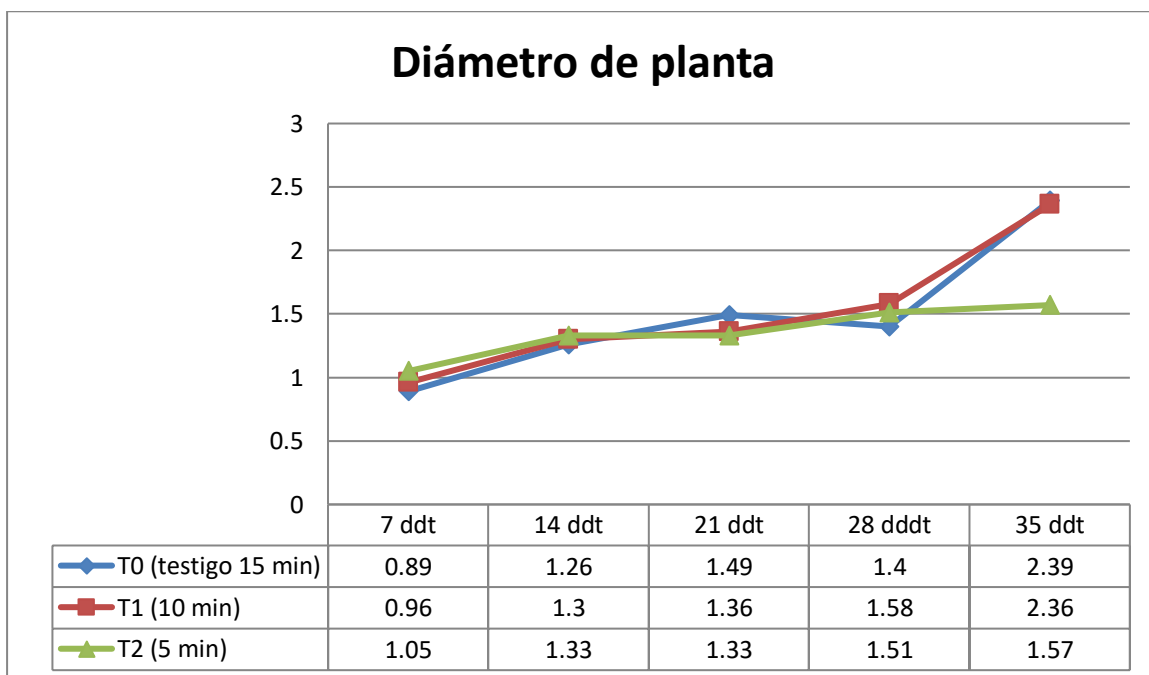
Variable	Tratamiento	7DDT			14DDT			21DDT			28DDT			35DDT		
ALTURA DE PLANTA (cm)	T0 (Testigo)	15.81	a		17.82	a		18.38	a		21.69	a		26.04	a	
	T1(10 min)	15.26		b	17.27	a		17.50	a	b	20.02	a	b	22.68		b
	T2 (5 min)	15.37	a	b	16.77	a		16.84		b	18.31		b	21.88		b
DIÁMETRO DE PLANTA (cm)	T0 (Testigo)	0.89		b	1.26	a		1.49	a		1.40	a		2.39	a	
	T1(10 min)	0.96		b	1.30	a		1.36		b	1.58	a		2.36	a	
	T2 (5 min)	1.05	a		1.33	a		1.33		b	1.51	a		1.57		b
LONGITUD DE RAÍCES (cm)	T0 (Testigo)	17.56	a		20.16	a		17.75		b	19.87	a		20.53	a	
	T1(10 min)	16.56	a		19.85	a		20.98	a		19.60	a		21.74	a	
	T2 (5 min)	16.58	a		19.04	a		18.82	a	b	18.62	a		20.25	a	
NÚMERO DE HOJAS	T0 (Testigo)	7.93	a		10.49	a		9.80		b	14.30	a		17.58		b
	T1(10 min)	8.49	a		11.08	a		11.12	a		14.88	a		17.23		b
	T2 (5 min)	7.76	a		10.14	a		9.66		b	15.05	a		19.30	a	
PESO FRESCO (gr)	T0 (Testigo)	19.31	a	b	34.36	a		49.64	a	b	98.46	a		152.90	a	
	T1(10 min)	19.68	a		36.12	a		54.35	a		102.14	a		140.99	a	
	T2 (5 min)	17.74		b	33.20	a		47.68		b	96.70	a		133.78	a	
PESO SECO (gr)	T0 (Testigo)													7.35	a	
	T1(10 min)													7.76	a	
	T2 (5 min)													7.57	a	
%MATERIA SECA	T0 (Testigo)													4.79	a	
	T1(10 min)													5.45	a	
	T2 (5 min)													5.59		b

**Fuente:** Elaboración propia



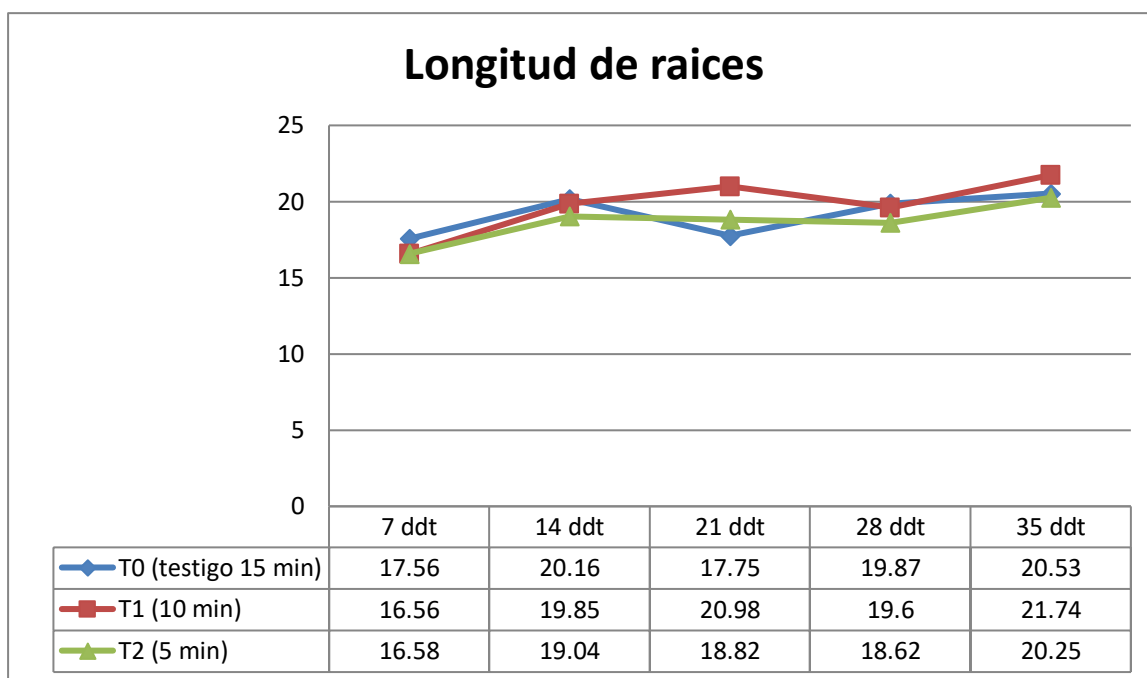
**Gráfico 28** Se visualiza los resultados obtenidos de las 5 evaluaciones en altura de planta (cm) para lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green

**Fuente:** Elaboración propia



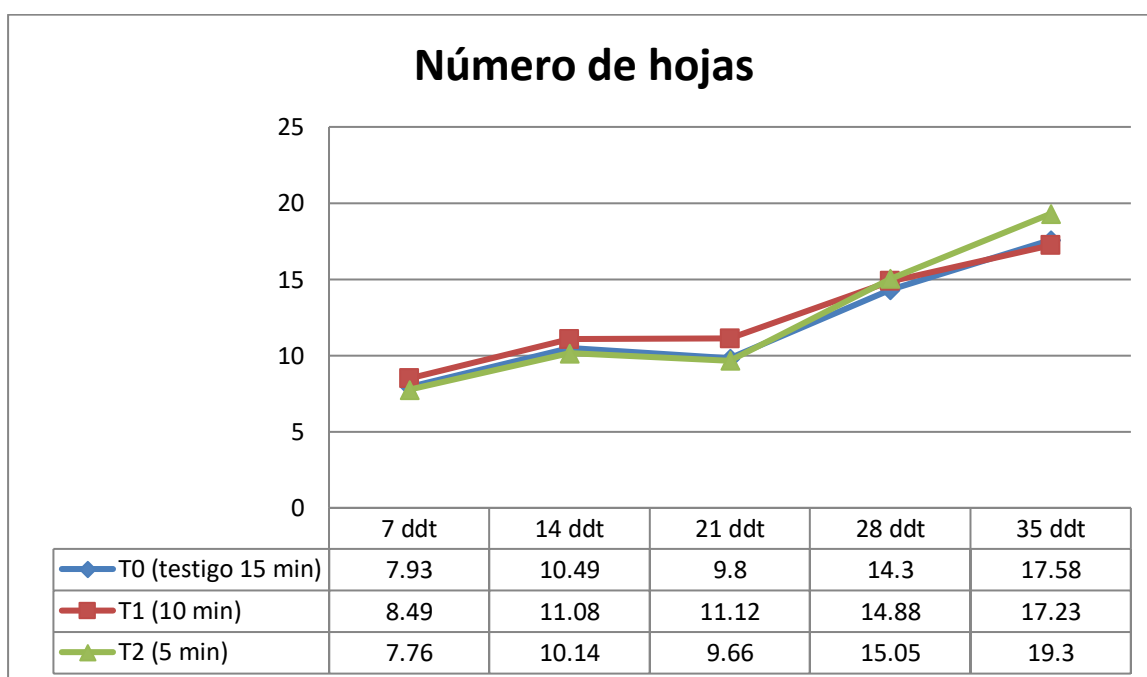
**Gráfico 29** Se visualiza los resultados obtenidos de las 5 evaluaciones en diámetro de planta (cm) para lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green

**Fuente:** Elaboración propia



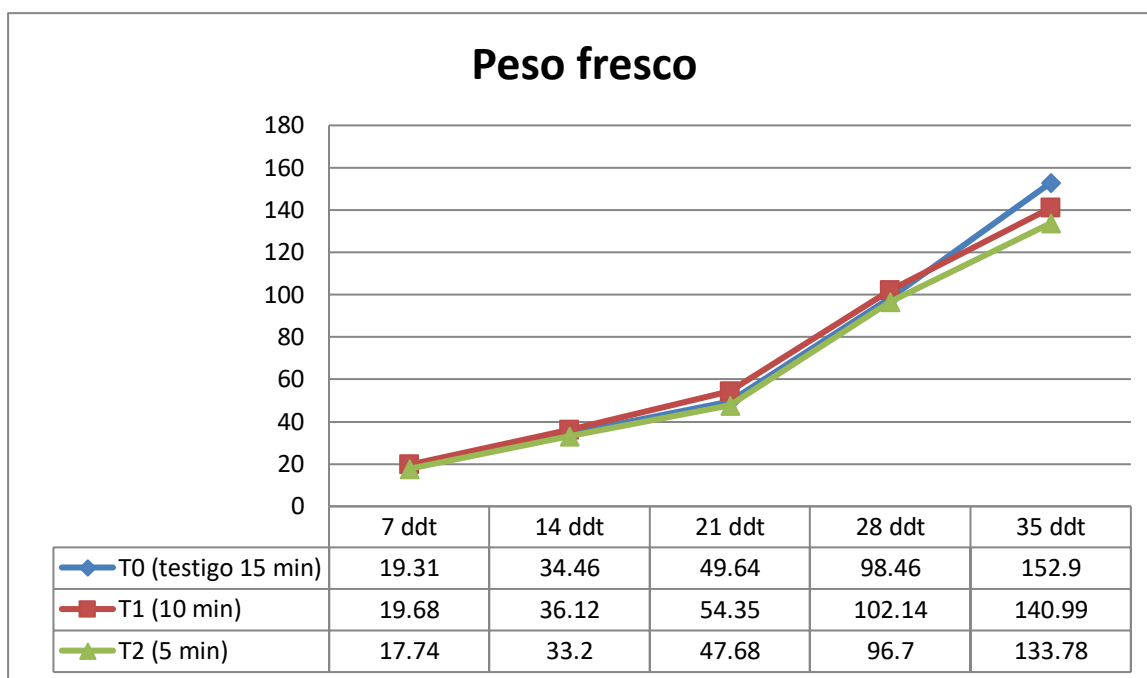
**Gráfico 30** Se visualiza los resultados obtenidos de las 5 evaluaciones en longitud de raíces (cm) para lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green

Fuente: Elaboración propia



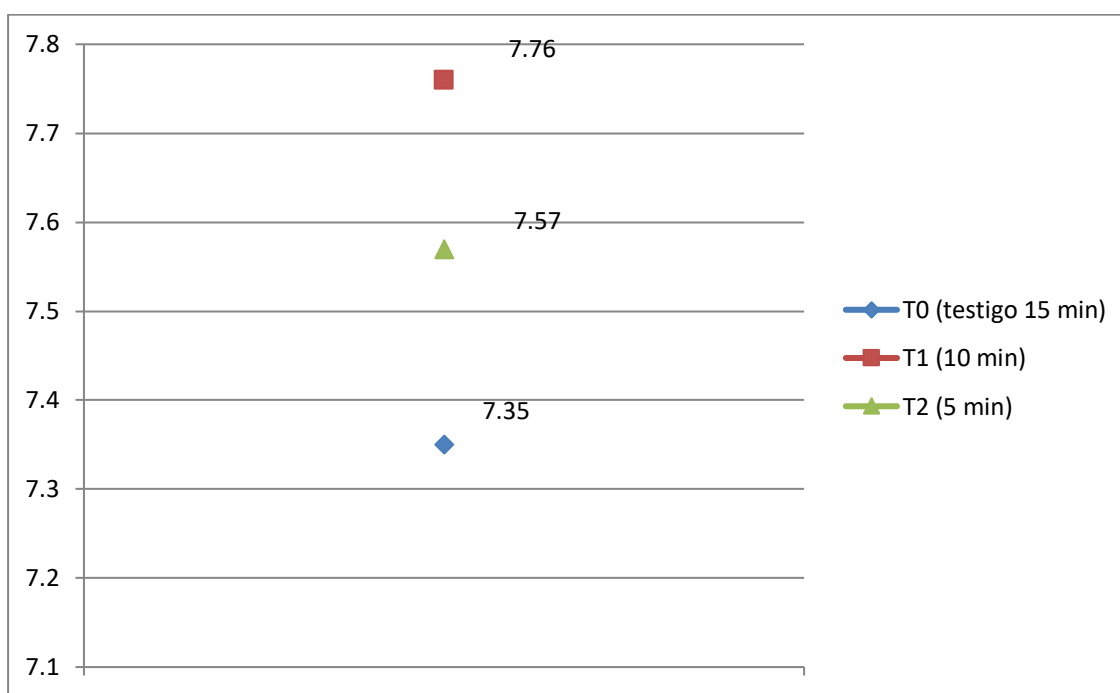
**Gráfico 31** Se visualiza los resultados obtenidos de las 5 evaluaciones en número de hojas para lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green

Fuente: Elaboración propia



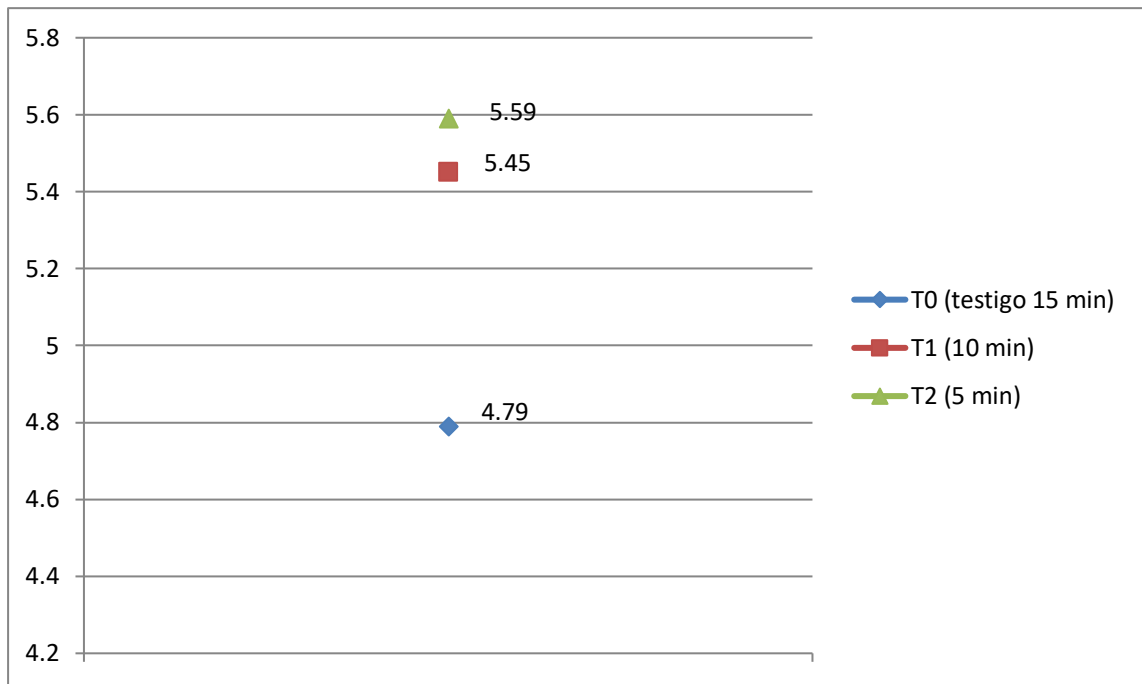
**Gráfico 32** Se visualiza los resultados obtenidos de las 5 evaluaciones en peso fresco (gr) para lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green

**Fuente:** Elaboración propia



**Gráfico 33** Se visualiza los resultados obtenidos de la variable peso seco (gr) para lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman´s Green

**Fuente:** Elaboración propia



**Gráfico 34** Se visualiza los resultados obtenidos de la variable porcentaje de materia seca (%) para lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green

**Fuente:** Elaboración propia

## DISCUSIÓN

**Evaluar características en crecimiento y desarrollo de la lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green, en el distrito de Paucarpata, Arequipa- 2022.**

### **Altura de planta**

Según ANOVA, el valor mínimo de CV fue de 1,68% y el máximo de 4,45% con referencia a las 5 evaluaciones en campo, con la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% ( $p < 0,05$ ) de significancia, se halló diferencia estadística entre tratamientos a los 7ddt, 21ddt, 28ddt y 35ddt y no a los 14ddt, esto se puede deber a los cambios fisiológicos de la planta.

Arcos et al. (2011) en su investigación Evaluación de dos sustratos y dosis de fertilización en condiciones hidropónicas bajo invernadero en lechuga (*Lactuca Sativa* L). mencionan que "el crecimiento de la altura de la planta es dependiente a la cantidad de agua y nutrientes que pueda aportar", obteniendo los mejores resultados en altura de planta con 17.94 cm y 18.97 cm, En el presente trabajo de investigación demuestra que en el tratamiento T2 (5 minutos) se obtiene una altura de 21.88 cm, es decir 3.94 cm adicional a lo mencionado por Arcos; en el caso de T1 (10 minutos) con 22.68 cm. Esto se debió a que la planta pudo aprovechar mayor disponibilidad de agua y nutrientes, obteniendo mejores valores comparados a la investigación de Arcos, Benavides y Rodríguez en el 2011.

En el grafico 29 se observa que el T0 (testigo 15 minutos) mostro desde los 7ddt hasta los 35ddt en las evaluaciones un crecimiento constante sin presentar descenso, sobresaliendo frente al T1 y T2, esto determina que T0 (15 minutos) proporcione las mejores condiciones para la variable altura de planta.

### Diámetro de planta

Según ANOVA, el valor mínimo de CV fue de 2,22% y el máximo de 10.37% de 5 evaluaciones, con la prueba de rango múltiple Tukey al 5% ( $p < 0,05$ ) de significancia, se halló diferencia estadística entre tratamientos a los 7ddt, 21ddt y 35ddt, mas no a los 14ddt y 28ddt. Es probable que esto se deba a el aumento de estrés hídrico en la planta.

Yarasca (2017) menciona que "el crecimiento de las plantas tanto en altura como en el diámetro son dependientes de la cantidad de nutriente, agua y aire suministrados a las raíces". En el gráfico 30 se observa el T2 (5 minutos) es superior a los 7ddt y 14ddt, posteriormente es superado a los 21ddt, 28ddt y 35ddt. Siendo el mejor a los 35ddt el T0 (testigo 15 minutos) con 2.39 cm por una mínima diferencia con el **T1 (10 minutos) fue de 2.36 cm** y por último T2(5 minutos) con 1.57 cm., esto determina que, a menor circulación de agua y nutrientes, mayor es la disponibilidad de estos para la planta.

### Longitud de raíz

Según ANOVA, el valor mínimo de CV fue de 4.27% y el máximo valor de 7.59% de 5 evaluaciones, con la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% ( $p < 0,05$ ) de significancia, se halló diferencia estadística entre tratamientos a los 21ddt, sin embargo, no se encontró significancia a los 7ddt, 14ddt, 28ddt y 35ddt, podría ser por las alteraciones de temperatura ambiental y Humedad Relativa.

Fuentes y Fuentes (2019) en su investigación Efecto de frecuencias de riego por bombeo periférico en la producción hidropónica de lechuga (*Lactuca sativa L*) en condiciones de invernadero en la provincia de Acobamba. Menciona que "a mayor circulación en tiempo del agua con nutrientes se lograba mayor oxigenación el cual permite que las plantas se desarrollen mejor, además se evita que sufra los efectos de la mayor temperatura", obteniendo los mejores resultados con la frecuencia de riego T1 (30 minutos) con 32cm , Los valores obtenidos en el presente trabajo a los 35ddt se observa **que T1 (10 minutos) obtuvo el mejor resultado con 21.74 cm**, seguido de T0 (testigo 15 minutos) con 20.53 cm y por ultimo T2 (5 minutos) con 20.25 cm, esto quiere decir que los resultados coinciden con la investigación de Fuentes y Fuentes en el 2019.

En el gráfico 31 se observa que el T0 (testigo 15 minutos) testigo tiene un crecimiento de raíz constante a los 7ddt y 14ddt de 17.56cm y de 20.16cm respectivamente, pero luego baja a los 21ddt a 17.75cm siendo superado por el T1 (10 minutos) con 20.98cm, para luego a los 28ddt el T0 (testigo 15 minutos) se eleva a 19.87cm.

### Número de hojas

Según ANOVA, el valor mínimo de CV fue de 2,64% y el máximo valor de 9,94% de 5 evaluaciones, con la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% ( $p < 0,05$ ) de significancia, se halló diferencia estadística entre tratamientos a los 21ddt y 35ddt, a excepción de los 7ddt, 14ddt y 28ddt, es probable que algunos factores que afectan el crecimiento de la planta, como la disponibilidad de nutrientes y luz.

Yarasca (2017) En su trabajo de investigación Evaluación del crecimiento de variedades de *Lactuca sativa l.* (lechuga) en el sistema hidropónico por la técnica película de nutriente (NFT) implementado en el vivero de la UAP - Huancayo.”, muestran mejores resultados en la primera y tercera pruebas experimentales con características de CE1, Q1 y CE2, Q1, respectivamente, con un promedio de hojas de 25 en ambos casos. En el presente trabajo de investigación, específicamente en el gráfico 32 se observa que el T1 (10 minutos) a los 7ddt, 14ddt y 21ddt sobresale con 8.49 hojas, 11.08 hojas y 11.12 hojas respectivamente, superando a los siguientes tratamientos, T0 (testigo 15 minutos) y el T2 (5 minutos), posteriormente a los 28ddt y 35ddt es superado por el **T2 (5 minutos) con 19.3 hojas**, existiendo una diferencia entre los resultados obtenidos en la investigación de Yarasca en el 2017.

Marschner (2002) Menciona, que “Las hojas al ser el principal órgano sintetizador de las plantas deben de tener una buena aireación que permita suministrar la cantidad adecuada de nutrientes. Los resultados obtenidos en la presente investigación confirman lo mencionado por Marschner en el 2002.

### **Peso fresco**

Según ANOVA, el valor mínimo de CV fue de 4,28% y el máximo valor de 12.71% de las 5 evaluaciones, con la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% ( $p < 0,05$ ) de significancia, se halló diferencia estadística entre tratamientos a los 7ddt y 21ddt, sin embargo, no se encuentre significancia a los 14ddt, 28ddt y 35ddt. Esto se puede deber a que aparentemente el suministro de agua y nutrientes tiene relevancia en el crecimiento de la planta.

Defilipis et al. (2006). mencionan, "la producción de materia verde no fue más sensible a la variación del suministro hídrico, ya que entre tratamientos no se observaron diferencias significativas en el peso fresco". En el presente trabajo de investigación gráfico 33 se observa que **el T1 (10 minutos) tiene desde los 7ddt hasta los 28ddt el peso más alto**, a diferencia con otros tratamientos, a los 35ddt obtuvo 140.99gr que fue superado por el T0 (testigo 15 minutos) con 152.9gr. Por lo tanto, hay diferencia significativa a los 7ddt y 21ddt, comparándose con los resultados mostrados por Defilipis et al. en el 2018. Podemos determinar que si existe una variación al momento de suministrar agua y nutrientes.

### **Peso seco**

Según ANOVA, 10.66% fue el coeficiente de variabilidad, con una prueba de rango múltiple de Tukey al 5% ( $p < 0,05$ ) de significancia, no se encontró diferencia estadística entre tratamientos a los 35ddt, lo cual es relacionado con la determinación cuantitativa de agua presente en la planta.

Mendoza (2017). En su trabajo de investigación menciona que las lechugas cv. Green cultivadas en NFT demostraron valores superiores de 5.3g e inferiores de 0.7 g de peso seco foliar aérea y radicular, respectivamente. En el presente trabajo de investigación gráfico 34 muestra que **el T1 posee mayor peso seco con 7.76gr a diferencia de otros tratamientos**, seguido por el T2 con 7.57gr y el T0 con 7.35gr, obteniendo mejores resultados que en la investigación de Mendoza en el 2017, Siendo T1 el que necesito una frecuencia de riego intermedia para producir más biomasa.

### **Porcentaje de materia seca**

Según ANOVA, el coeficiente de variabilidad fue de 4,31%, con una prueba de rango múltiple de Tukey al 5% ( $p < 0,05$ ) de significancia, se halló diferencia estadística entre tratamientos a los 35 ddt, esto se podría deber a la variación del consumo de agua y nutrientes por tratamiento.

En el gráfico 33 Se observa que el T2 obtuvo a los 35 días un % de MS de 5.59% seguidamente T1 con 5.45% y finalmente T0 con 4.79 %. Como lo sustentan Defilipis et al. (2006). Esto se debió a que el aporte hídrico en la lechuga modifica su patrón de acumulación de materia seca.

### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	MESES (AÑO 2021-2022)										
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Anteproyecto de tesis	X	X									
Preparación de los módulos hidropónicos			X	X	X						
Instalación del Almacigo				X							
Instalación en Raíz flotante					X						
Instalación en el sistema NFT						X					
Cosecha							X				
Redacción de tesis								X			
Procesamiento de datos									X	X	
Tesis Finalizada											X

**PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO**

**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN**

DESCRIPCIÓN	MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>INSUMOS AGRICOLAS</b>				
Semilla de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ) var Waldman's Green	UND	1	35.00	35.00
Sustrato Promix GTX	KG	2	9.00	18.00
Piedra Pómez (Lavada)	KG	2	10.00	20.00
Fungicida agrícola	UND	3	50.00	150.00
Insecticida	UND	1	48.00	48.00
Ácido Fosfórico	LT	1	15.00	15.00
Bandejas alveoladas de Plástico	UND	2	50.00	100.00
Solución Nutritiva	UND	6	40.00	240.00
				<b>626.00</b>
<b>MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>				
Parihuela	UND	3	10.00	30.00
Plástico Negro	M	2	7.00	14.00
Clavo Albañil ½	CAJ.	1	6.50	6.50
Cemento	UND	2	23.00	46.00
Arena Gruesa	M3	½	25.00	25.00
Tuberías 3"	UND	12	19.00	228.00
Tapones 3"	UND	24	4.00	96.00
Microtubos	UND	5	1.50	7.50
Codo 3"	UND	3	5.00	15.00
Unión doble 1"	UND	3	4.50	13.50
Válvula de bola 1"	UND	3	12.00	36.00
Tee PVC 1"	UND	6	3.50	21.00

Codo 90° x 1"	UND	6	2.50	15.00
Tapa Hembra 1"	UND	6	1.70	10.20
Tubo de 1" Rosca	UND	2	37.00	74.00
Codos de Luz ½	UND	12	0.50	6.00
Mangueras desagüe	UND	1	80.00	80.00
Codos de desagüe retorno	UND	3	1.00	3.00
Válvula check de pie	UND	3	33.00	99.00
Cilindros de 200 Litros	UND	3	128.00	384.00
Caja térmica	UND	3	15.00	45.00
Cable de luz N°14	M	25	1.50	37.50
Llave térmica	UND	3	25.00	75.00
Tomacorriente doble	UND	1	4.00	4.00
Malla raschel	M	10	11.90	119.00
				<b>1,490.20</b>
<b>MATERIALES DE ESCRITORIO</b>				
Papel Bond A-4	MILLAR	0.5	25.00	12.50
Cuaderno de apuntes	UND	1	10.00	10.00
Lapiceros	UND	2	2.50	5.00
				<b>27.50</b>
<b>EQUIPOS</b>				
Cámara Fotográfica	UND	1	800.00	800.00
Electrobomba periférica de 0.5 H.P.	UND	3	100.00	300.00
Timers de 18 programaciones	UND	5	53.00	265.00
Conductímetro	UND	1	125.00	125.00
Peachímetro	UND	1	67.00	67.00
Termohigrómetro	UND	1	40.00	40.00
				<b>1,597.00</b>
<b>OTROS MATERIALES</b>				
Tecnopor 1"	UND	2	20.00	40.00
Esponja ¼	UND	1	4.00	4.00
Vasos 3 Oz	UND	25	1.00	25.00

Lupa agronómica	UND	1	35.00	35.00
Balde de 15 litros	UND	1	10.90	10.90
Jarra de plástico de 2 Litros	UND	1	8.00	8.00
Atomizador	UND	1	30.00	30.00
Medidores	UND	1	10.00	10.00
Carteles	UND	12	3.00	36.00
				<b>198.90</b>
<b>SERVICIOS</b>				
Maquinaria	UND	1	120.00	120.00
Energía eléctrica	UND	1	100.00	168.31
				<b>288.31</b>
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>4,227.91</b>

### VALOR ECONÓMICO

En la tabla 60 detalla el costo de producción, 456 lechugas en sistema NFT, considerando los costos para cada tratamiento del presente trabajo de investigación en un terreno propio, que consta de 3 módulos con 12 tubos de 9 metros, teniendo en cuenta los insumos agrícolas, materiales de construcción, equipos, otros materiales, maquinaria, costo del servicio de energía eléctrica, para lo cual el T0 tuvo un costo de producción de S/. 1,086.52 nuevos soles, T1 S/.1,149.57 nuevos soles y finalmente el T2 con S/.1,162.13 nuevos soles, lo cual determina que el mejor tratamiento desde el punto económico en costos de producción fue el T0.

En la tabla 61 se considera los costos fijos y variables por campaña, con un precio de venta por lechuga en el mercado local de S/. 0.90 nuevos soles, obteniendo un margen de utilidad en el T0 12.24% promedio aceptable a diferencia de los otros tratamientos, lo cual demuestra la diferencia entre el precio de venta y los costos de producción involucrados.

**Tabla 60 Costo de producción**

	Insumos agrícolas	Materiales de construcción	Equipos	Otros Materiales	Maquinaria	Energía Eléctrica	Costo de producción
T2	S/ 208.60	S/ 496.70	S/ 283.00	S/ 66.00	S/ 40.00	S/ 67.83	S/1,162.13
T1	S/ 208.60	S/ 496.70	S/ 283.00	S/ 66.00	S/ 40.00	S/ 55.27	S/1,149.57
T0	S/ 208.60	S/ 496.70	S/ 230.00	S/ 66.00	S/ 40.00	S/ 45.22	S/1,086.52

**Tabla 61 Margen de utilidad**

	Insumos agrícolas	Otros Materiales	Otros servicios	Costo de energía por 35 días de cosecha	Costo de producción	Costo x lechuga	Precio Venta	Utilidad	Margen de utilidad
T2	S/ 208.60	S/ 66.00	S/ 40.00	S/ 67.83	S/382.43	S/ 0.96	410	S/27.57	6.73%
T1	S/208.60	S/ 66.00	S/ 40.00	S/ 55.27	S/369.87	S/ 0.92	410	S/40.13	9.79%
T0	S/208.60	S/ 66.00	S/ 40.00	S/ 45.22	S/359.82	S/ 0.90	410	S/50.18	12.24%

## CONCLUSIONES

**Primera.** - Se concluye que las frecuencias de riego utilizadas en el presente trabajo de investigación predominan en diferentes parámetros de acuerdo con el crecimiento y desarrollo del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green.

**Segunda.** - Se determina que el mejor intervalo de riego en lechuga hidropónica a los 35 días fueron los siguientes:

Altura de planta el mejor intervalo fue T0 (15 minutos), sin embargo, **T1 Y T2 se encuentran en rangos aceptables.**

Diámetro **T1(10 minutos)** es un rango aceptable con 3.36 con una mínima diferencia entre el T0 (15 minutos) que obtuvo 2.39cm.

Número de hojas y % de MS obtuvo mejores resultados con el intervalo de **T2 (5 minutos) con 19.3 cm y 5.59%.**

Finalmente, en cuanto a los demás parámetros no hubo diferencia significativa en longitud de raíz, peso fresco y peso seco a los 35ddt.

**Tercera.** - Las características de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green, fueron evaluadas acorde al crecimiento y desarrollo de la planta, por consiguiente, se tiene en cuenta los días de evaluación, a los 7ddt en altura de planta obtuvieron un promedio superior con el T0 15.81cm y en cosecha fue de 26.04 cm, para el parámetro de longitud a los 7ddt el mejor promedio fue del T0 (17.56cm) y T1 (21.74cm) en cosecha, para el diámetro a los 7ddt T2 (1.05cm) y T0 (2.39cm) en cosecha, por último, en número de hojas 7ddt con el T1 (8.49) de promedio y en cosecha fue T2 (19.30), como rendimiento se toma en cuenta el peso fresco de la planta con el mejor promedio de T1 (19.68gr) y en producto final fue del T0 (152.90gr).

**Cuarta.** - El mejor tratamiento desde un punto de vista económico fue el **T0 (15 minutos) con menor costo de producción** y consumo de energía eléctrica, obteniendo un margen de utilidad promedio de 12.24%.

## RECOMENDACIONES

- Primera.** - Se recomienda un control continuo de pH, así mismo la aplicación de ácido fosfórico para regular el pH si los valores supera el rango entre 5.5 y 6.5.
- Segunda.** - Monitoreo continuo de (CE) en la solución nutritiva, si llegara a superar los valores indicados, adicionar H<sub>2</sub>O para obtener la CE recomendada.
- Tercera.** - Colocar trampas pegantes en el invernadero para control de plagas que dañan el cultivo como trampas blancas para trips, y trampas amarillas para pulgones si se presenta el caso o como detección de otras especies, control para babosas bicolor del campo con sal o trampas – cebo.
- Cuarta.** - Se recomienda manejar una dosificación exacta de fertilizantes para el cultivo.
- Quinta.** - Reincidir en el trabajo experimental haciendo uso de diferentes frecuencias de riego con otro cultivo o diferente variedad de lechuga (*Lactuca sativa*).
- Sexta.** - El uso de un sistema automatizado mejorando el control de parámetros, obteniendo mejores rendimientos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Álvarez, J, Fischer, G., & Vélez, J. (2015). Producción de frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo diferentes láminas de riego, frecuencias de riego y dosis de calcio. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(2), 222-233.
2. Álvarez, J., Balaguera, H., & Chacón, E. (2010). Efecto de la aplicación de diversas láminas y frecuencias de riego en la propagación del romero (*Rosmarinus officinalis* L.). *Ingeniería e Investigación*, 30(1), 86-90.
3. Arcos, B., Benavides, O., & Rodríguez, M. (2011). Evaluación de dos sustratos y dosis de fertilización en condiciones hidropónicas bajo invernadero en lechuga (*Lactuca Sativa* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 95-108.
4. Ávila, H., & Valdivia, E. (2004). *Construcción y Comprobación de Tres Sistemas de Hidroponía con Dos Variedades de Lechuga (Lactuca sativa L.) en Tinglado. Huasacache, Hunter-Arequipa*. [Tesis para optar por el Título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Católica de Santa María. Perú.
5. Beltrano, J., & Gimenez, O. (2015). *Cultivo en hidroponía*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
6. Cadiel, A. (1996). Comunicación Personal con los propietarios.
7. Carpio, L., & Chávez, G. (2019). Estudio de factibilidad de la implementación de una planta para la producción de lechuga en invernadero con sistema Nutrient Film Techique vertical.
8. Chávez, A. (2013). Diseño e implementación de un sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa* var. campania) con tecnología EMTM en el distrito de Chiguata, Arequipa 2013 (Tesis de pregrado). *Universidad Católica de Santa Maria, Arequipa, Perú*.
9. Cometti, N., Matias, S., Zonta, E., Mary, W., & Fernandes, M. (2008). Efeito da concentração da solução nutritiva no crescimento da alface em cultivo hidropónico-sistema NFT. *Horticultura Brasileira*, 26, 262-267.
10. Defilipis, C., Pariani, S., Jimenez, A., & Bouzo, C. (2006). Respuesta al riego de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivada en invernadero. *Trabajos Presentados en las III Jornadas de Actualización en Riego y Fertirriego. INTA Mendoza, Argentina*.
11. Fernández, A. (2013). Efecto de diferentes niveles de aireación de la solución nutritiva sobre el crecimiento y la calidad de canónigos y berros cultivados en bandejas flotantes. <http://hdl.handle.net/10317/3130>.

12. Fuentes, C. y Fuentes, B. (2019). Efecto de frecuencias de riego por bombeo periférico en la producción hidropónica de lechuga (*Lactuca sativa L*) en condiciones de invernadero en la provincia de Acobamba. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3057>
13. Gutiérrez, J. (2011). Producción hidropónica de lechuga con y sin recirculación de solución nutritiva. *Universidad Autónoma Chapingo*. 77p.
14. Gül, A.; Tüzel, I.; Tüzel, Y; Eltez, R. (2001). Effect of continuous and intermittent solution circulation on tomato plants grown in nft. *Acta Horticulturae, Leuven*, v. 554, p. 205-212
15. Hernández, C., & Hernández, J. (2005). Valoración productiva de lechuga hidropónica con la técnica de película de nutrientes (nft). *Naturaleza y Desarrollo*, 3(1), 11-16.
16. INTAGRI. (2017). Las Funciones del Potasio en la Nutrición Vegetal. Serie Nutrición Vegetal Núm. 100. Artículos Técnicos de Intagri. México.
17. Malca, O., Alvarado, D., Chávez, F., & Wilhelmina, K. (2001). Lechugas hidropónicas. *Seminario de agronegocios. Facultad de administración y contabilidad, Universidad del Pacífico*, 65-67.
18. Maroto, J. (1995). Horticultura herbácea especial. Edit. Mundi – Prensa. España.
19. Marschner, H. (2002). Mineral nutrition of higher plants. London: Academic Press.
20. Martínez, O., Can, Á., Cruz, E., & García, J. D. (2017). Influencia del riego y sustrato en el rendimiento y calidad de tomate. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(1), 53-65.
21. Méndez, J., Cedeño, J., Cedeño, R., Gil, J., & Khan, L. (2007). Efecto de tres frecuencias de riego sobre el ciclo del cultivo, contenido nutricional de la semilla y rendimiento de aquenios en cuatro cultivares de girasol (*Helianthus annuus L.*). *Idesia (Arica)*, 25(3), 31-40.
22. Méndez-, R., Lara, L., & Gil, A. (2007). Efecto del riego por goteo en el crecimiento inicial de tres cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum L.*). *Idesia (Arica)*, 25(2), 7-15.
23. Mendoza, A. R. (2017) Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) Hidropónica en sistema recirculante “NFT” Tipo piramidal con tres niveles de aireación. Tesis. Facultad de agronomía. Universidad Nacional de San Agustín de Agronomía. Perú.
24. Moraes, C. (1997). Como cultivar tomates en sistema NFT (Técnica de flujo laminar de nutrientes). Jundiaí: DISQ. 141 p.
25. Mougeot, L. (2006). *Cultivando mejores ciudades: agricultura urbana para el desarrollo sostenible*. IDRC.
26. Pérez, G., Alia, I., Sainz, M., Villegas, O., Andrade, M., López, V., Moreno, S., Bonilla, N. (2011). Desarrollo de *Begonia semperflorens-cultorum* “Olympia” en contenedor con diferentes intervalos de riego.

27. Pillau, F., Medeiros, S., Manfron, P., Bianchi, C., Caron, B., Bonnacarrère, R. (2002). Influencia do intervalo entre irrigações na produção e nas variáveis fisiológicas da alface hidropónica. *Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria*, 10, (2), p. 237-244.
28. Red Hidropónica (2010). Boletín informativo N° 46. Universidad Nacional Agraria La Molina.
29. Resh, V., Norris, R., & Barbour, T. (1995). Design and implementation of rapid assessment approaches for water resource monitoring using benthic macroinvertebrates. *Australian Journal of Ecology*, 20(1), 108-121.
30. SIAP. (2016). Atlas Agroalimentario 2016. *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México*. 94-95.
31. Tarrillo, H. (2009). Curso práctico de hidroponía. Perú.
32. Van S., Ferreyra, R., Contreras, G., Ahumada, R., Valenzuela, J., & Bravo, R. Investigación-manejo de riego por goteo en uva de mesa cv. Thompson seedless cultivada en suelos de textura fina (Drip irrigation management in table grapes cv. Thompson Seedless grown on fine textured soils).
33. Villa-Castorena, M., catalán-Valencia, E. A., Arreola-Ávila, J. G., Inzunza-Ibarra, M. A., & López, A. R. (2011). Influencia de la frecuencia del riego en el crecimiento de orégano (*Lippia graveolens* HKB). *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(SPE), 183-193.
34. Yarasca, M. (2017). Evaluación del crecimiento de variedades de *Lactuca sativa* L. (Lechuga) en el sistema hidropónico por la técnica película de nutriente (NFT) implementado en el vivero de La UAP. <https://hdl.handle.net/20.500.12990/8675>
35. Zanella, F., Lima, A., Silva, F., & Maciel, S. (2008). Crescimento de alface hidropônica sob diferentes intervalos de irrigação. *Ciência e Agrotecnologia*, 32, 366-370.

## GLOSARIO

1. **Conductividad:** Características que poseen los cuerpos para la transmisión de electricidad o calor. (Real Academia Española, s.f.).
2. **Frecuencia:** cantidad de oportunidades en la que se repite un proceso periódicamente. (Real Academia Española, s.f.,).
3. **Hidroponía:** forma de cultivar las plantas por medio de soluciones acuosas que se soportan de grava o arena. (Real Academia Española, s.f.).
4. **Intervalo:** Serie de valores que adquiere una magnitud en dos límites específicos. (Real Academia Española, s.f.,).
5. **Invernadero:** Sitio dónde perduran las circunstancias ambientales propicias que favorecen el cultivo (Real Academia Española, s.f.,).
6. **Parámetro:** Factor o dato considerado necesario para el valor y análisis ante una circunstancia (Real Academia Española, s.f.,).
7. **Producción:** Cantidad de productos de la industria o el suelo (Real Academia Española, s.f.,).
8. **Sistema:** Serie de elementos que se asocian ordenadamente permitiendo un objeto determinado (Real Academia Española, s.f.,).
9. **Software:** Serie de instrucciones programas y lineamientos informáticos que ejecutan una cantidad de hectáreas en un hardware (Real Academia Española, s.f.,).
10. **Temperatura:** Proporción física expresada en el nivel de calor o frío del ambiente cuerpo y dónde la unidad se mide por el sistema Kelvin (K). (Real Academia Española, s.f.).

## ANEXOS

## Anexo 1 DATOS CLIMÁTICOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA LA PAMPILLA, ENERO- ABRIL DEL 2022

Estación : LA PAMPILLA			
Departamento : AREQUIPA	Provincia : AREQUIPA	Distrito : AREQUIPA	
Latitud : 16°24'49.66''	Longitud : 71°32'4.31''	Altitud : 2326 msnm.	
Tipo : MAP - Meteorológica	Código :	116017	

AÑO / MES / DIA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACION (mm/día)
	MAX	MIN		
1/01/2022	24.2	10.8	58.2	0
2/01/2022	23.8	10.2	57.9	0
3/01/2022	25.8	10.8	56.5	0
4/01/2022	24.8	9.2	59	0
5/01/2022	23.6	9.6	59.3	0
6/01/2022	22.8	12.8	64.6	5.3
7/01/2022	24.2	12.2	67.5	T
8/01/2022	23	14	60.7	0.2
9/01/2022	24.4	12.6	63.8	0.7
10/01/2022	23.8	11.2	63.2	0
11/01/2022	24.6	12.2	66.6	T
12/01/2022	24.2	13.4	63.7	1.9
13/01/2022	25	10.6	64.9	0
14/01/2022	22.8	10.8	68.1	0
15/01/2022	22.2	11	73.5	0.3
16/01/2022	18.2	11.4	72.8	0
17/01/2022	24.2	11.4	67.5	0
18/01/2022	24.8	11.4	56.1	0
19/01/2022	25	12	59.1	0
20/01/2022	24.6	12.2	54.8	0
21/01/2022	25.4	15	60.1	0
22/01/2022	26	13.6	66.6	2.8
23/01/2022	22.6	12	67.4	T
24/01/2022	23.4	11.4	67.1	0
25/01/2022	24.2	12.4	65.6	0
26/01/2022	23	13.4	63.1	0
27/01/2022	23.2	12.6	54.3	0
28/01/2022	22.8	10.6	51.8	0
29/01/2022	21.8	11.4	48.8	0
30/01/2022	20.6	11	66.7	0
31/01/2022	19.8	11.6	63.7	0

°T MAX PROMEDIO: 23.5

°T MIN PROMEDIO: 11.7

HUMEDAD RELATIVA%: 62.3

PRECIPITACIÓN :13.07 mm /día

Fuente: SENAMHI

Estación : LA PAMPILLA

Departamento : AREQUIPA

Provincia : AREQUIPA

Distrito : AREQUIPA

Latitud : 16°24'49.66"

Longitud : 71°32'4.31"

Altitud : 2326 msnm.

Tipo : MAP - Meteorológica

Código :

116017

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)			PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN	HUMEDAD RELATIVA (%)	TOTAL
1/02/2022	20.8	10.8	65.7	1.1
2/02/2022	22.6	10.4	69.4	0
3/02/2022	22.8	11	60.3	0
4/02/2022	23.4	11.4	59	0
5/02/2022	23.8	10.4	58	0
6/02/2022	23	10.2	59.7	0
7/02/2022	24.8	10.8	58.2	0
8/02/2022	25.2	10.8	46.3	0
9/02/2022	25.8	10.2	45.5	0
10/02/2022	22.8	9.8	58.6	0
11/02/2022	23.6	9.6	64.4	0
12/02/2022	25.2	10.8	56.7	0
13/02/2022	24.2	12.2	55.9	0
14/02/2022	24.2	13.2	59.5	0
15/02/2022	25.8	9.8	55.5	T
16/02/2022	23.8	12.2	65.1	4.8
17/02/2022	24	12.4	70.8	T
18/02/2022	23.2	13	75.9	0.1
19/02/2022	21.8	13.2	73.9	0.1
20/02/2022	24	10.4	S/D	0
21/02/2022	24.2	10.2	71.6	0
22/02/2022	20.8	9.8	84.6	0.4
23/02/2022	20.2	11.4	80.9	0
24/02/2022	21.4	12	79.2	3.8
25/02/2022	22.8	11.2	76.7	4.3
26/02/2022	21	11	78.8	1.9
27/02/2022	22.4	12	80.6	T
28/02/2022	23	15.2	73.7	0.2

°T MAX PROMEDIO: 23.2

°T MIN PROMEDIO: 11.2

HUMEDAD RELATIVA%: 66

PRECIPITACIÓN :1.86 mm/día

**Fuente:** SENAMHI

Estación: LA PAMPILLA

Departamento: AREQUIPA Provincia: AREQUIPA Distrito: AREQUIPA  
 Latitud: 16°24'49.66" Longitud: 71°32'4.31" Altitud: 2326 msnm.

Tipo: MAP - Meteorológica Código: 116017

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/03/2022	19.4	12.8	82.6	0.3
2/03/2022	24.2	11.2	73.9	3.7
3/03/2022	23.2	13.2	73.1	T
4/03/2022	21	13.4	77.8	4.9
5/03/2022	21.6	13.2	78.4	6.3
6/03/2022	20.6	13.4	82.8	2
7/03/2022	17	12.2	88.4	6.2
8/03/2022	17.2	11.8	90	0.9
9/03/2022	17.6	10.8	83.7	1.3
10/03/2022	19.8	11.8	89.3	0
11/03/2022	21.6	10.4	78.6	0
12/03/2022	23.2	12.2	72.5	0
13/03/2022	21	12	73	0
14/03/2022	22.4	11.6	73.9	0
15/03/2022	22.8	11	75.2	0.2
16/03/2022	22.2	11	68.3	0
17/03/2022	23.8	10.4	69.4	0
18/03/2022	24.2	10	63.5	0
19/03/2022	24.6	11.8	74.9	-999
20/03/2022	24	S/D	S/D	0
21/03/2022	25	12.2	68	0
22/03/2022	24.3	12	61	0
23/03/2022	23.6	12.4	61.7	0
24/03/2022	24.8	11.4	62.5	0
25/03/2022	24.2	10.4	52.2	0
26/03/2022	22.8	11.6	65.1	0
27/03/2022	23	10.2	64	0
28/03/2022	25.2	11.4	62.2	0
29/03/2022	25.6	12.2	58.3	0
30/03/2022	24.8	10.2	57.2	0
31/03/2022	25.2	9.2	55.5	0

°T MAX PROMEDIO: 22.5

°T MIN PROMEDIO: 11.58

HUMEDAD RELATIVA%: 71.2

PRECIPITACIÓN :2.87 mm/día

Fuente: SENAMHI

Estación: LA PAMPILLA

Departamento: AREQUIPA Provincia: AREQUIPA Distrito: AREQUIPA  
 Latitud: 16°24'49.66" Longitud: 71°32'4.31" Altitud: 2326 msnm.  
 Tipo: MAP – Meteorológica Código: 116017

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/04/2022	25.8	8.2	54.1	0
2/04/2022	24.8	9.8	59.9	0
3/04/2022	23.6	11.4	64.5	0
4/04/2022	26.2	10.2	57.8	0
5/04/2022	25	15.2	53.7	0
6/04/2022	25.4	13	59.6	0
7/04/2022	26	11.2	64.4	0
8/04/2022	24.8	11.6	59.5	0
9/04/2022	24.4	10.8	59	0
10/04/2022	23.2	11.4	63.9	0
11/04/2022	24.2	8.4	53.7	0
12/04/2022	26	7	37.1	0
13/04/2022	25.6	6.4	35.2	0
14/04/2022	25	7.4	40.7	0
15/04/2022	25.6	6.2	53.2	0
16/04/2022	24.8	7.4	43.2	0
17/04/2022	23.8	6.6	46.8	0
18/04/2022	23.6	5.2	52.2	0
19/04/2022	24	5	49.7	0
20/04/2022	22.8	7.2	55.6	0
21/04/2022	21.8	7.8	62.8	0
22/04/2022	22.6	7.2	63.4	0
23/04/2022	22.6	7.4	59.4	0
24/04/2022	22.2	8	60.2	0
25/04/2022	24.6	6.4	56.8	0
26/04/2022	24	8.4	50.3	0
27/04/2022	24.8	9.2	42.6	0
28/04/2022	24.4	7.8	45.9	0
29/04/2022	23.8	8.2	48.1	0
30/04/2022	24.6	9.8	55.7	0

°T MAX PROMEDIO: 24.3

°T MIN PROMEDIO: 8.7

HUMEDAD RELATIVA%: 53.6

PRECIPITACIÓN :0 mm/día

Fuente: SENAMHI

Anexo 2 ANÁLISIS DE AGUA



**LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L.**

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD; ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;  
ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO  
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

**INFORME DE ENSAYO N° 057 – 10 – AG – 2020**

**I.- INFORMACION PRELIMINAR**

**SOLICITANTE** : HECTOR SANCHEZ DURAND  
**DIRECCIÓN** : COOPERATIVA UNIVERSITARIA C-2 A. CERCADO  
**TIPO DE MUESTRA** : AGUA DE RIEGO  
**SERVICIO SOLICITADO** : ANALISIS FÍSICOQUÍMICO Y BORO  
**LUGAR DE MUESTREO** : Pueblo Tradicional - Paucarpata  
**CODIGO REGISTR. LABORATORIO** : M-1 = 116  
**FECHA DE MUESTREO** : 06 de Octubre de 2020 Hora 3.30 p.m.  
**PRESENTACION** : 01 botella de plástico con 01 Litro de muestra aproximado  
**FECHA DE RECEPCION** : 06 de Octubre de 2020  
**FECHA ENTREGA RESULTADOS** : 09 de Octubre de 2020

**II. RESULTADO ANALISIS FISICO QUIMICO EN AGUA PARA RIEGO**

Cod. Lab.	BORO mg/L	pH	C.E. mS/cm.	STD mg/L	Dureza Total ppm CaCO <sub>3</sub>	CATIONES meq/L				ANIONES meq/L				RAS	Clasif.
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		
116	3.85	8.26	1.23	787.2	271.39	3.29	2.26	3.94	0.55	2.96	5.54	3.12	0.0	2.37	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

**Abreviaturas**

C.E = Conductividad Eléctrica mS/cm = mili Siemens por cm meq/L = miliequivalentes por litro ppm CaCO<sub>3</sub> = partes por millón de Carbonato de Calcio  
 RAS = Relación de Adsorción de Sodio STD = Sólidos Totales Disueltos mg/L = miligramos por litro Clasif = clasificación

**CLASIFICACION DEL AGUA DE RIEGO**

Según el Diagrama para Clasificación de Agua para Riego (Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos Dpto. de Agricultura de EE.UU. tenemos que:

**LA MUESTRA SE CLASIFICA EN C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>**, donde: C = Conductividad S = Sodio

**Agua Altamente Salina C<sub>2</sub>**: No puede usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aún con drenaje adecuado se puede necesitar prácticas especiales de control de la salinidad, debiendo por tanto seleccionar únicamente aquellas especies vegetales muy tolerante a las sales.

**Agua Baja en Sodio S<sub>1</sub>**: Puede usarse en el riego para la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante los cultivos sensibles, como algunos frutales y aguacates, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

**Criterios de Calidad para Aguas de Riego**

1. **Por los Sólidos Disueltos**: La muestra se clasifica como ALTO (480-1,440 mg/L) Clase II Aceptable de acuerdo al tipo de cosecha, suelo, clima, etc. (hasta 700 - 2,100 mg/L de STD)
2. **Rangos de Dureza**: La muestra se clasifica como AGUA DURA (280 – 380 mg/L como Ca CO<sub>3</sub>).
3. **Rango de Evaluación de Cloruros**: Los cultivos que se rieguen con esta agua tendrán problemas de absorción radicular (5 – 10 meq/L de Cl<sup>-</sup>) y de absorción foliar (> a 3 meq/L).
4. El pH lo clasifica como MODERADAMENTE ALCALINO.

El BORO de la muestra 3.85 mg/L lo clasifica como ALTO (valor normal (0 – 2 mg/l)).

**CONCLUSIÓN**: De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que el Agua puede ser utilizada para el riego pero con precauciones. (Ver Diagrama)

**METODOLOGIA**

pH : Método Electrométrico (Potenciómetro)  
 Conductividad Eléctrica: Método Conductimétrico  
 Carbonato y Bicarbonato: Método ADAC 920 194 2, 000  
 Sulfatos: Standard Methods 4500-SO<sub>4</sub> E. Turbidimetric Method  
 Cloruros: Standard Methods 4500 Cl B Argentometric Method  
 Calcio y Magnesio: Método Titración Complejométrica con EDTA  
 Sodio, Potasio: Fotometría de Emisión de Llama  
 Sólidos Totales Disueltos STD: Standard Methods 2540 C Total Dissolved Solids  
 Dureza Total: Standard Methods 2340 C EDTA Titrimetric Method

*Victoria Fisancho*  
 Lic. Quím. Victoria Fisancho Motta  
 C.Q.P. 270



PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME  
 EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA

Pág. 1 de 1

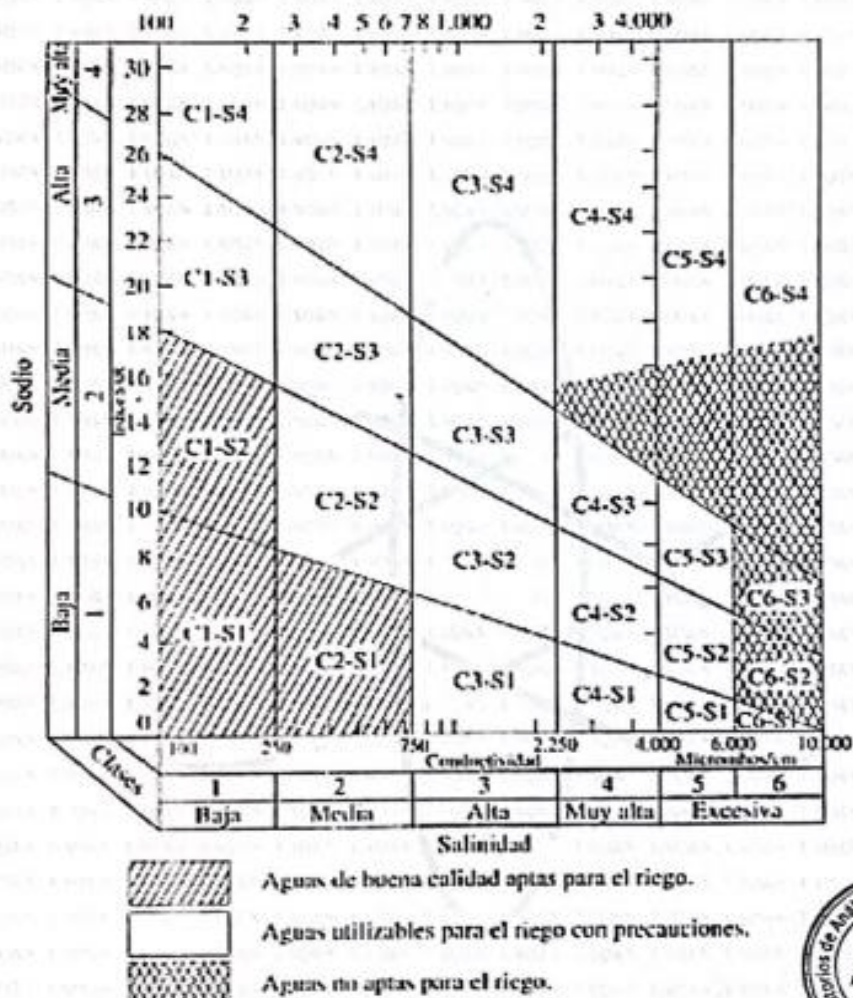
OF. PRINCIPAL: SOR ANA DE LOS ÁNGELES D-207 TELF.: 054 401288 • CEL.: 959458551 - 953433351 • E-MAIL: lab\_laquis@hotmail.com  
 PARTE POSTERIOR COLEGIO NEPTALI VALDERRAMA AMPUERO (PLAYA DE ESTACIONAMIENTO) - PAUCARPATA  
 www.laboratoriolaquis.com  
 AREQUIPA - PERU



## LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.L.R.L.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;  
ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO  
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

### DIAGRAMA DE CLASIFICACION DE AGUAS PARA RIEGO



OF. PRINCIPAL: SOR ANA DE LOS ÁNGELES D-207 TELF.: 054 401288 • CEL.: 959458551 - 953433351 • E-MAIL: lab\_laquis@hotmail.com  
 PARTE POSTERIOR COLEGIO NEPTALI VALDERRAMA AMPUERO (PLAYA DE ESTACIONAMIENTO) - PAUCARPATA  
 www.laboratoriolaquis.com  
 AREQUIPA - PERU

**Anexo 2 VALORES DE pH, CE, °T Y ALTURA DE AGUA EN SRF**

	pH									
FECHA	15/02/2022	17/02/2022	19/02/2022	21/02/2022	25/02/2022	27/02/2022	1/03/2022	3/03/2022	5/03/2022	7/03/2022
SRF W. G	6.94	6.16	6.38	6.18	6.68	6.54	6.20	6.33	6.23	6.03
	CE									
	1.10	2.10	2.87	1.40	3.20	2.60	2.70	2.80	3.20	3.50
	°T									
	18.10	17.80	17.20	16.00	16.50	16.10	17.60	15.80	15.70	14.90

**Anexo 3 VALORES DE pH, CE, °T Y ALTURA DE AGUA EN NFT**

	FECHA	TRATAMIENTO	pH	CE	°T
NFT W. G	8/03/2022	T0	7.34	1.26	13.50
		T1	7.74	1.18	13.40
		T2	7.15	1.18	14.10
	9/03/2022	T0	6.82	2.09	12.60
		T1	6.82	1.81	12.60
		T2	6.64	2.13	12.30
	10/03/2022	T0	7.49	2.19	13.70
		T1	7.33	2.14	13.80
		T2	7.42	2.82	13.70
	11/03/2022	T0	6.27	2.45	13.40
		T1	6.35	2.20	13.40
		T2	6.30	2.20	13.60
	13/03/2022	T0	6.70	2.25	15.60
		T1	6.90	2.09	15.00
		T2	6.80	2.09	14.50
	15/03/2022	T0	6.90	2.34	14.00
		T1	7.15	2.44	14.00
		T2	7.13	2.45	14.00
	17/03/2022	T0	6.61	2.49	21.00
		T1	6.57	2.29	21.80
		T2	6.41	2.64	21.10
19/03/2022	T0	6.51	2.34	15.60	
	T1	6.64	2.22	15.20	
	T2	6.53	2.20	14.40	
21/03/2022	T0	6.70	3.10	20.60	
	T1	6.80	2.90	18.70	

	T2	6.60	3.40	19.30
23/03/2022	T0	6.75	2.20	15.00
	T1	6.80	2.70	15.40
	T2	6.70	2.90	15.20
25/03/2022	T0	6.70	1.76	16.80
	T1	6.80	1.85	16.70
	T2	6.60	2.05	17.20
27/03/2022	T0	6.30	1.57	16.00
	T1	6.50	1.66	16.20
	T2	6.50	1.48	16.20
29/03/2022	T0	6.40	2.45	15.40
	T1	6.19	2.13	15.20
	T2	5.99	2.36	15.20
31/03/2022	T0	6.66	2.53	16.70
	T1	6.77	2.15	17.10
	T2	6.62	2.50	17.20
2/04/2022	T0	5.96	2.24	18.40
	T1	4.82	2.05	19.30
	T2	5.19	2.24	19.80
4/04/2022	T0	6.52	2.37	16.50
	T1	6.20	2.20	15.80
	T2	5.96	2.53	16.70
6/04/2022	T0	6.20	2.33	15.20
	T1	5.10	2.25	15.40
	T2	5.80	2.34	15.20
8/04/2022	T0	6.23	1.62	14.50
	T1	5.74	1.55	14.80
	T2	6.03	1.73	15.40
11/04/2022	T0	5.50	2.20	14.30
	T1	4.60	1.70	15.10
	T2	5.30	2.30	14.50

#### Anexo 4 MEDICIÓN DE CONSUMO DE AGUA EN (SRF Y NFT)

##### Consumo de agua en cm (SRF)

FECHA	15/02/2022	17/02/2022	19/02/2022	21/02/2022	25/02/2022	27/02/2022	1/03/2022	3/03/2022	5/03/2022	7/03/2022
SRF	12.80	12.60	12.40	12.00	11.80	13.00	12.80	12.00	11.90	11.00

##### Consumo de agua en cm (NFT)

FECHA	8/03/2022	9/03/2022	10/03/2022	11/03/2022	13/03/2022	15/03/2022	17/03/2022	19/03/2022	21/03/2022	23/03/2022	25/03/2022	27/03/2022	
NFT	T0	90.0	85.0	80.0	89.5	83.0	73.0	68.0	60.7	41.0	40.0	38.0	35.0
	T1	90.0	85.0	80.0	89.5	83.0	73.0	68.0	60.7	43.0	40.0	37.5	35.0
	T2	90.0	85.0	80.0	89.5	82.0	73.0	68.0	60.0	41.7	40.0	38.0	35.0

##### Consumo de agua en cm (NFT)

FECHA	29/03/2022	31/03/2022	2/04/2022	4/04/2022	6/04/2022	08/04/2022	11/04/2022	
NFT	T0	34.5	50.0	42.0	61.0	48.0	85.0	60.0
	T1	34.0	52.0	38.0	55.0	48.0	85.0	60.0
	T2	34.0	52.0	39.0	52.0	48.0	85.0	60.0

Resumen de consumo de agua en Litros (SRF)			
INICIAL	AUMENTO	UTILIZADO	CONSUMO AGUA
260L	24L	284L	63L

Resumen de consumo de agua en Litros (NFT)				
TRATAMIENTO	INICIAL	AUMENTO	UTILIZADO	CONSUMO AGUA
T0	200L	180L	380L	246L
T1	200L	181L	381L	248L
T2	200L	182L	172L	239L

## Anexo 5 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Consumo de energía	Potencia = V* I		
1/2 hp	0.37285	KW	
1 KW	0.77	Soles	
1 ciclo	15	Min	
1 hora	60	Min	
PU x lechuga	0.9	Soles	

CILINDRO	TRATAMIENTO	TIEMPO DE DESCANSO	CANTIDAD DE CICLOS DESDE LAS 8:00 hrs. A 17:00 hrs.	MIN X DÍA	HORAS	Kw x hr. (AL DÍA)	CONSUMO POR DÍA	COSTO DE ENERGÍA POR 35 DÍAS DE COSECHA
Cilindro 03	T2	5 min	27	405	6.75	2.52	S/ 1.94	S/67.83
Cilindro 02	T1	10 min	22	330	5.5	2.05	S/ 1.58	S/55.27
Cilindro 01	T0	15 min	18	270	4.5	1.68	S/ 1.29	S/45.22
<b>TOTAL</b>								<b>S/168.31</b>

**Anexo 6 COSTO DE ENERGÍA POR LECHUGA**

CANTIDAD DE LECHUGAS COSECHA	DE POR	INGRESO TOTAL	% DE ENERGÍA	COSTO DE ENERGÍA POR LECHUGA
456		410	14.87%	S/0.15
456		410	12.12%	S/0.12
456		410	9.92%	S/0.10

**RESUMEN DE MEDIAS PARA EVALUACIONES DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) cv.  
WALDMAN'S GREEN**

**PRIMERA EVALUACIÓN A LOS 7 DDT (SISTEMA NFT)**

**Anexo 7 Se observa la media de los tratamientos en la variable altura de planta**

**ALTURA DE PLANTA**

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
<b>1</b>	15.56	15.06	15.08	45.7
<b>2</b>	15.77	15.18	15.39	46.34
<b>3</b>	16.08	15.02	15.46	46.56
<b>4</b>	15.84	15.76	15.53	47.13
<b>TOTAL</b>	63.25	61.02	61.46	<b>185.73</b>
<b>PROMEDIO</b>	15.8125	15.255	15.365	

**Anexo 8 Se observa la media de los tratamientos en la variable diámetro de planta**

**DIÁMETRO DE PLANTA**

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
<b>1</b>	0.91	0.98	1.07	2.96
<b>2</b>	0.91	0.88	1.04	2.83
<b>3</b>	0.86	1.03	1.06	2.95
<b>4</b>	0.89	0.95	1.02	2.86
<b>TOTAL</b>	3.57	3.84	4.19	<b>11.6</b>
<b>PROMEDIO</b>	0.8925	0.96	1.0475	

Anexo 9 Se observa la media de los tratamientos en la variable longitud de raíz

### LONGITUD DE RAÍZ

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
1	17.24	14.91	16.64	48.79
2	17.74	16.73	16.03	50.5
3	17.98	17.41	16.79	52.18
4	17.29	17.2	16.85	51.34
<b>TOTAL</b>	70.25	66.25	66.31	<b>202.81</b>
<b>PROMEDIO</b>	17.5625	16.5625	16.5775	

Anexo 10 Se observa la media de los tratamientos en la variable número de hojas

### NÚMERO DE HOJAS

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
1	7.85	8.52	7.15	23.52
2	7.91	8.42	7.36	23.69
3	7.73	9.09	7.55	24.37
4	8.21	7.91	8.97	25.09
<b>TOTAL</b>	31.7	33.94	31.03	<b>96.67</b>
<b>PROMEDIO</b>	7.925	8.485	7.7575	

**Anexo 11 Se observa la media de los tratamientos en la variable peso fresco****PESO FRESCO**

<b>OBSERVACIONES</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>			<b>TOTAL</b>
	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	
<b>1</b>	19.94	19.12	17.82	56.88
<b>2</b>	19.76	19.76	17.58	57.1
<b>3</b>	18.73	19.82	16.33	54.88
<b>4</b>	18.82	20.03	19.24	58.09
<b>TOTAL</b>	77.25	78.73	70.97	<b>226.95</b>
<b>PROMEDIO</b>	19.3125	19.6825	17.7425	

## SEGUNDA EVALUACIÓN A LOS 14 DDT (SISTEMA NFT)

Anexo 12 Se observa la media de los tratamientos en la variable altura de planta

### ALTURA DE PLANTA

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
1	17.53	17.09	17.28	51.9
2	17.7	17.4	15.95	51.05
3	18.52	16.82	16.11	51.45
4	17.53	17.78	17.73	53.04
<b>TOTAL</b>	71.28	69.09	67.07	<b>207.44</b>
<b>PROMEDIO</b>	17.82	17.2725	16.7675	

Anexo 13 Se observa la media de los tratamientos en la variable diámetro de planta

### DIÁMETRO DE PLANTA

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
1	1.17	1.24	1.52	3.93
2	1.37	1.12	1.25	3.74
3	1.23	1.31	1.26	3.8
4	1.27	1.54	1.3	4.11
<b>TOTAL</b>	5.04	5.21	5.33	<b>15.58</b>
<b>PROMEDIO</b>	1.26	1.3025	1.3325	

Anexo 14 Se observa la media de los tratamientos en la variable longitud de raíz

### LONGITUD DE RAÍZ

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
1	20.63	18.05	19.05	57.73
2	19.52	20.38	18.3	58.2
3	19.38	21.21	19.36	59.95
4	21.11	19.77	19.46	60.34
<b>TOTAL</b>	80.64	79.41	76.17	<b>236.22</b>
<b>PROMEDIO</b>	20.16	19.8525	19.0425	

Anexo 15 Se observa la media de los tratamientos en la variable número de hojas

### NÚMERO DE HOJAS

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
1	10.48	11	11.64	33.12
2	10.12	10.79	8.42	29.33
3	10.33	11.39	8.82	30.54
4	11.03	11.15	11.67	33.85
<b>TOTAL</b>	41.96	44.33	40.55	<b>126.84</b>
<b>PROMEDIO</b>	10.49	11.0825	10.1375	

**Anexo 16 Se observa la media de los tratamientos en la variable peso fresco****PESO FRESCO**

<b>OBSERVACIONES</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>			<b>TOTAL</b>
	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	
<b>1</b>	35.24	35.55	37.52	108.31
<b>2</b>	35.03	36.39	27.58	99
<b>3</b>	32.76	36.3	30.61	99.67
<b>4</b>	34.82	36.24	37.09	108.15
<b>TOTAL</b>	137.85	144.48	132.8	<b>415.13</b>
<b>PROMEDIO</b>	34.4625	36.12	33.2	

**TERCERA EVALUACIÓN A LOS 21 DDT (SISTEMA NFT)**

**Anexo 17 Se observa la media de los tratamientos en la variable altura de planta**

**ALTURA DE PLANTA**

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
1	18.64	16.87	17.36	52.87
2	18.05	18.12	16.14	52.31
3	18.76	16.85	16.56	52.17
4	18.06	18.14	17.28	53.48
<b>TOTAL</b>	73.51	69.98	67.34	<b>210.83</b>
<b>PROMEDIO</b>	18.3775	17.495	16.835	

**Anexo 18 Se observa la media de los tratamientos en la variable diámetro de planta**

**DIÁMETRO DE PLANTA**

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
1	1.6	1.33	1.36	4.29
2	1.44	1.34	1.3	4.08
3	1.53	1.38	1.34	4.25
4	1.38	1.4	1.31	4.09
<b>TOTAL</b>	5.95	5.45	5.31	<b>16.71</b>
<b>PROMEDIO</b>	1.4875	1.3625	1.3275	

Anexo 19 Se observa la media de los tratamientos en la variable longitud de raíz

### LONGITUD DE RAÍZ

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
1	17.09	19.8	20.2	57.09
2	17.2	20.53	16.05	53.78
3	17.12	21.4	18.86	57.38
4	19.58	22.17	20.17	61.92
<b>TOTAL</b>	70.99	83.9	75.28	<b>230.17</b>
<b>PROMEDIO</b>	17.7475	20.975	18.82	

Anexo 20 Se observa la media de los tratamientos en la variable número de hojas

### NÚMERO DE HOJAS

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
1	10.18	10.97	9.61	30.76
2	9.36	11.06	9.42	29.84
3	9.79	10.97	9.41	30.17
4	9.88	11.48	10.21	31.57
<b>TOTAL</b>	39.21	44.48	38.65	<b>122.34</b>
<b>PROMEDIO</b>	9.8025	11.12	9.6625	

**Anexo 21 Se observa la media de los tratamientos en la variable peso fresco****PESO FRESCO**

<b>OBSERVACIONES</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>			<b>TOTAL</b>
	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	
<b>1</b>	50.97	56.52	50.52	158.01
<b>2</b>	49.06	52.12	41.76	142.94
<b>3</b>	47.3	52.06	46.97	146.33
<b>4</b>	51.21	56.7	51.48	159.39
<b>TOTAL</b>	198.54	217.4	190.73	<b>606.67</b>
<b>PROMEDIO</b>	49.635	54.35	47.6825	

**CUARTA EVALUACIÓN A LOS 28 DDT (SISTEMA NFT)**

**Anexo 22 Se observa la media de los tratamientos en la variable altura de planta**

**ALTURA DE PLANTA**

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
<b>1</b>	21.88	19.36	19.2	60.44
<b>2</b>	21.42	21.39	17	59.81
<b>3</b>	21.29	18.92	18.09	58.3
<b>4</b>	22.17	20.42	18.95	61.54
<b>TOTAL</b>	86.76	80.09	73.24	<b>240.09</b>
<b>PROMEDIO</b>	21.69	20.0225	18.31	

**Anexo 23 Se observa la media de los tratamientos en la variable diámetro de planta**

**DIÁMETRO DE PLANTA**

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
<b>1</b>	1.39	1.45	1.52	4.36
<b>2</b>	1.34	1.92	1.52	4.78
<b>3</b>	1.28	1.46	1.45	4.19
<b>4</b>	1.57	1.47	1.53	4.57
<b>TOTAL</b>	5.58	6.3	6.02	<b>17.9</b>
<b>PROMEDIO</b>	1.395	1.575	1.505	

Anexo 24 Se observa la media de los tratamientos en la variable longitud de raíz

**LONGITUD DE RAÍZ**

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
<b>1</b>	18.08	19.47	19.53	57.08
<b>2</b>	21.11	19.95	18.52	59.58
<b>3</b>	19.17	21.05	18.95	59.17
<b>4</b>	21.11	17.92	17.48	56.51
<b>TOTAL</b>	79.47	78.39	74.48	<b>232.34</b>
<b>PROMEDIO</b>	19.8675	19.5975	18.62	

Anexo 25 Se observa la media de los tratamientos en la variable número de hojas

**NÚMERO DE HOJAS**

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
<b>1</b>	14.61	15.7	16.03	46.34
<b>2</b>	14.48	12.64	14	41.12
<b>3</b>	14.09	15.85	14.48	44.42
<b>4</b>	14.03	15.33	15.67	45.03
<b>TOTAL</b>	57.21	59.52	60.18	<b>176.91</b>
<b>PROMEDIO</b>	14.3025	14.88	15.045	

**Anexo 26 Se observa la media de los tratamientos en la variable peso fresco****PESO FRESCO**

<b>OBSERVACIONES</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>			<b>TOTAL</b>
	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	
<b>1</b>	104.52	107.21	116.85	328.58
<b>2</b>	98	87.27	73.45	258.72
<b>3</b>	95.24	100.24	94.03	289.51
<b>4</b>	96.09	113.82	102.48	312.39
<b>TOTAL</b>	393.85	408.54	386.81	<b>1189.2</b>
<b>PROMEDIO</b>	98.4625	102.135	96.7025	

## QUINTA EVALUACIÓN A LOS 35 DDT (SISTEMA NFT)

Anexo 27 Se observa la media de los tratamientos en la variable altura de planta

### ALTURA DE PLANTA

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
1	26.33	21.86	22.86	71.05
2	26.18	24.12	20.23	70.53
3	25.95	21.95	21.53	69.43
4	25.71	22.79	22.89	71.39
<b>TOTAL</b>	104.17	90.72	87.51	<b>282.4</b>
<b>PROMEDIO</b>	26.0425	22.68	21.8775	

Anexo 28 Se observa la media de los tratamientos en la variable diámetro de planta

### DIÁMETRO DE PLANTA

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
1	2.46	2.34	1.66	6.46
2	2.38	2.36	1.56	6.3
3	2.35	2.38	1.55	6.28
4	2.38	2.37	1.51	6.26
<b>TOTAL</b>	9.57	9.45	6.28	<b>25.3</b>
<b>PROMEDIO</b>	2.3925	2.3625	1.57	

Anexo 29 Se observa la media de los tratamientos en la variable longitud de raíz

### LONGITUD DE RAÍZ

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
1	19.52	22.05	22.06	63.63
2	20.62	20.53	19.59	60.74
3	19.83	24.39	20.7	64.92
4	22.15	20	18.65	60.8
<b>TOTAL</b>	82.12	86.97	81	<b>250.09</b>
<b>PROMEDIO</b>	20.53	21.7425	20.25	

Anexo 30 Se observa la media de los tratamientos en la variable número de hojas

### NÚMERO DE HOJAS

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
1	17.36	16.94	19.88	54.18
2	17.24	17.27	19.3	53.81
3	17.18	17.61	18.94	53.73
4	18.55	17.09	19.06	54.7
<b>TOTAL</b>	70.33	68.91	77.18	<b>216.42</b>
<b>PROMEDIO</b>	17.5825	17.2275	19.295	

**Anexo 31 Se observa la media de los tratamientos en la variable peso fresco****PESO FRESCO**

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
1	154.18	139.48	154.61	448.27
2	152.21	140.18	118.64	411.03
3	144.85	136.64	121.91	403.4
4	160.36	147.64	139.97	447.97
<b>TOTAL</b>	611.6	563.94	535.13	<b>1710.67</b>
<b>PROMEDIO</b>	152.9	140.985	133.7825	

**Anexo 32 Se observa la media de los tratamientos en la variable peso seco (gr)****PESO SECO**

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
1	7.61	7.82	9.15	24.58
2	7.58	7.7	6.48	21.76
3	6.45	7.79	6.64	20.88
4	7.76	7.73	8	23.49
<b>TOTAL</b>	29.4	31.04	30.27	<b>90.71</b>
<b>PROMEDIO</b>	7.35	7.76	7.5675	

**Anexo 33 Se observa los Porcentajes (%) de materia seca en tratamientos**

**PORCENTAJE DE MATERIA SECA (%)**

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	T0	T1	T2	
<b>1</b>	4.93	5.55	5.9	16.38
<b>2</b>	4.97	5.45	5.41	15.83
<b>3</b>	4.45	5.63	5.38	15.46
<b>4</b>	4.81	5.17	5.66	15.64
<b>TOTAL</b>	19.16	21.8	22.35	<b>63.31</b>
<b>PROMEDIO</b>	4.79	5.45	5.5875	

### Anexo 34 PANEL FOTOGRÁFICO



Riegos con solución nutritiva en almacigos



Desinfección (SRF) con Hipoclorito de sodio  $\text{NaClO}$ .



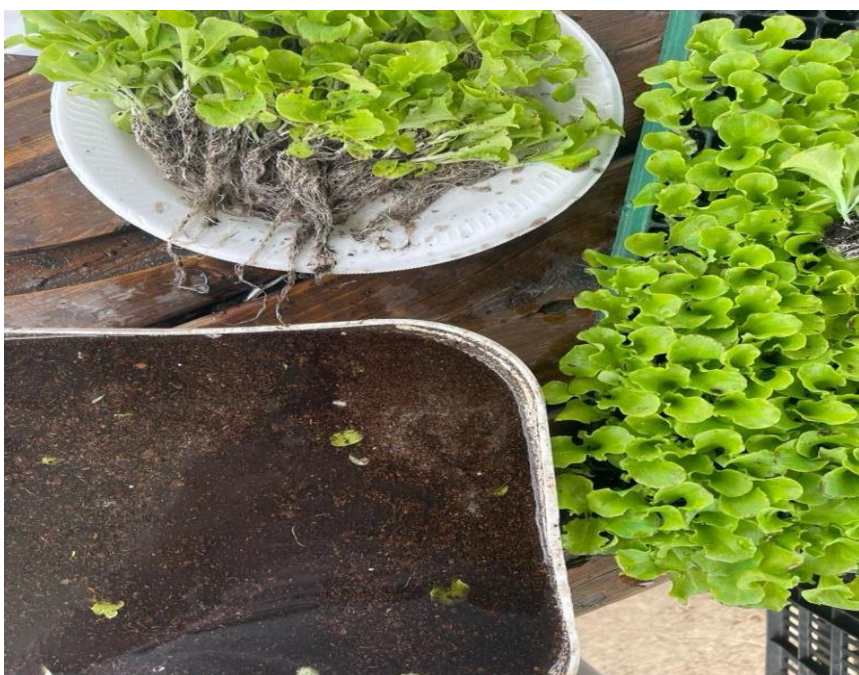
Medición de pH en agua de riego



Ácido fosfórico (regulador de pH)



Preparación de materiales para trasplante a (SRF)



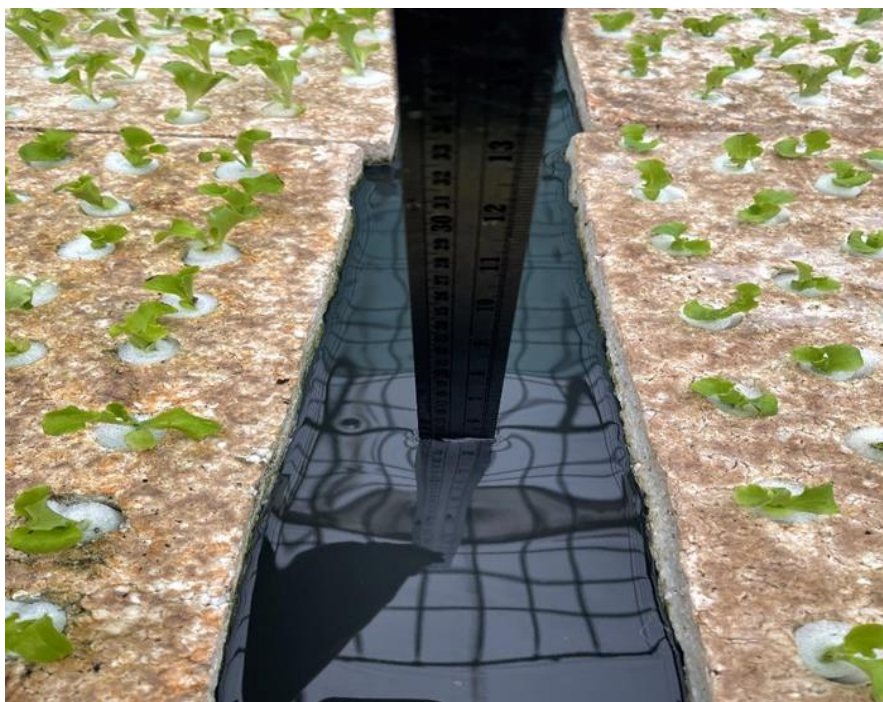
Lavado de raíces previo a trasplante a SRF



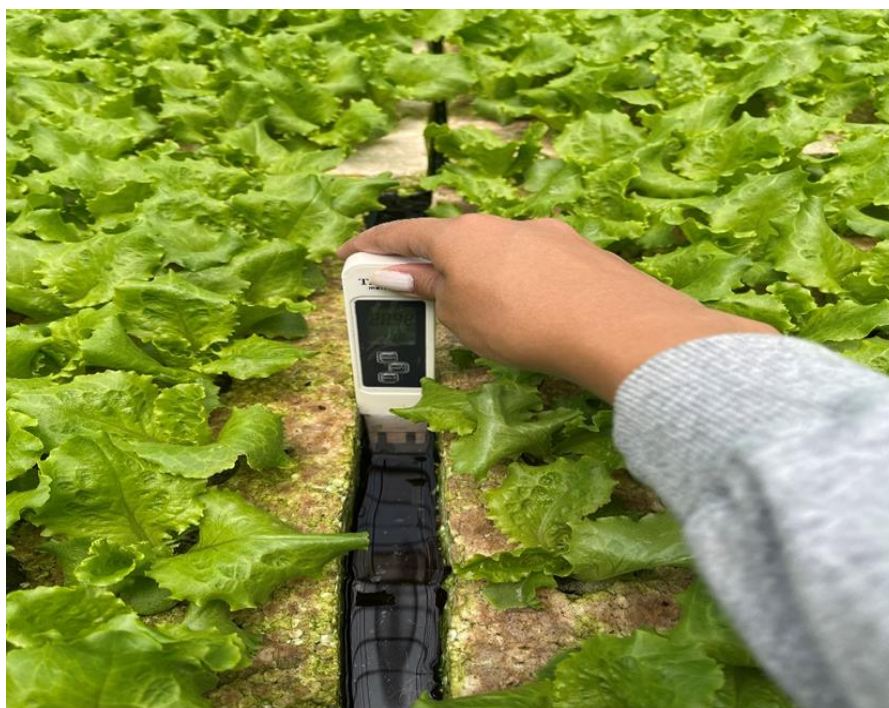
Fumigacion de lechuga (*Lactuca sativa*)



Solución nutritiva para sistema de raiz flotante (SRF)



Medición altura de agua (cm) del SRF



Conductividad eléctrica (CE) del SRF



Medición de °T en el sistema de raíz flotante



Sistema de raíz flotante (7 de marzo del 2022)



Instalación de bombas periféricas y cilindros de 200L



Trasplante definitivo NFT



Solución nutritiva para tratamientos en NFT



Medición de pH en tratamientos del sistema NFT



Medición de °T en sistema NFT



Módulo hidropónico con 6 días del trasplante definitivo



Rotulación de frecuencias de riego (Tratamientos)



Regulación de pH con ácido fosfórico en el sistema NFT



Evaluación de cinco parámetros



Evaluación de peso fresco a los 35DDT



Sistema NFT (Nutrient Film Technique)



Cosecha de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green



Etiquetado previa evaluación de peso seco



Preparación de muestras para determinar materia seca



Producto final (*Lactuca sativa*) var. Waldman's Green



Cultivos aledaños al invernadero (Alfalfa y Maíz)