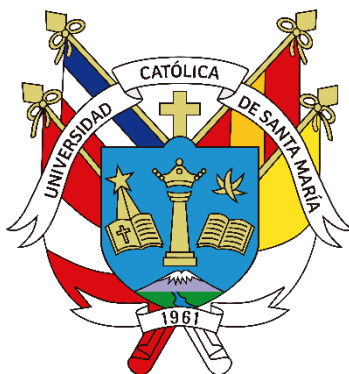


Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas
Escuela Profesional Ingeniería Agronómica y Agrícola



**APLICACIÓN FOLIAR DE TRES DIFERENTES DOSIS DE CARBOXY
CA EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) HIDROPÓNICA
VAR. BATAVIA EN SISTEMA RECIRCULANTE (NFT) EN EL FUNDO
LA BANDA HUASACACHE**

Tesis presentada por la Bachiller:

Valdivia Mamani, Dioselina Xiomara

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniera Agrónoma y Agrícola

Asesor:

Ing. Linares Quiroz, Guillermo Alonso

Arequipa - Perú

2023

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA AGRONOMICA Y AGRICOLA
DECRETO DE NOMBRAMIENTO DICTAMINADORES DE BORRADOR
TITULACIÓN CON TESIS

Arequipa, 13 de Septiembre del 2023

DECRETO: Nro. 008468-3-EPIAvA-2023

Visto el expediente 008468 presentado y en concordancia con lo dispuesto por la Ley 30220, los artículos 57 y siguientes del Estatuto de la Universidad Católica de Santa María y el reglamento de la Facultad, en uso de las facultades concedidas, se decreta:

PRIMERO

Autorizar la revisión del Borrador de Tesis de (el)(la)(los) Bachiller(es):

2014185222 - VALDIVIA MAMANI DIOSELINA XIOMARA

SEGUNDO

Designándose al jurado dictaminador, el mismo que estará integrado por los siguientes docentes:

29568810 - COLOMA DONGO FROY ENGELBERT

30675663 - STRETZ CHAVEZ HUMBERTO JOSE

29593741 - ZEGARRA FLORES JORGE ARTURO

Los dictaminadores, designados en el párrafo anterior, se encargarán de evaluar el Borrador de Tesis titulado:

**APLICACION FOLIAR DE TRES DIFERENTES DOSIS DE CARBOXY CA EN EL CULTIVO DE
LECHUGA (LACTUCA SATIVA L.) HIDROPÓNICA VAR. BATAVIA EN SISTEMA RECIRCULANTE.
"NFT" EN EL FUNDO LA BANDA HUASACACHE.**

TERCERO

El Decanato, la Dirección y Secretaría de la Escuela se encargarán del cumplimiento del presente, regístrese y comuníquese.

29616421 - OBANDO SANCHEZ ALEXANDER DANIEL
DECANO DE LA FAC.CS. E ING. BIOLOGICAS Y QUIMICAS

29568810 - COLOMA DONGO FROY ENGELBERT
DIRECTOR DE INGENIERIA AGRONOMICA Y AGRICOLA



APLICACIÓN FOLIAR DE TRES DIFERENTES DOSIS DE CARBOXYCA EN EL CULTIVO DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA L.) HIDROPONICA VAR. BATAVIA EN SISTEMA RECIRCULANTE "NFT" EN EL FUNDO LA BANDA HUASACACHE

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	repositorio.inta.gob.ar Fuente de Internet	1%
6	edis.ifas.ufl.edu Fuente de Internet	1%
7	www.agromatic.es Fuente de Internet	1%
8	www.agropprod.com Fuente de Internet	1%

9	escarlinrosado.blogspot.com Fuente de Internet	1 %
10	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	1 %
11	ria.utn.edu.ar Fuente de Internet	1 %
12	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1 %
13	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	1 %
14	Submitted to unsaac Trabajo del estudiante	1 %
15	www.researchgate.net Fuente de Internet	1 %
16	posgrado.lapaz.tecnm.mx Fuente de Internet	1 %
17	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	1 %
18	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	1 %
19	cia.uagraria.edu.ec Fuente de Internet	1 %
20	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

DEDICATORIA

Mi tesis se la dedico de una manera especial a mi Hermana Yandely, ya que ella es la bendición más bella que Dios y mis amados padres me dieron, agradecerle por estar siempre a mi lado y apoyarme siempre. Fueron sus palabras, su apoyo, su sonrisa y su emoción que ella sentía después de preguntarme “como me iba en la tesis”. Ella es mi principal cimiento que me impulsa, me motiva y me da fuerza de lograr mis sueños y no rendirme.

Con todo mi corazón a mis amados padres, a mi mamá ELOISA agradecerle por todo, por nunca dejar de creer y tener FE en mí, por su amor infinito y toda la paciencia que solo una madre puede tener, sus abrazos y sus consejos fueron mi fortaleza a seguir, a mi papá FELIPE, por su amor incomparable, por siempre apoyarme en todo y ser mi cómplice, por la confianza que deposito en mí. Mis queridos padres sin su trabajo, sacrificio, amor y su plena confianza, hoy no estaría aquí, gracias por la educación que me dieron, por enseñarme a ser buena persona, y por enseñarme a no rendirme hasta lograr mis sueños.

Con cariño a mis amigas; Fernanda Valdivia, por ser parte de mi vida universitaria, por regalarme los más bonitos momentos, las grandes anécdotas, y las más bonitas carcajadas desmedidas, agradecerle el gran apoyo emocional durante el proceso de mi tesis, su compañía, sus regaños y sus palabras de aliento que fueron lo máximo. A mi amiga Alexandra, por su amistad, su calidez de persona, su compañía durante nuestros años de estudio, por todos los buenos momentos que aún seguimos disfrutando, y por su motivación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecerle a Dios por guiar mi camino, y responder a mis llamados de auxilio cuando más lo necesitaba, que con su infinito amor fortaleció mi corazón e ilumino mi camino, poniendo en mi vida personas increíbles.

Con amor agradecer a mi hermosa familia, mis padres y a mi hermana, que con su amor incondicional siempre estuvieron ahí para mí apoyándome, agradecerles cada sacrificio, cada sudor, y todo el esfuerzo que siempre hacen para lograr mis sueños.

Infinitamente agradecer a mi asesor Guillermo Linares Quiroz por haberme guiado en este proceso, admiro su calidez profesional ya que, en base a su experiencia y sabiduría, ha sabido direccionar mis conocimientos. Agradecerle su paciencia y el tiempo, durante el proceso.

De igual manera agradecer a mi casa de estudios universitarios, gracias por haberme permitido formarme en ella, y en especial a todos los ingenieros docentes por compartir sus conocimientos y experiencias profesionales por su dedicación y compromiso.

A los amigos que conocí en este proceso, agradecer la voluntad de ayudarme cuando necesitaba de su ayuda.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Módulo de hidroponía de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica y Agrícola en el fundo La Banda Huasacache, distrito de Hunter, Provincia y Región Arequipa. El cultivo de lechuga hidropónica cuenta con un alto consumo en la región de Arequipa, debido a ello se necesita encontrar métodos de producción más eficientes para aumentar su calidad y rendimiento; una forma de lograrlo es optimizando las condiciones físicas, químicas y nutricionales del medio. Generalmente, en la zona de Arequipa la fertilización de las olerizas de tallo corto se basa en la utilización de fuentes nitrogenadas, es por ello que en la presente tesis se pretende evaluar el efecto del calcio en el cultivo de lechuga hidropónica, tanto en las variables de crecimiento como en el desarrollo del cultivo. Además, se incluye un análisis nutricional en el que se determina la cantidad de calcio fijado por las hojas de lechuga hidropónica, materia del presente trabajo. Por tanto, el objetivo principal del presente trabajo de investigación es el de determinar la dosificación idónea de Calcio (CarboxyCa) en el cultivo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa L.*) variedad Batavia. Para ello se establecieron 4 tratamientos T0 (testigo), T1(10 ml), T2(20 ml) y T3(30 ml) que permitieron ver el impacto de la dosificación de Carboxy Ca a nivel agronómico y nutricional. Se utilizó el diseño experimental completo al azar (DCA) con 4 tratamientos (T0, T1, T2, T3) y 4 repeticiones. Los parámetros evaluados fueron número de hojas, diámetro de tallo, altura de planta, peso fresco, materia seca y análisis nutricional. Se logró concluir que el T3 (30 ml) tuvo la mejor respuesta con 27.11 a los 50 días de promedio en número de hojas, 2.24 cm a los 50 días de promedio en diámetro de tallo, 27.11 cm a los 50 días de promedio en altura de planta y 195.68 gr de peso fresco en el momento de la cosecha. Mientras que a nivel nutricional, se obtuvo mejor respuesta de aquellos tratamientos con elevadas dosificaciones como son el T3(30 ml) y T2 (20 ml), siendo el T3 el que tuvo una mejor respuesta con 5.16%, de materia seca y 685 mg.kg⁻¹ del nutriente calcio (Ca) el T3 (30 ml) obtuvo un 5.16% de materia seca y 685 mg.kg⁻¹ del nutriente calcio (Ca).

Palabras clave: Calcio, olerizas, nutricional.

SUMMARY

This research work was developed in the Hydroponics Module of the Professional School of Agronomic and Agricultural Engineering in the La Banda Huasacache farm, Hunter district, Arequipa province and region. The cultivation of hydroponic lettuce has a high consumption in the Arequipa region, due to this it is necessary to find more efficient production methods to increase its quality and yield; one way to achieve this is by optimizing the physical, chemical and nutritional conditions of the medium. Generally, in the Arequipa area, the fertilization of short4-stemmed olerizas is based on the use of nitrogenous sources, which is why this thesis aims to evaluate the effect of calcium on hydroponic lettuce cultivation, both in growth variables and in crop development. In addition, a nutritional analysis is included in which the amount of calcium fixed by the hydroponic lettuce leaves, the subject of this work, is determined. Accordingly, the main objective of this research work is to determine the ideal dosage of Calcium (Carboxy Ca) in the cultivation of hydroponic lettuce (*Lactuca sativa* L.) Batavia variety. For this, 4 treatments T0 (control), T1 (10 ml), T2 (20 ml) and T3 (30 ml) were established, which allowed us to see the impact of Carboxy Ca dosage at an agronomic and nutritional level. The complete randomized experimental design (DCA) was used with 4 treatments (T0, T1, T2, T3) and 4 repetitions. The parameters evaluated were number of leaves, stem diameter, plant height, fresh weight, dry matter and nutritional analysis. It was possible to conclude that T3 (30 ml) had the best response with 27.11 at 50 days on average in number of leaves, 2.24 cm at 50 days on average in stem diameter, 27.11 cm at 50 days on average in plant height and 195.68 gr of fresh weight at harvest time. While at the nutritional level, the best response was obtained from those treatments with high dosages such as T3 (30 ml) and T2 (20 ml), with T3 having the best response with 5.16% of dry matter and 685 mg.kg⁻¹ of the nutrient calcium (Ca) T3 (30 ml) obtained 5.16% of dry matter and 685 mg.kg⁻¹ of the nutrient calcium (Ca)

Keywords: Calcium, olerizas, nutritional.

INTRODUCCIÓN

Los cultivos hidropónicos son de gran utilidad en los casos en que no se cuenta con suelos apropiados para la agricultura tradicional, en ellos la tierra es reemplazada por otros medios desoporte para las plantas como una serie de canales en lo que pueden existir elementos como piedras o arcilla. Estos pueden ser llevados a cabo a cielo abierto o también en invernaderos cuando además se requiere controlar las condiciones climáticas a las que están expuestos los cultivos. Los principales productos obtenidos por el método de cultivo hidropónico son las hortalizas, como las lechugas, tomates, pepinos, pimentones, cebollín, plantas aromáticas, cebollas e incluso frutas como las fresas, el melón y las sandías (JEANNOT, RÍOS , & SANTISTEBAN, 2020).

El cultivo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa L.*), ya se encuentra establecido y distribuido en nuestro país, sin embargo, es un producto que no cuenta con un alto nivel nutricional, por lo que esta carencia ocasiona que sea un producto poco atractivo para el consumidor. Es así que, gracias a las diversas investigaciones y soluciones nutritivas evaluadas, se ha podido brindar la opción de aportar nutrientes ya sea vía radicular o foliar que mejoren las características de dicho cultivo. Entre ellos, tenemos productos orgánicos como el biol o foliares como el calcio, magnesio, boro, etc.

El calcio es un elemento vital para el desarrollo de la lechuga. Su carencia invita a la aparición de tip burn o quemaduras en los bordes. Hay que saber que el agua puede aportar una cantidad de calcio y otros elementos, pero también con la absorción, el calcio no se encuentra al menos al doble de la concentración del magnesio. El calcio se absorbe en forma de catión Ca^{2+} . (Frutícola, 2018).

Debido al impacto trascendental de la pandemia por la COVID-19 y sus variantes, la población a nivel mundial, se ha visto en la obligación de velar por su salud. Entre algunos de los nuevos cambios de hábito, se encuentra la preocupación por los alimentos que consumen, en su mayoría lo que busca un consumidor en un supermercado o mercado local, son productos que no solo aporten nutrientes específicos, si no buscan alimentos potenciados que cuenten con más de un nutriente como, alimentos que cuenten en su composición con Fe, Ca, Mg, entre otros, que puedan mejorar su calidad de vida.

Ya que el cultivo de lechuga hidropónica es altamente atractivo para los consumidores por su manejo agronómico, que permite mantenerlo libre de contaminantes, es que se muestra interés en este en la presente investigación, con el fin de poder ofertar un producto altamente nutritivo

en valores de Ca, y así ofertar a los productores un valor agregado para la comercialización a nivel regional.

Es así que en la presente experimentación se pretende realizar la aplicación de diferentes dosis de calcio (Carboxy Ca) con el fin de poder evaluar el efecto a nivel agronómico, en referencia a su desarrollo vegetativo, y a nivel nutricional, para que pueda ser aprovechado por el consumidor.

La adición del calcio a nivel foliar no genera problemas de residuos tóxicos para el consumidor, además por ser un elemento no móvil, esta forma de aplicación permite un mejor aprovechamiento del nutriente acompañado con la fertilización a nivel radicular, y por lo tanto una mayor concentración en el cultivo.



ÍNDICE

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN	3
SUMMARY	4
INTRODUCCIÓN.....	5
CAPITULO I.....	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.1. Enunciado del problema.....	13
1.2. Descripción del problema.....	13
1.3. Efecto en el desarrollo local y/o regional.....	14
1.4. Justificación.....	14
1.4.1. Aspecto general.	14
1.4.2. Aspecto tecnológico.....	15
1.4.3. Aspecto social.....	15
1.4.4. Aspecto económico.....	15
1.4.5. Importancia.....	15
1.5. Objetivos.	16
1.5.1. Objetivos generales.....	16
1.5.2. Objetivos específicos.	16
1.6. Hipótesis.....	16
CAPITULO II	17
2. MARCO TEORICO.....	17
2.1. Análisis bibliográfico.....	17
2.1.1. Calcio.	17
2.1.2. Composición del calcio.....	19
2.1.4. Hidroponía.....	21
2.1.5. Sistemas de producción en Hidroponía.....	25
2.1.6. Sistema Hidropónico NFT.....	27

2.1.7.	Soluciones nutritivas	29
2.1.8.	Nutrición de plantas.	31
2.1.9.	El cultivo de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).	31
2.1.10.	Absorción Nutricional del Cultivo de Lechuga.	34
2.1.11.	Lechuga Hidropónica.	35
2.1.12.	Variedad Batavia.....	39
2.1.13.	Plagas del cultivo de Lechuga.	40
2.1.14.	Manejo de enfermedades de la lechuga.....	41
2.1.15.	Control de patógenos.	42
2.1.16.	Importancia económica y nutricional de la lechuga.....	42
2.1.17.	Mercado de Lechuga Hidropónica en el Perú.	44
2.2.	Antecedentes de investigación.....	45
2.2.1.	Revisión de tesis universitarias.....	45
CAPITULO III		48
3.	MATERIALES Y METODOS.....	48
3.1.	Materiales de campo	48
3.1.1.	Localización del trabajo	48
3.1.2.	Materiales biológicos	49
3.1.3.	Materiales de campo	49
3.1.4.	Materiales de Laboratorio	50
3.1.5.	Materiales de escritorio	50
3.1.6.	Otros materiales	50
3.2.	Métodos.....	50
3.2.1.	Muestreo:.....	50
3.2.1.1.	Universo:	50
3.2.1.2.	Tamaño de muestraDimensiones:.....	51
3.2.1.3.	Procedimiento de muestra	51
3.2.2.	Recopilación de la información.....	51
3.2.2.1.	En el campo	51

3.2.2.2. En el laboratorio.....	51
3.2.3. Variables Respuesta.....	51
3.2.3.1. Variables independientes.....	51
3.2.3.2. Variables dependientes.....	52
3.3. Evaluación estadística.	52
3.3.1. Diseño Experimental.....	52
3.3.2. Unidades experimentales.....	52
3.4. Metodología.....	54
3.4.1. Metodología de la experimentación.....	54
3.4.2. Metodología de Evaluaciones.....	68
CAPITULO IV.....	75
4.1. RESULTADOS.	75
CAPÍTULO V.....	93
5. DISCUSIÓN.....	93
CAPITULO VI.....	99
6. CONCLUSIONES.....	99
CAPÍTULO VII.....	100
7. RECOMENDACIONES.....	100
CAPITULO VIII REFERENCIAS.....	101
ANEXOS.....	107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Sistema de hidroponía.....	22
Ilustración 2: Sistemas de Producción en hidroponía.....	26
Ilustración 3: Fenología de Lechuga.	34
Ilustración 4: Variedades De Lechuga Hidropónica.	38
Ilustración 5: Empresas de Producción de Lechuga Hidropónica.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Propiedades de Calcio.....	19
Tabla 2: Solución Nutritiva- FAO.....	29
Tabla 3: Solución hidropónica La Molina.....	30
Tabla 4: Contenido mineral de macro (N, P, K, Ca) y micronutrientes por tipo de.....	35

Tabla 5: Consumo de oxígeno en lechuga.	37
Tabla 6: Valor Nutricional.	43
Tabla 7: Valor Nutricional de la Lechuga en 100 gr.	44
Tabla 8: Descripción de los tratamientos.	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Metodología de Análisis nutricional.	73
Cuadro 2: Análisis de Varianza (ANVA) para número de hojas a los 12 d.d.t.	75
Cuadro 3: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para número de hojas a los 12 d.d.t.	75
Cuadro 4: Análisis de Varianza (ANVA) para número de hojas a los 50 d.d.t.	77
Cuadro 5: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para número de hojas a los 50 d.d.t.	77
Cuadro 6: Análisis de Varianza (ANVA) para diámetro de tallo a los 12 d.d.t.	79
Cuadro 7: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para diámetro de tallo a los 12 d.d.t.	79
Cuadro 8: Análisis de Varianza (ANVA) para diámetro de tallo a los 37 d.d.t.	81
Cuadro 9: Análisis de Varianza (ANVA) para diámetro de tallo a los 50 d.d.t.	82
Cuadro 10: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para diámetro de tallo a los 50 d.d.t.	83
Cuadro 11: Análisis de Varianza (ANVA) para altura de planta a los 12 d.d.t.	84
Cuadro 12: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para altura de planta a los 12 d.d.t.	84
Cuadro 13: Análisis de Varianza (ANVA) para altura de planta a los 50 d.d.t.	88
Cuadro 14: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para altura de planta a los 50 d.d.t.	88
Cuadro 15: Análisis de Varianza (ANVA) para peso fresco en gramos.	89
Cuadro 16: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para peso fresco(gr).	90
Cuadro 17: Análisis de Varianza (ANVA) para materia seca (%).	91
Cuadro 18: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para materia seca (%).	91

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Número de hojas en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) hidropónica a los 12 d.d.t.	76
Gráfico 2: Número de hojas en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) hidropónica a los 50 d.d.t.	78
Gráfico 3: Diámetro de tallo en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) hidropónica a los 12 d.d.t.	80
Gráfico 4: Diámetro de tallo en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) hidropónica a los 50 d.d.t.	83
Gráfico 5: Altura de planta en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) hidropónica a los 12 d.d.t.	85

Gráfico 6: Altura de planta en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) hidropónica a los 37 d.d.t.	87
Gráfico 7: Altura de planta en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) hidropónica a los 50 d.d.t.	88
Gráfico 8: Peso fresco en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) hidropónica (gr).	90
Gráfico 9: Materia seca (%) en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) hidropónica.	91

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 A, B, C: Limpieza y desinfección del Módulo de Hidroponía.....	54
Fotografía 2 A, B: Desinfección de vasos de red.....	55
Fotografía 3 A, B: Recolección de muestra para el Análisis de Agua.	55
Fotografía 4 A, B: Calibración del Sistema NFT.....	56
Fotografía 5 A, B, C: Encendido del Sistema NFT.....	57
Fotografía 6 A: Programación del Timer.....	58
Fotografía 7 A, B, C: Siembra de Almacigos.	59
Fotografía 8 A, B: Preparación de solución nutritiva de la Molina.	60
Fotografía 9 A, B: Sectorización de tratamientos.	60
Fotografía 10 : Preparación de tratamientos.	61
Fotografía 11 A, B : Colocación de cartón.	62
Fotografía 12 A, B: Pulverización de Carboxy Ca.....	62
Fotografía 13 : Tratamientos de Carboxy Ca.....	63
Fotografía 14 A, B: Pulverización de Carboxy Ca.....	63
Fotografía 15 A, B, C, D: Control de Plagas y Enfermedades.	64
Fotografía 16 A, B, C: Control de temperatura, conductividad eléctrica y pH.....	65
Fotografía 17 A, B, C, D: Cosecha de Lechugas.	66
Fotografía 18 A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P.: Fenología del cultivo lechuga variedad Batavia a los 5, 12, 37 y 50 días.....	67
Fotografía 19 A, B, C, D: Contabilización del número de hojas.	68
Fotografía 20 A, B C: Medida del diámetro de tallo.....	69
Fotografía 21 A, B, C: Medida de altura de planta.	70
Fotografía 22 A, B, C, D: Peso fresco (PF).	71
Fotografía 23 A, B, C, D, E, F: Materia Seca (PS).	72

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1: Limpieza de tuberías.	107
Anexo 2: Limpieza de tanque.	107
Anexo 3: Limpieza de vasos de red e investigadores Publicación autorizada con fines académicos e investigativos En su investigación no olvide referenciar esta tesis	108

Anexo 4: Análisis de agua- Fundo La Banda- Huasacache.....	109
Anexo 5: Instalación de Electrobomba.	110
Anexo 6: Almácigos de lechuga var. Batavia.....	110
Anexo 7: Preparación de solución nutritiva A y B.....	111
Anexo 8: Preparación de Carboxy Ca.	111
Anexo 9: Ficha técnica de Carboxy Ca	112
Anexo 10: Ficha técnica de Carboxy Ca	113
Anexo 11: Segunda aplicación de Carboxy Ca.....	114
Anexo 12: Evaluación de número de hojas.....	115
Anexo 13: Evaluación de diámetro de tallo.....	116
Anexo 14:Evaluación de altura de planta.	117
Anexo 15: Peso fresco (PS)	118
Anexo 16: Materia seca (MS)	119
Anexo 17: Análisis nutricional lechuga var. Batavia.....	120
Anexo 18: Deficiencias de Calcio.....	121
Anexo 19: Dispositivos para evaluación de parámetros.....	122
Anexo 20: Presupuesto.	123
Anexo 21: Datos de número de hojas a los 12 ddt.....	124
Anexo 22: Datos de número de hojas a los 50 ddt.....	124
Anexo 23: Datos de diámetro de tallo a los 12 ddt.	124
Anexo 24: Datos de diámetro de tallo a los 37 ddt.	124
Anexo 25: Datos de diámetro de tallo a los 50 ddt.	124
Anexo 26: Datos de altura de planta a los 12 ddt.	125
Anexo 27: Datos de altura de planta a los 37 ddt.	125
Anexo 28: Datos de altura de planta a los 50 ddt.	125
Anexo 29: Datos de peso fresco (gr).....	125
Anexo 30: Datos de materia seca (gr)	125
Anexo 31: Medición de parámetros meteorológicos.....	126

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. Enunciado del problema.

En la actualidad, las olerizas de tallo largo presentan dentro de sus programas de fertilización al calcio como uno de sus principales nutrientes, en algunos casos por encima del nitrógeno, como es el caso del ají pprika y la alcachofa: sin embargo, este nutriente no es tomado en cuenta dentro de los programas de fertilización de las olerizas de tallo corto, llámese lechuga, espinaca, repollo, entre otros.

Asimismo, productores de diversos cultivos tienen problemas con relación a la obtención adecuada de calidad, peso y color del fruto. En muchas ocasiones esto se debe al desconocimiento de la importancia de las aplicaciones de Calcio, Magnesio y Potasio de forma oportuna y su disponibilidad y movilidad dentro de la planta.

Es por ello, que el presente trabajo se pretende mostrar el papel del calcio dentro del crecimiento y desarrollo de una oleriza de tallo corto como la lechuga, y de esta manera demostrar la importancia de este nutriente y su debida inclusión dentro de los programas de fertilización.

1.2. Descripción del problema.

Debido al alto consumo, la lechuga (*Lactuca sativa* L.) necesita encontrar métodos de producción más eficientes para aumentar su calidad y rendimiento; una forma de lograrlo es optimizando las condiciones físicas, químicas y nutricionales del medio.

A lo largo de los años, diversos investigadores de todo han demostrado la importancia de la aplicación de soluciones con buen contenido de nutrientes para poder contribuir con el desarrollo vegetativo y productivo del cultivo. El suelo contiene varios elementos que son importantes para el crecimiento de las plantas y cumplen funciones insustituibles, como es el caso del nitrógeno, elemento importante para la planta porque asegura un buen desarrollo estructural.

El cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.), se destina al consumo en fresco. Cuenta con una preferencia alta en sus consumidores, sin embargo, en diversas investigaciones nutricionales, se ha visto afecta su popularidad por el nivel bajo de nutrientes que posee, aunque se han dado propuestas para mejorar su producción, los productores siguen en la búsqueda de enriquecer sus niveles nutricionales.

En el caso de este cultivo es vulnerable a las plagas y enfermedades por lo que el resultado puede ser una nutrición deficiente. Con lo que el calcio ayuda a la rigidez de la pared celular de las plantas permitiendo regeneración y resistencia adecuada para una vida conservada post cosecha (Dios & Sandoval, 2006). Un tratamiento correcto en la lechuga es altamente efectivo y la planta aprovecha correctamente la absorción de los nutrientes. (Sucre & Malca, 2018).

En sus requerimientos edáficos, la lechuga (*Lactuca sativa* L.) es un cultivo por lo que prefiere suelos de textura franco arcillosa, es decir que el sistema que posee es poco desarrollo en el lado radicular lo que indica que debe ser plantando en suelos poco profundos y sensibles de salinidad (Agro, 2021). Sin embargo, en la actualidad es un cultivo que trabaja bien en sistemas recirculantes NFT, que además de asegurar una buena producción, la aplicación de nutrientes es más precisa. Por tales razones se pretende realizar aplicaciones de calcio que además de contribuir con la obtención de mejores características de calidad, podría ser fuente de aportación de calcio para el consumo humano.

1.3. Efecto en el desarrollo local y/o regional.

Con la presente investigación se pretende ofertar una alternativa para una fertilización foliar con alto contenido de calcio, que además de mejorar el desarrollo productivo de dicho cultivo, potenciará su valor nutricional. Esto contribuirá con los productores de Lechuga hidropónica locales y regionales permitiéndoles tener un valor agregado del producto y diferenciarse de otros.

1.4. Justificación.

1.4.1. Aspecto general.

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una de las hortalizas más comercializadas en la región Arequipa por lo que la competencia en el mercado incrementa considerablemente, y la demanda de consumo cada vez es mayor. Actualmente la sociedad está enfocándose en alimentarse de manera saludable, consumiendo productos que aporten nutrientes a su organismo. La lechuga hidropónica oferta una garantía de calidad al consumidor, por ser un producto de atractivo culinario, sin embargo, es carente de un follaje prominente y valor nutricional significativo, por lo que, con la presente investigación se pretende contribuir a que posiblemente incluyendo al calcio dentro de los programas de fertilización de olerizas de tallo corto se pueda obtener un producto final de buena calidad y un nivel nutricional adecuado.

1.4.2. Aspecto tecnológico.

En diversos países ya se están realizando investigaciones con el fin de obtener un mejoramiento nutricional de diversos frutales y hortalizas. En la región de Arequipa el cultivo de lechuga hidropónica se encuentra ya establecido, sin embargo, los productores de este cultivo no cuentan con un programa de fertilización en los que se incluya al calcio sobre todo en los cultivos de olerizas de tallo corto. Asimismo, sabemos que el calcio es un nutriente de baja movilidad dentro de la planta; por lo que, en muchos casos no llega a fijarse en los órganos de consumo de dicha oleriza. Debido a ello, una de las soluciones es la de incluir ha dicho nutriente vía foliar, que es lo que se pretende analizar en el presente trabajo de investigación.

1.4.3. Aspecto social.

El cultivo de Lechuga Hidropónica tiene un mercado establecido en nuestra región, los consumidores tienen una alta preferencia por ensaladas frescas, donde este producto tiene un papel protagónico. Como consecuencia de la Covid 19, la población está priorizando su salud y por consecuente, la tendencia al consumo de alimentos con alto valor nutricional se ha incrementado. Ya que la lechuga es un producto que tiene una alta tendencia de consumo, pero con un bajo nivel nutricional, con la presente investigación se pretende aportar un nivel de calcio en la lechuga hidropónica. aprovechable para el consumidor.

1.4.4. Aspecto económico.

En cuanto al aspecto económico se sabe que realizar una producción hidropónica del cultivo de lechuga no implica una inversión elevada y además hay un alto nivel producto. El desarrollo fenológico es corto en este sistema y se puede aportar una solución nutritiva que permitirá la precisión en la absorción de nutrientes que finalmente no hará más que asegurar la rentabilidad del productor. Por lo que la contribución en aplicaciones foliares de Calcio (Carboxy Ca) que se presente hacer con esta investigación tiene como objetivo el de proporcionar un valor agregado al producto final, donde el productor podrá incrementar su ganancia por cosecha.

1.4.5. Importancia.

El trabajo a realizar no solo tendrá un impacto en la región de Arequipa donde se está realizando la presente investigación, sino que también podrá ser aprovechada para todos los productores de dicho cultivo a nivel nacional, debido a que es un cultivo que ya tiene zonas de siembra establecidas. El cultivo de Lechuga Hidropónica con un alto nivel de calcio podría permitir un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas, de tal manera que puedan alcanzar un tamaño y color adecuados requeridos por el mercado y de esta manera ofrecer un producto de alta calidad.

1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivos generales.

- Determinar la dosificación idónea de Calcio (Carboxy Ca) en el cultivo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa L.*) variedad Batavia.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa L.*) variedad Batavia al efecto de la aplicación foliar de Calcio (Carboxy Ca).
- Realizar un análisis nutricional a nivel foliar de la lechuga para ver la cantidad de Calcio (Carboxy Ca) fijado según las dosis aplicadas.

1.6. Hipótesis.

Dado que el calcio tiene un impacto en la calidad del cultivo, es posible que la aplicación de diferentes dosis de Carboxy Ca pueda generar un impacto en el cultivo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa L.*) a nivel de desarrollo foliar, compactación, peso y contenido de calcio fijado.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO.

2.1. Análisis bibliográfico.

2.1.1. Calcio.

El calcio como es un elemento que se diferencia de otros ya que importa sólo en pequeñas cantidades en frutas carnosas y en concentraciones mucho menores que la de las hojas (Saure, 2005, como se citó en Bouzo & Cortez, 2012). Se entiende que respecto a la nutrición puede considerar el factor del calcio como potencial (Bouzo & Cortez, 2012).

El calcio es un mineral que el cuerpo necesita para desarrollar y mantener huesos fuertes y para llevar a cabo muchas funciones importantes. El cuerpo humano necesita calcio para que los músculos se muevan y los nervios lleven mensajes entre su cerebro y cada parte de su cuerpo, ayuda a los vasos sanguíneos a mover la sangre por todo el cuerpo y ayuda a liberar hormonas que afectan muchas funciones. (National Institutes of Health, 2021)

“El calcio toma importancia en la constitución de la membrana de las células y de las paredes celulares para que tenga una lámina media del calcio” (Yfran, et al. 2017).

El calcio forma parte de las estructuras celulares como estabilizador de la pared celular y de la membrana plasmática. Es necesario en los procesos de división y elongación celulares, en la polimerización de proteínas, y como regulador enzimático. Un buen número de evidencias demuestran que el calcio actúa como transductor de señales. (Roberts & Harmon, 1992, como se citó Sanz et al, 2001).

Es importante destacar que el calcio en la planta se moviliza por el xilema, por lo tanto, su deficiencia puede ser inducida por condiciones climáticas que no favorecen la corriente transpiratoria en la planta, lo cual está relacionado con los mecanismos de absorción de éste nutriente, que se realiza por intercepción radical y flujo de masas (León, 1994, como se citó Rodríguez & Floréz, 2004). La mayor parte del calcio se localiza por fuera de la pared celular, en los pectatos de la lámina media, como hemos indicado, y en las membranas. (Azcón & Talón, 2013)

El calcio (Ca) es un macronutriente esencial para crecimiento y desarrollo de las plantas, y se considera como un importante mensajero intracelular, mediando respuestas a hormonas, señales de estrés y una variedad de los procesos de desarrollo. (Hepler and Winshi, 2010, como se citó Youssef et al, 2017)

El calcio es un nutriente inmóvil y es difícil que las raíces lo absorban en condiciones de saturación, ya que los nutrientes altamente móviles están mucho más disponibles para las raíces. Además, los microbios del suelo que normalmente ayudarían a la descomposición del calcio para la absorción por las raíces funcionan mal en agua saturada debido a la falta de oxígeno. Dada la falta de absorción de calcio desde el nivel de la raíz en años húmedos, es esencial desarrollar y mantener una buena hoja. En un año húmedo, la hoja puede proporcionar ambas funciones, la fotosíntesis y la absorción de nutrientes a partir de la alimentación foliar de nutrientes inmóviles como el calcio (Yara, 2021).

El calcio es esencial para la formación de paredes celulares y desarrollo de tejidos de hojas y frutos fuertes, y una carencia de este elemento llevará rápidamente a la muerte del tejido, tales como los desórdenes de quemadura de puntas y pudrición apical. (Prado, 2018)

Las funciones críticas del calcio (Ca) en las plantas son bien conocidas desde hace mucho tiempo, y se le relaciona directamente con el crecimiento de la raíz y la calidad de los frutos después del amarre, aunque es un nutriente que está involucrado en un mayor número de procesos. En la producción de cultivos un aporte nutricional completo contempla la adición de este elemento esencial, ya que las deficiencias de este nutriente en los vegetales provocan: mal desarrollo radical, desarrollo anormal de hojas y enrollamientos, deformación y falta de tamaño de frutos, pudrición apical o blossom end rot, depresión amarga o bitter pit, rajado de frutos, mala vida de anaquel y frutos aguados. Tanto en la planta como nutriente estructural y en el suelo como mejorador, el calcio cumple funciones de gran importancia que son irremplazables (Intagri, 2019).

El calcio es esencial para muchas funciones de la planta. Algunos de ellos son:

- División celular adecuada y elongación

- El desarrollo de la pared celular adecuada
- La absorción de nitrato y el metabolismo
- La actividad enzimática
- Metabolismo del almidón. (Fertilab, 2020)

2.1.2. Composición del calcio.

Tabla 1: Propiedades de Calcio.

Propiedades del elemento	
Número Atómico	20
Peso Atómico	40.078
Punto De Fusión	842 °C (1548 °F)
Punto De Ebullición	1.484 ° C (2.703 ° F)
Gravedad Específica	1,55 (20 °C o 68 °F)
Estado De Oxidación	+2
Configuración Electrónica	1 segundo ² 2 segundo ² 2 segundo 6
	3 segundo ²
	3 segundo 6 ⁴ segundo 2

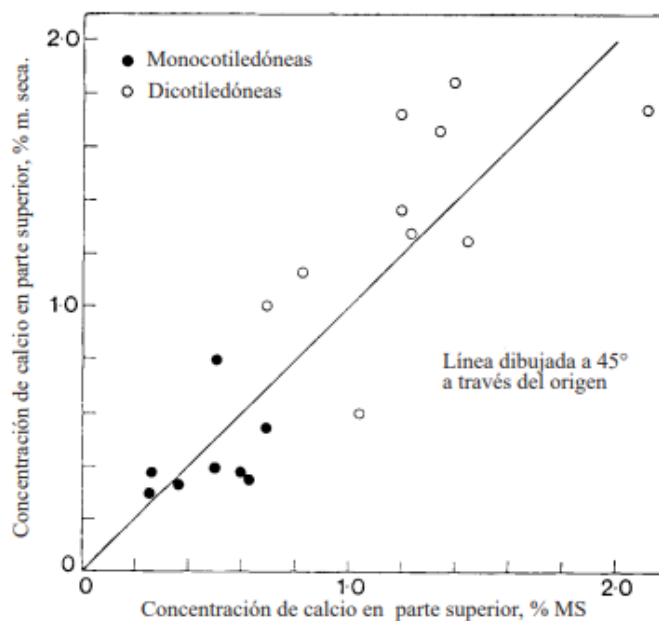
Fuente: (Hanusa, 2021)

El calcio natural consiste en una mezcla de seis isótopos: calcio-40 (96,94 por ciento), calcio- 44 (2,09 por ciento), calcio-42 (0,65 por ciento) y, en proporciones más pequeñas, calcio-48, calcio-43 y calcio-46. El calcio-48 sufre una desintegración (Hanusa, 2021).

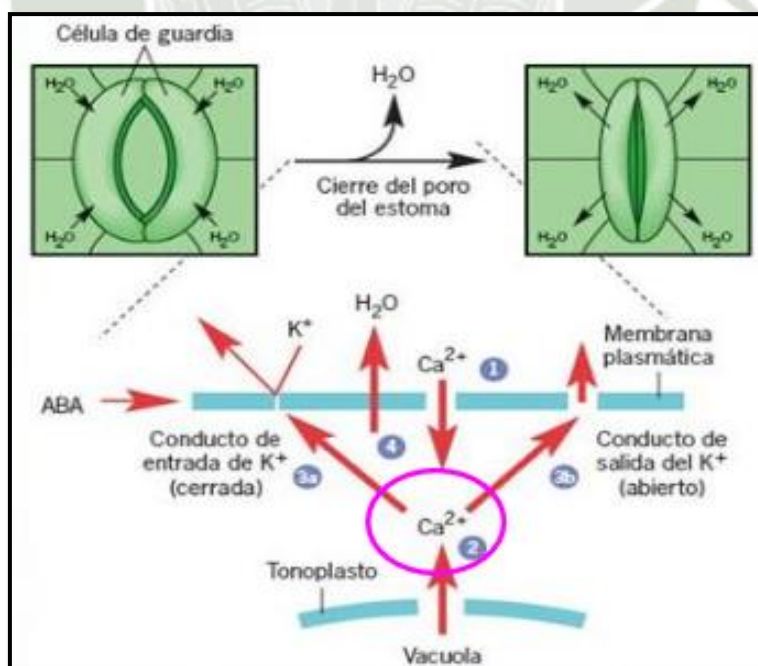
2.1.3. Concentración y Ruta fisiológica del Calcio (Ca) en las plantas.

El movimiento del calcio en la planta se da exclusivamente por la corriente xilemática desde las raíces hacia órganos como las hojas y frutos. Las hojas, en comparación con

los frutos, presentan una mayor tasa de transpiración y, por tanto, la llegada de Ca^{2+} es mayor en dichos tejidos y menor en los frutos (Marschner, 1986 como se citó Díaz, Cayón & Mira, 2007).



Fuente: Mengel & Kirby (2000).



Fuente: Oliveros (2018).

2.1.4. Hidroponía.

La humanidad está creciendo a pasos agigantados y sus necesidades biológicas van en aumento, la alimentación o "seguridad alimentaria" es una prioridad para los gobiernos. Sin embargo, laproducción ordinaria de alimentos ya no es sostenible debido a la degradación ambiental, impacto climático, gran uso de la tierra, largo período de cultivo, plagas con mayor resistencia al control, etc. (Taylor, 2011, como se citó Rojas, 2019).

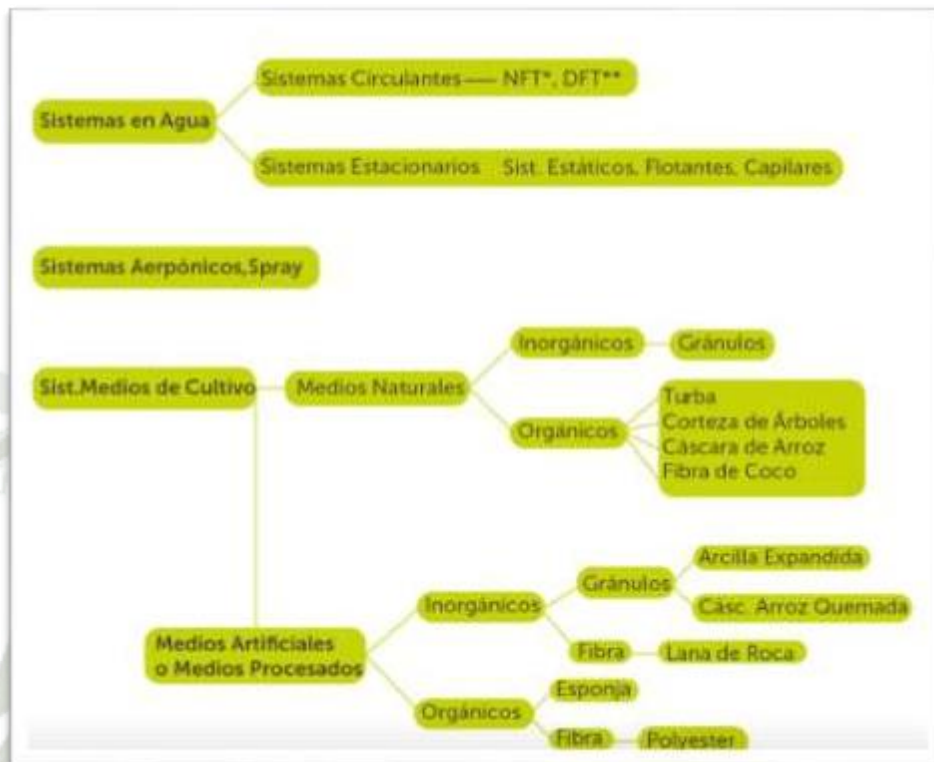
Es decir que debe existir nuevas formas de hidroponía como técnica de cultivo de plantas en medio sin suelo estructuras simples o complejas de la producción de hierbas básicas, su dinámica. Le permite usar cualquier espacio disponible para demostrar efectividad en las siguientes áreas, generalmente solo se puede cultivar en terreno llano, pero ahora se puede cultivar en vertical y produce hasta 10 veces el rendimiento (Taylor, 2011, como se citó Rojas, 2019)

En este modo, la hidroponía facilita el uso de un sustrato nutritivo, es decir, agua los nutrientes esenciales de cada especie se mezclan para otros mecanismos, en los que también se deben considerar las necesidades de la fábrica, temperatura, humedad, pH (Rojas, 2019).

La hidroponía es un sistema aislado del suelo donde las plantas crecen gracias a suministro de recursos de agua y nutrientes, pero se deben considerar ciertas condiciones adversas como el costo involucrado en su construcción y diseño. (Gent, 2012, como se citó Rojas, 2019)

La hidroponía es un subconjunto de la hidro cultura y es un método para cultivar plantas usando soluciones de nutrientes minerales, en agua, sin suelo. Las plantas terrestres pueden cultivarse con sus raíces en la solución de nutrientes minerales solamente o en un medio inerte, como perlita, grava, lana mineral, arcilla expandida o cáscara de coco (Sorinel, 2016).

Ilustración 1: Sistema de hidroponía



Fuente: (Pereira, 2021)

• Consideraciones.

Sobre el crecimiento se deben conocer algunos aspectos al iniciar el crecimiento de una planta. (Sorinel, 2016)

Etapas de crecimiento:

- ✓ Iluminación: en la etapa de propagación, se requiere iluminación 12 horas por día (si no se especifica que las semillas deben crecer en un medio oscuro; en las etapas de crecimiento y floración, se requiere iluminación 16 horas por día (Sorinel, 2016).
- ✓ Aireación: se requiere en etapas de crecimiento y floración: las raíces deben airearse. (Sorinel, 2016)
- ✓ Ventilación: se requiere en las etapas de crecimiento y floración -

las hojas y flores deben estar ventiladas. (Sorinel, 2016)

- ✓ **Humedad:** es importante en todas las etapas - generalmente se obtiene por vapores de agua bajo un medio tibio. (Sorinel, 2016)
- ✓ **Nutrientes:** no son especialmente necesarios para las semillas en la etapa de propagación, pero son importantes para todas las etapas después de que la planta desarrolle raíces; como los nutrientes se mezclan con agua, la solución final debe observarse cuidadosamente midiendo el pH; La medición del pH se realiza con la ayuda de medidores de pH, los límites deben estar entre 5,7 y 6,2 y la regulación se realiza con la ayuda de pH down (solución alcalina) y pH up (solución ácida); normalmente, una fórmula general para los nutrientes es NPK=795 por ciento, donde N=nitrato, P=fósforo, K=potasio); además de NPK, la fórmula de nutrientes puede contener: cobre, manganeso, boro, zinc (Sorinel, 2016).
- ✓ **Parásitos:** esto también se refiere a infecciones tanto como sea posible, el sistema hidropónico debe protegerse de parásitos e infecciones de las plantas; las raíces de las plantas no deben exponerse a la iluminación (ya que la iluminación asegura el crecimiento de algas acuáticas); sin embargo, existen soluciones especiales para proteger las plantas (Sorinel, 2016).

b. Medio hidropónico.

El término “sustrato” se usa para definir cualquier material, de origen natural o sintético, que reemplaza al suelo y cumplen una función de sostén de la planta. El sustrato puede ser fuente de algún nutriente (generalmente sustratos orgánicos como compost, turba, etc.) o no (ej. perlita, espumas agrícolas, lana de roca, etc.). En el primer caso se habla de “cultivo sin suelo”, mientras que en el segundo caso es “hidroponía”, ya que el 100% de los nutrientes son aportados por la solución nutritiva (Castañares, 2015).

Factores que han favorecido el crecimiento de la industria hidropónica:

- ✓ **Tiempo:** Al producir bajo ambientes protegidos la incidencia del clima es mínima, por lo que es posible producir fuera de la temporada típica de

producción, incluso tener cosechas todo el año mediante la producción escalonada. (Ramos, 2017)

- ✓ **Valor:** La sanidad con la que son producidas las hortalizas en hidroponía es más alta, ya que no existe contacto directo de los vegetales con el suelo, disminuyen las aplicaciones de plaguicidas y fertilizantes foliares, y de esta manera se evita que los frutos o las hojas entren en contacto con sustancias que puedan dejar residuos (Ramos, 2017).
- ✓ **Ambiente:** El uso de una solución nutritiva es la manera más eficiente de usar fertilizantes. Sin embargo, la hidroponía con sistema de circulación cerrada es la más sostenible, ya que se evita la pérdida por lixiviación, volatilización y los programas de nutrición se elaboran de acuerdo a la demanda del cultivo. Además, se pueden usar fuentes orgánicas (Ramos, 2017).
- ✓ **Rentabilidad:** Se ha demostrado que la producción hidropónica es más eficiente que la tradicional en cuanto a aprovechamiento de recursos y capacidad de producción por unidad de superficie. El aumento en los rendimientos obtenidos es muy notorio para todos los cultivos que se pueden adaptar a esta técnica en comparación con la siembra en suelo, lo que se traduce en un mejor costo-beneficio (Ramos, 2017).
- ✓ **Superficie:** La salinidad y acidez de suelos, y la presencia de plagas y enfermedades en los mismos, principalmente nematodos, ha provocado que la superficie agrícola apta para los cultivos disminuya drásticamente. Además, el crecimiento demográfico acelerado y la demanda de alimentos han aumentado. Lo anterior pone a la hidroponía como una técnica alternativa, ya que es posible producir más en menor superficie (Ramos, 2017).
- ✓ **Versatilidad:** Se pueden cultivar no solo hortalizas comunes, también especias y flores de corte. Otra ventaja sobre el sistema tradicional es que no son obligadamente horizontales, puesto que hay estructuras en forma vertical que aprovechan mejor el espacio disponible. Lo anterior representa

una alternativa para la agricultura urbana(Ramos, 2017)

2.1.5. Sistemas de producción en Hidroponía.

En este sistema se sumerge el sistema radical de las plantas en una solución nutritiva, la cual contiene los elementos nutritivos necesarios para su crecimiento. Dentro de los cultivos en solución nutritiva, se tienen distintos sistemas como se describen a continuación (INTAGRI, 2017).

- **Sistema NFT:** Esta técnica consiste en crear una película recirculante de solución nutritiva dentro de tubos de PVC, lo cuales en sus extremos tienen tapas con pequeñas conexiones al final y al inicio para hacer recorrer el agua en todo el conjunto de tuberías que componen al sistema mediante una bomba, que se encuentra en el depósito donde se almacena la solución nutritiva. Los tubos de PVC tienen orificios en la parte superior, donde se colocan las plantas en cilindros de foami agrícola para NFT de tal manera que las raíces están en contacto con la película recirculante de la solución nutritiva (INTAGRI, 2017).
- **Raíz flotante:** Este método utiliza un medio líquido para el crecimiento de los cultivos. En este sistema las raíces flotan dentro una solución nutritiva, pero las plantas están sostenidas sobre una lámina ligera (la cual generalmente es de unicel), que se sostiene sobre la superficie del medio líquido (INTAGRI, 2017).

Ilustración 2: Sistemas de Producción en hidroponía



Fuente: (Pereira, 2021)

En el sistema NFT, hay que considerar varios factores para la producción de cultivos como son:

1. Temperatura: Necesario mantener las soluciones entre 13 y 15 ° C con el fin de prevenir una absorción reducida de los nutrientes.
1. pH: ideal entre 5.5 y 6.5 para la mayoría de cultivos
2. Conductividad eléctrica: Los rangos adecuados para que las plantas no se deshidraten por exceso de sales o absorban menos nutrientes por ausencia de los mismos, es entre 1.5 a 3 mS/cm o 750 a 1500 ppm.
3. Longitud del canal: Un máximo de 20 m de longitud en hortalizas
4. Anchura del canal: Distancia entre plantas se recomienda entre 15 a 30 cm
5. Pendiente del canal: Entre 1.5 y 2 % (Hydroenvironment, 2008).

2.1.6. Sistema Hidropónico NFT.

a. Principales ventajas del sistema NFT.

- La ventaja del sistema NFT que destaca en relación a otros sistemas hidropónicos, es la alta calidad obtenida en diferentes productos hortícolas en un corto periodo de cultivo, como también en rendimiento. (Intagri S. , 2015)
- La constante oferta de agua y nutrientes permite a las plantas crecer sin estrés y obtener el potencial productivo del cultivo. (Intagri S. , 2015).
- Además, es posible obtener precocidad, lo que permite un mejor precio en el mercado y presencia en todas las temporadas. (Intagri S. , 2015)
- Por otra parte, quizás la ventaja más importante es el ahorro de agua en estos sistemas de cultivo, así como fertilizantes al permitir la recirculación de la solución nutritiva. (Intagri S. , 2015)

b. Principales desventajas del sistema NFT.

- La principal limitante de este sistema de cultivo es el costo inicial de operación, en países europeos se ha requerido invertir en materiales y equipos de alto costo lo que ha limitado su aplicación. Sin embargo, en América Latina, en países como: Perú, Chile, Bolivia, México, Colombia, entre otros, existen instalaciones de muy bajo costo en base de estructuras de madera, tubos PVC y equipos de bajo costo, esto ha permitido que la producción de hortalizas en este sistema de producción sea rentable, además de estar enfocado en hortalizas de hoja principalmente (Intagri S. , 2015).
- Otra desventaja del uso de sistemas de circulación cerrada es que, al recircular la solución nutritiva, es posible la desinanciación de patógenos y si se llegara a presentar el resto del cultivo se contamina con mucha rapidez, esto es una dificultad en hortalizas de fruto principalmente ya que sus ciclos de producción son largos (Intagri S. , 2015).

c. Requerimientos del sistema NFT.

- **Altura de lámina de la solución nutritiva:** Este sistema se basa en la recirculación permanente de una lámina fina de solución nutritiva que permita tanto la oxigenación de las raíces, como el aporte de nutrientes y agua al cultivo. Esta lámina, idealmente debería alcanzar una altura superior a 5 mm, para así favorecer la aireación de la solución y de las raíces. No obstante, se ha implementado sistemas NFT, especialmente al usar lana de roca o turba, en la etapa inicial la altura de la solución puede ser hasta de 2 cm, con el fin de mejorar la remoción de exudados de las raíces a pesar de una menor aireación lograda (Intagri S. , 2015).
- **Flujo de la solución nutritiva:** El flujo recomendado para esta técnica hidropónica de cultivo es de aproximadamente 2 litros por minuto, aunque el rango reportado por productores en esta técnica va de 1 a 4 L/minuto. Este caudal permite que las raíces de las plantas posean una oferta adecuada de oxígeno, agua y nutrientes. Sin embargo, a través del periodo de crecimiento del cultivo, el flujo de solución puede incrementarse debido al crecimiento de las raíces. La proliferación de las raíces dificulta el flujo de la solución nutritiva en cultivos de hortalizas de fruto, sin embargo, en lechuga y otras hortalizas, no se presenta tal inconveniente (Intagri S. , 2015).
- **Pendiente de los canales:** La pendiente longitudinal de los canales de cultivo permite el retorno de la solución nutritiva al estanque colector. Generalmente ésta oscila aproximadamente en un 2%. Pendientes superiores al 4% dificultan la absorción de agua y nutrientes por las raíces del cultivo. Además de esta pendiente, existe la inclinación transversal cuando el sistema localiza el estanque colector a un costado, la magnitud de esta pendiente es similar a la longitudinal. Longitud de Canales Para favorecer la oxigenación de las raíces es aconsejable extender la longitud de los canales de cultivo hasta 15 m; a mayor longitud de los canales, la concentración de oxígeno disuelto en la solución disminuye, afectando al crecimiento y desarrollo de las plantas ubicadas en el extremo terminal del canal (Intagri S. , 2015).

d. Limpieza del Sistema NFT

1. Lavado exhaustivo de los tubos con agua, pueden usarse esponjas o cepillos por la superficie. (Pereira, 2021)
2. Llenar el tanque con agua limpia a un 50% de su capacidad como máximo, para la desinfección con peróxido de hidrógeno, luego encender el sistema y hacer la circulación del sistema por 30 minutos y luego dejar reposar 30 minutos (Pereira, 2021).
3. Llenar el tanque con agua limpia a un 50% de su capacidad como máximo y activación de la circulación del sistema para su desinfección con cloro 5 ppm, a 90% de cloro y hacer circular la solución para desinfección por 30 minutos y dejar reposar por 30 minutos, luego eliminar el agua (Pereira, 2021).
4. Luego lavar nuevamente la tubería y barril para eliminar los residuos utilizados para la desinfección y luego llenar el tanque a la capacidad total. (Pereira, 2021)

2.1.7. Soluciones nutritivas

Existen una variedad de soluciones nutritivas a ser utilizadas alguna de las cuales se presentan en el siguiente cuadro. En general se usan soluciones de aplicación general, que luego, a través de la experiencia y la práctica, se van especializando para un cultivo, para una etapa del cultivo y/o variedad (Gilsanz, 2007)

Tabla 2: Solución Nutritiva- FAO

SOLUCIÓN A	
Fosfato de Amonio	492 g
Nitrato de Calcio	2.100 kg
Nitrato de Potasio	1.100 kg
SOLUCIÓN B	
Sulfato de Magnesio	492 g
Sulfato de Cobre	0.48 g (1/2 g)
Sulfato de Manganeso	2.5 g

Sulfato de Zinc	1.2 g
Ácido Bórico	6.2 g
Molibdato de Amonio	0.02 g
Nitrato de Magnesio	920 cc
Quelato Hierro	8.5 g

Fuente: (Gilsanz, 2007)

Tabla 3: Solución hidropónica La Molina

Solución A Concentración

Nitrato de potasio 550 gr

Nitrato de Amonio 350 gr

Superfosfato triple 180 gr

Solución B Concentración

Sulfato de magnesio 220 gr

Quelato de hierro 6% Fe 17 gr

Solución de Micronutrientes 400 ml

Sulfato de Manganeso 5 gr

Ácido Bórico 3 gr

Sulfato de Zinc 1.7 gr

Sulfato de Cobre 1 gr

Molibdato de Amonio 0.2 gr

Fuente: (Cardenas, 2023)

2.1.8. Nutrición de plantas.

Como en sistemas en los cuales se siembra en el suelo, la lechuga necesita la nutrición apropiada para producir satisfactoriamente las demandas de nutrición y de mercado. Se pueden encontrar muchas formulaciones con las cantidades adecuadas de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), o también conocidos por las siglas N-P-K (macronutrientes), que a su vez proveen las cantidades requeridas de micronutrientes (Sandoya & Bosques, 2022).

Las formulaciones completas para uso en sistemas hidropónicos deben tener las cantidades adecuadas de macronutrientes, nutrientes secundarios y micronutrientes. Se recomienda familiarizarse con las diferentes formulaciones disponibles en el mercado y seleccionar la que mejor se ajuste a las exigencias de la variedad y las condiciones ambientales en las que se desarrolle el cultivo. Esta evaluación se basa en los rendimientos y el costo de producción (Sandoya & Bosques, 2022).

Otro aspecto importante a considerar en relación a la solución nutritiva es la Conductividad Eléctrica. Esta se define como la cantidad de nutrientes disueltos en la solución. Se requiere monitorear con regularidad y ajustar de ser necesario la conductividad eléctrica de la solución hidropónica, lo cual se define a la cantidad de sales disueltas en el agua (Sandoya & Bosques, 2022).

- Mida la CE durante la formulación de la solución nutritiva. (Sandoya & Bosques, 2022)
- Mantenga una CE adecuada para evitar deficiencias nutricionales o daños por quemadura a las raíces. (Sandoya & Bosques, 2022)
- El rango de CE ideal para lechugas es de 1.4 a 1.8 mS/cm y un pH de 6.0-7.0. (Sandoya & Bosques, 2022)

2.1.9. El cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.).

Su centro de origen se encuentra en las regiones templadas de Europa, Asia y América del Norte. El cultivo de la lechuga comenzó con los egipcios, que producían aceite a partir de sus semillas y fue la representación de una planta sagrada de Min, Dios de

la reproducción. De los egipcios el cultivo pasó a los griegos, quienes a su vez lo dieron a conocer a los romanos. Hay registros de que, en el año 50 de nuestra era, el escritor romano de temas rurales y agrícolas Columela, escribió sobre diversas variedades de lechugas. Fue tal la importancia que los romanos le dieron a su cultivo que prevalece hasta nuestros días la llamada lechuga romana, de gran importancia, aunque no es el tipomás extendido (MARTÍNEZ , 2019).

a. Clasificación taxonómica.

APG IV de *Lactuca Sativa* L.

Domain: Eukaryota

(unranked): Archaeplastida

Regnum: Plantae

Cladus: angiosperms

Cladus: eudicots

Cladus: core eudicots

Cladus: superasterids

Cladus: asterids

Cladus: euasterids II

Ordo: Asterales

Familia: Asteraceae

Subfamilia: Cichorioideae

Tribus: Cichorieae

Subtribus: Lactucinae

Genus: *Lactuca*

Species: *Lactuca sativa* L.(Wikimedia,2022)

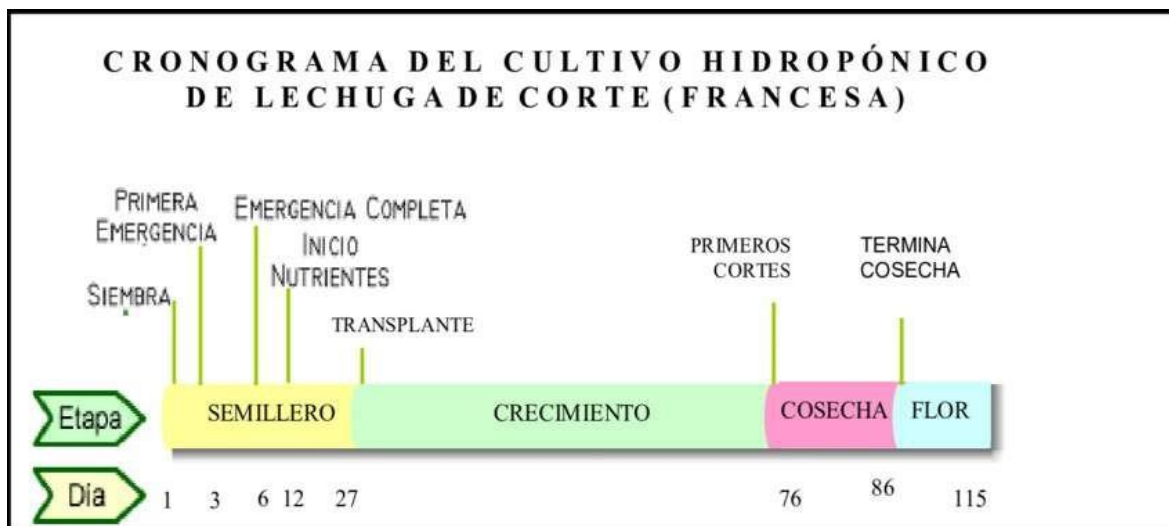
b. Morfología.

- Hojas: Son basales, numerosas y grandes. Se desarrollan en rosetas. Sus formas pueden ser ovales, oblongas, ramificadas, crepas o lisas, pueden ser brillantes u opacas según variedad. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015)
- Tallo: Es muy corto y lleva una roseta de hojas que varían en tamaño, textura, forma y color según la variedad del cultivo. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015)
- Raíz: Es de tipo pivotante y denso; alcanza 30 cm de longitud. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015)
- Flores: Son amarillas, pequeñas y se agrupan en un mismo nivel apical, naciendo sus pedúnculos a diferentes alturas del núcleo principal. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015)

c. Fenología.

Las semillas germinarán alrededor de entre 1 y 7 día. El trasplante al sistema NFT se realizará después de 30 o 40 días de la siembra, aunque puede variar dependiendo las condiciones en que se tenga. Una forma más sencilla de saber si es el momento indicado, es cuando tenga de 6 a 8 hojas. La cosecha se da aproximadamente al mes de la siembra; en sistemas bien establecidos se da antes de los 30 días (HydroEn, 2022).

Ilustración 3: Fenología de Lechuga.



Fuente: (Hernandez, 2005)

d. Tipos variedades.

- Longifolia: lechuga cos, romana o latina. No forman verdadera cabeza. Hojas largas y angostas. Criollas y gallegas y romanas. (Pino, 2020)
- Crispa: no forman cabeza, hojas sueltas. Lechugas crespas, francesas y hojas de roble.
- Capitatas: Forman cabeza verdadera / Hojas redondeadas. (Pino, 2020)
- Lechugas capuchinas (crisphead): cabeza compacta, hojas crujientes. (Pino, 2020)
- Lechugas mantecosas (butterhead): cabeza laxa, hojas mantecosas. (Pino, 2020)

2.1.10. Absorción Nutricional del Cultivo de Lechuga.

La cantidad de nutrientes que absorbe la lechuga va a depender de la cantidad de biomasa producida por los distintos órganos de la planta (hojas, tallo, raíz) por lo que las extracciones van a variar dependiendo del tipo de lechuga, variedad, ciclo de cultivo, etc. Para una producción de 35 t/ha la extracción de nutrientes por la lechuga viene a ser de 80-100 kg/ha de N, 30-50 kg/ha de P₂O₅ y 160-210 kg/ha de K₂O (Pomares & Ramos, 2010, como se citó Agro, 2021).

Tabla 4: Contenido mineral de macro (%) (N, P, K, Ca) y micronutrientes por tipo de lechuga.

Tipo	% N	% P	% K	% Ca
Iceberg	4,20 ±0,12	0,485 ±0,029	4,65 ±0,34	1,49 ±0,17
Lollo bionda	4,27 ±0,37	0,443 ±0,026	5,48 ±0,91	1,02 ±0,16
Romana	2,33 ±0,23	0,246 ±0,016	2,41 ±0,29	0,708 ±0,087
Tipo	% Mg	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)
Iceberg	0,450 ±0,036	55,8 ±4,2	21,0 ±3,2	6,50 ±1,00
Lollo bionda	0,355 ±0,062	43,5 ±3,9	19,5 ±7,9	4,75 ±0,96
Romana	0,274 ±0,046	14,9 ±2,9	14,0 ±3,1	4,38 ±0,74

Fuente: (Corradini & Blanco, 2014)

2.1.11. Lechuga Hidropónica.

a. Etapas de la lechuga hidropónica.

- **Siembra – trasplante:** La duración es de 15 a 28 días en lechuga y de 8 a 10 días en rúcula y albahaca. Es recomendable que la siembra se realice en espumas fenólicas o plugs rellenos con sustrato, colocando una semilla por celda en caso de lechuga y otras especies de hoja mayor, mientras que, en especies como rúcula, puerro y albahaca, se colocan de 5 a 7 semillas por celda, para formar el atado de plantas. El trasplante se realiza cuando las plantas tienen de 3 a 4 hojas verdaderas (Castañares, 2015).
- **Primera etapa o fase 1:** En lechuga puede durar entre 21 y 28 días, dependiendo de la época del año. Hay un menor distanciamiento entre plantas (10 a 15 cm) y en sistema NFT se usan caños de menor diámetro (60 mm aproximadamente). Cuando aumenta el tamaño de la planta debe trasplantarse a la siguiente etapa (Castañares, 2015).
- **Segunda etapa o fase 2:** La duración de esta etapa también puede variar

entre 21 y 28 días, según la época del año. Se extiende entre el trasplante desde la fase anterior y la cosecha. Al tener un mayor tamaño de plantas debe aumentarse el distanciamiento de las mismas (25 cm en lechuga) y el diámetro de los caños en sistemas NFT (80 a 110 mm) (Castañares, 2015).

Esta variación de la distancia entre plantas de acuerdo a su tamaño permite optimizar el uso del espacio, aumentando el rendimiento por unidad de superficie. En caso de especies de hoja de menor tamaño, como albahaca, rúcula, puerro, etc., se suele utilizar un único distanciamiento entre plantas (12 a 15 cm), sin realizar trasplantes durante el desarrollo del cultivo. Lo anterior aplica también para especies cultivadas en sustrato, en donde se realiza trasplante de los plantines a la distancia definitiva (25 a 30 cm dependiendo de la especie) (Castañares, 2015).

b. Requerimientos de la Lechuga hidropónica.

- **Ph:** El pH ideal para el buen desarrollo del cultivo oscila entre 5.5 y 6.5, siendo el ideal en hidroponía 6.3, ya que es donde tenemos la mayor disponibilidad de nutrientes para la planta. (Pereira, 2021)
- **Clima:** El cultivo se desarrolla muy bien principalmente en zonas altas, donde su mejor desarrollo y calidad lo obtiene por encima de los 1100 msnm con una temperatura media alrededor de los 18°C, es tolerante a las bajas temperaturas, pero a altas temperaturas su calidad se mejora y la vida útil se limita. Para un buen desarrollo normal de la planta, es necesario que las temperaturas durante la fase de crecimiento permanezcan entre 20° y 24° C (Pereira, 2021).
- **Oxigenación de la solución nutritiva:** Las plantas cultivadas en NFT obtienen oxígeno de la solución nutritiva y de la superficie radical expuesta a la atmósfera dentro de los canales de cultivo. Las especies hortícolas demandan de forma diferenciada mayor o menor concentración de oxígeno disuelto en la solución nutritiva. (Intagri S. , 2015)

Tabla 5: Consumo de oxígeno en lechuga.

	Lechuga
	Concentración de oxígeno (ppm)
Concentración de oxígeno en el tanque de almacén	7.9
Concentración de oxígeno en la parte inicial de canales de Cultivo	6.7
Concentración de oxígeno en la parte media de canales de Cultivo	6.4
Concentración de oxígeno en la parte final de canales de Cultivo	5.8
Consumo de oxígeno en el canal de cultivo	2.1

Fuente: (Intagri S., 2015)

c. Variedades de lechuga hidropónica.

Estas son algunas de las lechugas más populares e interesantes para cultivar hidropónicamente:

- **Mantecoso:** Esta variedad tiene hojas de color verde brillante, aterciopeladas, ligeramente rizadas y un sabor dulce a mantequilla, de ahí el nombre. Algunos tipos de lechuga Butterhead son de color verde oscuro o rojo. La lechuga Bibb y Boston son tipos de lechuga Butterhead (Gallagher, 2022).
- **Romano:** Una de las lechugas más reconocidas y conocidas, Romain tiene hojas característicamente largas. La textura es crujiente y el sabor es ligeramente dulce. (Gallagher, 2022)
- **Pequeña joya:** Descrita como una combinación de Butterhead y Romain, Little Gem es jugosa con un tallo central delgado que le da estructura sin demasiado crujido. (Gallagher, 2022)
- **Lollo:** Hojas anchas con volantes y una cabeza suelta definen la lechuga Lollo.

Esta es una variedad popular para la producción de hojas tiernas. Otra gran ventaja de la lechuga es que crece bien junto con otras verduras de hoja y hierbas. Siempre que las plantas compartan necesidades nutricionales similares, se pueden cultivar en el mismo contenedor o desde el mismo depósito (Gallagher, 2022).

- **Lechuga Simpson Var. Black Seed Simpson:** Debido a su fragilidad se recomienda tener cuidado al momento del trasplante y de la cosecha, para no romper las hojas. (HYDROEN, 2022)
- **Lechuga Vulcan var. Vulcan:** Poseen tintes rojizos, debido al contenido de antocianinas de sus hojas, estas son muy onduladas, tiernas y de gran sabor. Da color a las ensaladas y son muy llamativas a la vista del consumidor. (HYDROEN, 2022)
- **Lechuga Italiana Var. Tropicana M1:** Utilizada para dar un toque original a tus ensaladas y platillos. Es una lechuga en forma de cono, que posee hojas rizadas, robustas y alargadas, las cuales se unen libremente en un tallo. Es una lechuga muy atractiva gracias a su forma y color característicos (HYDROEN, 2022).

Ilustración 4: Variedades De Lechuga Hidropónica.

TIPO	D.D.T.	VARIETADES
Iceberg	52-58	Cartagena RZ, Fauna RZ
Batavias	45-50	Invicta RZ, Radial RZ, Impulsion RZ
Romanas	45-50	Auvona RZ, Patrona RZ, 41-200
Salanovas	30-35	Xavier RZ, Cook RZ, Duplex RZ, Expedición RZ, Madrigón RZ, Sastre RZ.
Lollo Rosso	50-55	Anthony RZ
Butterhead	45-50	Ballerina RZ, Distinguo RZ
Oak Leaf	50-55	Kristine RZ, Monday RZ
Fresse	50-55	Barundy RZ
Mini Romanas	40-45	Baeza RZ, Tudela RZ, Rincon RZ

Fuente: (Pereira, 2021)

2.1.12. Variedad Batavia.

La producción de lechuga Batavia en los Invernaderos es un cultivo de larga tradición, en el que hace aproximadamente 20 – 25 años se produjo una renovación importante, una modernización en la forma de cultivo, en sistemas de riego y material vegetal. (Díaz, 2010)

a. Características organolépticas.

- **Color:** Un verde brillante. Es muy atractivo y realmente da sensación de verdadero frescor. (Angulo, 2022)
- **Crujiente:** Hay lechugas muy «Crispy» y otras menos. La lechuga Bataviano es de las más crujientes debido a su Mantecosidad como ahora veremos. Se considera semicrujiente. (Angulo, 2022)
- **Mantecosidad de la hoja:** Aquí se mide la textura de la hoja al morder. La lechuga Batavia es tirando a mantecosa y gusta. Cruje menos, pero la sensación es agradable. (Angulo, 2022)
- **Acidez/amargor:** Tiene un toque ligeramente ácido y fresco. Es muy famosa por su buen sabor. Hay lechugas más suaves (iceberg) y otras más intensas como la Romana. (Angulo, 2022)
- **Dulzor:** Las hay más dulces que otras. No es el caso de la Batavia. (Angulo, 2022)
- **Aspecto:** En la lechuga Batavia hay variedades abiertas, cerradas, semiabiertas, más rizadas, etc. (Angulo, 2022)
- **Resistencia a oxidación:** Es un factor del que peca. Se oxida con facilidad y pierde turgencia enseguida. Es una lechuga para consumirla en poco tiempo. Se queda lacia muy rápido. (Angulo, 2022)

b. Características agronómicas.

- **Temperatura:** La lechuga en general requiere contrastes térmicos entre el día y la noche y la Batavia no es una excepción. (Angulo, 2022)
 - ✓ Rango térmico durante el día: 14-18°C.
 - ✓ Rango térmico durante la noche: 4-8°C.
- **Riego:** Teniendo en cuenta el equilibrio anterior, la lechuga batavia necesita riegos poco copiosos y frecuentes. Es decir, una alta disponibilidad para mantener turgencia en los tejidos, sin llegar a encharcar y saturar el suelo para evitar las enfermedades típicas que ahora veremos (Angulo, 2022).

c. Producción de lechuga var. Batavia.

La media de producción de lechuga tipo «arrepollado» (Batavias) se sitúa de 1.500 a 2.000 cajas de 15 kilogramos por hectárea, que equivale de 22.500 a 30.000 kg. /ha. En el tipo «romana», sube a 3.000 cajas, o sea 45.000 kilogramos por hectárea, aproximadamente (Quintero, 1977).

2.1.13. Plagas del cultivo de Lechuga.

- **Áfidos o pulgones (*Nasonovia ribisnigri*).**

Estos son insectos que viven en las partes más tiernas de las plantas, como las hojas nuevas. Son chupadores y viven en colonias. Se caracterizan porque segregan una sustancia melosa que atrae a las hormigas y facilita el desarrollo de una costra negra. Mayormente se presentan en los periodos secos o calurosos (PRFC, 2022).

- **Minadores (*Liriomyza trifolii*).**

Estas son larvas de una mosca muy pequeña que tiene unos puntos blancos en la espalda. Van dejando unas minas o caminos en las hojas, de color blanco. (PRFC, 2022)

- **Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).**

Es un insecto chupador que transmite una gran cantidad de enfermedades virales tales como el virus del mosaico del tomate. Los adultos parecen maripositas blancas inofensivas, pero no lo son. (PRFC, 2022)

- **Trips (*Frankliniella occidentalis*).**

Es un insecto chupador muy pequeño, alargado y con antenitas. Ataca los brotes, flores, frutos de cebolla, chile dulce, tomate, entre otros, y provoca deformaciones. (PRFC, 2022)

2.1.14. Manejo de enfermedades de la lechuga.

- **Mildiu (*Bremia lactucae*).**

Manchas angulares verde-claro amarillas, visibles en parte superior de hojas. En la porción inferior y coincidiendo con el síntoma se desarrolla un micelio blanco. Con el tiempo, las lesiones son de color marrón y de apariencia seca. (Adlercreutz et. al, 2015)

- **Podredumbre húmeda (*Sclerotinia* sp).**

Afecta el cuello y las hojas de la base de las plantas. Se desarrolla podredumbre húmeda y un micelio blanco y algodonoso se forma sobre los tejidos afectados. Las plantas se marchitan y en la superficie y el interior de los tejidos infectados se forman cuerpos negros o esclerotos, estructuras de supervivencia del patógeno (Adlercreutz et. al, 2015).

- **Marchitamiento y podredumbre basal (*Pythium* sp.).**

Plantas afectadas quedan más pequeñas, se observan los vasos afectados. En estadios más avanzados los síntomas se extienden a las hojas interiores y se produce la podredumbre de la base. Algunas especies del patógeno causan infección en condiciones de suelo saturado y temperaturas frescas. (Adlercreutz et. al, 2015)

- **Tizón bacteriano (*Pseudomonas* spp.).**

La enfermedad comienza con pequeñas manchas amarillas a pardas, preferentemente en torno a la nervadura central, formando luego extensas zonas necróticas irregulares de color claro y textura papirácea. Esta bacteria penetra frecuentemente por lesiones o a través de la cutícula de la hoja si la superficie está mojada. (Adlercreutz et. al, 2015)

- **Virus de la “Peste negra” (TSWV).**

Se manifiesta como unas manchas necróticas bien definidas al principio más o menos circulares preferentemente en las hojas más jóvenes, cuyo avance puede producir una necrosis generalizada. En casos extremos puede progresar hasta producir la muerte de la planta. Paralelamente a los síntomas del virus, con frecuencia se puede observar podredumbre húmeda de tipo bacteriano (Adlercreutz et. al, 2015).

2.1.15. Control de patógenos.

a. Leche de Magnesia (Hidróxido de Calcio): El hidróxido de calcio o cal apagada es el resultado de agregar agua (apagar) al oxicalcio (cal viva); convirtiéndose en un fertilizante menor por ser fuente de calcio para las plantas. Es usado ampliamente en varias industrias para diversos procesos industriales aparte de ser usado en la agricultura. Se aplica como corrector en suelos ácidos. Se puede utilizar para destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer el control de otro tipo, sobre cualquier organismo nocivo. También puede ser usado en la ganadería modificando la composición en praderas, permitiendo que se desarrollen plantas con mayor contenido proteico. (TecnoAgricola, 2023)

2.1.16. Importancia económica y nutricional de la lechuga.

- **Económica:** La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es un cultivo de gran importancia económica nacional e internacionalmente debido a su alta demanda en el mercado ya que se consume en fresco para ensaladas y como decoración en la gastronomía, por su bajo contenido calórico es muy recomendado en dietas. Su importancia también recae en que se adapta a casi cualquier clima, ya que tolera los climas fríos como pocos cultivos

(Perez, L., 2013).

La lechuga constituye una de las olerizas de mayor importancia económica y de gran demanda en la población urbana, de tal manera que los horticultores fomentan y difunden, representando una fuente de alimentación animal y humana debido a que aportan vitaminas, sales minerales, carbohidratos, etc., los cuales son elementos fundamentales en la dieta diaria. En la región las áreas cultivadas de lechuga solo pertenecen a pequeños horticultores, los cuales obtienen bajos rendimientos debido a que no utilizan tecnología adecuada y la falta de asistencia técnica, es otro factor que influye en este problema. (Perez, L., 2013).

- **Nutricional:** La lechuga es una hortaliza pobre en calorías, aunque las hojas exteriores son más ricas en vitamina C que las interiores. En el cuadro 1, se indica las características nutricionales promedio de distintos tipos de lechuga. Cuadro1. Composición nutritiva de distintos tipos de lechugas (por 100g de parte comestible). (Perez, L., 2013)

Tabla 6: Valor Nutricional.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Carbohidratos (g)	20.1
Proteínas (g)	8.4
Grasas (g)	1.3
Calcio (g)	0.4
Fósforo (mg)	138.9
Vitamina C (mg)	125.7
Hierro (mg)	7.5
Niacina (mg)	1.3
Riboflavina (mg)	0.6

Tiamina (mg)	0.3
Vitamina A (U.I.)	1155
Calorías (cal)	18

Fuente: (Agropecuaria, 2000)

Tabla 7: Valor Nutricional de la Lechuga en 100 gr.

Proteínas	0,8g
Grasas	0,1 g
Carbono	5 mg
Calcio	13 mg
Magnesio	7 mg
Fósforo	25 mg
Potasio	100 mg
Hierro	1,5 mg
Riboflavina	0,03 mg
Tiamina	0,7 mg
Azúcar total	2,2 g
Vitamina A (u.I.)	300
Agua	96 g
Calorías (cal)	11

Fuente: (Duran, 2010)

2.1.17. Mercado de Lechuga Hidropónica en el Perú.

La lechuga cultivada mediante el sistema NFT cuenta con 10 ha, de las cuales 4 ha se encuentran en Lima, 2 ha en Arequipa, 1 ha en La Libertad y otras regiones del Perú como Ayacucho, Piura, Tacna, Apurímac, Puno y otros (Ramírez, 2017, como se citó Palma, 2019).

Ilustración 5: Empresas de Producción de Lechuga Hidropónica.



Fuente: (Ramírez, 2017)

Las tres Empresas más conocidas son:

- Don Miguel: Invernaderos Hidropónicos Del Perú SAC: Ubicado en Lurín, abastece Wong, Metro y Supermercados Peruanos. (Ramírez, 2017)
- Landa Produce SAC: Ubicado en Mala, produce 1500 lechugas por día y en verano su oferta se duplica. (Ramírez, 2017)
- Hidropónicos Hr SAC: Ubicada en Chilca, se dedican a la producción de lechuga del tipo cressa, con una producción diaria de 1500 lechugas. (Ramírez, 2017)

2.2. Antecedentes de investigación

2.2.1. Revisión de tesis universitarias

a. **Muñoz L. (2019)**, realizó la investigación que tuvo como objetivo el de determinar cuál de las dosis de sílice y calcio tienden a mejorar el rendimiento y el beneficio/Costo, en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad Great Lakes 659, los indicadores evaluados altura de planta, diámetro de la base del tallo, número de hojas por planta, peso de la planta, tamaño de la raíz, materia fresca y seca en raíces, materia fresca y seca en el follaje, rendimiento en la producción en t.ha-1 y análisis económico, concluyendo que el tratamiento T3 (500 ml.ha-1 de Promet Ca + 1000 ml.ha-1 de Viosil) fue la

mejor dosis que determinó el incremento del rendimiento a 43162.50 kg.ha-1 y beneficio costo con un valor de 0.47, en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great Lakes 659, así mismo se indica que el contenido de los abonos foliares en las diferentes dosis aplicados al cultivo de la lechuga interactuaron con el contenido de nutrientes de suelo al incorporar estiércol de gallina de postura con dosis de 30 toneladas por hectárea.

b. Acosta A. (2013), realizó la investigación con el objetivo general de aportar al mejoramiento tecnológico de la fresa a través de la aplicación foliar de calcio y de boro en el cultivo de fresa (*Fragaria ananassa*, Duch) cultivar Oso Grade, bajo cubierta y se aplicó el diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial de 3x3+1 con tres repeticiones. Aplicándose para el análisis estadístico, análisis de varianza y la prueba de significación de Tukey al 5% para las fuentes que presenten significación estadística y para el análisis económico la relación beneficio costo (RBC). Los resultados obtenidos demostraron que para las variables: número de flores por planta, número de frutos cuajados, diámetro ecuatorial, diámetro polar, rendimiento, número de frutos de primera, de segunda y de tercera categoría, se acepta la hipótesis nula, esto quiere decir que las dosis aplicadas de Carboxy calcio de 0,5, 1,0 y 1,5 cc/l y de 2,0, 2,5 y 3,0 cc/l de Back boro, no influyeron significativamente en dichas variables. En los resultados se encontró para y disminuir el número de frutos deformes, se recomienda aplicar 1 a 1,5 cc/l de calcio y 2,5 a 3 cc/l de boro, dependiendo del análisis de suelo. Además, probar dosis más altas de calcio y boro.

c. Palma R. (2019), realizó la investigación en los módulos de Hidroponía del fundo “La Banda” Huasacache del distrito Jacobo Hunter, ubicado a una altitud de 2,240 msnm en la provincia y región de Arequipa, durante los meses de setiembre a diciembre del año 2017, donde se evaluó el rendimiento de tres cultivares de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. “Parris Island Cos”, cv. “Waldman’s Green” y cv. “Prize Head”, utilizando dos soluciones, la primera Solución Nutritiva “La Molina” (S.N. 1) y la segunda “La Molina” + Biol (S.N. 2), para ello se acondicionó dos módulos de Hidroponía respectivos para cada solución, cada uno con un tanque de agua y una electrobomba

independientes, es decir, ambas soluciones no se mezclaron en ningún momento. Los resultados del análisis combinado indican que solamente existe diferencia significativa en las dos primeras evaluaciones, a pesar de ello se lograron promedios mayores interesantes cuando se trabajó con la S.N. 2 en los cultivares estudiados.

d. Cajo A. (2016), realizó la investigación que tuvo como objetivo general el de evaluar la producción hidropónica de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*), bajo el sistema NFT (Nutriente Film Technique), utilizando tres soluciones nutritivas. El diseño experimental que se utilizó fue de parcelas divididas siendo la parcela principal las soluciones nutritivas y las subparcelas las variedades con tres repeticiones, donde se obtuvieron los siguientes resultados como son: para la variable número de hojas los mejores, longitud de las hojas y altura de la planta los mejores resultados a los 80 días fueron S2V3 (Solución 2 (N:120, P: 50, K: 100, Ca: 50, Mg: 20, S:6, Fe:5, Cu: 0.02, Zn:0.40, Mn:0.50, Mo:0.005, B:0.40, Co: 0.50 ppm) y variedad 3 (Salad Bowl)) y S2V2 (Solución 2 (N: 120, P: 50, K: 100, Ca: 50, Mg: 20, S: 6, Fe: 5, Cu: 0.02, Zn: 0.40, Mn: 0.50, Mo: 0.005, B: 0.40, Co: 0.50 ppm) y variedad 2 (Lollo Rossa)), probablemente debido a las características propias de cada variedad. En cambio, en la variable profundidad radicular tuvo mejores promedios la aplicación de la solución S1 que está constituida por (N: 144, P: 60, K: 120, Ca: 60, Mg: 24, S: 7.2, Fe: 6, Cu: 0.02, Zn: 0.48, Mn: 0.60, Mo:0.006, B: 0.50, Co: 0.60 ppm), esto debido a que los nutrientes presentes en la solución tuvieron las proporciones adecuadas para el cultivo. Las variables peso y rendimiento estuvieron influenciados por la aplicación la solución S2 (N:120, P: 50, K: 100, Ca: 50, Mg: 20, S:6, Fe: 5, Cu: 0.02, Zn:0.40, Mn:0.50, Mo:0.005, B:0.40, Co: 0.50 ppm) y se determinó que la variedad V3 Salad Bowl es la de mejor rendimiento posiblemente debido a las características genéticas propias de la variedad. Además, mediante análisis económico se concluye que los tratamientos que tuvieron la solución 3, alcanzaron la mayor relación beneficio costo equivalente a 1,58 lo que nos indica una ganancia del 58 %.

CAPITULO III

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales de campo

3.1.1. Localización del trabajo

El presente trabajo de investigación se realizó en el l Fundo “La Banda” Huasacache de la Universidad Católica de Santa María, Distrito de J.D. Hunter, Provincia y Región Arequipa.

3.1.1.1. Espacial

Ubicación Geográfica

- Latitud: 16°27'28.63"S.
- Longitud: 71°33'58.01"O.
- Altitud: 2209 msnm.

Ubicación política

- Departamento: Arequipa.
- Provincia: Arequipa.
- Distrito: Jacobo Hunter.

3.1.1.2. Temporal



Figura 1: Ubicación del Área experimental.

Fuente: Google Earth.

3.1.2. Materiales biológicos

- Almacigos de lechuga hidropónica variedad Batavia
- Solución nutritiva Tipo A y B (La Molina)
- Fertilizante Orgánico Mineral (Carboxy Ca)
- Agua Oxigenada
- Sulfato de Magnesio
- Leche de Magnesio
- Hipoclorito de Sodio al 5%

3.1.3. Materiales de campo

- Sistema de hidroponía NFT
- Un Tanque de 600 L
- Vasos de red de malla para hidroponía
- Valde 20 L
- Electrobomba 1.5 HP.
- Regla metálica
- Pulverizador 2L

- Phmetro
- Termohigrometro
- Conductivímetro
- Vernier digital
- Hojas Bond
- Cartón

3.1.4. Materiales de Laboratorio

- Estufa
- Balanza de precisión electrónica
- Bandejas
- Mandil
- Vaso de precipitado

3.1.5. Materiales de escritorio

- Cámara fotográfica
- Lapicero
- Letreros
- Tabla de apunte
- Marcador
- Tijeras
- Papel Kraft

3.1.6. Otros materiales

- Análisis nutricional
- Análisis de agua

3.2.Métodos

3.2.1. Muestreo:

- ✓ Muestreo aleatorio Simple.

3.2.1.1. Universo:

Se instalará un DCA con 4 repeticiones. Se instalarán 4 tratamientos a

nivel de parcelas, comprendido de Testigo y 3 dosis de aplicaciones foliares diferentes de Calcio.

3.2.1.2. Tamaño de muestra

Dimensiones:

Largo: 11.40 metros

Ancho: 1.00 metro

Distanciamiento:

Entre planta: 0.15 cm

Entre hilera: 0.15 cm

Por vaso :1 almácigo

3.2.1.3. Procedimiento de muestra

Se realizará la siembra de la lechuga hidropónica variedad Batavia, instalando un almácigo por vaso tipo malla. La formación de unidades estará comprendida en T0 (testigo), T1, T2 y T3 condosificación de Calcio.

3.2.2. Recopilación de la información

3.2.2.1. En el campo

Se evaluará la eficacia de las dosis de calcio en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica variedad Batavia.

3.2.2.2. En el laboratorio

Se realizará el análisis nutricional del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica variedad.

3.2.3. Variables Respuesta

3.2.3.1. Variables independientes

- ✓ Dosis de calcio T0 (Testigo), T1 (10ml), T2 (20ml) y T3 (30ml)
- ✓ Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica variedad Batavia

3.2.3.2. Variables dependientes

- ✓ Diámetro de tallo
- ✓ Altura planta
- ✓ Número de Hojas
- ✓ Peso fresco
- ✓ Materia seca
- ✓ Análisis nutricional.

3.3. Evaluación estadística.

3.3.1. Diseño Experimental.

Para la ejecución se utilizó el diseño experimental completo al azar DCA con 4 tratamientos (T0, T1, T2, T3) y 4 repeticiones por cada tratamiento aplicados a una variedad del cultivo (lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica variedad Batavia., obteniendo 64 unidades para cada tratamiento y un total de 256 unidades experimentales

3.3.2. Unidades experimentales.

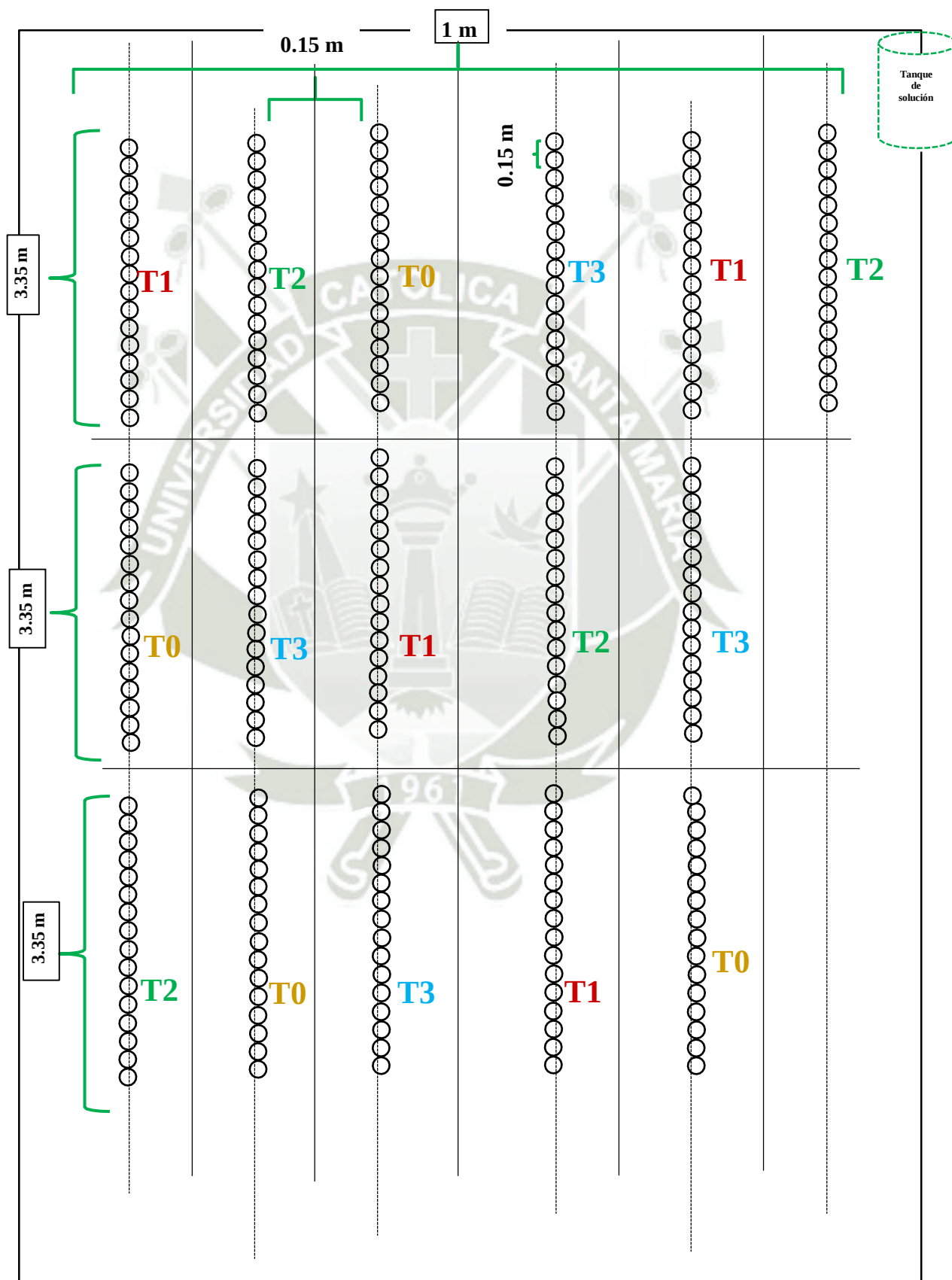
Para la ejecución se utilizará el diseño experimental completo al azar DCA; a nivel de tratamientos, conformado por un testigo, 0.10 ml, 0.20 ml y 0.30 ml., estas últimas del Carboxy Ca. Cada dosis tendrá un total de 4 repeticiones.

Tabla 8: Descripción de los tratamientos.

TRATAMIENTOS	DOSIS
T0	0.0 ml
T1	0.10 ml de Carboxy Ca
T2	0.20 ml de Carboxy Ca
T3	0.30 ml de Carboxy Ca

TRATAMIENTOS /FICHA TÉCNICA	DOSIS
T0	0.0 ml
T1	1L de Carboxy Ca/ha
T2	2L de Carboxy Ca/ha
T3	3L de Carboxy Ca/ha

3.1.1.1. Distribución Experimental



3.4. Metodología

3.4.1. Metodología de la experimentación.

a. Acondicionamiento del Módulo de Hidroponía:

- Se realizó la limpieza del módulo, se eliminaron las malas hierbas para evitar presenciade plagas o enfermedades. Como se puede observar en la Fotografía 1 A, B.
- Se lavó y desinfectó el sistema de hidroponía NFT con hipoclorito de sodio al 5% con el fin de eliminar los patógenos que se presentan tanto en el tanque como en las tuberías. Como se puede observar en la Fotografía 1 C. Para visualizar más fotografías, en el anexo 1 y 2.



Fotografía 1 A, B, C: Limpieza y desinfección del Módulo de Hidroponía.

b. Desinfección de vasos de red.

- Se desinfectaron los vasos de red para la posterior siembra de los almácigos de lechugas. Como se puede observar en la Fotografía 2 A, B. Para visualizar más fotografías, en el anexo 3.



Fotografía 2 A, B: Desinfección de vasos de red.

c. Análisis de agua

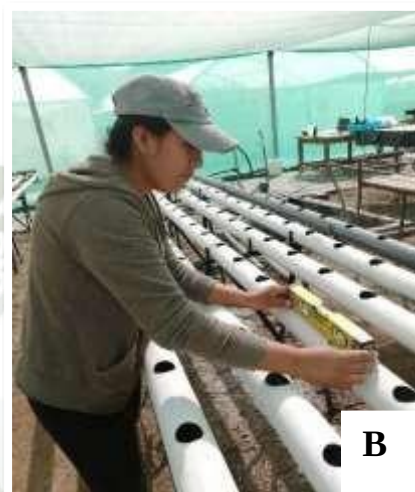
- Se procedió a tomar una muestra de 1000 ml de la toma de agua que dota al tanque para enviar al laboratorio. Como se puede observar en la Fotografía 3 A, B. Para visualizar más los resultados, en el anexo 4.



Fotografía 3 A, B: Recolección de muestra para el Análisis de Agua.

d. Calibración de las tuberías del sistema NFT.

- Se nivelaron las tuberías de distribución considerando una pendiente de máximo 1 % hacia la tubería de recolección, permitiendo la circulación mediante gravedad. Como se puede observar en la Fotografía 4 A, B.



Fotografía 4 A, B: Calibración del Sistema NFT

e. Funcionamiento del sistema NFT.

- Se instaló una electrobomba 1.5 HP para funcionamiento del sistema NFT. Como se puede observar en la Fotografía 5 A. Para visualizar más fotografías, en el anexo 5.
- Se realizó el encendido del sistema mediante una cuchilla, que activa un timer, para los riegos automatizados. Los almácigos de lechuga permanecieron en el sistema NFT hasta el día de su cosecha. Como se puede observar en la Fotografía 5 B, C.



Fotografía 5 A, B, C: Encendido del Sistema NFT

f. Programación del Timer

- Se estableció una programación de riego con duración de 10 minutos por hora, entre las 6 am y 6 pm, mientras que en el horario nocturno se realizó solo 10 minutos cada 2 horas. Como se puede observar en la Fotografía 6 A.



Fotografía 6 A: Programación del Timer.

g. Siembra de Almacigos de Lechuga

- Se realizó la siembra de almacigos de la lechuga variedad Batavia con 30 días desde susiembra. Primero se procedió a lavar el sustrato de sus raíces. Como se puede observaren la Fotografía 7 A.
- Se procedió a colocar los almacigos en vasos de red en cada uno de los orificios de la tubería, teniendo en cuenta la uniformidad en el tamaño de los almacigos y colocando una porción de esponja en cada uno para evitar problemas en el desarrollo del almacigo. Como se puede observar en la Fotografía 7 B, C.
- Se instalaron 16 almacigos por repetición teniendo un total de 64 almacigos por tratamientos por lo que serían 256 almacigos para todo el sistema NFT. Para visualizarmás fotografías, en el anexo 6.



Fotografía 7 A, B, C: Siembra de Almácigos.

h. Preparación de soluciones:

- Se procedió a realizar la preparación de la solución, considerando que cada frasco es para un volumen de 200 L, se vertió 3 frascos de la

solución A (1 L) y 3 frascos de la solución B (0.4 L) en el tanque de 600

L. Como se puede observar en la Fotografía 8 A,

B. Para visualizar más fotografías, en el anexo 7.



Fotografía 8 **A, B**: Preparación de solución nutritiva de la Molina.

i. Sectorización de tratamientos.

- Se colocaron letreros para ubicar cada uno de los tratamientos aleatoriamente. Como sepuede observar en la Fotografía 9 A, B.



Fotografía 9 **A, B**: Sectorización de tratamientos.

j. Primera aplicación foliar de Calcio (Carboxy Ca).

- Se realizó el cálculo para disolver las dosis del Carboxy Ca en un total de 20 L de agua. Como se puede observar en la fotografía 10. Para visualizar más fotografías, en el anexo 8.
- Se colocó un cartón para focalizar la aplicación del producto. Como se puede observar en la fotografía 11 A,B.
- Se pulverizaron las tres dosificaciones 0.10 ml, 0.20 ml y 0.30 ml de Carboxy Ca establecidas en cada cuadrante en el sistema NFT aleatoriamente, considerando al testigo. Como se puede observar en la fotografía 12 A, B.
- Se aplicó el Carboxy Ca a los 5 días después de la instalación. Para visualizar ficha técnica, en el anexo 9.



T1 = 10 ml



T2 = 20 ml



T3 = 30 ml

Fotografía 10 : Preparación de tratamientos.



Fotografía 11 **A, B** : Colocación de cartón.



Fotografía 12 **A, B**: Pulverización de Carboxy Ca.

k. Segunda aplicación foliar de Calcio (Carboxy Ca).

- Se realizó el cálculo para disolver las dosis del Carboxy Ca en un total de 20 L de agua. Como se puede observar en la fotografía 13. Para visualizar más fotografías, en el anexo 10.
- Se pulverizaron las tres dosificaciones 0.10 ml, 0.20 ml y 0.30 ml de Carboxy Ca, en las mismas plantas como en la primera dosificación. Se colocó un cartón para focalizar la aplicación del producto. Como se puede observar en la fotografía 14 A, B.
- Se aplicó el Carboxy Ca a los 25 días después de la instalación.



T1 = 10 ml



T2 = 20 ml



T3 = 30 ml

Fotografía 13 : Tratamientos de Carboxy Ca.



A



B

Fotografía 14 A, B: Pulverización de Carboxy Ca.

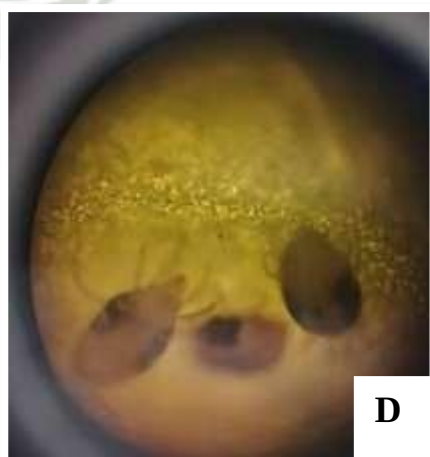
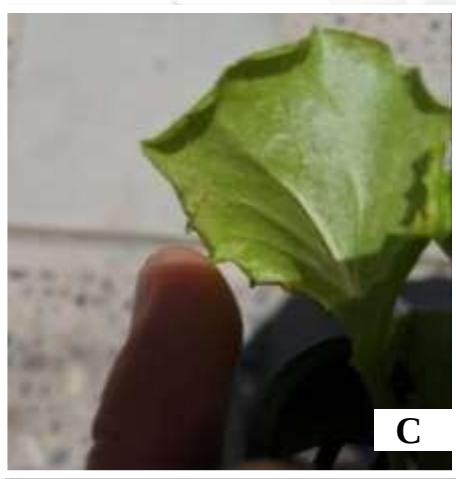
a. Control de plagas y enfermedades.

- Se pulverizó 5ml /L de agua oxigenada en la bandeja de almácigos previo a la instalación.
- Se vertió 60 ml de agua oxigenada en el tanque de 600 L para prevenir enfermedades radicales (*Pythium* spp.). Como se puede observar en la fotografía 15 A.

- Se vertió leche de Magnesia 9 ml e hidróxido de potasio 1.75 gr en el tanque de 600 L para regular el pH. Como se puede observar en la fotografía 15 B.
- Se aplicó foliarmente agua oxigenada 40 ml/L para controlar la infestación de pulgón.

Como se puede observar en la fotografía 15 C, D.

- Se controló diariamente cada una de las lechugas para verificar la posible presencia de plagas y enfermedades.



Fotografía 15 A, B, C, D: Control de Plagas y Enfermedades.

b. Control de temperatura, conductividad eléctrica y pH.

- Se midieron los parámetros de temperatura, CE y pH diariamente para evitar problemas nutricionales o presencia de una enfermedad radicular que pueda afectar el cultivo. Como se puede observar en la fotografía 16 A, B, C.



Fotografía 16 **A, B, C**: Control de temperatura, conductividad eléctrica y pH.

c. Cosecha:

- Se procedió a realizar la cosecha de las lechugas del sistema NFT las cuales fueron retiradas a los 50 días.

- Se retiraron las lechugas de los vasos de red, con el fin de rotular y empaquetar para posteriormente ser llevados a laboratorio para ser evaluadas. Como se puede observar en la fotografía 17 A, B, C, D.
- El aporte de Carboxy Ca tuvo una influencia en el desarrollo fenológico, como se puede observar en la fotografía 18 A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P.



Fotografía 17 A, B, C, D: Cosecha de Lechugas.



Fotografía 18 A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P.: Fenología del cultivo lechuga variedad Batavia a los 5, 12, 37 y 50 días.

3.4.2. Metodología de Evaluaciones:

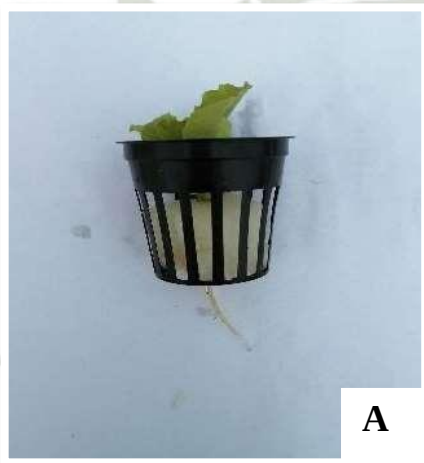
3.4.2.1. Evaluaciones en Módulo

a. Número de Hojas:

- Se realizó la contabilización manual del número de hojas en dos instancias. Como sepuede observar en la fotografía 19 A, B, C, D:

1. A los 12 días después de la instalación en el sistema NFT,
2. A los 50 días en el momento de la cosecha.

Para visualizar más fotografías, en el anexo 11.



Fotografía 19 A, B, C, D: Contabilización del número de hojas.

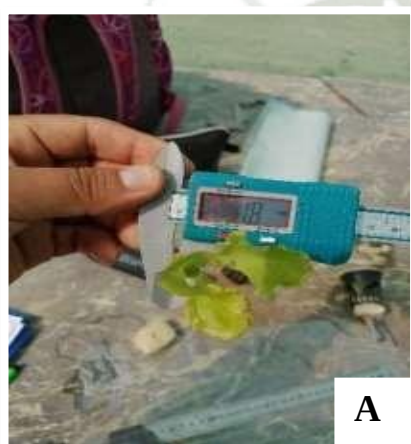
b. Diámetro de tallo:

- Se midió el diámetro del tallo a la altura del cuello de la planta con la ayuda de un vernier digital. Este proceso se realizó en tres instares.

Como se puede observar en la fotografía 20 A, B, C:

1. A los 12 días después de la instalación.
2. A los 37 días en el desarrollo vegetativo.
3. A los 50 días en el momento de la cosecha.

Para visualizar más fotografías, en el anexo 12.



Fotografía 20 **A, B C**: Medida del diámetro de tallo.

c. Altura de Planta.

- Se midió la longitud de cada una de plantas utilizando una regla metálica graduada, desde el cuello de la planta hasta el ápice de la hoja más larga. La evaluación se realizó en tres instares. Como se puede observar en la fotografía 21 A, B, C:

1. A los 12 días después de la instalación.
2. A los 37 días en el desarrollo vegetativo.
3. A los 50 días en el momento de la cosecha.

Para visualizar más fotografías, en el anexo 13.



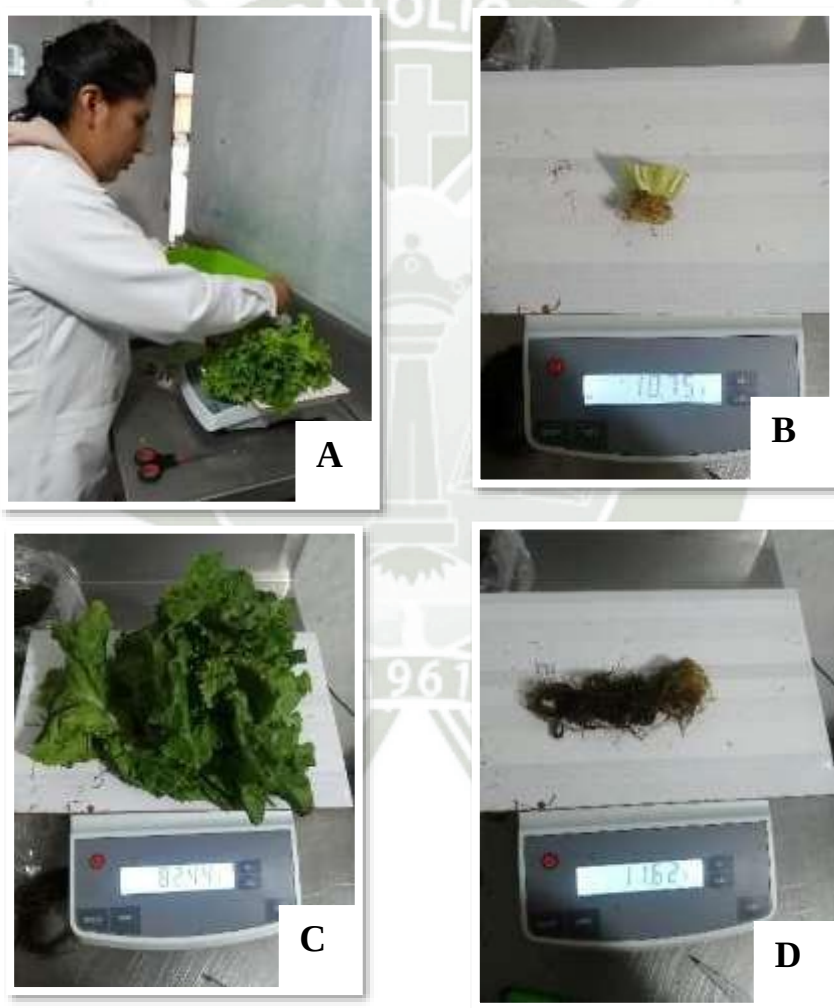
Fotografía 21 **A, B, C:** Medida de altura de planta.

3.4.2.2. Evaluaciones en Laboratorio:

a. Peso fresco (PF):

- Se realizó el pesaje de la parte aérea y raíces de cada una de las plantas. Esta evaluación se ejecutó en el momento de la cosecha. Como se puede observar en la fotografía 22 A,B, C, D.

Para visualizar más fotografías, en el anexo 14.



Fotografía 22 A, B, C, D: Peso fresco (PF).

b. Materia seca:

- Se llevaron las plantas cosechadas a una estufa a 105°C durante 48 horas. Esta evaluación se realizó con sumo cuidado para rotular por cada tratamiento.
- Para el cálculo de la materia seca en %, se utilizó la fórmula. ($PS / PF * 100$). Como se puede observar en la fotografía 24 A, B, C, D, E, F.

Para visualizar más fotografías, en el anexo 15.



Fotografía 23 A, B, C, D, E, F: Materia Seca (PS).

c. Análisis nutricional:

- Se derivaron las lechugas cosechas luego de las evaluaciones mencionadas al laboratorio para determinar el valor nutricional. Para visualizar resultado, en el anexo 16.
- La metodología empleada para el análisis se muestra en la siguiente tabla.

Cuadro 1: Metodología de Análisis nutricional.

Mineral	Método
Nitrógeno	Método Kjeldahl
Proteína Total	Cálculo $N \times 6.25$ (Factor)
Fósforo	Método Espectrofotométrico con Ácido Ascórbico y Molibdato de Amonio
Potasio	Fotometría de Emisión de llama
Sodio	Fotometría de Emisión de llama
Calcio y Magnesio	Método de Versenato con E.D.T.A. e indicador Murexida y Negro de Eriocromo T

Fuente : Elaboración Propia

3.5. Características Evaluadas:

El procedimiento de evaluación de las características fue de la siguiente manera.

3.5.1. Número de Hojas:

Se realizará la contabilización de hojas en un total de 7 plantas por tratamiento de forma manual con ayuda de un registro, este procedimiento se realizará (Después del transplante – cosecha). Según Palma (2019), obtuvo un promedio de 36 hojas por lechuga en su solución nutritiva tipo 1 y 35 hojas para solución tipo 2.

3.5.2. Diámetro de tallo:

Se realizará la medición del diámetro de tallo en un total de 7 plantas por tratamiento, en tres tiempos (instalación– desarrollo – cosecha) utilizando un vernier digital, con el objetivo de identificar el impacto de la utilización de Carboxy Ca en el grosor del tallo del cultivo de lechuga hidropónica. Según Muñoz (2019), en la lechuga variedad Great Lakes 659 se obtuvoun promedio de 1.55 cm de diámetro.

3.5.3. Altura de planta:

Se realizará la medición de altura de planta un total de 7 plantas por tratamiento, en tres tiempos (instalación– desarrollo – cosecha) utilizando una regla metálica. Según Muñoz (2019), en la lechuga variedad Great Lakes 659 se obtuvo un promedio de 22 a 24 cm de altura de planta.

3.5.4. Peso fresco:

Se procederá a realizar el pesaje total de la planta fresca en un total de 4 plantas por tratamiento, donde se incluirá la parte aérea y radicular utilizando una balanza de precisión electrónica. Esteparámetro será realizado al momento de la cosecha de la lechuga hidropónica. Según Cajo (2016), obtuvo un promedio de 188,4 g en la solución 2, donde la variedad V3 (Salad Bowl) tuvo un promedio de 184,4 g mientras que la variedad V1 (Crespa) presenta un menor peso conun valor de 126,1 g.

3.5.5. Materia seca:

Se llevarán las plantas cosechadas a una estufa a 105°C durante 48 horas, siendo un total de 4plantas por tratamiento. Para cual se trabajará con la fórmula del % de materia seca ($PS / PF * 100$). Según Palma (2019), a nivel de materia seca, obtuvo 6.25 gr en la solución 2 en cosecha mientras que, a nivel de cultivar, la variedad Parris Island Cos obtuvo 4.85 gr.

3.5.6. Análisis nutricional:

Se enviarán las plantas cosechadas a un laboratorio para realizar una evaluación de contenidonutricional.

CAPITULO IV

4.1. RESULTADOS.

4.1. Número de Hojas:

4.1.1. Número de hojas a los 12 ddt.

Los valores para la evaluación de número de hojas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.)hidropónica a los 12 d.d.t., según el análisis de varianza (ANVA) mostraron diferencia significativa de los tratamientos T0, T1, T2 y T3 con los niveles de dosis, testigo, 0.10 ml, 0.20 ml y 0.30 ml; teniendo un coeficiente de variabilidad del 2,94%, como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Análisis de Varianza (ANVA) para número de hojas a los 12 d.d.t.

F de V.	G de L	S de C	C Me	F calculado	F Tabular	Sig.
Tratamientos	3	6.6531	2.2177	35.2432	3.4903	*
Error experimental	12	0.7551	0.0629			
Total	15	7.4082				
* = Significativo						
NS = No significativo						
C.V.	2.94	%				

En el anexo 20, se observan las tablas de recopilación de datos de para la variable número de hojas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 12 d.d.t.

Cuadro 3: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para número de hojas a los 12 d.d.t.

Tratamiento	$\bar{X}$	Sig.
T3	9.39	a
T2	8.89	b
T1	8.11	c
T0	7.75	c

Nota: Letras diferentes indican diferencia significativa

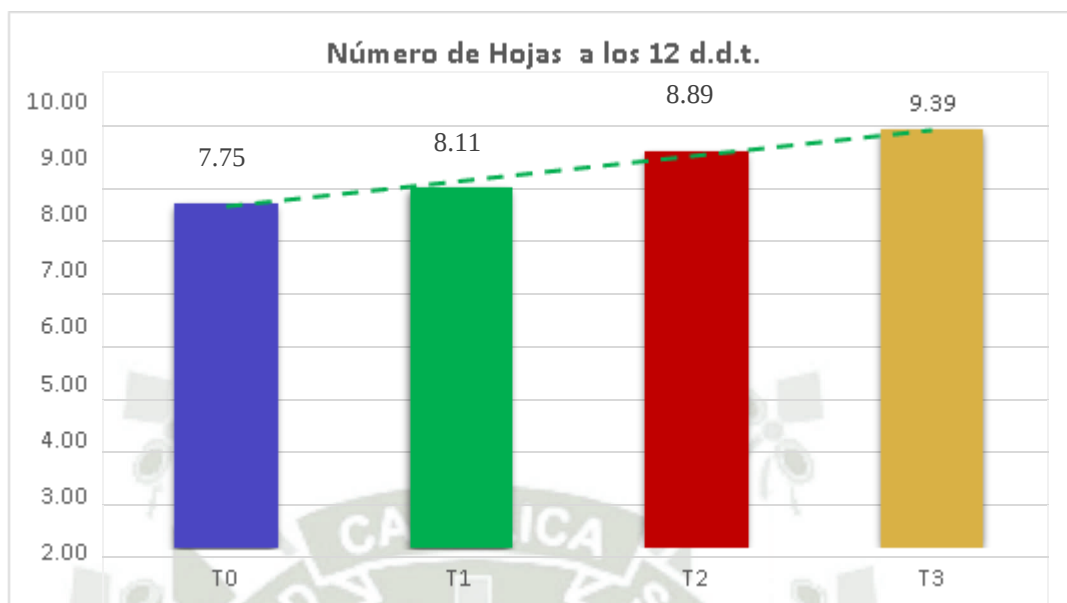


Gráfico 1

Gráfico 1: Número de hojas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 12 d.d.t.

En el Cuadro 3, según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan con un nivel de significancia del 5% para la evaluación de número de hojas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 12 d.d.t. a nivel de tratamientos (T0, T1, T2 y T3) se obtuvo una mayor cantidad de hojas en los tratamientos T3 (0.30 ml) y T2 (0.20 ml) con 9.39 y 8.89 en promedio respectivamente, teniendo así la mejor respuesta a las dosis más altas de Carboxy Ca, mientras que el T1(0.10 ml) y T0 (testigo) no presentaron diferencia significativa por lo que obtuvieron promedios de 8.11 y 7.75 respectivamente, como se observa en el gráfico 1.

3.1.1.1. Número de hojas a los 50 ddt.

Los valores para la evaluación de número de hojas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 50 d.d.t., según el análisis de varianza (ANVA) mostraron diferencias significativas de los tratamientos T0, T1, T2 y T3 con los niveles de dosis, testigo, 0.10 ml, 0.20 ml y 0.30 ml; teniendo un coeficiente de variabilidad del 6,26%, como se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4: Análisis de Varianza (ANVA) para número de hojas a los 50 d.d.t.

F de V.	G de			F calculado	F tabular	Sig.
	L	S de C	C Me			
Tratamientos	3	312.26	104.09	40.52	3.49	*
Error experimental	12	30.82	2.57			
Total	15	343.08				
* =						
88.7						
Significativo						
C.V.	6.26	%	NS = No significativo			

En el anexo 21, se observan las tablas de recopilación de datos de para la variable número de hojas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 50 d.d.t.

Cuadro 5: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para número de hojas a los 50 d.d.t.

Tratamiento	$\bar{X}$	Sig.
T3	27.11	a
T2	21.25	b
T1	18.14	c
T0	15.18	d

Nota: Letras diferentes indican diferencia significativa

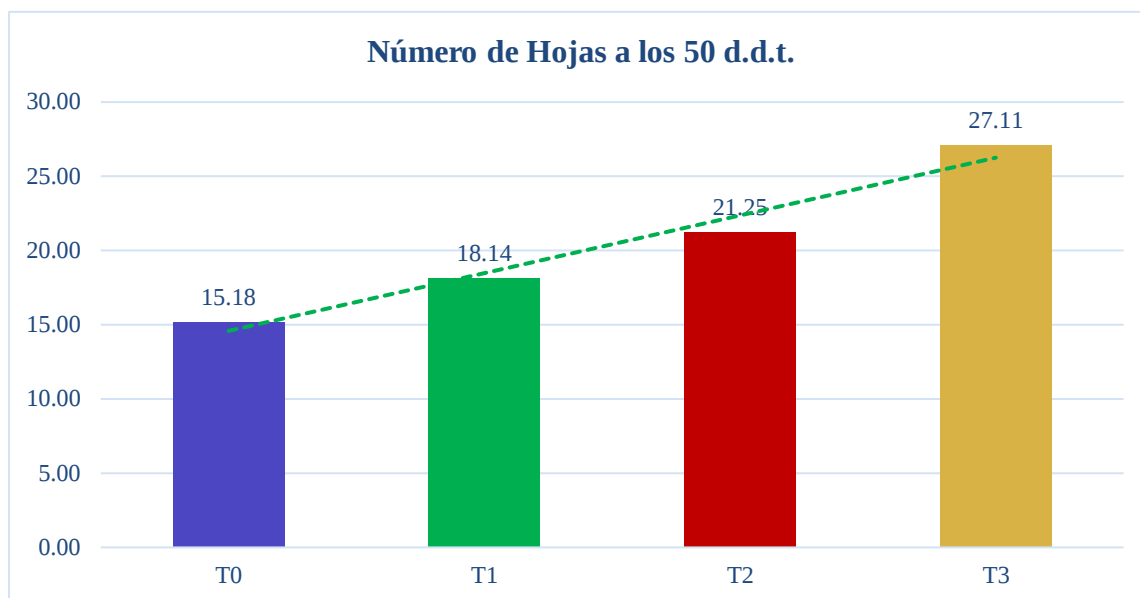


Gráfico 2: Número de hojas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 50 d.d.t.

En el Cuadro 5, según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan con un nivel de significancia del 5% para la evaluación de número de hojas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 50 d.d.t. a nivel de tratamientos (T0, T1, T2 y T3) se obtuvo una mayor cantidad de hojas en los tratamientos T3 (0.30 ml) y T2 (0.20 ml) con 27.11 y 21.25 en promedio respectivamente, teniendo así la mejor respuesta a las dosis más altas de Carboxy Ca, mientras que el T1(0.10 ml) se obtuvo 18.14 y en el T0 (testigo) 15.18, mostrando así diferencia significativa en los tratamientos donde el testigo obtuvo la menor cantidad de hojas, como se observa en el gráfico 2.

3.1.2. Diámetro de tallo:

3.1.2.1. Diámetro de tallo a los 12 ddt.

Los valores para la evaluación de diámetro de tallo en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 12 d.d.t., según el análisis de varianza (ANVA) mostraron diferencias significativas de los tratamientos T0, T1, T2 y T3 con los niveles de dosis, testigo, 0.10 ml, 0.20ml y 0.30 ml; teniendo un coeficiente de variabilidad del 9,37%, como se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6: Análisis de Varianza (ANVA) para diámetro de tallo a los 12 d.d.t.

F de V.	G de L	S de C	C Me	F calculado	F tabular	Sig.
Tratamientos	3	0.356	0.119	15.576	3.490	*
Error experimental	12	0.092	0.008			
Total	15	0.448				
	0.9			* = Significativo		
				NS = No significativo		
C.V.	9.37	%				

En el anexo 22, se observan las tablas de recopilación de datos de para la variable diámetro de tallo en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 12 d.d.t.

Cuadro 7: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para diámetro de tallo a los 12 d.d.t.

Tratamiento	$\bar{X}$	Sig.
T3	1.1	a
T2	1.0	a
T1	0.9	a
T0	0.7	b

Nota: Letras diferentes indican diferencia significativa

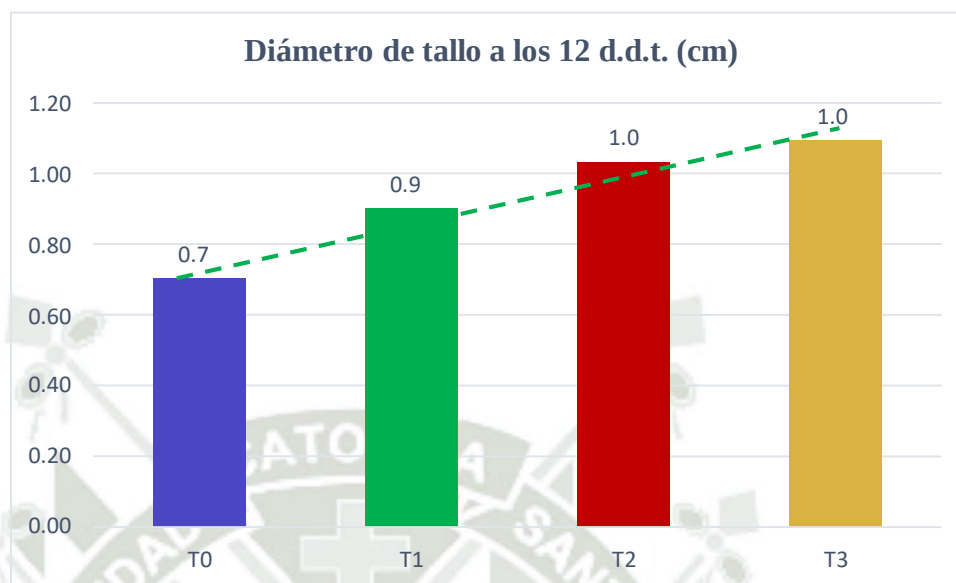


Gráfico 3: Diámetro de tallo en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 12 d.d.t.

En el Cuadro 7, según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan con un nivel de significancia del 5% para la evaluación el diámetro de tallo en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 12 d.d.t. a nivel de tratamientos (T0, T1, T2 y T3) se obtuvo un mayor diámetro en los tratamientos T3 (0.30 ml) y T2 (0.20 ml) con 1.1 y 1.0 cm respectivamente, teniendo así la mejor respuesta a las dosis más altas de Carboxy Ca, mientras que el T1(0.10 ml)se obtuvo 0.9 cm, donde se observa que no se presentó diferencia significativa entre estos niveles, mientras que en el T0 (testigo) con 0.7 cm, si tuvo diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos, como se observa en el gráfico 3.

3.1.2.2. Diámetro de tallo a los 37 ddt.

Los valores para la evaluación de diámetro de tallo en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 37 d.d.t., según el análisis de varianza (ANVA) mostraron diferencia significativa de los tratamientos T0, T1, T2 y T3 con los niveles de dosis, testigo, 0.10 %, 0.20 % y 0.30 %; teniendo un coeficiente de variabilidad del 5,77%, como se muestra en el Cuadro 8.

Cuadro 8: Análisis de Varianza (ANVA) para diámetro de tallo a los 37 d.d.t.

F de V.	G de L	S de C	C Me	F calculado	F tabular	Sig.
Tratamientos	3	0.883	0.294	43.697	3.490 *	
Error experimental	12	0.081	0.007			
Total	15	0.964				
	1.4			* = Significativo		
C.V.	5.77	%		NS = No significativo		

En el anexo 23, se observan las tablas de recopilación de datos de para la variable diámetro de tallo en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) hidropónica a los 37 d.d.t.

Cuadro 8: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para diámetro de tallo a los 37 d.d.t.

Tratamiento	$\bar{X}$	Sig.
T3	1.7	a
T2	1.5	b
T1	1.3	c
T0	1.1	d

Nota: Letras diferentes indican diferencia significativa

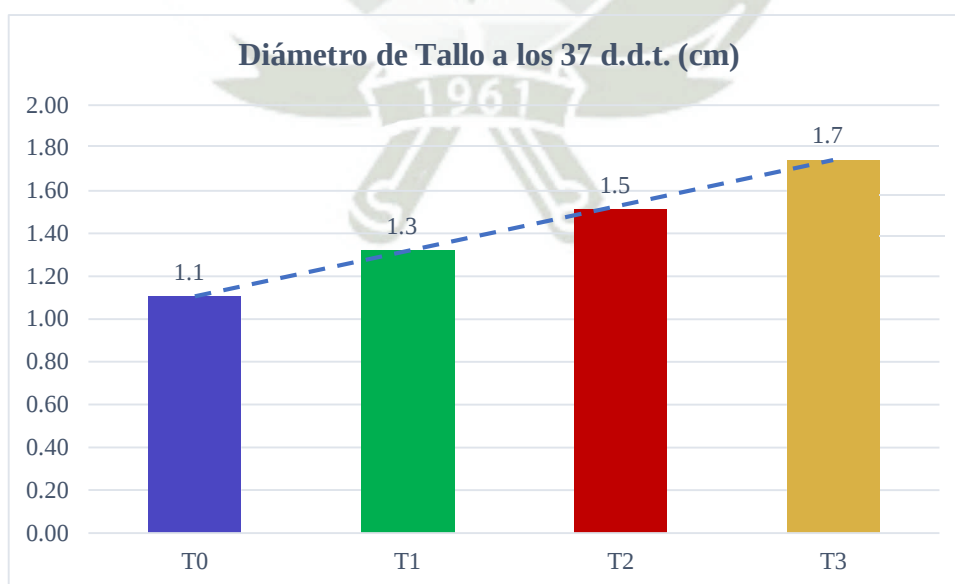


Gráfico 4: Diámetro de tallo en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) hidropónica a los 37d.d.t.

En el Cuadro 8, según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan con un nivel de significancia del 5% para la evaluación el diámetro de tallo en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 37 d.d.t. a nivel de tratamientos (T0, T1, T2 y T3) se obtuvo un mayor diámetro en los tratamientos T3 (0.30 ml) y T2 (0.20 ml) con 1.7 y 1.5 cm respectivamente, mientras que el T1(0.10 ml) y T0 (testigo) se obtuvo 1.3 y 1.1 cm respectivamente, donde se observa que se presentó diferencia significativa entre todos los tratamientos, teniendo así la mejor respuesta a las dosis más altas de Carboxy Ca como se observa en el gráfico 4.

3.1.2.3. Diámetro de tallo a los 50 ddt.

Los valores para la evaluación de diámetro de tallo en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 50 d.d.t., según el análisis de varianza (ANVA) mostraron diferencias significativas de los tratamientos T0, T1, T2 y T3 con los niveles de dosis, testigo, 0.10 ml, 0.20 ml y 0.30 ml; teniendo un coeficiente de variabilidad del 4,22 %, como se muestra en el Cuadro 9.

Cuadro 9: Análisis de Varianza (ANVA) para diámetro de tallo a los 50 d.d.t.

F de V.	G de L	S de C	C Me	F calculado	F tabular	Sig.
Tratamientos	3	1.501	0.500	88.976	3.490	*
Error experimental	12	0.068	0.006			
Total	15	1.569				
	1.8			* = Significativo		
C.V.	4.22	%		NS = No significativo		

En el anexo 24, se observan las tablas de recopilación de datos de para la variable diámetro de tallo en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 50 d.d.t.

Cuadro 10: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para diámetro de tallo a los 50 d.d.t.

Tratamiento	$\bar{X}$	Sig.
T3	2.2	a
T2	1.8	b
T1	1.6	c
T0	1.43	d

Nota: Letras diferentes indican diferencia significativa

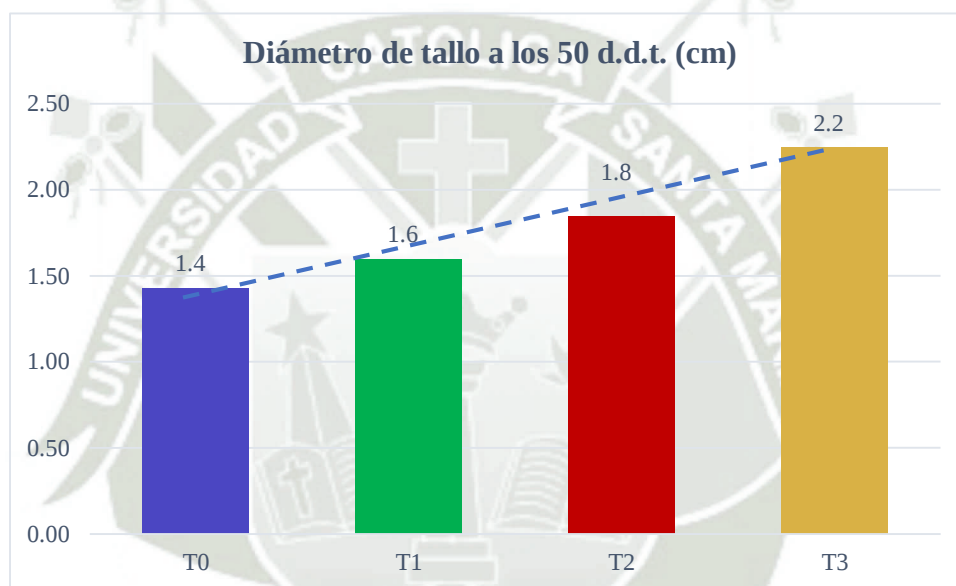


Gráfico 4: Diámetro de tallo en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 50 d.d.t.

En el Cuadro 10, según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan con un nivel de significancia del 5% para la evaluación el diámetro de tallo en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 50 d.d.t. a nivel de tratamientos (T0, T1, T2 y T3) se obtuvo un mayor diámetro en los tratamientos T3 (0.30 ml) y T2 (0.20 ml) con 2.2 y 1.8 cm respectivamente, , mientras que el T1(0.10 ml) y T0 (testigo) se obtuvo 1.6 y 1.4 cm respectivamente, donde se observa que se presentó diferencia significativa entre todos los tratamientos, teniendo así la mejor respuesta a las dosis más altas de Carboxy Ca como se observa en el gráfico 4.

3.1.3. Altura de planta:

3.1.3.1. Altura de planta a los 12 ddt.

Los valores para la evaluación de altura de planta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 12 d.d.t., según el análisis de varianza (ANVA) mostraron diferencias significativa de los tratamientos T0, T1, T2 y T3 con los niveles de dosis, testigo, 0.10 ml, 0.20 ml y 0.30 ml; teniendo un coeficiente de variabilidad del 8,95 %, como se muestra en el Cuadro 11.

Cuadro 11: Análisis de Varianza (ANVA) para altura de planta a los 12 d.d.t.

F de V.	G de L	S de C	C Me	F calculado	F tabular	Sig.
Tratamientos	3	47.81	15.94	28.33	3.49	*
Error experimental	12	6.75	0.56			
Total	15	54.56				
	8.4					
C.V.	8.95	%				

* = Significativo
NS = No significativo

En el anexo 25, se observan las tablas de recopilación de datos de para la variable altura de planta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 12 d.d.t.

Cuadro 12: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para altura de planta a los 12 d.d.t.

Tratamiento	$\bar{X}$	Sig.
T3	10.8	a
T2	9.1	B
T1	7.4	C
T0	6.3	c

Nota: Letras diferentes indican diferencia significativa



Gráfico 5: Altura de planta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 12 d.d.t.

En el Cuadro 12, según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan con un nivel de significancia del 5% para la evaluación de altura de planta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 12 d.d.t. a nivel de tratamientos (T0, T1, T2 y T3) se obtuvo un mayor diámetro en los tratamientos T3 (0.30 ml) y T2 (0.20 ml) con 10.8 y 9.1 cm respectivamente, a su vez el T1(0.10 ml) obtuvo 7.4 cm y el T0 (testigo) obtuvo 6.3 cm, donde se observa que se presentó diferencia significativa entre los tratamientos T3 y T2, mientras que entre el T1y T0 no presento; es así que la mejor respuesta se obtuvo en las dosis más altas de Carboxy Ca, como se observa en el gráfico 5.

3.1.3.2. Altura de planta a los 37 ddt.

Los valores para la evaluación de altura de planta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 37 d.d.t., según el análisis de varianza (ANVA) mostraron diferencia significativa de los tratamientos T0, T1, T2 y T3 con los niveles de dosis, testigo, 0.10 ml, 0.20 ml y 0.30 ml; teniendo un coeficiente de variabilidad del 3,07 %, como se muestra en el Cuadro 13.

Cuadro 13: Análisis de Varianza (ANVA) para altura de planta a los 37 d.d.t.

F de V.	G de L	S de C	C Me	F calculado	F tabular	Sig.
Tratamientos	3	108.64	36.21	220.66	3.49	*
Error experimental	12	1.97	0.16			
Total	15	110.61				
	13.2			* = Significativo		
C.V.	3.07	%		NS = No significativo		

En el anexo 26, se observan las tablas de recopilación de datos de para la variable altura deplanta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 37 d.d.t.

Cuadro 14: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para altura de planta a los 37 d.d.t.

Tratamiento	$\bar{X}$	Sig.
T3	16.9	a
T2	14.5	b
T1	10.9	c
T0	10.5	c

Nota: Letras diferentes indican diferencia significativa

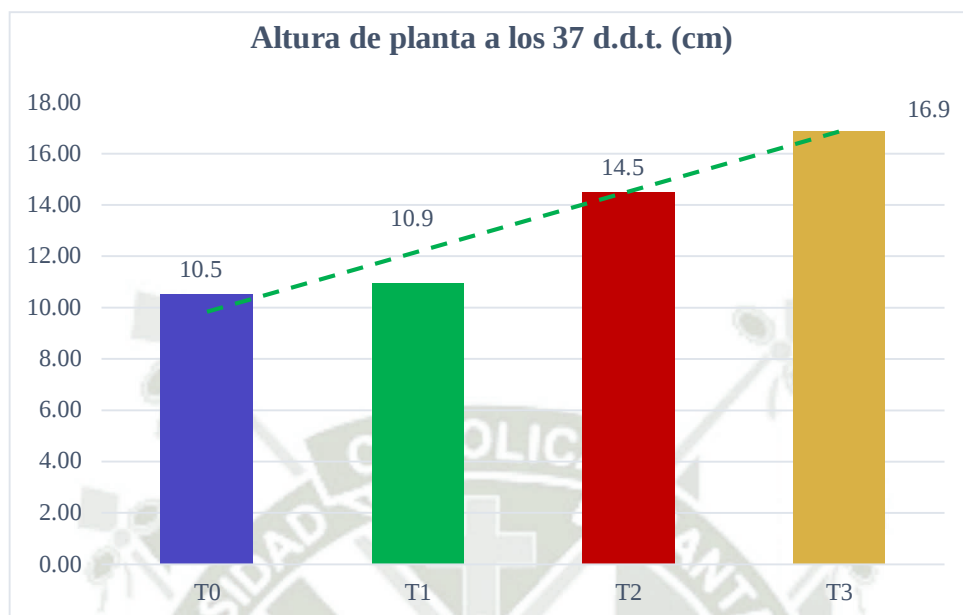


Gráfico 6: Altura de planta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 37 d.d.t.

En el Cuadro 14, según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan con un nivel de significancia del 5% para la evaluación de altura de planta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 37 d.d.t. a nivel de tratamientos (T0, T1, T2 y T3) se obtuvo diferencia significativa entre los tratamientos T3 (0.30 ml) y T2 (0.20 ml) con 16.9 y 14.5 cm respectivamente, a su vez el T1 (0.10 ml) con 10.9 cm y el T0 (testigo) con 10.5 cm, no presentaron diferencia significativa; es así que la mejor respuesta se obtuvo en las dosis más altas de Carboxy Ca, como se observa en el gráfico 6.

3.1.3.3. Altura de planta a los 50 ddt.

Los valores para la evaluación de altura de planta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 50 d.d.t., según el análisis de varianza (ANVA) mostraron diferencia significativa de los tratamientos T0, T1, T2 y T3 con los niveles de dosis, testigo, 0.10 ml, 0.20 ml y 0.30 ml; teniendo un coeficiente de variabilidad del 4,62 %, como se muestra en el Cuadro 13.

Cuadro 13: Análisis de Varianza (ANVA) para altura de planta a los 50 d.d.t.

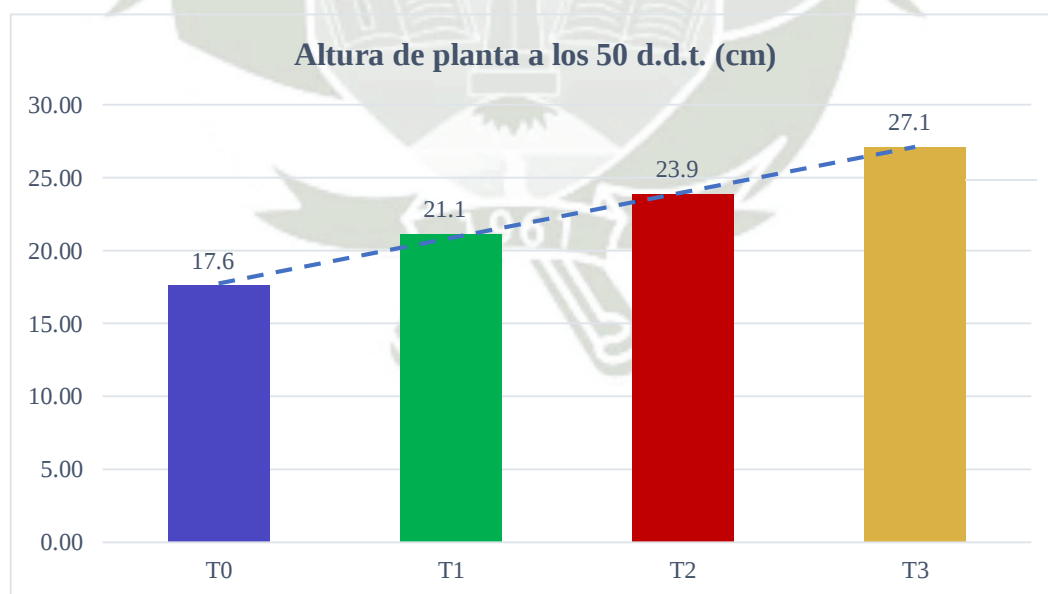
F de V.	G de L	S de C	C Me	F calculado	F tabular	Sig.
Tratamientos	3	195.32	65.11	60.62	3.49	*
Error experimental	12	12.89	1.07			
Total	15	208.20				
	22.4			* = Significativo		
				NS = No significativo		
C.V.	4.62	%				

En el anexo 27, se observan las tablas de recopilación de datos de para la variable altura de planta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 50 d.d.t.

Cuadro 14: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para altura de planta a los 50 d.d.t.

Tratamiento	$\bar{X}$	Sig.
T3	27.1	a
T2	23.9	b
T1	21.1	c
T0	17.6	d

Nota: Letras diferentes indican diferencia significativa


Gráfico 7: Altura de planta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 50 d.d.t.

En el Cuadro 14, según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan con un nivel de significancia del 5% para la evaluación de altura de planta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a los 37 d.d.t. a nivel de tratamientos (T0, T1, T2 y T3) se obtuvo diferencia significativa entre todos los tratamientos, donde el T3 (0.30 ml) y T2 (0.20 ml) con 27.1 y 23.9 cm respectivamente, a su vez el T1(0.10 ml) obtuvo 21.1 cm y el T0 (testigo) obtuvo 17.6 cm; es así que la mejor respuesta se obtuvo en las dosis más altas de Carboxy Ca, comose observa en el gráfico 7.

3.1.4. Peso fresco:

Los valores para la evaluación de peso fresco en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica, según el análisis de varianza (ANVA) mostraron diferencia significativa de los tratamientos T0, T1, T2 y T3 con los niveles de dosis, testigo, 0.10 ml, 0.20 ml y 0.30 ml; teniendoun coeficiente de variabilidad del 8,50 %, como se muestra en el Cuadro 15.

Cuadro 15: Análisis de Varianza (ANVA) para peso fresco en gramos.

F de V.	G de L	S de C	C Me	F calculado	F tabular	Sig.
Tratamientos	3	21777.76	7259.25	47.23	3.49	*
Error experimental	12	1844.41	153.70			
Total	15	23622.17				
	145.9			* = Significativo		
				NS = No		
C.V.	8.50	%		significativo		

En el anexo 28, se observan las tablas de recopilación de datos de para la variable de peso fresco en gramos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica.

Cuadro 16: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para peso fresco (gr).

Tratamiento	$\bar{X}$	Sig.
T3	195.68	a
T2	161.97	b
T1	129.10	c
T0	96.65	d

Nota: Letras diferentes indican diferencia significativa



Gráfico 8: Peso fresco en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica (gr).

En el Cuadro 16, según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan con un nivel de significancia del 5% para la evaluación de peso fresco en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica a nivel de dosis de Carboxy Ca (T0, T1, T2 y T3) se obtuvo diferencia significativa entre todos los tratamientos, donde el T3 (0.30 %) y T2 (0.20 %) con 195.68 y 161.97 gr respectivamente, a su vez el T1 (0.10%) obtuvo 129.10 gr y el T0 (testigo) obtuvo 96.65 gr; es así que la mejor respuesta se obtuvo en la dosis más alta de Carboxy Ca, como se observa en el gráfico 8.

3.1.1. Materia seca (%):

Los valores para la evaluación del porcentaje de materia seca en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica, según el análisis de varianza (ANVA) mostraron diferencia significativa de los tratamientos T0, T1, T2 y T3 con los niveles de dosis, testigo, 0.10 %, 0.20 % y 0.30 %; teniendo un coeficiente de variabilidad del 2,32 %, como se muestra en el Cuadro 17.

Cuadro 17: Análisis de Varianza (ANVA) para materia seca (%).

F de V.	G de L	S de C	C Me	F calculado	F tabular	Sig.
Tratamientos	3.000	2.279	0.760	14.643	3.490	*
Error experimental	12.000	0.622	0.052			
Total	15.000	2.901				
				* =		
				Significativo		
				NS = No significativo		
C.V.	4.94	%				

En el anexo 29, se observan las tablas de recopilación de datos de para la variable del porcentaje de materia seca en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) hidropónica.

Cuadro 18: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para materia seca (%)

Tratamiento	$\bar{X}$	Sig.
T3	5.16	a
T2	4.73	b
T1	4.38	c
T0	4.16	c

Nota: Letras diferentes indican diferencia significativa.



Gráfico 9: Materia seca (%) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) hidropónica.

En el Cuadro 18, según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan con un nivel de significancia del 5% para la evaluación del porcentaje de materia seca en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) hidropónica a nivel de dosis de Carboxy Ca (T0, T1, T2 y T3) se obtuvo diferencia significativa entre los tratamientos T3 (0.30%) y T2 (0.20 %) con 5.16% y 4.73% respectivamente, mientras que en los tratamientos T0(testigo) con 4.16% y el T1 (0.10%) con 4.38% no se obtuvo diferencia significativa; siendo el T3 el que obtuvo el más alto porcentaje de materia seca con respecto a los demás tratamientos , como se observa en el gráfico 9.

4.1.5. Análisis nutricional:

Los valores a nivel de análisis nutricional, nos dan como resultado que el T3 con 0.30 ml de dosis de Carboxy Ca obtuvo un 685 mg.kg⁻¹ del nutriente Calcio, seguido por el T2 con 0.20 ml de dosis de Carboxy Ca con 538 mg.kg⁻¹ del nutriente Calcio, mientras que el T1 con 0.10 ml de dosis de Carboxy Ca y T0 (testigo) obtuvieron 347 mg.kg⁻¹ y 347 mg.kg⁻¹ del nutriente Calcio; siendo el T3 el que obtuvo mayor concentración de dicho nutriente. A su vez en el T3 se obtuvieron mayores concentraciones de los nutrientes Mg y K, como se puede ver en el Anexo 16.

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como finalidad la de determinar la dosificación idónea de Calcio (Carboxy Ca) en el cultivo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa* L.) variedad Batavia en el fundo la banda Huasacache de la Universidad Católica de Santa María. Para identificar la dosis que tuviera el impacto a nivel vegetativo y nutricional, se debió comparar a un testigo y con las dosis de 0.10 ml, 0.20 ml y 0.30 ml, las cuales fueron aplicadas en dos tiempos en la etapa fenológica del cultivo.

5.1. Número de Hojas a los 12 y 50 ddt:

Esta variable se estimó en relación al promedio de número de hojas por planta por cada uno de los tratamientos (T0, T1, T2 y T3), la evaluación se realizó después de las aplicaciones de Carboxy Ca a los 12 ddt y al momento de la cosecha a los 50 ddt. A nivel de tratamientos se observa que hubo diferencia significativa, se obtuvo una mejor respuesta con el T3 (0.30 ml) con 9.39 a los 12 ddt. y 27.11 a los 50 ddt., seguido por el T2 (0.20 ml) con 8.89 a los 12 ddt. y 21.25 a los 50 ddt, mientras que el T1 (0.10 ml) y T0 (testigo) no presentaron diferencia significativa a los 12 ddt, más a los 50 ddt se obtuvo diferencia entre T1 (0.10 ml) con 18.14 y T0 (testigo) con 15.18.

De tal manera que se demuestra que a mayor aplicación en la dosificación de Calcio a la lechuga hidropónica se logra obtener un mayor número de hojas por planta en comparación a los tratamientos de dosificación menor, donde se aprecia una clara diferencia entre los tratamientos.

Prado (2018) el autor nos indica que el calcio es esencial para la formación de paredes celulares y desarrollo de tejidos de hojas y frutos fuertes, y una carencia de este elemento llevará rápidamente a la muerte del tejido, tales como los desórdenes de quemadura de puntas y pudrición apical.

Según la investigación de Cajo (2016), los mejores promedios en cuanto al número de hojas hasta los 65 días fue para los tratamientos S1V2 (N:144, P: 60, K: 120, Ca: 60, Mg: 24, S: 7.2, Fe: 6, Cu: 0.02, Zn: 0.48, Mn: 0.60, Mo: 0.006, B: 0.50, Co: 0.60 ppm; variedad Lollo Rossa) y S1V3 (N:144, P: 60, K: 120, Ca: 60, Mg: 24, S: 7.2, Fe: 6, Cu: 0.02, Zn: 0.48, Mn: 0.60, Mo: 0.006, B: 0.50, Co: 0.60 ppm; variedad Salad Bowl).

A los 80 días los tratamientos con los promedios más altos para esta variable fueron S2V3 y S2V2. Estos resultados nos comprueban la importancia de tener muy en cuenta el nivel de Calcio en la fertilización en lechuga hidropónica, ya que asegura un buen desarrollo foliar, por lo tanto, un cultivo de buena calidad.

5.2. Diámetro de tallo:

Esta variable se estimó en relación al promedio de diámetro de tallo por planta por cada uno de los tratamientos (T0, T1, T2 y T3), la evaluación se realizó después de las aplicaciones de Carboxy Ca a los 12, a los 37 ddt. y al momento de la cosecha a los 50 ddt. A nivel de tratamientos se observa que no hubo diferencia significativa a los 12 ddt., donde el T3 (0.30 ml) obtuvo 1.09 cm, seguido por el T2 (0.20 ml) con 1.03 cm y el T1 (0.10 ml) con 0.90 cm, mientras que T0 (testigo) obtuvo el diámetro más bajo solo con 0.70 cm. A los 37 ddt, se obtuvo diferencia significativa donde el T3 (0.30 ml) tuvo el mayor diámetro con 1.74 cm seguido por el T2 (0.20 ml) con 1.51 cm, a su vez el T1 (0.10 ml) con 1.32 cm y el T0 (testigo) con 1.11 cm. Así mismo, a los 50 ddt. el T3 (0.30 ml) obtuvo el mejor resultado con 2.24 cm, seguido por el T2 (0.20) con 1.84 cm, a su vez el T1 (0.10 ml) obtuvo 1.60 cm y el T0 (testigo) obtuvo 1.43 cm. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede afirmar que a mayor dosificación de Calcio (Carboxy Ca) logramos obtener un mayor diámetro de tallo en comparación con menores a los demás tratamientos que bajas dosificaciones o ausencia de ella, sin embargo, pero cabe recalcar que este efecto se muestra en el momento de la cosecha.

Weiling & Shangyong (2018), indica que el calcio (Ca) es un macronutriente esencial para crecimiento y desarrollo de las plantas, y se considera como un importante mensajero intracelular, mediando respuestas a hormonas, señales de estrés y una variedad de los procesos de desarrollo.

Según la investigación de Muñoz (2019), se puede observar que los tratamientos T2 (500 ml.ha⁻¹ de Promet Ca), T1 (1000 ml.ha⁻¹ de Viosil), T3 (500 ml.ha⁻¹ de Promet Ca + 1000 ml.ha⁻¹ de Viosil) y T0 (Testigo) con promedios de 1.55 cm, 1.55 cm, 1.55 y 1.53 cm de diámetro del tallo respectivamente resultaron ser estadísticamente iguales entre sí. Esta razón justifica aún más que las aplicaciones foliares de Si y Ca no influyeron en el diámetro del tallo y que esta variable no fue adecuada para medir los efectos de los tratamientos estudiados. Sin embargo, en la investigación se obtuvo un efecto positivo en el diámetro de tallo gracias a la mayor dosificación de Calcio.

5.3. Altura de planta:

Esta variable se estimó en relación al promedio de altura de planta por cada uno de los tratamientos (T0, T1, T2 y T3), la evaluación se realizó después de las aplicaciones de Carboxy Ca a los 12 ddt, a los 37 ddt. y al momento de la cosecha a los 50 ddt. A nivel de tratamientos se observa que hubo diferencia significativa, se obtuvo una mejor respuesta con el T3(0.30 ml) con 10.79 cm a los 12 ddt., seguido por el T2 (0.20 ml) con 9.14 cm a los 12 ddt., a su vez el T1(0.10 ml) con 7.36 cm y el T0 (testigo) con 6.25 cm obtuvieron la menor altura. A los 37 ddt se obtuvo una mayor altura de planta en el T3 (0.30 ml) con 16.86 cm seguido por el T2 (0.20 ml) con 14.50 cm, a su vez el T1(0.10 ml) con 10.96 cm y el T0 (testigo) con 10.54 cm. Finalmente, a los 50 ddt. el T3 (0.30 ml) obtuvo el mejor resultado con 27.11 cm, seguido por el T2 (0.20) con 23.86 cm, a su vez el T1(0.10 ml) obtuvo 21.14 cm y el T0 (testigo) obtuvo 17.61 cm. Es así que se muestra que a mayor dosificación de Calcio (Carboxy Ca) se logra obtener una mayor altura de planta en comparación con menores dosificaciones o ausencia de ella.

Según la investigación de Muñoz (2019), se puede observar que los tratamientos T3 (500 ml.ha-1 de Promet Ca + 1000 ml.ha-1 de Viosil) y T2 (500 ml.ha-1 de Promet Ca) con promedios estadísticamente iguales entre sí de 24.16 cm y 24.13 cm de altura de planta, respectivamente superaron estadísticamente a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos T0 (Testigo), T1 (1000 ml.ha-1 de Viosil) quienes obtuvieron promedios de 22.7 cm, y 22.45 cm de altura de planta, respectivamente. Los resultados obtenidos permiten inferir que las aplicaciones foliares de Ca+Si (500 ml.ha-1 de Promet Ca + 1000 ml.ha-1 de Viosil) y de (500 ml.ha-1 de Promet Ca), podemos apreciar que si se ha obtenido un efecto evidente sobre la altura de planta. Estos resultados nos comprueban el efecto del Calcio en la altura de la planta, al igual que en la investigación donde se obtuvo una mayor altura con el T3(0.30 ml).

Según la investigación de Cajo (2016), hasta los 65 días estuvo influenciada por la aplicación de la solución S3 (N:96, P: 40, K: 80, Ca: 40, Mg: 16, S:4.8, Fe:4, Cu: 0.02, Zn:0.32, Mn:0.4, Mo:0.004, B:0.30, Co: 0,40ppm) ya que los tratamientos con ésta presentan los mejores resultados, en cambio al avanzar el cultivo hasta los 80 días las variedades V2 LolloRossa y V3 Salad Bowl son las de mejores promedios. Debido a que

los nutrientes se encuentran en proporciones iguales a las que necesitaba el cultivo además de las características genéticas de las variedades. Estos resultados muestran la importancia del Calcio en la fertilización en lechuga hidropónica, ya que tiene un impacto en la altura de planta, debido a que el Calcio es un nutriente inmóvil se debe considerar su aporte foliar.

5.4.Peso fresco:

Esta variable se estimó en relación al promedio de peso fresco en gramos por planta por cada uno de los tratamientos (T0, T1, T2 y T3), la evaluación se realizó después de las dos aplicaciones de Carboxy Ca en el momento de la cosecha. A nivel de tratamientos se observa que hubo diferencia significativa, donde la mejor respuesta fue con el T3(0.30 ml) con 195.68 gr., seguido por el T2 (0.20 ml) con 161.97 gr., mientras que el T1(0.10 ml) se obtuvo 129.10 gr.y en el T0 (testigo) 96.65 gr. Es así que se demuestra que ah mayor aplicación de Calcio (Carboxy Ca) se logra obtener un mayor peso fresco total, sin embargo, conforme fue aplicando menos dosis por tratamiento, se logra observar que el peso fresco era menor a comparación del tratamiento T3 (0.30 ml)

Según la investigación de Acosta (2013), indica que no existe significación estadística para ninguna de las fuentes en ninguno de los períodos de toma de datos, con excepción de repeticiones a los 126 días en que se observa diferencias estadísticas significativas a nivel del 5%. En cuanto a esta variable, tampoco se ve influenciada por las dosis de calcio y boro aplicadas. Los coeficientes de variación fueron de 36,78, 25,88 y 29,8 y los promedios de 24,83,23,11 y 8,95 gr, para los datos tomados a los 119, 126 y 133 días respectivamente. Sin embargo, en la presente investigación se logró obtener un incremento del peso en fresco del cultivo lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica.

Según la investigación de Muñoz (2019), se puede observar que el tratamiento T3 (500 ml.ha-1 de Promet Ca + 1000 ml.ha-1 de Viosil) con un promedio de 172.7 gramos de peso de planta superó estadísticamente a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos T2 (500 ml.ha-1de Promet Ca), T1 (1000 ml.ha-1 de Viosil) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 134.4 gramos, 117.7 gr. y 105.7 gr. de peso de la planta respectivamente. Con esta

variable evaluada, se observa que las dosis de aplicación foliar de Si y Ca superaron al tratamiento testigo. Por la naturaleza del cultivo a investigar, se hace evidente que el Ca tiene un efecto positivo en el aumento de peso fresco al momento de cosecha.

5.5.Materia seca:

Esta variable se estimó en relación al porcentaje de materia seca por planta por cada uno de los tratamientos (T0, T1, T2 y T3), la evaluación se realizó después de la cosecha. A nivel de tratamientos se observa que hubo diferencia significativa, se obtuvo una mejor respuesta con el T3 (0.30 ml) con 5.16%, seguido por T2 (0.20 ml) con 4.73% mientras que en los tratamientos T1 (0.10 ml) con 4.38% y T0(testigo) con 4.16% no se obtuvo diferencia significativa. Es así que se muestra que a mayor dosificación de Calcio (Carboxy Ca) se logra obtener un alto porcentaje de materia seca, mientras que los tratamientos T0 (testigo) y T1(0.10 ml) no presentaron porcentajes muy diferenciados entre ellos. Además, comparando el resultado del tratamiento T3(0.30 ml) con los tratamientos T0(testigo) y T1(0.10ml) se logra ver una diferencia significativa en el porcentaje de materia seca. Esto se ve afectado por la cantidad y disponibilidad de los nutrientes, el clima, factores como el Ph o CE.

Según la investigación de Palma (2019), que el mayor MS al momento de la Cosecha en ambas soluciones fue Parris Island Cos con 6.86% y 6.50%, le siguen en orden de mérito el cv. Waldman's Green con 6,12% y 6.49%, cv. Prize head 5.51% y 5.56% con las S.N. 1 y 2 respectivamente. El promedio de MS es un 0.09% mayor en la S.N. 2 que en la S.N. 1. Se obtuvo una mejor respuesta con la S.N. 2 en la variedad Waldman's Green, siendo esta la más parecida a la utilizada en la presente investigación. Esto nos indica que si se realiza la instalación del cultivo lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica acompañada de una óptima fertilización se puede obtener un alimento con alto nivel en nutrientes.

5.6.Análisis nutricional:

Esta variable se estimó en relación al promedio de peso fresco en gramos por planta por cada uno de los tratamientos (T0, T1, T2 y T3), la evaluación se realizó después de las dos aplicaciones de Carboxy Ca en el momento de la cosecha. Los valores a nivel de análisis nutricional, nos dan como resultado que el T3 con 0.30 ml de dosis de Carboxy

Ca obtuvo un 685 mg.kg-1 del nutriente Calcio, seguido por el T2 con 0.20 ml de dosis de Carboxy Ca con 538 mg.kg-1. Además, T3 es el que obtuvo mayor concentración de los nutrientes Mg y K. De tal manera que queda demostrado que al realizar la aplicación foliar de calcio Carboxy Ca. La planta logra absorber el nutriente en sus hojas mejorando así su calidad nutricional y alimentaria, de igual manera demostrando que si es muy esencial realizar la aplicación de calcio. A nivel de concentración como citó Mengel & Kirby (2000), en el caso de las plantas dicotiledóneas suele haber una concentración de 1- 2% de M.S. de calcio en la parte superior incluidas tallos y hojas, estos rangos están correlacionados con el nivel de T3 (0.30 ml) con 5.16%, el cual contiene la cantidad de alimento total sin agua del cultivo de Lechuga, lo que nos indica que por cada uno por ciento tendrá un contenido de 0.685 gramos de materia seca por kg del nutriente.

Según la investigación de Palma (2019), al respecto de los nutrientes, en general la S.N.2 presenta valores favorables que estarían relacionados al contenido ligeramente mayor de materia seca, esto gracias a la absorción, por lo que el contenido de Mg, K y P es mayor en todos los cv. de la S.N. 2 que en la S.N.1. Tal como se mostró en esta investigación, el T3(0,30 ml) fue el que obtuvo mayor porcentaje de materia seca y como consecuencia un alto nivel nutricional. El único cv. que logró un mayor porcentaje de proteína con respecto a la S.N.2 fue el cv. Prize Head con 19.06 % en relación a 17.25% de la SN.1, el cv. Prize Head cuenta con 5.76% de MS, que equivalen a 57.6 g, entonces el contenido de proteína es de 11 g/ Kg o 1.1. g /100 g de lechuga. En cuanto al nivel proteico los tratamientos T0, T1 y T3, presentaron un nivel parecido, sin embargo, el T0 presentó un menor valor.

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES

- En relación al comportamiento agronómico del cultivo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa* L.) variedad Batavia al efecto de la aplicación foliar de Calcio (Carboxy Ca). Se concluye que el T3 (0.30 ml) tuvo la mejor respuesta en comparación a los tratamientos T0(testigo), T1(0.10 ml) y T2(0.20 ml), obteniendo así valores tales como 27.11 a los 50 ddt de promedio en número de hojas, 2.24cm a los 50 ddt de promedio en diámetro de tallo, 27.11 cm a los 50 ddt de promedio en altura de planta y 195.68 gr de peso fresco en el momento de la cosecha. Con respecto al T2 se obtuvo 21.25 a los 50 ddt de promedio en número de hojas, mientras que el T1 y T0 (testigo) no presentaron diferencia significativa. Para el diámetro de tallo a los 50 ddt, T2 obtuvo 1.84 cm, a su vez el T1 obtuvo 1.60 cm y el T0 (testigo) obtuvo 1.43 cm. A nivel de altura de planta a los 50 ddt, el T2 (0.20) obtuvo 23.86 cm, a su vez el T1(0.10 ml) obtuvo 21.14 cm y el T0 (testigo) obtuvo 17.61 cm. Finalmente, en peso fresco el T2 (0.20 ml) obtuvo 161.97 gr., mientras que el T1(0.10 ml) obtuvo 129.10 gr. y en el T0 (testigo) 96.65 gr, mostrando así con estos resultados la influencia del Calcio, donde el testigo fue el que tuvo un menor desarrollo.
- Con respecto al nivel nutricional, se obtuvo mejor respuesta de aquellos tratamientos con elevadas dosificaciones como son el T3(0.30 ml) y T2 (0.20 ml), siendo el T3 el que tuvo una mejor respuesta con 5.16%, de materia seca y 685 mg.kg⁻¹ del nutriente Calcio, seguido por el T2 obtuvo un 4.73%, para los tratamientos T1 y T0 se obtuvieron 4.38% y 4.16% respectivamente. Para el T2 se obtuvo 538 mg.kg⁻¹ del nutriente Calcio, mientras que T0 y T1 se obtuvo solamente 347 y 491 mg.kg⁻¹ del nutriente Calcio.

CAPÍTULO VII

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una evaluación del comportamiento agronómico con aplicaciones de Calcio en diferentes variedades del cultivo (*Lactuca sativa* L.) hidropónica.
- Dado que sólo se establecieron solo 3 dosis de calcio para la presente investigación, se recomienda realizar una experimentación con mayores dosificaciones para ver el aporte a nivel nutricional.



CAPITULO VIII

REFERENCIAS

- Acosta, M. (2013).** Aplicación foliar de tres dosis de calcio y tres dosis de boro en el cultivo de fresa (*Fragaria ananassa*. Duch) cultivar oso grande, bajo cubierta. Ecuador: Universidad Técnica de Ampato.
- Adlercreutz, E., Carmona, D., Melegari, A., Szczesny, A., & Viglianchino, L. (2015).** Relevamiento y diagnóstico a campo de plagas y enfermedades endémicas bióticas y abióticas en cultivos de lechuga bajo cubierta en el cinturón hortícola de Mar del Plata (2010-2015). Argentina: INTA.
- Agro, C. A. (2021).** Fertilización de la lechuga. Cajamarca: Centro de Experiencias de Paiporta.
- Agropecuaria, D. d. (Marzo de 2000).** Guía de producción de lechuga: sistema de raíz flotante(en línea). Obtenido de http://www.sag.gob.hn/dicta/Paginas/lechuga_hidroponica.html
- Almeida, Mogor, Ziemmer, Ribeiro, & Heinrichs. (2016).** Increase in lettuce (*Lactuca sativa* L.) production by foliar calcium application. Aensi, 81- 78.
- Angulo, J. R. (2022).** Lechuga Batavia. Características, cultivo y propiedades. Obtenido deAgromática: <https://www.agromatic.es/lechuga-batavia/>
- Azcón, J., & Talón, M. (2013).** Fundamentos de Fisiología Vegetal. Editorial: McGraw-Hill, 2da Edición.
- Baena, P. (2017).** Metodología de la investigación. Colombia: Grupo editorial patria S.A.doi:ISBN ebook: 978-607-744-748-1
- Cámara de Comercio de Bogotá (2015).** Manuel de Lechuga. Bogotá.
- Cajo C. A. (2016).** Producción Hidropónica de Tres Variedades de Lechuga (*Lactuca Sativa* L), Bajo el Sistema Nft, con Tres Soluciones Nutritivas. Universidad Técnica de Ambato
- Cárdenas, E. T. (2023).** Solución Hidropónica La Molina. Obtenido de https://www.academia.edu/9454436/SOLUCI%C3%93N_HIDROP%C3%93NICA_L_A_MOLINA

- Castañares, I. A. (16 de agosto de 2015).** ABC De La Hidroponía. Argentina: INTA.
- Corradini, F., & Blanco, C. (2014).** Aspectos nutricionales del cultivo de lechuga. BOLETÍNINIA N° 406.
- Bouzo, C.A. & Cortez, S.B. (2012).** Efecto de la aplicación foliar de calcio sobre algunos atributos de calidad en frutos de melón. Argentina: Universidad Nacional de Litoral.
- Curay, A. M. (2016).** “Producción Hidropónica De Tres Variedades De Lechuga (*Lactuca Sativa* L), Bajo El Sistema Nft, Con Tres Soluciones Nutritivas.”. Cevallos-Ecuador: Universidad Técnica De Ambato.
- Díaz, S. S. (2010).** Cultivo hidropónico de Lechuga. Horticultura global.
- Díaz, A., Cayón, G. & Mira, J.(2007).** Metabolismo del calcio y su relación con la “mancha de madurez” del fruto de banano. 25(2), 280-287.
- Dios, I., & Sandoval, M. (2006).** Aplicaciones foliares de calcio y silicio en la incidencia del mildiu en lechuga. México: Terra Latinoamérica.
- Duran, F. (2010).** Manual De Cultivos Hidropónicos. Grupo Latino.
- Fertilab. (2020).** Funciones y síntoma de deficiencia de Calcio en los cultivos. Fertilab, N°200.
- Frutícola, P. (04 de Septiembre de 2018).** Guía completa de fertilización (abonado) de la lechuga. Obtenido de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/09/04/guia-completa-de-fertilizacion-abonado-de-la-lechuga/>
- Gallagher, K. (2022).** How to Grow Hydroponic Lettuce: Instructions and Plant Care Tips. Treehugger, 50 - 54.
- Gatica, L. M. (2019).** Fertilizantes foliares con contenido de sílice y calcio en la producción del cultivo de la lechuga variedad Great Lakes 659 en la provincia de Lamas. Peru, Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín. Obtenido de <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3653/AGRONOMIA%20-%20Linder%20Mu%c3%b1oz%20Gatica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gilsanz, J. C. (2007).** HIDROPONIA. Uruguay.

Hanusa. (2021). El calcio. Britanica.

Hernandez, J. L. (2005). Valoración productiva de lechuga hidropónica con la técnica depelícula de nutrientes (NFT).

HydroEn. (2022). Cultivo de Lechuga. Obtenido de https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=292

HYDROEN. (2022). Variedad de lechuga Hidropónica. Obtenido de https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=293#:~:text=Dentro%20de%20estas%20existen%202,Lechuga%20vulcan.

Hydroenviroment. (2008). Factores a considerar en la producción de Cultivos NFT. Obtenido de https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=297

INTAGRI. (2017). La Hidroponía: Cultivos sin Suelo. Obtenido de Núm. 29: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/la-hidroponia-cultivos-sin-suelo>

Intagri. (18 de Abril de 2019). Funciones del Calcio (Ca) en la Nutrición de los Cultivos Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/funciones-del-calcio-en-la-nutricion-de-los-cultivos>

Intagri, S. (18 de Enero de 2015). Producción de Hortalizas en Sistema Hidropónico NFT. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/produccion-de-hortalizas-en-sistemas-hidroponicos>

Jeannot, I., Ríos , J., & Santisteban, P. (2020). Cultivos Hidropónicos. Argentina: Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Rafael.

Martínez , B. (2019). Evaluacion del Biosol generado en la produccion de Biogas como Biofertilizante en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*). Ecuador: Universidad Tecnica de Ambato.

Mengel, K. & Kirby, E.A. (2000). Principios de Nutrición Vegetal. Instituto Internacional del Potasio

Muñoz L.G.(2019). Fertilizantes foliares con contenido de sílice y calcio en la producción del cultivo de la lechuga variedad Great Lakes 659 en la provincia de Lamas.

Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

National Institutes of Health. (17 de Noviembre de 2021). Calcio.

Oliveros D., M. (2018). El Calcio en los Procesos Fisiológicos, Metabólicos y Post Cosecha de las futas. Bucaramanga.

Palma Chambilla, R. (2019). Comparativo del rendimiento de tres cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L. L) Empleando solución nutritiva y biol bajo sistema hidropónico NFT en el fundo huasacache. Universidad Católica Santa María, 165.

Palma, R. (2019). Comparativo Del Rendimiento De Tres Cultivares De Lechuga (*Lactuca sativa* L. L.) Empleando Solución Nutritiva Y Biol Bajo Sistema Hidropónico Nft En El Fundo “La Banda” Huasacache, Arequipa 2017. Arequipa: Ucsm.

Pereira, W. (2021). Guía Técnica para la producción de lechuga escarola en sistema hidropónico bajo estructura protegida tipo invernadero. Eurosan.

Perez, L. (2013). Rendimiento de cinco variedades de lechuga *Lactuca sativa* L. Tipo Gourmet Ciclo Primavera-Verano. Potosí : Universidad Autónoma de San Luis Potosí .

Pino, M. d. (2020). Manejo y producción del cultivo de Lechuga. Curso de Horticultura y Floricultura.

PRFC. (2022). Las Plagas Enemigas de los Hidropónicos. Obtenido de <https://prfarmcredit.com/las-plagas-enemigas-de-los-hidroponicos/>

Prado A.K.(2017). Efecto de tres concentraciones de nitrato de calcio en el rendimiento de *Lactuca sativa* L. “lechuga”, en cultivo hidropónico, Ayacucho - 2017. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Quintero, J. J. (1977). La Lechuga. Madrid: Ncografis, S. L.

Ramírez, G. (2017). SISTEMA DE PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L. L). 2017.

Ramos, R. A. (8 de Abril de 2017). La Industria de los Cultivos Hidropónicos. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/la-industria-de-los-cultivos-hidroponicos>

Rojas. (2019). Evaluacion del desarrollo de la lechuga en un sistema hidriponico recirculante aplicando dos soluciones nutritivas en base a microorganismos beneficos (MOBS) en el canton paute - azuay. Universidad Politecnica Salesiana, 22- 56.

Rodriguez, M. & Florez, V. (2004). Elementos Esenciales y Beneficiosos. Nociones Básicas del Ferti-riego.

Sandoya, G., & Bosques, J. (2022). La Producción de Lechuga en Sistemas Hidropónicos a Pequeña Escala. Florida: IFAS.

Sanz, M., Blanco, A., Monge, E., Val, J.(2001). Caracterización De La Deficiencia De Calcio En Plantas De Tomate Utilizando Parámetros Fisiológicos. Estación Experimental de Aula Dei (CSIC) 26-38(97).

Sorinel. (2016). Hidroponia. Obtenido de <http://vsorinel.blogspot.com/2012/08/hydroponics-generalities.html>

Sucre, P., & Malca, L. (2018). Influencia de un abono organico liquido tipo biol en el rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) cultivada en sistemas hidroponicos. Tmbes:Universidad Nacional de Tumbes.

Weiling , Y., & Shangyong, Y. (2018). Effect of Foliar Application of CaCl_2 on Lettuce Growth and Calcium Concentrations with Organic and Conventional Fertilization. American Society for Horticatural Science, 53(6), 891-894.

doi:<https://doi.org/10.21273/HORTSCI13056-18>

Wikimedia (23 de octubre del 2022). Taxonomía. Obtenido de : https://commons.wikimedia.org/wiki/Lactuca_sativa

Yara (2021). Los cultivos frutales se beneficiarán del calcio foliar en una estación húmeda. YARA, 3.

Yfran, M., Chabbal, M., Pícoli, A., Giménez, L., Rodríguez, V., Martínez, G.(2017). Fertilización foliar con potasio, calcio y boro. Incidencia sobre la nutrición y calidad de frutos en mandarina "Nova". Scielo. 38 (4).

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362017000400007

Youssef, S., Abd El-Hady S., Abuelazm, N., El-shinawy, M. (2017). Foliar Application of Salicylic Acid and Calcium Chloride Enhances Growth and Productivity of Lettuce (*Lactuca sativa*). 1-16 (44).



ANEXOS



Anexo 1: Limpieza de tuberías.



Anexo 2: Limpieza de tanque.



Anexo 3: Limpieza de vasos de red.



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

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 - AGU - 2022

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : XIOMARA VALDIVIA MAMANI
TIPO DE MUESTRA : AGUA DE RIEGO
SERVICIO SOLICITADO : ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO EN AGUA
CODIGO REGISTR. LABORATORIO : M-1 - 595
LUGAR DE MUESTREO : Huasacache
PRESENTACION : 01 botella con 01 Litro de muestra aprox.
FECHA DE RECEPCION : 13 de Octubre del 2022
FECHA ENTREGA RESULTADO : 18 de Octubre del 2022

II. RESULTADO ANALISIS FISICO QUIMICO EN AGUA PARA RIEGO

Cod. Lab.	pH	C.E. U.U.	STD mg/L	Dureza Total ppm CaCO ₃	CATIONES meq/L				ANIONES meq/L				RAS	Clasif.
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻		
M-1 595	7.87	0.31	198.4	113.08	1.64	0.62	0.70	0.12	0.90	1.16	0.93	0.0	0.89	C ₂ S ₁

Abreviaturas

C.E. = Conductividad Eléctrica mS/cm = milisieiemens por cm meq/L = miliequivalentes por litro ppm CaCO₃ = partes por millón de
Carbonato de Calcio RAS = Relación de Adsorción de Sodio STD = Sólidos Totales Disueltos mg/L = miligramos por litro
Clasif. = clasificación U.U. = Unidades Universales

CLASIFICACION DEL AGUA PARA 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 COMO C₂S₁

C = Conductividad S = Sodio

Agua de Salinidad Media C₂: Puede usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado. En casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de salinidad, se puede producir las plantas moderadamente tolerables a las sales.

Agua Baja en Sodio S₁: 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 MEDIO (160 - 480 mg/L) Clase I aceptable bajo casi toda condición, (hasta 700 mg/L de STD).
2. Rangos de Dureza: La muestra se clasifica como AGUA BLANDA (70 - 120 mg/L como CaCO₃).
3. Rango de Evaluación de Cloruros: Los cultivos que se rieguen con estas aguas no tendrán problemas de absorción radicular (< 5 meq/L de Cl⁻) ni foliar (< 3 meq/L de Cl⁻).
4. El pH es LIGERAMENTE ALCALINO está dentro de los parámetros permisibles (5 a 9 U.U.). Según la Water Quality Criteria para Aguas de Irrigación.

CONCLUSIÓN: De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que el Agua es de buena Calidad apta para el Riego. (Ver Diagrama)

METODOLOGÍA

pH: Método Electroquímico (Potenciometría)
Conductividad Eléctrica: Método Conductimétrico
Carbonato y Bicarbonato: Método AOAC 920.194 2.000
Sulfatos: Standard Methods 4500-SO₄ E. Turbidimetric Method
Cloruros: Standard Methods 4500 CL B Argentometric Method
Calcio y Magnesio: Método Titulación 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

Lic. Quím. Victoria Friañcho Melta
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 2

OF. PRINCIPAL: SOR ANA DE LOS ÁNGELES D-207 TELF.: 054 401288 - CEL.: 958458551 - 953433351 - E-MAIL: lab_laquis@hotmail.com
PARTE POSTERIOR COLEGIO NEPTALI VALDERRAMA AMPUERO (PLAYA DE ESTACIONAMIENTO) - PAUCARPATA
www.laboratoriolaquis.com

Anexo 4: Análisis de agua- Fundo La Banda- Huasacache.



Anexo 5: Instalación de Electrobomba.



Anexo 6: Almacigos de lechuga var. Batavia.



Anexo 7: Preparación de solución nutritiva A y B.



Anexo 8: Preparación de Carboxy Ca.





¿Qué es?

FERTILIZANTE ORGÁNICO MINERAL
Aportador de calcio de alta asimilación para uso foliar

¿Qué hace?

Previene y corrige desórdenes nutricionales ocasionados por deficiencia de Calcio.

¿Cómo lo hace?

Los **Ácidos ECCA Carboxy®** de tipo alifáticos de **Carboxy® Ca** en combinación con un balance adecuado de Ca, forman quelatos de estabilidad intermedia; que lo protege de las barreras de la cutícula y epidermis de la hoja o fruto, permitiendo su fácil flujo a través de los tejidos de conducción de las plantas, provocando la eficaz prevención y corrección de deficiencias de calcio.

BENEFICIOS:

- Aporta el balance adecuado de calcio que requiere el cultivo para un óptimo desarrollo.
- Garantiza la máxima asimilación de calcio, previniendo y corrigiendo desórdenes fisiológicos como: Blossom en tomate y pimiento; Tip Burn en alcachofa, corazón negro en apio, Bitter Pit en manzana, etc.
- Respuesta rápida y prolongada en cualquier etapa fenológica del cultivo.
- Asegura su inversión.

CARACTERÍSTICAS

FÍSICAS	
Olor	Característico
Forma	Líquido
Color	Café
Inflamable	No
Corrosividad	No se considera corrosivo
QUÍMICAS	
pH al 10%	6.5 – 7.5
Densidad a 20 °C	1.28 - 1.32 g/cm ³
Punto de Ebullición	100.2 – 100.5 °C
compatibilidad	No mezclar con agentes oxidantes fuertes

INNOVAK COLOMBIA LTDA. Calle 74ª N°22-31 oficina 307. Tel 5460851
www.innovakglobal.com

Anexo 9: Ficha técnica de Carboxy Ca

INNOVAK
GLOBAL

GENERALES	
Almacenamiento	No exponer a temperaturas mayores a 80°C, ni manejar soluciones a pH bajo.
Ambientales	No residual, de muy bajo impacto
Certificado Orgánico	No
Toxicidad	Ligeramente Tóxico

RECOMENDACIONES DE USO:

Cultivo	Dosis	Aplicaciones
Pompón	2 L/ha	En la semana 3 y en la semana 4 después del trasplante
Tomate, Pepino, Melón, Berenjena, Fresa, Sandía, Calabaza	2 – 4 L/ha	En intervalos de dos semanas hasta floración.
Cebolla, Ajo, Zanahoria y otros cultivos de raíz	2 – 4 L/ha	Durante la etapa de desarrollo
Mango, Papaya, Banano, Citricos, Aguacate, Piña, Ornamentales, Café	2 – 4 L/ha	En intervalos de 3 semanas, durante llenado de fruto.
Papa	2 – 3 L/ha	A inicios de tuberización y llenado de tubérculo.
Cultivos anuales: Frijol, Maíz, Sorgo, Arroz, Algodón, Maní	1 – 3 L/ha	Durante fructificación.
Crucíferas: Coliflor, Brócoli, Lechuga	1 – 3 L/ha	A intervalos de 2 semanas durante llenado de cabeza.

COMPATIBILIDAD:

No mezclar con productos que contengan fosfatos o sulfatos; sin embargo, siempre realice una prueba de incompatibilidad antes de mezclarlo.

Análisis Garantizado:

Ácidos ECCA Carboxy[®] expresados como Carbono Orgánico Oxidable Total
Calcio (CaO)

g/L

61, 81
142,0

* Provenientes del proceso patentado ECCA Carboxy[®] con certificación orgánica.



INNOVAK COLOMBIA LTDA. Calle 74ª N°22-31 oficina 307, Tel 5460851
www.innovakglobal.com

Anexo 10: Ficha técnica de Carboxy Ca



Anexo 11: Segunda aplicación de Carboxy Ca.

T0	T1	T2	T3
----	----	----	----



Anexo 12: Evaluación de número de hojas.



Anexo 13: Evaluación de diámetro de tallo.

T0	T1	T2	T3
----	----	----	----



Anexo 14: Evaluación de altura de planta.

T0				
T1				
T2				
T3				

Anexo 15: Peso fresco (PS)

	HOJAS	TALLO	RAIZ
T0			
T1			
T2			
T3			

Anexo 16: Materia seca (MS)



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° 001 – 02 – PLANT – 2023

ANÁLISIS FOLIAR

I.- INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : NICMARA VALDIVIA MAMANI
TIPO DE MUESTRA : LECHUGA HIDROPÓNICA (VARIEDAD BATAVIA)
ANÁLISIS SOLICITADO : Análisis Nutricional: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Sodio, Calcio, Magnesio.
N° DE MUESTRA Y COD. LABORATORIO : M-1 = 026 T0 Testigo; M-2 = 027 T1 20mL; M-3 = 028 T2 40 mL; M-4 = 029 T3 60 mL.
LUGAR DE MUESTREO : Huz sacache - Hunter
FECHA DE MUESTREO : 07 de Febrero del 2023
FECHA DE RECEPCION : 07 de Febrero del 2023
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADO : 16 de Febrero del 2023

II.- RESULTADOS DEL ANÁLISIS NUTRICIONAL EN LECHUGA HIDROPÓNICA (VARIEDAD BATAVIA) (BASE SECA).

DETERMINACIÓN	EXPRESION DE LOS RESULTADOS	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO
		M-1 026 T0 Testigo	M-2 027 T1 10mL.	M-3 028 T2 20 mL.	M-4 029 T3 30 mL.
Nitrógeno Total N	%	3.85	4.81	4.88	4.74
Proteína Total N x 6.25	%	24.12	30.07	30.51	29.65
Fósforo Total P	%	0.32	0.40	0.30	0.31
Potasio Total K	%	2.81	3.73	2.98	3.35
Sodio Total Na	%	0.19	0.16	0.13	0.12
Calcio Total Ca	ppm o mg/Kg	347	491	538	685
Magnesio Total Mg	Ppm o mg. Kg.	170	261	290	332

Abreviaturas:

% = porcentaje

ppm o mg/Kg = partes por millón o miligramos por Kilogramo

METODOLOGIA

Nitrógeno: Método Kjeldahl

Proteína Total: Cálculo $N \times 6.25$ = Nitrógeno por 6.25 (factor para pasar de Nitrógeno a Proteína)

Fósforo: Método Espectrofotométrico con Ácido Ascórbico y Molibdato de Amonio

Potasio: Fotometría de Emisión de Llama

Sodio: Fotometría de Emisión de Llama

Calcio y Magnesio: Método del Versenato con E.D.T.A. e indicador Murexida y Negro de Eriocromo T

Lic. Quím. Victoria Frisancho Melles
C.Q.P. 270



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

Pág. 1 de 1

OF. PRINCIPAL: SOR ANA DE LOS ÁNGELES D-207 TEL.: 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 17: Análisis nutricional lechuga var. Batavia.



Anexo 18: Deficiencias de Calcio.



Medidor de PH



Termohigometro digital



Medidor de conductividad eléctrica (CE)

Anexo 19: Dispositivos para evaluación de parámetros.

DESCRIPCIÓN	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario S/.	Costo Total S/.
EQUIPOS				
Pulverizador	U.	1	S/15.00	S/15.00
Cartón de separación	U.	2	S/2.00	S/4.00
Vasos de Red Malla	U.	256	S/0.50	S/128.00
Electrobomba 1.5 HP	U.	1	S/1,000.00	S/1,000.00
Tubería PVC	U.	1	S/25.00	S/25.00
Accesorios	U.	1	S/54.00	S/54.00
Conductivímetro	U.	1	S/84.00	S/84.00
Phmetro	U.	1	S/84.00	S/84.00
Termohigrometro	U.	1	S/80.00	S/80.00
Vernier digital	U.	1	S/28.00	S/28.00
			SUBTOTAL	S/1,502.00
MANTENIMIENTO DEL CULTIVO				
Solución A y B	U.	1	S/76.00	S/76.00
Carboxy Ca	U.	2	S/38.00	S/76.00
Agua Oxigenada	U.	1	S/9.50	S/9.50
Leche Magnesia	U.	1	S/4.50	S/4.50
Lejía	U.	2	S/6.50	S/13.00
Hidróxido de potasio	U.	1	S/36.00	S/36.00
			SUBTOTAL	S/215.00
MATERIAL BIOLÓGICO				
Bandejas de Lechuga Variedad Batavia	U. (500 almácigos)	1	S/25.00	S/25.00
			SUBTOTAL	S/25.00
ANÁLISIS EN LABORATORIO				
Análisis de agua	U.	1	S/130.00	S/130.00
Análisis nutricional	U.	1	S/740.00	S/740.00
			SUBTOTAL	S/870.00
MATERIALES EN CAMPO				
Pulverizador	U.	1	S/15.00	S/15.00
Malla de separación	U.	1	S/2.00	S/2.00
Valde	U.	1	S/5.00	S/5.00
Esponja	U.	1	S/15.00	S/15.00
			SUBTOTAL	S/37.00
			TOTAL	S/2,649.00

Anexo 20: Presupuesto.

Número de hojas				
	T0	T1	T2	T3
R1	7.57	8	9	9
R2	7.71	8	9	10
R3	7.7	8	9	9
R4	8.00	8	8	9

Anexo 21: Datos de número de hojas a los 12 ddt.

Número de hojas				
	T0	T1	T2	T3
R1	15	19	18	28
R2	13	17	22	25
R3	17	18	22	27
R4	16	19	23	28

Anexo 22: Datos de número de hojas a los 50 ddt.

Diámetro de tallo (cm)				
	T0	T1	T2	T3
R1	0.81	0.93	1.00	1.06
R2	0.53	0.87	1.07	1.26
R3	0.76	0.93	1.00	1.00
R4	0.71	0.87	1.06	1.06

Anexo 23: Datos de diámetro de tallo a los 12 ddt.

Diámetro de tallo (cm)				
	T0	T1	T2	T3
R1	1.27	1.33	1.61	1.70
R2	1.06	1.36	1.49	1.77
R3	0.94	1.27	1.50	1.73
R4	1.16	1.33	1.46	1.77

Anexo 24: Datos de diámetro de tallo a los 37 ddt.

Diámetro de tallo (cm)				
	T0	T1	T2	T3
R1	1.46	1.63	1.69	2.34
R2	1.40	1.60	1.90	2.16
R3	1.44	1.59	1.83	2.29
R4	1.41	1.57	1.96	2.19

Anexo 25: Datos de diámetro de tallo a los 50 ddt.

Altura de planta (cm)				
	T0	T1	T2	T3
R1	6.00	8.00	9.29	11.71
R2	6.57	6.29	8.57	11.86
R3	6.00	7.14	9.29	9.86
R4	6.43	8.00	9.43	9.71

Anexo 26: Datos de altura de planta a los 12 ddt.

Altura de planta (cm)				
	T0	T1	T2	T3
R1	10.71	11.57	14.43	16.00
R2	10.14	10.71	14.29	17.14
R3	10.43	10.86	14.43	17.14
R4	10.86	10.71	14.86	17.14

Anexo 27: Datos de altura de planta a los 37 ddt.

Altura de planta (cm)				
	T0	T1	T2	T3
R1	19.00	21.14	24.29	28.57
R2	17.86	20.71	22.71	26.14
R3	17.14	22.71	24.14	27.29
R4	16.43	20.00	24.29	26.43

Anexo 28: Datos de altura de planta a los 50 ddt.

Peso fresco (gr)				
	T0	T1	T2	T3
R1	92.20	121.90	142.76	170.60
R2	98.13	129.59	166.62	202.42
R3	98.13	138.67	157.85	199.09
R4	98.13	126.25	180.65	210.62

Anexo 29: Datos de peso fresco (gr).

Materia seca (%)				
	T0	T1	T2	T3
R1	4.23	4.51	5.13	5.50
R2	4.20	4.23	4.59	4.89
R3	4.28	4.56	4.73	5.08
R4	3.94	4.20	4.46	5.15

Anexo 30: Datos de materia seca (gr)

FECHA	PH	C.E. (μ S/cm)	Temperatura T° (C.)			T° C	HR%
			Actua l	Máx.	Min.	Solución en Tubo	
05-01-2023	6.22	2028	30.3	33.01	9.7	23.3	25
12-01-2023	5.52	2017	30.5	34.9	8.2	22.8	23
19-01-2023	4.8	2026	28.1	34.1	8	22.5	29
26-01-2023	5.14	1778	26.5	33.5	10.8	23.4	27
03-02-2023	5.5	2060	23.2	28.5	9.9	21.6	21
10-02-2023	5.8	2786	24.6	24.5	11.5	20.9	23
17-02-2023	5.64	2050	17.6	26.7	9.4	20.7	23
24-02-2023	5.88	2020	20.2	28.1	10	18.5	21

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 31: Medición de parámetros meteorológicos.