

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



EFFECTO DE SOLUCIONES NUTRITIVAS Y BIOESTIMULANTES EN PRODUCCION VERTICAL DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L. Variedad White Boston) EN CONDICIONES DE FITOTOLDO SAN JERÓNIMO – CUSCO.

Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias Agrarias: **JANET JANIDA SICHA PALOMINO**, para optar al Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

Asesora:

Mgt. Doris Flor Pacheco Farfán

CUSCO - PERÚ.

2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

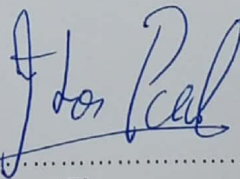
El que suscribe, asesor del trabajo de investigación/tesis titulado: **EFFECTO DE SOLUCIONES NUTRITIVAS Y BIOESTIMULANTES EN PRODUCCION VERTICAL DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L. Variedad White Boston) EN CONDICIONES DE FITOTOLDO SAN JERONIMO - CUSCO**", presentado por: **JANET JANIDA SICHA PALOMINO** con Nro. de DNI: **77082495**, para optar el título profesional/grado académico de **INGENIERO AGRONOMO** Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por UNA vez, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del *Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC* y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 1%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera hoja del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 27 de enero de 2023



Firma

Post firma Doris Flor Pacheco Farfán

Nro. de DNI 23872782

CODIGO ORCID: 0000-0002-3709-7278

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS YANET SICHA.docx

RECUENTO DE PALABRAS

19156 Words

RECUENTO DE CARACTERES

101242 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

139 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

9.8MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 23, 2022 4:49 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 23, 2022 5:00 PM GMT-5**● 1% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de Internet
- Base de datos de trabajos entregados
- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

DEDICATORIA

A mis padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gratitud por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos por su cariño y apoyo incondicional, durante este proceso porque estuvieron en cada etapa de mi vida, brindándome sus consejos y son mi fortaleza para seguir adelante para cumplir mis metas.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a los docentes de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, Facultad de Ciencias Agrarias, y Escuela Profesional de Agronomía por sus enseñanzas impartidas en las aulas, ya que me permitieron formarme como profesional.

A mi asesora, Mgt. Doris Flor Pacheco Farfán por su apoyo, orientación y tolerancia durante la ejecución del trabajo de investigación, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió la culminación del este trabajo.

A mis hermanos y hermanas que me brindaron su apoyo incondicional para realizar esta investigación.

A mis amigos, con quienes compartí momentos inolvidables dentro y fuera de las aulas, que me apoyaron de distintas formas, con sus consejos y aliento. Asimismo, a mis amigos del colegio, que se convirtieron en amigos de vida y aquellos que serán mis colegas.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
Índice de Cuadros	XI
Índice de Tablas.....	XII
Índice de Figuras.....	XV
Índice de Fotografías.....	XVII
RESUMEN	XIX
INTRODUCCION	1
I.PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	3
II.OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	5
III.HIPOTESIS	7
IV.MARCO TEÓRICO	8
4.1.Cultivo de la lechuga.....	8
4.1.1.Generalidades.....	8
4.1.2.Posición sistemática.....	9
4.1.3.Fenología del cultivo	9
4.1.4.Concepto y partes de una planta	10
4.1.5.Producción	12
4.1.5.1.Factores que influyen en la producción	13
4.1.5.1.1.Temperatura.....	13
4.1.5.1.2. Humedad.....	14
4.1.5.1.3. Ventilación.....	14
4.1.5.1.4. Luz.....	15
4.1.5.1.5. Sustratos a utilizar	15

4.1.5.1.6.Tecnología del sustrato	15
4.1.6.Variedad White Boston	16
4.1.7.Requerimientos edafoclimáticos	17
4.1.7.1.Luminosidad	17
4.1.7.2.Precipitación	18
4.1.7.3.Altitud	18
4.1.7.4.Temperatura	18
4.1.7.5.Humedad relativa	18
4.1.7.6.Suelo	19
4.1.8.Fertirrigación	19
4.1.8.1.Ventajas de la Fertirrigación	20
4.1.8.2.Desventajas e inconvenientes	21
4.1.9.Calidad del agua	22
4.1.10. Particularidades del cultivo	23
4.1.10.1.Sistema de siembra	23
4.1.10.2.Densidad de siembra	23
4.1.10.3.Almacigo	24
4.1.10.4.Trasplante	24
4.1.10.5.Requerimiento hídrico	25
4.1.10.6.Fertilización	26
4.1.10.7.Cosecha	26
4.1.10.8.Rendimiento	26
4.1.10.9.Plagas y enfermedades	27
4.1.10.9.1. Plagas	27
4.1.10.9.2. Enfermedades	27

4.1.11. Contenido nutricional	28
4.2. Nutrición de las plantas	29
4.3. Fitotoldo	32
4.3.2. Importancia del fitotoldo	33
4.3.3. Ventajas	34
4.3.4. Desventajas	35
4.4. Descripción del sistema vertical	36
4.4.1. La agricultura vertical	36
4.5. Materiales usados en sistema de verticales	37
4.5.1. Naturaleza y origen de plásticos	38
4.5.2. Propiedades de los plásticos	38
4.6. Sustrato	40
4.6.1. Sustrato sólido	40
4.6.2. Arena	41
4.7. Soluciones nutritivas	41
4.7.1. Composición de las soluciones nutritivas	42
4.7.2. Tipos de soluciones	43
4.7.2.1. Nitrógeno	43
4.7.2.2. Fosforo	44
4.7.2.3. Potasio	45
4.7.2.4. Calcio	45
4.7.2.5. Azufre	46
4.7.2.6. Magnesio	46
4.7.2.7. Hierro	47
4.7.2.8. Manganeseo	47

4.7.2.9. Boro.....	47
4.7.2.10. Cobre.....	47
4.7.2.11. Zinc.....	47
4.7.2.12. Molibdeno.....	48
4.7.3. Aplicación de soluciones nutritivas.....	48
4.8. Biorreguladores.....	48
4.9. Bioestimulantes.....	49
4.9.1. Tipos de Bioestimulantes.....	49
4.9.2. Aplicación de Bioestimulantes.....	50
4.9.3. Acción de los bioestimulantes.....	51
4.9.4. Insumos.....	51
4.9.4.1. Fertilización Química: Nutrición Vegetal de Especialidad.....	51
4.9.4.1.1. Macronutrientes: solución A La Molina.....	51
4.9.4.1.2. Micronutrientes: solución B La Molina.....	52
4.9.4.1.3. Humega.....	53
4.9.4.1.4. Greenzit 20 – 20 – 20.....	55
4.10. Contabilidad de costos.....	57
4.10.1. Costos.....	58
4.10.1.1. Clasificación de costos.....	59
4.10.1.1.1. La función en que se incurre:.....	59
4.10.1.1.2. Identificación.....	59
4.10.1.1.3. El periodo en que se lleva al estado de resultados.....	59
4.10.1.1.4. Comportamiento respecto al volumen de producción o venta de artículos terminados.....	60
4.10.1.1.5. El momento en que se determinan los costos.....	60

4.10.2. Gasto	61
4.10.3. Producto.....	61
4.10.4. Costo de producción	61
4.10.5. Rentabilidad	62
4.10.5.1. Valor Actual Neto (VAN).....	63
4.10.5.2. Tasa Interna de Rendimiento/retorno	63
4.11. Antecedentes	64
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	65
5.1. Ubicación temporal	65
5.2. Tipo de investigación	65
5.3. Ubicación espacial	65
5.3.1. Ubicación política	66
5.3.2. Ubicación geográfica.....	66
5.3.3. Ubicación hidrográfica.....	66
5.3.4. Zona de vida	66
5.4. Materiales, equipos y herramientas	68
5.4.1. Material biológico	68
5.4.2. Material de insumo.....	68
5.4.3. Materiales de campo.....	68
5.4.4. Equipos	69
5.7. Variables e indicadores	70
5.8. Combinación de los tratamientos	71
5.9. Análisis de laboratorio	71
5.10. Características del campo experimental	72
5.11. Conducción del experimento.....	74

5.11.1. Construcción del fitotoldo.....	74
5.11.2. Instalación de cultivo vertical	75
5.11.3. Almacigado	76
5.11.4. Trasplante	76
5.11.5. Aplicación de nutrientes.....	77
5.12.Evaluación de variables	78
5.12.1. Rendimiento.....	78
5.12.2. Comportamiento agronómico.....	80
VI.RESULTADOS Y DISCUSION	83
6.1.Resultados de la evaluación del peso de cogollo.....	83
6.1.1.Análisis ANVA para peso de cogollo.....	85
6.1.2.Prueba Tukey de tratamientos para el peso de cogollo.	85
6.1.3.Prueba Tukey de Dosis solución nutritiva para el peso de cogollo	86
6.1.4.Prueba Tukey de Dosis bioestimulantes para el peso de cogollo	87
6.1.5.Análisis de interacciones para peso de cogollo	88
6.2.Resultados de la evaluación del peso de raíz	93
6.2.1.Análisis ANVA para peso fresco de raíz	94
6.2.2.Prueba Tukey de tratamientos para peso fresco de raíz.....	94
6.2.3 Ordenamiento de Dosis solución nutritiva para peso fresco de raíz	95
6.2.4.Prueba Tukey de Dosis bioestimulantes para peso fresco de raíz	96
6.2.5.Análisis de interacciones para peso fresco de raíz	97
6.3.Resultados de la evaluación de altura de planta.....	102
6.3.1.Análisis ANVA para altura de planta	103
6.3.2.Prueba Tukey de tratamientos para altura de planta	104
6.3.3.Prueba Tukey de Dosis solución nutritiva para altura de planta	105

6.3.4.Prueba Tukey de Dosis bioestimulante para altura de planta	106
6.4.Resultados de la evaluación de diámetro del cogollo	108
6.4.1.Análisis ANVA para diámetro del cogollo	109
6.4.2.Prueba Tukey de tratamientos para el diámetro de cogollo	110
6.4.3.Ordenamiento de Dosis solución nutritiva para diámetro del cogollo.....	111
6.4.4.Prueba Tukey de Dosis bioestimulante para diámetro del cogollo.....	112
6.4.5.Análisis de interacciones para el diámetro de cogollo.....	113
6.5.Resultados de la evaluación de longitud de raíz	117
6.5.1.Análisis ANVA para longitud de raíz	118
6.5.2.Ordenamiento de tratamientos para longitud de raíz	119
6.5.3.Ordenamiento de Dosis solución nutritiva para longitud de raíz	120
6.5.4.Ordenamiento de Dosis bioestimulante para longitud de raíz	121
6.6.Costos de producción	122
VII.CONCLUSIONES	126
VIII.SUGERENCIAS.....	128
IX.BIBLIOGRAFÍA.....	129
ANEXOS	139

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Superficie sembrada (por mes) región. Campaña agrícola: 2016-17 (ha)....	12
Cuadro 2 Superficie cosechada por región en el periodo 2017 (ha).	12
Cuadro 3 Rendimiento promedio (por mes) región. 2017 (kg/ha)	13

Índice de Tablas

Tabla 1 Valor nutricional de lechuga	29
Tabla 2 Detalle de distribución de recipientes en un área de $[4m]^2$	39
Tabla 3 Composición de soluciones nutritivas	43
Tabla 4 Indicaciones de la dosis.	56
Tabla 5 Composición química.	56
Tabla 6 Combinación de los tratamientos.	71
Tabla 7 Análisis de fertilidad de suelo	71
Tabla 8 Análisis mecánico de suelo	72
Tabla 9 Peso de cogollo (g/planta).....	84
Tabla 10 ANVA para peso de cogollo (g/planta).	85
Tabla 11 Prueba Tukey de tratamientos para el peso de cogollo (g/planta).	85
Tabla 12 Prueba Tukey de Dosis solución nutritiva para el peso de cogollo (g/planta).	86
Tabla 13 Prueba Tukey de Dosis bioestimulantes para el peso de cogollo (g/planta).	87
Tabla 14 Ordenamiento interacción solución nutritiva * bioestimulantes para el peso de cogollo (g/planta).....	88
Tabla 15 ANVA auxiliar interacción solución nutritiva * bioestimulantes para el peso de cogollo (g/planta).....	89
Tabla 16 Prueba Tukey 2 ml Humega/l. de agua en Dosis solución nutritiva para peso de cogollo (g/planta).....	89
Tabla 17 Prueba Tukey 5 ml Greenzit/l. de agua en Dosis solución nutritiva para peso de cogollo (g/planta).....	90
Tabla 18 Prueba Tukey sin bioestimulante en Dosis solución nutritiva para peso de cogollo (g/planta).....	91
Tabla 19 Peso fresco de raíz (g/planta).	93
Tabla 20 ANVA para peso fresco de raíz (g/planta).	94
Tabla 21 Prueba Tukey de tratamientos para peso fresco de raíz (g/planta).....	94
Tabla 22 Ordenamiento de Dosis solución nutritiva para peso fresco de raíz (g/planta).	95

Tabla 23 Prueba Tukey de Dosis bioestimulantes para peso fresco de raíz (g/planta).	96
Tabla 24 Ordenamiento interacción Dosis solución nutritiva * Dosis bioestimulantes para el peso fresco de raíz (g/planta).	97
Tabla 25 ANVA auxiliar interacción Dosis solución nutritiva * Dosis bioestimulantes para el peso fresco de raíz (g/planta).	98
Tabla 26 Prueba Tukey 2 ml Humega/l. de agua en Dosis solución nutritiva para peso fresco de raíz (g/planta).	98
Tabla 27 Prueba Tukey 5 ml Greenzit/l. de agua en Dosis solución nutritiva para peso fresco de raíz (g/planta).	99
Tabla 28 Prueba Tukey para sin bioestimulantes en Dosis solución nutritiva para peso fresco de raíz (g/planta).	100
Tabla 29 Altura de planta cm.	102
Tabla 30 ANVA para altura de planta (cm).	103
Tabla 31 Prueba Tukey de tratamientos para altura de planta (cm).	104
Tabla 32 Prueba Tukey de Dosis solución nutritiva para altura de planta (cm).	105
Tabla 33 Prueba Tukey de Dosis bioestimulante para altura de planta (cm).	106
Tabla 34 Diámetro del cogollo (cm).	108
Tabla 35 ANVA para diámetro del cogollo (cm).	109
Tabla 36 Prueba Tukey de tratamientos para diámetro del cogollo (cm).	110
Tabla 37 Ordenamiento de Dosis solución nutritiva para diámetro del cogollo (cm)..	111
Tabla 38 Prueba Tukey de Dosis bioestimulante para diámetro del cogollo (cm).	112
Tabla 39 Ordenamiento interacción Dosis solución nutritiva * Dosis bioestimulantes para diámetro del cogollo (cm).	113
Tabla 40 ANVA auxiliar interacción Dosis solución nutritiva * Dosis bioestimulantes para diámetro del cogollo (cm).	113
Tabla 41 Prueba Tukey 2ml Humega/l. de agua en Dosis solución nutritiva para diámetro del cogollo (cm).	114
Tabla 42 Ordenamiento 5ml Greenzit/l. de agua en Dosis solución nutritiva para diámetro del cogollo (cm).	115

Tabla 43 Ordenamiento sin bioestimulante en Dosis solución nutritiva para diámetro del cogollo (cm).....	115
Tabla 44 Longitud de raíz (cm).	117
Tabla 45 ANVA para longitud de raíz (cm).....	118
Tabla 46 Ordenamiento de tratamientos para longitud de raíz (cm).	119
Tabla 47 Ordenamiento de Dosis solución nutritiva para longitud de raíz (cm).	120
Tabla 48 Ordenamiento de Dosis bioestimulante para longitud de raíz (cm).	121
Tabla 49 Costos de infraestructura para 36 m2 de producción de lechuga.	122
Tabla 50 Costos de producción para 36 m2 por cosecha.	123
Tabla 51 Costos de insumos experimentales para los 9 tratamientos en 36 m2 por cosecha.....	124
Tabla 52 Rendimiento promedio y beneficio neto para una campaña de dos meses para los 9 tratamientos en 36 m2 (Fitotoldo).....	124

Índice de Figuras

Figura 1 Fases fenológicas de lechuga.....	10
Figura 2 Características botánicas de la lechuga.....	11
Figura 3 Lechuga White Boston	17
Figura 4 Componentes del sistema de fertirrigación	20
Figura 5 Cultivos en mangas verticales.....	37
Figura 6 Ubicación de la Asociación de Altiva Canas-San Jerónimo	67
Figura 7 Mapa de la Asociación Altiva Canas	65
Figura 8 Croquis de Distribución de tratamientos	72
Figura 9 Diagrama de actividades para el cultivo de lechuga	82
Figura 10 Peso de cogollo (g/planta) para tratamientos.....	86
Figura 11 Peso de cogollo (g/planta) para Dosis solución nutritiva.....	87
Figura 12 Peso de cogollo (g/planta) para Dosis bioestimulante	88
Figura 13 Peso de cogollo (g/planta) para 2 ml Humega/l. de agua en Dosis solución nutritiva.....	90
Figura 14 Peso de cogollo (g/planta) para 5 ml Greenzit/l. de agua en Dosis solución nutritiva.....	91
Figura 15 Peso de cogollo (g/planta) para sin bioestimulante en Dosis solución nutritiva	92
Figura 16 Peso fresco de raíz (g/planta) para tratamientos.	95
Figura 17 Peso fresco de raíz (g/planta) para Dosis solución nutritiva	96
Figura 18 Peso fresco de raíz (g/planta) para Dosis bioestimulantes.	97
Figura 19 Peso fresco de raíz (g/planta) para 2 ml Humega/l. de agua en Dosis solución nutritiva.....	99
Figura 20 Peso de raíz (g/planta) para 5 ml Greenzit/l. de agua en Dosis solución nutritiva.....	100
Figura 21 Peso de raíz (g/planta) para sin bioestimulantes en Dosis solución nutritiva	101
Figura 22 Altura de planta (cm) para tratamientos.	104
Figura 23 Altura de planta (cm) para Dosis solución nutritiva.	105

Figura 24 Altura de planta (cm) para Dosis bioestimulante.....	106
Figura 25 Diámetro del cogollo (cm) para tratamientos.....	110
Figura 26 Diámetro del cogollo (cm) para Dosis solución nutritiva.....	111
Figura 27 Diámetro del cogollo (cm) para Dosis bioestimulante.	112
Figura 28 Diámetro del cogollo (cm) para 2 ml Humega/l. de agua en Dosis solución nutritiva.....	114
Figura 29 Diámetro del cogollo (cm) para 5ml Greenzit/l. de agua en Dosis solución nutritiva.....	115
Figura 30 Diámetro de cogollo (cm) para sin bioestimulante en Dosis solución nutritiva	116
Figura 31 Longitud de raíz (cm) para tratamientos.	119
Figura 32 Longitud de raíz (cm) para Dosis solución nutritiva.....	120
Figura 33 Longitud de raíz (cm) para bioestimulante.	121

Índice de Fotografías

Fotografía 1 Embace de tinner	38
Fotografía 2 Solución A La Molina.	52
Fotografía 3 Solución B La Molina.	52
Fotografía 4 Bioestimulante humega.....	55
Fotografía 5 Bioestimulante greenzit.....	57
Fotografía 6 Construcción del fitotoldo.....	74
Fotografía 7 Instalación de sistema vertical	75
Fotografía 8 Almacigo de lechuga.....	76
Fotografía 9 Plántulas de lechuga en cultivo vertical después del trasplante	77
Fotografía 10 Soluciones nutritivas y bioestimulantes.....	78
Fotografía 11 Peso fresco del cogollo de la lechuga con la ayuda de una balanza de precisión.....	79
Fotografía 12 Peso fresco de raíz de la lechuga con la ayuda de una balanza de precisión.....	79
Fotografía 13 Obteniendo la medida vertical de la planta.	80
Fotografía 14 Medición de diámetro de cogollo con la ayuda de vernier digital.	80
Fotografía 15 Obteniendo la medida de longitud de la raíz.....	81
Fotografía 16 Corte de envases.....	141
Fotografía 17 Orificios en trozos de madera	141
Fotografía 18 Chupones de goteo.....	141
Fotografía 19 Listones de madera	142
Fotografía 20 Envases para la instalación del sistema vertical.....	142
Fotografía 21 Armado del sistema vertical	142
Fotografía 22 Techado del fitotoldo.....	143
Fotografía 23 Llenado del sustrato.....	143
Fotografía 24 Recolección del sustrato.....	143
Fotografía 25 Instalación de los chupones.....	143
Fotografía 26 Selección de plántulas de lechuga.....	144
Fotografía 27 Trasplante de plántulas de lechuga	144

Fotografía 28 Control de temperatura	144
Fotografía 29 Aplicación de soluciones nutritivas	144
Fotografía 30 Cosecha de lechuga	145
Fotografía 31 Evaluación de las variables.....	145

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la A.P.V. Altiva Canas del distrito de San Jerónimo-Cusco, cuyo objetivos fue de evaluar el efecto de las soluciones nutritivas y bioestimulantes en la producción vertical de la lechuga variedad *White Boston* mediante la técnica de cultivo vertical bajo condiciones de fitotoldo en San Jerónimo – Cusco; para lo cual se empleó un Diseño Estadístico de Bloques Completos al Azar (DBCA) con un arreglo factorial de 3A x 3B (Dosis de soluciones nutritivas y dosis de bioestimulantes); posterior a la evaluación, se llegó a las siguientes conclusiones:

- La aplicación de soluciones nutritivas y bioestimulantes no mostró diferencias significativas en los bloques ($F_c < F_t$), pero se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con soluciones nutritivas y bioestimulantes para el peso del cogollo, de igual manera la interacción para el peso del cogollo mostró diferencias significativas ($F_c > F_t$); no obstante, la interacción para la altura de planta no muestra diferencias significativas ($F_c < F_t$), de igual manera ocurre en el diámetro de cogollo y longitud de raíz.
- El tratamiento que obtuvo mejor respuesta en el rendimiento fue el T5 (10 ml A +4 ml B solución nutritiva*5 ml Greenzit) de 123.76 g/planta para el peso de cogollo y el T2 (5 ml A +2 ml B solución nutritiva * 5 ml Greenzit) fue de 15.16 g/planta en el peso fresco de raíz; mientras que el T1 (5 ml A + 2 ml B solución nutritiva *2 ml Humega) obtuvo 107.30 g/planta en el peso de cogollo y 13.02 g/planta en peso fresco de raíz.
- El tratamiento que mostró una mejor respuesta en el comportamiento agronómica fue el T8 (sin solución nutritiva *5 ml Greenzit) de 19.64 cm de altura de la planta;

el T2 (5 ml A +2 ml B solución nutritiva *5 ml Greenzit) y el T8 (sin solución nutritiva*5 ml Greenzit) alcanzaron un diámetro de cogollo de 24.61 cm y 24.50 cm, respectivamente, y la longitud de la raíz fue mayor en el T3(5 ml A +2 ml B solución nutritiva*sin bioestimulantes) alcanzó 21.01 cm, siendo este similar al T2, T6, T4, T8, T7 y T5 (20.75, 20.72, 20.45, 20.34, 20.00 y 19.84); a diferencia con el T3 (5 ml A + 2 ml B solución nutritiva*sin bioestimulante) con 16.43 cm de altura de planta, mientras que el T1 (5 ml A + 2 ml B solución nutritiva*2 ml Humega) alcanzo 19.92 cm de diámetro y 17.12 cm de longitud de raíz.

- El T5 (5ml A + 2 ml B*5 ml Greenzit) obtuvo un rendimiento de 7.92 kg/tratamiento con beneficio por cosecha de S/40.10, el cual recupera lo invertido en un periodo de 5 años, con una ganancia de 79.20 soles; seguido del T8 (Sin solución nutritiva*5 ml Greenzit) con una ganancia de 78.30 soles y beneficio por cosecha de S/ 48.60. No obstante, la mejor opción es el T9 (sin solución nutritiva*sin bioestimulante) con un TIR igual a 2.85 soles después de dos meses, siendo el que se invierte menos, pero su utilidad es menor, seguido del T7 (sin solución nutritiva*2 ml Humega) que obtuvo un TIR de 2.71 soles.

Palabras clave: Fitotoldo, sistema vertical, lechuga variedad White Boston, solución nutritiva, bioestimulante.

INTRODUCCION

A nivel nacional, el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) registra que la distribución departamental de producción de lechuga, es representada por la región Lima (72.8%), Junín (4.6%), Ancash (4.5%), La Libertad (3.3%) y otros (14.8); es así que el promedio de producción total es de 80 023 t y un rendimiento de 11.4 t/ha en el periodo 2019, ubicándose en el puesto 58° PBI agrícola del ranking. Asimismo, indica que, la provincia de Urubamba, región Cusco; es el principal productor de lechuga en el mismo periodo, debido a que se su participación fue de 1.5%, llegando a una cosecha de 13.5%; durante este periodo tuvo una producción total en promedio de 1 538 t y un rendimiento de 12.9 t/ha. (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021)

El cultivo de lechuga es practicado en pequeños huertos familiares de zonas urbano – rurales hasta enormes campos de producción industrial en lechugas de alta tecnificación. Todo ellos son gracias a su ventaja de poder ser cultivada en cualquier época del año y bajo diferentes técnicas de cultivo: a campo, sistemas hidropónicos, bajo fitotoldo y vertical; sin embargo, el productor se enfrenta a problemas en el rendimiento y producción por la existencia de plagas y enfermedades que dañan el cultivo, conllevando a una merma considerable de la producción, por ello ante esta problemática existen alternativas tecnológicas como la técnica de cultivo vertical, que ocupa menos área y puede producir mayores volúmenes por unidad productiva; puesto que, la agricultura vertical reemplaza la producción tradicional del campo, ya que gracias a esta alternativa de solución, los productores pueden trasladar la producción en mini granjas instaladas, directamente en las ciudades, lejos de la sequía y de las enfermedades que

normalmente amenazan el rendimiento de las cosechas, tales técnicas pueden ser una herramienta que garantiza un desarrollo sostenible.

La región del Cusco, presenta extensiones de territorio para la explotación agrícola, sin embargo, algunos productores siguen empleando un sistema tradicional y tecnologías desfasadas para la producción de lechuga; la especie *Lactuca sativa L.* se caracteriza porque puede ser cultivada bajo un manejo controlado en diferentes climas en condición de fitotoldo, acompañado de distintas alternativas como las soluciones nutritivas y bioestimulantes; por tal razón, el presente estudio pretende brindar una solución alternativa a los productores de lechuga del distrito de San Jerónimo, con el fin de mejorar su producción y satisfacer la demanda en la región del Cusco.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema

El cultivo de la lechuga en la Región del Cusco, es una actividad que se viene desarrollando satisfactoriamente y con óptimos resultados en lo que corresponde a su rendimiento y calidad; no obstante, uno de los principales problemas que hoy se puede identificar, es el manejo del cultivo de lechuga que implica el uso de soluciones nutritivas y bioestimulantes que son aplicados en un área inducida a través de la técnica de cultivo vertical.

La calidad del producto se rige bajo las perspectivas de los consumidores, por ello es importante que se tome en cuenta la presentación del mismo, el cual debe encontrarse limpio y sin presentar daño foliar para su comercialización, es así que un bajo conocimiento técnico por parte del agricultor genera una menor producción del cultivo, baja calidad y rendimiento, viéndose limitados por la escasa tecnología para afrontar el desarrollo de enfermedades y presencia de plagas que reducen la producción. Por tal razón, el presente estudio propone la alternativa del uso de soluciones nutritivas y bioestimulantes orgánicos, que son accesibles para el productor y se encuentra en el mercado local; de igual manera, la adición de estas soluciones, por su naturaleza orgánica son una mezcla amigable para el medio ambiente y contribuye en la presencia de microorganismos beneficiosos para el cultivo en el suelo, pues estos mantienen el equilibrio en el ambiente por su acción degradadora, ya que no sólo mejoran la calidad del suelo sino que también en la salud de los consumidores.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo las soluciones nutritivas y bioestimulantes contribuyen en la producción vertical de lechuga (*Lactuca sativa* L. variedad White Boston), en condiciones de fitotoldo en San Jerónimo – Cusco?

1.2.2. Problema específico

- ¿Cuál es el efecto de la dosis de soluciones nutritivas y bioestimulantes en el rendimiento (peso de cogollo, peso fresco de raíz) de lechuga variedad White Boston bajo la técnica de cultivo vertical en condiciones de fitotoldo?
- ¿Cuál es el efecto de la dosis de soluciones nutritivas y bioestimulantes en el comportamiento agronómico (altura de planta, diámetro del cogollo y longitud de raíz) de lechuga variedad White Boston bajo la técnica de cultivo vertical en condiciones de fitotoldo?
- ¿Cuál es el costo de producción del cultivo de la lechuga variedad White Boston en función a las dosis de soluciones nutritivas y bioestimulantes bajo la técnica de cultivo vertical en condiciones de fitotoldo?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos generales

Evaluar el efecto de las soluciones nutritivas y bioestimulantes en la producción vertical de la lechuga variedad White Boston mediante la técnica de cultivo vertical bajo condiciones de fitotoldo en San Jerónimo - Cusco.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar la solución nutritiva y bioestimulante con mejor respuesta en el rendimiento (peso de cogollo, peso fresco de raíz) de lechuga variedad White Boston bajo la técnica de cultivo vertical en condiciones de fitotoldo.
- Determinar la solución nutritiva y bioestimulante con mejor respuesta en el comportamiento agronómico (altura de planta, diámetro del cogollo y longitud de raíz) de lechuga variedad White Boston bajo la técnica de cultivo vertical en condiciones de fitotoldo.
- Evaluar el costo de producción del cultivo de la lechuga variedad White Boston en función a la dosis de soluciones nutritivas y bioestimulantes bajo la técnica de cultivo vertical en condiciones de fitotoldo.

2.3. Justificación

La presente investigación pretende contribuir en la producción agrícola, brindando como alternativa el uso de soluciones nutritivas y bioestimulantes en el cultivo de lechuga de la variedad White Boston, debido a que el cultivo de lechuga en la región del Cusco se realiza por lo general de forma horizontal, implicando que se encuentre más expuesto a factores climáticos que pueden propiciar la presencia recurrente de plagas y

enfermedades, para dar solución a este limitante, las soluciones nutritivas y bioestimulantes en el cultivo vertical de lechuga, proporcionan un mejor rendimiento en cuanto al peso del cogollo, volumen y tamaño, ya que la producción debe encontrarse bajo las exigencias de la demanda. Por tal razón, el presente trabajo de investigación justifica su instalación y conducción en Distrito de San Jerónimo-Cusco, debido a que favorecerá la introducción de la técnica de cultivo vertical en zonas urbanas para así producir su propio alimento en menores espacios (ciudades).

De la misma manera, esta técnica de cultivo permite mejorar el comportamiento agronómico de la lechuga tales como la altura de la planta, diámetro del cogollo y longitud de la raíz; además que para fines de manejo agronómico se emplea un menor espacio por cada planta, mayor consumo de agua y protección ante variaciones climáticas en condición de fitotoldo. Por tanto, la producción bajo estas condiciones, permitirán que el horticultor obtenga mayores ingresos económicos, para ello es necesario que registre y maneje adecuadamente los costos de producción del cultivo para lograr una mejor rentabilidad.

En ese sentido, los resultados permitirán brindar soluciones sobre la problemática antes mencionada en el campo agrícola, principalmente en la producción de hortalizas, también servirá de base para realizar posteriores estudios sobre el cultivo de lechuga empleando la misma técnica, pero en condiciones diferentes.

III. HIPOTESIS

3.1. Hipótesis general

La utilización de soluciones nutritivas y bioestimulantes influyen en la producción vertical de la lechuga variedad White Boston mediante la técnica de cultivo vertical bajo condiciones de fitotoldo en San Jerónimo - Cusco.

3.2. Hipótesis específica

- La utilización de soluciones nutritivas y bioestimulantes influyen en el rendimiento (peso de cogollo, peso fresco de raíz) de lechuga variedad White Boston bajo la técnica de cultivo vertical en condiciones de fitotoldo.
- La utilización de soluciones nutritivas y bioestimulantes influyen en el comportamiento agronómico (altura de planta, diámetro del cogollo y longitud de raíz) de lechuga variedad White Boston bajo la técnica de cultivo vertical en condiciones de fitotoldo.
- El costo de producción de lechuga variedad White Boston es menor en la dosis de soluciones nutritivas y bioestimulantes con mejor respuesta bajo la técnica de cultivo vertical en condiciones de fitotoldo.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Cultivo de la lechuga

4.1.1. Generalidades

López (1994) citado por Cisneros (2014) refiere que la lechuga es originaria de Asia, probablemente procedente de Asia menor.

Halsouet y Miñambres (2005) mencionan que por su diversidad de formas la lechuga es la hortaliza más abundante, disponible durante todo el año según las variedades. Todas las lechugas proceden de la especie silvestre *Lactuca serriola* que crece espontáneamente en prados, pendientes rocosas y terrenos baldíos desde Asia y norte de África hasta el norte de Europa. Los romanos ya la cultivaban, así como en el antiguo Egipto, hacia el 4500 a.c. sin embargo, se piensa que originalmente, la planta fue cultivada por sus semillas oleaginosas más que por sus hojas. Parece que fueron los romanos quienes introdujeron la lechuga en Gran Bretaña. A la lechuga se le reconocen virtudes soporíferas desde la antigüedad, puesto que HIPOCRATES (456 a.c.) ya la menciona. El amargor está asociado a la producción de látex, savia lechosa que presentan todas las variedades cultivadas cuando se suben a flor. El látex amargo fue con frecuencia utilizado como sustituto del opio o el láudano.

4.1.2. *Posición sistemática*

Cronquist (1992) da la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

Subreino: Embryobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: Lactuca

Especie: ***Lactuca sativa L.***

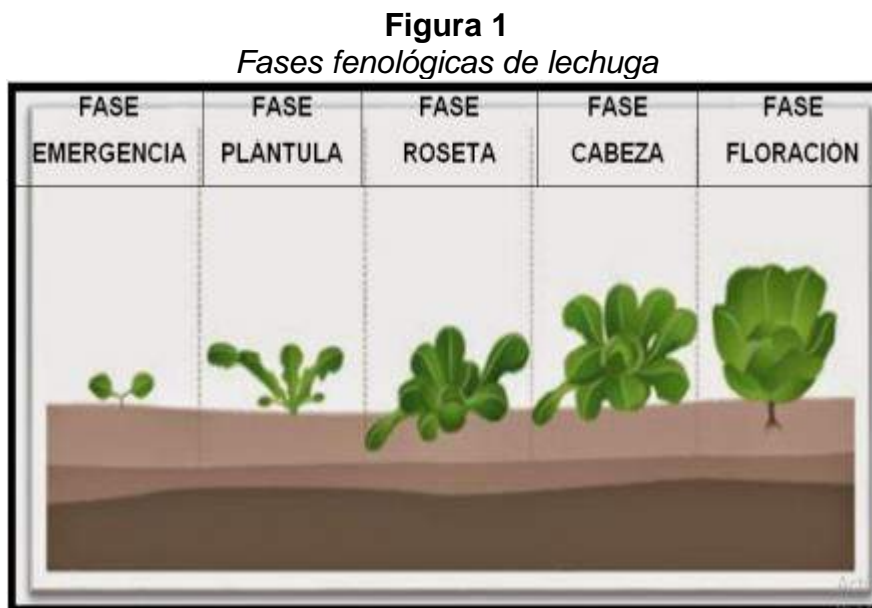
4.1.3. *Fenología del cultivo*

UVA (2013) citado por Vásquez (2015). Explica que el cultivo de lechuga se divide en cuatro fases:

- **Fase de plántula:** se da la aparición de la radícula y la emergencia de los cotiledones, seguidamente un crecimiento radicular en profundidad y luego la aparición de 3 a 4 hojas verdaderas, esta fase comprende una duración entre 3 a 4 semanas.
- **Fase de roseta:** se da la aparición de nuevas hojas y una disminución en la relación largo-ancho de folíolos, se produce un acortamiento de los pecíolos y finalmente la formación de una roseta con 12 a 14 hojas, la duración de esta fase varía de 3 a 4 semanas.
- **Fase de formación de la cabeza:** las hojas se vuelven más anchas que largas y toman cierta curvatura por el eje de la nervadura central, con lo que las nuevas hojas

quedan envueltas por las formadas anteriormente, la duración de esta fase va de las 2 a las 3 semanas de duración.

- **Fase de floración:** la cabeza pierde calidad, las hojas se toman un sabor amargo, se alargan y el tallo comienza a alargarse y posteriormente se da la emisión de las inflorescencias.



Fuente: Obtenido de Delgado (2018)

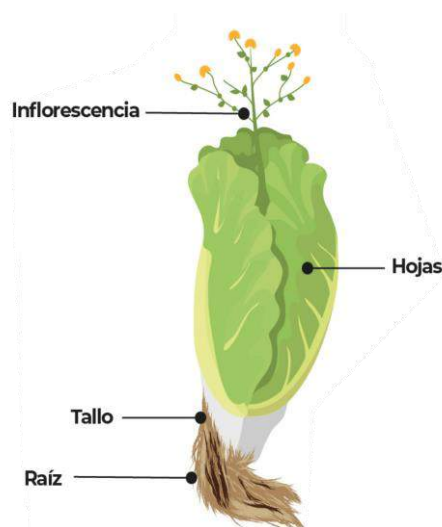
4.1.4. **Concepto y partes de una planta**

- La raíz.** López (1994) citado por Cisneros (2014) menciona que es pivotante, eje carnoso, escasa ramificación, pudiendo llegar hasta más de 30 cm de profundidad, y tiene raíces laterales.
- Las hojas.** López (1994) citado por Pinares (2011) mencionó que la lechuga tiene forma lanceolada oblonga, redonda, en borde de la hoja es lisa, lobulado, ondulado o dentado (crespo). El color va de verde amarillo hasta el morado claro.

- c) **El tallo.** López (1994) citado por Pinares (2011). Indico que tiene una extensión de 1.20 m de longitud, tiene ramificación y en final de cada ramilla presenta una inflorescencia.
- d) **La inflorescencia.** López (1994) citado por Pinares (2011) indica que esta se forma en grupos de 15 - 25 flores, están ramificadas y de color amarillo.
- e) **Las semillas.** Halsouet y Miñambres (2005). Mencionan que existen de 600-1000 semillas/g, se conserva 3-4 años a 10°C, humedad relativa 30%, es sensible al exceso de humedad. Después de recolectada la semilla presenta incapacidad para germinar (latencia) durante 2 a 6 meses. López (1994) citado por Cisneros (2014). Indica que las semillas son largas 4-5 mm, su color mayormente es blanco crema, aunque hay de diferentes colores como pardas y castañas.
- f) **El fruto.** López (1994) citado por Cisneros (2014). Menciona que el fruto de la lechuga es aquenio, seco y oblongo.

Figura 2

Características botánicas de la lechuga.



Fuente. Agro Krebs (2021)

4.1.5. Producción

Cuadro 1

Superficie sembrada (por mes) región. Campaña agrícola: 2016-17 (ha)

Región	Total campaña	Ago 2016	Set 2016	Jun 2017	Jul 2017
Amazonas	26	7	7	8	4
Ancash	102	20	28	28	26
Arequipa	53	14	15	13	11
Cusco	29	6	9	6	8
Junín	112	32	38	25	17
La libertad	77	21	19	19	18
Lima	1231	225	304	370	332
Lima metropolitana	326	75	91	75	85
Tacna	49	12	15	10	12

Fuente: Gerencias/Direcciones Regionales de Agricultura - SIEA Citato por Albuja (2019).

Cuadro 2

Superficie cosechada por región en el periodo 2017 (ha).

Región /mes	Total	Jun	Jul	Ago	Set
Amazonas	42	13	7	13	9
Ancash	100	25	25	25	25
Arequipa	59	16	13	15	15
Cusco	34	5	9	9	11
Junín	97	26	19	26	26
La libertad	47	7	7	15	18
Lima	1445	377	369	383	316
Lima metropolitana	313	76	80	78	79
Tacna	32	4	10	8	10

Fuente: Gerencias/Direcciones Regionales de Agricultura - SIEA Citato por Albuja (2019).

Cuadro 3
Rendimiento promedio (por mes) región. 2017 (kg/ha)

Región	Promedio	Jun	Jul	Ago	Set
Amazonas	4686.5	5207	5254	4976	3309
Ancash	14830	15200	15000	14720	14400
Arequipa	16283.5	16235	16200	16303	16396
Cusco	13000	13000	13000	13000	13000
Junín	23059.3	24037	22558	22454	23188
La libertad	25184.5	23654	25282	25517	26285
Lima	6839.3	6660	6802	7034	6861
Lima metropolitana	21793.8	22037	22407	20938	21793
Tacna	18931.3	17750	19200	19375	19400

Fuente: Gerencias/Direcciones Regionales de Agricultura - SIEA Citato por Albuja (2019).

4.1.5.1. Factores que influyen en la producción

4.1.5.1.1. Temperatura

Quando se presentan climas extremos, acompañados algunos de heladas, las especies que se encuentran en esta zona son destruidas. Cuando el ambiente de cosecha llega hasta los 7°C, es probable que el tiempo llegue hasta debajo de cero lo cual es un riesgo para los cultivos. Por otro lado, cuando las temperaturas oscilan entre 10 y 12°C, por muchos periodos, a pesar de no observarse destrucción de cultivos, afecta como se desenvuelven, así como la producción desde lo cuantitativo y lo cualitativo. Así como las temperaturas bajas afectan las cosechas, también las altas acompañadas con aire húmedo y con un promedio de 35°C pueden provocar daños a las cosechas. Es recomendado que se varíe la temperatura cada día, con el fin de mejorar la fisiología. Por lo cual las variaciones entre el día y la noche podrían ser de 5 a 7 °C. (Santos & Cosco, 2022)

4.1.5.1.2. Humedad

La humedad para los cultivos de lechuga se encuentra en razón a la disponibilidad de los recursos hídricos, debido a su directa relación con el crecimiento como el rendimiento de los cultivos (Montés, 2004). Los cultivos mencionados, presentan dichas características debido a la forma en la cual su sistema está conformado el área radicular se encuentra reducido mientras que la parte superior o aérea no, debido a lo cual es sensible a tiempo de humedad sin soportar los periodos de sequía (Proyecto de Modernización de los Servicios de la Tecnología Agrícola [PROMOSTA], 2005).

4.1.5.1.3. Ventilación

Debido a los problemas con la humedad, para la corrección de estas se hace uso de ventilación en suelos con humedad o por otra parte se trata de elevar la temperatura, lo cual aumenta la saturación, disminuyendo la humedad (Lenschak & Iglesias, 2019). De acuerdo a los datos de la FAO (2002) cuando se dan entradas y salidas de aires en el invernadero se podría afectar el clima, así como la temperatura, siendo importante este aspecto debido a que:

- Temperatura interior: evacuación del calor en exceso
- Composición del aire al interior, se recomienda que el CO₂ se encuentre con sus valores equilibrados.
- Humedad dentro, cuando la ventilación causa que la temperatura disminuya produce más humedad de lo previsto. La condensación recae en los cultivos, lo cual provocaría que por radiación solar se presenten enfermedades y ausencia de minerales por exceso de sudoración (FAO, 2002).

Por medio de la ventilación se realiza cambios en la temperatura del aire permitiendo que el caliente se convierta en fresco. Los cambios exteriormente e internamente permiten la eficiencia al disminuir la temperatura (Lenschak & Iglesias, 2019).

4.1.5.1.4. Luz

Es fácil cambiar cuánto dura la noche, se hace uso de técnicas en iluminación de intermitencia para su corte, pese a su desarrollo normal en el crecimiento, para un crecimiento eficaz se sugiere que se reciba las horas necesarias de insolación. Se promedia que, entre seis horas en el día, permitirían el crecimiento, correspondiendo a 500 -550 horas de insolación entre los meses de noviembre, diciembre y enero (Santos & Cosco, 2022)

4.1.5.1.5. Sustratos a utilizar

Para Baixauli y Aguilar (2002), el sustrato utilizado deberá de ser resistente tanto a la meteorización, así como al desgaste, se sugiere que estos materiales no presenten minerales extras debido a que pueden afectar al balance de los químicos. Los materiales usados no deberán de contar con algún ser vivo, debido a que pueden ser portadores de enfermedades. Para Sáez y Narciso (1999) por medio de la elección de sustratos se obliga a que se conozca mejor las especificaciones, para la optimización, así como que se produzca mantenimiento por parte de los cultivadores.

4.1.5.1.6. Tecnología del sustrato

Entre los sustratos con más uso se encuentran la turba de musgo, presenta características de tipo físico, químico y biológico que hacen posible que se germine y

crezcan más plántulas, pese a sus costos altos, así como la sobre explotación hacen difícil su acceso (Fernández, Urdanet, & Silva, 2006) Por otro lado, este sustrato no es de alcance para el área rural, pese a ello, es apropiado para el cultivo (Ocampo, Caballero, & Tornero, 2005) Por lo expuesto, es necesario que se disponga de elementos locales con calidad para los procesos entre los más comunes se encuentran el aserrín, compost y otros.

4.1.6. Variedad *White Boston*

Yanque (1992) menciona que es arrepollada de hojas blandas de cabeza sólida, hojas interiores aceitosas de textura grasosa de tamaño mediano, color verde claro; el periodo vegetativo es de dos o tres meses.

Esta variedad es sensible al calor que otras, con maduración precoz y tienen menor tendencia a la floración, es de gran demanda en nuestra región, por su palatabilidad y gusto, llega a pesar de 0.35 a 0.50 kg por unidad.

- **Raíz:** Es típica, su raíz principal gruesa y con raíces secundarias abundantes.
- **Hojas:** Son blandas de color verde claro, forma cabeza de textura grasosa.
- **Tallo:** Son cilíndricas y ramificaciones.
- **Inflorescencias:** son cúmulos de numerosas florecillas agrupadas y parece una flor.
- **Semilla:** Son blancas de forma alargada bastante pequeñas de peso específico muy bajo.

Saavedra et al. (2017) argumentan que las variedades que forman un cogollo apretado, la forma de sus hojas suele ser ancha y corresponden a las lechugas conocidas

como de amarra, mantecosas o españolas. Presentan hojas lisas, relativamente delgadas, orbiculares, anchas, sinuosas y de textura suave o mantecosa; las hojas más internas forman un cogollo amarillento al envolver las más nuevas.

Figura 3
Lechuga White Boston



Fuente: Saavedra et al. (2017).

4.1.7. Requerimientos edafoclimáticos

4.1.7.1. Luminosidad

Lucero (2012) afirma que la lechuga es una planta anual que requiere un fotoperiodo largo (más de 12 horas luz) a 26°C, para su desarrollo necesita de mucha luz caso contrario se ha comprobado que la escasez de luz provoca que las hojas sean delgadas. Sugiere considerar este factor para la densidad de población adecuada y para evitar el problema de la sombra entre plantas. El color, sabor y textura de la lechuga depende de una alta luminosidad solar.

4.1.7.2. Precipitación

Lucero (2012) añade que requiere precipitaciones que fluctúen entre los 1200 a 1500 mm por año y entre 250 a 350 mm durante su período vegetativo. El exceso de humedad favorece la proliferación de las enfermedades fungosas y bacterianas.,

4.1.7.3. Altitud

Lucero (2012) deduce el desarrollo de la lechuga entre los 1 800 a 2 800 m.s.n.m. y la producen entre los 2 200 a 2 600 m.s.n.m.

4.1.7.4. Temperatura

Lucero (2012) indica la temperatura óptica de germinación entre 18-20°C, para el crecimiento del cultivo entre 14-18°C por el día y 5-8°C por la noche; para acogollado se requieren de 12°C por el día y 3-5°C por la noche.

Este cultivo soporta más las temperaturas elevadas que las bajas, temperatura máxima puede soportar hasta los 30°C y como mínima temperatura de hasta -6°C.

4.1.7.5. Humedad relativa

Lucero (2012) aduce que el sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación de la parte aérea, por lo tanto, es sensible a la falta de humedad y soporta de muy mala manera un periodo de sequía, aunque este sea muy corto. La humedad relativa es del 60 al 80%.

4.1.7.6. Suelo

Lucero (2012) menciona que los suelos preferidos por la lechuga son ligeros, franco – arenosos, arenoso - limosos, con buen drenaje, situado el pH optimo entre 6.7 a 7.4.

4.1.8. Fertirrigación

Fertirrigación o Fertigación, es denominado al proceso por el cual se agregan más elementos de nutrición en conjunto con el agua de riego. Así también, se puede agregar diferentes productos químicos entre los que están los plaguicidas, fumigantes y otros compuestos que hacen posible que haya un funcionamiento en el riego presurizado al cual se le denomina “quemigación” (Martínez, 1998).

El termino de aplicación de sustratos en el agua de denomina fertirrigación o fertirriego (Bar-Yosef, 1992). Esta técnica brinda la oportunidad para que se den más rendimiento combatiendo la contaminación (Hagin, Sneh, & Lowengart-Aycicegi, 2002), al potenciar los fertilizantes, se hace innecesario su uso en exceso por lo cual, mejoran la inversión económicos. Por medio de la técnica hay mayor control de las cantidades, pero requieren aspectos básicos:

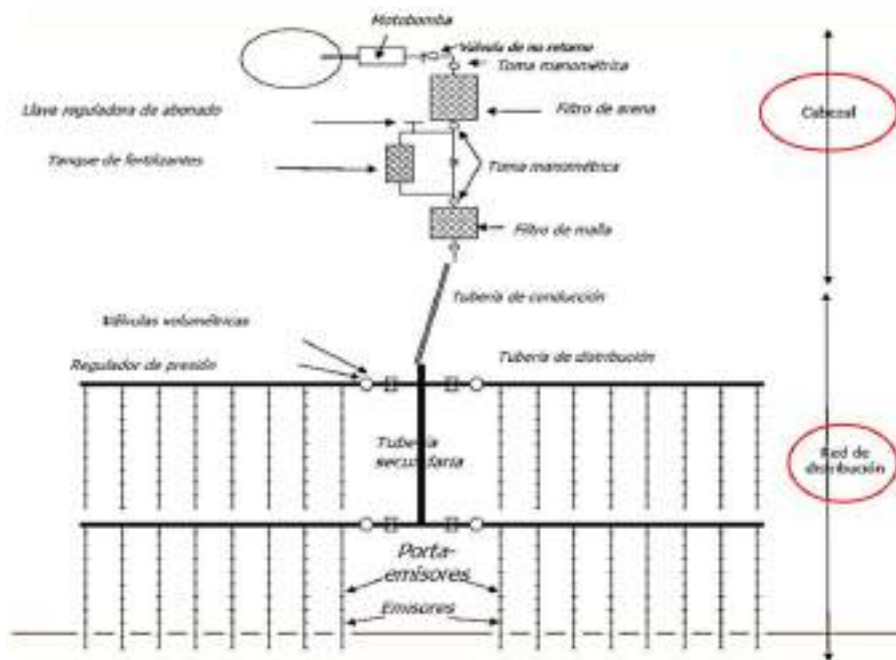
- **Equipo**

- En los riegos presurizados, la presión que ejerce la inyección en la solución fertilizante deberá de ser mayor que la interna.
- Uso de filtros que prevengan que se taponee el emisor de articulas solidas llegando al emisor.
- Válvula para la prevención de retro-reflujo (Kafkafi & Tarchitzky, 2012)

- **Fertilizantes**

- Solubilización de los fertilizantes en el agua en especial aquellos que contienen químicos que interactúen con fertilizantes disueltos, causando consecuencias innecesarias.
- Los niveles de acidez del fertilizante en la solución de los fertilizantes, deberá de considerarse en la asociación con lo corrosivo de los elementos en los sistemas de riego. (Kafkafi & Tarchitzky, 2012)

Figura 4
Componentes del sistema de fertirrigación



Fuente: Hayashi (2014)

4.1.8.1. Ventajas de la Fertirrigación

Según Martínez (1998) las ventajas de la aplicación de fertilizantes en el riego están:

- **Eficiencia:** Se hace uso en mejor cantidad el fertilizante que en el total de a aplicación. Mejoras en la distribución y uniformidad, se penetra más el suelo y hay perdidas en menor cantidad por volatilización.
- **Adaptación:** Los cultivos se adaptan a los programas en la fertilización en todas las etapas, la aplicación se realiza cuando se necesite en especial en las fases de crecimiento, pueden llegar a ser automáticos controlando el agua y los fertilizantes.
- **Uso de suelos marginales.** Los suelos que usualmente no serían útiles para el cultivo pueden transformarse en un ambiente de cultivo sin problemas.
- **Ahorro de trabajo y comodidad.** La demanda en el trabajo es menor, la aplicación puede darse independiente del día y el estado emocional del trabajador.
- **Reducción de la compactación del suelo.** Sin necesidad de uso de máquinas agrícolas, reduciendo la compactación en el suelo.
- **Reducción del daño mecánico al cultivo.** Menos riesgo en el daño mecánico de los cultivos.
- **Posibilidad de utilizar fertilizantes líquidos y gaseosos.** Por medio del método tradicional es requerido el amoníaco anhidro (NH_3) en forma de gas, el cual hace efecto inmediato convirtiéndose en ion amonio (NH_4^+). Se puede usar soluciones de tipo líquido para otros procesos en los cultivos (Martínez, 1998)

4.1.8.2. Desventajas e inconvenientes

Martínez (1998) señala que generalmente se dan cuando la fertiirrigación se da por el desconocimiento del manejo, entre los cuales están:

- **Obturaciones.** Causadas por incompatibilidad entre el fertilizante y el agua llegando diluciones insuficientes.
- **Dosificación.** Las aplicaciones deberán de respetar las dosis para no dañar el cultivo. El exceso afecta el rendimiento. (Martínez, 1998)

4.1.9. Calidad del agua

El agua y su calidad es relevante por cuestiones de protección, en especial porque afecta la salud en los humanos, así como en los ambientes en general (Graczik, Graczik, & Naprauska, 2011). El agua insalubre usada como riego puede contener patógenos que se pasan a los alimentos (Puto, 2012). El concepto de calidad de agua para el riego se refiere a las características del agua que puedan afectar a los recursos suelo y cultivo en su uso a largo plazo (Bosch, Costa, Cabria, & Aparicio, 2012). Diversos teóricos como Gholami y Shahinzadeh (2014) indican que el agua debe de tener principios como el de salinidad, sodicidad y la toxicidad; por ello la evaluación de las sales es necesario para determinar la salinidad.

Arzola et al. (2013) menciona que este aspecto es problemático para la planta debido a que se da dificultad en la absorción de líquidos. Se debe chequear los indicadores de sales como los iones calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), sodio (Na^{+}), potasio (K^{+}), sulfatos (SO_4^{2-}), cloruros (Cl^{-}), carbonatos (CO_3^{2-}), bicarbonatos (HCO_3^{-}), la conductividad eléctrica (CE) y pH). Por otro lado, la sodicidad se mide con relación a los cationes (Lingaswamy & Saxena, 2015). Cuando los niveles de Na son altos sobre el Ca producirá que la infiltración sea dispersa, en la evaluación de la toxicidad se considerará la concentración de Boro, así como el sodio y el cloruro (Asamoah, y otros,

2015). El agua es toxica cuando los iones que son absorbidos por la raíz, se acumulan por la transpiración y se concentran nocivamente (Tartabull & Betancourt, 2016).

4.1.10. Particularidades del cultivo

4.1.10.1. Sistema de siembra

Vargas (1997), citado por Mollehuanca (2019). Indica dos sistemas de siembra:

- **Siembra directa.** Consiste en sembrar la semilla directamente en el terreno con posterior desahije o entresacado, para evitar la competencia entre plantas.

El sistema tiene **ventajas:** es precoz, se cosecha dos semanas antes que la siembra indirecta, el costo de siembra es más económico, no requiere de mayor mano de obra para su instalación; **desventajas:** el desmalezado es difícil y resulta caro, por lo que las plántulas son delicadas.

- **Siembra indirecta.** Consiste en realizar el almacigo, antes de pasar al campo definitivo, cuando se tiene plántulas con 5-6 cm de altura con 3 a 4 hojas se procede el trasplante a campo definitivo.

El sistema tiene **ventajas:** menor cantidad de semilla, se economiza la superficie, facilidad de realizar el repique sin dañar a la plántula; **desventajas:** la plántula se dificulta en adaptarse después del trasplante, alargado el periodo vegetativo, demora la cosecha.

4.1.10.2. Densidad de siembra

Tiscornia (1989) citado por Lucero (2012) indica la distancia de siembra recomendada es de 0.40 m entre surcos y 0.25 m. entre plantas.

4.1.10.3. Almacigo

Saavedra et al. (2017) argumentan el uso de almacigos es una práctica común en la horticultura. Este sistema tiene varias ventajas, como:

- Permite que el trasplante y desarrollo se anticipe según a la temporada, dando un producto de calidad en un tiempo corto para su venta en el mercado, así mismo permite planificar con tiempo las siembras.
- Ahorro de semillas porque generalmente las semillas de hortalizas comerciales son bastante costosas, especialmente los híbridos y por ello es relevante su ahorro
- La obtención de plantas uniformes en semillero permite realizar una siembra mucho más pareja en profundidad, esto trae como resultado una emergencia de plántulas más uniforme, el crecimiento más ordenado y, por lo tanto, la edad fisiológica de las plantas es bastante similar.
- Existe buena distribución de plántulas en terreno, al producir plántulas separadas individualmente ayuda a una distribución más uniforme y organizada, facilita su trasplante.
- Así mismo facilita el manejo agronómico en las primeras etapas del desarrollo le da mejor orden y distribución homogénea, esto facilita la limpieza y la aplicación de pesticidas.
- El sistema de semillero asegura la población definitiva de plantas en terreno.

4.1.10.4. Trasplante

Lucero (2012) indica que se debe realizar cuando las plántulas tengan de 3 a 5 hojas, y una altura aproximada de 10 a 12 cm. Se recomienda seleccionar plántulas

uniformes, vigorosas y sanas a fin de garantizar la homogeneidad de la plantación. Antes del trasplante se debe regar el suelo hasta capacidad de campo con la finalidad de crear las condiciones adecuadas de humedad para evitar que las plántulas sufran un "shock fisiológico" prolongado. El trasplante es recomendable hacerlo por la mañana o en las últimas horas del día.

Sánchez (2005) citado por Delgado (2018) menciona que mediante experimentos se mostró que el trasplante de la lechuga se ha realizado cuando la plántula tiene 6 cm de altura de (15 a 25 días), hay mayor rendimiento y es el más adecuado para el trasplante.

4.1.10.5. Requerimiento hídrico

Maroto (1995) citado por Delgado (2018) menciona que después del trasplante, se debe realizar el primer riego o riego de plantación, también a los 6 y 8 días se riega el segundo riego. De estos primeros riegos dependerá el porcentaje de prendimiento de la plántula.

Serrano (2000) citado por Delgado (2018) indica es una planta que requiere mucha agua debido a su gran cantidad de hojas y porque sus raíces no son tan profundas. El riego a capacidad de campo, en las mañanas antes de las 9: 00 am y en las tardes después de las 17:00 pm.

Sánchez (2003) citado por Delgado (2018) recomienda sistemas de riego para el cultivo de lechuga son: el riego por goteo y las cintas de exudación.

4.1.10.6. Fertilización

Valencia (1995) refiere la fertilización que se debe dosificar según tipo de suelo. La variedad de White Boston da buenos resultados cuando se les dosifica con abonos nitrogenados que los fosfóricos o potásicos. El sistema radicular es de escaso desarrollo, por lo tanto, la aplicación de los fertilizantes debe ser cerca de las plantas, de prioridad los elementos de escasa, movilidad como fosforo y potasio.

La dosis recomendable es:

- Nitrógeno 100 - 120 kg/ha
- Fósforo 60 - 80 kg/ha
- Potasio 60 kg/ha

El abono nitrogenado en siembra directa se aplica, un tercio en la siembra, otro tercio en desahije junto con el fósforo y el potasio, el resto de nitrógeno se aplica a los 20 a 25 días después. Siembra en almácigo y posterior trasplante se aplica, un tercio del fertilizante nitrogenado y todo el fósforo y potasio 15 días después del trasplante, y el restante abono nitrogenado 15 días después.

4.1.10.7. Cosecha

Douglas (1985) citado por Mollehuanca (2019) indica que la cosecha se debe realizar cuando este firme, bien redonda y conformada, con amplias hojas o en el centro con cogollo duro, después de la cosecha se debe retirar la raíz y las raicillas de la base.

4.1.10.8. Rendimiento

Yanque (1992) refiere el mejor rendimiento alcanzado dentro de las variedades Great Lakes con Nitrofosca a la dosis de 0.5% con un promedio de 142,275 t/ha, Ferti-

Plant dosis 0.2% con 128,898 t/ha, Bayfolan a la dosis de 0.5% con 103,996 t/ha. En la variedad White Boston y testigo con 61,394 t/ha.

Se alcanzó el mayor rendimiento de lechuga con Bayfolan a 0.5 % con 36,280 t/ha, Ferti-Plant a 0.2% con 34,419 t/ha y testigo con 12, 109 t/ha.

Mercado (1970) Citado por Mollehuanca (2019) “El abonado foliar, más el abono radicular aumentó los rendimientos de la lechuga, desde 27 117,90 kg/ha hasta 31,157.20 kg/ha, con dosis mayores a dosis menores respectivamente”.

4.1.10.9. Plagas y enfermedades

4.1.10.9.1. Plagas

Lacarra y García (2011) indican respecto a la lista de plagas que dañan la lechuga:

- Trips (*Frankliniella occidentalis*), este es un transmisor de virus del bronceado del tomate (TSWW) y el daño directo es por las picaduras que ocasiona.
- Minadores (*Liriomyza trifolii* y *Liriomyza buidobrensis*), su forma de daño es formando galerías y cuando es fuerte la población la planta queda bien débil.
- Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), genera melaza deteriorando la hoja y posteriormente debilitando la planta.
- Pulgones (*Myzus persicae*), es una plaga sistemática, su incidencia es variable de acuerdo a las condiciones climáticas y es un vector para la entrada de algún virus.

4.1.10.9.2. Enfermedades

Lacarra y García (2011) señalan sobre las principales enfermedades del cultivo de lechuga:

- Antracnosis (*Marssonina panattoniana*), en inicio es de tamaño de punta de un alfiler y cada vez que se aumenta forma manchas angulosas - circulares de color rojizo, se puede extender hasta 4 cm de diámetro.
- Botritis (*Botritis cinérea*), inicia manchas amarillentas en las hojas viejas de la lechuga, y posteriormente se cubren de moho gris generando esporas.
- Mildiu veloso (*Bremia lactucae*). -En el haz de las hojas aparecen unas manchas de 1 cm de diámetro, y en el envés aparece un micelio veloso; las manchas llegan a unirse unas con otras y se tornan de color pardo.
- Esclerotinia, se refiere a la enfermedad del suelo, y la planta a marchitarse en las hojas iniciando de las hojas viejas.
- Septoriosis (*Septoria Lactucae*) su presencia es en las hojas inferiores produciendo manchas.
- Virus del mosaico de la lechuga (LMV), este se trasmite por semilla y pulgones. los síntomas son los moteados y los mosaicos verdes, y en algunas variedades este provoca clorosis foliares

4.1.11. Contenido nutricional

Murayama (1977) citado por Yucra (2019) describe que la lechuga es fuente de vitaminas y minerales, cuyo beneficio para el organismo es consumirla en crudo, conservando sus propiedades nutritivas como se puede apreciar en la tabla 4.

Collazos (1993) citado por Yucra (2019) indica la importancia de este cultivo es la elevada cantidad de vitamina A, llegando a alcanzar 4000 Unidades Internacionales (UI)

en 100 gr de hojas verdes, baja en calorías y las hojas exteriores son más ricas en vitamina C.

Tabla 1
Valor nutricional de lechuga

Valor nutricional de la lechuga en 100g de sustancia	
Carbohidratos (g)	20.1
Proteínas (g)	8.4
Grasa (g)	1.3
Calcio (g)	0.4
Fosforo (mg)	138.9
Vitamina C (mg)	125.7
Hierro (mg)	7.5
Niacina (mg)	1.3
Riboflavina (mg)	0.6
Tiamina (mg)	0.3
Vitamina A (U.I)	1155
Calorías (cal)	18

Fuente: INFOAGRO (2018) citado por Yucra (2019).

4.2. Nutrición de las plantas

Saavedra, et al. (2017) Señalan que para una buena fertilización es necesario identificar de forma correcta cuáles son las características del suelo que incidirán sobre la producción y los rendimientos esperados para la condición climática y tecnológica en la cual se contextualiza el cultivo.

En el suelo, los nutrientes presentan comportamientos diferentes de acuerdo con sus características químicas y la afinidad que presentan por los minerales de arcilla. De esta forma, existirán nutrientes que se movilizarán con relativa facilidad por el perfil (nitratos, sulfatos, cloruros) y otros que quedarán retenidos presentando una relativa

inmovilidad (fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, entre otros). Esta diferencia afectará a la estrategia que se seguirá para lograr una fertilización que cumpla con la demanda nutricional del cultivo.

A pesar de la diferencia indicada, es posible simplificar el proceso y establecer cuatro eventos que ocurren para todos los nutrientes:

- Entradas al suelo que se producen por la incorporación de residuos, por enmiendas orgánicas o por fertilizantes.
- Existe una incorporación de los nutrientes entrantes a distintos sitios de acumulación en el suelo.
- Hay una fracción de nutrientes en solución que puede ser absorbida por las plantas.
- Y existen salidas de nutrientes del suelo por lixiviación, escorrentía y arrastre superficial, y extracción de los cultivos.

a) El nitrógeno (N). –se encuentra por lo general en forma de nitrato y presentando una alta movilidad dentro del suelo. Es necesario aplicar con cuidado para evitar que se produzcan pérdidas que posteriormente puede provocar aumentos en los costos de producción.

b) El fósforo (P). –tiene movilidad lenta en el suelo, excepto donde en el suelo predomina la arena e históricamente se han aplicado grandes cantidades de P (como consecuencia de la adición continua de enmiendas orgánicas), este nutriente queda firmemente retenido a los minerales del suelo. Es así que ahí presencia de este nutriente en el suelo por lo tanto este alcance de las raíces, las hortalizas de hoja

presentan niveles de fosforo dentro de su tejido y esta se encuentra en un 0.6% (dentro de la materia seca).

Barrios (2004) enuncia a los siguientes nutrientes:

- a) **Potasio.** -Sus principales fuentes son nitrato de potasio y sulfato de potasio es barato y fácil de conseguir, proporciona también azufre. Se puede usar cloruro de potasio, pero se debe tener cuidado que no se eleve el contenido de cloro de la solución ya que puede ocasionar toxicidad a las plantas.
- b) **Calcio.** -Las principales fuentes de calcio son nitrato de calcio muy soluble pero no se consigue en el mercado como fertilizante comercial. Superfosfato simple y triple proporcionan una buena cantidad de calcio, pero es difícil de diluir. El sulfato de calcio (yeso) es difícil de diluir, es barato y fácil de conseguir. El cloruro de calcio se recomienda como fuente suplementaria, porque eleva el contenido de cloro en la solución.
- c) **Azufre.** - Utilizado por las plantas en forma de sulfatos (SO_4)⁻. Las plantas presentan límites de tolerancia amplia para el azufre, por lo tanto, no se contabiliza al hacer la solución nutritiva casi nunca se contabiliza pues se considera que siempre queda dentro de los límites adecuados. Sus principales fuentes son sulfato de magnesio, sulfato de potasio y superfosfato.
- d) **Magnesio.** - Sus principales fuentes son sulfato de magnesio, es usado exclusivamente en hidroponía como fuente de magnesio debido a su solubilidad, bajo costo y accesibilidad. El nitrato de magnesio es más caro y difícil de conseguir en el mercado que el sulfato de magnesio.

- e) **Hierro.** -Tiene tres fuentes principales: sulfato ferroso donde la solución debe tener un pH menor de seis para disolver bien. Es la fuente más barata de hierro. El cloruro férrico, es más caro que el sulfato ferroso y difícil de conseguir. Los quelatos proporcionan hierro asimilable por períodos de tiempo más largos que el sulfato ferroso y previenen la precipitación de fósforo, su precio es elevado.
- f) **Manganeso.** -En la solución nutritiva, es proporcionado como sulfato, cloruro o quelatos de manganeso.
- g) **Boro.** -Se asimila como borato (BO_3^-) y sus principales fuentes son el ácido bórico, y el bórax (tetraborato de sodio).
- h) **Cobre.** -Sus principales fuentes son el sulfato y cloruro de cobre.
- i) **Zinc.** -Se aporta a la solución como sulfato o cloruro de zinc.
- j) **Molibdeno.** -Es requerido en pequeñas cantidades, se encuentra como impurezas en otros fertilizantes y por lo tanto no requiere de fuente adicional.

4.3. Fitotoldo

Guía Almería (2002) citado por Quispe (2019); Indica como un recinto cerrado o delimitado por una estructura de madera o metal cubierta por vidrio o plástico transparente, en cuyo interior se desarrolla un cultivo en condiciones controladas.

Alpi (1991) citado por Maququerhua (2019) menciona que este tipo de infraestructura cubierta con techo transparente (transfiere luz y calor) de día y durante la noche baja lentamente la temperatura evitando pérdidas considerables durante su producción a esto se suma que el producto final es de calidad alta, esto es aplicable a la producción de frutas y verduras.

4.3.1. Temperatura

Andrea y Luciano (2003) indican que la temperatura en fitotoldo puede llegar a 50°C. producción en fitotoldo es para proteger de la helada, granizada y de las lluvias intensas. La temperatura recomendable está en un promedio de 35°C, para mantener el fitotoldo en este promedio requiere de 5 ventanas, una puerta (fácil de abrir y cerrar).

4.3.2. *Importancia del fitotoldo*

Alpi (1991) citado por Maquerrhua (2019) argumenta las siguientes importancias del fitotoldo.

- Permiten la producción de hortalizas durante todo el año.
- Al controlar la temperatura y humedad, aceleran el crecimiento de los cultivos permitiendo que la cosecha se realice en menos tiempo.
- Los rendimientos son mayores que a campo abierto. Se produce más en poco espacio de terreno.
- Facilitan el control de las plagas y enfermedades.
- Conservan los suelos porque promueven el cultivo en el mismo suelo en varias oportunidades.
- Protege a las plantas de las heladas, granizadas, nevadas y bajas temperaturas en general.
- Utilizan el agua eficientemente y de forma controlada.
- Las plantas y los productos están menos expuestos a la contaminación del aire.

4.3.3. **Ventajas**

Alpi (1991) citado por Maqquerhua (2019) define las siguientes ventajas para fitotoldos.

- **Intensifican la producción.** Es posible establecer condiciones de desarrollo óptimo de las plantas controlando el clima y colocar más plantas por superficie. Por lo que el rendimiento de la plantación será mayor que al aire libre.
- **Menor riesgo.** El cambio climático cada vez afecta más a los cultivos, ya que muchos son dañados por la aleatoriedad de los fenómenos naturales.
- **Control de plagas y enfermedades.** Un invernadero hermético y bien construido facilitará este control. Solo se utilizan los fertilizantes necesarios, sin grandes desperdicios.
- **Cultivo todo el año.** Debido a la relativa independencia respecto al exterior, es posible cultivar casi cualquier producto en cualquier época del año. Como resultado, se obtienen productos fuera de temporada, que pueden ser vendidos a un mayor precio.
- **Obtención de productos de alta calidad.** Las plantas no están expuestas al desgaste físico producido por las lluvias y vientos fuertes, granizadas o alta radiación solar, por lo cual la calidad de los productos obtenidos es mayor, demostrada tanto en su presentación al consumidor final como en su composición interna. Esto permite obtener mayores ganancias y encontrar mejores mercados pudiendo llegar a exportar si se obtiene una alta calidad.

- **Mayor comodidad y seguridad.** Las plantas están protegidas, de tal manera el trabajo es protegido de las inclemencias del tiempo, ya que en campo abierto se puede sufrir de radiación solar, lluvia y granizada. Se pueden cumplir con las actividades programadas.
- **Condiciones ideales para investigación.** Se puede manipular las condiciones del ambiente según el cultivo, pero también podemos hacer modificaciones sometiendo a las plantas a distintas condiciones para investigar.

4.3.4. *Desventajas*

Alpi (1991) citado por Maquerrhua (2019) da a conocer las siguientes desventajas para fitotoldos.

- **Inversión inicial.** Es una infraestructura con un costo de producción relativamente alto, por lo que no se suelen utilizar para cualquier cultivo, si no para los más costosos.
- **Costes de producción.** Los beneficios son mayores, también lo son los costes de producción de los cultivos.
- **Trabajador cualificado.** La ventaja de controlar las condiciones climatológicas en el interior se puede volver en contra. Si el personal no está debidamente cualificado se pueden cometer errores incorregibles.
- **Dependencia del mercado.** Hay que tener una visión mercadológica para decidir qué productos se cultivan. No nos sirve obtener un alto rendimiento si finalmente el producto ha de venderse a un precio bajo. Sobre todo, hay que tener especial cuidado con la fecha en la que el producto se venderá. Será mejor si está fuera de temporada.

4.4. Descripción del sistema vertical

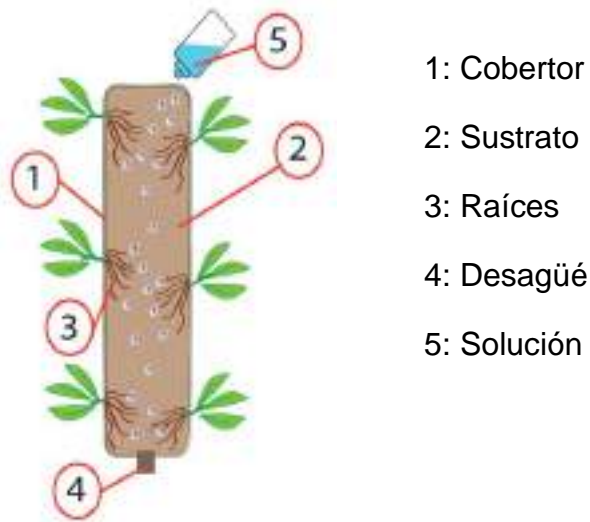
4.4.1. La agricultura vertical

Rodriguez et al. (1999) citado por López (2016) determinan como un sistema hidropónico de producción comercial que se caracteriza por el crecimiento vertical de las plantas en macetas apiladas o en columnas que contiene un sustrato liviano

Alvarado et al., (2001) citado por López (2016) acotan que este sistema permite una alta producción de plantas por unidad de área, pero está restringido para plantas de porte pequeño que toleren estar colgadas y que tengan sistema radicular no muy extenso. Debido a que las plantas que crecen en un sistema de producción vertical deben estar bien iluminadas por la luz del sol, de lo contrario tendrían una menor tasa fotosintética, afectando el rendimiento de las plantas recomiendan, para lograr una buena iluminación que el distanciamiento entre filas sea de 1,0 m a 1,2 m y la separación entre columnas de 0,8 m a 1,0 m (aproximadamente una columna por metro cuadrado).

Rodriguez et al. (1999) citado por López (2016) afirma que con este sistema mantienen las mismas ventajas que los demás sistemas hidropónicos, y se suma la mayor densidad de plantas por unidad de superficie que se pueda lograr, y también se debe incluir como cosa adversa un alto costo inicial, cuando se trata de grandes producciones. Con respecto al sustrato a utilizar, este mantiene las mismas características que los utilizados en los demás sistemas.

Figura 5
Cultivos en mangas verticales



Fuente: Quirós (2011)

Muños y Mariño (2019) mencionan para el cultivo se debe tener en cuenta trabajar con el menos peso posible, ya sea de sus materiales de construcción, como de sus componentes (tierra, plantas y agua), teniendo en cuenta que lo que también se quiere lograr es que la apariencia arquitectónica sea agradable y que no genere problemas de limpieza, si no que por el contrario sea un ambiente limpio y agradable.

4.5. Materiales usados en sistema de verticales

Muños y Mariño (2019) “Los materiales que allí se usan, pvc, bolsas, botellas pet, entre otros, son tomados en cuenta al momento del diseño, ya que son materiales reciclables o por su bajo costo y su alta accesibilidad en el mercado son de gran utilidad para la construcción de este”.

4.5.1. Naturaleza y origen de plásticos

Colomo (2009) “Los plásticos son sustancias orgánicas de alto peso molecular, obtenidas ya sea sintéticamente o por transformación de sustancias naturales. Los plásticos se encuentran entre los materiales industriales de mayor crecimiento en la industria moderna. La amplia variedad y sus propiedades los hacen los más adaptables de todos los materiales en términos de aplicación.”

4.5.2. Propiedades de los plásticos

Colomo (2009) “Es importante entender las propiedades características de los plásticos, entre los cuales se encuentran el alto peso molecular, la baja densidad, alta resistencia a la corrosión y baja conductividad térmica y eléctrica, todo al contrario de los materiales metálicos, es por ello que su aplicación en la industria moderna es cada día más creciente. Las características antes mencionadas hacen posible su amplia aplicación y uso de tipo industrial, tal es así que en la actualidad existen plásticos con elevada resistencia al calor y a la tracción, con valores próximos a los aceros”.

Fotografía 1

Embase de tinner


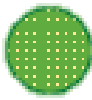
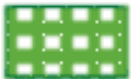



IPES (2008) menciona en términos generales el recipiente permite contener el sustrato con los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas, de igual forma permite mantener el oxígeno y proteger las raíces de la luz. Es aconsejable que los recipientes o contenedores sean oscuros y que sean seleccionados de acuerdo con el tamaño de crecimiento de las raíces del cultivo.

Existen varios tipos de recipientes que se puede emplear para la siembra de hortalizas o frutales, entre ellos cajones de madera, canecas (baldes), botellas y bolsas plásticas.

Tabla 2

Detalle de distribución de recipientes en un área de [4m] ^2

Convención	Cantidad y tipo de contenedor	N° de plantas sembradas por contenedor	N° de plantas totales por contenedor	Especies recomendadas a sembrar en el contenedor
	12 tubulares	12	144	Fresa, hierbabuena, menta, apio, lechuga espinaca, acelga, culantro o perejil.
	9 canecas	8	16	Brócoli, haba, calabaza, tallos, col tallo, repollo o ají.
	2 Camas	2	18	Cubios (mashwa), papa, papa criolla, maíz, quinua, cebolla, curubas, uchuva (aguaymanto), tomate o mora.
	56 botellas	1	56	Arveja, frijol, ajo, zanahoria, remolacha, rábano, cebolla, cabezona, caléndula, albahaca.

Fuente: IPES (2008)

4.6. Sustrato

4.6.1. *Sustrato sólido*

Barrios (2004) afirma que los sustratos sólidos son materiales sobre los cuales se desarrollan las raíces de las plantas y le sirven para su sostén. Los sustratos donde se desarrollan las raíces se pueden utilizar solos, pero es mejor mezclarlos para aprovechar las ventajas de la combinación.

Características de un buen sustrato

- Que las partículas que lo componen tengan un tamaño no inferior a 0.2 mm y no superiores a 7 mm.
- Que retengan una buena cantidad de humedad, pero que además faciliten la salida de los excesos de agua.
- Que no retengan humedad en su superficie.
- Que no se descompongan o degraden con facilidad.
- Preferiblemente que tengan coloraciones oscuras.
- Que no contengan elementos nutritivos.
- Que no contengan microorganismos perjudiciales a la salud de los seres humanos o de las plantas.
- Que no estén contaminados con residuos industriales o humanos.
- Que sean abundantes y fáciles de conseguir, transportar y manejar.
- Que sean de bajo costo.

Hormigón o arenas volcánicas, arena de río. En este caso se deben de lavar adecuadamente para eliminar residuos de arcillas que pueden contener en su superficie en las pequeñas cavidades de las mismas.

4.6.2. Arena

Universidad Nacional La Molina (s.f.). cita que es un material abundante y se usa la arena de río lavada por su menor contenido de sales. La principal característica es su porosidad, debido al mayor tamaño de sus partículas. Es un material inerte, no contiene coloides y tiene poca capacidad de retener agua. Se usa en mezcla o sola para enraizamiento de esquejes (plantas de interior, clavel, crisantemo, lluvia).

Urrestarazu (2003) citado por IPES (2008) considera que la arena posee una capacidad de retención de agua media a baja, ya que este sustrato tiende a secarse, tiene alta capacidad de aireación, poros más grandes y no se descompone, por lo cual su durabilidad es elevada. Su nivel de nutrientes es muy bajo. Considerando su bajo costo y sus características físicas es bastante frecuente su mezcla con turba o con otros sustratos ricos en materia orgánica, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores. Para su uso como sustrato se recomienda lavarla previamente.

4.7. Soluciones nutritivas

Rodríguez et al. (2004) Citado por Quispe (2019) detalla que la solución se hizo con el propósito de difundir la hidroponía con fines sociales, se eligieron para su preparación, fertilizantes que se pueden conseguir con facilidad en las diferentes provincias del Perú. En hidroponía es común la aplicación de dos soluciones concentradas, denominadas A y B.

Barrios (2004) denomina que es el conjunto de los elementos nutritivos requeridos por las plantas que se encuentran disueltos en agua. Para la preparación de la solución nutritiva es preferible utilizar fertilizantes denominados de calidad o grado de invernadero. Una calidad pobre del fertilizante contendrá siempre gran cantidad de impurezas (arcilla, arena y partículas de limo), las cuales pueden formar una capa sobre la zona radicular; dicha capa no solamente puede impedir alcanzar esta zona a algunos nutrientes, sino que también obstruirá o taponeará las líneas de alimentación de agua en sistemas hidropónicos automatizados.

- **Preparación de la solución nutritiva.** - Normalmente se propone en forma general para todos los casos la preparación de dos soluciones madre, la solución A en la cual se incluyen todos los macronutrientes y la solución B en la cual se incluyen los micronutrientes. Únicamente se necesita mezclar ambas soluciones en agua según lo que recomiende las etiquetas de los envases.
- **Calidad del agua para la solución nutritiva.** -El agua en hidroponía debe de ser potable de buena calidad y con bajos contenidos de cloro, el cual en concentraciones altas causa complicaciones en toxicidad a las plantas. Mediante el agua se proporciona a las plantas la solución nutritiva.

4.7.1. *Composición de las soluciones nutritivas*

Resh (1997) sostiene que los vegetales extraen del suelo los elementos a continuación:

Tabla 3
Composición de soluciones nutritivas

Categoría	Requerimiento	Elementos
Macronutrientes	Indispensables para la vida de los vegetales, son requeridos en distintas cantidades por las plantas	N-P-K
Mesonutrientes	Indispensables en cantidades intermedias	S-Ca-Mg
Micronutrientes	Indispensables en pequeñas cantidades	Fe-Cu-Zn-B-Mo
No indispensables	Útiles, pero no indispensables para su vida	Cl-Na-Si-I
Tóxicos	Tóxicos para el vegetal	Al

Fuente: Resh (1997)

4.7.2. Tipos de soluciones

Entre las más usuales se encuentran los fertilizantes comerciales, siendo la más comer, pero importante. Por medio de estudios de nutrición se puede entender la justificación de reactivos, en el precio, en especial porque no son sugeridos en hidroponía comercial y de huerto familiar. Existen algunos fertilizantes que pueden mejorar la nutrición, incluso con la facilidad en la solución y la reducción del precio (Sánchez & Escalante, 2001).

4.7.2.1. Nitrógeno

Sánchez y Escalante (2001) indican que el N se absorbe por las plantas como nitrato (NO_3^-) así como en amonio (NH_4^+), soluble en agua. En fase de hidroponía el nitrógeno brinda la base de nitratos, mientras que el amonio, mayoritariamente se

concentra como suplemente, ya que si es elevado es riesgoso para la planta, sus fuentes principales:

- **Nitrato de potasio:** Fuente rica en nitrógeno, difícil de conseguir en pequeñas cantidades, por lo cual se sugiere conseguirlo en cantidades por toneladas, puede brindar potasio.
- **Nitrato de calcio:** Se consigue como reactivo, es comercial a escala, brinda nitrato y calcio soluble, conservar en ambiente seco por ser higroscópico.
- **Nitrato de sodio:** O nitrato de Chile, buena fuente de N, pero pese al buen contenido en sales no contribuye a la alimentación del vegetal.
- **Nitrato de amonio:** constituido por iones y con nitrato de amonio, siendo el amonio elevado, no se recomienda el uso del nitrógeno como uso en solitario.
- **Sulfato de amonio:** Económico y con facilidad de conseguir. Brinda amonio necesario, acidifica y brinda azufre necesario.
- **Fosfato mono amónico (11-48-0) y fosfato di amónico (18 - 46 - 0):** Complemento del nitrógeno.
- **Urea:** Fuente del nitrógeno, fundamentalmente en la producción de forrajes en hidroponía (Sánchez & Escalante, 2001).

4.7.2.2. Fosforo

Sánchez y Escalante (2001) las plantas la absorben como $(PO_4)^{\equiv}$. Las fuentes principales están en:

- **Superfosfato de calcio simple:** Más utilizada, es económica y de fácil acceso este compuesto de Ca, P y otros elementos como impurezas, difíciles de disolver.
- **Superfosfato de calcio triple:** Con menos cantidad de Ca y otras impurezas, valores elevados de fósforo superfosfato, con costo elevado, con dificultad de disolver.
- **Fosfato de amonio y fósforo diamónico:** Su disolución es difícil brindando nitrógeno amoniacal.
- **Ácido fosfórico:** Es usado con frecuencia, corrige la acidez, es suplementario de fósforo, de uso para la regulación del PH, en vez de ácido sulfúrico.

4.7.2.3. Potasio

Las fuentes principales son:

- **Nitrato de potasio:** Brinda nitrógeno además de potasio.
- **Sulfato de potasio:** Brinda azufre y es económico.
- **Cloruro de potasio:** Altos niveles de cloro, siendo algunas veces tóxico para las plantas (Sánchez & Escalante, 2001).

4.7.2.4. Calcio

Las principales fuentes son:

- **Nitrato de calcio:** No se consigue mucho en el Perú.
- **Superfosfato (simple y triple):** Buena cantidad de calcio, pero de difícil dilución.

- **Sulfato de calcio (yeso):** Pese a su característica de difícil de dilución, es fácil de conseguir y barato.
- **Cloruro de calcio:** Niveles de cloro elevados, el uso se da con precaución (Sánchez & Escalante, 2001).

4.7.2.5. Azufre

Sánchez y Escalante (2001) indican que es absorbido como sulfato (SO_4) = como las plantas tienen un límite se cuenta la solución nutritiva, se quedan en los límites y las fuentes principales son:

- Sulfato de amonio
- Sulfato de potasio
- Superfosfato
- Sulfato de magnesio (sal de Epsom). Además de azufre proporciona magnesio.
- Sulfato de calcio (yeso)

4.7.2.6. Magnesio

Comprende dos fuentes de este elemento principalmente:

- **Sulfato de magnesio (sal de Epsom):** Base del magnesio, siendo económico y con accesibilidad.
- **Sulfato de magnesio (anhidro):** Con dificultad de encontrarlo en Perú. (Sánchez & Escalante, 2001).

4.7.2.7. Hierro

- **Sulfato ferroso:** La solución debe ser inferior a seis para disolver el pH, esta es una fuente menos costosa de hierro.
- **Cloruro férrico:** Tiene un precio elevado y es difícil de encontrar en el mercado.
- **Quelatos:** Brinda hierro asimilable por periodos más largos en comparación al sulfato ferroso y evitan la precipitación del fósforo; por otra parte, otras fuentes pueden ser las sales orgánicas solubles como el citrato ferroso y el tartrato ferroso (Sánchez & Escalante, 2001).

4.7.2.8. Manganeso

Este elemento es adicionado en la solución nutritiva como sulfato, cloruro o quelatos de manganeso (Sánchez & Escalante, 2001).

4.7.2.9. Boro

Es asimilado como borato (BO_3^-) y sus elementales fuentes son el ácido bórico y el bórax (tetraborato de sodio) (Sánchez & Escalante, 2001).

4.7.2.10. Cobre

Las fuentes elementales que lo contienen en su composición son: el sulfato y el cloruro de cobre (Sánchez & Escalante, 2001).

4.7.2.11. Zinc

Es adicionado como sulfato o cloruro de zinc en las soluciones nutritivas (Sánchez & Escalante, 2001).

4.7.2.12. Molibdeno

Se requiere en pequeñas cantidades, el cual se halla como impureza en otros fertilizantes, por ende, no requiere de otra fuente añadida (Sánchez & Escalante, 2001).

4.7.3. *Aplicación de soluciones nutritivas*

Elegir una técnica de nebulización es esencial para el desarrollo de la planta, se identifica la frecuencia en la aspersion, así como, la afectación en las propiedades físico-químico y la nutrición. La CE y el pH es el parámetro relevante de la solución nutritiva, se ha demostrado que la gota cambia los valores y reduce la biomasa (Lakhiar, y otros, 2019).

4.8. Biorreguladores

Por medio de la biotecnología se ha fabricado medicamentos que regule el crecimiento de las plantas imitando así las funciones de las fitohormonas. Hay diferentes tipos de reguladores para el crecimiento. Los compuestos químicos son capaces de controlar el desarrollo, se clasificaron en diez, los cuales estimulan el crecimiento, fotosíntesis y maduración (Hussain, Ahmed, Nazir, & Ullah, 2012).

Los reguladores permiten que se potencie los procesos de cultivo en los vegetales, por lo cual en los últimos años se han unificado con la biotecnología para tener técnicas con menos errores, con menos fitopatógenos microbianos, entomopatógenos, cambios ambientales, cambios en el medio de cultivo, entre otros (Alcantara, Acero, Alcántara, & Sánchez, 2019).

4.9. Bioestimulantes

García (2017) indica sobre los bioestimulantes los siguientes:

“Un bioestimulante es cualquier sustancia o microorganismo que, al aplicarse a las plantas, es capaz de mejorar la eficacia de estas en la absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés biótico o abiótico o mejorar alguna de sus características agronómicas, independientemente del contenido en nutrientes de la sustancia”.

4.9.1. *Tipos de Bioestimulantes*

García (2017), indica que los productos son nuevos y sus normas no se encuentran aún culminadas, aun así, existentes consensos entre los agentes para la clasificación de los bioestimulantes, de la siguiente manera:

- **Ácidos húmicos y fúlvicos.** Es el resultado de la descomposición de las plantas, animales y microorganismos, pero también de la actividad metabólica de los microorganismos del suelo que utilizan estos compuestos como sustrato.
- **Aminoácidos y mezclas de péptidos.** Se obtiene a partir de la hidrólisis química o enzimática de proteínas procedentes de productos agroindustriales tanto vegetales (residuos de cultivos) como animales (colágenos, tejidos epiteliales, etc.).
- **Extractos de algas y de plantas.** El uso de algas como fuente de materia orgánica y con fertilizante es muy antiguo en la agricultura, pero el efecto bioestimulante ha sido detectado muy recientemente. Esto ha disparado el uso comercial de extractos de algas o compuestos purificados como polisacáridos de laminaria, alginato y carragenanos.

- **Quitosan y otros biopolímeros.** El efecto fisiológico de los oligómeros de quitosano en plantas son el resultado de la capacidad de este compuesto policationico de unirse a una amplia variedad de compuestos celulares, incluyendo DNA y constituyentes de la membrana plasmática y de la pared celular.
- **Hongos benéficos.** Plantas y hongos han coevolucionado desde el origen de las plantas terrestres. Los hongos micorrizicos son un heterogéneo grupo de hongos que establecen simbiosis con el 90% de las plantas.
- **Bacterias beneficiosas.** Las bacterias interactúan con las plantas de todas las formas posibles: como en los hongos, esta interacción puede ir desde el parasitismo hasta el mutualismo, los nichos de las bacterias se extienden desde el suelo hasta el interior de las células vegetales, estas asociaciones pueden ser permanentes o temporales (algunas se transmiten vía semilla).
- **Compuestos inorgánicos.** Denominado también como elementos beneficiosos, a aquellos químicos que pueden promover el crecimiento de las plantas, pero no generalmente todas. Se encuentran el aluminio, cobalto, sodio, selenio, silicio formando sales y formas insolubles. Las consecuencias son beneficiosas, al reforzar las paredes celulares debido al silicio expresado en condiciones ambientales (García S. , 2017).

4.9.2. Aplicación de Bioestimulantes

De acuerdo a Rojas y Ramírez (1987), el mayor rendimiento por hectárea al aplicar el bioestimulante Biozyme en dosis de 0,75 l/ha, registraron diámetro y peso de las plantas más alto, lo que influenció en el incremento del rendimiento, corroborando que la

fórmula equilibrada de macro y micronutrientes más las tres principales hormonas vegetales que contiene este producto, ocasiona que las plantas sean inducidas a producir frutos más grande y de mejor calidad.

4.9.3. Acción de los bioestimulantes

Según Nuñez (1981) los bioestimulantes activa, sin ninguna alteración el proceso natural del metabolismo en las plantas, se dan en dos formas:

- a. Se encarga de engrandecer los niveles de prolina, brindando protección a las plantas contra las situaciones estresantes, por implicancias terminas plaga entre otros brindándoles grupos tónicos (-SH) a la planta.
- b. La expresión de beneficio se observa en:
 - ✓ Producción en la cosecha con mejoras en la calidad tanto de los frutos como otros aspectos de la planta.
 - ✓ La vegetación brinda mejor desarrollar, así como fuerza en el brote, y la masa radicular. (Nuñez, 1981)

4.9.4. Insumos

4.9.4.1. Fertilización Química: Nutrición Vegetal de Especialidad

4.9.4.1.1. Macronutrientes: solución A La Molina

Es una concentrada, para preparar solución nutritiva (hortalizas, frutales y ornamentales)

Contiene: nitrato de potasio, nitrato de amonio y superfosfato triple de calcio.

Fotografía 2

Solución A La Molina.



4.9.4.1.2. Micronutrientes: solución B La Molina

Es una solución concentrada, para preparar solución nutritiva (hortalizas, frutales y ornamentales)

Contiene: sulfato de magnesio y micronutrientes (hierro, boro, manganeso, cobre, zinc, molibdeno y cloro).

Fotografía 3

Solución B La Molina.



4.9.4.1.3. Humega

- Características

Contenido: Ácidos húmicos, fúlvicos, enzimas, aminoácidos, carbono, polifenoles, polisacáridos, entre otros microelementos.

Microorganismos benignos: Bacterias heterótrofas, anaeróbicas, levaduras, mohos, pseudomonas, actinomicetos y entre otros que ayudan a nutrir con nitrógeno el suelo.

- Funciones:

La Humega promueve la aireación del suelo, reduce las sales, regula el pH presente en el suelo, fija los nutrientes (Intercambio catiónico), ayuda en la germinación, mejora el enraizamiento, progreso de crecimiento y producción del cultivo. Provee y restaura el equilibrio y los microorganismos benéficos cambia la estructura del suelo ya que rompe los suelos compactados y une los suelos arenosos, reduce las pérdidas por lixiviación de los fertilizantes, incrementa la relación Carbono-Nitrógeno, estimula el crecimiento vegetal y transforma suelos infértiles en suelos aptos para la agricultura intensiva.

- Generalidades

- Acido húmico con moléculas de doble carga; extraídas biológicamente bajo un método patentado, disminuyendo el uso de fertilizantes y micronutrientes.
- Polímero de elevado peso molecular, que provee estructura al suelo y posee capacidad buffer, regulando el pH del suelo, en conjunto con la acción de los microorganismos.

- Contiene aminoácidos, enzimas y polifenoles; que ayudan a las plantas mitigar las condiciones desfavorables o situaciones de estrés.
- Estimulante natural de la hormona de crecimiento; principalmente auxinas
- Gran población microbiana benéfica; que proporciona actividad biofertilizante y bioprotectora, inhibiendo la proliferación de patógenos en el suelo.
- Estimula y vitaliza la germinación de las semillas, así como la formación del sistema radicular y tallos.
- Contiene hasta 5000 calorías por gramo, abasteciendo de energía a la planta para sus procesos metabólicos.
- Reduce las sales por acción de los microorganismos y al alto CIC de la molécula de Ácidos húmicos.
- Complejo Fúlvico Mineral que contiene 72 Macro y Micro minerales, que mitiga las deficiencias de algunos minerales en el cultivo.

- **Composición química**

Carbono del extracto Húmico Total (CEHT)	48.1 g/L
Carbono de ácidos Húmicos (CAH)	40.1 g/L
Carbono de ácidos Fúlvicos (CAF)	8.0 g/L
Sólidos insolubles	38.7 g/L
Sodio soluble en agua (Na)	6.12 g/L
pH (10%)	9.07
Densidad a 20 °C	1.09 g/cc

- **Aplicación en suelos para cultivos de:**

- Cítricos, Olivo, Vid, etc. desde 150 a 200 litros (L) por hectárea (ha).

- Horticulturas desde 100 a 150 L/ha.
- Ornamentales desde 100 a 150 L/ha.
- Pastos y forrajes desde 60 a 100 L/ha.
- En recuperación de suelos degradados desde 60 a 100 L/ha.

Fotografía 4
Bioestimulante humega



4.9.4.1.4. Greenzit 20 – 20 – 20

- Generalidades

Contenido: Nitrógeno, Fosforo, Potasio, aminoácidos, proteínas, carbohidratos, trazas de hormonas, microelementos quelatados, nutrientes orgánicos que vienen de algas marinas

Funciones: Las algas marinas presentes en el Greenzit 20-20-20 activa y promueve el desarrollo radicular de las plantas.

- **Recomendaciones**

Tabla 4
Indicaciones de la dosis.

CULTIVO	DOSIS			MOMENTOS DE APLICACION
	L/Ha	L/200L	mL/20L	
Alcachofa	2.0	1.0	100	- 1era. A los 15 días después de trasplante - 2da. Al inicio de la formación del capitulo
Cebolla y AJO	2.0	1.0	100	- 1era. A los 12 días después del trasplante. - 2da. Al inicio de la bulbificación.
Esparrago	2.0	1.0	100	- 1era. En el primer brotamiento. - 2da. Al inicio del segundo brotamiento. - 3ra. A los 25 días antes del chapodo
Hortaliza de hojas	2.0	1.0	100	- 1era. A partir de 3 hojas verdaderas, repetir cada 15 días hasta 15 días antes de la cosecha
Papa	2.0 – 4.0	1.0 – 2.0	100	- 1era. A los 12 días después del brotamiento. - 2da. Antes del aporque.

- **Composición química**

Tabla 5
Composición química.

FORMULACIÓN	% p/v	Aminograma	
Nitrógeno total (N)	20	Alanina	150 mg/L
Nitrógeno ureico	11.4	Valina	70 mg/L
Nitrógeno nítrico	4	Glicina	70 mg/L
Nitrógeno amoniacal	4	Isoleucina	40 mg/L
Fosforo (P205)	20	Leucina	72 mg/L
Potasio (K2o)	20	Prolina	92 mg/L
Magnesio (Mg)	1.500	Treonina	84 mg/L
Hierro (edta) (Fe)	0.146	Serina	140 mg/L
Zinc (edta) (Zn)	0.073	Metionina	25 mg/L
Cobre (edta) (Cu)	0.073	Hidroxiprolina	27 mg/L
Manganeso (edta) (Mn)	0.073	Fenilalanina	60 mg/L
Boro (Br)	0.029	Acido aspártico	31 mg/L
Cobalto (edta) (Co)	0.0012	Acido glutámico	35 mg/L
Molibdeno (Mo)	0.0012	Tirosina	60 mg/L
Extractos de algas	5.0	Ornitina	63 mg/L
Aminoácidos 1.147 g/L, proteínas 0.2 % carbohidratos 1.2 %, trazas de auxinas y citoquininas no cuantificadas		Lisina	80 mg/L
Ph	6.5 – 7.5	Arginina	48 mg/L
DENSIDAD	1.5 g/ml		

- **Ventajas de Greenzit 20 – 20 – 20**

- Estimula mayor masa radicular.
- Mayor tolerancia a nematodos.
- Mayor tolerancia a hongos que dañan las raíces.
- Mayor asimilación del agua y nutrientes del suelo.
- Ayuda a la recuperación de plantas dañadas por sequías, heladas y plagas.
- Guardar este producto en su envase original.

Fotografía 5

Bioestimulante greenzit



4.10. Contabilidad de costos

Reveles (2004) indica que la contabilidad de costos es un sistema de información empleado para predeterminar, registrar, acumular, distribuir, controlar, analizar, interpretar e informar de los costos de producción, distribución, administración y financiamiento. Área de la contabilidad que comprende la predeterminación,

acumulación, registro, distribución, información, análisis e interpretación de los costos de producción, de distribución y de administración.

Rojas (2007) menciona que la contabilidad de costos es un sistema de información, con el cual se determina el costo incurrido al realizar un proceso productivo y la forma como se genera éste en cada una de las actividades en las que se desarrolla la producción.

4.10.1. Costos

Rojas (2007) indica que el costo es la suma de las erogaciones en que incurre una persona para la adquisición de un bien o servicio, con la intención de que genere un ingreso en el futuro.

Hurtado (2003) "Los costos son los valores de recursos reales o financieros utilizados para la producción en un periodo dado".

Reveles (2004) menciona que el costo es una inversión recuperable, que representa un decremento de recursos, consumidos para la fabricación de un producto.

El gasto es una inversión no recuperable, ya que en esta existe un decremento en el activo o incremento del pasivo, que constituyen sus actividades normales encaminadas a la generación de ingresos.

Costo y gasto no son lo mismo; el costo es un recurso que es consumido para la fabricación de un producto, mientras el gasto es una erogación pendiente de aplicación al objetivo que los originó.

4.10.1.1. Clasificación de costos

García (2008) clasifica los costos de la siguiente manera:

4.10.1.1.1. La función en que se incurre:

- a) Costos de producción.** Son los que se generan en el proceso de transformar las materias primas en productos elaborados.
- b)** Son tres elementos los que integran el costo de producción: materia prima directa, mano de obra directa y cargos indirectos.
- c) Costos de distribución.** Son los que incurren en el área que se encarga de llevar los productos terminados, desde la empresa hasta el consumidor.
- d) Costos de administración.** Son los que se originan en el área administrativa, o sea, los relacionados con la dirección y manejo de las operaciones en general de la empresa.
- e) Costos financieros.** Son los que se originan por la obtención de recursos ajenos que la empresa necesita para su desenvolvimiento.

4.10.1.1.2. Identificación

a) Costos directos. Son los que se pueden identificar o cuantificar plenamente con los productos terminados o áreas específicas.

b) Costos indirectos. Son los que no se pueden identificar o cuantificar plenamente con los productos terminados o áreas específicas.

4.10.1.1.3. El periodo en que se lleva al estado de resultados.

- a) Costo del producto o costos inventariables.** Son los costos que están relacionados con la función de producción, y se incorporan a los inventarios

de materia prima, producción en proceso y artículos terminados, y se reflejan como activo dentro del balance general. Los costos del producto se llevan al estado de resultados, cuando y en la medida en que los productos elaborados se venden, afectando el costo de artículos vendidos (costo de producción de lo vendido).

- b) Costos del periodo o costos no inventariables.** Son los que se identifican en intervalos de tiempo, y no con los productos elaborados. Se relacionan con las funciones de distribución y administración y se conducen al estado de resultados en el periodo en el cual se incurren.

4.10.1.1.4. Comportamiento respecto al volumen de producción o venta de artículos terminados.

- a) Costos fijos.** Son los que permanecen constantes en su magnitud dentro de un periodo determinado, y que no tienen nada que ver con los volúmenes de producción o venta.
- b) Costos variables.** Son los que, cuya magnitud, cambian en razón directa al volumen de las operaciones realizadas.
- c) Costos semifijos, semivARIABLES o mixtos.** Son aquellos costos que tienen elementos tanto fijos como variables.

4.10.1.1.5. El momento en que se determinan los costos.

- a) Costos históricos.** Son los costos que se determinan con posterioridad a la conclusión del periodo de producción, esto es que se producen antes y se determinan después.

b) Costos predeterminados. Son los determinados con anterioridad al periodo de costos o durante el transcurso del mismo.

4.10.2. Gasto

Chiliquinga y Vallejos (2017) manifiestan que son valores que se utilizan para cumplir con las funciones de administrar, vender y financiar (Costo de distribución).

a) Gastos de administración. Son aquellos egresos incurridos en actividades de planificación, organización, dirección, control y evaluación de la empresa.

b) Gastos de ventas. Son desembolsos producidos por la ejecución de la función de ventas.

c) Gastos financieros. Llamadas también cargas financieras. Son pagos (intereses y comisiones) que se realizan a instituciones bancarias y financieras.

4.10.3. Producto

Hurtado (2003) “El producto es el resultado o salida que se alcanza directamente mediante la administración de los insumos del proyecto y constituye el fruto de las actividades ejecutadas por los actores del proyecto. Los insumos (entradas o recursos) son los elementos que se deben proveer para que con ellos se puedan ejecutar las actividades y obtener el producto deseado.”

4.10.4. Costo de producción

Chiliquinga y Vallejos (2017) consideran que son aquellos costos que se aplican con el propósito de transformar de forma o de fondo la materia prima en productos

terminados o semielaborados utilizando fuerza de trabajo, maquinaria, equipos y otros. Está compuesto por la combinación de tres elementos, que son:

- a. Materia prima directa (MD).** Constituye el insumo esencial sometido a procesos de transformación de forma o de fondo con el fin de obtener un producto terminado o semielaborado. Se caracteriza por ser fácilmente identificable y cuantificable en el producto elaborado. Ejemplos: Tela, hierro, madera, etc.
- b. Mano de obra directa (MOD).** Es la fuerza de trabajo que interviene de manera directa en la transformación de la materia prima en productos terminados, ya sea que intervenga manualmente o accionando maquinas.
- c. Gastos generales de fabricación (GGF).** Identificados también como carga fabril y considera aquellos egresos realizados con el propósito de beneficiar al conjunto de los diferentes artículos que se fabrican. No se identifican con un solo producto o proceso productivo.

4.10.5. Rentabilidad

Citando a Mafra et al. (2016), quien señala que el termino se refiere al conjunto de desempeño realizado por una empresa para la toma de decisiones sobre la financiación. Según Hernández y Ríos (2013) se presenta como variable externa, siendo consecuencia en la estructura financiera, mezclando la deuda y capital que es del financiamiento. Es trascendental en una empresa porque evalúa la gestión para transformar la venta en ganancia, según Handley et al. (2018) su uso ayuda a desarrollar proyecciones.

4.10.5.1. Valor Actual Neto (VAN)

Mete (2014) sostiene que son los valores actuales de efectivo, con diferencias entre los ingresos y los egresos periódicos. La tasa de expectativa es el descuento exigido por el proyecto permitiendo la recuperación de la inversión, cubriendo costos y obteniendo mas beneficios. Se calcula con lo siguiente:

$$VAN = \left[\sum_{t=1}^n FE(t) * (1+i)^{(0-t)} \right] + I(0)$$

Donde:

VAN= Valor Actual Neto

FE (t)= Flujo de efectivo neto del periodo t

i= Tasa de expectativa o alternativa/oportunidad

n=número de periodos de vida útil del proyecto

I(0)= Inversión inicial (neta de ingresos y otros egresos)

4.10.5.2. Tasa Interna de Rendimiento/retorno

Mete (2014) indica que es un criterio de decisión sobre las inversiones y financiamiento. Son los descuentos igualando a los ingresos y los egresos. Es la tasa de interés que, utilizada en el cálculo del Valor Actual Neto, hace que este sea igual a 0.

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{FE}{(1+TIR)^t} = VAN = 0$$

Donde:

TIR: Tasa Interna de Rendimiento/Retorno

VAN: Valor Actual Neto

FE (t): Flujo de efectivo neto del periodo t

n: Número de periodos de vida útil del proyecto.

4.11. Antecedentes

Choque (2017) en cusco, en un estudio de comparativo de cinco dosis de soluciones nutritivas en la producción de dos variedades de lechuga (***Lactuca sativa L.***) mediante sistema hidropónico de raíz flotante, destaco con la dosis 7ml A+4mlB la variedad White Boston con un rendimiento en peso fresco de la parte comestible 177.00 g/planta; frente a la dosis 0mlA+0mlB la variedad Waldmanns Green con un rendimiento 50.33 g/planta.

Garate (2016) en cusco, en un estudio de efecto de 03 clases de soluciones nutritivas en la producción hidropónica de 04 variedades de lechuga (***Lactuca sativa L.***), destaco con la dosis de solución diluida NPK (macro) y B (micro) la variedad roja con un rendimiento en peso fresco de la parte comestible 200.86 g/planta como primer lugar; de intermedio con la dosis de solución A (macro) y B (micro) con variedad mantecosa con un rendimiento 125.32 g/planta y frente a la dosis de solución A (macro) y Biol (micro) con la variedad crespa con un rendimiento 56.28 g/planta como último lugar.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Ubicación temporal

La presente investigación se llevó a cabo desde 26 de junio del 2019 (almacigado) a 28 de setiembre del 2019 (cosecha).

5.2. Tipo de investigación

Experimental – Descriptivo.

5.3. Ubicación espacial

El campo de investigación fue ubicado en el terreno de APV. Acrópolis C-8 San Jerónimo – Cusco.

Figura 6
Mapa de la Asociación Altiva Canas



Fuente: Google Earth (2022)

5.3.1. Ubicación política

Región	: Cusco
Provincia	: Cusco
Distrito	: San Jerónimo
Lugar	: Acrópolis C-8

5.3.2. Ubicación geográfica

Latitud Sur	: 13°33'58,6"
Longitud Oeste	: 71°53'59.1"
Altitud	: 3640 msnm

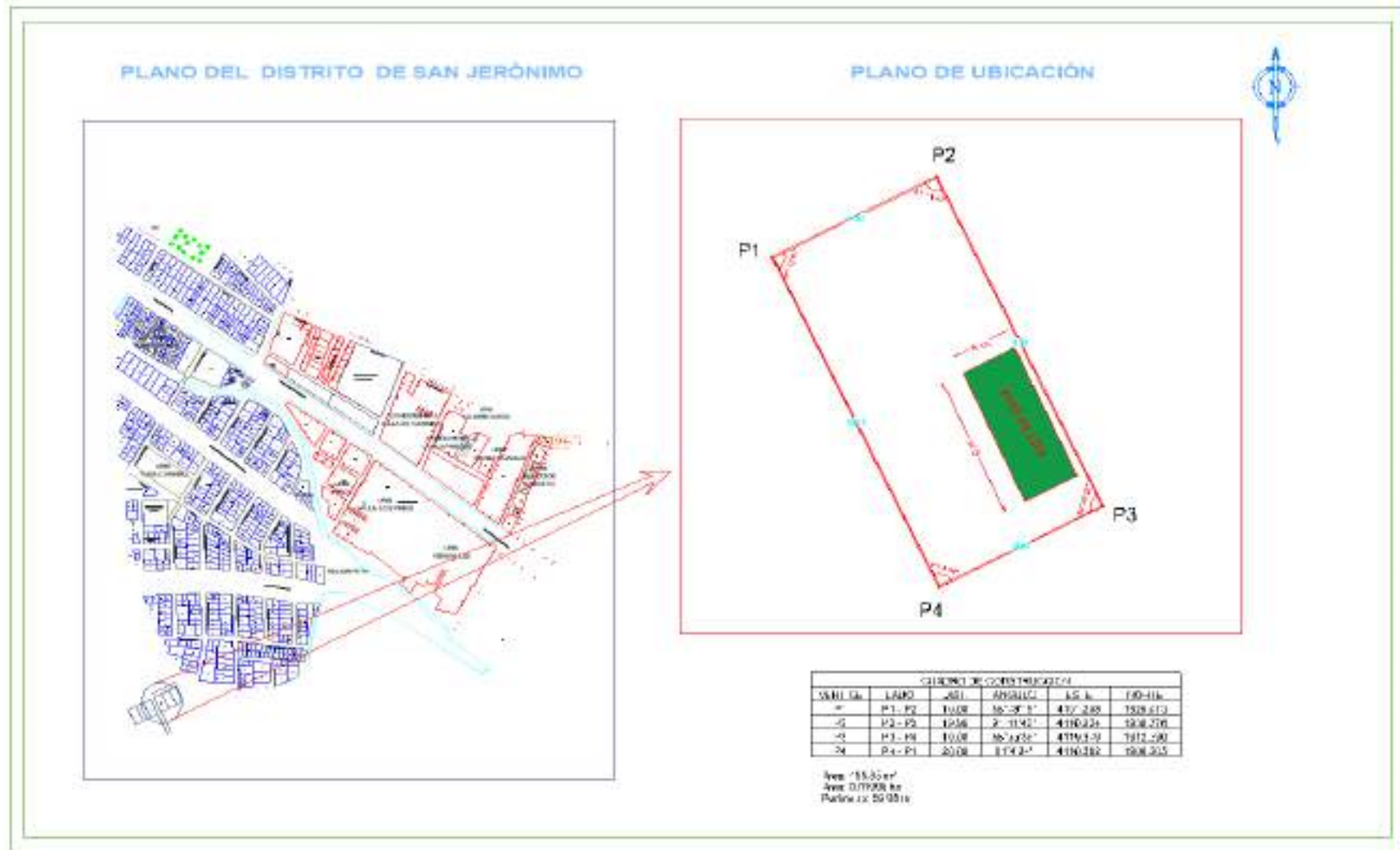
5.3.3. Ubicación hidrográfica

Cuenca	: Vilcanota
Sub-cuenca	: Huatanay
Microcuenca	: Pumayuc Huayco

5.3.4. Zona de vida

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida, Se encuentra en la zona de vida natural Bosque Húmedo Montano Sub Tropical (bh-MS) y según la escala climática de Thornthwaite el centro agronómico K'ayra pertenece el clima seco semiárido.

Figura 7
Ubicación de la Asociación de Altiva Canas-San Jerónimo



5.4. Materiales, equipos y herramientas

5.4.1. Material biológico

- Semilla de lechuga variedad White Boston

5.4.2. *Material de insumo*

Soluciones nutritivas

- Solución A la molina
- Solución B la molina

Bioestimulantes

- Humega
- Greenzit 20-20-20

5.4.3. *Materiales de campo*

- Fierro
- Pernos de acero
- Plástico agrofilm
- Malla raschel
- Listones 2x2"
- Chupones de goteo
- Manguera negra clase 10
- Microtubo negro para riego
- Pernos de madera
- Envases de tinner
- Maceteros de plástico

- Sustrato (arena lavada del río)
- Etiquetas.

5.4.4. Equipos

- Cámara fotográfica.
- Balanza de precisión en g.
- Termómetro de ambiente.

5.4.5. Herramientas

- Pico.
- Regla milimetrada (vernier).
- Cinta métrica.

5.5. Metodología

5.5.1. Diseño experimental

La distribución de los tratamientos se realizó a través del Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 3A x 3B, que consistió en 9 tratamientos, 4 repeticiones y 36 unidades experimentales, los cuales fueron procesados empleando la progresión estadística Excel. Es así que el modelo se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Y_{IJ} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

i=Tratamientos (1,2,3,4,5,6,7,8,9)

j= Repeticiones (1,2,3,4)

Y_{ij} = Observación en la unidad experimental

μ = Parámetro, efecto medio

τ₁ = Parámetro, efecto de la solución A

τ_2 = Parámetro, efecto de la solución B

τ_3 = Parámetro, efecto del bioestimulante

β_j = Parámetro, efecto del bloque j

ε_{ij} = valor aleatorio, error experimental de la unidad experimento. (i, j)

5.6. Factores de estudio

✓ Factor A Dosis de soluciones nutritivas

D1: 5 ml Solución A + 2 ml Solución B/ litro de agua

D2: 10 ml Solución A + 4 ml Solución B/ litro de agua

D0: Sin soluciones nutritivas

✓ Factor B Dosis de bioestimulantes

B1: 2 ml Humega / litro de agua

B2: 5 ml Greenzit/ litro de agua

B0: Sin bioestimulantes

5.7. Variables e indicadores

✓ Rendimiento

- Peso de cogollo g/ planta
- Peso fresco de raíz g/planta

✓ Comportamiento agronómico

- Altura de planta, en cm.
- Diámetro del cogollo, en cm.
- Longitud de raíz, en cm.

5.8. Combinación de los tratamientos

Tabla 6

Combinación de los tratamientos.

TRATAMIENTOS			Descripción
N° Trat.	Clave	Combinación	
1	T1	D1 x B1	5 ml A + 2 ml B/ Lt agua X 2 ml Humega/ Lt agua
2	T2	D1 x B2	5 ml A + 2 ml B/ Lt agua X 5 ml Greenzit/ Lt agua
3	T3	D1 x B0	5 ml A + 2 ml B/ Lt agua X sin bioestimulante
4	T4	D2 x B1	10 ml A + 4 ml B/ Lt agua X 2 ml Humega / Lt agua
5	T5	D2 x B2	10 ml A + 4 ml B/ Lt agua X 5 ml Greenzit/ Lt agua
6	T6	D2 x B0	10 ml A + 4 ml B/ Lt agua X sin bioestimulante
7	T7	D0 x B1	Sin solución nutritiva X 2 ml Humega / Lt agua
8	T8	D0 x B2	Sin solución nutritiva X 5 ml Greenzit/ Lt agua
9	T9	D0 x B0	Sin solución nutritiva X sin bioestimulante (testigo)

5.9. Análisis de laboratorio

La muestra obtenida de la A.P.V Altiva Canas, arrojo que el tipo de suelo es arenoso, el cual fue utilizado como sustrato para el cultivo, conteniendo los siguientes componentes, tal como muestra la tabla 10:

Tabla 7

Análisis de fertilidad de suelo

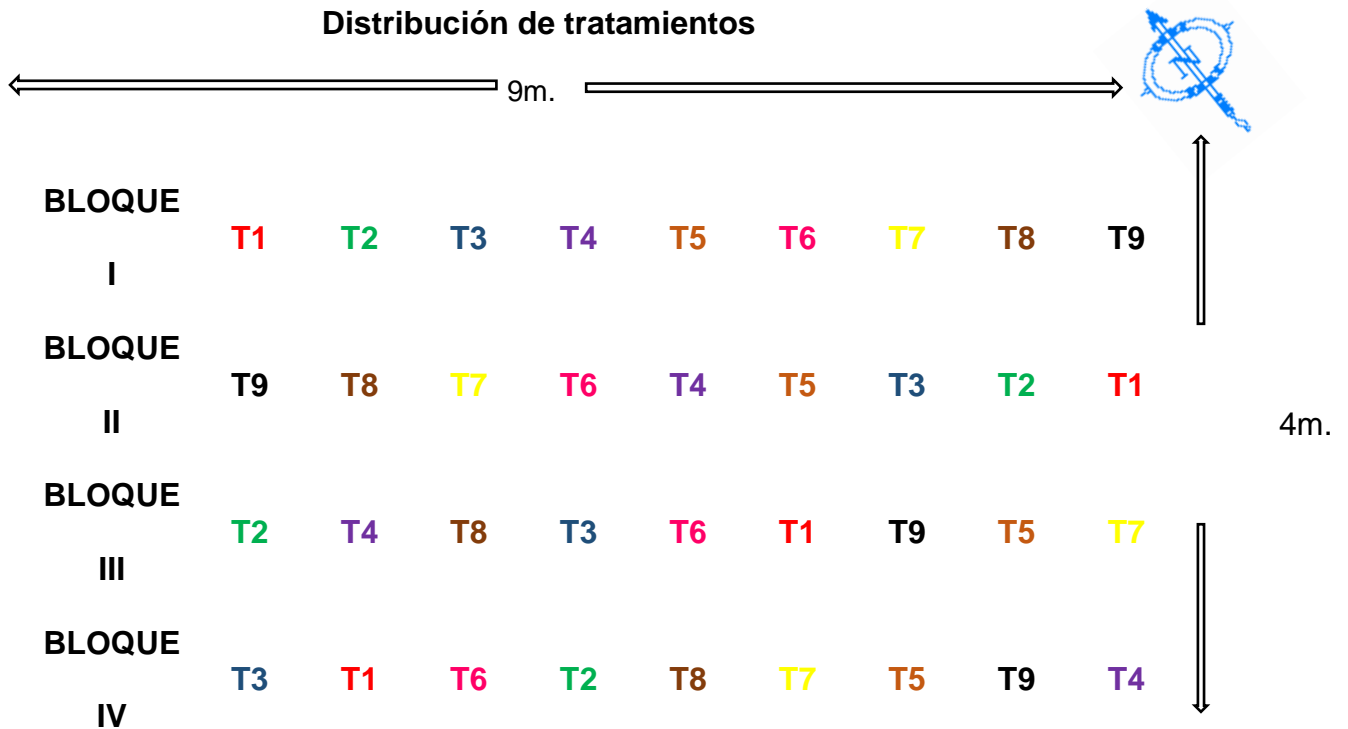
Mmhos/cm	pH	% CaCO ₃	% M. O	% N. Total	ppm P ₂ O ₅	ppm K ₂ O
0.10	7.30	-	0.92	0.05	4.2	15

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos del Centro de Investigación en Suelos y Abonos-CISA (2019)

Tabla 8
Análisis mecánico de suelo

% Arena	% Limo	% Arcilla	Clase textural
93	4	3	Arenoso

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos del Centro de Investigación en Suelos y Abonos-CISA (2019)



5.10. Características del campo experimental

Fitotoldo:

Dimensiones del campo experimental

Largo : 9 m

Ancho : 4 m

Alto : 2.5 m

Área total : 36 m²

Bloques:

Dimensiones de los bloques

Número de bloques : 4

Largo : 7.15 m

Ancho : 0.35 m

Área total de los bloques : 2.45 m²

Altura :1.65 m

Parcelas:

Número total de parcelas :36

Número de parcelas por bloque : 9

Largo : 0.35 m

Ancho : 0.35 m

Altura : 1.65

Área : 0.1225 m²

Calles:

Número de calles :5

Largo de calles :8 m

Ancho :0.5 m

Área de las calles :4 m²

Número de plantas y densidad de plantación

Número total de plantas / experimento : 576

Número de plantas /tratamiento : 16

Número de plantas /bloque : 144

Distancia / columnas : 0.50 m

Densidad de trasplante:

Distancia entre plantas :0.40

Distancia de plantas en cada columna :0.36

5.11. Conducción del experimento

Durante el experimento se llevó a cabo las siguientes labores:

5.11.1. Construcción del fitotoldo

A fin de contar con un ambiente adecuado para la conducción de lechuga en una técnica de cultivo vertical, se construyó un fitotoldo de metal techado con malla raschel y alrededor con plástico agrofilm, sujetado con pernos y cintas de madera. Así mismo una puerta y una ventana, para el ingreso y ventilación, respectivamente.

Fotografía 6

Construcción del fitotoldo.



5.11.2. *Instalación de cultivo vertical*

Para la instalación de cultivo vertical se debe tomar en cuenta, la orientación del fitotoldo para la entrada de la radiación solar y ventilación, sabiendo que el cultivo necesita mayores horas de luz solar debido a que su periodo vegetativo es corto, también se tomó en cuenta la distancia entre columnas y filas que fueron 0.50 m.

en ese sentido se siguieron los siguientes pasos:

- Se empernó los chupones de goteo con pernos a trozos de madera.
- Se empernó a los listones de madera junto con los envases.
- Se instaló listones de madera al hoyo que se realizó con pico para el soporte de envases.
- Al final de cada columna se fijó con cintas de madera para evitar la inclinación de las columnas.
- Se instaló el riego por goteo en una técnica de cultivo vertical con mangueras y microtubos.
- Se realizó el llenado de arena a los envases.

Fotografía 7

Instalación de sistema vertical



5.11.3. Almacigado

Se preparó el almacigo de lechuga el 26 de junio de 2019. Para tal fin se preparó un suelo a base de suelo agrícola zarandeado mezclado con arena y compost, donde se sembró las semillas para obtener plántulas con altura promedio de 5 a 7 cm.

Fotografía 8

Almacigo de lechuga



5.11.4. Trasplante

Se trasplantó el 26 de julio 2019 a los 30 días de la siembra en almacigo, cuando las plántulas de lechuga tenían de 5 a 7 cm de altura, se retiró las plantillas con mucho cuidado luego se procedió hacer hueco con ayuda de una pala jardinera de mano en cada envase llenado con arena ya colocado en el hueco se apretó con los dedos suavemente en la parte del cuello de la planta y previamente se realizó el riego.

Fotografía 9

Plántulas de lechuga en cultivo vertical después del trasplante



5.11.5. Aplicación de nutrientes

5.11.5.1. Frecuencia de aplicación de la solución nutritiva

La aplicación de solución nutritiva y bioestimulante se realizó de 7:00 am a 8:00 am, es así que la aplicación fue de siete veces durante el experimento en una dosis de 6.4 lt de agua para un tratamiento de 64 plantas, distribuidos a 100 ml por planta; la aplicación se efectuó al sustrato mas no al follaje; la primera aplicación se realizó a los 14 días después del trasplante con un previo riego, las posteriores aplicaciones se realizó cada 7 días y hasta 15 días antes de la cosecha a la madurez comercial de la lechuga.

La aplicación se realizó en las fechas indicadas:

Primera aplicación: 08 de agosto del 2019

Segunda aplicación: 14 de agosto del 2019

Tercera aplicación: 20 de agosto del 2019

Cuarta aplicación: 26 de agosto del 2019

Quinta aplicación: 02 de setiembre del 2019

Sexta aplicación: 08 de setiembre del 2019

Séptima aplicación: 14 de setiembre del 2019

Fotografía 10
Soluciones nutritivas y bioestimulantes.



5.12. Evaluación de variables

Las evaluaciones fueron realizadas considerando todas las plantas existentes en cada tratamiento y todos ellos al estado de madurez comercial. Se cosecharon todas las plantas existentes en cada vertical o tratamiento, luego se tomaron los promedios según las unidades de medida correspondientes.

5.12.1. Rendimiento

- **Peso de cogollo g/ planta**

Para el peso de cogollo se utilizó un cuchillo para cortar el cogollo de la raíz, seguidamente se utilizó una balanza de precisión para conocer su peso en gramos.

Fotografía 11

Peso fresco del cogollo de la lechuga con la ayuda de una balanza de precisión.



- **Peso fresco de raíz g/ planta**

Para el peso fresco de raíz se utilizó un cuchillo para cortar la raíz del cogollo, seguidamente se utilizó una balanza de precisión para conocer su peso en gramos.

Fotografía 12

Peso fresco de raíz de la lechuga con la ayuda de una balanza de precisión.



5.12.2. *Comportamiento agronómico*

- **Altura de planta, en cm.**

Se midió la altura de planta con ayuda de una regla milimetrada desde el cuello de raíz y por encima de la superficie del sustrato arena, hasta la parte final y vertical de la parte de lechuga en centímetros.

Fotografía 13

Obteniendo la medida vertical de la planta.



- **Diámetro de cogollo, en cm.**

Para el diámetro de cogollo se utilizó un vernier digital se midió el ancho de la parte superior del cogollo en centímetros.

Fotografía 14

Medición de diámetro de cogollo con la ayuda de vernier digital.



- **Longitud de raíz, en cm.**

Se midió desde el cuello de la raíz hasta la profundidad máxima de la misma con ayuda de una regla milimetrada en centímetros.

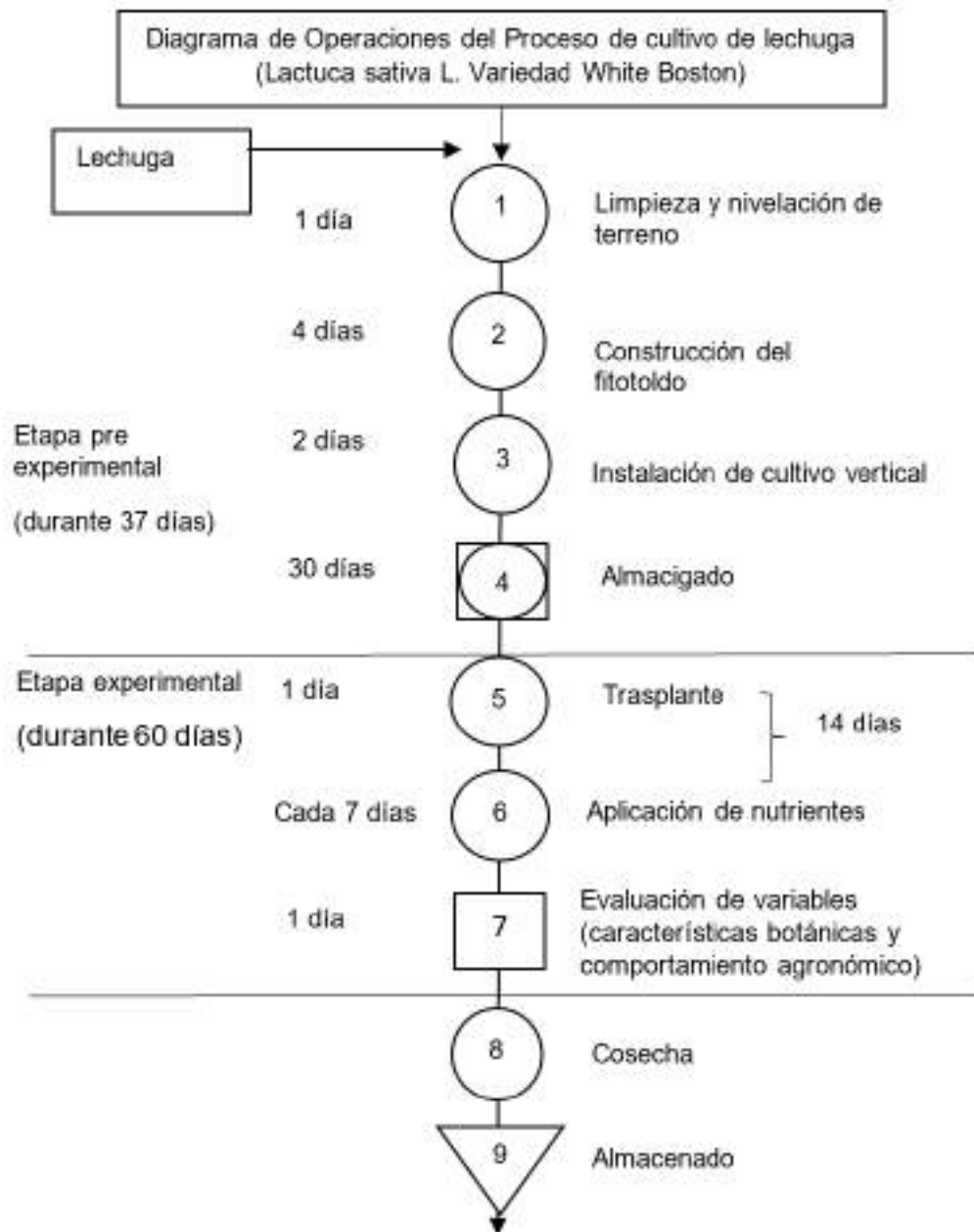
Fotografía 15

Obteniendo la medida de longitud de la raíz



Figura 8

Diagrama de actividades para el cultivo de lechuga



VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Resultados de la evaluación del peso de cogollo

Posterior a los cálculos realizados, se obtuvieron los resultados que responden a los objetivos propuestos en la presente investigación, siendo los siguientes:

De acuerdo a la tabla referida, se obtuvo el promedio de los pesos según el tratamiento aplicado conforme a cada bloque, con el fin de determinar las diferencias entre tratamientos respecto al peso de cogollo (g/planta).

Tabla 9
Peso de cogollo (g/planta).

Soluc. Nutri. Bioesti. Bloques	5ml A + 2ml B/litro de agua			10ml A + 4ml B/litro de agua			Sin soluciones nutritivas			Total
	2ml Humega/l. de agua	5ml Greenzi t/l. de agua	Sin bioestimul ante	2ml Humega/l. de agua	5ml Greenzi t/l. de agua	Sin bioestimul ante	2ml Humega/l. de agua	5ml Greenzit/l. de agua	Sin bioesti mulante	
I	106.58	114.44	110.50	110.86	124.80	112.31	113.43	122.32	109.08	1024.32
II	107.92	115.94	110.36	109.84	123.29	113.58	114.00	121.07	108.74	1024.74
III	108.57	116.47	108.73	108.75	123.19	110.56	111.00	123.29	108.54	1019.10
IV	106.14	116.90	109.98	109.92	123.76	112.80	110.14	122.60	108.62	1020.86
Suma	429.21	463.75	439.57	439.37	495.04	449.25	448.57	489.28	434.98	4089.02
Promedio	107.30	115.94	109.89	109.84	123.76	112.31	112.14	122.32	108.75	113.58
Dosis	5ml A + 2ml B/litro de agua			10ml A + 4ml B/litro de agua			Sin soluciones nutritivas			
Soluc. Nutrt.	Suma =	1332.53		Suma =	1383.66		Suma =	1372.83		4089.02
	Promedio =	111.04		Promedio =	115.31		Promedio =	114.40		113.58
Dosis	2ml Humega/l. de agua			5ml Greenzit/l. de agua			Sin bioestimula nte			
Bioestimul.	Suma =	1317.15		Suma =	1448.07		Suma =	1323.80		4089.02
	Promedio =	109.76		Promedio =	120.67		Promedio =	110.32		113.58
							=			

6.1.1. Análisis ANVA para peso de cogollo

Tabla 10
ANVA para peso de cogollo (g/planta).

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	2.4822	0.8274	0.6911	3.01000	4.72000	NS. NS.
Tratamientos	8	1118.4057	139.8007	116.7804	2.36000	3.36000	**
Dosis Sol. Nutrit. (Ds)	2	120.9904	60.4952	50.5338	3.40000	5.61000	**
Dosis Bioestim. (Db)	2	906.3139	453.1570	378.5379	3.40000	5.61000	**
Interacción Ds * Db	4	91.1013	22.7753	19.0250	2.78000	4.22000	**
Error	24	28.7310	1.1971				
Total	35	1149.6189	CV =	0.96%			

De acuerdo a la tabla 10, se observa que no existen diferencias estadísticas entre los bloques para el peso del cogollo, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea; en tanto el coeficiente de variabilidad es de 0.96% indica que los datos analizados expresan confiabilidad en los resultados, mostrando de esta manera diferencias altamente significativas entre la interacción de los tratamientos, con la aplicación de dosis de soluciones nutritivas y bioestimulantes.

6.1.2. Prueba Tukey de tratamientos para el peso de cogollo.

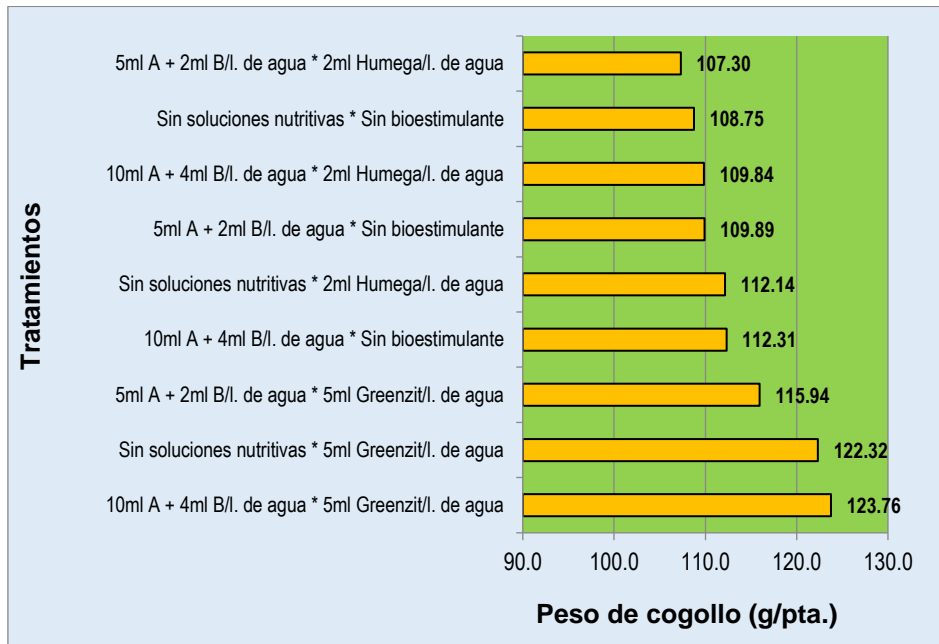
Tabla 11
Prueba Tukey de tratamientos para el peso de cogollo (g/planta).

ALS (5%) = 2.63

ALS (1%) = 3.18

Orden de Mérito	Tratamientos	Peso de cogollo (g/planta)	Significación	
			5%	1%
I	10ml A + 4ml B/l. de agua * 5ml Greenzit/l. de agua	123.76	a	a
II	Sin soluciones nutritivas * 5ml Greenzit/l. de agua	122.32	a	a
III	5ml A + 2ml B/l. de agua * 5ml Greenzit/l. de agua	115.94	b	b
IV	10ml A + 4ml B/l. de agua * Sin bioestimulante	112.31	c	c
V	Sin soluciones nutritivas * 2ml Humega/l. de agua	112.14	c	c
VI	5ml A + 2ml B/l. de agua * Sin bioestimulante	109.89	c d	c d
VII	10ml A + 4ml B/l. de agua * 2ml Humega/l. de agua	109.84	c d	c d
VIII	Sin soluciones nutritivas * Sin bioestimulante	108.75	d	d
IX	5ml A + 2ml B/l. de agua * 2ml Humega/l. de agua	107.30	d	d

Figura 9
Peso de cogollo (g/planta) para tratamientos.



Según la tabla 11 y figura 10, indica que el peso promedio de cogollo con el tratamiento T5 (10 ml A +4 ml B solución nutritiva*5 ml Greenzit), y el tratamiento T8 (sin solución nutritiva*5 ml Greenzit), alcanzaron 123.76 y 122.32 g/planta, respectivamente; los cuales son superiores en comparación a los otros tratamientos; siendo inferiores el T9 (sin solución nutritiva*sin bioestimulante) y el T1 (5 ml A + 2 ml B solución nutritiva *2 ml Humega) con 108.75 g/planta y 107.30 g/planta, correspondientemente; mostrando de esta manera que el T5 obtuvo una mejor mezcla.

6.1.3. Prueba Tukey de Dosis solución nutritiva para el peso de cogollo

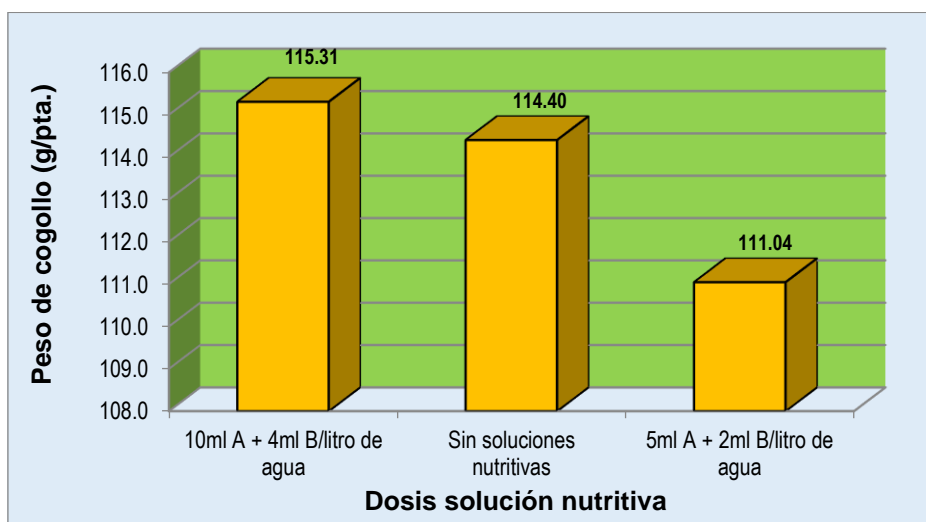
Tabla 12
Prueba Tukey de Dosis solución nutritiva para el peso de cogollo (g/planta).

ALS (5%) = 1.11

ALS (1%) = 1.44

Orden de Mérito	Dosis solución nutritiva	Peso de cogollo (g/planta)	Significación	
			5%	1%
I	10ml A + 4ml B/litro de agua	115.31	a	a
II	Sin soluciones nutritivas	114.40	a	a
III	5ml A + 2ml B/litro de agua	111.04	b	b

Figura 10
Peso de cogollo (g/planta) para Dosis solución nutritiva.



La tabla 12 y figura 11, muestra que el promedio del peso del cogollo al aplicar dosis de solución nutritiva de 10 ml A + 4 ml B y sin solución nutritiva fueron de 115.31 y 114.40 g/planta, respectivamente; siendo superiores a los pesos con solución nutritiva de 5 ml A + 2 ml B que alcanzaron 111.04 g/planta; esta superioridad se debe a la alta concentración de solución nutritiva A y B que influyo en el peso de cogollo de la lechuga.

6.1.4. Prueba Tukey de Dosis bioestimulantes para el peso de cogollo

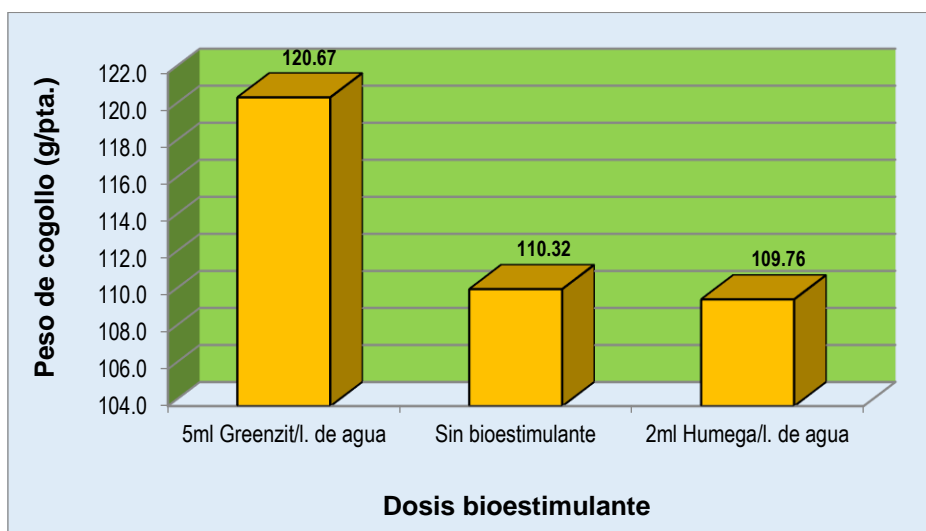
Tabla 13
Prueba Tukey de Dosis bioestimulantes para el peso de cogollo (g/planta).

ALS (5%) = 1.11

ALS (1%) = 1.44

Orden de Mérito	Dosis bioestimulante	Peso de cogollo (g/planta)	Significación	
			5%	1%
I	5ml Greenzit/l. de agua	120.67	a	a
II	Sin bioestimulante	110.32	b	b
III	2ml Humega/l. de agua	109.76	b	b

Figura 11
Peso de cogollo (g/planta) para Dosis bioestimulante



La tabla 13 y figura 12, muestra que el promedio del peso del cogollo al aplicar dosis de bioestimulante con 5 ml Greenzit fue de 120.67 g/planta, siendo superior a los pesos sin bioestimulantes y 2 ml Humega que alcanzaron 110.32 g/planta y 109.76 g/planta, respectivamente; esta superioridad se debe al bioestimulante Greenzit que influyo en el peso de cogollo de la lechuga.

6.1.5. Análisis de interacciones para peso de cogollo

Tabla 14
*Ordenamiento interacción solución nutritiva * bioestimulantes para el peso de cogollo (g/planta).*

Dosis soluc. nutrit. Dosis bioestimulante		5ml A + 2ml B/litro de agua	10ml A + 4ml B/litro de agua	Sin soluciones nutritivas	Total
2ml Humega/l. de agua	Suma	429.21	439.37	448.57	1,317.15
	Prom.	107.30	109.84	112.14	
5ml Greenzit/l. de agua	Suma	463.75	495.04	489.28	1,448.07
	Prom.	115.94	123.76	122.32	
Sin bioestimulante	Suma	439.57	449.25	434.98	1,323.80
	Prom.	109.89	112.31	108.75	
		1,332.53	1,383.66	1,372.83	4,089.02

Tabla 15

*ANVA auxiliar interacción solución nutritiva * bioestimulantes para el peso de cogollo (g/planta)*

F. de V.	G.L.	S. C.	C. M.	Fc.	Ft.		Grado de Signif.
					5%	1%	
2ml Humega/l * Soluc.	02	46.8896	23.4448	19.5843	3.4000	5.6100	**
5ml Greenzit/l * Soluc.	02	138.6686	69.3343	57.9174	3.4000	5.6100	**
Sin bioestim. * Soluc.	02	26.5336	13.2668	11.0822	3.4000	5.6100	**
Error	24	28.7310	1.1971				

Según la tabla 15, la interacción solución nutritiva con bioestimulante, indica que existe diferencias significativas ($F_c > F_t$) entre la interacción de tratamiento con dosis des 2ml Humega*solución nutritiva, 5 ml Greenzit*solución nutritiva y sin bioestimulante*solución nutritiva.

Tabla 16

Prueba Tukey 2 ml Humega/l. de agua en Dosis solución nutritiva para peso de cogollo (g/planta).

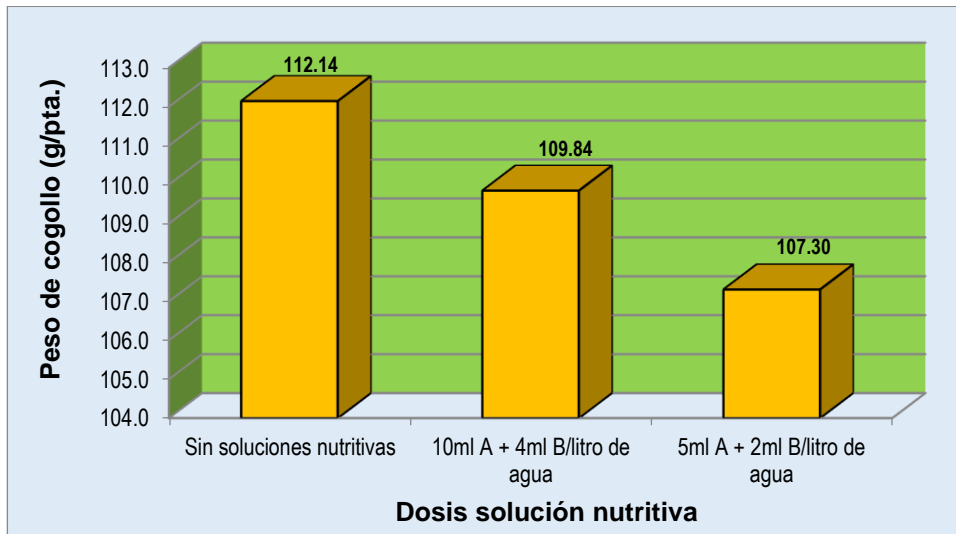
ALS (5%) = 1.93

ALS (1%) = 2.49

Orden de Mérito	2ml Alabama/l. de agua	Peso de cogollo (g/planta)	Significación	
			5%	1%
I	Sin soluciones nutritivas	112.14	a	a
II	10ml A + 4ml B/litro de agua	109.84	b	a
III	5ml A + 2ml B/litro de agua	107.30	c	b

Figura 12

Peso de cogollo (g/planta) para 2 ml Humega/l. de agua en Dosis solución nutritiva



De acuerdo a la tabla 16 y figura 13, se observa que el promedio de peso de cogollo al aplicar dosis de bioestimulante de 2ml Humega/l. de agua sin solución nutritiva alcanzó 112.14 g/planta, siendo superior a la dosis con 5ml A + 2ml B/l. de agua que obtuvo 107.30 g/planta; lo que significa que el bioestimulante Humega es mejor sin la solución nutritiva.

Tabla 17

Prueba Tukey 5 ml Greenzit/l. de agua en Dosis solución nutritiva para peso de cogollo (g/planta).

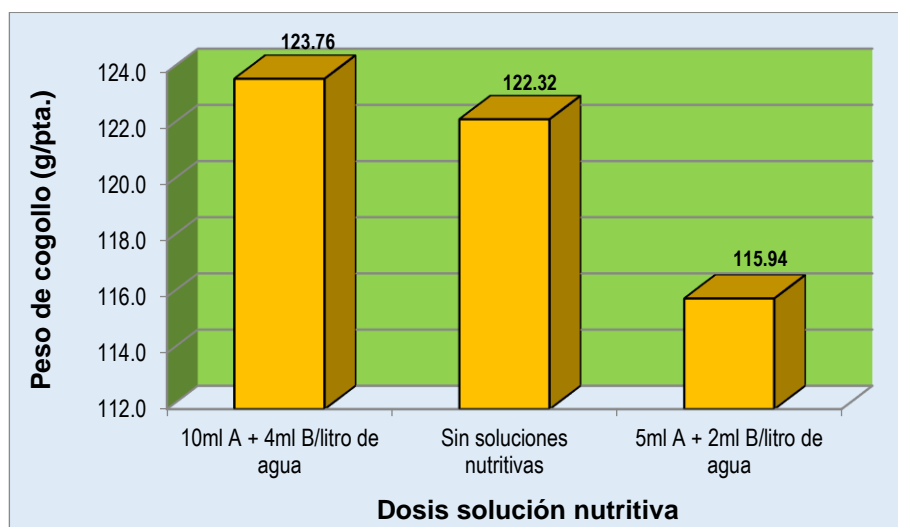
ALS (5%) = 1.93

ALS (1%) = 2.49

Orden de Mérito	5ml Greenzit/l. de agua	Peso de cogollo (g/planta)	Significación	
			5%	1%
I	10ml A + 4ml B/litro de agua	123.76	a	a
II	Sin soluciones nutritivas	122.32	a	a
III	5ml A + 2ml B/litro de agua	115.94	b	b

Figura 13

Peso de cogollo (g/planta) para 5 ml Greenzit/l. de agua en Dosis solución nutritiva.



De acuerdo a la tabla 17 y figura 14, se observa que el promedio de peso de cogollo en la interacción de bioestimulante con dosis de solución nutritiva, muestra que la dosis de 5ml Greenzit/l. de agua con 10ml A+ 4ml B/l. de agua y sin solución nutritiva alcanzaron 123.76 g/planta y 122.32 g/planta, respectivamente; siendo superiores a la dosis 5ml A + 2ml B/l. de agua que obtuvo 115.94g/planta; reflejando que la concentración del bioestimulante Greenzit influyo en el peso de cogollo de la lechuga.

Tabla 18

Prueba Tukey sin bioestimulante en Dosis solución nutritiva para peso de cogollo (g/planta).

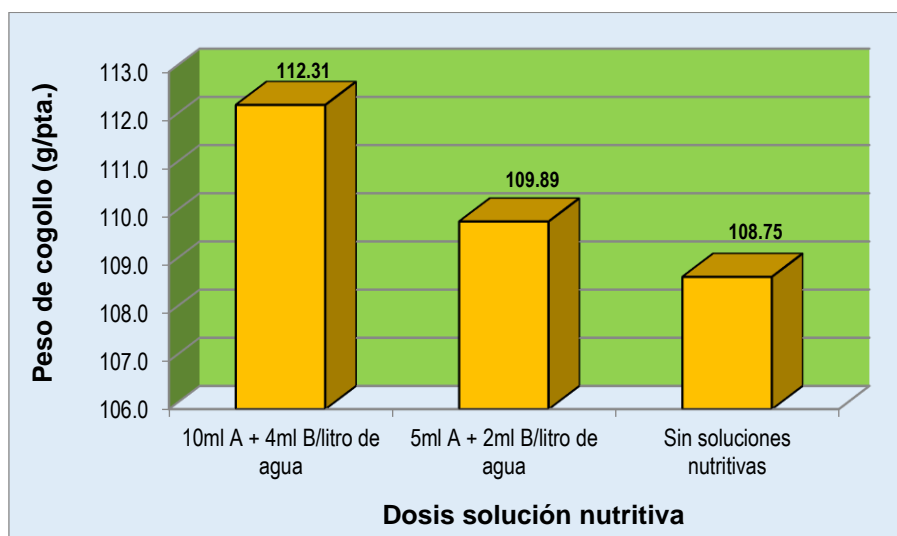
ALS (5%) = 1.93

ALS (1%) = 2.49

Orden de Mérito	Sin bioestimulante	Peso de cogollo (g/planta)	Significación	
			5%	1%
I	10ml A + 4ml B/litro de agua	112.31	a	a
II	5ml A + 2ml B/litro de agua	109.89	b	a b
III	Sin soluciones nutritivas	108.75	b	b

Figura 14

Peso de cogollo (g/planta) para sin bioestimulante en Dosis solución nutritiva



De acuerdo a la tabla 18 y figura 15, el promedio de peso de cogollo en la interacción de bioestimulante con dosis de solución nutritiva, muestra que la aplicación sin bioestimulante con 10ml A+ 4ml B/l. de agua fue de 112.31g/planta, siendo superior a la dosis sin solución nutritiva con 108.75g/planta; reflejando que la alta concentración de la solución nutritiva influye en peso de cogollo de la lechuga; Llanten (2017) obtuvo que el peso de la variedad Gentilina al aplicar la solución nutritiva compuesta por: Nitrato de potasio, 545g. Ácido fosfórico, 100cc. Sulfato de magnesio, 220g. Fertilizantes de micronutrientes, 12g. Quelato de hierro, 12.5g. Ácido bórico, 3g. Nitrato de calcio, 700g. Bioestimulante, 2g, que fue de 111.9 g, siendo superior al resultado obtenido.

6.2. Resultados de la evaluación del peso de raíz

Tabla 19
Peso fresco de raíz (g/planta).

Soluc. Nutri.	5ml A + 2ml B/litro de agua			10ml A + 4ml B/litro de agua			Sin soluciones nutritivas			Total	
	Bioesti. Bloques	2ml Humega/l. de agua	5ml Greenzit/l. de agua	Sin bioestimu lante	2ml Humega/l. de agua	5ml Greenzit/l. de agua	Sin bioestimu lante	2ml Humega/l. de agua	5ml Greenzit/l. de agua		Sin bioestimu lante
I		13.50	15.88	14.44	14.93	14.33	13.36	14.63	13.64	13.58	128.29
II		12.58	15.00	13.43	15.08	14.00	14.69	15.07	14.57	12.67	127.09
III		13.36	14.67	13.13	13.58	14.00	13.44	14.09	14.00	13.00	123.27
IV		12.64	15.07	12.60	13.54	13.13	15.13	13.50	14.07	13.00	122.68
Suma		52.08	60.62	53.60	57.13	55.46	56.62	57.29	56.28	52.25	501.33
Promedio		13.02	15.16	13.40	14.28	13.87	14.16	14.32	14.07	13.06	13.93
Dosis		5ml A + 2ml B/litro de agua			10ml A + 4ml B/litro de agua			Sin soluciones nutritivas			
Soluc. Nutrt.		Suma =	166.30		Suma =	169.21		Suma =	165.82		501.33
		Promedio =	13.86		Promedio =	14.10		Promedio =	13.82		13.93
		=			=			=			
Dosis Bioestimul.		2ml Humega/l. de agua			5ml Greenzit/l. de agua			Sin bioestimulante			
		Suma =	166.50		Suma =	172.36		Suma =	162.47		501.33
		Promedio =	13.88		Promedio =	14.36		Promedio =	13.54		13.93
		=			=			=			

6.2.1. Análisis ANVA para peso fresco de raíz

Tabla 20
ANVA para peso fresco de raíz (g/planta).

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	2.5695	0.8565	2.4981	3.01000	4.72000	NS. NS.
Tratamientos	8	14.8592	1.8574	5.4175	2.36000	3.36000	**
Dosis Sol. Nutrit. (Ds)	2	0.5608	0.2804	0.8179	3.40000	5.61000	NS. NS.
Dosis Bioestim. (Db)	2	4.1220	2.0610	6.0114	3.40000	5.61000	**
Interacción Ds * Db	4	10.1763	2.5441	7.4203	2.78000	4.22000	**
Error	24	8.2284	0.3429				
Total	35	25.6571	CV = 4.20%				

Conforme a la tabla 20, se observa que no existen diferencias significativas entre los bloques para el peso fresco de raíz, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea; en tanto el coeficiente de variabilidad es de 4.20% que indica que los datos analizados expresan confiabilidad en sus resultados; de manera similar no existe diferencias estadísticas entre tratamientos respecto a la aplicación de solución nutritiva, bioestimulantes e interacción entre solución nutritiva por bioestimulante.

6.2.2. Prueba Tukey de tratamientos para peso fresco de raíz

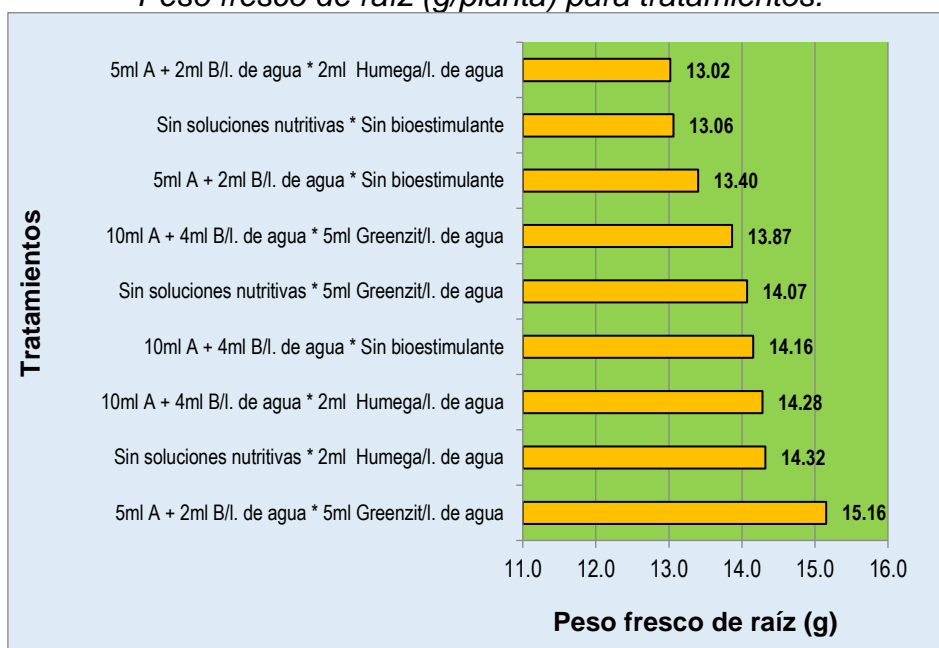
Tabla 21
Prueba Tukey de tratamientos para peso fresco de raíz (g/planta).

ALS (5%) = 1.41

ALS (1%) = 1.70

Orden de Mérito	Tratamientos	Peso fresco de raíz (g)	Significación			
			5%	1%		
I	5ml A + 2ml B/l. de agua * 5ml Greenzit/l. de agua	15.16	a			a
II	Sin soluciones nutritivas * 2ml Humega/l. de agua	14.32	a	b		a b
III	10ml A + 4ml B/l. de agua * 2ml Humega/l. de agua	14.28	a	b		a b
IV	10ml A + 4ml B/l. de agua * Sin bioestimulante	14.16	a	b		a b
V	Sin soluciones nutritivas * 5ml Greenzit/l. de agua	14.07	a	b		a b
VI	10ml A + 4ml B/l. de agua * 5ml Greenzit/l. de agua	13.87	a	b		a b
VII	5ml A + 2ml B/l. de agua * Sin bioestimulante	13.40		B		b
VIII	Sin soluciones nutritivas * Sin bioestimulante	13.06		B		b
IX	5ml A + 2ml B/l. de agua * 2ml Humega/l. de agua	13.02		B		b

Figura 15
Peso fresco de raíz (g/planta) para tratamientos.



Según la tabla 21 y figura 16, indica que el peso promedio de raíz con el T2 (5 ml A +2 ml B solución nutritiva * 5 ml Greenzit) fue de 15.16 g/planta, siendo superior al T3 (5 ml A + 2 ml B solución nutritiva * sin bioestimulantes), T9 (sin solución nutritiva* sin bioestimulantes) y T1 (5 ml A +2 ml B solución nutritiva * 2 ml Humega) con 13.40 g/planta, 13.06 g/planta y 13.02 g/planta, respectivamente; reflejando que el bioestimulante Greenzit influyo en peso fresco de raíz de la lechuga.

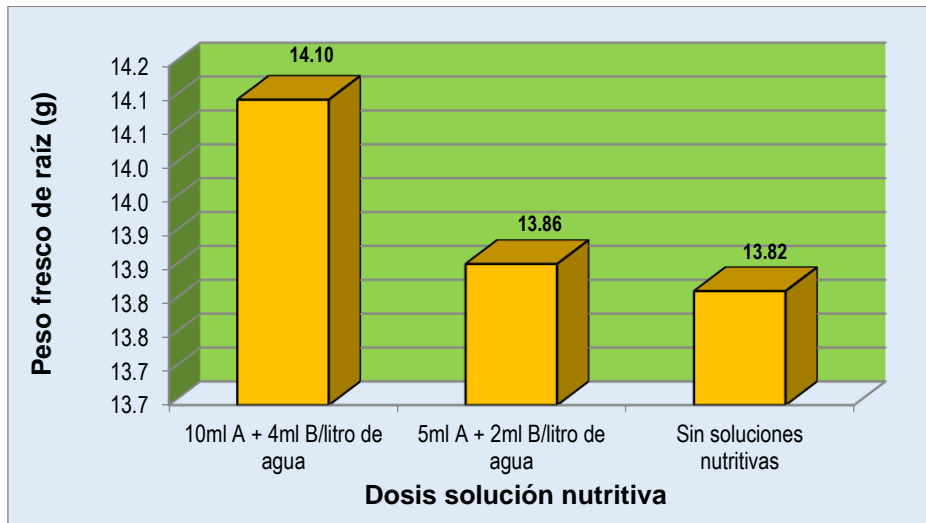
6.2.3. Ordenamiento de Dosis solución nutritiva para peso fresco de raíz

Tabla 22

Ordenamiento de Dosis solución nutritiva para peso fresco de raíz (g/planta).

Orden de Mérito	Dosis solución nutritiva	Peso fresco de raíz (g)
I	10ml A + 4ml B/litro de agua	14.10
II	5ml A + 2ml B/litro de agua	13.86
III	Sin soluciones nutritivas	13.82

Figura 16
Peso fresco de raíz (g/planta) para Dosis solución nutritiva



La tabla 22 y figura 17, muestra que la solución nutritiva de 10 ml A +4 ml B obtuvo en un peso fresco de raíz de 14.10 g/planta, mientras que al 5 ml A +2 ml B de solución nutritiva y sin solución nutritiva se obtuvo 13.82 g/planta y 13.82 g/planta, observando que estadísticamente son similares las tres dosis.

6.2.4. Prueba Tukey de Dosis bioestimulantes para peso fresco de raíz

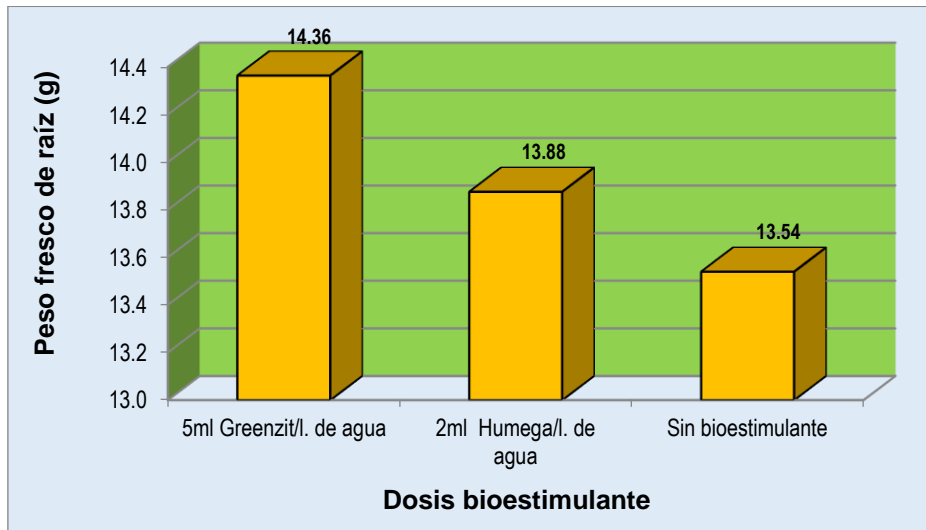
Tabla 23
Prueba Tukey de Dosis bioestimulantes para peso fresco de raíz (g/planta).

ALS (5%) = 0.60

ALS (1%) = 0.77

Orden de Mérito	Dosis bioestimulante	Peso fresco de raíz (g)	Significación	
			5%	1%
I	5ml Greenzit/l. de agua	14.36	a	a
II	2ml Humega/l. de agua	13.88	a	a
III	Sin bioestimulante	13.54	b	b
			b	b

Figura 17
Peso fresco de raíz (g/planta) para Dosis bioestimulantes.



De acuerdo a la tabla 23 y figura 18, se observa que el promedio del peso fresco de raíz, muestra que la dosis de 5 ml Greenzit alcanzó 14.36 g/planta, siendo superior a la dosis sin bioestimulantes con 13.54 g/planta, debido a que bioestimulante Greenzit influye en el peso fresco de raíz. Gonzáles (2020) encontró que el peso de raíz en el tratamiento con Hoagland alcanzó un peso de 11.97 g/planta, siendo inferior a lo obtenido en el experimento.

6.2.5. Análisis de interacciones para peso fresco de raíz

Tabla 24
*Ordenamiento interacción Dosis solución nutritiva * Dosis bioestimulantes para el peso fresco de raíz (g/planta).*

Dosis soluc. nutrit.		5ml A + 2ml B/litro de agua	10ml A + 4ml B/litro de agua	Sin soluciones nutritivas	Total
Dosis bioestimulante					
2ml Humega/l. de agua	Suma	52.08	57.13	57.29	166.50
	Prom.	13.02	14.28	14.32	
5ml Greenzit/l. de agua	Suma	60.62	55.46	56.28	172.36
	Prom.	15.16	13.87	14.07	
Sin bioestimulante	Suma	53.60	56.62	52.25	162.47
	Prom.	13.40	14.16	13.06	
		166.30	169.21	165.82	501.33

Tabla 25

*ANVA auxiliar interacción Dosis solución nutritiva * Dosis bioestimulantes para el peso fresco de raíz (g/planta).*

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Ft. 5%	1%	Grado de Signif.
2ml Humega/l * Soluc.	02	4.3893	2.1947	6.4012	3.4000	5.6100	**
5ml Greenzit/l * Soluc.	02	3.8445	1.9222	5.6066	3.4000	5.6100	* NS.
Sin bioestim. * Soluc.	02	2.5033	1.2517	3.6507	3.4000	5.6100	* NS.
Error	24	8.2284	0.3429				

De acuerdo a la tabla 25, se observa que el peso promedio en base fresca de raíz para la interacción nutritiva con bioestimulantes, muestra que la dosis de los tratamientos presenta diferencias significativas ($F_c > F_t$) entre las dosis 2ml Humega, 5 ml Greenzit y sin bioestimulante.

Tabla 26

Prueba Tukey 2 ml Humega/l. de agua en Dosis solución nutritiva para peso fresco de raíz (g/planta).

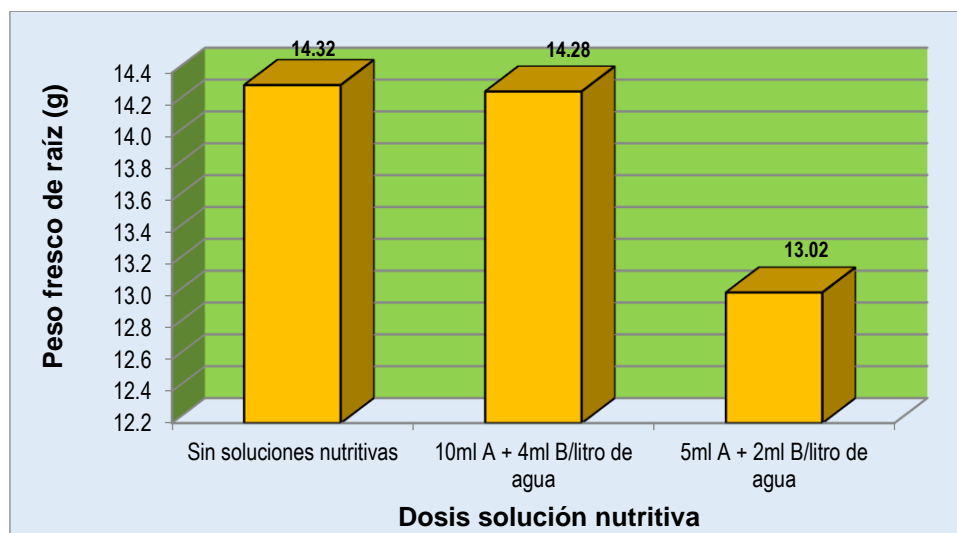
ALS (5%) = 1.03

ALS (1%) = 1.33

Orden de Mérito	2ml Humega/l. de agua	Peso fresco de raíz (g)	Significación	
			5%	1%
I	Sin soluciones nutritivas	14.32	a	a
II	10ml A + 4ml B/litro de agua	14.28	a	a
III	5ml A + 2ml B/litro de agua	13.02	b	a

Figura 18

Peso fresco de raíz (g/planta) para 2 ml Humega/l. de agua en Dosis solución nutritiva.



De acuerdo a la tabla 26 y figura 19, se observa que el promedio del peso de raíz en el la interacción de bioestimulante con dosis de solución nutritiva para peso de raíz, muestra que el T7 (2ml Humega/l. de agua**sin solución nutritiva*) y el T4 (y 10ml A + 4 ml B /l.*2ml Humega/l. de agua) alcanzaron 14.32 g/planta y 14.28 g/planta, respectivamente; siendo superiores al T1(5ml A + 2ml B/l. de agua) que obtuvo 13.02 g/planta, lo que significa que el bioestimulante Humega es mejor *sin/con* la solución nutritiva.

Tabla 27

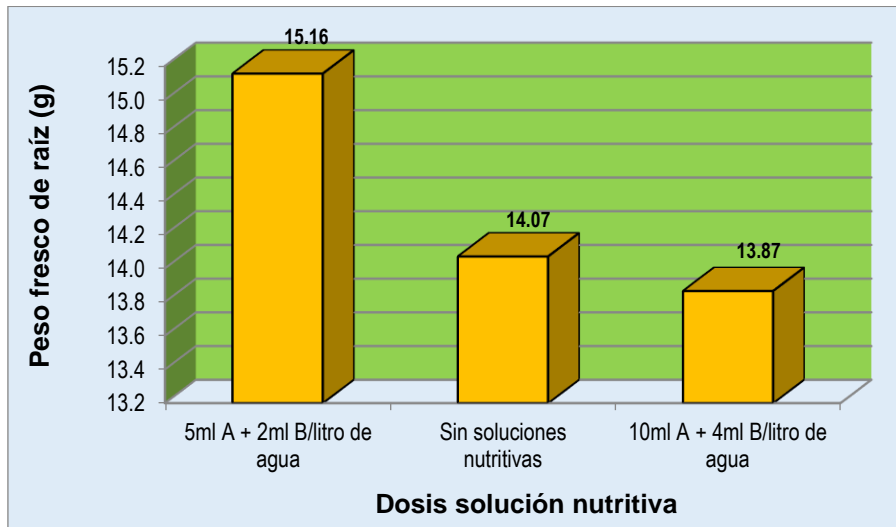
Prueba Tukey 5 ml Greenzit/l. de agua en Dosis solución nutritiva para peso fresco de raíz (g/planta).

ALS (5%) = 1.03

Orden de Mérito	5ml Greenzit/l. de agua	Peso fresco de raíz (g)	Significación 5%
I	5ml A + 2ml B/litro de agua	15.16	a
II	Sin soluciones nutritivas	14.07	b
III	10ml A + 4ml B/litro de agua	13.87	b

Figura 19

Peso de raíz (g/planta) para 5 ml Greenzit/l. de agua en Dosis solución nutritiva.



De acuerdo a la tabla 27 y figura 20, se observa que la interacción de bioestimulante con dosis de solución nutritiva para peso de raíz, muestra que el T2 (5ml Greenzit/l. de agua * 5ml A + 2ml B/l. de agua) alcanzó 15.16 g/planta, siendo superior al T8 (Sin soluciones nutritivas*5ml Greenzit/l. de agua) y T5 (10ml A+ 4ml B/l.*5ml Greenzit/l. de agua) que lograron un peso de 14.07 y 13.87 g/planta, lo que indica que la concentración del bioestimulante Greenzit con/sin solución nutritiva influyo en el peso fresco de raíz de la lechuga.

Tabla 28

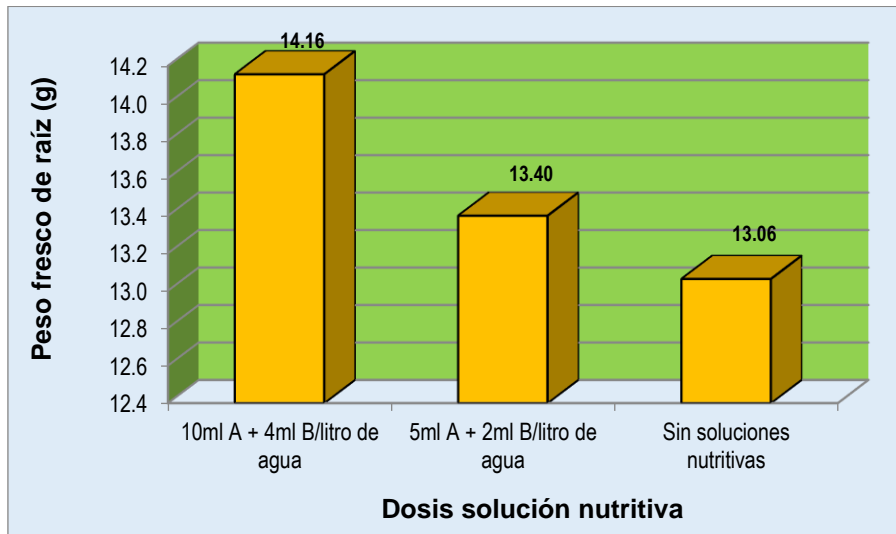
Prueba Tukey para sin bioestimulantes en Dosis solución nutritiva para peso fresco de raíz (g/planta).

ALS (5%) = 1.03

Orden de Mérito	Sin bioestimulante	Peso fresco de raíz (g)	Significación 5%
I	10ml A + 4ml B/litro de agua	14.16	a
II	5ml A + 2ml B/litro de agua	13.40	a b
III	Sin soluciones nutritivas	13.06	b

Figura 20

Peso de raíz (g/planta) para sin bioestimulantes en Dosis solución nutritiva



De acuerdo a la tabla 28 y figura 21, se observa que la interacción de bioestimulante con dosis de solución nutritiva para peso de raíz, muestra que el T6 (10ml A+ 4ml B/l. de agua**sin bioestimulante*) alcanzó 14.16 g/planta, siendo superior al T9 (*sin soluciones nutritivas* sin bioestimulante*) que alcanzó un peso de 13.06 g/planta, lo que indica que la alta concentración de la solución nutritiva influyó en el peso fresco de raíz de la lechuga; tales resultados difieren de lo obtenido por Tapia (2022), quien señala que la dosis de solución nutritiva en la variedad Batavia obtiene un peso promedio de 11.84 gr.

6.3. Resultados de la evaluación de altura de planta

Tabla 29
Altura de planta cm.

Soluc. Nutri.	5ml A + 2ml B/litro de agua			10ml A + 4ml B/litro de agua			Sin soluciones nutritivas			Total	
	Bioesti. Bloques	2ml Humega/l. de agua	5ml Greenzit/l. de agua	Sin bioestimulante	2ml Humega/l. de agua	5ml Greenzit/l. de agua	Sin bioestimulante	2ml Humega/l. de agua	5ml Greenzit/l. de agua		Sin bioestimulante
I		16.42	18.38	16.63	17.43	19.20	15.64	17.31	19.21	16.15	156.37
II		16.23	17.62	16.43	16.92	18.79	16.83	17.43	19.75	17.10	157.10
III		16.43	20.00	16.33	17.25	19.13	17.12	17.91	19.59	20.70	164.46
IV		16.86	20.53	16.33	17.92	18.38	17.53	17.36	20.00	16.93	161.84
Suma		65.94	76.53	65.72	69.52	75.50	67.12	70.01	78.55	70.88	639.77
Promedio		16.49	19.13	16.43	17.38	18.88	16.78	17.50	19.64	17.72	17.77
Dosis		5ml A + 2ml B/litro de agua			10ml A + 4ml B/litro de agua			Sin soluciones nutritivas			
Soluc. Nutrt.		Suma =	208.19		Suma =	212.14		Suma =	219.44		639.77
		Promedio =	17.35		Promedio =	17.68		Promedio =	18.29		17.77
Dosis		2ml Humega/l. de agua			5ml Greenzit/l. de agua			Sin bioestimulante			
Bioestimul.		Suma =	205.47		Suma =	230.58		Suma =	203.72		639.77
		Promedio =	17.12		Promedio =	19.22		Promedio =	16.98		17.77

6.3.1. Análisis ANVA para altura de planta

Tabla 30
ANVA para altura de planta (cm).

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	4.9834	1.6611	2.3892	3.01000	4.72000	NS. NS.
Tratamientos	8	44.8722	5.6090	8.0675	2.36000	3.36000	**
Dosis Sol. Nutrit. (Ds)	2	5.4293	2.7147	3.9045	3.40000	5.61000	* NS.
Dosis Bioestim. (Db)	2	37.6398	18.8199	27.0690	3.40000	5.61000	**
Interacción Ds * Db	4	1.8031	0.4508	0.6483	2.78000	4.22000	NS. NS.
Error	24	16.6862	0.6953				
Total	35	66.5418	CV =	4.69%			

De acuerdo a la tabla 30, se observa que no existen diferencias significativas entre los bloques ($F_c < F_t$), lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea; el coeficiente de variabilidad es de 4.69 % que indica que los datos analizados para esta variable expresan confiabilidad en sus resultados; no obstante, existen diferencias significativas entre los tratamientos entre los tratamientos con bioestimulantes y solución nutritiva, de igual manera la interacción entre la solución nutritiva y bioestimulante no muestra diferencias significativas ($F_c < F_t$).

6.3.2. Prueba Tukey de tratamientos para altura de planta

Tabla 31

Prueba Tukey de tratamientos para altura de planta (cm).

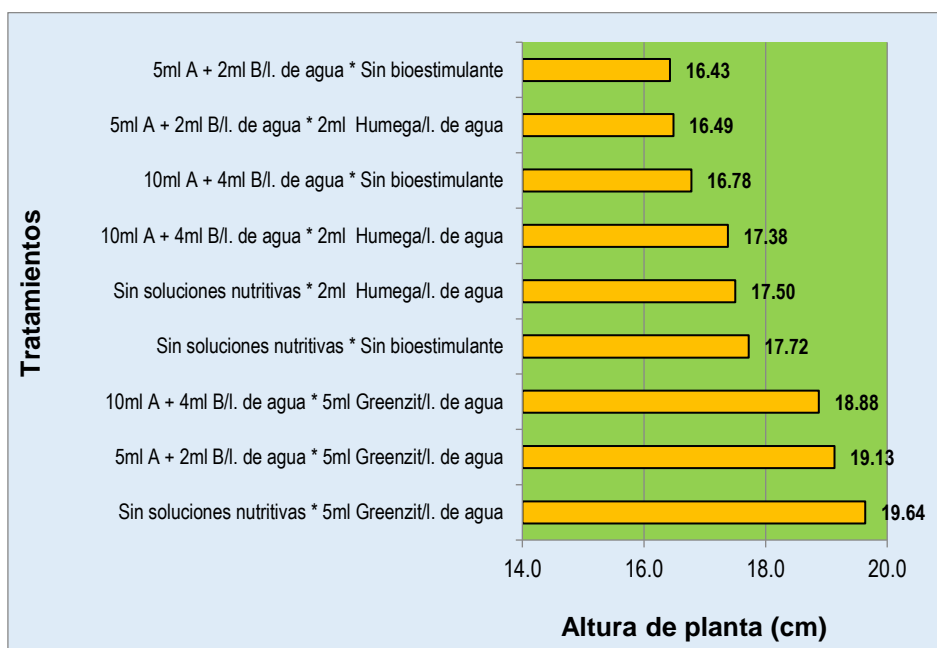
ALS (5%) = 2.01

ALS (1%) = 2.42

Orden de Mérito	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significación	
			5%	1%
I	Sin soluciones nutritivas * 5ml Greenzit/l. de agua	19.64	a	a
II	5ml A + 2ml B/l. de agua * 5ml Greenzit/l. de agua	19.13	a b	a b
III	10ml A + 4ml B/l. de agua * 5ml Greenzit/l. de agua	18.88	a b	a b c
IV	Sin soluciones nutritivas * Sin bioestimulante	17.72	b c	a b c d
V	Sin soluciones nutritivas * 2ml Humega/l. de agua	17.50	b c	a b c d
VI	10ml A + 4ml B/l. de agua * 2ml Humega/l. de agua	17.38	b c	b c d
VII	10ml A + 4ml B/l. de agua * Sin bioestimulante	16.78	C	b c d
VIII	5ml A + 2ml B/l. de agua * 2ml Humega/l. de agua	16.49	C	c d
IX	5ml A + 2ml B/l. de agua * Sin bioestimulante	16.43	C	d

Figura 21

Altura de planta (cm) para tratamientos.



De acuerdo a la tabla 31 y figura 22, se observa que la interacción de solución nutritiva y bioestimulante en el promedio de altura de la planta es superior en el T8 (sin solución nutritiva *5 ml Greenzit) alcanzó 19.64 cm, siendo superior al T1 (5 ml A + 2 ml B solución nutritiva*2 ml Humega) que logró una altura de 16.43 cm, lo que indica que el bioestimulante Greenzit influyo en altura de planta de lechuga.

6.3.3. Prueba Tukey de Dosis solución nutritiva para altura de planta

Tabla 32

Prueba Tukey de Dosis solución nutritiva para altura de planta (cm).

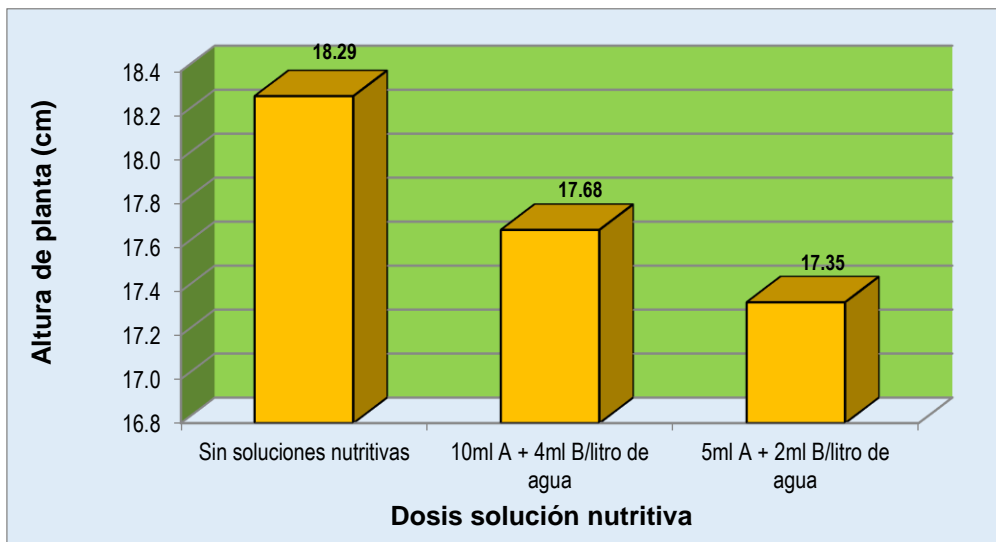
ALS (5%) = 0.85

ALS (1%) = 1.10

Orden de Mérito	Dosis solución nutritiva	Altura de planta (cm)	Significación 5%
I	Sin soluciones nutritivas	18.29	a
II	10ml A + 4ml B/litro de agua	17.68	a b
III	5ml A + 2ml B/litro de agua	17.35	b

Figura 22

Altura de planta (cm) para Dosis solución nutritiva.



Según la tabla 32 y figura 23, muestra que los tratamientos sin solución nutritiva alcanzaron en promedio 18.29 cm de altura, siendo superior a la dosis de 5 ml A + 2 ml B solución nutritiva que alcanzó 17.35 cm; sin embargo, la dosis con 10ml A + 4ml

B/litro de agua es similar estadísticamente a ambas dosis; por su parte Rogel (2018) encontró que la solución nutritiva La Molina en la variedad Romana mostró 26.12 cm, siendo este resultado superior a lo obtenido en el experimento.

6.3.4. Prueba Tukey de Dosis bioestimulante para altura de planta

Tabla 33

Prueba Tukey de Dosis bioestimulante para altura de planta (cm).

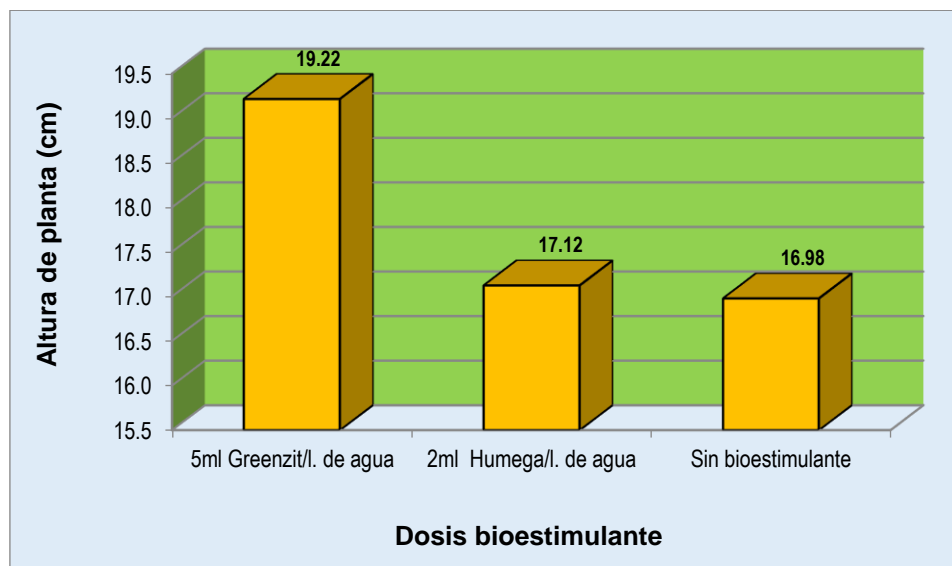
ALS (5%) = 0.85

ALS (1%) = 1.10

Orden de Mérito	Dosis bioestimulante	Altura de planta (cm)	Significación	
			5%	1%
I	5ml Greenzit/l. de agua	19.22	a	a
II	2ml Humega/l. de agua	17.12	b	b
III	Sin bioestimulante	16.98	b	b

Figura 23

Altura de planta (cm) para Dosis bioestimulante.



De acuerdo a la tabla 33 y figura 24, se observa que la dosis 5 ml Greenzit de bioestimulante alcanzó una altura de 19.22 cm, el cual es superior a las dosis de 2 ml Humega y sin bioestimulantes con 17.12 cm y 16.98 cm, ya que se debe al bioestimulante Greenzit que influyo en la altura de planta; los resultados son

superiores a lo obtenido por González (2020), quien obtuvo que el tratamiento con Hoagland logró una altura de 14.75 cm, siendo este inferior a lo obtenido en el experimento.

6.4. Resultados de la evaluación de diámetro del cogollo

Tabla 34
Diámetro del cogollo (cm).

Soluc. Nutri.	5ml A + 2ml B/litro de agua			10ml A + 4ml B/litro de agua			Sin soluciones nutritivas			Total
Bioesti. Bloques	2ml Humega/l. de agua	5ml Greenzit/l. de agua	Sin bioestimulante	2ml Humega/l. de agua	5ml Greenzit/l. de agua	Sin bioestimulante	2ml Humega/l. de agua	5ml Greenzit/l. de agua	Sin bioestimulante	
I	18.79	22.94	22.38	21.29	25.20	20.50	23.00	23.43	19.54	197.07
II	20.23	24.77	21.93	23.38	25.57	22.62	22.50	24.00	19.55	204.55
III	20.64	24.47	20.13	22.00	24.63	20.88	22.73	25.64	21.08	202.20
IV	20.00	26.27	20.80	22.31	22.19	23.47	22.53	24.93	21.62	204.12
Suma	79.66	98.45	85.24	88.98	97.59	87.47	90.76	98.00	81.79	807.94
Promedio	19.92	24.61	21.31	22.25	24.40	21.87	22.69	24.50	20.45	22.44
Dosis	5ml A + 2ml B/litro de agua			10ml A + 4ml B/litro de agua			Sin soluciones nutritivas			
Soluc. Nutrt.	Suma = 263.35			Suma = 274.04			Suma = 270.55			807.94
	Promedio = 21.95			Promedio = 22.84			Promedio = 22.55			22.44
Dosis	2ml Humega/l. de agua			5ml Greenzit/l. de agua			Sin bioestimulante			
Bioestimul.	Suma = 259.40			Suma = 294.04			Suma = 254.50			807.94
	Promedio = 21.62			Promedio = 24.50			Promedio = 21.21			22.44

6.4.1. Análisis ANVA para diámetro del cogollo

Tabla 35
ANVA para diámetro del cogollo (cm).

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	3.9268	1.3089	1.1071	3.01000	4.72000	NS. NS.
Tratamientos	8	99.3838	12.4230	10.5076	2.36000	3.36000	* *
Dosis Sol. Nutrit. (Ds)	2	4.9527	2.4763	2.0945	3.40000	5.61000	NS. NS.
Dosis Bioestim. (Db)	2	77.4264	38.7132	32.7443	3.40000	5.61000	* *
Interacción Ds * Db	4	17.0047	4.2512	3.5957	2.78000	4.22000	* NS.
Error	24	28.3749	1.1823				
Total	35	131.6855		CV = 4.84%			

De acuerdo a la tabla 35, se observa que no existen diferencias significativas para el diámetro del cogollo entre los bloques ($F_c < F_t$), lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea; el coeficiente de variabilidad es de 4.84 % que muestra que los datos analizados para esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. Por otra parte, existe diferencias significativas entre tratamientos, aplicación de bioestimulantes e interacción entre la solución nutritiva por bioestimulantes; pero no existe diferencia significativa entre la solución nutritiva e interacción entre solución nutritiva por bioestimulantes ($F_c < F_t$).

6.4.2. Prueba Tukey de tratamientos para el diámetro de cogollo

Tabla 36

Prueba Tukey de tratamientos para diámetro del cogollo (cm).

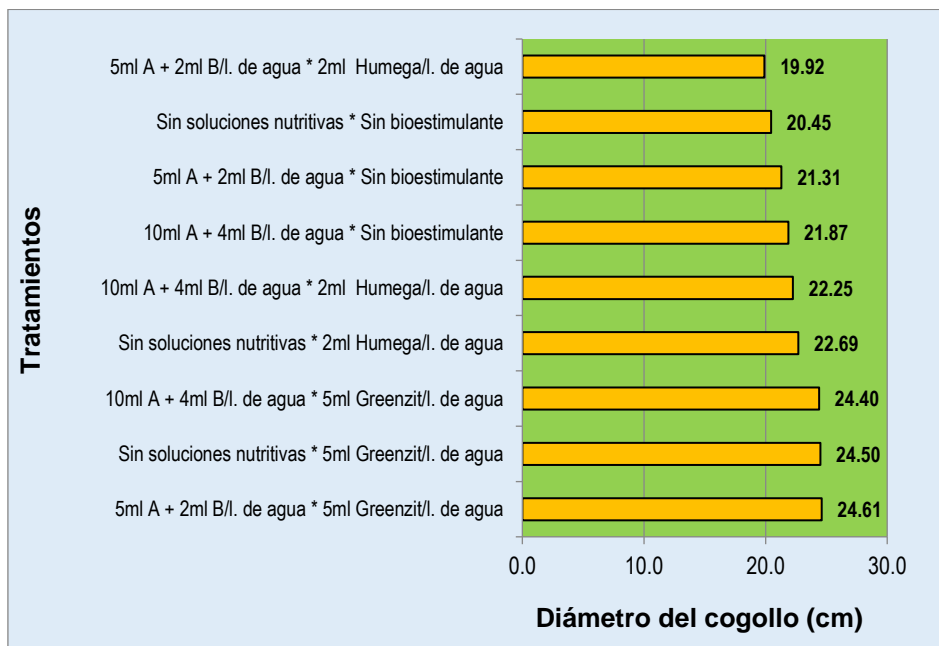
ALS (5%) = 2.62

ALS (1%) = 3.16

Orden de Mérito	Tratamientos	Diámetro del cogollo (cm)	Significación	
			5%	1%
I	5ml A + 2ml B/l. de agua * 5ml Greenzit/l. de agua	24.61	a	a
II	Sin soluciones nutritivas * 5ml Greenzit/l. de agua	24.50	a	a
III	10ml A + 4ml B/l. de agua * 5ml Greenzit/l. de agua	24.40	a b	a b
IV	Sin soluciones nutritivas * 2ml Humega/l. de agua	22.69	a b c	a b c
V	10ml A + 4ml B/l. de agua * 2ml Humega/l. de agua	22.25	a b c d	a b c
VI	10ml A + 4ml B/l. de agua * Sin bioestimulante	21.87	b c d	a b c
VII	5ml A + 2ml B/l. de agua * Sin bioestimulante	21.31	c d	b c
VIII	Sin soluciones nutritivas * Sin bioestimulante	20.45	c d	c
IX	5ml A + 2ml B/l. de agua * 2ml Humega/l. de agua	19.92	d	c

Figura 24

Diámetro del cogollo (cm) para tratamientos.



Según la tabla 36 y figura 25, muestra que el T2 (5 ml A +2 ml B solución nutritiva *5 ml Greenzit) y el T8 (sin solución nutritiva*5 ml Greenzit) alcanzaron 24.61 cm y 24.50 cm de diámetro, respectivamente; los cuales son superiores y similares estadísticamente a los demás tratamientos; pero el T1(5 ml A + 2 ml B solución nutritiva*2 ml Humega) es inferior con 19.92 cm en comparación a los otros, esto se debe a la concentración de biostimulante Greenzit que influyo en diámetro del cogollo.

6.4.3. Ordenamiento de Dosis solución nutritiva para diámetro del cogollo

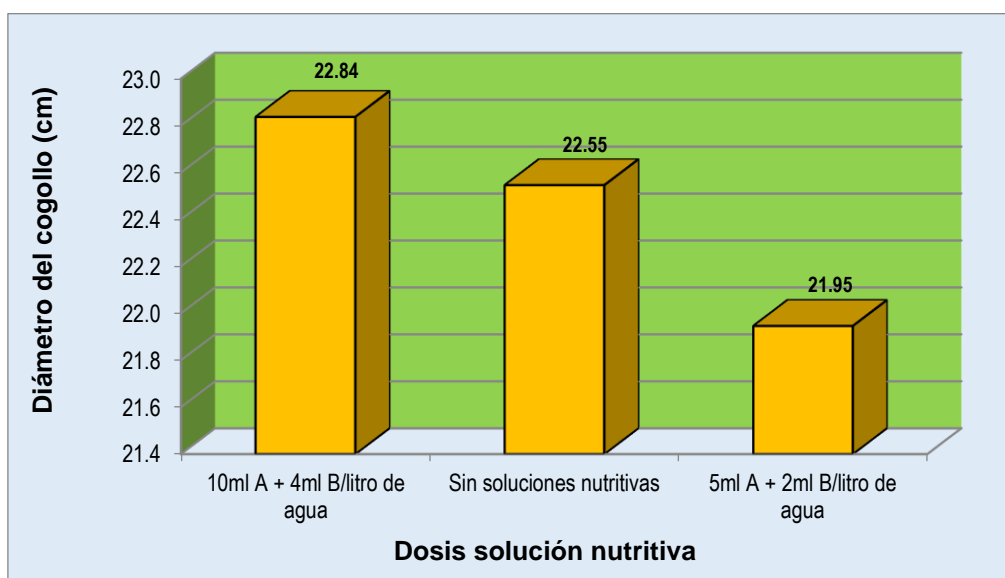
Tabla 37

Ordenamiento de Dosis solución nutritiva para diámetro del cogollo (cm).

Orden de Mérito	Dosis solución nutritiva	Diámetro del cogollo (cm)
I	10ml A + 4ml B/litro de agua	22.84
II	Sin soluciones nutritivas	22.55
III	5ml A + 2ml B/litro de agua	21.95

Figura 25

Diámetro del cogollo (cm) para Dosis solución nutritiva



De acuerdo a la tabla 37 y figura 26, se observa que la dosis de 10 ml A +4 ml B alcanzó 22.84 cm de diámetro de cogollo, seguido del tratamiento sin dosis de solución nutritiva con 22.55 cm y la dosis de 5 ml A + 2 ml B solución nutritiva tan sólo

alcanzó 21.95 cm, esto se debe a la alta concentración de solución nutritiva influyo en diámetro del cogollo.

6.4.4. Prueba Tukey de Dosis bioestimulante para diámetro del cogollo

Tabla 38

Prueba Tukey de Dosis bioestimulante para diámetro del cogollo (cm).

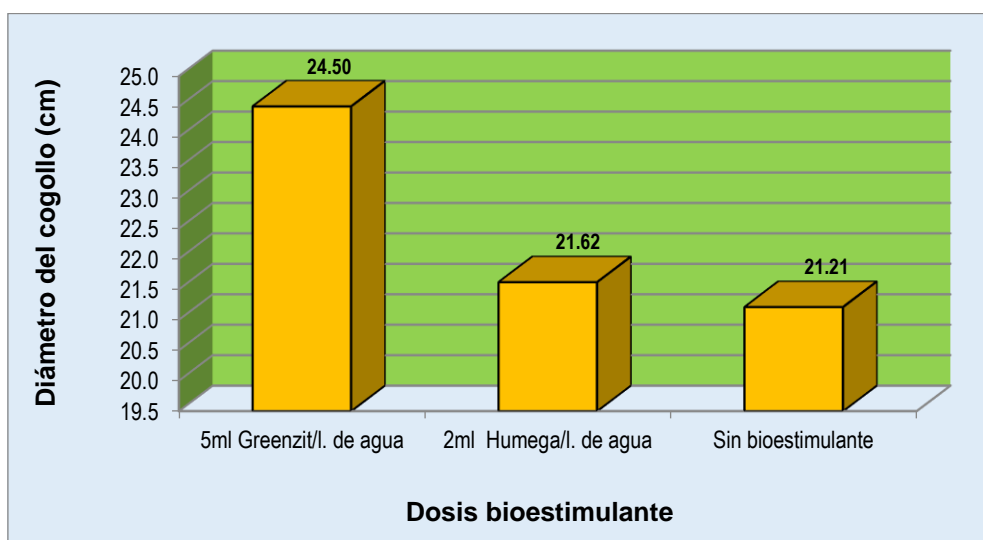
ALS (5%) = 1.11

ALS (1%) = 1.43

Orden de Mérito	Dosis bioestimulante	Diámetro del cogollo (cm)	Significación	
			5%	1%
I	5ml Greenzit/l. de agua	24.50	a	a
II	2ml Humega/l. de agua	21.62	b	b
III	Sin bioestimulante	21.21	b	b

Figura 26

Diámetro del cogollo (cm) para Dosis bioestimulante.



De acuerdo a la tabla 38 y figura 27, se observa que la dosis de bioestimulante con 5 ml Greenzit alcanzó 24.50 de diámetro de cogollo, siendo superior a la dosis con 2 ml Humega y sin bioestimulantes que lograron un diámetro de 21.62 cm y 21.21 cm, respectivamente; esto se debe a la bioestimulante de Greenzit que influyo en diámetro del cogollo.

6.4.5. Análisis de interacciones para el diámetro de cogollo

Tabla 39

*Ordenamiento interacción Dosis solución nutritiva * Dosis bioestimulantes para diámetro del cogollo (cm).*

Dosis soluc. nutrit. Dosis bioestimulante			5ml A + 2ml B/litro de agua	10ml A + 4ml B/litro de agua	Sin soluciones nutritivas	Total
2ml Humega/l. de agua	Suma		79.66	88.98	90.76	259.40
	Prom.		19.92	22.25	22.69	
5ml Greenzit/l. de agua	Suma		98.45	97.59	98.00	294.04
	Prom.		24.61	24.40	24.50	
Sin bioestimulante	Suma		85.24	87.47	81.79	254.50
	Prom.		21.31	21.87	20.45	
			263.35	274.04	270.55	807.94

Tabla 40

*ANVA auxiliar interacción Dosis solución nutritiva * Dosis bioestimulantes para diámetro del cogollo (cm).*

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Ft. 5%	1%	Grado de Signif.
2ml Humega/l * Soluc.	02	17.7701	8.8850	7.5151	3.4000	5.6100	**
5ml Greenzit/l * Soluc.	02	0.0925	0.0463	0.0391	3.4000	5.6100	NS.
Sin bioestim. * Soluc.	02	4.0948	2.0474	1.7317	3.4000	5.6100	NS.
Error	24	28.3749	1.1823				NS.

De acuerdo a la tabla 40, se observa que la interacción de los tratamientos con dosis de solución nutritiva y bioestimulantes, en la dosis 2ml Humega muestra diferencias significativas en el diámetro de cogollo, pero en la dosis de 5 ml Greenzit y sin bioestimulante no existe diferencias significativas.

Tabla 41

Prueba Tukey 2ml Humega/l. de agua en Dosis solución nutritiva para diámetro del cogollo (cm).

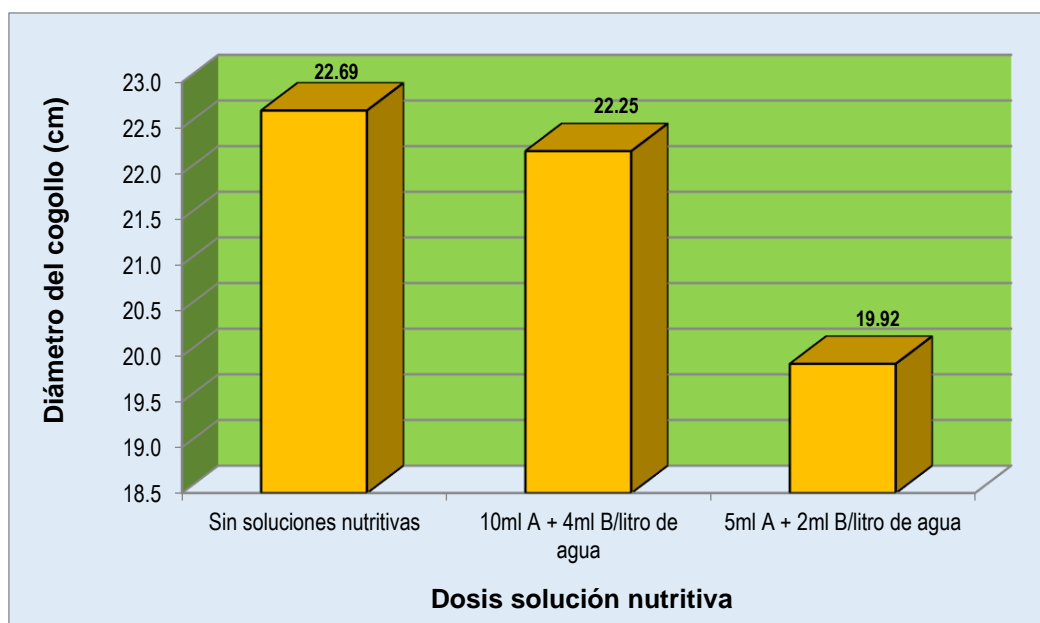
ALS (5%) = 1.92

ALS (1%) = 2.47

Orden de Mérito	2ml Humega/l. de agua	Diámetro del cogollo (cm)	Significación	
			5%	1%
I	Sin soluciones nutritivas	22.69	a	a
II	10ml A + 4ml B/litro de agua	22.25	b	a
III	5ml A + 2ml B/litro de agua	19.92	c	b

Figura 27

Diámetro del cogollo (cm) para 2 ml Humega/l. de agua en Dosis solución nutritiva.



De acuerdo a la tabla 41 y figura 28, se observa que la interacción de bioestimulante con dosis de solución nutritiva, muestra que el T7 (2ml Humega/l. de agua* sin solución) alcanzó un diámetro de 22.69 cm, seguido del T4 (10ml A + 4ml B/litro de agua*2ml Humega/l.) que obtuvo 22.25 cm, siendo superiores al T1 (2ml Humega/l. de agua*5ml A + 2ml B/l.) que logró tan solo 19.92 cm, lo que significa que el bioestimulante Humega es mejor sin la solución nutritiva.

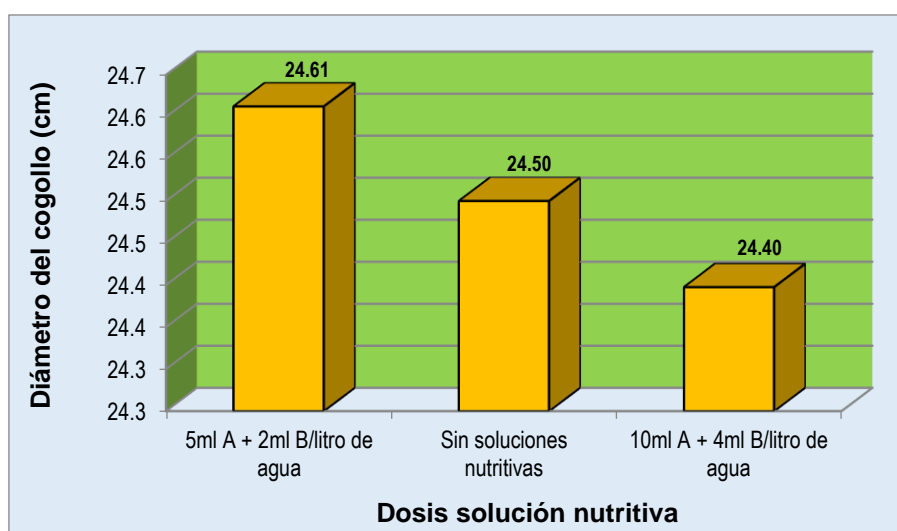
Tabla 42

Ordenamiento 5ml Greenzit/l. de agua en Dosis solución nutritiva para diámetro del cogollo (cm).

Orden de Mérito	5ml Greenzit/l. de agua	Diámetro del cogollo (cm)
I	5ml A + 2ml B/litro de agua	24.61
II	Sin soluciones nutritivas	24.50
III	10ml A + 4ml B/litro de agua	24.40

Figura 28

Diámetro del cogollo (cm) para 5ml Greenzit/l. de agua en Dosis solución nutritiva.



De acuerdo a la tabla 42 y figura 29, se observa que la interacción de bioestimulante con dosis de solución nutritiva, muestra que el T2 (5ml A + 2ml B/l* 5ml Greenzit/l) alcanzó 24.61 cm, seguido del T8 (sin solución nutritiva*5ml Greenzit/l) con 24.50 cm y el T5 (10ml A+ 4ml B/l.* 5ml Greenzit/l) con 24.40 cm; donde los tres tratamientos fueron similares estadísticamente.

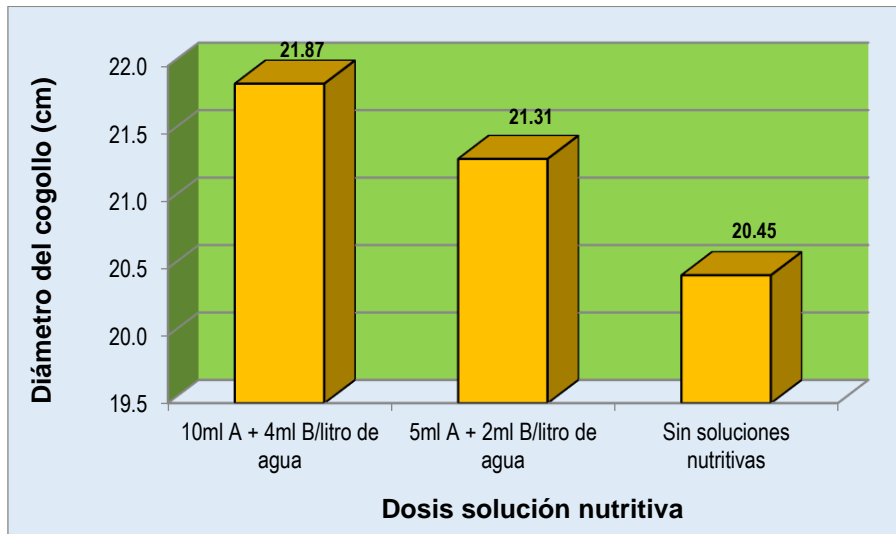
Tabla 43

Ordenamiento sin bioestimulante en Dosis solución nutritiva para diámetro del cogollo (cm).

Orden de Mérito	Sin bioestimulante	Diámetro del cogollo (cm)
I	10ml A + 4ml B/litro de agua	21.87
II	5ml A + 2ml B/litro de agua	21.31
III	Sin soluciones nutritivas	20.45

Figura 29

Diámetro de cogollo (cm) para sin bioestimulante en Dosis solución nutritiva



De acuerdo a la tabla 43 y figura 30, se observa que la interacción de bioestimulante con dosis de solución nutritiva, muestra que el T6 (10ml A+ 4ml B/l. de agua**sin bioestimulante*) alcanzó 21.87 cm de diámetro, seguido del T3 (5ml A+ 2ml B/l. de agua**sin bioestimulante*) que obtuvo 21.31 cm y el T9 (*sin solución nutritiva* sin bioestimulante*) con 20.45; donde los tres tratamientos fueron similares estadísticamente.

6.5. Resultados de la evaluación de longitud de raíz

Tabla 44
Longitud de raíz (cm).

Soluc. Nutri.	5ml A + 2ml B/litro de agua			10ml A + 4ml B/litro de agua			Sin soluciones nutritivas			Total
Bioesti. Bloques	2ml Humega/l. de agua	5ml Greenzit/l. de agua	Sin bioestimulante	2ml Humega/l. de agua	5ml Greenzit/l. de agua	Sin bioestimulante	2ml Humega/l. de agua	5ml Greenzit/l. de agua	Sin bioestimulante	
I	19.78	20.66	20.71	19.79	19.60	21.09	19.85	21.87	19.19	182.54
II	10.15	21.57	22.61	21.52	20.66	20.28	21.40	20.04	19.72	177.95
III	19.81	19.76	19.67	18.68	20.06	20.36	18.60	19.33	18.26	174.53
IV	18.74	21.01	21.05	21.82	19.05	21.15	20.14	20.12	18.70	181.78
Suma	68.48	83.00	84.04	81.81	79.37	82.88	79.99	81.36	75.87	716.80
Promedio	17.12	20.75	21.01	20.45	19.84	20.72	20.00	20.34	18.97	19.91
Dosis	5ml A + 2ml B/litro de agua			10ml A + 4ml B/litro de agua			Sin soluciones nutritivas			
Soluc. Nutrt.	Suma =	235.52		Suma =	244.06		Suma =	237.22		716.80
	Promedio =	19.63		Promedio =	20.34		Promedio =	19.77		19.91
Dosis	2ml Humega/l. de agua			5ml Greenzit/l. de agua			Sin bioestimulante			
Bioestimul.	Suma =	230.28		Suma =	243.73		Suma =	242.79		716.80
	Promedio =	19.19		Promedio =	20.31		Promedio =	20.23		19.91

6.5.1. Análisis ANVA para longitud de raíz

Tabla 45
ANVA para longitud de raíz (cm).

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	4.5759	1.5253	0.4337	3.01000	4.72000	NS. NS.
Tratamientos	8	46.9421	5.8678	1.6685	2.36000	3.36000	NS. NS.
Dosis Sol. Nutrit. (Ds)	2	3.4058	1.7029	0.4842	3.40000	5.61000	NS. NS.
Dosis Bioestim. (Db)	2	9.3968	4.6984	1.3360	3.40000	5.61000	NS. NS.
Interacción Ds * Db	4	34.1395	8.5349	2.4269	2.78000	4.22000	NS. NS.
Error	24	84.4036	3.5168				
Total	35	135.9216	CV = 9.42%				

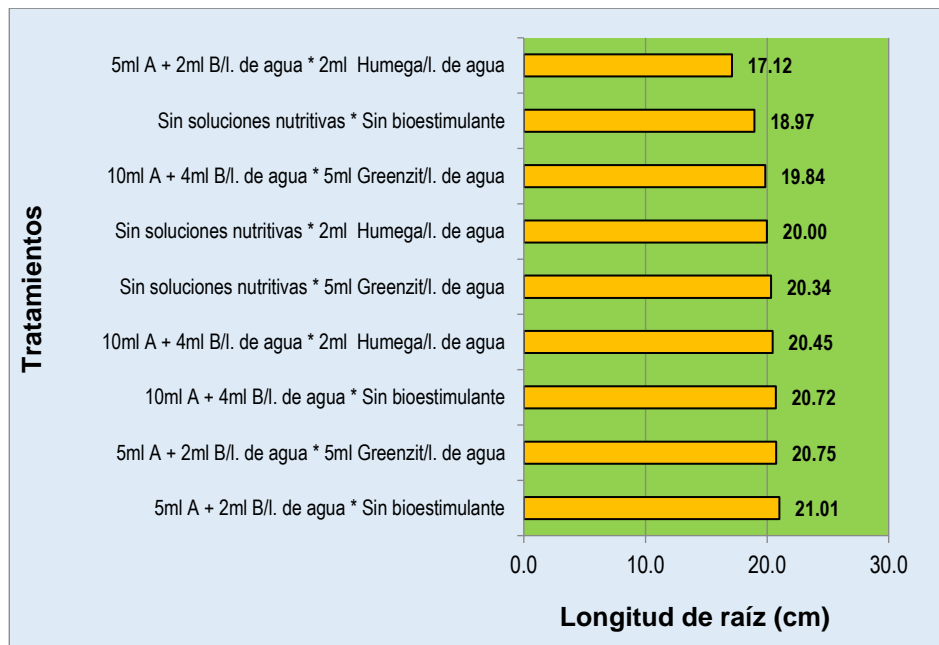
De acuerdo a la tabla 45, se observa que no existen diferencias significativas entre los bloques respecto a la longitud de raíz ($F_c < F_t$), lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea; el coeficiente de variabilidad es de 9.42 % que indica que los datos de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. No obstante, existe diferencias significativas entre los tratamientos, la dosis de solución nutritiva, bioestimulante e interacción entre solución nutritiva por bioestimulante ($F_c < F_t$).

6.5.2. Ordenamiento de tratamientos para longitud de raíz

Tabla 46
Ordenamiento de tratamientos para longitud de raíz (cm).

Orden de Mérito	Tratamientos	Longitud de raíz (cm)
I	5ml A + 2ml B/l. de agua * Sin bioestimulante	21.01
II	5ml A + 2ml B/l. de agua * 5ml Greenzit/l. de agua	20.75
III	10ml A + 4ml B/l. de agua * Sin bioestimulante	20.72
IV	10ml A + 4ml B/l. de agua * 2ml Humega/l. de agua	20.45
V	Sin soluciones nutritivas * 5ml Greenzit/l. de agua	20.34
VI	Sin soluciones nutritivas * 2ml Humega/l. de agua	20.00
VII	10ml A + 4ml B/l. de agua * 5ml Greenzit/l. de agua	19.84
VIII	Sin soluciones nutritivas * Sin bioestimulante	18.97
IX	5ml A + 2ml B/l. de agua * 2ml Humega/l. de agua	17.12

Figura 30
Longitud de raíz (cm) para tratamientos.



De acuerdo a la tabla 46 y figura 31, se observa que el T3(5 ml A +2 ml B solución nutritiva* sin bioestimulantes) alcanzó 21.01 cm de longitud, siendo similar estadísticamente al T2 (5 ml A + 2 ml B solución nutritiva*5 ml Greenzit) y T6(10 ml A +

4 ml B solución nutritiva**sin bioestimulantes*) con 20.75 cm y 20.72 cm, respectivamente; seguido del tratamiento T4 (10 ml A + 4 ml B solución nutritiva*2 ml Humega), T8 (sin solución nutritiva*5 ml Greenzit), T7 (sin solución nutritiva*2 Humega) y T5 (10 ml A + 4 ml B solución nutritiva*5 ml Greenzit) con 20.34 cm; 20.00 cm y 19.84 cm de longitud, respectivamente y similares estadísticamente; los cuales son superiores al T9 (sin solución nutritiva**sin bioestimulantes*) y T1 (5 ml A + 2 ml B solución nutritiva*2 ml Humega) que lograron 18.97 cm y 17.12 cm correspondientemente.

6.5.3. Ordenamiento de Dosis solución nutritiva para longitud de raíz

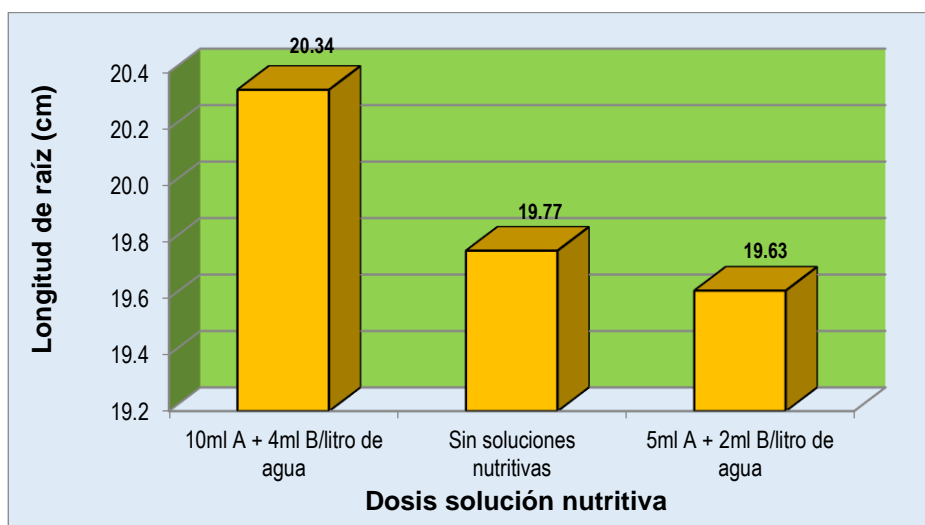
Tabla 47

Ordenamiento de Dosis solución nutritiva para longitud de raíz (cm).

Orden de Mérito	Dosis solución nutritiva	Longitud de raíz (cm)
I	10ml A + 4ml B/litro de agua	20.34
II	Sin soluciones nutritivas	19.77
III	5ml A + 2ml B/litro de agua	19.63

Figura 31

Longitud de raíz (cm) para Dosis solución nutritiva.



De acuerdo a la tabla 47 y figura 32, se observa que los tratamientos con dosis de 10 ml A +4 ml B solución nutritiva alcanzó en promedio una longitud de 20.34, seguido de la dosis sin solución nutritiva con 19.77 cm y, por último, la dosis de 5 ml A + 2 ml B solución nutritiva fue de 19.63 cm, los cuales son estadísticamente similares.

6.5.4. Ordenamiento de Dosis bioestimulante para longitud de raíz

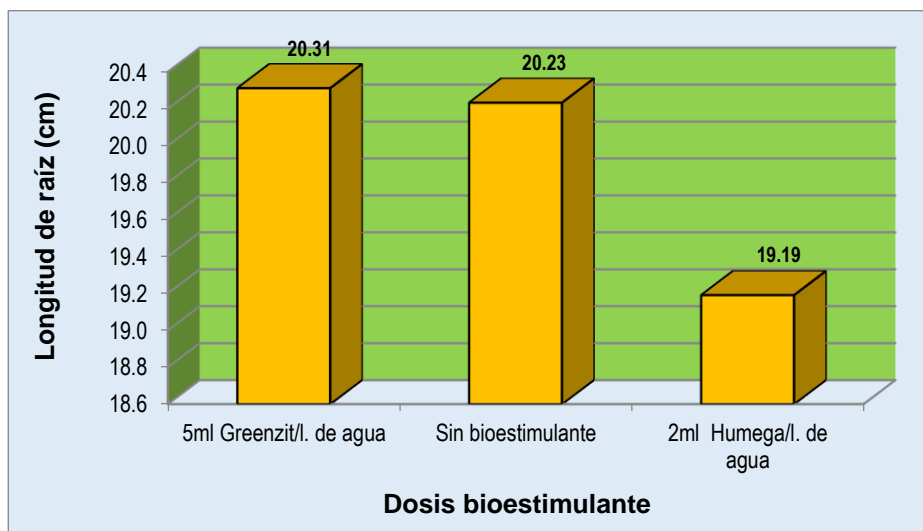
Tabla 48

Ordenamiento de Dosis bioestimulante para longitud de raíz (cm).

Orden de Mérito	Dosis bioestimulante	Longitud de raíz (cm)
I	5ml Greenzit/l. de agua	20.31
II	Sin bioestimulante	20.23
III	2ml Humega/l. de agua	19.19

Figura 32

Longitud de raíz (cm) para bioestimulante.



De acuerdo a la tabla 48 y figura 33, se observa que los tratamientos con dosis de 5 ml Greenzit bioestimulante alcanzó 20.31 cm de longitud, seguido de los tratamientos sin bioestimulantes con 20.23 cm que son similares estadísticamente, pero son superiores a la dosis de 2 ml Humega que obtuvo 19.19 cm de longitud.

6.6. Costos de producción

Tabla 49

Costos de infraestructura para 36 m² de producción de lechuga.

Unidades y/ o insumos	Unidad medida	Cantidad por 36m ²	Precio unit. S/	Precio total s/
1. Construcción de Fito toldó				
Fierro rectangular de 2*1"	Metro	45	3.3	148.5
Platina 3/8	Metro	45	0.9	40.5
Angular 1/2"	Metro	52	1.6	83.2
Plástico agro film	Metro	9	6	54
Malla raschel 80%	Metro	13	5	65
Pernos autopercorantes	Millar	0.25	68	17
			Sub Total	408.2
2. Implementación de sistema vertical				
Listones 2*2" x 2m	Unidad	36	2	72
Pernos de madera	Millar	1	25	25
Embaces de tinner	Unidad	576	0	0
Taquitos de madera de 1*2cm	Unidad	576	0	0
			Sub Total	97
3. Instalación de riego				
Gotero regulable verde 100 LPH	Millar	0.576	250	144
Manguera negra clase 10	Metro	50	1	50
Microtubo negro de 8 mm	Metro	97	0.75	72.75
Codo 20mm escamado	Unidad	9	0.7	6.3
Conector dentado 4/7x4/7	Unidad	571	0.25	142.75
Tee 20 mm escamado	Unidad	38	0.8	30.4
Tapón 20mm escamado	Unidad	36	0.75	27
			Sub Total	473.2
4. Mano de obra infraestructura				
Limpieza y nivelación de terreno	Jornal	1	50	50
Construcción de Fitotoldo	Jornal	4	50	200
Implementación de sistema vertical	Jornal	1	50	50
Instalación de riego	Jornal	1	50	50
			Sub Total	350
Total (construcción de la infraestructura)				1328.4

El costo de creación de la infraestructura se dividirá en el periodo de vida calculado de esta es de 5 años más una capitalización anual llegando a un coste anual de la infraestructura de:

Cálculo de depreciación de Fitotoldo en 5 años

$$\text{capital anual} = \frac{1328.4}{5}$$

$$\text{capital anual} + \text{interes} = \frac{1328.4}{5} * (1 + \text{interes anual})$$

$$\text{capital anual} + \text{interes} = \frac{1328.4}{5} * (1 + 0.14)$$

$$\text{capital anual} + \text{interes} = 302.7$$

Se requerirá hacer una reposición anual de 303 soles cada año por el uso de Fitotoldo construido. Se espera 6 producciones anuales cada dos meses, dejando un coste de 51 soles por depreciación del Fitotoldo para los 9 tratamientos lo cual deja un desgaste por tratamiento de 5.70 soles por tratamiento.

Tabla 50
Costos de producción para 36 m2 por cosecha.

Unidades y/ o insumos	Unidad medida	Cantidad por 36m2	Precio unit. S/	Precio total s/
1. Mano de obra				
Siembra y trasplante	Jornal	1	50	50
Riego	Jornal	1	50	50
Cosecha	Jornal	1	50	50
Sub Total				150
2. Costo insumos				
Agua	Global		10	10
Sub Total				10
3. Semilla				
Lechuga variedad White Boston	Gramo	40	0.2	8
Sub Total				8
Total (inversión por siembra de 9 tratamientos)				168
Total (inversión por siembra de 1 tratamiento)				18.70

Cada vez que se siembre se hará una inversión de 168 soles por los 9 tratamientos por los 36 m2 útiles del Fitotoldo y una inversión de 18.70 soles por 1 tratamiento.

Tabla 51

Costos de insumos experimentales para los 9 tratamientos en 36 m² por cosecha

tratamiento	Precio en soles por litro		Solución nutritiva A	Solución nutritiva B	Greenzit	humega	costo del insumo por tratamiento
			15 /s	15 /s	23 /s	23/s	
1	5 ml A + 2 ml B/ Lt agua	2 ml Humega	0.23 Litros	0.9 Litros	0 litros	0.9 Litros	6.90 /s
2	5 ml A + 2 ml B/ Lt agua	5 ml Greenzit	0.23 Litros	0.9 Litros	0.23Litros	0 litros	10.10 /s
3	5 ml A + 2 ml B/ Lt agua	sin Bioestimulantes	0.23 Litros	0.9 Litros	0 litros	0 litros	4.80 /s
4	10 ml A + 4 ml B/ Lt agua	2 ml Humega	0.45 Litros	0.18 Litros	0 litros	0.9 Litros	11.50 /s
5	10 ml A + 4 ml B/ Lt agua	5 ml Greenzit	0.45 Litros	0.18 Litros	0.23Litros	0 litros	14.70 /s
6	10 ml A + 4 ml B/ Lt agua	sin Bioestimulantes	0.45 Litros	0.18 Litros	0 litros	0 litros	9.50 /s
7	Sin solución nutritiva	2 ml Humega	0 litros	0 litros	0 litros	0.9 Litros	2.10 /s
8	Sin solución nutritiva	5 ml Greenzit	0 litros	0 litros	0.23 Litros	0 litros	5.30 /s
9	Sin solución nutritiva	sin Bioestimulantes (testigo)	0 litros	0 litros	0 litros	0 litros	0 /s

Se calcula el uso de cada tratamiento en la siembra por cosecha en soles encontrado que el tratamiento de mayor costo es el T5 (10ml de A 4 ml de B*5ml) + 5ml Greenzit.

Tabla 52

Rendimiento promedio y beneficio neto para una campaña de dos meses para los 9 tratamientos en 36 m² (Fitotoldo).

tratamiento		Kg cogollo en36 m ²	precio	benéfico bruto soles	costo por desgaste de infraestructura	costo de producción por cosecha	costo de insumos de tratamiento	costos	beneficio por cosecha	T.I.R (%)	
1	5 ml A + 2 ml B/ Lt agua	2 ml Humega	6.87	10	68.70	5.7	18.70	6.90	31.30	37.40	2.19
2	5 ml A + 2 ml B/ Lt agua	5 ml Greenzit	7.42	10	74.20	5.7	18.70	10.10	34.50	39.70	2.15
3	5 ml A + 2 ml B/ Lt agua	sin Bioestimulantes	7.03	10	70.30	5.7	18.70	4.80	29.20	41.10	2.40
4	10 ml A + 4 ml B/ Lt agua	2 ml Humega	7.03	10	70.30	5.7	18.70	11.50	35.90	34.40	1.96
5	10 ml A + 4 ml B/ Lt agua	5 ml Greenzit	7.92	10	79.20	5.7	18.70	14.70	39.10	40.10	2.03
6	10 ml A + 4 ml B/ Lt agua	sin Bioestimulantes	7.19	10	71.90	5.7	18.70	9.50	33.90	38.00	2.12
7	Sin solución nutritiva	2 ml Humega	7.18	10	71.80	5.7	18.70	2.10	26.50	45.30	2.71
8	Sin solución nutritiva	5 ml Greenzit	7.83	10	78.30	5.7	18.70	5.30	29.70	48.60	2.64
9	Sin solución nutritiva	sin Bioestimulantes	6.96	10	69.60	5.7	18.70	0.0	24.40	45.20	2.85

De la tabla 52 se deduce que, en un cultivo de sistema vertical de lechuga con la aplicación de solución nutritiva y Bioestimulantes de los nueve tratamientos en una sola campaña no se logra recuperar lo invertido, sino hasta un periodo de 5 años lo cual durara el Fitotoldo en operación. Si se considera una depreciación proporcional, se obtendrá ganancias desde la primera cosecha donde el tratamiento que genera mejores

beneficios es el T5 (10 ml A + 4 ml B/ Lt agua*5 ml Greenzit) con una ganancia de 79.20 soles, seguido del T8 (Sin solución nutritiva*5 ml Greenzit) con una ganancia de 78.30 soles; en situación de inversión, se encuentra que la mejor opción es el T9 (sin solución nutritiva*sin bioestimulante) donde por cada sol invertido se recupera 2.85 soles después de dos meses, siendo el que se invierte menos, pero su utilidad que es menor, seguido del T7 (sin solución nutritiva*2 ml Humega) donde por cada sol invertido se recuperará 2.71 soles; esto indica que los tratamientos pueden mejorar la producción en Kg, pero los costos de insumos son altos, lo cual no hace del todo aplicable en uso real los tratamientos plantados.

VII. CONCLUSIONES

El tratamiento que obtuvo mejor respuesta en el rendimiento como primer lugar (peso de cogollo y peso fresco de raíz), para el **peso de cogollo** fue el T5 (10 ml A +4 ml B solución nutritiva*5 ml Greenzit) con 123.76 g/planta y para el **peso fresco de raíz** fue el T2 (5 ml A +2 ml B solución nutritiva * 5 ml Greenzit) con 15.16 g/planta; como último lugar (peso de cogollo y peso fresco de raíz), para el **peso de cogollo** fue el T1 (5 ml A + 2 ml B solución nutritiva *2 ml Humega) con 107.30 g/planta y para **peso fresco de raíz** fue el T1 (5 ml A + 2 ml B solución nutritiva *2 ml Humega) con 13.02 g/planta.

El tratamiento que mostró una mejor respuesta en el comportamiento agronómica como primer lugar (altura de planta, diámetro de cogollo y longitud de la raíz), para la **altura de la planta** fue el T8 (sin solución nutritiva *5 ml Greenzit) con 19.64 cm de; para **diámetro de cogollo** fue el T2 (5 ml A +2 ml B solución nutritiva *5 ml Greenzit) con 24.61 cm y el T8 (sin solución nutritiva*5 ml Greenzit) con 24.50 cm y para **la longitud de la raíz** fue el T3 (5 ml A +2 ml B solución nutritiva*sin bioestimulantes) con 21.01 cm y siendo este similar al T2, T6, T4, T8, T7 y T5 (20.75, 20.72, 20.45, 20.34, 20.00 y 19.84); como último lugar (altura de planta, diámetro de cogollo y longitud de la raíz), para la **altura de planta** fue el T3 (5 ml A + 2 ml B solución nutritiva*sin bioestimulante) con 16.43 cm, para **diámetro de cogollo** fue el T1 (5 ml A + 2 ml B solución nutritiva*2 ml Humega) con 19.92 cm y para **longitud de raíz** fue el T1 (5 ml A + 2 ml B solución nutritiva*2 ml Humega) con 17.12 cm.

De los nueve tratamientos, en una sola campaña que es de dos meses no se recupera la inversión, donde el T5 (5ml A + 2 ml B*5 ml Greenzit) con un rendimiento de 7.92 kg/tratamiento con beneficio por cosecha de S/40.10, es así que en este tratamiento se recupera lo invertido en un periodo de 5 años y una ganancia de 79.20 soles; seguido del T8 (Sin solución nutritiva*5 ml Greenzit) con una ganancia de 78.30 soles y beneficio por cosecha de S/ 48.60. Pero cuando se trata de inversión la mejor opción es el T9 (sin solución nutritiva*sin bioestimulante) donde por cada sol invertido se recupera 2.85 soles después de dos meses, siendo el que se invierte menos, pero su utilidad que es menor, y el T7 (sin solución nutritiva*2 ml Humega) donde por cada sol invertido se recuperará 2.71 soles.

VIII. SUGERENCIAS

1. Experimentar cultivos de producción de lechuga con diferentes sustratos en la técnica de cultivo vertical.
2. Realizar estudios de adaptación de otras hortalizas en la técnica de cultivo vertical.
3. Realizar estudios de costos de producción del cultivo de lechuga en condiciones de Fito toldo comparado con la conducción de cultivo en campo abierto.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Agro Krebs. (10 de Marzo de 2021). *Morfología de la lechuga*. Obtenido de Facebook: <https://web.facebook.com/agrokrebs/photos/a.565875290563594/1072996123184839>
- Albujar, E. (Noviembre de 2019). Anuario estadístico de producción agrícola 2018. *Ministerio de agricultura y riego*. Lima, Peru. Obtenido de https://siea.midagri.gob.pe/portal/phocadownload/datos_estadisticas/anuarios/agricola/agricola_2018.pdf
- Alcantara, J., Acero, J., Alcántara, J., & Sánchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *NOVA*, 17(32), 109-129. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>
- Andrea, & Luciano. (Diciembre de 2003). El fittoldo familiar cosechemos los rayos del sol. (*Folleto*). Espinar, Peru. Obtenido de <http://www.taller-inti.org/download/pdf/1/02.03.12.Folleto%20Invernadero%2001.pdf>
- Arzola, C., Fundora, O., & Mello, R. (2013). *Manejo de suelos para una agricultura sostenible*. FCAV/UNESP. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/458864791/Libro-Arzola>
- Asamoah, E., Nketia, A., Sadick, A., Asenso, D., Kwa-bena, E., Ayer, J., & Owusu, E. (2015). Water Quality Assessment Of Lake Bosomtwe For Irrigation Purpose, Ghana. *Intl J Agri Crop Sci.*, 8(3), 366-372.
- Baixaui, C., & Aguilar, M. (2002). *Cultivo sin suelo de hortalizas*. España: Generalitat Valenciana. Obtenido de <https://ivia.gva.es/documents/161862582/161863558/Cultivo+sin+suelo+de+hortalizas>
- Barrios, N. (agosto de 2004). Evaluación del cultivo de lechuga, (*Lactuca sativa L.*) bajo condiciones hidropónicas. (*Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo*). Universidad de San Carlos de Guatemala, San Juan Sacatepequez, GUATEMALA. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2071.pdf
- Bar-Yosef, B. (1992). *Fertilization under drip irrigation*". En *Fluid Fertilizer*. Nueva York : Science and Technology.
- Bisht, S., Rawat, L., Chakraborty, B., & Yadav, V. (2018). Recent Advances in Use of Plant Growth Regulators (PGRs) in Fruit Crops. *Int J Curr Microbiol Appl Sci*,

- 7(5), 1307-1336. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/325276676_A_Recent_Advances_in_Use_of_Plant_Growth_Regulators_PGRs_in_Fruit_Crops_-_A_Review
- Bosch, M., Costa, L., Cabria, N., & Aparicio, C. (2012). Relación entre la variabilidad espacial de la conductividad eléctrica y el contenido de sodio del suelo. *Ciencia del Suelo*, 30(2), 27-38. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672012000200003&script=sci_abstract
- Castilla, A. (2016). Soluciones nutritivas por fertirriego en la producción de variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) mediante cultivo vertical en invernadero kayra cusco. (*Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo*). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Peru.
- Chiliquinga, M., & Vallejos, H. (2017). *Costos. Modalidad órdenes de producción*. Ibarra, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7077/1/LIBRO%20Costos.pdf>
- Choque, W. (2017). Comparativo de cinco dosis de soluciones nutritivas en la producción de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) mediante sistema hidropónico de raíz flotante. (*Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo*). Universidad San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Peru.
- Cisneros, J. (2014). Efecto de dosis de micronutrientes en la producción de invernadero Kayra Cusco. (*Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo*). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Peru.
- Colomo, A. (2009). Mejora y estandarización del proceso de producción, en una empresa productora de envases plásticos. (*Tesis de grado*). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Obtenido de https://www.academia.edu/16246984/ENVASES_PL%C3%81STICOS
- Delgado, Y. (2018). Producción y rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) de la variedad arropollada salinas utilizando abonos orgánicos en carpa solar en el Municipio de Patacamaya. (*Tesis para optar el título de Técnico Universitario Superior en Agropecuario*). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/20570/TS-2645.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- FAO. (2002). *El cultivo protegido en clima mediterráneo*. Dirección de Producción y Protección Vegetal 90. Obtenido de <https://www.fao.org/3/s8630s/s8630s00.htm>

- Favela, E., Preciado, P., & Benavides, A. (2006). *Manual para la preparación de soluciones nutritivas*. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/305280176_Manual_para_la_preparacion_de_soluciones_nutritivas
- Fernández, C., Urdanet, N., & Silva, W. (2006). Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Cv Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. *Rev. Fac. Agron.*, 23(2), 188-196. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182006000200006
- Garate, W. (2016). Efecto de 03 clases de soluciones nutritivas en la producción hidropónica de 04 variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.). (*Tesis para optar el título de ingeniero agronomo*). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Peru.
- Garcia, D. (2017). *Bioestimulantes agrícolas, definición, principales categorías y regulación a nivel mundial*. INTAGRI. Obtenido de <file:///C:/Users/usuario/Downloads/94.%20Bioestimulantes%20Agrícolas%20Definición%20Principales%20Categorías%20y%20Regulación%20a%20Nivel%20Mundial.pdf>
- García, J. (2008). *Contabilidad de costos* (tercera edición ed.). Monterrey, Mexico. Obtenido de <http://fullseguridad.net/wp-content/uploads/2016/11/Contabilidad-de-costos-3ra-Edici%C3%B3n-Juan-Garc%C3%ADa-Col%C3%ADn.pdf>
- García, S. (2017). Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial. *Artículos Técnicos de INTAGRI*, 94. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricionvegetal/bioestimulantesagricolas-definicion-y-principales-categorias>
- Gholami, A., & Shahinzadeh, N. (2014). Evaluation of Hydrochemistry Characteristics Surface Water Quality in the Karoon River Basin, Southwest Iran. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 4(3). Obtenido de <https://www.cibtech.org/J-LIFE-SCIENCES/PUBLICATIONS/2014/Vol-4-No-3/JLS-082-088-GHOLAMI-EVALUATION-IRAN.pdf>
- González, W. (2020). *Producción de lechuga hidropónica (Lactuca sativa L.) en sistema de raíz flotante bajo el efecto de 3 bioestimulantes*. Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5684/1/UPSE-TIA-2021-0005.pdf>

- Google Earth . (2022). *APV. Altiva Canas-San Jerónimo*. Obtenido de https://earth.google.com/web/search/altiva+canas-san+jer%c3%b3nimo+cusco/@-13.54503415,-71.90571072,3273.46862377a,1023.28088878d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCQQlpvP5ESvAEYgB_61jHCvAGQFng6vC-FHAlaNrFhoT-1HA
- Graczik, Z., Graczik, T., & Naprauska, A. (2011). A rol some food arthropods as vectors of human enteric infections. *Center. Eur. J. Biol.*, 6(2), 145-149. Obtenido de <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301938889>
- Hagin, J., & Lowengart, A. (1996). Fertigation for minimizing environmental pollution by fertilizers. *Fertilizer research*, 43, 5-7. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00747675>
- Hagin, J., Sneh, M., & Lowengart-Aycicegi, A. (2002). *Fertigation – Fertilization through irrigation*. Suiza: IPI Research Topics N° 23.
- Halsquet, P., & Miñambres, M. (2005). *La lechuga. Manual para su cultivo en agricultura ecologica*. Obtenido de Monográficos Ekonekazaritza n°3: <https://www.ecoagricultor.com/wp-content/uploads/2013/03/Lechuga-Manual-para-su-cultivo-en-agricultura-ecol%C3%B3gica.pdf>
- Handley, K., Wright, S., & Evans, E. (2018). SME reporting in Australia: Where to now for decision-usefulness? *Australian Accounting Review*, 28(2), 251-265. doi:<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/au>
- Hayashi, R. (2014). *Curso: Riego localizado*. Obtenido de Universidad de la República de Uruguay: <http://www.fagro.edu.uy/hidrologia/riego/RIEGO%20LOCALIZADO%20intensivos2014.pdf>
- Hernández, G., & Ríos, H. (2013). Estructura financiera óptima, en la industria de los alimentos, que cotiza en la Bolsa Mexicana de Valores. *Econoquantum*, 10(2), 77-97. doi:<https://doi.org/10.18381/eq.v10i2.163>
- Hydroenvyronment. (2008). *Sistema Nutrient Film Technique*. Obtenido de http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=101
- Holdridge, L. (1967). *Life zone ecology. Life zone ecology., (rev. ed.)*.
- Hurtado, F. (2003). *Lo que usted debe recordar al formular un proyecto de desarrollo rural*. Cusco, Peru. Obtenido de <http://www.unsaac.edu.pe/investigacion/iiur/librosiiur/ProyectosDesaRural%20.pdf>

- Hussain, A., Ahmed, I., Nazir, H., & Ullah, I. (2012). *Recent Advances in Plant in vitro Culture* (Vol. 1). IntechOpen.
- INFOAGRO. (2018). *El cultivo de la lechuga*. Obtenido de <https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA]. (1994). *Mapa Ecológico del Perú*. Lima: Ministerio de Agricultura. Obtenido de <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Maps/INRENA-mapa-ecologico.pdf>
- IPES. (julio de 2008). *Como hacerlo huertos organicos urbanos en azoteas terrazas y patios traseros*. Obtenido de <https://www.ipes.org/index.php/descargas/send/2-agricultura-urbana/52-huertos-organicos-urbanos-en-azoteas-terrazas-y-patios-traseros>
- Kafkafi, U. (2005). *Global aspects of fertigation usage*. Israel: Fertigation Proceedings, International Symposium on Fertigation Beijing. Obtenido de https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/1_Kafkafi_Global_Aspects_of_Fertigation_Usage_p8-22.pdf
- Kafkafi, U., & Tarchitzky, J. (2012). *Fertirrigación. Una herramienta para una eficiente fertilización y manejo del agua*. Suiza: Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (IFA).
- Laboratorio de Análisis de Suelos del Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA). (2019). *Análisis de fertilidad y mecánico de suelo*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Lacarra, A., & Garcia, C. (Diciembre de 2011). Validación de Cinco Sistemas Hidropónicos para la Producción de Jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mili.) y Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en Invernadero. (*Tesis para optar el título de ingeniero agronomo*). Universidad Veracruzana, Veracruz, Mexico. Obtenido de <https://studylib.es/doc/7404873/validaci%C3%B3n-de-cinco-sistemas-hidrop%C3%B3nicos-para-la>
- Lakhiar, I., Gao, J., Syed, X., Chandio, F., Jing, Z., & Buttar, N. (2019). Effects of Various Aeroponic Atomizers (Droplet Sizes) on the Growth, Total Polyphenol Content and Antioxidant Activity of Leafy Lettuce (*Lactuca Sativa* L.). *Transactions of the ASABE*, 62(6), 1475-1487. doi:10.13031/trans.13168
- Lara, A. (1999). Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *Terra latinoamericana*, 17(3), 221-229.

- Lenscak, M., & Iglesias, N. (2019). *Invernaderos Tecnología apropiada en las regiones productivas del territorio nacional argentino (del paralelo 23 al 54)*. Argentina: INTA Ediciones. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_invernaderos.pdf
- Lingaswamy, M., & Saxena, R. (2015). Water Quality of Fox Sagar Lake, Hyderabad, Telangana State, India, Its Suitability for Irrigation Purpose. *Int. J. Adv. Res. Sci. Technol.*, 4(8), 490-494. Obtenido de https://www.academia.edu/28210878/Water_Quality_of_Fox_Sagar_Lake_Hyderabad_Telangana_State_India_Its_Suitability_for_Irrigation_Purpose
- Llanten, S. (2017). *Efecto de soluciones nutritivas en 2 variedades de lechuga (Lactuca sativa) sembrada en condiciones hidropónicas en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas*. Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3298/1/T-UTEQ-0128.pdf>
- López, B. (2016). Diagnostico de la produccion de lechuga hidroponica (lactuca sativa L.) en el Valle Santa Catalina Trujillo La Libertad. (*Tesis para optar el titulo de ingeniero agronomo*). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Peru. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/7749/L%C3%93PEZ%20S%C3%81NCHEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lucero, J. (2012). Estudio de tres niveles de compost en el cultivo de la lechuga variedad repollo (Lactuca sativa L), en suelos andisoles. (*Tesis para optar el titulo de ingeniero en administracion agropecuaria*). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5499/1/Malatay%20Lucero%20Jos%c3%a9.pdf>
- Mafra, V., Gonzáles, E., Ricardo, P., & Wahrlich, R. (2016). A cost-benefit analysis of three gillnet fisheries in Santa Catarina, Brazil: contributing to fisheries management decisions. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 1096-1115. doi:<https://doi.org/10.3856/vol44-issue5-fulltext-19>
- Maquerhua, L. (2019). Efecto del abonamiento y fertilización en el cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L.) bajo condiciones de fitotoldo. (*Tesis para optar el titulo de ingeniero agronomo*). Univerdisd Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Peru.
- Martínez, L. (1998). *Manual de Fertirrigación*. Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/28631/NR26416.pdf?sequence=1>

- Mercado, W. (1970). *Abonamiento foliar en el cultivo de la lechuga Var. White Boston en K'ayra*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad.
- Mete, M. (2014). Valor actual neto y tasa de retorno: Su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación del proyectos de inversión. *Fides et Ratio*, 7, 67-85. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v7n7/v7n7_a06.pdf
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2021). *Producción de lechuga*. Obtenido de MIDAGRI: <https://siea.midagri.gob.pe/portal/calendario/#>
- Mollehuanca, E. (2019). Comparativo de dosis de soluciones nutritivas inorganicas en el rendimiento de lechuga (*lactuca sativa L. var. white boston*) mediante la tecnica de cultivo acolchado plastico-kayra-cusco. (*Tesis para optar el titulo de ingeniero agronomo*). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Peru.
- Montés, R. (2004). *Evaluación agronómica de 5 cultivares de lechuga en condiciones de invernadero*. Bolivia : [Tesina de Licenciatura, Universidad Mayor de San Andres].
- Muños, P., & Mariño, Y. (2019). Propuesta de diseño de una estructura vertical para promover la agricultura urbana en la vivienda. (*tesis de grado*). Universidad catolica de Colombia, Bogota, Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23875/1/PROPUESTA%20DE%20DISE%20C3%91O%20DE%20UNA%20ESTRUCTURA%20VERTICAL%20PARA%20PROMOVER%20LA%20AGRICULTURA%20URBANA%20EN%20LA%20VIVIENDA.pdf>
- Nuñez, R. (1981). *Principios de fertilización agrícola con abonos orgánicos. Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos*. México: AGT Editor S.A. .
- Ocampo, J., Caballero, R., & Tornero, A. (2005). *Los sustratos en cultivos hortícolas y ornamentales*. México: Universidad Autónoma de Puebla.
- Pinares, L. (2011). Efecto de las soluciones inorganicas en el cultivo hidropónico de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) en el centro agronomico de kayra-cusco. (*Tesis para optar el titulo de ingeniero agronomo*). Uiversidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Peru.

- Proyecto de Modernización de los Servicios de la Tecnología Agrícola [PROMOSTA]. (2005). *Guías tecnológicas de frutas y vegetales*. Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica.
- Puto, K. (2012). Impact of the water quality of the microbial safety of vegetables. *The Journal "Agriculture and Forestry"*, 58(3). Obtenido de <http://www.agricultforest.ac.me/paper.php?id=2119>
- Quirós, D. (2011). *Diseño de un sistema hidropónico a mediana escala*. Cartago: [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Obtenido de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2925/Informe_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quispe, Y. (2019). Efecto de tres abonos foliares y soluciones nutritivas en la producción de variedades de fresa (*fragaria sp.*) con un sistema de acolchado plástico en fittoldo en Saylla Cusco. (*Tesis para optar el título de ingeniero agronomo*). Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Peru.
- Resh, M. (1997). *Cultivos Hidropónicos* (4ª ed. ed.). España: Mundi Presa Libros S.A.
- Reveles, R. (2004). *Costos I* (Primera edición ed.). Jalisco, Mexico. Obtenido de https://www.cucea.udg.mx/include/publicaciones_drupal/pdfs/costos1.pdf
- Roddy, E. (2006). *Fertigation Fertilizer Sources*. Obtenido de <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/hort/news/vegnews/2006/vg0406a2.htm>
- Rogel, M. (2018). *Respuesta de tres variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) a cuatro soluciones nutritivas, bajo condiciones hidropónicas en invernadero*. Ecuador: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16529/1/T-UCE-0004-CAG-024.pdf>
- Rojas, M., & Ramírez, H. (1987). *Control hormonal del desarrollo de las planta* (Primera edición ed.). México: Ed. Limusa.
- Rojas, R. (2007). *Sistemas de costos un proceso para su implementación*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de http://www.fadmon.unal.edu.co/fileadmin/user_upload/investigacion/centro_editorial/libros/sistemas_de_costos_un_proceso_para_su_implementacion.pdf
- Saavedra, G., Corradini, F., Antúnez, A., Felmer, S., Estay, P., & Sepúlveda, P. (2017). *Manual de producción de lechuga*. Santiago: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de

https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/29500/INIA_Libro_0051.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Sáez, P., & Narciso, J. (1999). Utilización de sustratos en viveros. *Terra Latinoamericana*, 17(3), 231-235. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317307.pdf>
- Sánchez, C., & Escalante, R. (2001). *Hidroponía*. México : Universidad Autónoma Chapingo.
- Santos, M. d., & Cosco, B. (11 de Abril de 2022). *Factores que afectan a la producción agrícola*. Obtenido de Instituto Tecnológico Superior de Jesús Carranza (ITSJC): <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/factores-afectan-produccion-agricola-t49593.htm>
- Sne, M. (2006). *Micro irrigation in arid and semi-arid regions. Guidelines for planning and design*. Ed.: S. A. Kulkarni. ICID-CIID. . Nueva Delhi (India): International Commission on Irrigation and Drainage.
- Tapia, J. (2022). *Eficacia de soluciones nutritivas en la productividad de variedades de lechuga *Lactuca sativa* L. mediante el sistema NFT*. Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/TAPIA%20VELA%20JEFFERSON%20AUGUSTO.pdf>
- Tartabull, T., & Betancourt, C. (2016). La calidad del agua para el riego. Principales indicadores de medida y procesos que la impactan. *Revista Científica Agroecosistemas*, 4(1), 47-61. Obtenido de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/ras>
- Universidad Nacional La Molina. (s.f.). *Sustratos para propagación y siembra en invernaderos*. Obtenido de <http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Ense%C3%B1anza/Clases%20PROPA/SPP.4.SUSTRATOS.pdf>
- Valencia, A. (Enero de 1995). Cultivo de hortalizas de hojas: col y lechuga. (*Instituto Nacional de Innovación Agraria*). Lima, Peru. Obtenido de https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/985/1/Valencia-Cultivo_hortalizas_hojas_col_y_lechuga.pdf
- Vargas, F. (1997). *Evaluación de cuatro sustratos en el cultivo asociado de acelga y lechuga en Fito toldos*. Cusco: Universidad Nacional e San Antonio Abad del Cusco.

- Vásquez, J. (2015). Evaluación agronomica de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) entres ciclos de siembra consecutivos, en San Miguel de la Tigra, San Carlos, Alajuela, c.r. (*Tesis para optar el titulo de ingeniero agronomo*). Instituto Tecnológico de Costa Rica, costa rica. Obtenido de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6469/evaluacion_agronomica_cinco_variedades_lechuga.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Yanque, D. (1992). Comparativo de tres abonos foliares en el cultivo de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.). (*Tesis para optar el titulo de ingeniero agronomo*). Universidad Nacional Abad del Cusco, Cusco, Peru.
- Yucra, C. (2019). La carbonatita en el rendimiento y calidad de lechuga (*Lactuca sativa*) cv. patagonia. (*Tesis para optar el titulo de ingeniero agronomo*). Universidad Nacional la Molina, Lima, Peru. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4096/yucra-ataucusi-cinthia-maritza.pdf?sequence=1>

ANEXOS

Anexo 1
Resultados de análisis de arena.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- APARTADO POSTAL
N° 001 - Cusco - Perú
- FAX: 08154 - 08173 - 022512
- RECTORADO
Calle Tiguay Nº 127
Teléfonos: 022271 - 224891 - 224131 - 254198
- CIUDAD UNIVERSITARIA
Av. De la Cultura Nº 733 - Teléfonos: 22866 - 222512 - 221571 - 232925 - 212224
- CENTRAL TELEFÓNICA
Av. 25 de Abril - 22210
Teléfonos: 247536 - 248207 - 248208
- LOCAL CENTRAL
Plaza de Armas 01
Teléfonos: 221511 - 221521 - 224011
- MUSEO INRA
Calle de Armas Nº 140 - Teléfono: 221200
- CENTRO AGROPECUARIO KAYRA
San Jerónimo de Cusco - Teléfonos: 277048 - 277246
- COLEGIO "FELIPE DE HEREDIA"
Av. De la Cultura Nº 733
"Escuela Universitaria" - Teléfono: 227142

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA)
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS

TIPO DE ANALISIS : FERTILIDAD Y MECANICO

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : APV. ALTYA CANAS, SAN JERONIMO, CUSCO - CUSCO

INSTITUCION SOLICITANTE : JANET JAMBA SICA PALOMINO.


ANALISIS DE FERTILIDAD :

N°	CLAVE	mm/ha/cm C.E.	pH	% CaCO ₃	% M. ORG.	% N. TOTAL	ppm P ₂ O ₅	ppm K ₂ O
03	APV. A. CANAS	0.10	7.30	1.1	0.92	0.05	4.2	15

ANALISIS MECANICO :

N°	CLAVE	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE TEXTURAL
03	APV. A. CANAS	93	4	3	ARENOSO

CUSCO-KAYRA, 28 DE NOVIEMBRE DEL 2019.

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS

 Mgr. Arcadio Calderón Choquechambi
 DIRECTOR

Anexo 2
Registro fotográfico

Corte de los envases con la cortadora (disco de madera), para posteriormente hacer orificios en los pedazos de madera para los chupones de goteo con la ayuda de taladro.

Fotografía 16 Corte de envases



Fotografía 17 Orificios en trozos de madera



Fotografía 18 Chupones de goteo



Compra de Listones de madera 2" x 2", para luego realizar el empernado de envases al listón de madera, haciendo orificios a los envases para la salida del exceso de agua con la ayuda de un taladro y efectuar la instalación del sistema vertical.

Fotografía 19 Listones de madera



Fotografía 20 Envases para la instalación del sistema vertical



Fotografía 21 Armado del sistema vertical



Techado del fitotoldo con malla raschel y llenado de arena (sustrato) a los envases para la instalación de riego con chupones de goteo.

Fotografía 22 Techado del fitotoldo



Fotografía 23 Llenado del sustrato



Fotografía 24 Recolección del sustrato



Fotografía 25 Instalación de los chupones



Selección de las plántulas de lechuga variedad White Boston y trasplante de las mismas en envases.

Fotografía 26 Selección de plántulas de lechuga



Fotografía 27 Trasplante de plántulas de lechuga



Termómetro de ambiente dentro del fitotoldo y aplicación de soluciones nutritivas y bioestimulante en una medida de 100 ml por planta o envase.

Fotografía 28 Control de temperatura



Fotografía 29 Aplicación de soluciones nutritivas



Se realizó la cosecha de lechuga y se procedió a realizar la evaluación de las variables respectivas.

Fotografía 30 Cosecha de lechuga



Fotografía 31 Evaluación de las variables

