



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera Agronomía

Tema:

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y PRODUCTIVO DE TRES VARIEDADES DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.), EN SISTEMA HIDROPÓNICO (NFT), CON LA APLICACIÓN DE DOS BIOESTIMULANTES, BAJO DOS TIPOS DE AMBIENTES, EN LA PARROQUIA GUANUJO, PROVINCIA BOLÍVAR.

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de ingeniero Agrónomo otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, carrera de Agronomía.

Autores:

Alucho Patin Jefferson Adrian

Patin Quinatoa Amawta Rigoberto

Tutora:

Ing. Sonia del Carmen Fierro Borja Mg.

Guaranda – Ecuador

2023

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y PRODUCTIVO DE TRES
VARIEDADES DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.), EN SISTEMA
HIDROPÓNICO (NFT), CON LA APLICACIÓN DE DOS
BIOESTIMULANTES, BAJO DOS TIPOS DE AMBIENTES, EN LA
PARROQUIA GUANUJO, PROVINCIA BOLÍVAR.

REVISADO Y APROBADO POR:



Ing. Sonia del Carmen Fierro Borja Mg.

TUTORA



Ing. David Silva

PAR LECTOR



Ing. Nelson Monar

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Yo, (Alucho Patin Jefferson Adrian y Patin Quinatoa Amawta Rigoberto), con CI (1751156348 y 0202363545), declaro que él trabajó y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



Alucho Patin Jefferson Adrian

1751156348



Patin Quinatoa Amawta Rigoberto

0202363545



Ing. Sonia del Carmen Fierro Borja Mg.

0201084712





Notaría Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario



No. ESCRITURA	20230201003P02354
---------------	-------------------

DECLARACION JURAMENTADA OTORGADA POR:

ALUCHO PATIN JEFFERSON ADRIAN y PATIN QUINATOA AMAWTA RIGOBERTO

CUANTIA: INDETERMINADA FACTURA: 001-006-000004835

DI: 2 COPIAS

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día diecisiete de octubre de dos mil veintitrés, ante mí Abogado **HENRY ROJAS NARVAEZ**, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparece **ALUCHO PATIN JEFFERSON ADRIAN**, estado civil soltero, domiciliado en la ciudad de Quito y de paso por este cantón de Guaranda, con celular número 0989987831; por sus propios derechos; Comparece el señor **PATIN QUINATOA AMA WTA RIGOBERTO**, estado civil soltero, domiciliado en este cantón Guaranda, con celular número 0992392702, por sus propios derechos. Los comparecientes son de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, hábiles e idóneos para contratar y obligarse a quien de conocerles doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana, bien instruida por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidos de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento que dice: Declaramos que el presente trabajo de investigación titulado: "**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y PRODUCTIVO DE TRES VARIETADES DE LECHUGA (*Lactuca sativa L.*), EN SISTEMA HIDROPÓNICO (NFT), CON LA APLICACIÓN DE DOS BIOESTIMULANTES, BAJO DOS TIPOS DE AMBIENTE, EN LA PARROQUIA GUANUJO, PROVINCIA BOLÍVAR**". Previo la obtención del título de Ingenieros Agrónomos, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Estatal de Bolívar, es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores, este documento no ha sido previamente presentado por ningún grado de calificación profesional y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas por los autores. Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que lo hacemos para los fines legales pertinentes. **HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA**. La misma que queda elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a los comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquellos se afirman y se ratifican de todo lo expuesto y firman conmigo en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta Notaría, la presente declaración, de todo lo cual doy fe. –

ALUCHO PATIN JEFFERSON ADRIAN
C.C. 1751156348

PATIN QUINATOA AMAWTA RIGOBERTO
C.C. 0202363545

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
NOTARIO TERCERO DEL CANTÓN GUARANDA



NOMBRE DEL TRABAJO

Proyecto hidropónia.pdf

AUTOR

Alucho Patin Jefferson

Patin Quinatoa Amawta

RECUENTO DE PALABRAS

26785 Words

RECUENTO DE CARACTERES

135196 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

121 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.6MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 5, 2023 11:45 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 5, 2023 11:48 AM GMT-5

● 9% de similitud general

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

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 2% Base de datos de publicaciones
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- Base de datos de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

Fuentes excluidas manualmente



Ing. Sonia Fierro Borja Mg.

Tutora del proyecto de investigación

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación en primer lugar a Dios y a mi padre Ángel Segundo Alucho Rea, que ahora se encuentra a su lado, cuidándome y guiándome por el buen camino, y que a pesar de su ausencia y pronta partida sé que se sentirá orgulloso al ver que el menor de sus hijos haya alcanzado el objetivo que le prometí culminar.

A la mujer más valiente, mi madre María Manuela Patin Chida, por brindarme sus consejos, amor y apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida, los cuales hoy me ha permitido alcanzar a culminar con mis estudios, ella es mi más grande admiración por inculcarnos el trabajo arduo y constante, además, de ser el motivo e inspiración de cada una de mis objetivos a futuro.

A mis hermanos Mirian, Nancy, Jessica y David, los cuales contribuyeron con su granito de arena en diferentes etapas de este proceso, y sin olvidarme también de mis tíos y familiares cercanos por todo el apoyo moral brindado.

Y finalmente dedico el presente proyecto a la Ing. Agroindustrial Jhenny Mamani Sirpa, por brindarme tu compañía en los buenos y malos momentos, además, de siempre motivarme y animarme a culminar con mis objetivos.

Jefferson Alucho

DEDICATORIA

En primera instancia a nuestro creador Dios Que ha brindado salud y vida para seguir adelante.

A mi madre Neyda Quinatoa por su gran esfuerzo y valentía de ser padre y madre a la vez, sin importar los duros momentos que podían enfrentarse en la vida, pero siempre con la visión de que sus hijos sean profesionales, tengan una buena educación y alcancen sus metas.

A mi abuelita Rosalía Bayas a mis tíos y tías quienes también me han brindado su apoyo moral y económico en algunas ocasiones, que siempre han estado dando consejos y tomándome como un gran ejemplo ante toda la familia y de esa manera impulsando a ser un buen profesional lleno de valores y con mucha ética.

A mis amigos del deporte de ciertas disciplinas, por compartir momentos de alegría tranquilidad y armonía y a la vez quienes también han brindado un apoyo moral de seguir adelante con el estudio y alcanzar la meta, que en algunos momentos también tomándome como su líder de eventos sociales y un ejemplo de persona de respeto en el deporte.

Amawta Patin

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primeramente a la magnífica Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía, por brindarnos la oportunidad de formarnos como profesionales calificados dentro de sus instalaciones.

Nuestros más grandes agradecimientos, a todos nuestros familiares por los consejos, su apoyo emocional y económicos brindados en los momentos requeridos.

A todos los ingenier@s que formaron partes de nuestra instrucción profesional, y haber compartido sus conocimientos y experiencias laborales, además, de formarnos primero moralmente y después como profesionales, en especial agradecemos a nuestra tutora la Ing. Sonia Fierro Borja, como también a los pares lectores el Ing. Nelson Monar e Ing. David Silva, además, de los miembros de la Unidad de Integración Curricular por la ayuda, la paciencia y el tiempo brindado para el desarrollo de la presente investigación.

Finalmente, agradecemos a todos nuestros compañeros y amistades que fuimos conociendo dentro y fuera de la institución, amistades que esperamos perduren en nuestra vida personal y profesional.

Jefferson Alucho y Amawta Patin

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁG.
CAPÍTULO I	24
1.1. INTRODUCCIÓN	24
1.2. PROBLEMA	26
1.3. OBJETIVOS	28
1.3.1. Objetivo General.....	28
1.3.2. Objetivos Específicos	28
1.4. HIPÓTESIS.....	29
CAPÍTULO II	30
2. MARCO TEÓRICO.....	30
2.1. Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	30
2.1.1. Origen	30
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	30
2.1.3. Descripción botánica	31
2.1.4. Valor nutricional	32
2.1.5. Variedades de lechuga de hojas	32
2.1.6. Diversidad genética	33
2.1.7. Requerimientos edafoclimáticos.....	34

2.1.8. Manejo hidropónico.....	35
2.1.9. Plagas y enfermedades.....	37
2.1.10. Cosecha.....	40
2.1.11. Empaquetado	40
2.1.12. Comercialización	41
2.2. Variedades.....	41
2.2.1. Crespa verde (<i>Lactuca sativa L. var. acephala Dill</i>).....	41
2.2.2. Romana (<i>Lactuca sativa L. var. longifolia (Lam.) Janchen</i>).....	42
2.2.3. Mantecosa (<i>Lactuca sativa L. var. capitata (L.) Janchen</i>).....	42
2.3. Hidroponía.....	43
2.3.1. Ventajas y desventajas	44
2.3.2. Tipos de sistemas hidropónicos	45
2.4. Sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique).....	46
2.4.1. Componentes de sistema (NFT)	47
2.4.2. Solución nutritiva madre.....	49
2.4.3. Componentes de la solución nutritiva	49
2.4.4. Parámetros de la solución nutritiva.....	50
2.5. Bio-estimulante	51
2.5.1. Purin de ortiga.....	51

• Composición	52
• Contenido de nutrientes (1 litro).....	52
• Propiedades y características del extracto de ortiga.	53
• Modo de acción.....	54
• Modo de aplicación.....	55
• Compatibilidad.....	55
• Almacenamiento	56
2.5.2. Biol	56
• Composición	56
• Contenido de nutrientes (1 litro).....	57
• Modo de acción.....	57
• Modo aplicación del biol	57
• Compatibilidad.....	58
• Almacenamiento	58
CAPÍTULO III	59
3. MARCO METODOLÓGICO	59
3.1. Ubicación y características de la investigación.....	59
• Localización de la investigación.....	59

• Situación geográfica y edafológica.....	59
• Zona de vida.....	59
3.2. Metodología	60
3.2.1. Material experimental.....	60
3.2.2. Factores en estudio	60
3.2.3. Tratamientos	61
3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico.....	61
3.2.5. Manejo del experimento en campo.....	62
• Instalación del sistema hidropónico (NFT)	62
• Instalación de la bomba eléctrica periférica	63
• Instalación del sistema de riego hidropónico.....	63
• Implementación de ambientes de cultivo.....	63
• Preparación del sustrato para el semillero	64
• Siembra del semillero	64
• Riegos del semillero.....	64
• Programación del timer para el sistema hidropónico.....	64
• Preparación de la solución nutritiva.....	65
• Trasplante.....	66

•	Aplicación de solución nutritiva concentrada.....	66
•	Oxigenación	66
•	Control de pH y conductividad eléctrica de la solución nutritiva.....	67
•	Aplicación de los bio-estimulantes	67
•	Control fitosanitario	67
3.2.6.	Métodos de evaluación (variables de respuesta)	68
•	Variables agronómicas.....	68
–	Porcentaje de prendimiento (%P)	68
–	Altura de planta (AP).....	68
–	Longitud de la hoja (LH)	68
	Longitud radicular (LR).....	69
–	Incidencia de enfermedades (IE)	69
–	Días a la cosecha (DC).....	69
–	Número de hojas (NH).....	69
•	Variables productivas	69
–	Peso de la planta (PP)	69
–	Rendimiento por parcela (RP)	70
–	Rendimiento por hectárea (RH).....	70

• Variables climáticas.....	70
– Temperatura (T).....	70
– Humedad relativa (HR).....	70
– Precipitación (P)	71
3.2.7. Análisis de datos	71
CAPÍTULO IV	72
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	72
4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	72
4.1.1. Variables agronómicas y productivas, en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).....	72
4.1.2. Variables agronómicas y productivas, en relación con el factor B (Variedades de lechuga).....	84
4.1.3. Variables agronómicas y productivas en relación con el factor C (Bio-estimulantes).....	96
4.1.4. Variables agronómicas y productivas, en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga).....	100
4.4.5. Variables agronómicas y productivas, en relación con la interacción de factores A x C (Ambientes de cultivo x Bio- estimulantes).....	110

4.1.6. Variables agronómicas y productivas, en relación con la interacción de factores B x C (Variedades de lechuga x Bio-estimulantes).....	114
4.1.7. Variables agronómicas y productivas, en relación con la interacción de factores A x B x C (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga x Bio-estimulantes).....	119
4.1.8. Variables climáticas.....	125
4.1.9. Análisis de correlación y regresión lineal simple.....	128
4.1.10. Análisis económico relación beneficio/costo	130
4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	131
CAPÍTULO V	132
5.1. CONCLUSIONES	132
5.2. RECOMENDACIONES	134
BIBLIOGRAFÍA	135
 ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Detalle	Pág.
1.	Resultados estadísticos del factor A (Ambientes de cultivo), en las variables: Porcentaje de prendimiento (%P), Altura de planta (AP), Longitud de la hoja (LH), Longitud radicular (LR), Incidencia de enfermedades (IE), Días a la cosecha (DC), Número de hojas (NH), Peso de la planta (PP), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento por hectáreas (RH).....	72
2.	Resultados estadísticos del factor B (Variedades de lechuga), en las variables: Porcentaje de prendimiento (%P), Altura de planta (AP), Longitud de la hoja (LH), Longitud radicular (LR), Incidencia de enfermedades (IE), Días a la cosecha (DC), Número de hojas (NH), Peso de la planta (PP), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento por hectáreas (RH).....	84
3.	Resultados estadísticos del factor C (Bio-estimulantes), en las variables: Porcentaje de prendimiento (%P), Altura de planta (AP), Longitud de la hoja (LH), Longitud radicular (LR), Incidencia de enfermedades (IE), Días a la cosecha (DC), Número de hojas (NH), Peso de la planta (PP), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento por hectáreas (RH).....	96
4.	Resultados estadísticos de la interacción entre factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga), en las variables: Porcentaje de prendimiento (%P), Altura de planta (AP), Longitud de la hoja (LH), Longitud radicular (LR), Incidencia de enfermedades (IE), Días a la cosecha (DC), Número de hojas (NH), Peso de la planta (PP), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento por hectáreas (RH).....	100
5.	Resultados estadísticos de la interacción entre factores A x C (Ambientes de cultivo x Bio-estimulantes), en las variables: Porcentaje de prendimiento (%P), Altura de planta (AP), Longitud de la hoja (LH),	

Longitud radicular (LR), Incidencia de enfermedades (IE), Días a la cosecha (DC), Número de hojas (NH), Peso de la planta (PP), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento por hectáreas (RH).....	110
6. Resultados estadísticos de la interacción entre factores B x C (Variedades de lechuga x Bio-estimulantes), en las variables: Porcentaje de prendimiento (%P), Altura de planta (AP), Longitud de la hoja (LH), Longitud radicular (LR), Incidencia de enfermedades (IE), Días a la cosecha (DC), Número de hojas (NH), Peso de la planta (PP), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento por hectáreas (RH).....	114
7. Resultados estadísticos de la interacción entre factores A x B x C (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga x Bio-estimulantes), en las variables: Porcentaje de prendimiento (%P), Altura de planta (AP), Longitud de la hoja (LH), Longitud radicular (LR), Incidencia de enfermedades (IE), Días a la cosecha (DC), Número de hojas (NH), Peso de la planta (PP), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento por hectáreas (RH).....	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Detalle	Pág.
1.	Promedios del porcentaje de prendimiento (%P), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).....	73
2.	Promedios de la altura de planta (AP), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).....	74
3.	Promedios de la longitud de la hoja (LH), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).....	75
4.	Promedios de la longitud radicular (LR), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).....	76
5.	Promedios de la incidencia de enfermedades (IE), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).....	77
6.	Promedios días a la cosecha (DC), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).....	78
7.	Promedios del número de hojas (NH), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).....	79
8.	Promedios del peso de la planta (PP), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).....	80
9.	Promedios del rendimiento por parcela (RP), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).....	81
10.	Promedios del rendimiento por hectárea (RH), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).....	82
11.	Promedios del porcentaje de prendimiento (%P), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).	85

12. Promedios de la altura de planta (AP), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).....	86
13. Promedios de la longitud de la hoja (LH), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).....	87
14. Promedios de la longitud radicular (LR), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).....	88
15. Promedios de la incidencia de enfermedades (IE), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).....	89
16. Promedios de días a la cosecha (DC), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).....	90
17. Promedios del número de hojas (NH), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).....	91
18. Promedios del peso de la planta (PP), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).....	92
19. Promedios del rendimiento por parcela (RP), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).....	93
20. Promedios del rendimiento por hectárea (RH), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).	94
21. Promedios de la altura de planta (AP), en relación con el factor C (Bio- estimulantes).	97
22. Promedios de la longitud radicular (LR), en relación con el factor C (Bio- estimulantes).	98
23. Promedios del número de hojas (NH), en relación con el factor C (Bio- estimulantes).	99

24. Promedios del porcentaje de prendimiento (%P), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga).....	101
25. Promedios de la altura de planta (AP), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga).	102
26. Promedios de la longitud radicular (LR), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga).....	103
27. Promedios de la incidencia de enfermedades (IE), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga).....	104
28. Promedios de días a la cosecha (DC), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga).	105
29. Promedios del número de hojas (NH), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga).	106
30. Promedios del peso de la planta (PP), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga).	107
31. Promedios del rendimiento por parcela (RP), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga).....	108
32. Promedios del rendimiento por hectárea (RH), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga).....	109
33. Promedios de la longitud radicular (LR), en relación con la interacción de factores A x C (Ambientes de cultivo x Bio-estimulantes).....	111
34. Promedios de la incidencia de enfermedades (IE), en relación con la interacción de factores A x C (Ambientes de cultivo x Bio-estimulantes)...	112

35. Promedios de la longitud de hoja (LH), en relación con la interacción de factores B x C (Variedades de lechuga x Bio-estimulantes).....	115
36. Promedios de la longitud radicular (LR), en relación con la interacción de factores B x C (Variedades de lechuga x Bio-estimulantes).	116
37. Promedios de la incidencia de enfermedades (IE), en relación con la interacción de factores B x C (Variedades de lechuga x Bio-estimulantes).	117
38. Promedios de la altura de planta (AP), en relación con la interacción de factores A x B x C (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga x Bio-estimulantes).	120
39. Promedios de la longitud de la hoja (LH), en relación con la interacción de factores A x B x C (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga x Bio-estimulantes).	122
40. Promedios de la longitud radicular (LR), en relación con la interacción de factores A x B x C (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga x Bio-estimulantes).	123
41. Promedios de la incidencia de enfermedades (IE), en relación con la interacción de factores A x B x C (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga x Bio-estimulantes).....	124
42. Temperatura (T).	125
43. Humedad relativa (HR).	126
44. Precipitaciones (P).	127

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Detalle
1.	Mapa de la ubicación de la investigación
2.	Croquis del ensayo
3.	Base de datos
4.	Fotografías
5.	Glosario de términos técnicos

RESUMEN

Ecuador inician sus primeros experimentos hidropónicos en la década de 1990, centrándose en el uso de materiales inertes como: grava, arena, cáscaras de coco y arroz, técnicas que se adoptaron de otros países donde la tecnología es más común. También en la actualidad el uso de bio-estimulantes para la agricultura resulta una medida eficaz para obtener productos saludables, evitando en lo posible el uso de plaguicidas en las etapas de desarrollo del cultivo, además, se puede implementar una cubierta de protección sobre el cultivo acelerando su desarrollo y protegerlos de factores climáticos impredecibles., por ende se plantearon los siguientes objetivos: i) Establecer en cuál de los ambientes de cultivo se obtiene las mejores características de la planta, ii) Identificar la variedad de lechuga que presente la mayor productividad en cada tratamiento, iii) Determinar el bio-estimulante con mejor respuesta química en el rendimiento de las lechugas, iv) Evaluar la producción de las lechugas, bajo los efectos de los dos bio-estimulantes que presentan en los dos ambientes de cultivo y v) Análisis económico beneficio/costo. La investigación se lo realizó en el sector San Miguelito de la parroquia Guanujo, ubicado a 2936 msnm, donde se planteó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 12 tratamientos y 3 repeticiones, además, los análisis de datos que se realizaron fueron: análisis de varianza (ADEVA), prueba de Tukey al 5%, análisis de correlación, regresión lineal simple y análisis económico Benéfico/costo. Los resultados estadísticos fueron altamente significativos; donde el T9 (Micro-invernadero-Romana-Extracto de ortiga), registró los mejores promedio en las variables agronómicas y productivas: (%P) con 100%, (AP) con 19.2 cm, (LH) con 16.1 cm, (LR) con 8.39 cm, (IE) con 9.64 %, (DC) con 57 días, (NH) con 14 hojas, (PP) con 204.2 g, (RP) con 2.33 kg/p, y (RH) con 8659 kg/ha, a diferencia del T2 (Campo abierto-Crespa verde-Biol), el cual obtuvo los menores promedios en las variables agronómicas y productivas; en cuanto al análisis económico beneficio/costo, no se obtuvo ningún tipo de beneficio económico.

Palabras claves: Ambientes de cultivo, Bio-estimulantes, Hidroponía, Solución nutritiva, Variedades.

SUMMARY

Ecuador began its first hydroponic experiments in the 1990s, focusing on the use of inert materials such as gravel, sand, coconut husks and rice, techniques that were adopted from other countries where the technology is more common. Also at present the use of bio-stimulants for agriculture is an effective measure to obtain healthy products, avoiding as much as possible the use of pesticides in the development stages of the crop, in addition, a protective cover can be implemented on the crop, accelerating its development and protecting it from unpredictable climatic factors, Therefore, the following objectives were proposed: i) Establish in which of the cultivation environments the best plant characteristics are obtained, ii) Identify the lettuce variety with the highest productivity in each treatment, iii) Determine the biostimulant with the best chemical response on lettuce yield, iv) Evaluate lettuce production under the effects of the two biostimulants in the two cultivation environments and v) Economic benefit/cost analysis. The research was carried out in the San Miguelito sector of the Guanujo parish, located at 2936 meters above sea level, where the Randomized Complete Block Design (RCBD) was used, with 12 treatments and 3 replications, in addition, the data analysis carried out were: analysis of variance (ADEVA), Tukey's test at 5%, correlation analysis, simple linear regression and economic analysis Beneficial/cost. The statistical results were highly significant; where T9 (Micro-greenhouse-Romana-Nettle extract), registered the best average in the agronomic and productive variables: (%P) with 100%, (AP) with 19.2 cm, (LH) with 16.1 cm, (LR) with 8.39 cm, (IE) with 9.64 %, (DC) with 57 days, (NH) with 14 leaves, (PP) with 204. 2 g, (RP) with 2.33 kg/p, and (RH) with 8659 kg/ha, in contrast to T2 (Open field-green field-Biol), which obtained the lowest averages in the agronomic and productive variables; in terms of the economic benefit/cost analysis, no economic benefit was obtained.

Key words: Growing environments, Bio-stimulants, Hydroponics, Nutrient solutions, Varieties.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

Lechuga (*Lactuca sativa* L.), es la más importante del grupo de verduras de hoja cruda, originaria de la India y Asia Central. En 1565 se inició su cultivo en América, se puede cultivar todo el año en lugares templados o fríos, al aire libre o en invernadero. (Montero, 2021)

En el Ecuador, se cultivan 6 variedades de lechuga (luanas, dancing, mac, escoria y achicoria), con una producción de 1145 ha de lechuga con un rendimiento promedio de 7125 kg/ha, sus plantaciones se concentran en provincias del Azuay, Pichincha, Loja y Tungurahua. La producción de lechuga es una opción para grandes y pequeños productores ya que es una hortaliza de todo el año que no requiere grandes extensiones de terreno. (Alvario, 2018)

En los últimos años la agricultura ha tenido grandes avances innovadores, como la producción de cultivos de forma verticales sin sustratos, un ejemplo que destaca, es la producción de hortalizas en sistemas hidropónicos con soluciones nutritivas recirculante, que se pueden establecer en pequeños y grandes espacios.

La hidroponía tiene sus raíces en el siglo XIX, y tras estudios del Dr. William Frederick, docente de la Universidad de California en Berkeley, en el año 1930, se vino presentando más interés por esta ciencia, la hidroponía proviene de dos palabras griegas hydro (agua) y ponos (trabajo o actividad), es decir, "trabajo del agua" o "actividad del agua"., conocidos popularmente como cultivo sin suelo, cultivo químico, cultivo artificial o agricultura sin suelo. (Beltrano & Gimenez, 2020)

El Ecuador inician sus primeros experimentos hidropónicos en la década de 1990, centrándose en el uso de materiales inertes como grava, arena, cáscaras de coco y arroz, técnicas que se adoptaron de otros países donde la tecnología es más común. (Cajo, 2016)

Como ejemplo práctico tenemos a la empresa GREENLAB, ubicada en San Vicente-Pintag-Quito, se dedica a la producción de lechuga hidropónica desde año 1994 y es capaz de producir 90000 plantas de lechuga por mes, de las cuales el 50% son lechuga de hojas., sobre un terreno de 7000 m², de los cuales el 80% está ubicado en Supermaxi y el 20% restante se vende directamente a restaurantes y distribuidores en Guayaquil. (Guanochanga & Betancourth, 2017)

Además, las razones por las que la hidroponía es una de las alternativas tecnológicas frente a la agricultura tradicional es porque podrían ser adecuada para la producción de hortalizas por su alta calidad nutricional, cosechas más prematuras y su alto nivel de inocuidad con el uso de bio-estimulantes.

Y en la actualidad el uso de bio-estimulantes para la agricultura resulta una medida eficaz para obtener productos saludables para el consumidor, evitando en lo posible el uso de plaguicidas en las etapas de desarrollo del cultivo, además, se puede implementar una cubierta de protección sobre el cultivo con el fin de acelerar su desarrollo y protegerlos de factores climáticos impredecibles. (Alvario, 2018)

Como la implementación de cubiertas para proteger los cultivos resulta positivo para zonas con climas extremos, o sectores con una mayor incidencia de radiación solar, pero también para sectores templados donde se realiza siembras invernales. En general, en todos los cultivos protegidos bajo invernadero se utiliza materiales que sirvan de cubierta como policarbonato o polietileno, estructura de madera o aluminio, sin ningún tipo de calefacción, pero se puede implementar una ventilación cruzada para ventilar en días cálidos. Algunos sistemas que se puede implementar para proteger el cultivo por agricultores en el país, tenemos: Invernaderos fríos, Micro o macro túneles, Malla anti-heladas, Sombreadores entre otros. (Instituto de Investigaciones Agropecuarias - INDA, 2018)

1.2. PROBLEMA

El problema más habitual de la baja productividad de hortalizas que presentan los suelos de la provincia Bolívar, se derivan de la compactación del suelo en épocas de verano debido a las altas temperaturas registradas y en épocas de invierno por precipitaciones abundantes sobresaturando la capacidad de campo de los mismos, estos factores dificulta en el desarrollo del sistema radicular y la absorción de nutrientes del suelo, además, ocasionan el ahogamiento de las raíces y muerte de la planta por deficiencia de oxígeno en la estructura de los suelos.

Así, como el excesivo uso de agroquímicos aplicados al suelo, como al cultivo por inconciencia y desconocimiento del productor, con el propósito de aumentar los volúmenes de producción y productividad del cultivo, la prevención y el control de plagas y enfermedades potenciales para el cultivo, han ocasionado que los alimentos contengan residuos de algún agroquímico, que se les ha aplicado antes, durante y luego de la cosecha del producto, obteniendo productos sin ninguna característica de inocuidad que pueden afectar negativamente la salud del consumidor.

De la misma manera los problemas de plagas y enfermedades presentes en el suelo como hongos, nematodos e insectos afectan negativamente el desarrollo adecuado del sistema radicular como al follaje del cultivo, además, del desconocimiento de los factores físicos-químicos que presentan los suelo destinados a la producción agrícola.

Y otro de los factores importantes a considerar en la producción de hortalizas son las condiciones climáticas impredecibles, como precipitaciones abundantes con presencia de granizó, temporadas de calor intenso, vientos fuertes o huracanados que pueden llegar a afectar al cultivo de gran manera y llegar a perder toda la producción.

En la actualidad el incremento de las poblaciones humanas está en un continuo crecimiento desmedido, ocasionando con ello una mayor demanda de alimentos

frescos con un periodo de desarrollo vegetativo más precoz para satisfacer la demanda de las poblaciones. Esto ha ocasionado el aumento de las fronteras agrícolas, además, de la contaminación de las cuencas hidrográficas y ecosistemas naturales.

Por lo cual, como futuros profesionales agropecuarios, tenemos que apreciar y buscar posibles soluciones a estos problemas y adaptarnos al continuo avance tecnológico de los países desarrollados los cuales presentan nuevas alternativas sobre sistemas de producción agrícolas para poder competir con productos de calidad en los mercados internos como externos y no quedarse rezagados con sistemas de producción que ya no le resultan económicamente restables.

La presente investigación se lo realizó con el propósito de dar a conocer y demostrar a personas interesadas a cerca del cultivo hidropónico de lechugas en sistema (NFT), el mismo que garantiza duplicar la productividad por metro cuadrado del cultivo, ya que se aprovecharán de mejor manera los espacios disponibles, así como el ahorro de agua y de fertilizantes por lo que se reduce los costos de producción, además, se analizaron los efectos de la aplicación de dos bio-estimulantes y el ambiente de producción más favorables para el desarrollo de las plantas de lechugas.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Evaluar el comportamiento agronómico y productivo de tres variedades de lechuga, en sistema hidropónico (NFT), con la aplicación del dos bio-estimulantes, bajo dos tipos de ambientes.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Establecer en cuál de los ambientes de cultivo se obtiene las mejores características de la planta.
- Identificar la variedad de lechuga que presente la mayor productividad en cada tratamiento.
- Determinar el bio-estimulante con mejor respuesta química en el rendimiento de las lechugas.
- Evaluar la producción de las lechugas, bajo los efectos de los dos bio-estimulantes que presentan en los dos ambientes de cultivo.
- Realizar un análisis económico de la relación beneficio/costo.

1.4. HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H_0)

- El comportamiento agronómico y productivo del cultivo hidropónico de lechuga, no depende de la variedad, bio-estimulantes y el ambiente de producción.

Hipótesis alterna (H_a)

- El comportamiento agronómico y productivo del cultivo hidropónico de lechuga, si depende de la variedad, bio-estimulantes y el ambiente de producción.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Lechuga (*Lactuca sativa* L.)

2.1.1. Origen

La lechuga es considerada como una verdura herbácea perteneciente a la familia Asteraceae. Aunque su origen según Vavilov es el Cercano Oriente, ahora existen diferencias en el origen de esta especie, ya que los ancestros de las especies cultivadas actualmente se encuentran en la mayoría de las regiones templadas. Las antiguas civilizaciones romanas y griegas, lo conocían y cultivaron, además, existen registros que remontan a los egipcios (4500 años AC), donde la consideraban como cultivo. (Pino, 2022)

2.1.2. Clasificación taxonómica

Lechuga (*Lactuca sativa* L.)

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Paenopsida
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae/Compositae
Género:	<i>Lactuca</i>
Especie:	<i>sativa</i>
Nombre científico:	<i>Lactuca sativa</i> L.
Nombre común:	Lechuga, repollo

Fuente: (Muñoz, 2018)

2.1.3. Descripción botánica

- **Raíz**

Las raíces de la lechuga son pivotantes, que pueden llegar a tener hasta 30 cm de largo. Esta hortaliza tiene un sistema radicular bien desarrollado y ramificado, adecuado para la compactación del suelo; Por lo tanto, la tierra suelta tendrá plantas con raíces más gruesas y profundas que la tierra compactada. (Martínez, 2019)

- **Tallo**

En el tallo de la lechuga simple, se encuentra en su interior un líquido lechoso, que da nombre al género *Lactuca* al que pertenece la lechuga, que proviene de la palabra latina lac, que hace referencia a dicho líquido. (Muñoz, 2018)

- **Hojas**

Las hojas son grandes y numerosas en un asterisco denso que parten del centro del tallo, (hojas de tallo alternas más pequeñas). Las mismas que son, ovalados, oblongas, brillantes y opacos, según el tipo y la variedad. (Lema, 2016)

- **Inflorescencia**

La inflorescencia es hermafrodita de color blanco amarillento, se agrupan en capítulos, con cinco estambres fusionados y un ovario bicarpelar con un solo óvulo que producirá semillas. Su fecundación es respectivamente autógama. Y del 1% al 2%, fecundación cruzada. (Japón, 2021)

- **Semillas**

Las semillas son alargadas de 4 a 5 mm, de color blanco cremoso, aunque también existen variedades marones y pardas. Se estima que en 1 gramo de semillas de lechuga puede contener entre 1000 y 1200 semillas. Se utiliza temperaturas de entre 20 a 30°C para asegurar su germinación. (Lema, 2016)

2.1.4. Valor nutricional

La lechuga tiene un alto contenido de agua (90-95%), es rica en antioxidantes, como la vitamina A, B6 y C minerales: fósforo, hierro, calcio, potasio y aminoácidos. Las hojas exteriores más verdes son las que tienen mayor contenido en vitamina C y Fe. (Martínez, 2019)

Nutrientes	Cantidad
Agua:	95,5 %
Azúcares:	1,36 g
Proteínas:	1,37 g
Calcio:	34,70 mg
Calorías:	19,60 kcal
Carbohidratos:	1,40 g
Hierro:	1 mg
Fosforo:	30 mg
Grasas:	0,60 g
Vitamina A:	29 ug
Vitamina B6:	0,80 mg
Vitamina C:	13 mg
Fibra:	1,50 g

Fuente: (Rojas, 2019)

2.1.5. Variedades de lechuga de hojas

- **Dancing**

Es un tipo lechuga rizado y de pequeño tamaño. De gran demanda en el mercado, se utiliza para hacer ensaladas y guarniciones de platos. Posee una de las hojas más resistentes. (Lema, 2016)

- **Romana**

Posee hojas en forma ovaladas de gran tamaño (20 cm), y 10 cm de ancho, de color verde oscuro intenso, con márgenes lisos y textura vigorosa muy apreciadas. (Cabrera, 2021)

- **Mantecosa**

Variedad con hojas lisas medianamente grande de un color amarillo verdoso y delicadas con un sabor agradable. Adecuado para climas cálidos y templados, esta es una variedad considerada precoz. (cosecha a los 70 días). (Lema, 2016)

- **Crespa**

Es un cultivar alto, de buena textura, con hojas apretadas (como un repollo); Sus hojas exteriores con bordes rizados de un color verde claro y las interiores de color blanco amarillento, con un sabor muy suave y dulce. (Velásquez, Ruíz, Chaves, & Luna, 2020)

- **Green Salad Bowl**

Variedad de lechuga compacta de un color verde claro tipo crespa, de un buen porte (20-25 cm), posee una cabeza grande. (Cajo, 2016)

- **Lollo Rossa**

Variedad con tallo herbáceo y hojas rizadas con un color rojo oscuro, sin formar cogollo. Se cosecha toda la planta o las hojas a medida que crecen. (Lema, 2016)

2.1.6. Diversidad genética

En la actualidad, no está claro qué variedades han estado involucradas a lo largo del tiempo en la adquisición de la lechuga moderna, pero hay evidencia que sugiere que (*Lactuca serriola*), es uno de los ancestros directos porque, junto con (*Lactuca*

sativa), tienen una proporción similar de tasa de cruzamiento con otras variedades. (Tombion & Puerta, 2020)

2.1.7. Requerimientos edafoclimaticos

- **Altitud**

Se cultivan en zonas de 1800 – 2800 msnm, es muy susceptibles a las heladas. (Montero, 2021)

- **Suelos**

Se desarrolla bien en suelos con alto contenido orgánico, con un pH de entre 5.5 y 6.5, y con una conductividad eléctrica de 1400 a 2200 $mS/cm.$, con buena humedad y bien drenados. (Rodríguez, Toro, & Castro, 2018)

- **Luminosidad**

Es una planta anual que en condiciones de fotoperíodo mayores a 12 h-luz, y junto con altas temperaturas superiores a los 26 °C, ocasiona el desarrollo del tallo floral, el cultivo de lechuga exige mucha luz. La productividad del cultivo de las lechugas, así como su color, sabor y textura, depende en gran parte de una alta luminosidad solar. Por esta razón la ubicación de nuestro país es óptima para este tipo de cultivo especialmente en los pequeños valles interandinos. (Velásquez, Ruíz, Chaves, & Luna, 2020)

- **Precipitaciones**

Las precipitaciones oscilan entre 1.200 y 1.500 mm por año, para su período vegetativo requieren entre 250 y 350 mm., pero una excesiva presencia de humedad en el campo es perjudicial para este cultivo porque crea focos de infestaciones de hongos y bacterias en el ambiente afectando negativamente el desarrollo vegetativo y radicular. (Morinigo, Álvarez, & Ortiz, 2018)

- **Humedad relativa**

La humedad relativa para un adecuado desarrollo es de 60 a 80%. (González, Duarte, & Montero, 2021)

- **Temperatura**

La temperatura óptima para el cultivo de lechuga varía según la variedad, se describe que para un desarrollo vegetativo adecuado las temperaturas diurnas deben estar entre 15-18 °C y nocturnas de entre 3 y 8 °C, temperaturas mayores a los mencionados, ocasionan el aceleran crecimiento del tallo floral y con ello se reduce la calidad del producto final, debido a un incremento de látex amargo en el interior de su sistema vascular. (Montero, 2021)

2.1.8. Manejo hidropónico

- **Semillero**

Generalmente se utiliza plantines vigorosa obtenidas de vivero aledaños. También se recomienda producir tus propios semilleros utilizando bandeja de poliestireno sembrando una semilla en cada orificio a una profundidad de 5 mm para garantizar la germinación del plantín. (Torres, Balmaseda, & Pertierra, 2019)

- **Preparación del terreno**

La preparación del suelo es muy importante y dependerá del tipo de estructura a implementar ya sean sistemas NGS, NFT o rices flotantes, lo primero que se debe realizar es la nivelación del terreno para evitar encharcamientos, luego se deben instalar la estructuras que soportaran los canales de cultivo, además, de ubicar el tanque de almacenamiento por debajo del nivel de suelo. (Villegas, 2021)

- **Trasplante**

Se lo realiza en banquetas a una distancia de 20 cm entre planta por 20 cm entre canales y a una altura de 1 m, para que las plantas no estén en contacto con el suelo, esto evita los ataques producidos por hongos e insectos. (Montero, 2021)

- **Riego**

El mejor sistema de riego, que actualmente se están utilizando para el cultivo de la lechuga hidropónicas son, el riego automatizado y controlados cuando se cultiva bajo invernadero o al aire libre. (Cajo, 2016)

- **Abonado y fertilización**

Es una planta que exige mucho potásico, cuidando los suministros de este elemento, en temporadas de bajas temperaturas; y al asimilar más potasio va a absorber más magnesio, teniendo en cuenta a la hora de balancear esta carencia. Por eso hay que tener en cuenta la formulación de las soluciones nutritivas para corregir dicha carencia. (Morinigo, Álvarez, & Ortiz, 2018)

- **Malas hierbas**

Siempre que las malezas estén presentes será necesaria su control, con el fin de evitar focos de diseminación de plagas. El control debe realizarse de manera integrada, procurando reducir el impacto ambiental.

- **Control fitosanitario**

El cultivo de lechuga tiene diversa plagas y enfermedades para su control fitosanitario en sistemas hidropónicos se recomienda realizar un control integrado aplicando productos orgánicos como repelentes, e implementando enemigos naturales con el propósito de asegurar que las plantas sean orgánicas de calidad. (Alvario, 2018)

2.1.9. Plagas y enfermedades

Plagas

- **Trips (*Frankliniella pacispinosa*)**

Es una de las peores plagas de las plantas de lechuga porque se come el tejido de la hoja en la parte superior e inferior y son vectores potenciales de virus. (Lema, 2016)

- **Control químico:** Triametoxam.
- **Dosis:** 100-200 g/ha.

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

El daño lo causa exclusivamente las larvas excavando galerías en la superficie de las hojas y alimentándose del tejido parenquimatoso. Afectando a las plantas tiempo después de los procesos de siembra, causando el retraso de las etapas de desarrollo vegetativo y la maduración comercial de las plantas. (Cabrera, 2021)

- **Control químico:** Abamectina.
- **Dosis:** 0.6 ml/l

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

Adsorbe la savia de las hojas, provocando el amarillamiento y el debilitamiento general de la planta. Además, esta plaga es uno de los principales vectores de varios virus que no tiene cura ni solución y puede acabar con su cultivo en poco tiempo. (Muñoz, 2018)

- **Control químico:** Clorpirifos.
- **Dosis:** 1-1.5 l/ha.

- **Pulgones** (*Nasonovia ribisnigri*)

Esta plaga suele aparecer en etapas cerca de la cosecha, invaden los brotes tiernos haciendo que se doblen y atrofien, afectan principalmente a su crecimiento y desarrollo, tornándolas de una apariencia cloróticas. Además, en épocas secas tienden a multiplicarse rápidamente, e incluso pueden ser vectores de virus, ocasionando grandes pérdidas si no se los controla. (Lema, 2016)

- **Control químico:** Alfa cipermetrina.
- **Dosis:** 0.1-0.20 l/ha.

Enfermedades

- **Antracnosis** (*Microdochium panattoniana*)

Las hojas más viejas presentan manchas amarillentas con los bordes necróticos o rojizos. Los bordes rojizos se recorren hacia el interior de la hoja, oscureciendo las manchas y transformándose en agujeros. Esta enfermedad presenta un problema de calidad al momento de la comercialización. (NEVAL, 2018)

- **Control químico:** Fluopicolide + Propamocarb
- **Dosis:** SC 6,25 + 62,5% 250 cc/100 l de agua
- **Modi de acción:** Sistémico con acción fungistática
- **Momento de aplicación:** Repetir cada 14 días.

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

En la parte superior de las hojas se ven manchas de color amarillo verdoso pálido en forma angular. En la parte inferior se desarrolla un micelio blanco. Las lesiones se vuelven marrones y secas con transcurso del tiempo. (Adlercreutz, Carmona, Melegari, Szczesny, & Viglianchino, 2015)

- **Control químico:** Propamocarb.
- **Dosis:** SL 72,20% 250 cc/100 l de agua 1,5 - 2,0 l/ha.

- **Modi de acción:** Sistémico con acción fungistática.
- **Momento de aplicación:** Aplicar cada 10 - 15 días.

- **Podredumbre húmeda (*Sclerotinia sp.* y *Fusarium spp.*)**

Esta enfermedad desarrolla un micelio blanco algodonoso en el cuello y la base de las hojas, marchitando a las plantas, además, el patógeno se desarrolla en la superficie y en el interior de los tejidos infectados donde forman cuerpos negros o nódulos oscuros. (Tombion & Puerta, 2020)

- **Control químico:** Carbendazim
- **Dosis:** SC 50% 50 - 70 cc/100 l de agua.
- **Modo se acción:** Preventivo, sistémico y curativo
- **Momento de aplicación:** Después de enraizamiento cada 10-15 días.

- **Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*)**

Podredumbres acuosas presentes en la superficie de las hojas así, como en el cuello del tallo producidas por el hongo *Botrytis cinerea*, con el avance de esta enfermedad se puede observar micelio de un color grisáceo sobre los tejidos infectados. Este patógeno se multiplica por esporas observándose la presencia de distintos conidióforos. (Sepúlveda, 2018)

- **Control químico:** Procimidone.
- **Dosis:** SC 50% 100 cc/100 l de agua.
- **Modo se acción:** Preventivo, sistémico y curativo.
- **Momento de aplicación:** Después del trasplante cada 15 - 20 días.

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

Las plantas afectadas presentan manchones en forma cerradas y aislada, las plantas presentan menor desarrollo, marchitez, clorosis, y posterior la muerte, además, los cortes transversales de las raíces presentan un color pardo necrótico con estrías

negras pequeñas. (Intituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA; Ministerio de Agroindustria, 2017)

- **Control químico:** Azoxistrobina.
- **Dosis:** WG 50% 62,5 - 93,75 g/100 l de agua.
- **Modo de acción:** Contacto y sistémico Preventivo.
- **Momento de aplicación:** Aplicar cada 20 días. (Longone & Escoriaza, 2020)

Virus

- **Virus de la “nervadura engrosada” (*Big vein*)**

El vector causal es el hongo *Old pythium*, que afectan las nervaduras de las hojas agrandándolas exageradamente y arrugando los bordes de las hojas, también, las tornan de color blanquecino., si se la observa a contra luz los síntomas son más evidentes, no hay forma de controlarlos ya q se trata de un virus, pero se puede tratar de prevenir aplicando funguicidas al sistema radicular. (Adlercreutz, Carmona, Melegari, Szczesny, & Viglianchino, 2015)

2.1.10. Cosecha

Las lechugas hidropónicas se las cosechan habitualmente extrayéndolas de los canales de cultivo como plantas enteras, es decir, toda la parte comestible y raíces, labor que se lo realiza comúnmente en horas de la mañana por las altas temperaturas presentes al medio día. (Jeannot, Rios, & Santisteban, 2020)

2.1.11. Empaquetado

Se empaqueta como plantas vivas, y también, se pueden embolsar individualmente en bolsas plásticas. Las lechugas que se comercializan con todas sus raíces aumentan su tiempo de conservación en las tiendas sin mantenerlas en cámaras de conservación. (Balanza, Niñirola, Martínez, Conesa, & Fernández, 2019)

2.1.12. Comercialización

Se venden y comercializan en bolsas de plástico transparente con instrucciones del productor y métodos de cultivo empleados para obtener el producto. Saldrán a raíz desnuda, como una forma de indicar que son producidas hidropónicamente. (Guanochanga & Betancourth, 2017)

2.2. Variedades

2.2.1. Crespa verde (*Lactuca sativa* L. var. *acephala* Dill).

Esta variedad de lechuga se caracteriza principalmente por presentar hojas sueltas y dispersas, por lo cual se los denomina como Lollo Rosa, lechuga crespa o hoja de Roble. Esta variedad no forma cogollo, sino que sus hojas son sueltas por lo cual no tienden a envolverse. Motivos por el cual se los comercializan enteras, su principal característica se visualiza en las huertas, porque sus hojas se las pueden ir recogiendo individualmente. Es muy apreciado por los hidroponistas para sus sistemas de cultivos hidropónicos. Las plantas forman una roseta plana y sus hojas varían en el contenido de antocianos, presentando una combinación de colores muy interesantes, también, sus bordes pueden desarrollar diferentes formas. (Muo, 2018)

- **Generalidades de la variedad crespa verde**

Altitud:	1600 – 2700 msnm.
Ciclo de vida:	86 días.
País de origen:	No definido.
Densidad de siembra:	156 000 plantas/ha.
Distancia de siembra:	30 entre surco x 25 entre planta.
Humedad relativa:	75 – 83 %
Germinación:	5 a 7 días.
Temperatura:	15 a 18 °C.
pH:	5,5 a 7,5.
Rendimiento:	15 ton/ha.

Fuente: (Cajo, 2016)

2.2.2. Romana (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia* (Lam.) Janchen)

Variedad de lechuga que por sus hojas se aprovecha todo gracias a que no forman verdaderos cogollos. Son las denomina también como lechugas Romanas o Cos. Esta variedad de lechuga desarrolla hojas muy grandes, erguidas, oblongas y obovadas, con un tamaño que oscila entre 6 a 10 cm de ancho por 20 a 30 cm de largo, con nervadura muy visibles, con una superficie levemente ondulada y borde denticulado irregularmente. El tallo en esta variedad se desarrolla con una mayor longitud que en otras variedades y se protege así mismo por el conjunto de hojas que desarrolla alrededor, las mismas que forman una cabeza cónica o cilíndrica por su posición erecta, esta variedad con un buen manejo agronómico puede alcanzar un peso de hasta los 1,5 kg. (Instituto de Investigaciones Agropecuarias - INDA, 2018)

- ***Generalidades de la variedad romana***

Altitud:	2200 a 2600 msnm.
Ciclo de vida:	80 días.
País de origen:	Isla de Kos en el Mediterráneo oriental
Densidad de siembra:	166 000 plantas/ha.
Distancia de siembra:	30 cm entre surco x 25 cm entre planta.
Humedad relativa:	70 a 90 %
Germinación:	7 a 14 días.
Temperatura:	14 a 18 °C.
pH:	5,2 a 5,8.
Rendimiento:	19 ton/ha.

Fuente: (Cajo, 2016)

2.2.3. Mantecosa (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* (L.) Janchen)

Tipo de variedad que forman un cogollo ajustado y aprestado, presenta hojas usualmente anchas por los mismos que se los denominas lechugas de mantecosas, amarra o españolas. Desarrollan hojas lisas, levemente delgadas, anchas, sinuosas

y orbiculares con una textura ligeramente suave o mantecosa; las hojas del interior forman un cogollo verde amarillento. Generalmente, se diferencian dos subtipos: variedad de verano, son cultivos de aire libre, se desarrollan bien hasta alcanzar la madurez con un gran tamaño; y la variedad de invierno, que se los pueden cultivar en invernaderos, esta variedad es de un tamaño menor, así como menor llenado. Además, son más precoces, con ciclos vegetativos de entre 70 a 80 días, motivo por el cual son más favorables cultivarlos en invernadero. (Departamento de Agricultura norteamericano - USDA, 2019)

- ***Generalidades de la variedad mantecosa.***

Altitud:	2200 msnm.
Ciclo de vida:	80 días.
País de origen:	No definido.
Densidad de siembra:	156 000 plantas/ha.
Distancia de siembra:	35 entre surco x 25 entre planta.
Humedad relativa:	80 %
Germinación:	5 a 6 días.
Temperatura:	16 a 20 °C.
pH:	5 a 7,5.
Rendimiento:	17 ton/ha.

Fuente: (Cajo, 2016)

2.3. Hidroponía

La hidroponía es un conjunto de técnicas que permiten que las plantas crezcan en un ambiente sin suelo. En estructuras simples o complejas, la hidroponía puede producir plantas mayoritariamente herbáceas, aprovechando ubicaciones o áreas como techos, suelos degradados, terrenos irregulares, invernaderos con calefacción o sin calefacción, etc. (Montero, 2021)

Con base en este concepto, se han desarrollado técnicas que se basan en medios de soporte de plantas (sustrato), o en sistemas con una solución nutritiva estacionaria

o circulante como entrada, sin olvidar las necesidades de las plantas como temperatura, humedad, agua, y nutrientes. (Balanza, Niñirola, Martínez, Conesa, & Fernández, 2019)

La hidroponía permite un tiempo de cosecha más corto que la siembra tradicional, lo que genera un producto de mejor calidad, mayor uniformidad y mayores rendimientos por hectárea, y reduce la incertidumbre energética. Además, se han reportado rendimientos de 3 a 10 veces mayores que los cultivos a campo abierto. (Torres, Balmaseda, & Pertierra, 2019)

Existen diferentes métodos de cultivo sin suelo, algunos de ellos son: raíces flotantes, medios inertes, y sistemas NGS y NFT (técnica de película de nutrientes). Todos involucran diferentes tipos de infraestructura, materiales y cultivares que se pueden cultivar con procedimientos determinados. En este contexto, en las condiciones actuales en las que se desenvuelven los agricultores, el cultivo sin tierra surge como una potencial alternativa de producción. (Cabrera, 2021)

Además, los sistemas hidropónicos, tienen como objetivo evitar el continuo desgaste y erosión del suelo por 3 factores:

- **Físicos:** Como suelos rocosos y duros con baja retención de humedad y poca aireación reduciendo el crecimiento radicular.
- **Químicos:** Presencia de residuos tóxicos para las plantas, así, como la aplicación de agroquímicos al suelo.
- **Biológicos:** Presencia de patógenos en el suelo complicados de manejar que afectan cultivo e incrementando los costos de producción. (Lema, 2016)

2.3.1. Ventajas y desventajas

- **Ventajas**
 - Permitir el uso de terrenos no aptos para la agricultura tradicional.

- Consume un 70% menos de agua y fertilizantes.
- No contamina el medio ambiente.
- Las plantas se desarrollan más rápido y vigorosas.
- Producciones continuas, lo que permite cosechar más cada año.
- Producto libre de contaminación y enfermedades por no usar pesticidas.
- Utilizada con fines sociales para mejorar los ingresos de las poblaciones menos favorecidas mediante la creación de trabajo independiente en el hogar y mejorando la cantidad y calidad de los productos alimenticios de la familia. (Torres, Balmaseda, & Pertierra, 2019)

- **Desventajas**

- Altos costos de la infraestructura e instalaciones que componen el sistema.
- Los costes adicionales, están representados por el mantenimiento de la instalación.
- Acumulación de drenajes durante el riego con agua de mala calidad.
- Contaminación de acuíferos por operaciones de descarga inadecuadas.
- Costos de instalación y energía necesarios para reutilizar una parte del sistema de drenaje fabricado. (Lema, 2016)

2.3.2. Tipos de sistemas hidropónicos

La hidropónica se clasifican según el medio en el que crecen las raíces, específicamente: tecnología de medios líquidos, incluida la tecnología de película de nutrientes (NFT y NGS), hidroponía, flotación; en el grupo agregado hay plantas que crecen sobre arena, grava y otros sustratos. (Torres, Balmaseda, & Pertierra, 2019)

- **Cultivo en Sustrato**

Permite el cultivo de todo tipo de hortalizas y se utilizan medios inertes como: perlita, roca fosfórica, arena, aserrín, tezontle, arena, grava, vermiculita, turba, etc.

Proporcionando a las plantas en crecimiento el oxígeno y la humedad que requieren para su desarrollo. (Cajo, 2016)

- **Raíz flotante**

Las raíces de las plantas flotan sobre una mezcla de agua y una solución nutritiva concentrada, soportadas por láminas Flex o espuma fenólica. Esto pueden acelerar el tiempo de crecimiento y maximizar el espacio de cultivo, pero siempre prestando atención al pH y la conductividad de la solución nutritiva. (Montero, 2021)

- **Sistema NGS**

Originaria de Europa basada en el proceso de proporcionar oxígeno continuamente a las raíces y hacer circular la solución nutritiva. Este sistema posibilita cultivar hierbas medicinales y aromáticas, tomates cherry, lechuga, hojas de mostaza, perejil, geranios, plantas ornamentales, entre otros. (Cajo, 2016)

- **Sistema NFT**

Las plantas se desarrollan sobre un flujo de agua enriquecida con soluciones nutritivas en constante movimiento, La solución nutritiva circula con ayuda de una bomba sumergible eléctricas para que el caudal de agua se distribuya bien a lo largo de la tubería de PVC, este caudal debe ser estable en épocas calurosas para evitar que las plantas o raíces se sequen. (Montero, 2021)

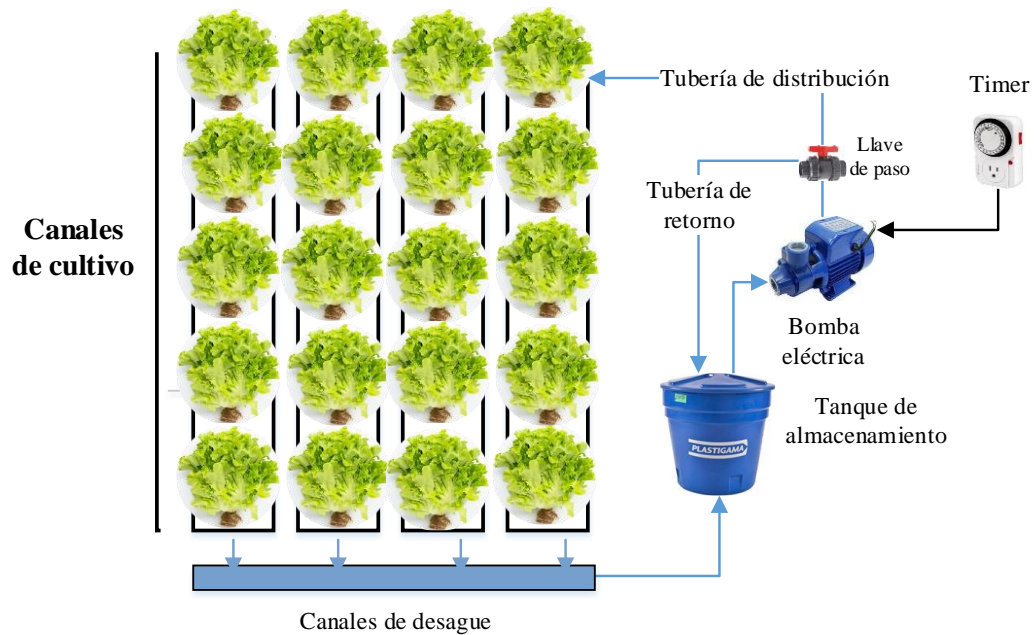
2.4. Sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique)

Desarrollado en la década de los LX por el Dr. Allan Cooper, en Inglaterra, presentó el sistema de la película de nutriente re-circulante, sistema que se popularizo a nivel internacional, técnica utilizada hasta la actualidad en la producción de hortalizas saludables de gran calidad cultivada a campo abierto como cerrados. (Cajo, 2016)

El sistema utiliza tuberías de PVC con perforaciones circulares, donde se ubican cada planta, el sistema radicular está en contacto directo con la solución nutritiva

que circulará por las tuberías, la solución fluirá por las tuberías con ayuda de una bomba de agua eléctrica programada con un temporizador que optimiza el consumo de energía, además, la disponibilidad de nutrientes. (González, 2020)

- **Diagrama hidropónico (NFT).**



Nota: El diagrama muestra los componentes y el recorrido de la solución nutritiva en un sistema re-circulante NFT. (Alucho & Patin, 2023)

2.4.1. Componentes de sistema (NFT)

- **Tanque de almacenamiento**

Envase de plástico o tanques en los cuales se almacena la mezcla de solución nutritiva y agua. Se usa como un punto de inicio y final de la circulación del flujo de la solución nutritiva. (Villegas, 2021)

- **Bomba de impulsión**

Bomba eléctrica es la que impulsa la solución nutritiva a través de las tuberías de distribución hacia los canales de cultivo, con un caudal determinado para el cultivo

establecido, el caudal permitirá la aireación de los canales de cultivo, además, ayuda la oxigenación de las raíces y la absorción de agua y nutrientes. (Lema, 2016)

La capacidad de la bomba eléctrica dependerá del tamaño del sistema de producción. Para 100 m², una bomba de 1 HP es suficiente.

- **Timer**

Aparato electrónico (temporizador) conectado a una fuente eléctrica, utilizado para programa los tiempos de riego de la bomba eléctrica acuerdo a las necesidades del cultivo o condiciones climáticas.

- **Tuberías de distribución**

Conducen la solución nutritiva hacia los canales de cultivo, con ayuda de micro tuberías; sus diámetros y dimensiones dependerán del volumen de solución nutritiva que se transporte a través del sistema. Para facilitar la instalación y reducir costos se prefiere materiales de PVC. (Montero, 2021)

- **Tubería de retorno**

Esta tubería retornara al tanque de almacenamiento a través de una llave de paso y gracias a la caída de agua por presión creara turbulencia en la superficie del tanque creando burbujas de aire que ayudara a la oxigenación de la solución nutritiva.

- **Canales de cultivo**

Tuberías de PVC con un diámetro de 3 pulgadas, de una longitud de máximo 10 metros que en su interior contiene el sistema radicular de las plantas y donde circula la solución nutritiva por gravedad con un caudal de 1.5 L/min, preferentemente tuberías que no dejen pasar la luz solar y evitar el desarrollo de micro algas en el sistema y evitar problemas futuros. (Cajo, 2016)

Estas tuberías deberán tener una pendiente que oscilan entre el 1% hasta el 4%, una mayor pendiente dificultara la adsorción de nutrientes y agua por el sistema

radicular de las plantas, además ayuda a que la solución nutritiva pueda retornar al tanque de almacenamiento y pueda oxigenarse. (Peralta & Jiménez , 2017)

- **Tubería de desagüe**

Recoge la solución nutritiva que circula por el interior de los canales de cultivo y la devuelve al tanque de almacenamiento. Se coloca al final de los canales de cultivo con una ligera pendiente hacia el tanque de almacenamiento para facilitar el retorno de la solución nutritiva. La solución cae en el tanque por gravedad, provocando turbulencias, lo cual es importante para suministrarle oxígeno. (Lema, 2016)

2.4.2. Solución nutritiva madre

La solución nutritiva madre se lo preparar teniendo en cuenta el tipo de equipamiento, instalación y método de riego, por lo cual se puede realizar dos preparar: diluidas o concentradas.

Las SN. se pueden concentrar a 100 o 200 veces. Además, el efecto que tiene la temperatura para acelerar la disolución de los fertilizantes. Se denomina solución madre a la solución nutritiva concentrada. Se pueden utilizar distintos números de tanques para contener estas soluciones y evitar incompatibilidad entre los fertilizantes a utilizar los mismo que deben ser de fácil disolución. (Instituto de Investigaciones Agropecuarias - INDA, 2018)

2.4.3. Componentes de la solución nutritiva

La solución nutritiva dependerá del tipo de cultivo y etapa vegetativa de esto partirá la formulación y cantidades requeridas de fertilizantes por su cultivo, lo más habitual es la utilización de formulaciones separadas concentradas, algunos pueden presentar de 2, 3 o 4 soluciones nutritivas con diferentes formulaciones y contenido de nutrientes y fertilizantes, ejemplo: solución A, B, C y D; solución A, B y C o solución A y B. (Gonzalez, 2018)

2.4.4. Parámetros de la solución nutritiva

- **Calidad del agua**

El agua es una de las cosas más importante para la hidroponía porque aporta todos los minerales requeridos para un adecuado desarrollo de las plantas, siempre y cuando presenten un margen natural y normal como pH y conductividad eléctrica que son los parámetros que tenemos que tener presentes para la hidroponía y así evitar cambio físicos y químicos de la solución nutritiva y todos los nutrientes presentes siempre disponible para las plantas. (Cajo, 2016)

- **Calidad de fertilizantes**

Los fertilizantes deben presentar calidad de fertirriego de alta solubilidad cristalizados que contengan etiqueta de información y fechas de caducidad que sean de marcas registradas: Agripac, Yara, etc. (González, 2020)

- **pH**

El pH de la solución nutritiva debe encontrarse en un rango de entre un mínimo de 5.5, hasta un máximo de 6.5 y así asegurar la asimilación y la disponibilidad de los macro y micro nutrientes para el sistema radicular de las plantas. (Gonzalez, 2018)

- **Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica nos ayuda a calcular la cantidad de nutrientes que se absorbió por las plantas y poder reponer la cantidad adecuada de solución nutritiva así obtener plantas de mejor calidad. La S.N. adecuada tiene que presentar una conductividad eléctrica entre un rango de 1400 a 2200 mS/cm. (Alvario, 2018)

- **Oxigenación**

Uno de los parámetros más importantes para practicar hidroponía es la oxigenación de la S.N. para promover el intercambio gaseoso, lo cual facilita la absorción de nutrientes por la raíz que se encuentra en contacto con la SN. (Cajo, 2016)

- **Temperatura**

La absorción de nutrientes se ve afectado por parámetros de temperatura; ya que una alta temperatura disminuye el desarrollo radicular y la oxigenación en el interior de las canales de cultivo. (Montero, 2021)

2.5. Bio-estimulante

Un bio-estimulante es una sustancia o microorganismo de origen vegetal o animal que, cuando se aplica a las plantas, tiene la capacidad de mejorar la eficiencia, la capacidad de absorber y asimilar nutrientes, además, la aumentar la tolerancia al estrés abiótico y biótico mejora ciertas características agronómicas. (González, 2020)

Los bio-estimulantes agrícolas incluyen diversas formulaciones de compuestos, sustancias y otros productos que se aplican a las plantas o al suelo para modular y mejorar los procesos fisiológicos de los cultivos y hacerlos más eficientes. Los bio-estimulantes afectan la fisiología de la planta en diversas formas nutritivas para mejorar el vigor, la calidad, el rendimiento y la vida útil posterior a la cosecha. (European Biostimulants Industry Council, 2020)

2.5.1. Purin de ortiga

Los purines hacen referencia a extractos vegetales fermentados. Es decir, es un producto que se obtiene de la fermentación aeróbica, durante varios días, los purines de plantas son las más comunes, no complejos a la hora de prepararlos y son los más utilizadas. (Mari, 2019)

Los purines tienen una diferencia de usos dependiendo de su composición, y básicamente aportan sustancias como enzimas, aminoácidos y minerales al suelo y las plantas, incrementando la diversidad y disponibilidad de nutrientes, mucho más importante es el aporte de microorganismos: la preparación de purines se logra desarrollar un "cultivo" de microorganismos, especialmente bacterias. (Cavigioli & Oliver, 2018)

Los productos biológicos a base de hierbas se usan para controlar plagas y estimular la salud de los cultivos se utilizan tradicionalmente en muchas culturas de todo el mundo. Recientemente, la agricultura alternativa ha destacado el uso de purines, que son el resultado de la fermentación de ciertas especies de plantas para ayudar a mantener la salud de los cultivos de hortalizas. Dependiendo del estado de madurez y de las plantas utilizadas, estos purines pueden ser productos elicitors, pesticidas, fungicidas, estimulantes de plantas o activadores de suelo y compost. (Cavigioli & Oliver, 2018)

- **Composición**

- Hormonas reguladoras de crecimiento en: flores, frutos, hojas, y raíces, también, proporciona defensas contra ataques de insectos, ácaros y hongos.
- Contiene macronutrientes como: fósforo, nitrógeno, y micronutrientes: magnesio, manganeso, hierro, azufre, sílice.
- Presenta abundante clorofila, taninos, vitamina C, ácidos orgánicos, provitamina A y sales minerales. Además, los pelos urticantes contienen ácido fórmico, acetilcolina, histamina, resina, y otras sustancias. (Martínez, 2022)

- **Contenido de nutrientes (1 litro)**

Elemento	Valor
Boro:	35 mg/l
Calcio:	40 mg/l
Hierro:	50 mg/l
Magnesio:	30 mg/l
Manganeso:	30 mg/l
TOTAL N:	300 mg/l

Fuente: (Cavigioli & Oliver, 2018)

- **Propiedades y características del extracto de ortiga.**

Aporte	Etapas	Tiempo promedio	Conservación	Efectos	Usos	Disolución litros
Nitrógeno	Maceración	12 a 36 h	Aplicación inmediata	Bacterias comienzan a multiplicarse.	Combatir plagas y hongos	1:15
					Abono líquido para regar	1:10
Hierro	Fermentación	10 a 15 días	Antes que la fermentación termine	La reproducción de bacterias llega al máximo y comienzan a asimilar el nitrógeno	Abono foliar	
Silicio					Activador de compost	El resto
Calcio					Repelente	1:15
Fósforo					Tratamiento del suelo	1:10
Microorganismos	Maduro	15 a 20 días	Hasta los 3 meses	Agrega bacterias fijadoras del nitrógeno	Mejora la calidad del suelo	1:10

Fuente: (Alvarez, 2021)

- **Modo de acción**

- **Suelo**

Mejora la estructura del suelo, gracias a la estimulación la vida microbiana. (Fernández, 2020)

- **Compost**

Si se riega el compost con el extracto de ortiga ayuda a que las lombrices del estiércol se multipliquen más rápido y que su humus sea más rico en contenido de nutrientes. (Cavigioli & Oliver, 2018)

- **Raíces**

Favorece la estimulación radicular para el crecimiento tanto de profundidad como extensión, además, incrementa la densidad de micorrizas. (Fernández, 2020)

- **Hojas**

Aceleran los procesos de lignificación, endureciendo las paredes celulares, lo cual la hace resistente al ataque de hongos y parásitos, Además, estimula la formación de clorofila. (Alvarez, 2021)

- **Flores**

Induce la floración incrementa el contenido de aceites esenciales, así, como densidad de flores con colores más vistosos y vigorosos con aromas más profundos. (Gómez, 2022)

- **Frutos**

Incrementa el contenido de azúcares de los frutos, aumentando el sabor y tiempo de conservación. (Gimeno, 2021)

– Semillas

Incrementa el poder germinativo y la homogeniza. Si remojas las semillas con el extracto de ortiga estas se vuelven más resistentes a enfermedades criptogámicas. (Fernández, 2020)

• Modo de aplicación

Aplicaciones a tempranas horas en la mañana o al atardecer y jamás a pleno sol. El efecto se desvanecerá con el tiempo, así que, si es posible, aplíquelo dentro de 1 hora después de removerlos, pero no más de 3 horas. El bio-estimulante se diluirá y se aplicará, dependiendo de si se aplican directamente al suelo o a las hojas y tallos. Recuerda filtrar correctamente. De lo contrario, se obstruirá los rociadores. (Gimeno, 2021)

– Riego directo

Mezcle 1 litro de extracto de purín por cada 10 litros de agua. Diluir el extracto al 20% al regar la base de la planta y utilizarlo como estimulante. Es decir, en 10 litros de agua diluir 2 litro de extracto permite restaurar en una manera asimilable los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas. Por el contrario, concentraciones más altas pueden inhibir el crecimiento. (Gómez, 2022)

– Uso foliar

Realice una mezcla 1 litro de extracto para 20 litros de agua. Con una dilución del 10 %, aplicados de forma foliar controlará los pulgones y los ácaros. Para el tratamiento de plantas se recomienda una dilución al 5% para prevenir enfermedades criptogámicas como oídio, oídio, lepra y roya. Esta formulación debe utilizarse cada dos semanas por su efecto preventivo. (Cabral, 2022)

• Compatibilidad

El extracto de ortiga es compatible con casi todos los productos fitosanitarios, orgánicos o no. Evitar mezclas con productos de reacción alcalina como caldos

bordeleses. Cuando se mezcla con estos productos, la suspensión sedimenta y pierde por completo sus beneficios. (Guanopatín, 2018)

- **Almacenamiento**

En condiciones como el vino son estables durante aproximadamente 1 año. A partir de este momento (acortamiento a altas temperaturas) se desprende y pierde paulatinamente sus propiedades. Si el extracto inicia una fermentación secundaria, solo conservará su potencial nutricional. Por lo tanto, puede usarse como activador de riego y compost, como suplemento fertilizante. (Puig de fàbregas, 2016)

2.5.2. Biol

Biol es un producto biológicamente estable, rico en humus y bajo contenido de patógenos. excelente actividad biológica, fermentación de nitritos y nitratos, desarrollo de micro flora, hongos y levaduras, siendo un excelente suplemento estimulante. (Fértile Terrazonet, 2017)

Usado como fertilizante foliar, que contiene nutrientes y hormonas de crecimiento como producto de la fermentación o descomposición anaeróbica (sin oxígeno) de desechos orgánicos de origen animal y vegetal, el fertilizante se obtiene a través de los biodigestores. (Guanopatín, 2018)

Producto del proceso de descomposición anaeróbica de desperdicios orgánicos. El método empleado para alcanzar este propósito son los biodigestores. Los biodigestores se crearon con el propósito de obtener energía y abono para las plantas utilizando los desechos de los animales. Además, an la actualidad, este método está dirigido en la producción del bio-abono, esencialmente en el abono foliar (biol). (Alvario, 2018)

- **Composición**

El Biol es un abono líquido que contiene diversas vitaminas, aminoácidos y nutrientes como Nitrógeno, Fósforo, Calcio, Sodio, Zinc, Magnesio, Níquel y

Potasio, altamente disponibles y asimilables por las plantas para el adecuado desarrollo. (Guanochanga & Betancourth, 2017)

- **Contenido de nutrientes (1 litro)**

Elemento	Valor
Nitrógeno	0,78 g/l
Fósforo	0,09 g/l
Potasio	4,10 g/l
Calcio	0,48 g/l
Magnesio	0,08 g/l

Fuente: (Fértile Terrazonet, 2017)

- **Modo de acción**

- Contiene fitohormonas que ayudan al enraizamiento, incentiva la formación y desarrollo de tallos y hojas, favorecen la formación de frutos, aumenta la resistencia a enfermedades y proporciona efecto repelente. (no afecta la polinización).
- Estimula el área foliar (hojas), mejor y activa la floración, el vigor y poder germinativo de semillas, plántulas y esquejes, además, aumenta el porcentaje de adaptación del trasplante al suelo.
- Aumenta la capacidad productiva del cultivo y mejora la calidad de los productos cosechados; estimula la recuperación temprana de las plantas dañadas después de las granizadas y heladas. (Rojas, 2019)

- **Modo aplicación del biol**

- Mejorar la calidad del suelo si se lo aplica, un día antes de la siembra en concentraciones al 20 % (4 l/16 l de agua).

- En hortalizas, fútales, tubérculos, verduras y flores la aplicación se lo realiza de forma foliar sobre tallos y hojas cada 20 días en concentraciones al 5 % (1 l/10 l agua).
- Estimula la germinación de semillas si se las sumergen, durante 12 horas antes de la siembra en concentraciones al 50 % (1 l/1 l de agua). (Fertíle Terrazonet, 2017)

- **Compatibilidad**

El biol se puede mesclar con un pesticida, ya que biol no es volátil y no permite que los pesticidas utilizados pasen rápidamente de un estado líquido a gaseoso. Además, hace que los pesticidas se adhieran a los cultivos, evitando pérdidas por exceso de humedad relativa o lluvia. (Guanopatín, 2018)

- **Almacenamiento**

Almacenarlo en recipientes de plástico (botellas, pomas, galones) en lugares protegidos de la humedad y radiación solar. (Fertíle Terrazonet, 2017)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación y características de la investigación

- **Localización de la investigación**

El presente trabajo se lo realizó en el sector San Miguelito, perteneciente a la parroquia Guanujo, del cantón Guaranda, provincia Bolívar.

- **Situación geográfica y edafológica**

Parámetro	Valor
Altitud	2936 msnm
Latitud:	1°33'19.11"S
Longitud:	79° 0'19.95"O
Temperatura mínima:	6 °C
Temperatura máxima:	29 °C
Temperatura media anual:	12 °C
Heliofanía:	900 horas/luz/año
Pluviometría promedio anual:	980 ml
Humedad relativa promedio anual:	72 %

Fuente: (Georreferenciación de campo, 2023)

- **Zona de vida**

De acuerdo a la clasificación de la zona de vida, están ubicado en el bosque húmedo montano (bh-M). (Parra, 2022)

3.2. Metodología

3.2.1. Material experimental

- Tres variedades de lechuga.
- Dos bio-estimulantes.

3.2.2. Factores en estudio

Factor A: Tipos de ambientes de cultivo.

A_1 : Campo abierto.

A_2 : Micro invernadero.

Factor B: Variedades de lechuga.

B_1 : Crespa verde.

B_2 : Romana.

B_3 : Mantecosa.

Factor C: Tipos de bio-estimulantes.

C_1 : Extracto de ortiga.

C_2 : Biol.

3.2.3. Tratamientos

T	Codificación	Descripción		
		FA	FB	FC
T1	$A_1B_1C_1$	Campo abierto	Crespa verde	Extracto de ortiga
T2	$A_1B_1C_2$	Campo abierto	Crespa verde	Biol
T3	$A_1B_2C_1$	Campo abierto	Romana	Extracto de ortiga
T4	$A_1B_2C_2$	Campo abierto	Romana	Biol
T5	$A_1B_3C_1$	Campo abierto	Mantecosa	Extracto de ortiga
T6	$A_1B_3C_2$	Campo abierto	Mantecosa	Biol
T7	$A_2B_1C_1$	Micro invernadero	Crespa verde	Extracto de ortiga
T8	$A_2B_1C_2$	Micro invernadero	Crespa verde	Biol
T9	$A_2B_2C_1$	Micro invernadero	Romana	Extracto de ortiga
T10	$A_2B_2C_2$	Micro invernadero	Romana	Biol
T11	$A_2B_3C_1$	Micro invernadero	Mantecosa	Extracto de ortiga
T12	$A_2B_3C_2$	Micro invernadero	Mantecosa	Biol

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Para la implementación del ensayo se aplicó el Diseño Bloques Completo al Azar (DBCA) para el arreglo factorial (AxBxC), con 3 repeticiones; según el siguiente detalle:

Fuentes de Variación (FV)	Grados de libertad (Gl)	Suma de cuadrados (Sc)
Total	35	$\sum(\text{Resultados}_{Trat.})^2 - fc$
Repeticiones	2	$\sum(R)^2 / Ax B x C - fc$
Factor A	1	$\sum(FA)^2 / Rx B x C - fc$
Factor B	2	$\sum(FB)^2 / Rx Ax C - fc$
Factor C	1	$\sum(FC)^2 / Rx Ax C - fc$
A x B	2	$\sum \frac{(FAx FB)^2}{Rx FC} - fc - SC_{FA} - SC_{FB}$
A x C	1	$\sum \frac{(FAx FC)^2}{Rx FB} - fc - SSC_{FA} - SC_{FC}$
B x C	2	$\sum \frac{(FBx FC)^2}{Rx FA} - fc - SC_{FB} - SC_{FC}$
A x B x C	2	$\sum \frac{(Trat.)^2}{R} - fc - SC_{FA} - SC_{FB} - SC_{FC} - SC_{FAx FB} - SC_{FAx FC} - SC_{FBx FC}$
Error	22	$\sum SC_{Total} - (SC_R - SC_{FA} - SC_{FB} - SC_{FC} - SC_{FAx FB} - SC_{FAx FC} - SC_{FBx FC} - SC_{FAx FBx FC})$

3.2.5. Manejo del experimento en campo

- **Instalación del sistema hidropónico (NFT)**

Se utilizó tablas de 1,50 m de longitud por 10 de ancho y estacas de 1 m de largo de 4 x 4 de grosor con los cuales se armaron una estructura de una U invertida en forma de arco las cuales se ubicaron a cada metro y así, evitar el pandeo de las canales de cultivo y armar las parcelas.

Se armaron 6 parcelas, cada una de las cuales soporto 9 canales de cultivo, preferiblemente de color blanco que no dejen pasar la luz solar para evitar el crecimiento de algas y altas temperaturas en el interior del canal.

Los canales se colocaron con una pendiente del 3 % para asegurar la circulación continua por gravedad de la solución por el interior los canales, los mismos que se perforaron con ayuda de un taladro y una cierra circular de 2 plg en la superficie de los tubos en línea recta.

- **Instalación de la bomba eléctrica periférica**

Se utilizó una bomba eléctrica periférica el cual se conectó a una fuente de energía con cables de uso rudo calibre 12 AWG que soporte 1 hp de potencia, además, se consideró que antes de poner a trabajar la bomba, se deberá primero purgar o cebar la bomba para evitar cavitación en el flujo de agua y posibles daños de la bomba.

- **Instalación del sistema de riego hidropónico**

Para la circulación de la solución nutritiva se instaló tuberías de 1 plg de acuerdo a las indicaciones de la bomba, además, se implementó tuercas unión a cada extremo de la bomba como de entrada y salida del flujo de agua, para facilitar el mantenimiento de la bomba cuando se lo requiera.

Se instaló llaves de paso de ½ plg al inicio de cada bancada los cuales va a facilitar el mantenimiento y limpieza de los canales de cultivo de una parcela que haya sido cosechado, sin interrumpir la circulación de la solución nutritiva de las otras parcelas con cultivos en desarrollo.

Para el retorno de la solución nutritiva se utilizó tuberías de 3 plg, los cuales se dividirán a la mitad para usarlos como canales de recolección de las 9 tuberías que conforman cada parcela, al extremo a favor de la pendiente se colocaron botellas de (3 l) en forma de embudo, los cuales recolectaron y dirigieron la solución nutritiva de cada parcela al tanque de almacenamiento por 2 líneas de mangueras de 1 plg, además, se amaron con cauchos en cada punto de conexión de las tuberías de distribución como las de desagüe, para evitar alguna fuga de la solución nutritiva.

- **Implementación de ambientes de cultivo**

Se utilizó postes de eucalipto de 2.50 m de longitud con los cuales se armaron la estructura de un micro invernadero con el cual cubrieron los tratamientos T7, T8, T9, T10, T11 y T12 con plástico transparente, con el fin de ofrecer un ambiente tipo invernadero, además, los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5 y T6 se mantuvieron a campo abierto, y así se evaluó el ambiente más favorable para el cultivo.

- **Preparación del sustrato para el semillero**

Se realizó una mezcla homogénea de 5 libras de tierra de páramo + 3 libras de humus de lombriz + 2 libras de cascarilla de arroz con ayuda de una pala.

- **Siembra del semillero**

Para siembra de las semillas de las 3 variedades de lechuga se utilizó 2 bandejas germinadoras de 500 orificios en los cuales se agregó el sustrato ya preparado.

Y con ayuda de un palillo de dientes se realizó pequeños orificios en el sustrato donde se depositaron las semillas tratando de no enterarlas muy profundo para evitar la pudrición de las mismas, posteriormente se procedió a tapar las semillas agregando un poco de sustrato por toda la superficie de la bandeja germinadora.

- **Riegos del semillero**

Se lo realizó de forma manual, dependiendo de la humedad del sustrato en horas de la madrugada para evitar la evapotranspiración provocadas por el calor del medio día, además, se los colocaron en un área con sombra.

- **Programación del timer para el sistema hidropónico**

El timer se conectó a una fuente eléctrica, el mismo que abasteció de energía y controló los tiempos de riego de la bomba de agua eléctrica, se programó para iniciar con los riegos al amanecer (7:00 am), durante media hora, cada 15 minutos hasta el anochecer (8:30 pm), y después se suspendieron los riegos por la noche ya que las plantas detienen su metabolismo y así ahorrar energía.

Los tiempos de riego del timer dependió mucho de las condiciones climáticas de la zona, ya que en ocasiones las temperaturas se elevaban y necesitaba riegos más frecuentes y duraderos, y otras ocasiones las temperaturas bajaban requiriendo riegos menos frecuentes, además, las temperaturas extremadamente bajas y con posibles presencias de heladas se mantuvieron los riegos continuos por las noches para evitar daños en el cultivo.

- **Preparación de la solución nutritiva**

Se preparó 20 litros de las soluciones nutritivas concentradas (A, B y C), obteniendo 20 dosis de 1 litro, de cada solución, para lo cual se utilizó 3 baldes de 20 litros, las mismas se llenaron hasta el 50 % de su capacidad y así añadir los distintos fertilizantes en el orden y cantidades indicadas, una vez diluido los fertilizantes se aforró el 50 % restante y completar los 20 litros de SN.

- *Contenido de fertilizantes de la solución A.*

Fertilizante	Concentraciones	Cantidad (lb)
Nitrato de calcio	N: 15.5% Calcio CaO: 26%	10

Fuente: (Gonzalez, 2018)

- *Contenido de fertilizante de la solución B.*

Fertilizante	Concentraciones	Cantidad (lb)
Nitrato de potasio	3% de N y 44% de K ₂ O: 13-0-44.	7
Fosfato monoamónico	48 a 61% de P ₂ O ₅ : 11-52-0	1.5

Fuente: (Gonzalez, 2018)

- *Contenido de fertilizantes de la solución C.*

Fertilizante	Concentraciones	Cantidad (lb-g)
Sulfato de magnesio	> 2,5 n mol/l	1
Quelatos de hierro (EDDHA)	6% Fe EDDHA- quelado	600
Ácido bórico	≥5,5% para ácido bórico	60
Sulfato de manganeso	31.8 % de Mn	40
Sulfato de cobre	25 % de cobre metálico	24
Sulfato de zinc	34.5% Zn: nutra-zinc	18

Fuente: (Gonzalez, 2018)

- **Trasplante**

El trasplante se realizó una vez que las plántulas presentaron 3 a 4 hojas verdaderas y una altura de 10 a 12 cm, luego se colocaron en vasos de plástico desechables de 200 ml, los cuales se les realizaron orificios en la base para que las raíces tengan contacto con la solución nutritiva recirculante y así puedan absorber los nutrientes requeridos para su desarrollo.

- **Aplicación de solución nutritiva concentrada**

Las aplicaciones de las soluciones nutritivas, se tuvo en cuenta una referencia de dosificación, donde 20 litros de solución contienen 20 dosis de 1 litro de cada solución nutritiva concentrada (A, B, C), y 10 litros equivale a una dosis para 1000 litros de agua, entonces se realizó una relación matemática para determinar la SNC. a aplicar en el tanque de almacenamiento.

Solución nutritiva concentrada (SNC) a utilizar:

$$\frac{10 \text{ litros S.N.}}{X} = \frac{1000 \text{ litros de agua}}{150 \text{ litros de agua}} = 1.5 \text{ litro}$$

Se aplicó las soluciones nutritivas, al tanque de almacenamiento, cada 3 días en un volumen de 1.5 litros.

- **Oxigenación**

Para la oxigenación de la solución nutritiva se implementó una reducción de tubería que se le instaló en la tubería de distribución para que una cierta cantidad de solución nutritiva retorne al tanque de almacenamiento creando una turbulencia en la superficie del tanque y así oxigenándolo, además, nos ayudó mezclar las soluciones contenidos en el tanque de almacenamiento con la solución contenida en las tuberías de distribución.

- **Control de pH y conductividad eléctrica de la solución nutritiva**

Se utilizó un pH-metro y un conductímetro, equipos que se utilizaron para medir los parámetros óptimos de la solución nutritiva recirculante en el sistema NFT, tanto para el pH: (5.5 a 6.5) y conductividad eléctrica: (1400 a 2200 mS/cm) requeridos para el correcto desarrollo de las plantas.

- **Aplicación de los bio-estimulantes**

Los dos bio-estimulantes se adquirieron de una casa comercial agrícola y se los aplicó de forma foliar con ayuda de una bomba de mochila en las siguientes disoluciones:

- 1 litro de extracto de ortiga disueltos en 10 litros de agua para los tratamientos impares (T1, T3, T5, T7, T9 y T11).
- 1.5 litros de Biol disueltos en 10 litros de agua para los tratamientos pares (T2, T4, T6, T8, T10 y T12).

Los cuales se aplicaron en dosis de 1,5 litros/parcela a los 10, 20, 30 y 40 días después del trasplante.

- **Control fitosanitario**

Para el control fitosanitario del cultivo, se realizó 3 aplicaciones con funguicidas a base de sulfato de cobre pentahidratado en dosis de $2\text{ cm}^3/l$, mas PILARTOP-M en dosis de $1.8\text{ cm}^3/1.8l$ para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) y cubrición de cuello (*Pythium sp.*), a los 35 días después del trasplante así como a los 8 y 16 días después de cada una de las aplicaciones para evaluar los efectos de los mismo en el cultivo.

- **Cosecha**

Actividad que se realizó a tempranas horas de la mañana y se extrajo toda la planta del canal de cultivo, sujetándola del cuello y se colocó en una bandeja para transportarlas.

3.2.6. Métodos de evaluación (variables de respuesta)

- **Variables agronómicas**

- **Porcentaje de prendimiento (%P)**

Se recolectó a los 20 días después del trasplante y se utilizó la siguiente fórmula:

% de prendimiento (%P):

$$\% P = \frac{N. de plantas prendidas}{N. de plantas transplantadas} \times 100\%$$

- **Altura de planta (AP)**

Este dato se tomó después de haber alcanzado la madurez comercial de las plantas con ayuda de una cinta métrica, desde el cuello de la planta hasta el ápice de la hoja más larga, de 15 plantas elegidas al azar de cada tratamiento y los valores se expresaron en cm.

- **Longitud de la hoja (LH)**

Esta variable se evaluó desde el tallo hasta el ápice de la hoja con la ayuda de una cinta métrica, de 15 plantas elegidas al azar de cada tratamiento después que estas hayan alcanzado su madurez comercial, y los valores lo expresamos en cm.

Longitud radicular (LR)

Se utilizó una cinta métrica para medir, desde, el ápice radicular (cofia) hasta el cuello de la planta, de 15 plantas elegidas al azar de cada tratamiento, y sus valores se expresaron en cm.

– Incidencia de enfermedades (IE)

Para esta variable se evaluaron 15 plantas elegidas al azar, a los 35, 43 y 51 días después del trasplante, y se utilizó la siguiente fórmula:

% de incidencia (IPE):

$$\% \text{ de incidencia} = \frac{N. \text{ de plantas afectadas}}{N. \text{ de plantas evaluadas}} * 100\%$$

– Días a la cosecha (DC)

Se consideraron los días transcurridos desde el día del trasplante, hasta, que el 50% de plantas alcanzaron su madurez comercial.

– Número de hojas (NH)

Se contaron el número de hojas de 15 plantas que fueron elegidas al azar de cada tratamiento cuando estas alcanzaron su madurez comercial.

• Variables productivas

– Peso de la planta (PP)

Se seleccionaron 15 plantas al azar de cada tratamiento y las tres repeticiones cuando estas alcanzaron su madurez comercial, para procederlos a pesarlas solo la parte comestible (las hojas), con ayuda de una balanza analítica, y los datos que se expresaron en g.

– **Rendimiento por parcela (RP)**

Se consideraron el peso fresco total de las lechugas cosechadas de cada parcela cuando estas alcanzaron su madures comercial y los valores se expresaron en kg/p.

– **Rendimiento por hectárea (RH)**

Se pesaron y sumaron el peso total de las lechugas de cada tratamiento con ayuda de una balanza analítica y se utilizó la siguiente fórmula descrita:

Rendimiento por hectárea (RH):

$$RH = PCP \times \frac{10000 \text{ m}^2}{ANC}$$

Donde:

- **PCP:** Peso de campo por parcela (Kg).
- **ANC:** Área neta cosechada (m²).

• **Variables climáticas**

– **Temperatura (T)**

Se registró la temperatura días posteriores al trasplante, en dos horarios durante el día, tanto del interior del micro-invernadero, como del exterior del mismo, y datos que se expresaron en grados Celsius (°C).

– **Humedad relativa (HR)**

Para esta variable se llevó un registró a partir del día en que se realizó el trasplante, en dos horarios uno en la mañana y la segunda al medio día, en los exteriores del micro-invernadero, así como al interior del mismo, cuyos resultados se lo expresaron en porcentajes (%) para comparar promedios.

– Precipitación (P)

Se utilizó un pluviómetro para poder medir la cantidad de precipitaciones (lluvias), promedias al día, datos que fueron registrados desde el día que se realizó el trasplante, cuyos valores se los expresaron en mm.

3.2.7. Análisis de datos

Para la tabulación y análisis de datos, se utilizó el programa Statistix versión 8.1 y la base de datos, obtenidos en campo (Anexo 3), para los siguientes análisis:

- Análisis de varianza (ADEVA) para el arreglo factorial A x B x C, con 3 repeticiones.
- Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de factor A e interacciones de factores.
- Análisis de correlación y regresión lineal simple.
- Análisis económico relación beneficio – costo.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Variables agronómicas y productivas, en relación con el factor A (Ambientes de cultivo)

Tabla 1

Resultados estadísticos del factor A (Ambientes de cultivo), en las variables: Porcentaje de prendimiento (%P), Altura de planta (AP), Longitud de la hoja (LH), Longitud radicular (LR), Incidencia de enfermedades (IE), Días a la cosecha (DC), Número de hojas (NH), Peso de la planta (PP), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento por hectáreas (RH).

Variables	Campo abierto		Micro-invernadero		MG	CV (%)
	A ₁	Rango	A ₂	Rango		
%P (**)	80.95	B	90.74	A	85.85%	3.4
AP (**)	13.3	B	15.4	A	14.35 cm	2.67
LH (**)	9.05	B	11.87	A	10.46 cm	4.03
LR (**)	4.41	B	5.63	A	5.02 cm	3.31
IE 35 (NS)	90	A	87.85	A	88.93%	5.4
IE 43 (**)	75.93	A	71.11	B	73.52%	5.39
IE 51 (**)	58.89	A	33.83	B	46.35%	8.69
DC (**)	64	A	59	B	61 días	0.94
NH (**)	8	B	10	A	9 hojas	6.61
PP (**)	146.52	B	169.83	A	158.18 g	1.49
RP (**)	1.59	B	1.98	A	1.79 kg/p	2.33
RH (**)	5893	B	7338	A	6615 kg/ha	2.33

Nota: (**) = Altamente significativo, (*) = Significativo, (NS) = No significativo, (MG) = Media general, (CV) = Coeficiente de variación. Letras distintas indican la diferencia estadística altamente significativa.

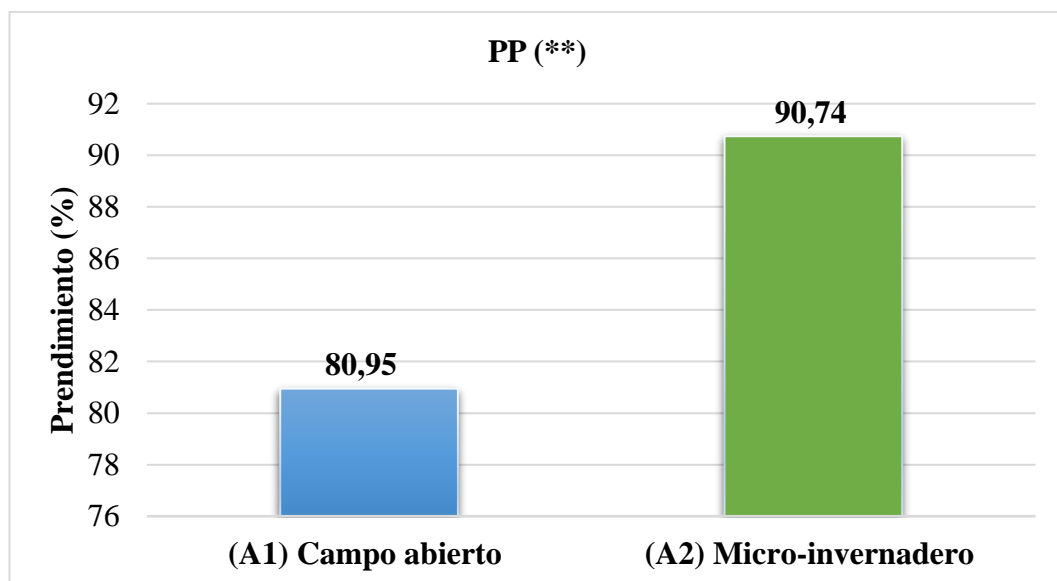
- **Factor A (Ambientes de cultivo)**

Conforme a los resultados obtenidos en campo, en relación con el factor A, se estableció según el análisis de varianza la existencia de diferencias estadísticas altamente significativas (**), para las variables: %P, AP, LH, LR, IE 43 días, IE 51 días, DC, NH, PP, RP, RH, a diferencia de la variable IE 35 días, la cual resulto ser no significativa (NS).

Determinando con ello que la implementación de cultivos bajo un ambiente de protección en los parámetros adecuados para la lechuga, puede generar una mejor calidad, aumentando los valores agronómicos del cultivo ya que los protege de los factores climáticos imprevistos, pero también las altas temperaturas aceleran el crecimiento vegetativo induciendo el desarrollo foliar y por ende su prematura cosecha, además, favorece a la aparición e incidencia de enfermedades, debido al aumento de temperatura y humedad, creando ambientes propicios para su multiplicación y desarrollo; debiendo tener las debidas precauciones y medidas de control para contrarrestar estos posibles efectos negativos.

Figura 1

Promedios del porcentaje de prendimiento (%P), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).

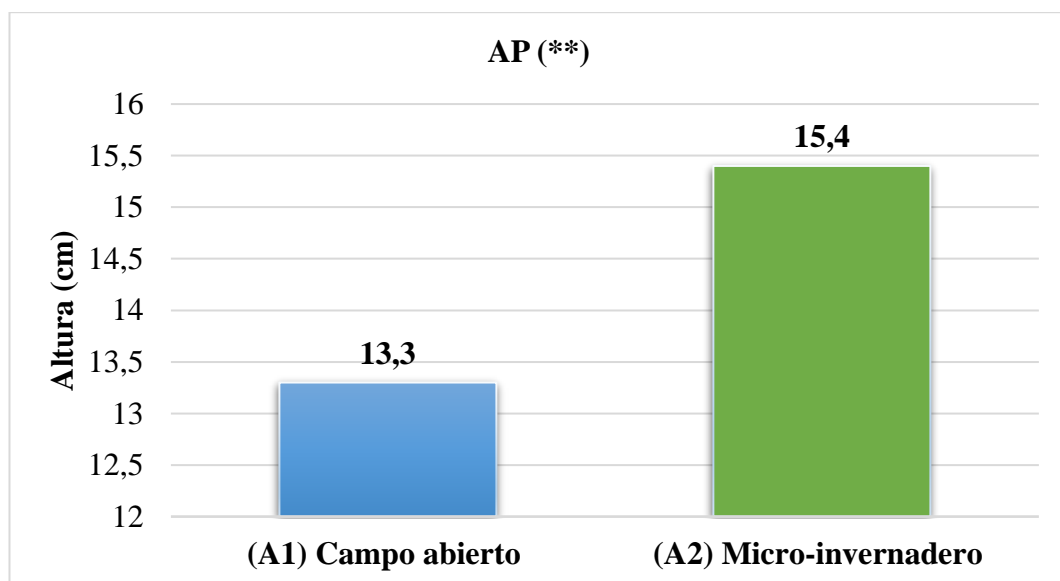


Conforme a los promedios obtenidos de la relación entre la variable porcentaje de prendimiento (%P), con el factor A (Ambientes de cultivo), registrados a los 20 días después del trasplante, el mayor promedio lo registró el A2 (Cultivos bajo el micro-invernadero) con 90.74 %, mientras que el A1 (Cultivos a campo abierto), registró el menor promedio con 80.95 %, además, se obtuvo una media general de 85.85 % con un coeficiente de variación de 3.40 %. Existiendo así diferencia una estadística altamente significativa (**).

Se determinó que la diferencia en esta variable se lo atribuye, a las reacciones genotípicas de los cultivares, frente a las condiciones ambientales registradas en la zona de investigación: como precipitación, temperatura y humedad relativa; además, de los volúmenes de riegos y cantidad de nutrientes asimilables que se les disponen a las plántulas, después del trasplante. Pudiendo indicar que las plantas bajo cubierta presentan valores más altos de prendimiento, posiblemente por la protección que recibieron de la cubierta en relación a la incidencia del sol y pérdida de humedad.

Figura 2

Promedios de la altura de planta (AP), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).

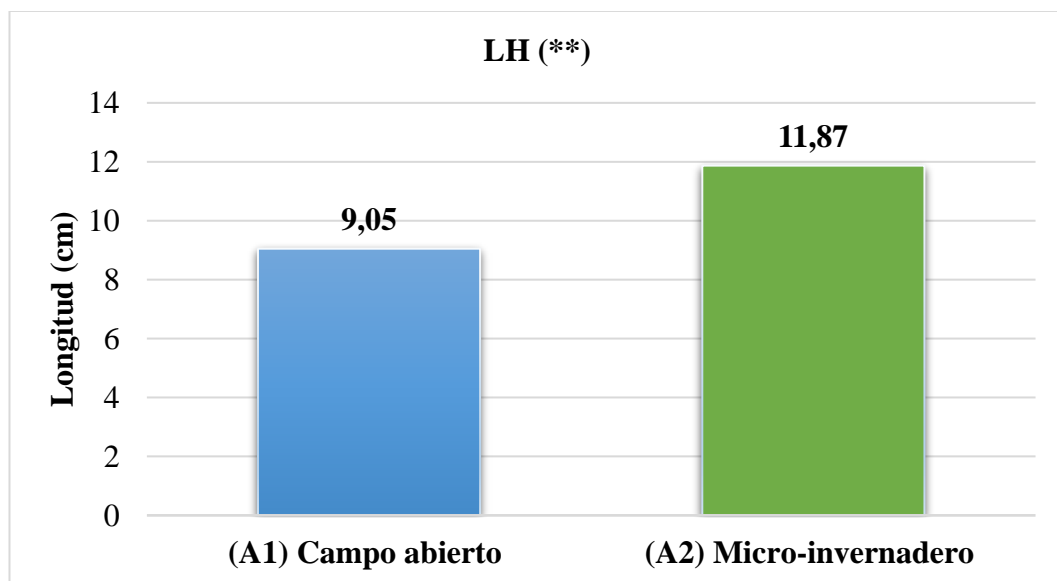


De acuerdo a los promedios de la interacción entre el factor A, con la variable altura de planta (AP), el A1 (Cultivos a campo abierto), registró la menor altura de planta con 13,3 cm de alto y el mayor promedio de altura de planta lo registró el A2 (Cultivos bajo el micro-invernadero), con 15.4 cm de alto, con una media general de 14.35 cm y un coeficiente de variación de 2.67 %. Siendo estadísticamente altamente significativa (**).

En estudios anteriores, se obtuvieron plantas de 20 cm de alto, a los 49 días después del trasplante, en la variedad cresa verde bajo condiciones de micro-invernadero. (Sánchez , 2018). A diferencia de los tratamientos del presente proyecto, donde la altura máxima alcanzada fue de 15.4 cm, registrados a los 61 días después del trasplante al interior del micro-invernadero, debido a que las condiciones ambientales como temperatura, humedad, y la disponibilidad de nutrientes, que recircula por el interior de los canales, no fueron las adecuadas, además, la presencia e incidencia de enfermedades ocasionaron un estrés severo a las plantas.

Figura 3

Promedios de la longitud de la hoja (LH), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).

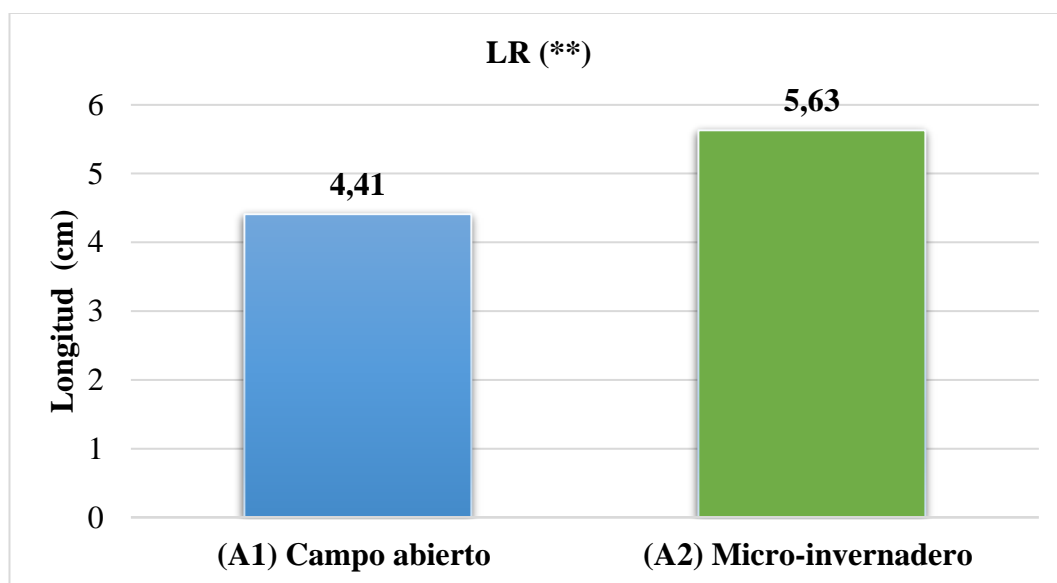


Según los promedios de la variable longitud de la hoja (LH), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo), el A1 (Cultivos a campo abierto), presentó la menor longitud de hoja con 9.05 cm de largo, a diferencia del A2 (cultivos bajo el micro-invernadero), el cual presentó la mayor longitud de hoja con 11.87 cm de largo, registrados en la etapa de madures comercial, con una media general de 10.46 cm y un coeficiente de variación de 4.03 %. Siendo estadísticamente altamente significativo (**).

Se estableció que la longitud de hoja dependió de gran manera de la disponibilidad de nutrientes en específico el nitrógeno (N) y a la capacidad de captación de la luz solar por las hojas, ya que, a más horas de luz, mayor es la elongación de las hojas y viceversa. Por lo que, en la presente investigación, debido a la presencia de días nublados y lluviosos no pudieron desarrollarse adecuadamente. Además, en este es especial dentro del micro-invernadero se pudo observar un alto estrés térmico lo que incidió en un menor desarrollo de las hojas y plantas en general.

Figura 4

Promedios de la longitud radicular (LR), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).

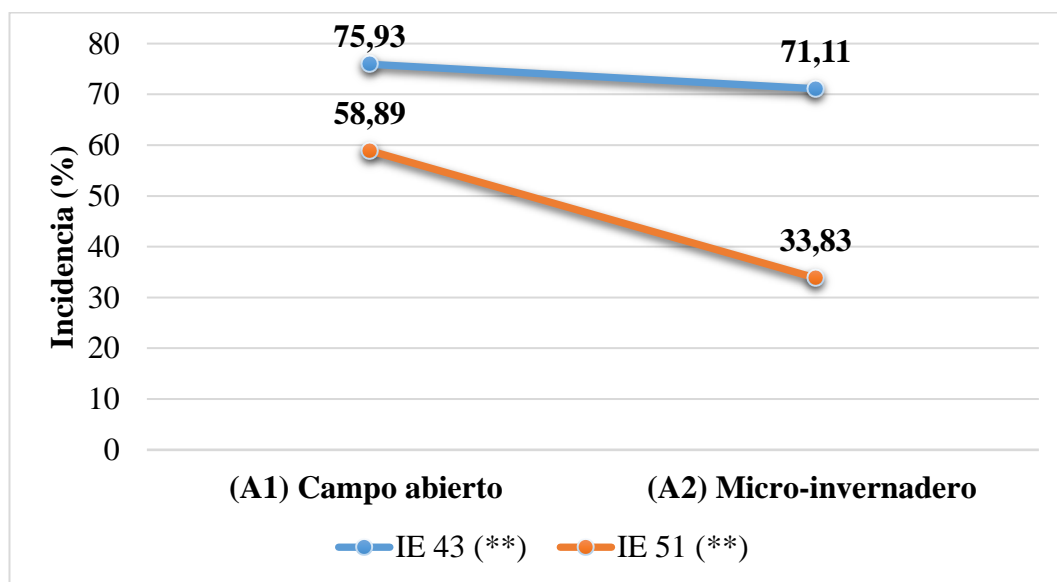


Se muestra los promedios respecto a la variable longitud radicular en interacciones con el factor A (Ambientes de cultivo), donde el A2 con 5.63 cm registró la mayor longitud radicular, correspondiente a los cultivos establecidos dentro del micro-invernadero y el menor promedio lo obtuvo el A1 con 4.41 cm de longitud radicular correspondiente a los cultivos establecidos a campo abierto, así, mismo presenta una media general de 5.02 cm y un coeficiente de variación de 3.31 %. Obteniendo diferencia estadística altamente significativa (**).

Cuando el cultivo se desarrolla en un sustrato sólido como el suelo, hay una influencia y en ocasiones, cierta presión de la densidad como un limitante para el desarrollo radicular, tanto en diámetro como en longitud. En el presente trabajo se puede observar claramente que al no haber influencia de esta densidad, las raíces se elongan más en un medio líquido.

Figura 5

Promedios de la incidencia de enfermedades (IE), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).



Acorde a los promedios de la variable Incidencia de enfermedades (IE) del factor A (Ambientes de cultivo), el mayor porcentaje de incidencia lo registró el A1 (Cultivos establecidos a campo abierto), con un 75.93 % y un 58.89 % de incidencia

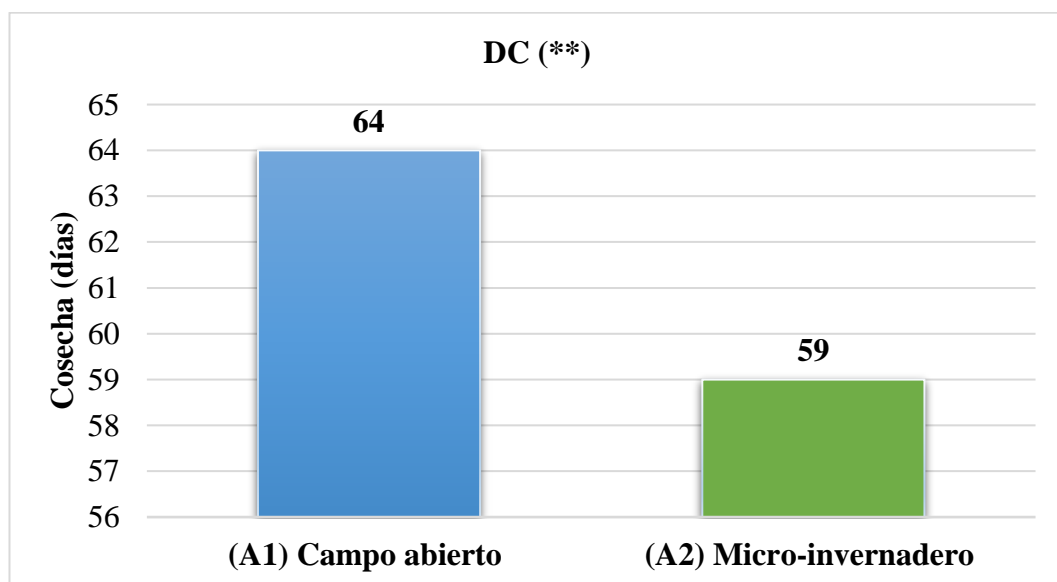
de enfermedades registrados a los 43 y 51 días sucesivamente, después del trasplante.

Y el A2 (Cultivos establecidos bajo el micro-invernadero), obtuvieron promedios de un 71.11 % y un 33.83 % de incidencia de enfermedades registrados a los 43 y 51 días sucesivamente, después del trasplante.

De esta manera se confirma que las altas temperaturas registradas en la zona de investigación junto con los bio-estimulantes aplicados de forma foliar, crearon ambientes y condiciones favorables para el desarrollo y multiplicación de microorganismo patógenos para el cultivo. Además, se puede notar que el control químico tuvo un efecto positivo en la severidad de las enfermedades, reduciendo su porcentaje luego de las dos aplicaciones.

Figura 6

Promedios días a la cosecha (DC), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).



Acorde a los valores obtenidos de la variable días a la cosecha (DC), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo), el A1 (Cultivos a campo abierto), registró el mayor promedio con 64 días requeridos para su desarrollo vegetativo, a

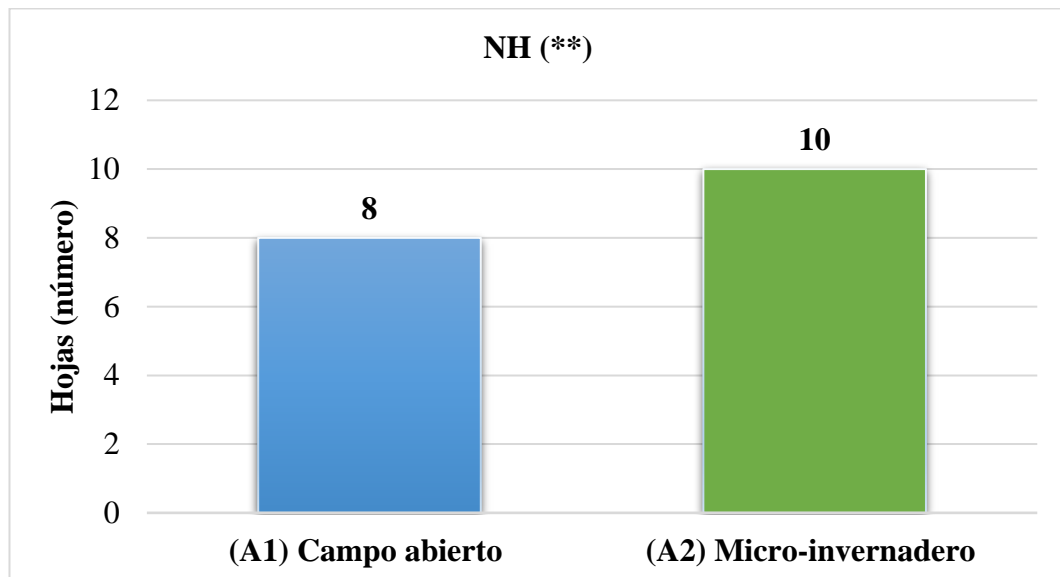
diferencia del A2 (Cultivos bajo micro-invernadero), el cual registró el menor promedio con 59 días requeridos para su cosecha, también se registró una media general de 61 días con un coeficiente de variación de 0.94 %. Existiendo así diferencia estadística altamente significativa (**).

El ciclo de cultivo es una característica estrechamente dependiente de la variedad a cultivar, condiciones ambientales, disponibilidad de nutrientes, método de cultivo y el manejo agronómico que se le aplique. (Beltrano & Gimenez, 2020)

Las plantas que se establecieron dentro del micro-invernadero tuvieron un desarrollo más acelerado, de las que estuvieron a campo abierto, esto debido a la diferencia de temperatura y humedad relativa registrados entre los dos ambientes.

Figura 7

Promedios del número de hojas (NH), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).



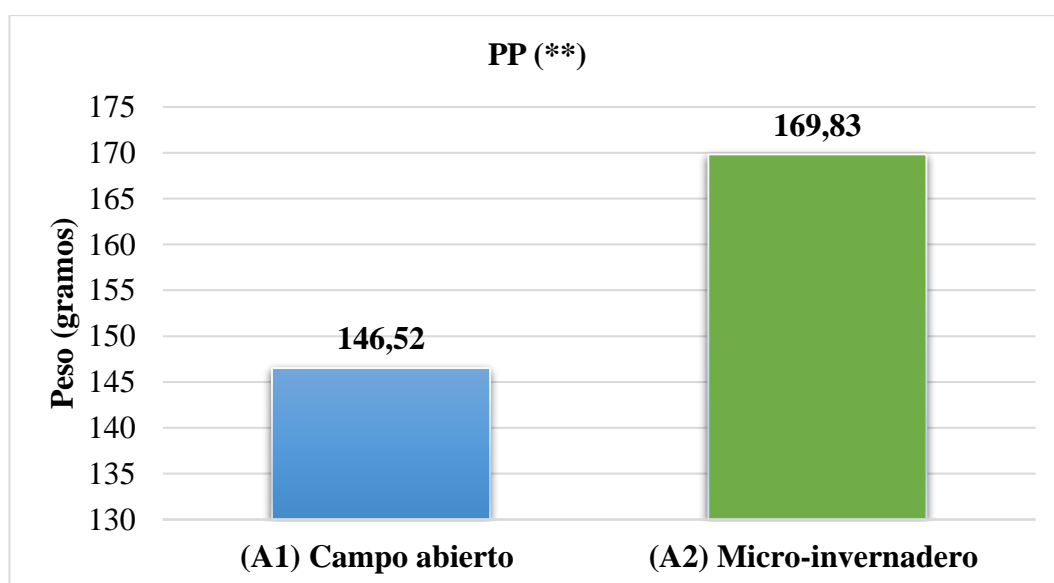
Según los promedios de la variable número de hojas (NH) en relación con el factor A (Ambientes de cultivo), el menor número de hojas lo obtuvo el A1 (Cultivos establecidos a campo abierto), con un promedio de 8 hojas presentados en cada planta y el mayor número de hojas lo obtuvo el A2 (Cultivos establecidos bajo el

micro-invernadero), con un promedio de 10 hojas por planta, además, se registró una media general de 9 hojas y un coeficiente de variación de 7.04 %. Existiendo diferencia estadística altamente significativa (**).

La temperatura del ambiente controla la aparición de hojas nuevas y la estimulación foliar, considerado como un factor primordial que define la capacidad de captación fotosintética y la acumulación de masa. (Gutiérrez, 2019). En el presente estudio el ambiente controlado pudo favorecer posiblemente que las yemas vegetativas se desarrollan para llegar a formar hojas, lo que podría contribuir, además, en una mejor capacidad fotosintética de las plantas y actuar con un componente positivo del rendimiento.

Figura 8

Promedios del peso de la planta (PP), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).



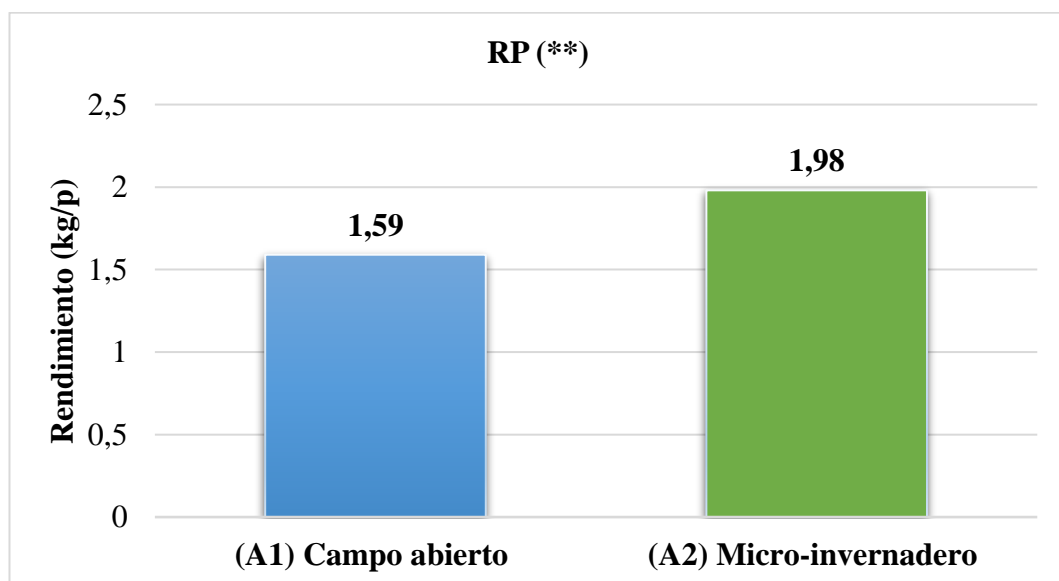
Se presentan los promedios de la variable peso de la planta (PP), del factor A (Ambientes de cultivo), donde el menor promedio con 146.52 g por planta, lo presentó el A1 correspondiente a los cultivos establecidos a campo abierto, mientras, que el mayor promedio con 169.83 g por planta lo registró el A2 correspondiente a los cultivos establecidos bajo el micro-invernadero, con una

media general de 158.18 g por planta y un coeficiente de variación de 1.49 %. Existiendo con ello diferencia estadística altamente significativa (**).

Las plantas cultivadas al aire libre en el sistema hidropónico, tuvieron una importante reducción en su peso; aspecto que puede estar relacionado a un menor desarrollo en su tamaño y a un menor contenido de agua en su estructura anatómica, debido a factores como los altos desbalances en los rangos de temperatura y la corriente de viento; aspecto que puede incidir en la reducción de su rendimiento y productividad.

Figura 9

Promedios del rendimiento por parcela (RP), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).

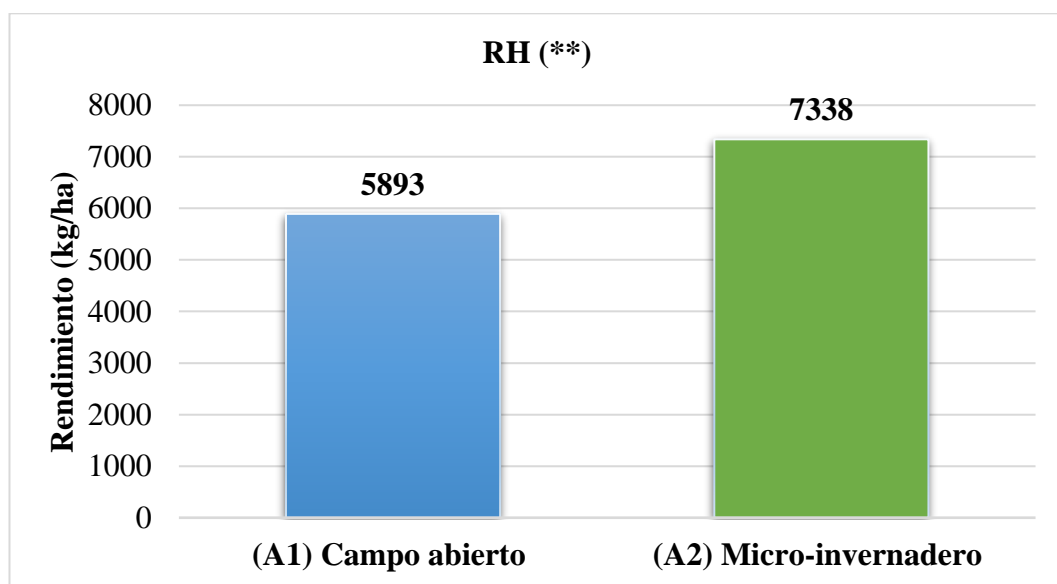


En concordancia a los promedios obtenidos de la variable rendimiento por parcela (RP), de la interacción del factor A (Ambientes de cultivo), donde el A2 (Cultivos bajo micro-invernadero), registró el mayor rendimiento con 1.98 kg/p, seguido del A1 (Cultivos a campo abierto), con 1.59 kg/p de rendimiento, con una media general de 1.79 kg/p y un coeficiente de variación de 2.33 %. Existiendo diferencia estadística altamente significativa (**).

El rendimiento en kg/p, se vio afectado por los factores climáticos como precipitaciones, temperaturas elevadas, humedades relativamente altas y junto a la presencia de enfermedades, ocasionaron que las plantas de lechuga no alcanzaran un adecuado desarrollo, en el ambiente a campo abierto, ya que redujeron en cierto porcentaje su rendimiento por unidad de superficie en relación al invernadero, en donde también algunas de estos factores incidieron en un bajo nivel de rendimiento, principalmente por un manejo inadecuado del control de aireación y temperatura; aspecto muy importante a tener en cuenta para futuras implementaciones.

Figura 10

Promedios del rendimiento por hectárea (RH), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo).



Conforme a los promedios de la variable rendimiento por hectárea (RH), en relación con el factor A (Ambientes de cultivo), el mayor rendimiento lo alcanzó el A2 correspondiente a los cultivos establecidos bajo micro-invernadero con 7338 kg/ha, mientras que el A1 correspondiente a los cultivos establecidos a campo abierto alcanzó el menor rendimiento con 5893 kg/ha, con una media general de 6615 kg/ha y un coeficiente de variación de 2.33 %. Existiendo una diferencia estadística altamente significativa (**).

Valores menores en comparación a investigaciones anteriores, donde se registraron rendimientos de 20000 a 40000 kilogramos por hectáreas a campo abierto, y bajo invernadero, tomando en cuenta que las condiciones ambientales, nutricionales y fitosanitarias fueran las adecuadas, (Adeoye, Akane, & Marantelou, 2027), En la presente investigación las condiciones climáticas de la zona y la presencia de enfermedades, afectaron el rendimiento por hectárea (RH). Disminuyéndolo en valores aproximado a un 90 %; debiendo tener en cuenta que los mismos son preliminares y haría falta mejorar la técnica y manejo para futuras evaluaciones, en razón de los problemas detectados en el proceso.

4.1.2. Variables agronómicas y productivas, en relación con el factor B (Variedades de lechuga)

Tabla 2

Resultados estadísticos del factor B (Variedades de lechuga), en las variables: Porcentaje de prendimiento (%P), Altura de planta (AP), Longitud de la hoja (LH), Longitud radicular (LR), Incidencia de enfermedades (IE), Días a la cosecha (DC), Número de hojas (NH), Peso de la planta (PP), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento por hectáreas (RH).

Variables	Crespa verde		Romana		Mantecosa		MG	CV (%)
	B ₁	R	B ₂	R	B ₃	R		
%P (**)	78.99	C	92.86	A	85.71	B	85.85%	3.4
AP (**)	10.62	C	16.29	A	16.13	B	14.35 cm	2.67
LH (**)	5.91	C	13.91	A	11.56	B	10.46 cm	4.03
LR (**)	3.53	C	6.6	A	4.98	B	5.02 cm	3.31
IE 35 (**)	98.89	A	84	B	83.89	B	88.93%	5.4
IE 43 (**)	80	A	68.89	B	71.67	B	73.52%	5.39
IE 51 (**)	66.67	A	32.96	C	39.45	B	46.35%	8.69
DC (**)	66	A	59	C	60	B	61 días	0.94
NH (**)	6	C	11	A	10	B	9 hojas	6.61
PP (**)	109.5	C	187.8	A	177.12	B	158.18 g	1.49
RP (**)	1.37	C	2.10	A	1.9	B	1.79 kg/p	2.33
RH (**)	5052	C	7737	A	7057	B	6615 kg/ha	2.33

Nota: (**) = Altamente significativo, (MG)= Media general, (CV) = Coeficiente de variación. Letras distintas señalan que la diferencia estadística es altamente significativa.

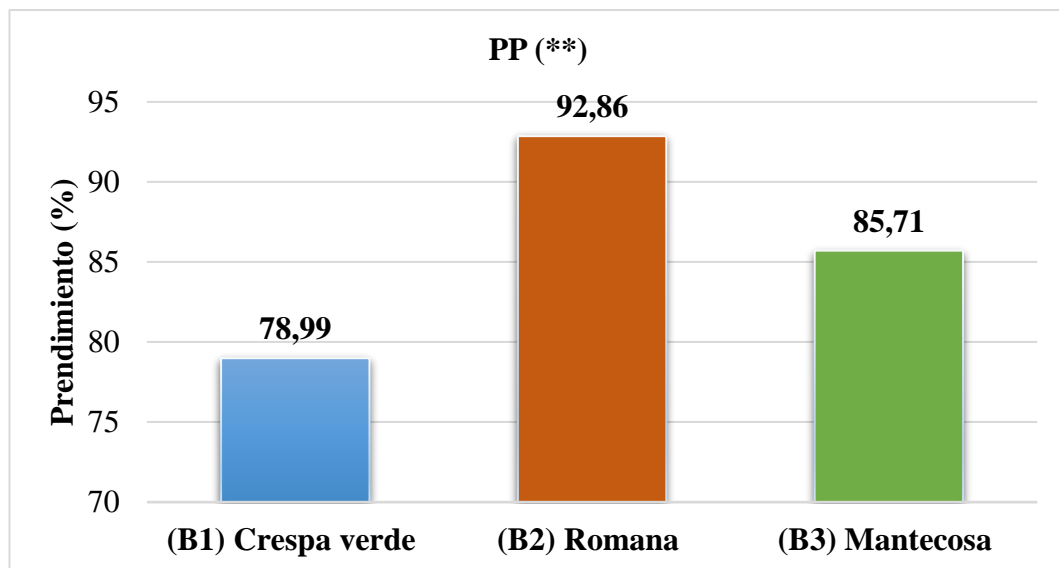
- **Factor B (Variedades de lechuga)**

Se determinó conforme al análisis de varianza la existencia de diferencias estadísticas altamente significativas (**), para todas las variables de estudio: %P, AP, LH, LR, IE 35 días, IE 43 días, IE 51 días, DC, NH, PP, RP y RH.

La gran diferencia que se presentó en los promedios de las variables de estudio se debió a las características genéticas de cada cultivar.

Figura 11

Promedios del porcentaje de prendimiento (%P), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).



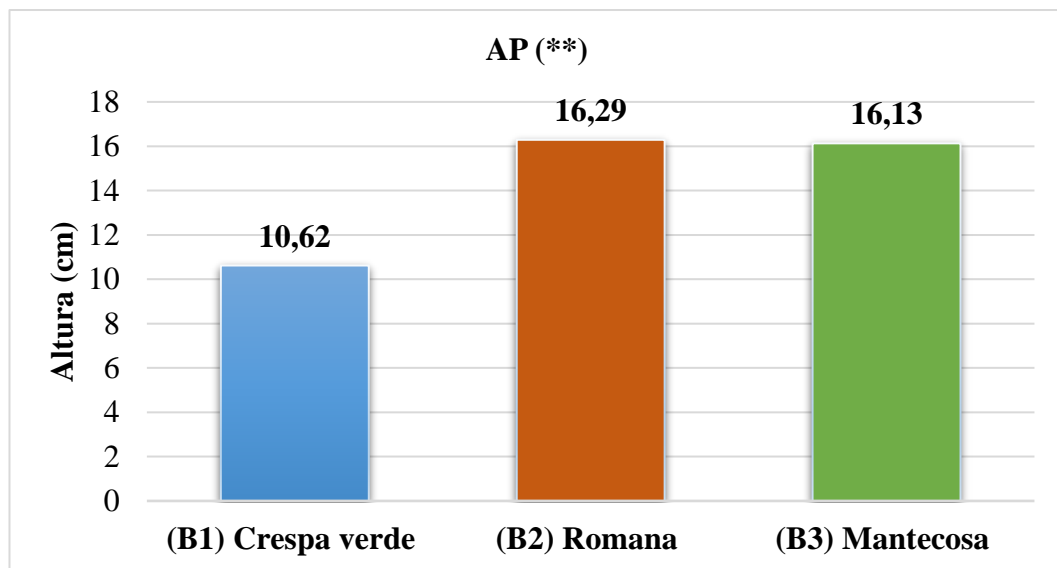
Se muestran los promedios de las variables porcentaje de prendimiento (%P), en relación con el factor B (Variedades de lechuga), registrados a los 20 días después del trasplante, en la cual la variedad romana (B2), obtuvo el promedio mayor con 92.86 % de prendimiento, seguido de la variedad mantecosa (B3), con 85.71 % de prendimiento y por último la variedad crepa verde (B1), con 78.99 % de prendimiento, con una media general de 85.84 % y un coeficiente de variación de 3.40 %. Siendo estadística y numéricamente diferente (**).

Esta variable depende del manejo de pre y post trasplante realizados, desde la desinfección contra plagas y enfermedades, así como de los riegos aplicados antes y después de dicha labor, evitando con ello problemas de estrés, también, de la reacción de cada cultivar a las condiciones climáticas de la zona. (Cabezas, 2017). Al tratarse de cultivos hidropónicos, la influencia más fuerte lo podría haber ocasionado por el tipo y calidad de nutrientes empleados, además, los ambientes de

cultivo y la respuesta genotípica de cada uno de los cultivares ante las condiciones de producción.

Figura 12

Promedios de la altura de planta (AP), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).



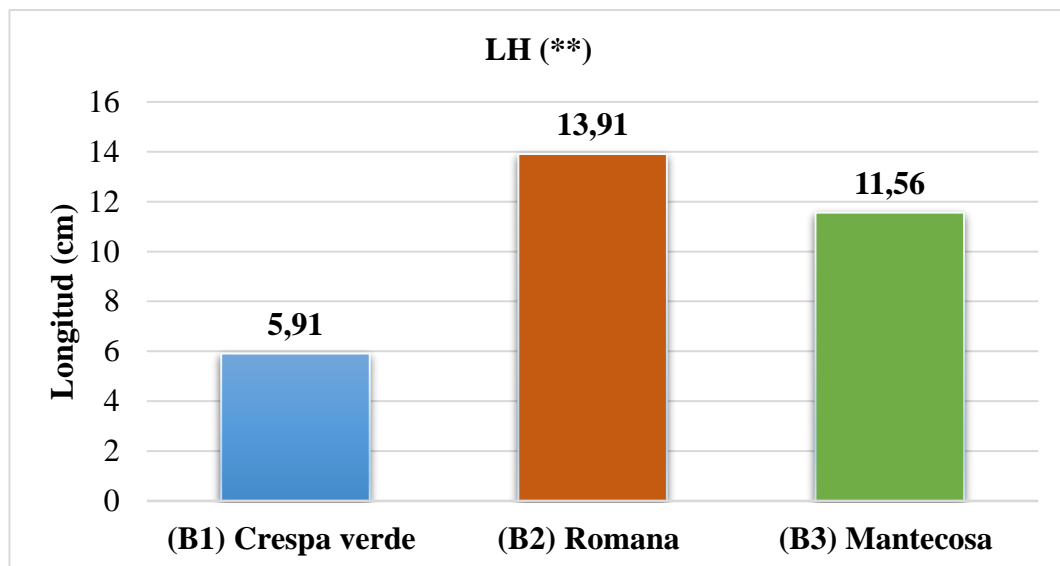
Conforme a los promedios de la variable altura de planta (AP), en semejanza con el factor B (Variedades de lechuga), la variedad romana (B2), obtuvo la mayor altura con 16.29 cm, seguido de la variedad mantecosa (B3), con una altura de 16.13 cm y por último la variedad crespa verde (B1), con una altura en promedio de 10.62 cm, además, se registró una media general de 14.35 cm, con un coeficiente de variación de 2.67 %. Existiendo así diferencia estadística altamente significativa (**).

Se señala que la variedad romana alcanzó la mayor altura debido a que sus hojas son de crecimiento erecto, formando un cogollo o repollo falso, lo cual favorece a una mayor capacidad de captación de luz solar, a diferencia de las otras dos variedades, cuyas hojas se extienden hacia los lados y bajo, ocasionando que las hojas no puedan captar la luz solar, así que esta diferencia se lo puede atribuir a las

características fenotípicas de las variedades cultivadas, así como también al vigor de cada una de ellas.

Figura 13

Promedios de la longitud de la hoja (LH), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).

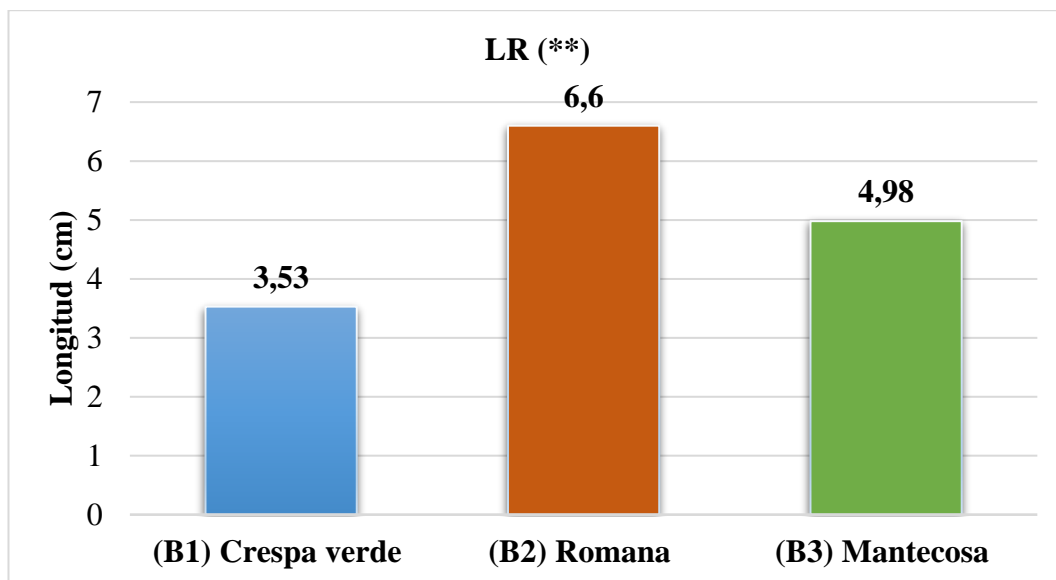


Respondiendo a los promedios obtenidos de la variable longitud de la hoja (LH), en relación con el factor B (Variedades de lechuga), se determinó que la variedad romana (B2), registró la mayor longitud de hoja con 13.91 cm, continuo de la variedad mantecosa (B3), con 11.56 cm de largo y finalmente la variedad crespa verde (B1), presentó la menor longitud de hoja con 5.91 cm de largo, se obtuvo también una media general de 10.46 y un coeficiente de variación de 4.03 %. Siendo estadísticamente altamente significativa (**).

Este componente depende mucho del fenotipo de cultivo, principalmente de la forma de las hojas y su disposición en el tallo, característica que afecta a la capacidad fotosintética de los mismos, por lo cual la variedad romana alcanzó la mayor longitud de sus hojas, a diferencia de otras dos variedades de estudio; pudiendo luego expresar algún tipo de relación en su metabolismo y desarrollo productivo.

Figura 14

Promedios de la longitud radicular (LR), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).

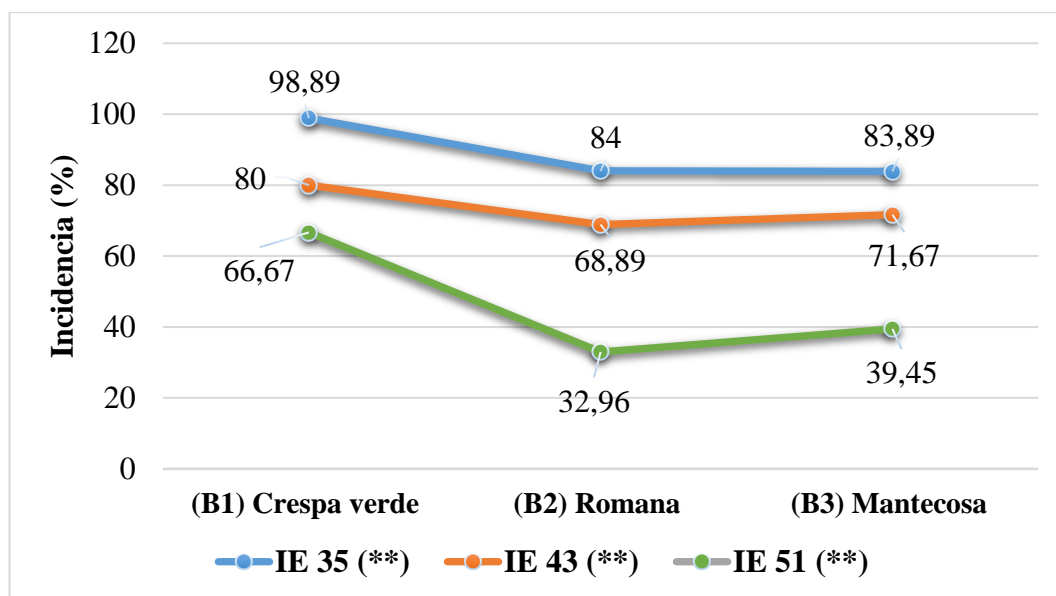


Se muestra los valores de la variable longitud radicular (LR), en relación con el factor B (Variedades de lechuga), en el cual la variedad romana (B2), registró el mayor promedio con 6.6 cm de largo, seguido de la variedad mantecosa (B3), con 4.98 cm, y la variedad crespa verde (B1), presentó el menor promedio con 3.53 cm de largo de las raíces, con una media general de 5.02 cm y un coeficiente de variación de 3.31 %. Existiendo diferencia estadística altamente significativa (**).

La diferencia en los resultados en la longitud radicular depende de la disponibilidad y asimilación de nutrientes por las raíces, así como también del grado de oxigenación de la solución nutritiva. Además, se lo puede atribuir a la ubicación de los cultivares, debido a que la variedad crespa verde se lo trasplantó al final de cada parcela, lo puede haber ocasionado que la solución nutritiva llegue con menos cantidad de nutrientes disponibles para dicha variedad. Cuando el cultivo se desarrolla en sustrato sólido, se puede atribuir estas diferencias a densidad del mismo, sin embargo, al ser hidropónico es netamente una respuesta varietal y morfológica de cada elemento dentro del factor B.

Figura 15

Promedios de la incidencia de enfermedades (IE), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).



De acuerdo a los datos generados en la presente investigación, podemos notar claramente que existe una diferencia altamente significativa (**), en la incidencia de enfermedades a los 35, 43 y 51 días después de haber sido llevadas hasta su lugar definitivo en el sistema hidropónico, en cada una de las variedades.

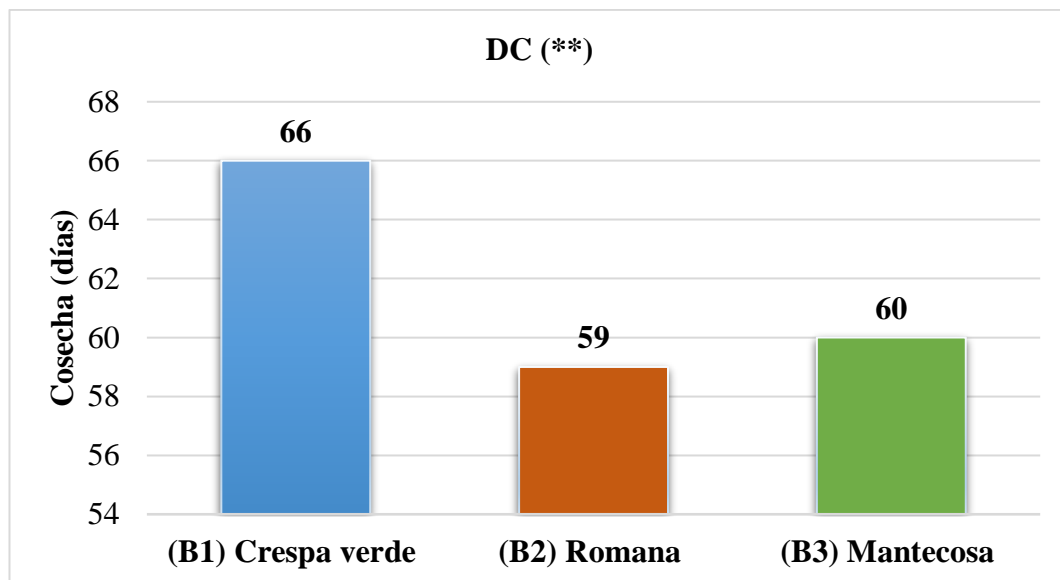
Es importante incidir, que luego del trasplante (35 días), todas las variedades tuvieron una afectación superior al 80%, lo cual fue una evidente presión para su desarrollo vegetativo, pudiendo desde ese momento, haber incidido sobre su productividad.

Además, se identificó que luego de las dos aplicaciones del control fitosanitarias, a los 43 y 51 días posteriores al trasplante; se logró una importante reducción de la incidencia y sobre todo en la severidad del ataque de enfermedades foliares; logrando reducciones de entre 12 % y 95 % en las diferentes variedades, permitiendo que las plantas completaran su proceso de desarrollo vegetativo y fructificación.

Hay que tomar muy en cuenta; que, al ser una primera experiencia en la zona, de la implementación de estos sistemas tecnológicos para el cultivo de lechuga; la falta de conocimiento sobre ciertos puntos críticos de control; además, pudieron haber actuado como covariables importantes para una rápida diseminación de las enfermedades, teniendo que tener en cuenta estos aspectos para factores, pruebas e investigaciones.

Figura 16

Promedios de días a la cosecha (DC), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).

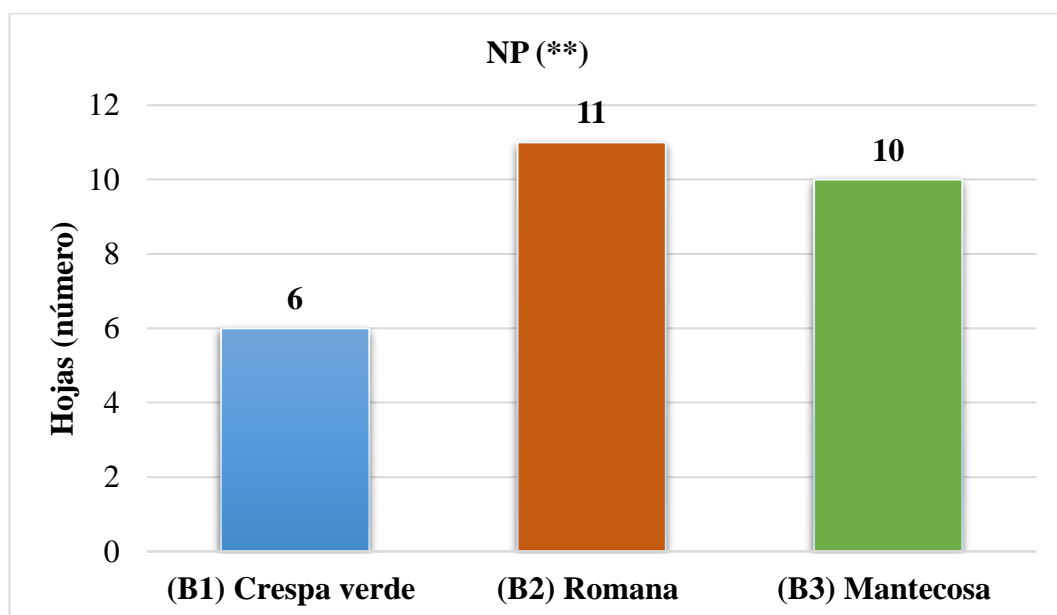


Conforme a los promedios arrojados de la variable días a la cosecha (DC) en relación con el factor B (Variedades de lechuga), datos registrados cuando el 50 % del cultivo alcanzaron la madures comercial, donde la variedad crespa verde (B1), obtuvo el mayor promedio con 66 días requeridos para su cosecha, continuo la variedad mantecosa (B3), con 60 días hasta la cosecha y por último la variedad romana (B2), que necesito 59 días desde el trasplante para su cosecha, también se presentó una media general de 61 días y un coeficiente de variación de 0.94 %. Existiendo diferencia estadística altamente significativa (**).

Esta variable dependió mucho del genotipo de la variedad de lechuga y la tecnología empleada para su cultivo, ya que los registros de los cultivares establecidos en suelo, muestran que la variedad romana y mantecosa tiene un ciclo de vida promedio de 80 días y la variedad crespa verde tiene un ciclo de vida de 86 días, valores que se disminuyeron, debido a que las raíces en el sistema hidropónico estuvieron en contacto directo con los nutrientes, además, la implementación del micro-invernadero aumentando la temperatura y humedad, factores que incidieron en un desarrollo vegetativo acelerado.

Figura 17

Promedios del número de hojas (NH), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).

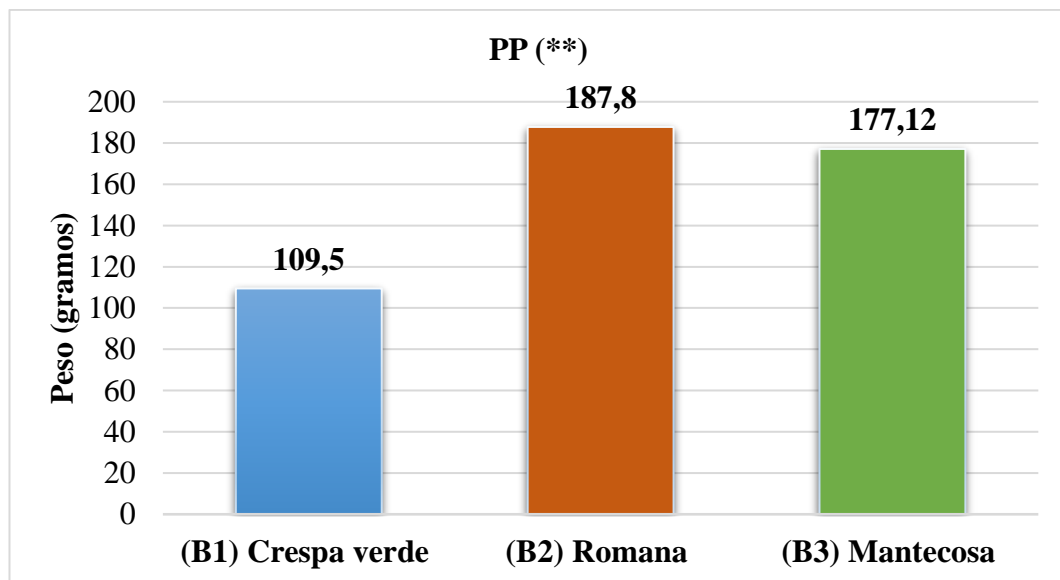


Se disponen los promedios obtenidos de la variable número de hojas (NH), del factor B (variedades de lechuga), el mayor número de hojas lo presentó la variedad romana (B2) con 11 hojas por planta, seguido de la variedad mantecosa (B3), con un promedio de 10 hojas por planta y por último la variedad crespa verde (B1), alcanzó el menor promedio con 6 hojas por planta, con una media general de 9 hojas y un coeficiente de variación de 6.61 %. Existiendo diferencia estadística altamente significativa (**).

El número de hojas desarrolladas, además, del tamaño y grosor de las mismas dependen de la forma y diversidad genética. (Ruiz, 2022), Por lo que en esta investigación esta diferencia se lo puede atribuir a la variedad cultivada y la incidencia y severidad de enfermedades que presentaron los cultivares como: botritis, antracnosis, moho gris y pudrición del cuello, los cuales empezaron marchitando a las hojas viejas y siguiendo con las nuevas.

Figura 18

Promedios del peso de la planta (PP), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).



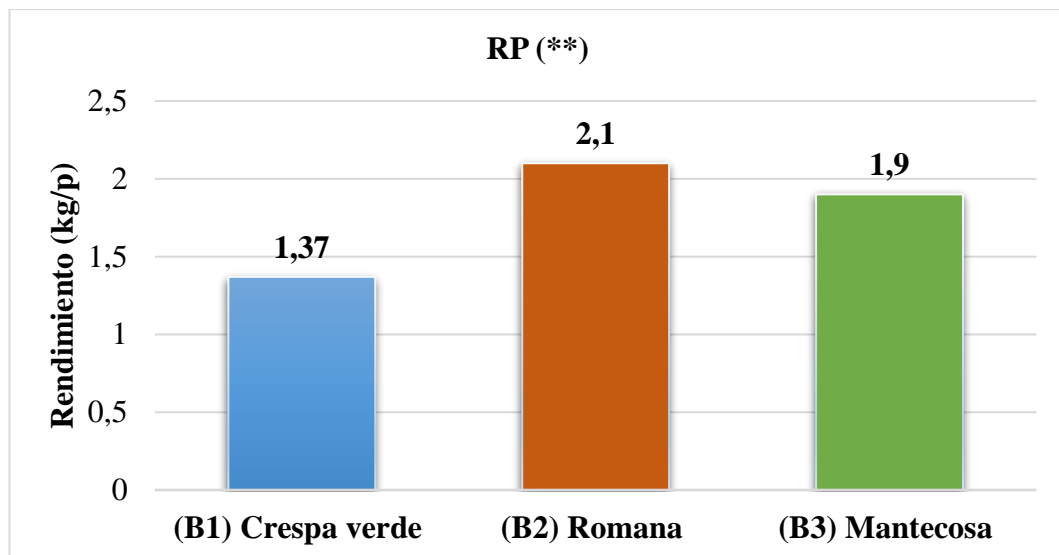
De acuerdo a los promedios de la variable peso de la planta (PP), en relación con el factor B (Variedades de lechuga), la variedad romana (B2), registró el mayor peso por planta con 187,8 g, seguido de la variedad mantecosa (B3), con 177.1 g, y por último con el menor peso registrado con 109.5 g, valor que corresponde a la variedad crespa verde (B1), con una media general de 158.18 g y un coeficiente de variación de 1.49 %. Existiendo diferencia estadística altamente significativa (**).

Valores menores en comparación, a lo dicho por (Cabezas, 2017), donde el peso comercial adecuado de las variedades de lechuga de hoja está entre los 500 a 1000 g; para alcanzar dicho peso se debe realizar un buen manejo hidropónico y

tecnológico, además, tener en cuenta la aclimatación de cada una de las variedades, a las condiciones ambientales de la zona, como al sistema hidropónico (NFT). Por ende, en la presente investigación los tres cultivares alcanzaron pesos menores a los mencionados; pudiendo identificar como principales factores para esta respuesta, a la aparición acelerada de enfermedades de infecciones foliares y radicales, como también, a la falta de experiencia en el manejo tecnológico de este tipo de sistema propuesto.

Figura 19

Promedios del rendimiento por parcela (RP), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).

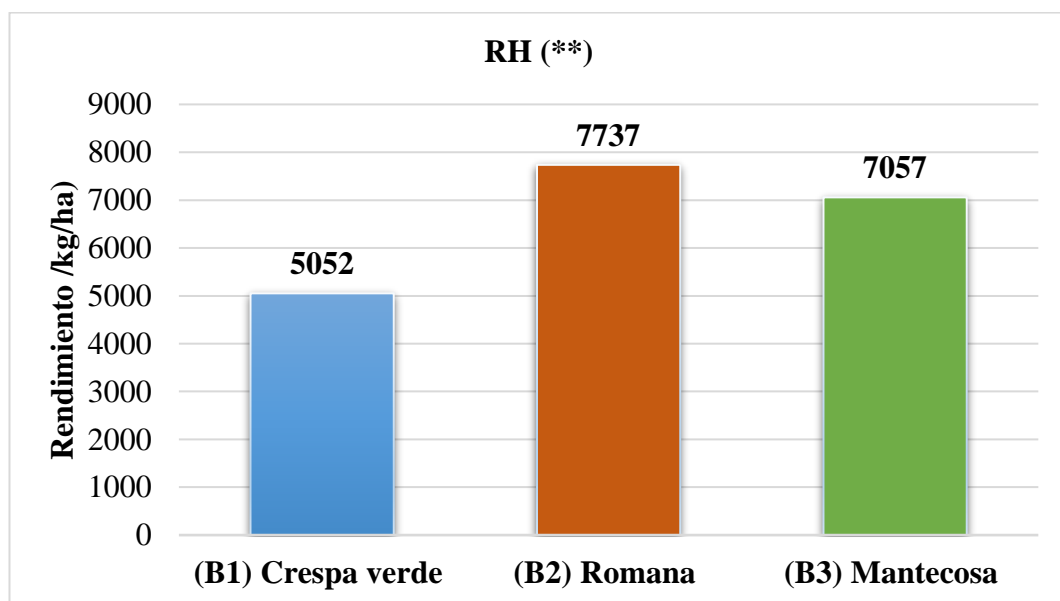


Según los resultados registrados de la variable rendimiento por parcela (RP), en relación con el factor B (Variedades de lechuga), en el cual la variable con mayor rendimiento fue la variedad romana (B2), con 2.1 kg/p, seguido de la variedad mantecosa (B3), con un rendimiento en promedio de 1.9 kg/p, y por último la variedad crespa verde (B1), con el menor rendimiento por parcela con 1,37 kg/p. Presentando una media general de 1.79 kg/p y coeficiente de variación de 2.33 %. Existiendo así diferencia estadística altamente significativa (**).

El rendimiento en general puede ser dependiente de los factores como: la temperatura, humedad, cantidad de luz, periodo fotosintético, sanidad fitosanitaria y nutrición de las plantas. (Gutiérrez, 2019). Factores que no fueron los adecuados en esta zona de investigación, además, existió una alta dependencia y presión en relación a la presencia de enfermedades foliares y de la raíz; sumado a la falta de cumplimiento de ciertos parámetros técnicos como: aireación, velocidad y caudal del agua por el interior de los canales de cultivo, así como también la ventilación dentro del micro-invernadero; ocasionaron una importante reducción en los niveles de rendimiento de los cultivares.

Figura 20

Promedios del rendimiento por hectárea (RH), en relación con el factor B (Variedades de lechuga).



Conforme a los promedios de la variable rendimiento por hectárea (RH), del factor B (Variedades de lechuga), el mayor rendimiento lo registró la variedad romana (B2), con un promedio de 7737 kg/ha, seguido muy de cerca por la variedad mantecosa (B3), con un rendimiento de 7057 kg/ha, y la variedad crespa verde (B1), obtuvo el menor rendimiento con 5052 kg/ha, con una media general de 6615 kg/ha

y un coeficiente de variación de 2.33 %. Existiendo diferencia estadística altamente significativa (**).

La diferencia en este componente se lo puede atribuir a las condiciones ambientales de los sistemas de cultivo: temperatura y humedad, así como al manejo hidropónico como: la fertilización foliar y radicular, además, del control fitosanitario, a los que estuvieron expuestos cada uno de estos cultivares; observando en general que sus rendimientos están por debajo de los promedios establecidos en sus fichas técnicas, por las razones ya mencionadas en la variable rendimiento por parcela.

4.1.3. Variables agronómicas y productivas en relación con el factor C (Bio-estimulantes)

Tabla 3

Resultados estadísticos del factor C (Bio-estimulantes), en las variables: Porcentaje de prendimiento (%P), Altura de planta (AP), Longitud de la hoja (LH), Longitud radicular (LR), Incidencia de enfermedades (IE), Días a la cosecha (DC), Número de hojas (NH), Peso de la planta (PP), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento por hectáreas (RH).

Variables	Extracto de ortiga		Biol		MG	CV (%)
	C ₁	Rango	C ₂	Rango		
%P (NS)	86.77	A	84.92	A	85.85%	3.4
AP (**)	14.56	A	14.14	B	14.35 cm	2.67
LH (NS)	10.57	A	10.41	B	10.46 cm	4.03
LR (**)	5.2	A	4.84	B	5.02 cm	3.31
IE 35 (NS)	87.85	A	90	A	88.93%	5.4
IE 43 (NS)	72.96	A	74.07	A	73.52%	5.39
IE 51 (NS)	45.31	A	47.41	A	46.35%	8.69
DC (NS)	61	A	61	A	61 días	0.94
NH (*)	9	A	9	A	9 hojas	6.61
PP (NS)	158.72	A	157.63	A	158.18 g	1.49
RP (NS)	1.79	A	1.77	A	1.79 kg/p	2.33
RH (NS)	6665	A	6565	A	6615 kg/ha	2.33

Nota: (**) = Altamente significativo, (*) = Significativo, (NS) = No significativo, (MG) = Media general, (CV) = Coeficiente de variación. Letras iguales indican que no existió diferencia estadística, es decir que los bio-estimulantes tuvieron efectos similares en los tratamientos.

- **Factor C (Bio-estimulantes)**

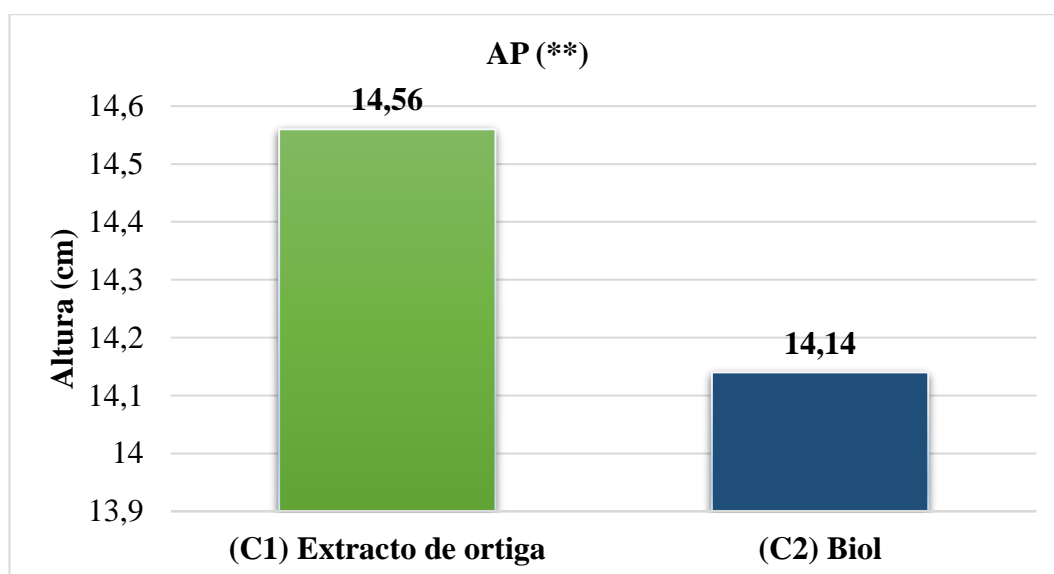
Según los resultados recolectados en campo de las variables de estudio en relación con el factor C, y el análisis de varianza se plantea la existencia de diferencias estadísticas altamente significativas (**), para las variables: AP, LR, mientras que

la variable: NH fue estadísticamente significativa (*), y las variables: %P, LH, IE 35 días, IE 43 días, IE 51 días, DC, PP, RP y RH resultaron ser semejantes (NS).

Los dos bio-estimulantes se comportaron de manera similar en la mayoría de las variables de respuesta tanto agronómicas como productivas, debido a que su contenido, formulación y dosificación nutricional, produjeron efectos semejantes en los tratamientos respectivos a los cuales se les fueron aplicados de forma foliar.

Figura 21

Promedios de la altura de planta (AP), en relación con el factor C (Bio-estimulantes).



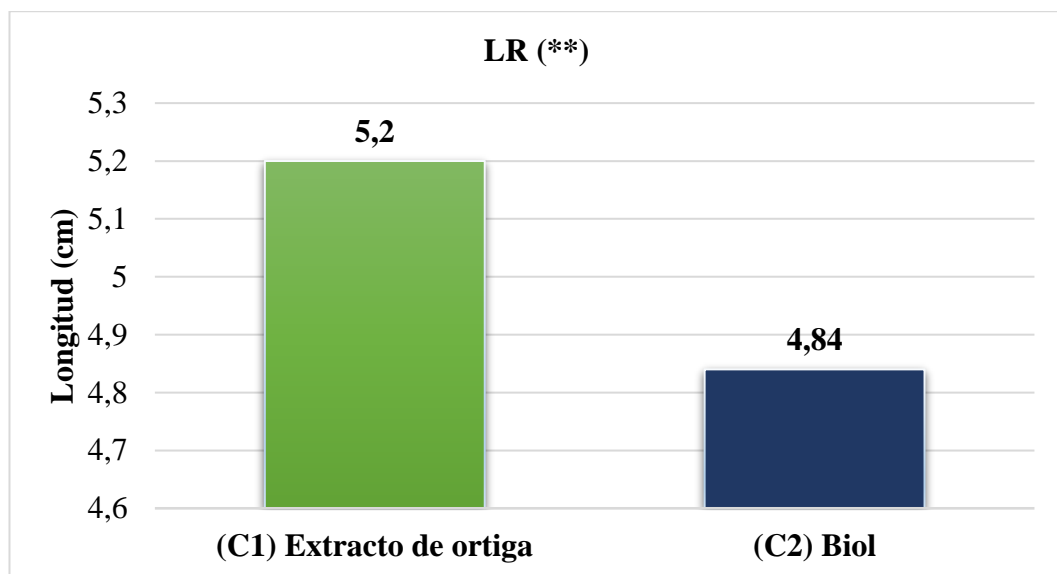
Se estableció según los promedios de la variable altura de planta (AP), en relación con el factor C (bio-estimulantes), que la mayor altura lo registraron los cultivos que se aplicaron el extracto de ortiga (C1), como bio-estimulante, con un promedio de 14.56 cm, seguido de los cultivos que se le aplicaron biol (C2), con un promedio de 14.14 cm de alto, registrando una media general de 14.35 cm, y un coeficiente de variación de 2.67 %. Comportándose de manera muy diferente (**).

El extracto de ortiga produjo una mayor estimulación en el desarrollo y crecimiento vertical de las plantas de lechuga, gracias a su alto contenido de nitrógeno (N), 300

mg/l. (Caviglioli & Oliver, 2018), además, este bio-estimulante acelera los procesos de lignificación y estimula la formación de clorofila, logrando registrar una pequeña diferencia en la altura de planta en comparación con el biol.

Figura 22

Promedios de la longitud radicular (LR), en relación con el factor C (Bio-estimulantes).

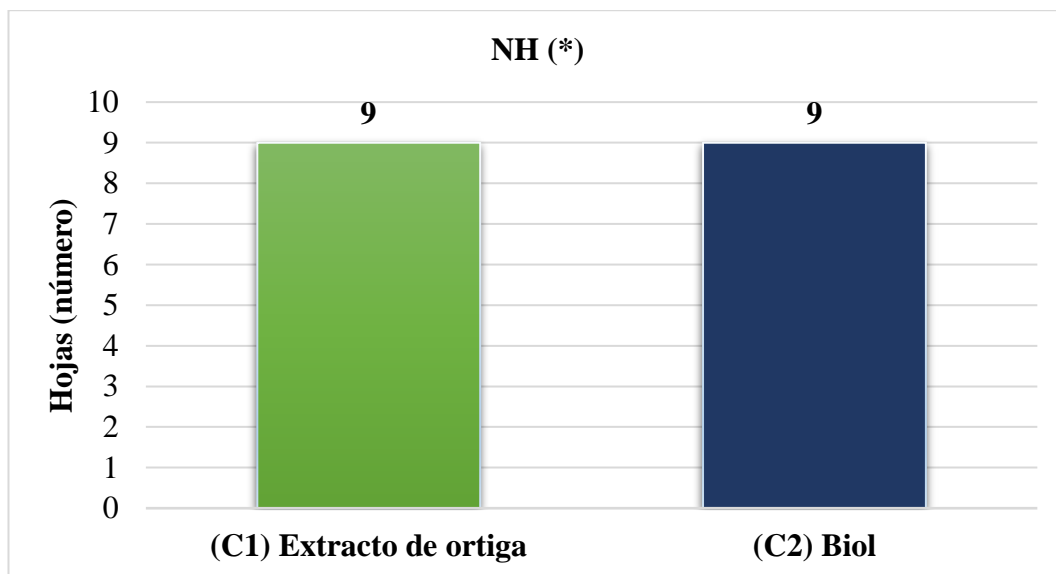


Se presentan los promedios alcanzados de la variable longitud radicular (LR), en relación con el factor C (bio-estimulantes), en el cual se describe que los cultivos que se les aplicaron extracto de ortiga (C1), alcanzaron la mayor longitud radicular con 5.2 cm, mientras que los cultivos que se les aplicaron biol (C2), registró promedio de 4.84 cm, de largo de las raíces, con una media general de 5.02 cm, y un coeficiente de variación de 3.31 %. Siendo estadísticamente altamente significativa (**).

El extracto de ortiga al parecer actúa favorablemente sobre el desarrollo de los tejidos meristemáticas primarios, generando una elongación más acentuada en comparación al biol; además, dentro del sistema, la circulación de nutrientes en el agua, puede generar una mejor y mayor disponibilidad de Microelementos para las plantas

Figura 23

Promedios del número de hojas (NH), en relación con el factor C (Bio-estimulantes).



Según los resultados obtenidos de la variable número de hojas (NH), en relación con el factor C (bio-estimulantes), se estableció que la aplicación de los dos bio-estimulantes produjeron efectos semejantes en el número de hojas con un promedio de 9 hojas, con un coeficiente de variación de 6.61 %. Siendo estadísticamente significativa (*).

Deduciendo que el bio-estimulante a base de extracto de ortiga fortalece las paredes celulares, incrementando la resistente al ataque de hongos y parásitos, a diferencia del biol, el cual debido a que su composición nutricional, deriva de la fermentación de desechos vegetales y animales, disponiendo con ello una fuente de alimentación para los microorganismos patógenos, además, al tratarse de un sistema que recircula la misma solución nutritiva por todo el sistema, las esporas de los hongos pudieron transportarse e infectar a los cultivos que se les aplicaron extracto de ortiga.

4.1.4. Variables agronómicas y productivas, en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga)

Tabla 4

Resultados estadísticos de la interacción entre factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga), en las variables: Porcentaje de prendimiento (%P), Altura de planta (AP), Longitud de la hoja (LH), Longitud radicular (LR), Incidencia de enfermedades (IE), Días a la cosecha (DC), Número de hojas (NH), Peso de la planta (PP), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento por hectáreas (RH).

Variables	Interacción A X B												MG	CV (%)
	A1B1	R	A1B2	R	A1B3	R	A2B1	R	A2B2	R	A2B3	R		
%P (**)	73.81	C	85.71	B	83.33	B	84.13	B	100	A	88.1	B	85.85%	3.4
AP (**)	10.39	E	13.94	D	15.56	C	10.86	E	18.64	A	16.69	B	14.35 cm	2.67
LH (NS)	4.64	E	12.57	B	9.96	C	7.17	D	15.25	A	13.17	B	10.46 cm	4.03
LR (**)	3.38	E	5.58	B	4.29	C	3.68	D	7.54	A	5.66	B	5.02 cm	3.31
IE 35 (NS)	97.78	A	86.67	B	85.56	B	100	A	81.34	B	82.22	B	88.93%	5.4
IE 43 (**)	86.67	A	67.78	B	73.33	B	73.33	B	70	B	70	B	73.52%	5.39
IE 51 (**)	77.78	A	53.33	B	45.56	C	55.56	B	12.6	E	33.33	D	46.35%	8.69
DC (**)	69	A	61	C	62	BC	63	B	57	D	58	D	61 días	0.94
NHP (**)	5	D	8	C	10	B	6	D	14	A	11	B	9 hojas	6.61
PP (**)	95.68	E	172.16	C	171.72	C	123.29	D	203.5	A	182.51	B	158.18 g	1.49
RP (*)	1.19	F	1.87	C	1.69	D	1.53	E	2.3	A	2.11	B	1.79 kg/p	2.33
RH (*)	4437	F	6955	C	6285	D	5666	E	8518	A	7829	B	6615 kg/ha	2.33

Nota: (**) = Altamente significativo, (*) = Significativo, (NS) = No significativo, (MG) = Media general, (CV) = Coeficiente de variación. Letras distintas señalan que la diferencia estadística es altamente significativa.

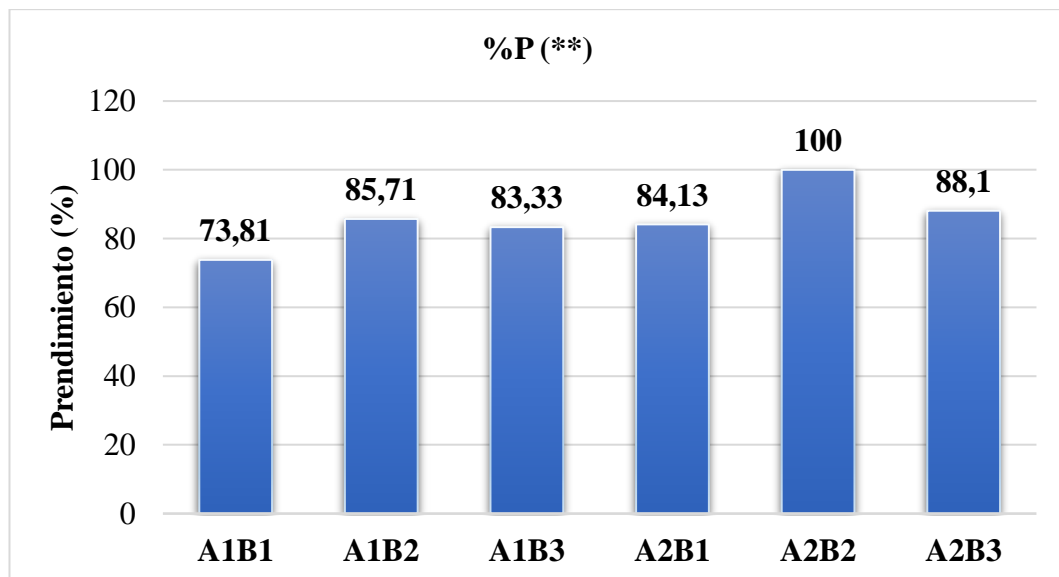
- **Interacción entre factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga)**

Según los resultados registrados en campo de las variables de estudio en relación con la interacción de factores B x C (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga), y los resultados de los análisis de varianza, determinamos la existencia de diferencias altamente significativas (**), para las variables: %P, AP, LR, IE 43 días, IE 51 días, DC, NH, PP, a diferencia de las variables: RP y RH, los cuales presentar diferencia estadística significativa (*), a parte las variables LH, IE 35 días, presentaron ser estadísticamente no significativos (NS).

Los resultados obtenidos se debieron las reacciones genotípicas de cada cultivar, frente a las condiciones ambientales, que se registró durante el proceso de investigación.

Figura 24

Promedios del porcentaje de prendimiento (%P), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga).



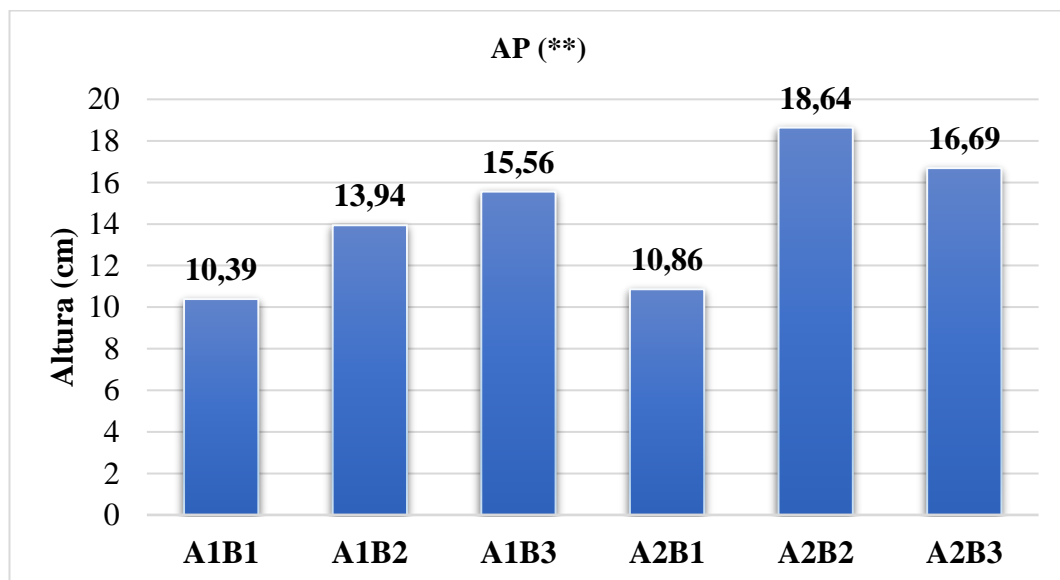
En concordancia a los promedios obtenidos de la variable porcentaje de prendimiento (%P), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de

cultivo x Variedades de lechuga), el mayor promedio con 100% de prendimiento lo registró el A2B2 correspondiente a la interacción: (Micro-invernadero - Variedad romana), a diferencia del A1B1 correspondiente a la interacción: (Campo abierto - Variedad cresa verde), el cual presento el menor promedio de prendimiento con 73.81%, con una media general de 85.85% y un coeficiente de variación de 3.4 %. Existiendo diferencia estadística altamente significativa (**)

La diferencia en este componente agronómico se lo puede atribuir a las características genéticas del cada cultivar (Vigor y resistencia), frente a las condiciones nutricionales (Calidad y disponibilidad de fertilizantes), así como a las condiciones ambientales de la zona, registrados días posteriores al trasplante; pudiendo obtener por ello valores mayores al 70% de prendimiento en cada uno de las interacciones.

Figura 25

Promedios de la altura de planta (AP), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga).



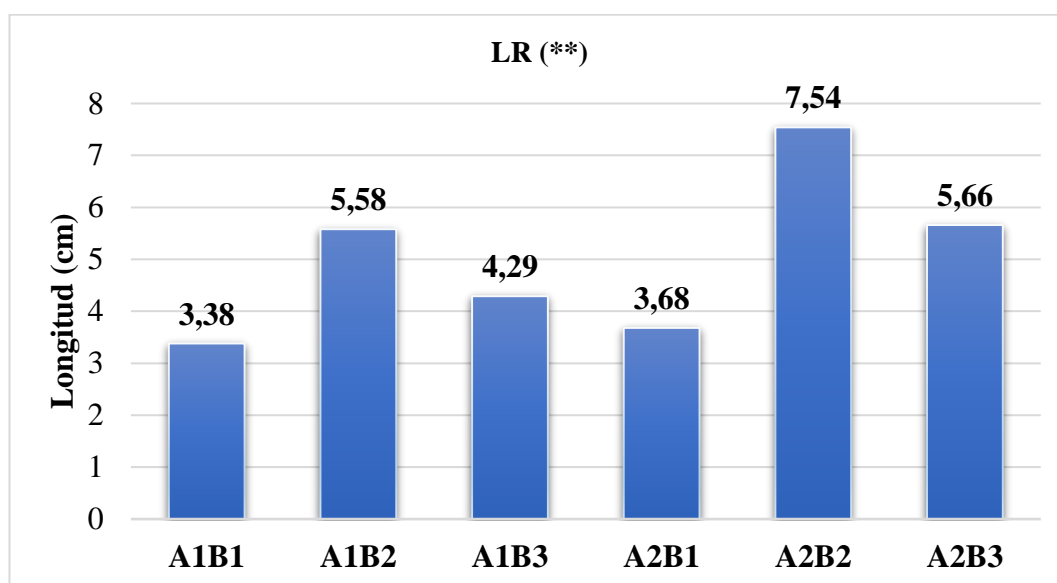
De acuerdo a los promedios obtenidos de la variable altura de planta (AP), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga), el mayor promedio lo registró la interacción A2B2 correspondiente a:

(Micro-invernadero - variedad romana) con 18.64 cm de altura, y el menor promedio lo registró la interacción A1B1 correspondiente a: (Campo abierto - Variedad crespa verde), con 10.39 cm de altura, con una media general de 14.35 cm y un coeficiente de variación de 2.67 %. Existiendo diferencia estadística altamente significativa (**).

Los rasgos fenotípicos de cada cultivar suma a las altas temperaturas y humedad relativa registrados en la zona de investigación, incidieron en el desarrollo de cada una de las variedades cultivadas en este nuevo sistema de cultivo propuesto.

Figura 26

Promedios de la longitud radicular (LR), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga).

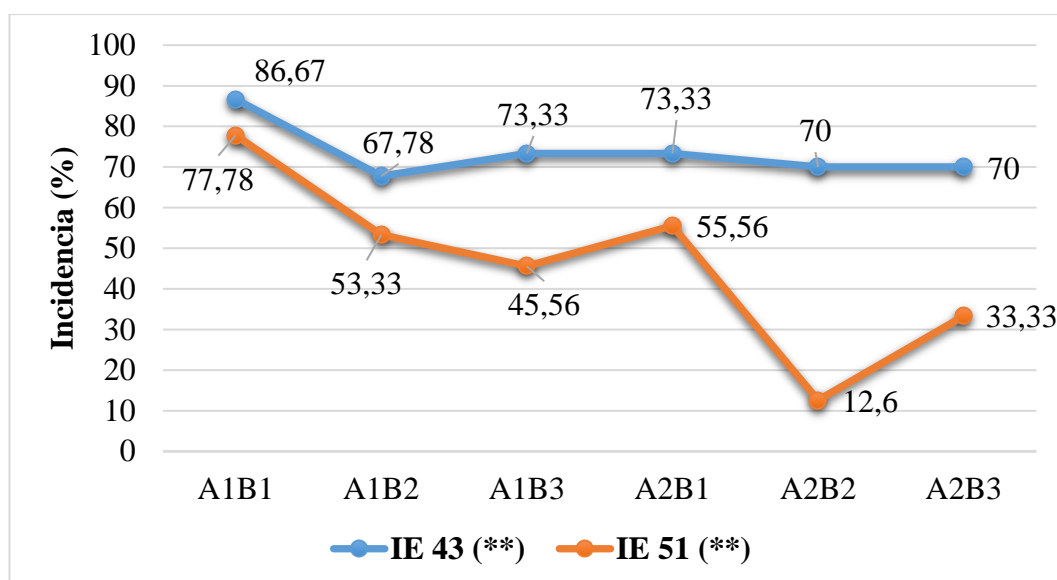


Se expresan los promedios obtenidos de la variable longitud radicular (LR), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga), donde la interacción A2B2 correspondiente a: (Micro-invernadero - variedad romana), registró la mayor longitud de radicular 7.54 cm, y la menor longitud radicular lo presento el A1B1 correspondiente a: (Campo abierto - Variedad crespa verde), con 3.38 cm, con una media general de 5.02 cm y un coeficiente de variación de 3.31 %. Siendo altamente significativa (**).

La fertilización es un parámetro primordial para el desarrollo radicular, ya que las raíces de los cultivos establecidos sobre sustratos sólidos, dependen de la disponibilidad de nutrientes que se le otorgue a la planta y de la asimilación por parte de la planta, a más de la textura y el grado de compactación del sustrato; a diferencia de las plantas establecidas en estos medios de cultivo donde las raíces se encuentra al descubierto y se les dispone en todo momento de nutrientes de fácil asimilación.

Figura 27

Promedios de la incidencia de enfermedades (IE), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga).



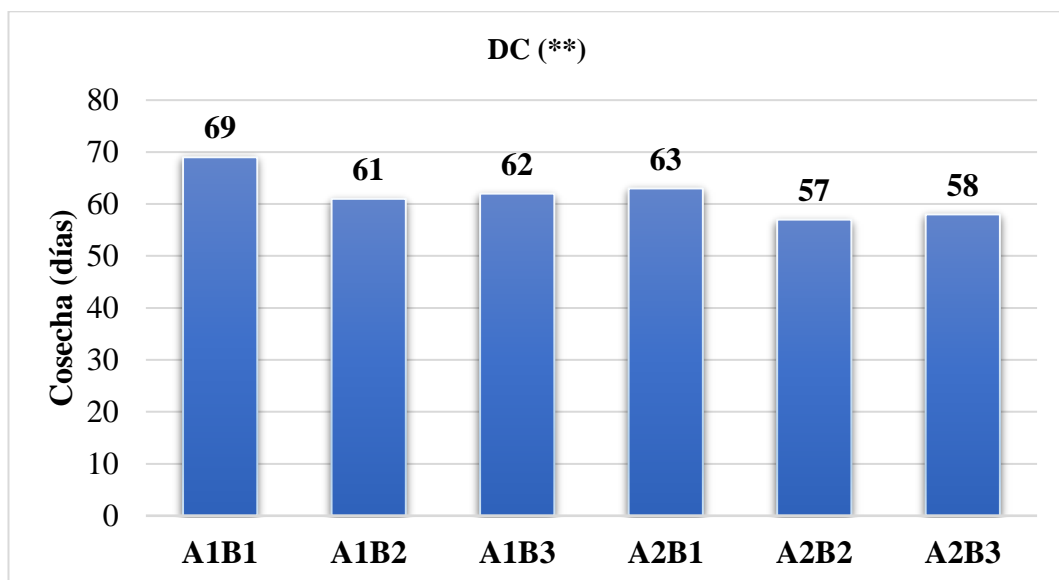
Acorde a los promedios de la variable Incidencia de enfermedades (IE), de la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga), el mayor porcentaje de incidencia de enfermedades lo registraron la interacción A1B1 correspondiente a: (Campo abierto – Variedad cresa verde), con un 86.67 % y un 77.78 % de incidencia de enfermedades, registrados a los 43 y 51 días sucesivamente, después de la aplicación del control químico.

Diferente, a la interacción A2B2 correspondiente a: (Micro-invernadero - Variedad romana), obtuvieron promedios de un 70 % y un 12.6 % de incidencia de enfermedades, registrados a los 43 y 51 días sucesivamente.

La incidencia y severidad de las enfermedades como: Botritis, pudrición del cuello y antracnosis, se debió a las condiciones favorables que se crearon por las abundantes precipitaciones y altas temperaturas registrados en el sector, a los 22 días después del trasplante, afectando por ello a todo a todos los tratamientos; Además, se logró controlar dichas enfermedades, gracias a la eficiencia de los fungicidas químicos aplicados de forma foliar, las cuales redujeron en un 70%, la incidencia y severidad de las enfermedades mencionadas, logrando recuperarse la mayoría de las plantas del estrés ocasionado por las mismas.

Figura 28

Promedios de días a la cosecha (DC), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga).



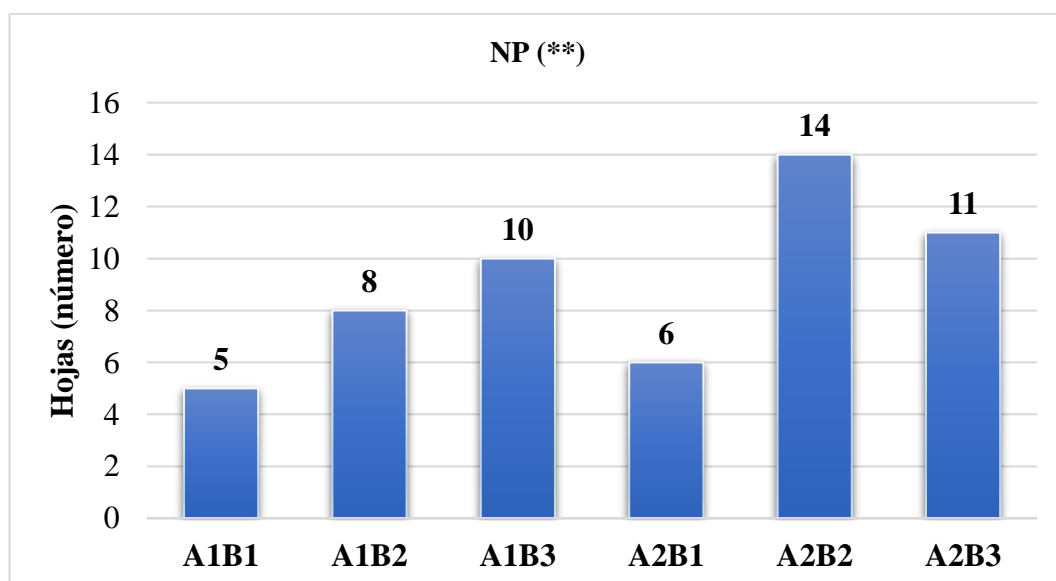
Se exponen los promedios arrojados de la variable días a la cosecha (DC) en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga), donde la interacción A2B2 correspondiente a: (Micro-invernadero - Variedad romana), requirió 57 días para alcanzar la madures comercial, a diferencia

de la interacción A1B1 (Campo abierto - Variedad crespa verde), el cual necesito 69 días para realizar la cosecha, con una media general de 61 días y un coeficiente de variación de 0.94 %. Siendo altamente significativa (**).

Los cultivares se desarrollaron prematuramente, esto debido a que los parámetros como: temperatura y humedad relativa, registrados al interior como al exterior del micro-invernadero fueron relativamente superiores a los requeridos por el cultivo; lo que incidió posiblemente a las variables productivas. Ya que, en las fichas técnicas de cada una, se mencionan ciclos de vida mayores a los 80 días para alcanzar un óptimo desarrollo.

Figura 29

Promedios del número de hojas (NH), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga).



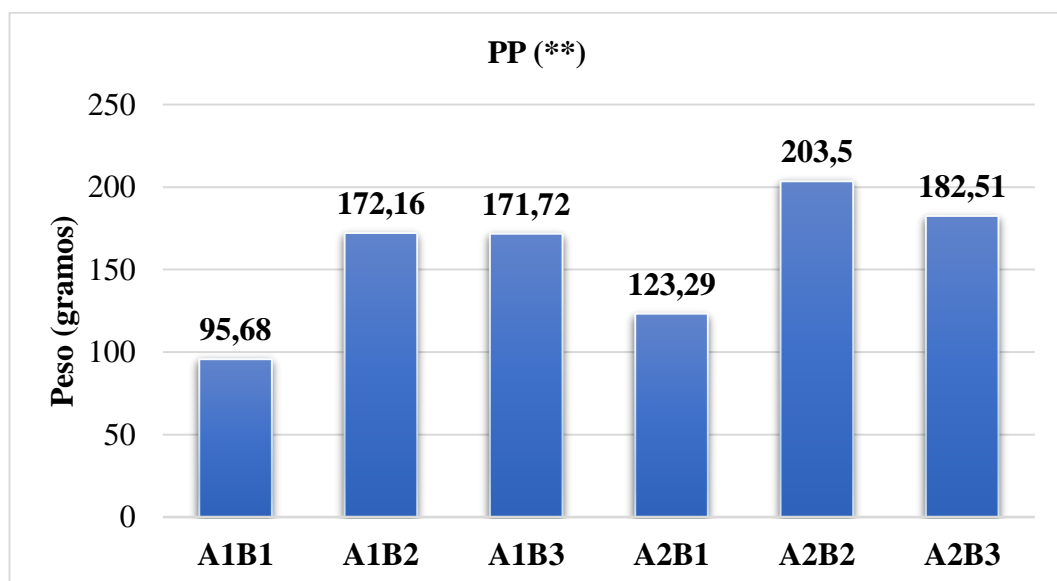
Según los resultados obtenidos de la variable número de hojas (NH), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga), el mayor promedio de número de hojas lo registró la interacción A2B2 correspondiente a: (Micro-invernadero - Variedad romana), con 14 hojas, a diferencia de la interacción A1B1 correspondiente a: (Campo abierto - Variedad crespa verde), el cual registró el promedio menor en esta variable con 5 hojas, con

una media general de 9 hojas por planta y un coeficiente de variación de 6.61 %. Siendo estadísticamente altamente significativo (**).

Los parámetros ambientales dentro del micro-invernadero, pudieron ser las requeridas para obtener un correcto desarrollo vegetativo de las hojas; en referencia a la cantidad, contrario a las variedades establecidas a campo abierto, los cuales no desarrollaron adecuadamente, presentando necrosis en los ápices de sus hojas jóvenes y viejas, a causa de los factores climáticos inhóspitos, que se presentaron durante el desarrollo de la investigación.

Figura 30

Promedios del peso de la planta (PP), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga).

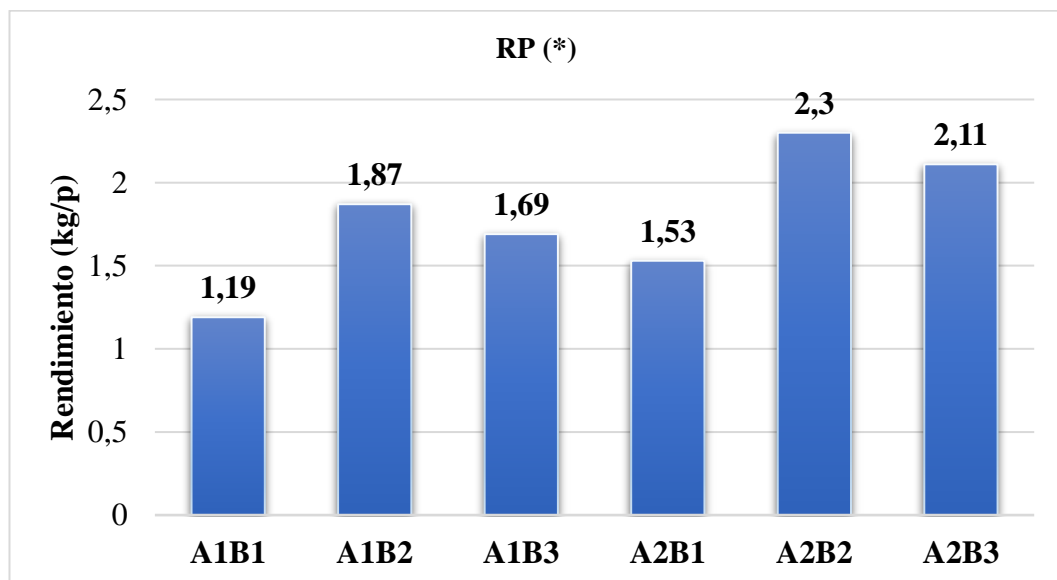


Se presentan los promedios de la variable peso de la planta (PP), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga), donde la interacción: A2B2 correspondiente: (Micro-invernadero - Variedad romana), registró el mayor peso de la planta con 203.5 g, diferente a la interacción: A1B1 correspondiente: (Campo abierto - Crespa verde), el cual registró el menor promedio de peso de la planta con 95.68 g, con una media general de 158.18 g y un coeficiente de variación de 1.49 %. Siendo altamente significativa (**).

La temperatura, es el aspecto principal por el cual las plantas de lechuga no puedan alcanzar peso comercial óptimo; esto debido a la deshidratación y transpiración de las plantas ocasionadas, por las altas temperaturas durante y post cosecha, provocando un acelerado desarrollo vegetativo e induciendo la prematura formación del escape floral.

Figura 31

Promedios del rendimiento por parcela (RP), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga).



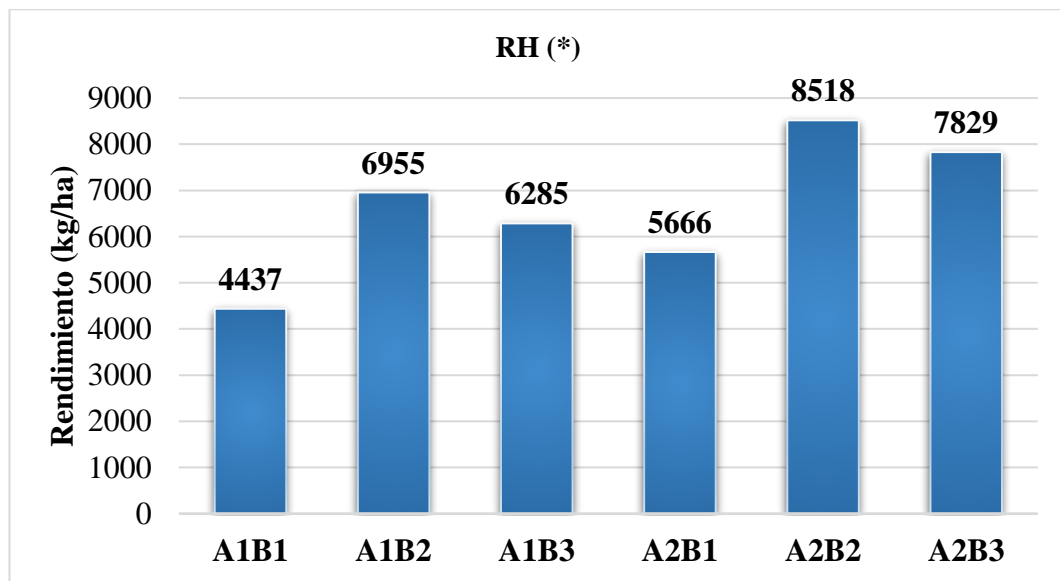
Se disponen los promedios de la variable rendimiento por parcela (RP), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga), donde el A2B2 correspondiente a la interacción: (Micro-invernadero - Variedad romana), registró el mayor promedio rendimiento con 2.3 kg/p, a diferencia del A1B1 correspondiente a la interacción: (Campo abierto - Crespa verde), registró el menor promedio de rendimiento con 1.19 kg/p, con una media general de 1.79 kg/p y un coeficiente de variación de 2.33 %. Existió diferencia estadística significativa (*).

Los efectos de temperatura y humedad, derivados de la cantidad de precipitación y radiación solar, registrados en la zona de investigación, ocasionaron una

disminución en el rendimiento de los cultivares; pero la variedad romana se adaptó mejor a los efectos de estos factores, debido al vigor y resistencia de la misma; registrando el mayor rendimiento en comparación con las demás variedades.

Figura 32

Promedios del rendimiento por hectárea (RH), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga).



Se señalan los promedios de la variable rendimiento por hectárea (RH), en relación con la interacción de factores A x B (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga), el mayor promedio lo obtuvo la interacción A2B2 correspondiente a: (Micro-invernadero - Variedad romana), con 8518 kg/ha, diferente a la interacción A1B1 correspondiente a (Campo abierto - Crespa verde) el cual registró el menor rendimiento con 4437 kg/ha, con una media general de 6615 kg/ha por planta y un coeficiente de variación de 2.33 %. Existió diferencia estadística significativa (*).

En referencia a la variable anterior rendimiento por parcela, se atribuye que los aspectos como la: temperatura y humedad relativa, incidieron en el rendimiento de los cultivares; además, del control de los parámetros del sistema hidropónico y controles fitosanitarios, que se le realizó durante desarrollo de la investigación.

4.4.5. Variables agronómicas y productivas, en relación con la interacción de factores A x C (Ambientes de cultivo x Bio-estimulantes)

Tabla 5

Resultados estadísticos de la interacción entre factores A x C (Ambientes de cultivo x Bio-estimulantes), en las variables: Porcentaje de prendimiento (%P), Altura de planta (AP), Longitud de la hoja (LH), Longitud radicular (LR), Incidencia de enfermedades (IE), Días a la cosecha (DC), Número de hojas (NH), Peso de la planta (PP), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento por hectáreas (RH).

Variables	Interacción A x C								MG	CV (%)
	A1C1	R	A1C2	R	A2C1	R	A2C2	R		
%P (NS)	82.01	B	79.89	B	91.53	A	89.95	A	85.85%	3.4
AP (NS)	13.46	C	13.13	C	15.66	A	15.14	B	14.35 cm	2.67
LH (NS)	8.96	B	9.14	B	12.04	A	11.68	A	10.46 cm	4.03
LR (**)	4.5	C	4.33	C	5.91	A	5.35	B	5.02 cm	3.31
IE 35 (NS)	91.11	A	88.88	A	88.88	A	86.81	A	88.93%	5.4
IE 43 (NS)	74.81	AB	77.04	A	71.11	B	71.11	B	73.52%	5.39
IE 51 (**)	55.56	B	62.22	A	35.06	C	32.59	C	46.35%	8.69
DC (NS)	63	A	64	A	59	B	59	B	61 días	0.94
NHP (NS)	8	B	8	B	10	A	10	A	9 hojas	6.61
PP (NS)	146.52	B	146.52	B	170.92	A	168.74	A	158.18 g	1.49
RP (NS)	1.6	B	1.58	B	1.99	A	1.96	A	1.79 kg/p	2.33
RH (NS)	5925	B	5859	B	7404	A	7271	A	6615 kg/ha	2.33

*Nota: (**)* = Altamente significativo, *(NS)* = No significativo, *(MG)* = Media general, *(CV)* = Coeficiente de variación. Letras iguales indican que no existió diferencia estadística.

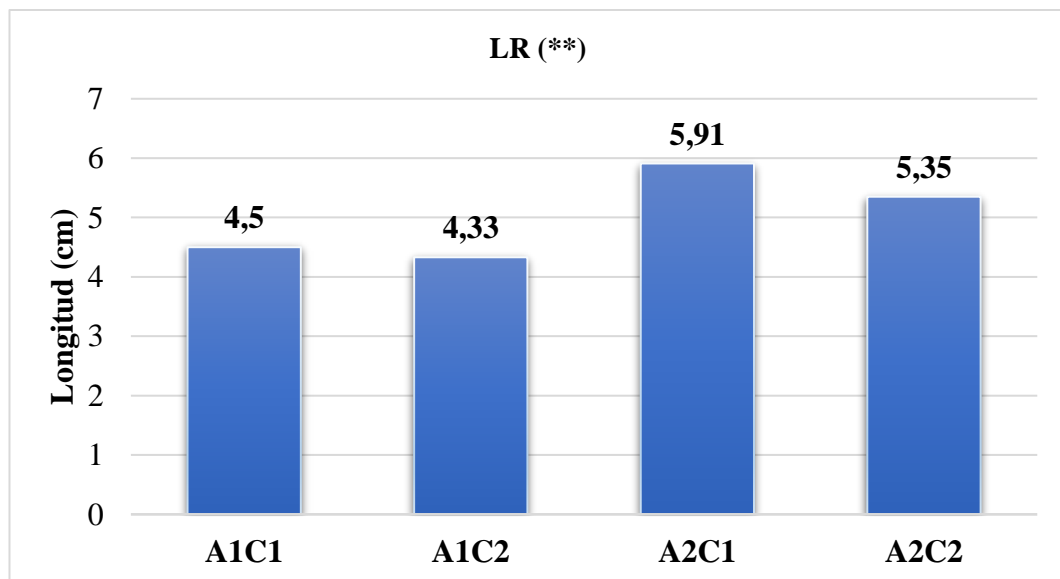
- **Interacción entre factores A x C (Ambientes de cultivo x Bio-estimulantes)**

Conforme a los resultados recolectados en campo de las variables de estudio en relación con la interacción de factores B x C (Ambientes de cultivo x Bio-estimulantes), y los resultados de los análisis de varianza, determinamos la existencia de diferencias altamente significativas (**), para las variables: LR, IE 51 días, a diferencia de las variables: %P, AP, LH, IE 35 días, IE 43 días, DC, NH, PP, RP y el RH, que arrojaron ser estadísticamente no significativos (NS).

Los parámetros climáticos como temperatura, humedad relativa, radiación solar y precipitaciones, registrados en el sector, infirieron en la eficiencia químicos y nutricionales de los bio-estimulantes aplicados de forma foliar.

Figura 33

Promedios de la longitud radicular (LR), en relación con la interacción de factores A x C (Ambientes de cultivo x Bio-estimulantes).



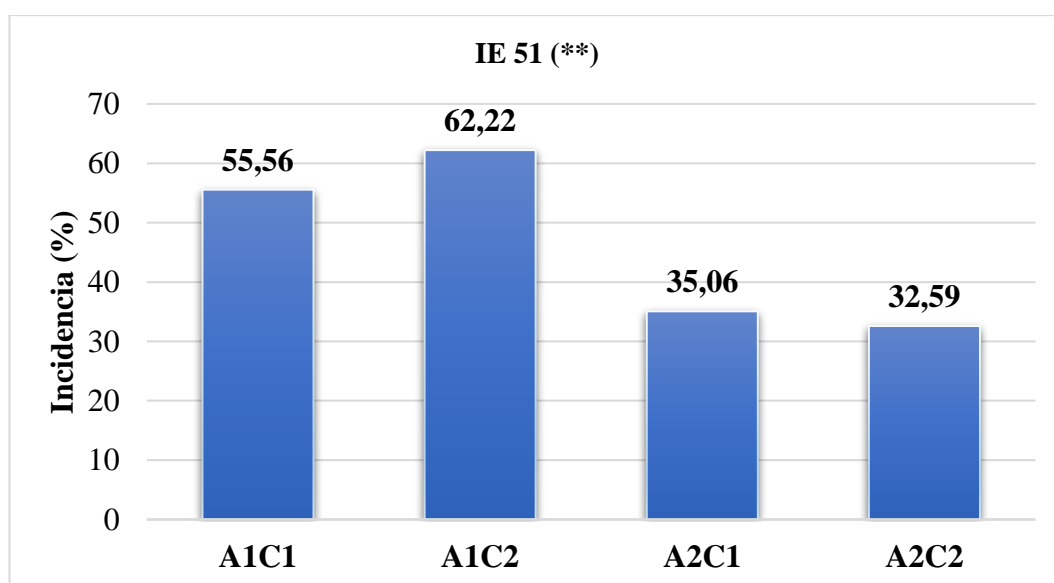
Exponen los promedios registrados de la variable longitud radicular (LR), en relación con la interacción de factores A x C (Ambientes de cultivo x Bio-estimulantes), donde el A2C1 correspondiente a la interacción: (Micro-invernadero

- Extracto de ortiga), registró la mayor longitud de radicular con 5.91 cm, a diferencia del A1C2 correspondiente a la interacción: (Campo abierto - Biol), con 4.33 cm, con una media general de 5.02 cm y un coeficiente de variación de 3.31 %. Presentando diferencia estadística altamente significativa (**).

El extracto de ortiga tubo mejores efectos sobre crecimiento radicular, ya que este bio-estimulante contiene un alto contenido de nitrógeno (N: 300mg/l), nutriente primordial que estimula el desarrollo foliar y radicular, en comparación con el biol, además, las plantas en estos medios de cultivo no compiten por nutrientes, debido a que la misma solución nutritiva recircula por todo el sistema durante periodos prolongados, a más de poder controlar la dosificación de fertilizantes.

Figura 34

Promedios de la incidencia de enfermedades (IE), en relación con la interacción de factores A x C (Ambientes de cultivo x Bio-estimulantes)



Acorde a los resultados obtenidos de la variable Incidencia de enfermedades (IE), en relación con la interacción de factores A x C (Ambientes de cultivo x Bio-estimulantes), donde el A1C2 correspondiente a la interacción: (Campo abierto - Biol), registró el mayor porcentaje de incidencia de enfermedades, con el 62.22 %, a diferencia de A2C2 correspondiente a la interacción: (Micro-invernadero –

Extracto de ortiga), con el 32.59 %, con una media general de 46.35% y un coeficiente de determinación de 8.69%. Existiendo diferencia estadística altamente significativa (**).

Las desfavorables condiciones climáticas registradas en la zona de investigación, sumado a los efectos de los bio-estimulantes aplicados de forma foliar, favorecieron el desarrollo y multiplicación de enfermedades como: Botritis, moho gris, pudrición del cuello y Antracnosis, los cuales afectaron de gran manera a los cultivares, además, se evidencio la eficiencia de los fungicidas químico aplicados de forma foliar frente a la incidencia y severidad de las enfermedades ya mencionadas, reduciendo su porcentaje luego de las dos aplicaciones.

4.1.6. Variables agronómicas y productivas, en relación con la interacción de factores B x C (Variedades de lechuga x Bio-estimulantes)

Tabla 6

Resultados estadísticos de la interacción entre factores B x C (Variedades de lechuga x Bio-estimulantes), en las variables: Porcentaje de prendimiento (%P), Altura de planta (AP), Longitud de la hoja (LH), Longitud radicular (LR), Incidencia de enfermedades (IE), Días a la cosecha (DC), Número de hojas (NH), Peso de la planta (PP), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento por hectáreas (RH).

Variables	Interacción B x C												MG	CV (%)
	B1C1	R	B1C2	R	B2C1	R	B2C2	R	B3C1	R	B3C2	R		
%P (NS)	80.15	CD	77.77	D	93.65	A	92.06	A	86.51	B	94.92	BC	85.85%	3.4
AP (NS)	1091	B	10.35	B	16.56	A	16.02	A	16.22	A	16.03	A	14.35 cm	2.67
LH (**)	5.95	D	5.85	D	14.3	A	13.52	B	11.26	C	11.86	C	10.46 cm	4.03
LR (**)	3.61	D	3.45	D	7.01	A	6.11	B	4.99	C	4.97	C	5.02 cm	3.31
IE 35 (NS)	97.78	A	100	A	85.56	B	82.45	B	86.67	B	81.11	B	88.93%	5.4
IE 43 (NS)	77.78	AB	82.22	A	68.89	C	68.89	C	72.22	BC	71.11	BC	73.52%	5.39
IE 51 (**)	60	B	73.33	A	32.6	D	33.33	D	43.33	C	35.56	D	46.35%	8.69
DC (NS)	66	A	65	A	59	B	59	B	60	B	60	B	61 días	0.94
NHP (NS)	6	C	5	C	12	A	11	AB	10	B	10	B	9 hojas	6.61
PP (NS)	110.83	C	108.35	C	187.97	A	187.68	A	177.37	B	176.87	B	158.18 g	1.49
RP (NS)	1.37	C	1.36	C	2.11	A	2.06	A	1.91	B	1.89	B	1.79 kg/p	2.33
RH (NS)	5070	C	5033	C	7822	A	7652	A	7104	B	7011	B	6615 kg/ha	2.33

*Nota: (**)* = Altamente significativo, *(NS)* = No significativo, *(MG)* = Media general, *(CV)* = Coeficiente de variación. Letras iguales indican que no existió diferencia estadística.

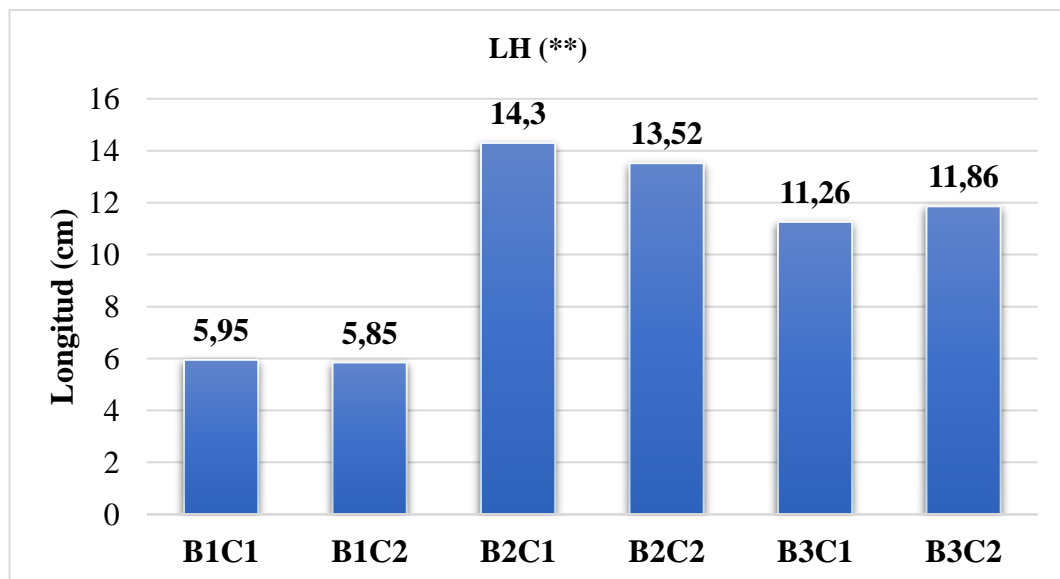
- **Interacción entre factores B x C (Variedades de lechuga x Bio-estimulantes)**

En referencia a los resultados recolectados en campo de las variables de estudio en relación con la interacción de factores B x C (Variedades de lechuga x Bio-estimulantes), y los resultados de los análisis de varianza, determinamos la existencia de diferencias altamente significativas (**), para las variables: LH, LR, IE 51 días, a diferencia de las variables: P%, AP, IE 35 días, IE 43 días, DC, NH, PP, RP y el RH, que arrojaron ser estadísticamente no significativos (NS).

Las variables agronómicas y productivas de los cultivares, dependieron de la eficiencia química y nutricional de cada uno de los bio-estimulantes, así como del manejo de los parámetros del sistema hidropónico que se le realice.

Figura 35

Promedios de la longitud de hoja (LH), en relación con la interacción de factores B x C (Variedades de lechuga x Bio-estimulantes).



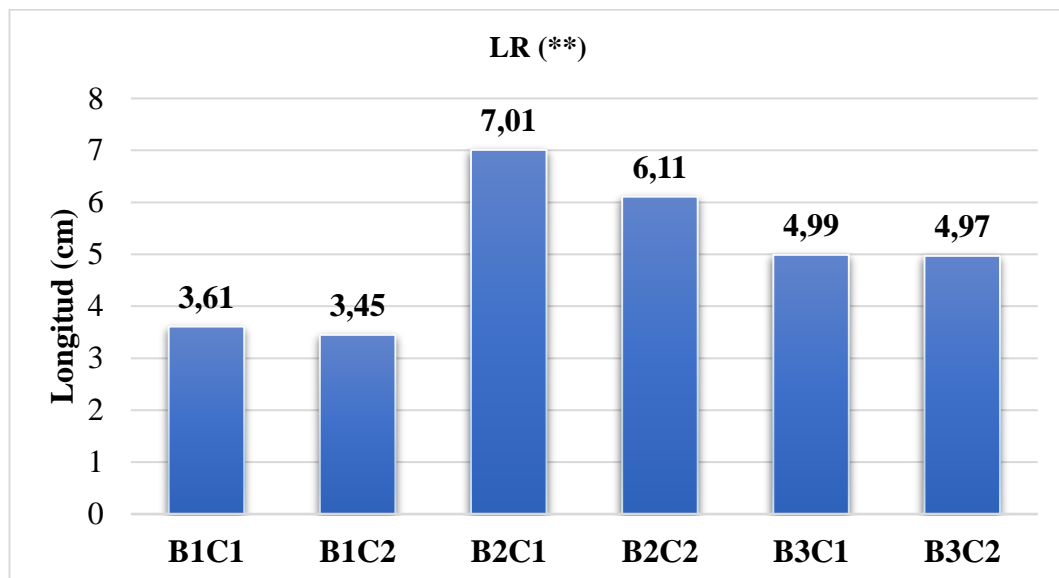
Se señalan los promedios de la variable longitud de hoja (LH), en relación con la interacción de factores B x C (Variedades de lechuga - Bio-estimulantes), en donde el mayor promedio lo obtuvo la interacción A2C1 correspondiente a: (Variedad

romana - Extracto de ortiga), con 14.3 cm, diferente a la interacción B1C2 correspondiente a la combinación: (Crespa verde - Biol), el cual registró el menor rendimiento con 5.85 cm, con una media general de 10.46 cm y un coeficiente de variación de 4.03 %. Existió diferencia estadística altamente significativa (**).

La variedad romana presentó una mayor elongación de sus hojas, esto debido a la eficiencia química del extracto de ortiga, por su alto contenido de nitrógeno (300mg/l), además, de las características genotípicas y fenotípicas del cultivar; aspectos que pudieron inferir en este componente agronómico.

Figura 36

Promedios de la longitud radicular (LR), en relación con la interacción de factores B x C (Variedades de lechuga x Bio-estimulantes).



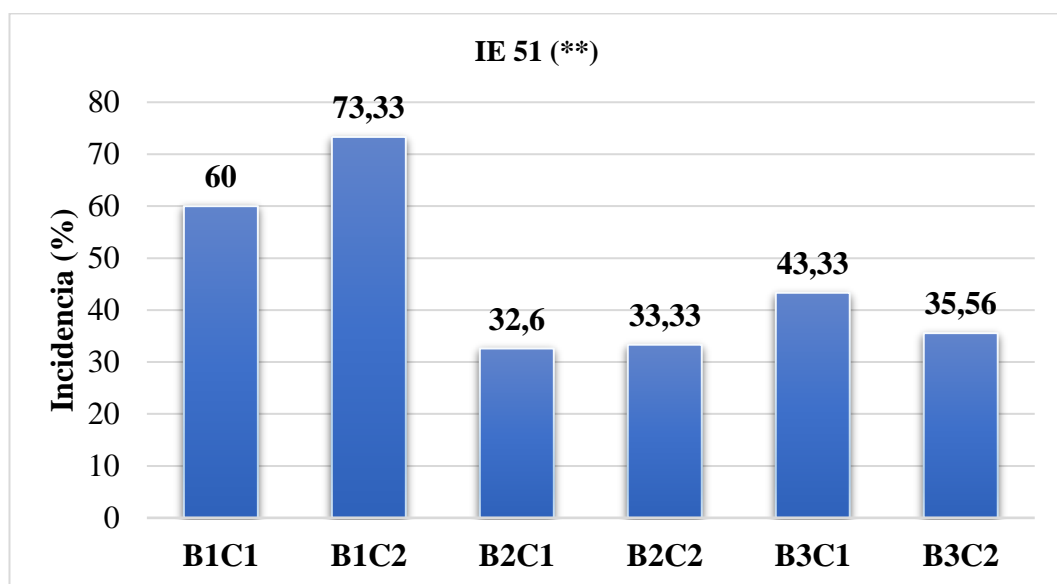
Según los resultados registrados de la variable longitud radicular (LR), en relación con la interacción de factores B x C (Variedades de lechuga x Bio-estimulantes), donde la interacción B2C1 correspondiente a: (Variedad romana - Extracto de ortiga) presentó el mayor promedio con 7.01 cm de longitud radicular, a diferencia de la interacción B1C2 correspondiente a: (Variedad crepa verde - Biol), el cual obtuvo el menor promedio con 3.45 cm de longitud, con una media general de 5.02

cm y un coeficiente de variación de 3.31 %. Existiendo diferencia estadística altamente significativa (**).

La variedad romana registró la mayor elongación radicular, debido a los mismos aspectos mencionados en la variable anterior longitud de hoja, sumado al efecto que produce la disponibilidad y el contacto directo de las raíces con los nutrientes, ventajas que ofrece el método de cultivo propuesto; estos aspectos pudieron inferir en el desarrollo radicular.

Figura 37

Promedios de la incidencia de enfermedades (IE), en relación con la interacción de factores B x C (Variedades de lechuga x Bio-estimulantes).



Conforme a los promedio obtenidos de la variable Incidencia de enfermedades (IE), en relación con la interacción de factores B x C (Variedades de lechuga x Bio-estimulantes), donde el B1C2 correspondiente a la interacción: (Variedad crespita verde - Biol), registró el mayor porcentaje de incidencia de enfermedades, con un 73.33 %, a diferencia de B2C1 correspondiente a la interacción: (Variedad romana - Extracto de ortiga), con el 32.6 %, con una media general de 46.35 % y un coeficiente de determinación de 8.69 %. Existiendo diferencia estadística altamente significativa (**).

Todos los cultivares registraron porcentajes mayores al 30 % de incidencia de enfermedades, siendo la más resistente la variedad romana, debido al vigor característico del cultivar, además, de la eficiencia química de los fungicidas utilizados para los controles fitosanitarios, realizados a los 43 y 51 días, después de haberlos ubicado en su lugar definitivo, en el sistema hidropónico; estos aspectos pudieron inferir en la disminución de los efectos negativos, ocasionados por las enfermedades que se presentaron durante el desarrollo de la investigación.

4.1.7. Variables agronómicas y productivas, en relación con la interacción de factores A x B x C (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga x Bio-estimulantes)

Tabla 7

Resultados estadísticos de la interacción entre factores A x B x C (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga x Bio-estimulantes), en las variables: Porcentaje de prendimiento (%P), Altura de planta (AP), Longitud de la hoja (LH), Longitud radicular (LR), Incidencia de enfermedades (IE), Días a la cosecha (DC), Número de hojas (NH), Peso de la planta (PP), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento por hectáreas (RH).

Variable	Tratamientos												MG	CV (%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12		
	<i>A₁B₁C₁</i>	<i>A₁B₁C₂</i>	<i>A₁B₂C₁</i>	<i>A₁B₂C₂</i>	<i>A₁B₃C₁</i>	<i>A₁B₃C₂</i>	<i>A₂B₁C₁</i>	<i>A₂B₁C₂</i>	<i>A₂B₂C₁</i>	<i>A₂B₂C₂</i>	<i>A₂B₃C₁</i>	<i>A₂B₃C₂</i>		
%P (NS)	74.6	73.02	87.30	84.12	84.12	82.54	85.71	82.54	100	100	88.89	87.30	85.85%	3.4
AP (**)	10.9	9.88	13.92	13.97	15.57	15.56	10.91	10.82	19.2	18.08	16.88	16.52	14.35 cm	2.67
LH (**)	4.8	4.47	12.5	12.64	9.59	10.33	7.11	7.24	16.1	14.41	12.93	13.4	10.46 cm	4.03
LR (**)	3.55	3.2	5.64	5.51	4.31	4.27	3.67	3.7	8.39	6.7	5.67	5.66	5.02 cm	3.31
IE 35 (NS)	95.55	100	88.89	84.44	88.89	82.22	100	100	82.22	80.45	84.44	80	88.93%	5.4
IE 43 (**)	80	93.33	68.89	66.67	75.55	71.11	75.55	71	71.11	68.89	68.89	71.11	73.52%	5.39
IE 51 (**)	62.22	93.33	55.55	51.11	48.89	42.22	57.78	53.33	9.64	15.55	37.78	28.89	46.35%	8.69
DC (NS)	69	69	60	61	61	62	63	62	57	57	58	57	61 días	0.94
NH (NS)	5	5	8	8	10	9	6	6	14	13	11	10	9 hojas	6.61
PP (NS)	96.35	95.02	171.75	172.57	171.46	171.98	125.3	121.68	204.2	202.8	183.27	181.75	158.18 g	1.49
RP (NS)	1.21	1.18	1.88	1.87	1.7	1.69	1.53	1.53	2.33	2.26	2.13	2.1	1.79 kg/p	2.33
RH (NS)	4474	4400	6985	6926	6319	6252	5667	5667	8659	8378	7889	7770	6615 kg/ha	2.33

Nota: (**)= Altamente significativo, (*)= Significativo, (NS)= No significativo, (MG)= Media general, (CV)= Coeficiente de variación. Letras iguales indican que no existió diferencia estadística.

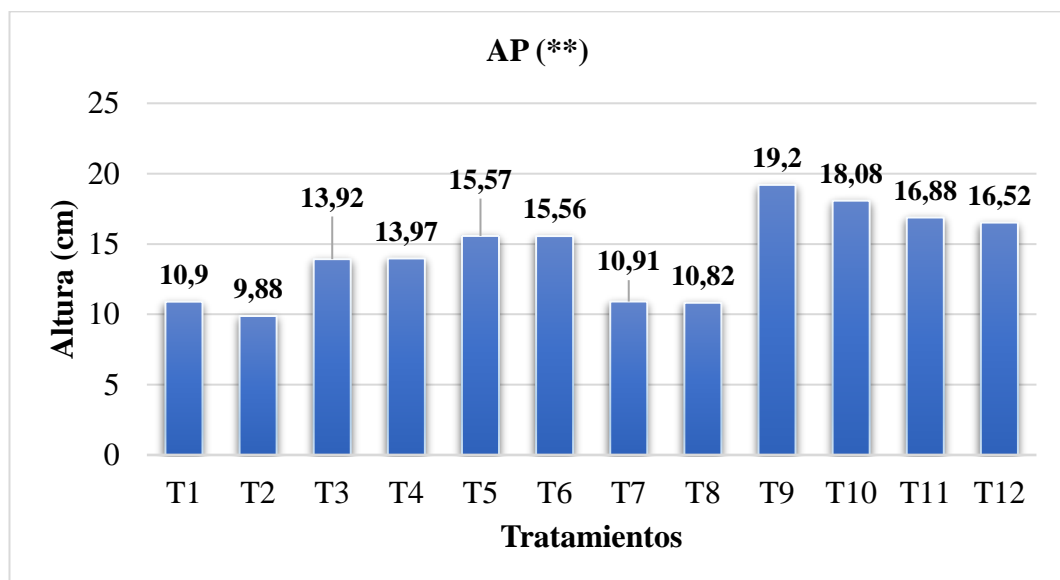
- **Interacción entre factores A x B x C (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga x Bio-estimulantes)**

Respecto a los resultados recolectados en campo de las variables de estudio en relación con la interacción de factores A x B x C (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga x Bio-estimulantes), y los resultados de los análisis de varianza, determinamos la existencia de diferencias altamente significativas (**), para las variables: AP, LH, LR, IE 43 días, IE 51 días, a diferencia de las variables: %P, IE 35 días, DC, NH, PP, RP y el RH, que arrojaron ser estadísticamente no significativos (NS).

Los resultados arrojados en estas variables se lo pueden imputar a las características genóticas de los tres cultivares, así como a las condiciones bioclimáticas registrados, al interior como fuera del micro-invernadero; además, de la eficiencia nutricional de los bio-estimulantes.

Figura 38

Promedios de la altura de planta (AP), en relación con la interacción de factores A x B x C (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga x Bio-estimulantes).

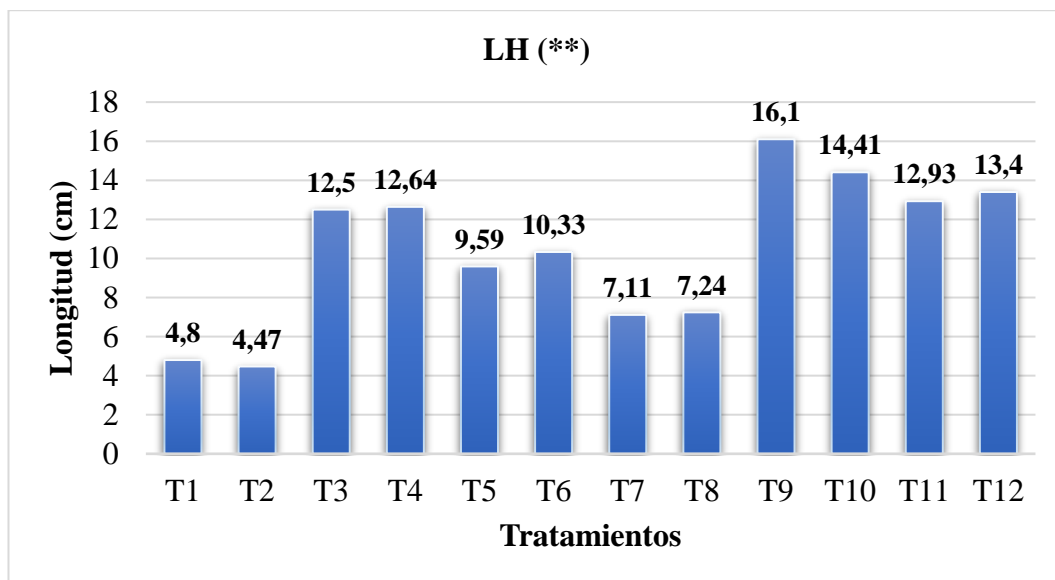


De acuerdo a los resultados obtenidos de la variable altura de planta (AP), en relación con la interacción de factores A x B x C (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga x Bio-estimulantes), donde el T9 ($A_2B_2C_1$), correspondiente a la variedad lechuga romana, a la misma que se le aplicó extracto de ortiga como bio-estimulante, dentro del micro-invernadero, reportó un promedio de 19.2 cm de alto, a diferencia del T2 ($A_1B_1C_2$), correspondiente a la variedad lechuga crespa verde, a la misma que se le aplicó biol como bio-estimulante, a campo abierto, la cual reportó el menor promedio con 9.88 cm de altura; Con una media general de 14.35 cm y un coeficiente de variación de 2.67 %. Existiendo diferencia estadística altamente significativa (**):

La altura depende de diversos factores ambientales como temperatura, pH, clima, riegos y la disponibilidad de nutrientes, así los controles fitosanitarios o rasgos genéticos propios de la variedad cultivada. (Ruiz, 2022); en el presente trabajo, este componente agronómico se ve influenciado más por los efectos de los ambientes de cultivo y las variedades cultivadas, que por la aplicación de los bio-estimulantes, además, que los tratamientos T10 y T9, se encontraron al interior del micro-invernadero frente a la puerta de ingreso, esto brindó una buena ventilación de los mismos, por lo cual lograron alcanzar el mejor promedio respecto a esta variable.

Figura 39

Promedios de la longitud de la hoja (LH), en relación con la interacción de factores A x B x C (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga x Bio-estimulantes).

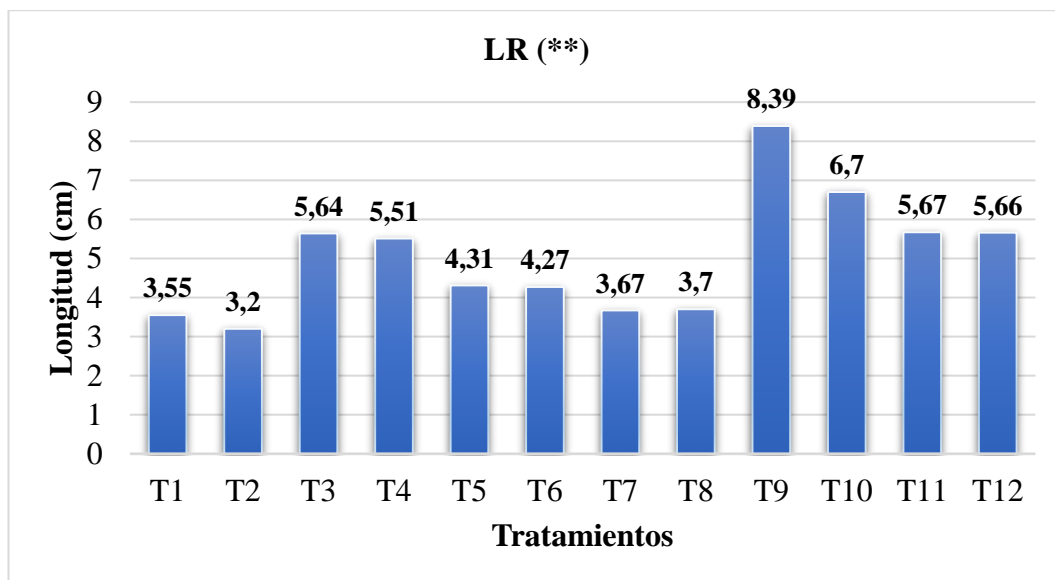


Según los resultados registrados de la variable longitud de la hoja (LH), en relación con la interacción de factores A x B x C (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga x Bio-estimulantes), donde el T9 ($A_2B_2C_1$), presentó el mejor promedio con 16.1 cm de largo, correspondiente a la variedad lechuga romana, a la cual se le aplicó extracto de ortiga como bio-estimulante, dentro del micro-invernadero, y el menor promedio con 4.47 cm de largo, lo presentó en T2 ($A_1B_1C_2$), correspondiente, a la variedad lechuga cresa verde, a la misma que se le aplicó biol como bio-estimulante, a campo abierto; con una media general de 10.46 cm y un coeficiente de variación de 4.03 %. Existiendo diferencia estadística altamente significativa (**).

La variedad romana se adaptó mejor a las condiciones del sistema hidropónico NFT, y gracia al alto contenido de nitrógeno (N), del bio-estimulante aplicado de forma foliar (Extracto de ortiga), además, del ambiente de micro-invernadero otorgado como protección ante las condiciones ambientales, se presentaron los factores que contribuyeron a un mejor desarrollar respecto a la longitud de hoja.

Figura 40

Promedios de la longitud radicular (LR), en relación con la interacción de factores A x B x C (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga x Bio-estimulantes).

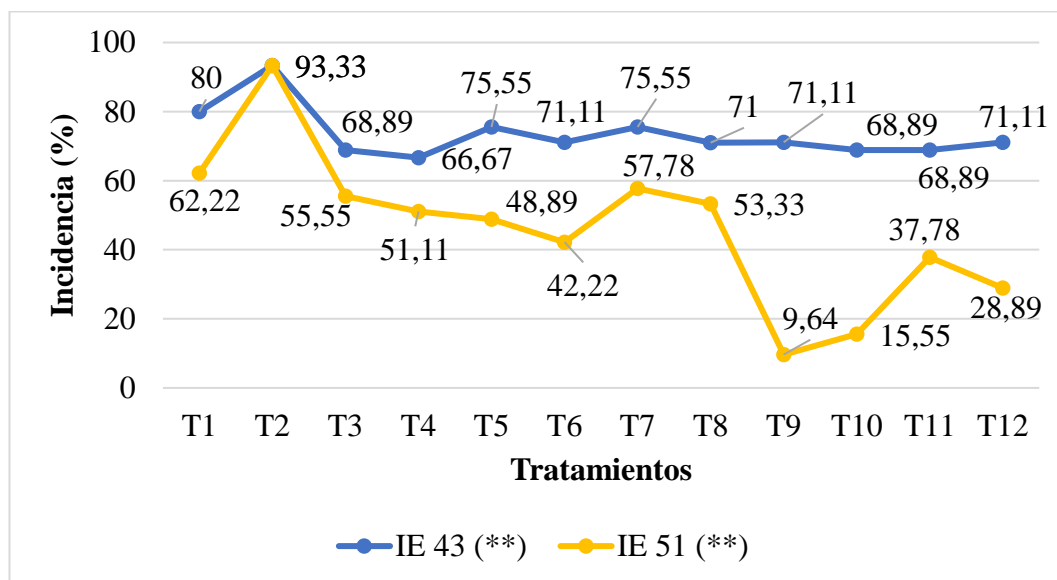


Conforme a los promedios de la variable longitud radicular (LR), en relación con la interacción de factores A x B x C (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga x Bio-estimulantes), donde el T9 ($A_2B_2C_1$), obtuvo el mejor promedio con 8.39 cm de largo, correspondiente a la variedad lechuga romana, a la misma que se le aplicó extracto de ortiga como bio-estimulante, dentro del micro-invernadero, y el menor promedio con 3.2 cm de largo lo obtuvo el T2 ($A_1B_1C_2$), que responde a la variedad lechuga crespa verde, a la misma que se le aplicó biol como bio-estimulante, a campo abierto; con una media general de 5.02 cm y un coeficiente de variación de 3.31 %. Existiendo diferencia estadística altamente significativa (**).

La longitud radicular se ve directamente influenciada por el volumen de solución nutritiva recirculante por el interior de los canales de cultivo, así como grado de la pendiente de inclinación de los mismos, lo cual afecta a la disponibilidad y asimilación de los nutrientes por parte de las raíces; aspecto, junto a las características varietales de las plantas empleadas, generaron este tipo de respuesta.

Figura 41

Promedios de la incidencia de enfermedades (IE), en relación con la interacción de factores A x B x C (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga x Bio-estimulantes).



Se exponen los promedio de la variable incidencia de enfermedades (IE), en relación con la interacción de factores A x B x C (Ambientes de cultivo x Variedades de lechuga x Bio-estimulantes), donde el mayor porcentaje de incidencia lo presentó el T2 ($A_1B_1C_2$), correspondiente a la variedad lechuga cresspa verde, a la cual se le aplicó biol como bio-estimulante a campo abierto, con un promedio de 93.33 % de incidencia los 43 y 51 días después del trasplante, con una media general de 73.52% y un coeficiente de variación de 5.39%.

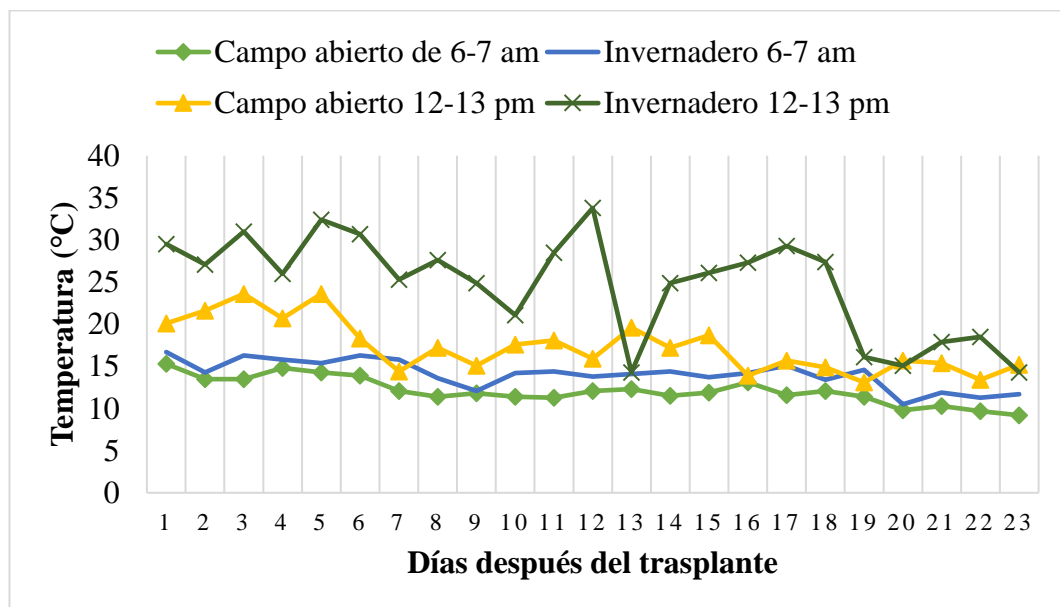
Diferente, al T9 ($A_2B_2C_1$), propio de la variedad romana, al mismo que se le aplicó extracto de ortiga como bio-estimulante de forma foliar a bajo micro-invernadero, mismo que registró la menor incidencia de enfermedades con un promedio de 71.11 % y un 9.64 % de incidencia registrados a los 43 y 51 días sucesivamente, con una media general de 46.35% y un coeficiente de variación de 8.69%.

Se determinó que la aplicación del extracto de ortiga fortalece las paredes celulares, incrementando la resistente al ataque de hongos y parásitos, a diferencia del biol, el cual debido a que su composición nutricional, deriva de la fermentación de desechos vegetales y animales, disponiendo con ello una fuente de alimentación para los microorganismos patógenos, además, al tratarse de un sistema que recircula la misma solución nutritiva por todo el sistema, las esporas de los hongos pudieron transportarse e infectar a los cultivos que se les aplicaron extracto de ortiga.

4.1.8. Variables climáticas

Figura 42

Temperatura (T).



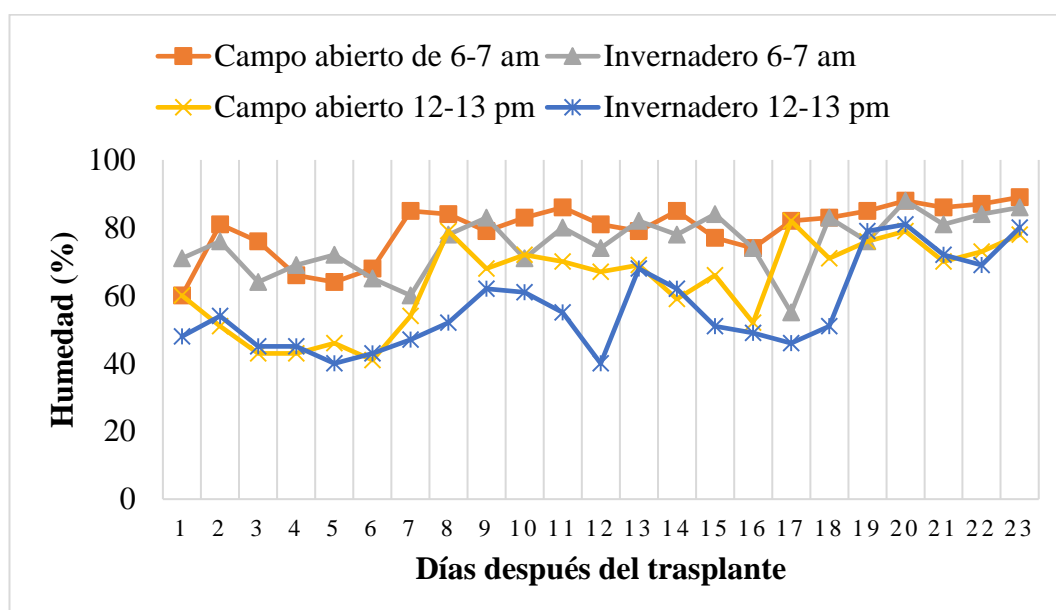
Se interpretan los valores de temperatura registrados en los meses de febrero y marzo, los cuales fueron recolectados en dos horarios el primero en la mañana de 6 a 7 am y el segundo en la tarde de 12 a 13 pm, la máxima temperatura registrada al interior del micro-invernadero fue de 16.7 °C am, y en la tarde fue de 33.8 °C pm, además, la temperatura registrada fuera del micro-invernadero, así mismo registrados en dos horarios fue de 15.3 °C en la mañana y en tarde se registró una

temperatura máxima de 23.6 °C pm, obteniendo con ello un promedio de 19.45 °C/día a campo abierto y 25.25 °C/día al interior del micro-invernadero.

Las temperaturas adecuadas para el crecimiento y desarrollo del cultivo de lechuga durante el día: 14 – 18 °C y durante la noche: 5 – 8 °C, sin embargo, en el tiempo que se necesitó para realizar la presente investigación las temperaturas durante el día fueron mayores a las sugeridas, provocando un marchitamiento en las plantas por un balance hídrico negativo, ocasionando la pérdida de agua, debido a que la transpiración es mayor a la absorción de agua por las raíces. (Beltrano & Gimenez, 2020)

Figura 43

Humedad relativa (HR).



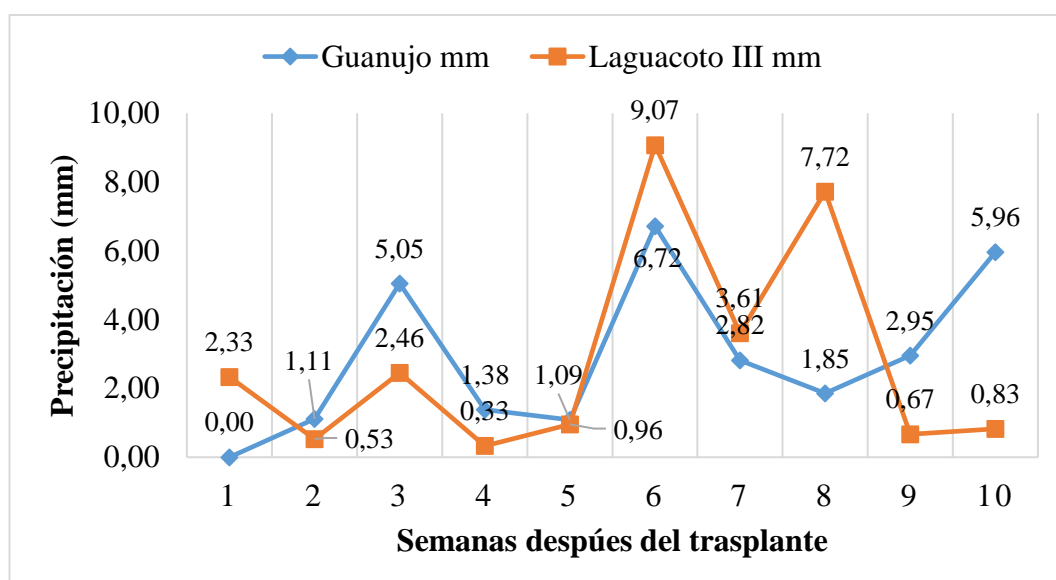
Se manifiestan los porcentaje de la humedad relativa registrados en los meses de febrero y marzo, anotados igualmente en dos horarios durante el día, el uno en la mañana de 6-7 am, y el otro al medio día de 12-13 pm, donde la humedad relativa más alta registrada al interior del invernadero fue de 88 % en la mañana y en la tarde se registró el 81 % de humedad, y al exterior del micro-invernadero se registró una humedad relativa de 89 % en la mañana y de 82% al medio día, obteniendo con

ello un 85.5 %/día a los alrededores del micro-invernadero y 84.5 %/día al interior del micro-invernadero.

La humedad relativa adecuada para el desarrollo de las lechugas es de 60 a 80 %, que en ocasiones lo más adecuado sería valores menores al 60 %, pero una baja humedad relativa, disminuiría el crecimiento y desarrollo de las plantas, reduciendo significativamente la calidad del producto a cosechar. (González, 2020)

Figura 44

Precipitaciones (P).



Se explica la comparación de promedios de volúmenes de precipitaciones registradas en la zona de Guanajuo y Laguacoto III, promediados en semanas, desde el día 27 de enero, hasta el día 6 abril del 2023.

Donde la franja azul representa a las precipitaciones registradas en el sector donde se instaló el sistema hidropónico (NFT), sitio donde se registró una precipitación máxima de 6.72 mm, en la sexta semana después del trasplante y un mínimo de 0 mm, en la primera semana, con un promedio general de 3.38 mm al día, y la franja naranja correspondiente al campus universitario Laguacoto III, que registró un promedio máximo de 9.07 mm en la sexta semana, y un mínimo de 0.33 mm, en la

cuarta semana, obteniendo un promedio general de 4,04 mm al día, concluyendo que en ambas zonas, se registraron volúmenes de precipitaciones casi similares.

Las precipitaciones retrasaron el desarrollo de las plantas de lechuga, además desmineralización las concentraciones nutritivas, por el aumento del volumen de agua del tanque de almacenamiento, con las gotas de agua de lluvia recolectados por los canales de cultivo y de desagüe.

4.1.9. Análisis de correlación y regresión lineal simple

Componentes de rendimiento (Xs)	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de regresión (b)	Coefficiente de determinación (r ²) %
% de prendimiento (%P)	0,88 **	145,88	76,59
Altura de planta (AP)	0,92 **	412,81	83,85
Longitud de hoja (LH)	0,97 **	364,76	93,76
Longitud radicular (LR)	0,92 **	846,09	83,78
(IE) 35 días después del trasplante	-0,73 **	-114,48	53,87
(IE) 43 días después del trasplante	-0,69 **	-122,70	47,25
(IE) 51 días después del trasplante	-0,88 **	-55,57	78,01
Número de hojas (NH)	0,92 **	427,57	84,21
Días a la cosecha (DC)	-0,96 **	-346,91	91,41
Peso de la planta (PP)	0,95 **	34,95	89,93

Nota: (**) = Altamente significativo

- **Coefficiente de correlación (r)**

De acuerdo a los resultados obtenidos de esta investigación las variables que presentaron una estrechez altamente significativa y positiva respecto al rendimiento kg/ha fueron: Porcentaje de prendimiento (%P) con 0,88**, Altura de planta (AP)

con 0,92**, Longitud de hoja (LH) con 0,97**, Longitud radicular (LR) con 0,92**, Número de hojas (NH) con 0,92 ** y Peso de la planta (PP) con 0,95**.

Pero también se obtuvieron una correlación negativa en las variables incidencia de enfermedades (IE) recolectados a los 35 días después del trasplante con -0,73 **, así como también a los 43 días con -0,69 ** y 51 días con -0,88 **, y la variable días a la cosecha (DC) con -0,96**.

- **Coefficiente de regresión (b)**

Las variables de esta investigación que contribuyeron al incremento del rendimiento de las lechugas hidropónicas fueron: Porcentaje de prendimiento (%P), Altura de planta (AP), Longitud de hoja (LH), Longitud radicular (LR), Número de hojas (NH) y la variable Peso de la planta (PP).

Y las que redujeron el rendimiento de las lechugas fueron las variables días a la cosecha (DC), y la variable incidencia de enfermedades (IE), evaluados a los 35, 43 y 51 días después del trasplante, es decir que la incidencia de enfermedades está más presente en este tipo de sistema hidropónico (NFT), al tener las raíces expuesta afectando con ello al rendimiento de las mismas, además, de los factores climáticos que se presentaron.

- **Coefficiente de determinación (r^2) %**

En la presente investigación el mayor incremento para la variables dependiente (Y) rendimiento kg/ha, lo presentó las variables longitud de la hoja (LH), con un coeficiente de determinación de 93,76 %, por lo cual determinamos que el rendimiento kg/ha, se debe al peso de la planta (parte comestible), en un 94,31 %, a diferencia de la variable días a la cosecha (DC), el cual presentó un coeficiente de determinación del 91,41 %, reduciendo con ello, el rendimiento en kg/ha, debido a que en los días posteriores al trasplante, se registraron precipitaciones abundantes, los cuales favorecieron a la presencia e incidencia de enfermedades afectando con ello al desarrollo vegetativo y posteriormente al rendimiento.

4.1.10. Análisis económico relación beneficio/costo

T	Rendimiento promedio kg/1000 m ²	Ingreso bruto	Costos que varían /Tratamiento \$/ha	Total, beneficios netos	Relación Ingreso Costo I/C	Relación Beneficio Costo B/C
1	448,15	1120,375	2284,47	-1164,095	0,49	-0,51
2	439,51	1098,775	2356,54	-1257,765	0,47	-0,53
3	698,77	1746,925	2284,47	-537,545	0,76	-0,24
4	692,59	1731,475	2356,54	-625,065	0,73	-0,27
5	630,86	1577,15	2284,47	-707,32	0,69	-0,31
6	625,93	1564,825	2356,54	-791,715	0,66	-0,34
7	566,67	1416,675	2481,08	-1064,405	0,57	-0,43
8	567,9	1419,75	2554,74	-1134,99	0,56	-0,44
9	865,43	2163,575	2481,08	-317,505	0,87	-0,13
10	838,27	2095,675	2554,74	-459,065	0,82	-0,18
11	788,89	1972,225	2481,08	-508,855	0,79	-0,21
12	777,78	1944,45	2554,74	-610,29	0,76	-0,24

La relación beneficio-costo muestra la pérdida o ganancia bruta por cada unidad invertida. Si la relación es mayor que uno se determina que existe un apropiado beneficio; si la relación es igual a uno, los beneficios son iguales a los costos y la actividad no es rentable. Valores menores que uno indican pérdida y la actividad no es rentable.

Los resultados registrados en esta zona agroecológica permitieron determinar que la producción en este tipo de sistemas hidropónico (NFT), no genera buena rentabilidad económica, a causa de los factores climáticos como la incidencia y severidad de las enfermedades, que se presentaron en esta investigación, los cuales afectaron el desarrollo de las plántulas de lechuga en el método de cultivo propuesto.

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

En referencia a los resultados obtenidos al culminar con los análisis respectivos de la presente investigación, se pudo evidenciar que existió diferencias estadísticas significativas y altamente significativas en los tratamientos en estudio, procediendo aceptar la hipótesis alterna y rechazar la nula, ya que hay la suficiente evidencia para aceptar la misma.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos y respondiendo a los objetivos establecidos en la presente investigación se determina las siguientes conclusiones:

- A nivel de los ambientes de cultivos (Factor A), se evidencio diferencias en las variables de respuesta agronómicas y productivas, debido a que los tratamientos establecidos dentro del micro-invernadero se desarrollaron más rápido, pero también se presentó un mayor porcentaje de incidencia de enfermedades, debido a la elevadas temperaturas y porcentaje de húmeda, condiciones adecuadas para su multiplicación, a diferencia de los tratamientos establecidos a campo abierto, que al no tener un ambiente de protección contra las condiciones climáticas redujeron su tamaño y aumentaron los días a la cosecha a causa de las continuas precipitaciones presentadas en los meses de desarrollo vegetativo.
- En cuanto a las variedades de lechuga (Factor B), se concluyó que la más resistente y apta para este tipo de sistema hidropónico (NFT), fue la variedad romana la cual presentó las mejores características agronómicas y productivas, alcanzando un peso de planta (PP), de 187.8 g, permitió obtener un rendimiento de 7737 kg/ha, seguida de la variedad mantecosa con un promedio de 7057 kg/ha, respecto al rendimiento y por último la variedad crespa verde con menor rendimiento con un promedio de 5052 kg/ha.
- Respecto a los bio-estimulantes (Factor C), se concluyó que el biol como el extracto de ortiga aplicados de forma foliar, presentaron efectos semejantes en la mayoría de las variables de respuesta, tanto agronómicas como productivas, es decir que los dos tiene una eficiencia química y nutricional similares, pero se registró una mayor incidencia de enfermedades en los tratamientos que se le aplicaron biol, ya que al tratarse de un bio-estimulante orgánico compuesto por desechos de alimentos y animales, su

descomposición sirvieron como una fuente de alimentos para desarrollo y multiplicación de los microorganismos patógenos aumentando su población, a diferencia del extracto de ortiga, que al tratarse de un bio-estimulante a base de las plantas de ortiga, gracias a su fuerte aroma nos sirvió como una repelente de insectos, descartando por ello la presencia e incidencia plagas.

- A cerca de la interacción A x B (Ambiente de cultivo x Variedades de lechuga), la variedad romana establecida al interior del micro-invernadero registró los mejores promedios en las variables de estudio, debido a la vigorosidad característico del cultivar, además, del ambiente de protección que se le apporto.
- En relación con la interacción A x C (Ambiente de cultivo x Bio-estimulantes), se evidencio resultados similares en la mayoría de variables de estudio, ya que la eficiencia nutricional de los bio-estimulantes no dependieron de condiciones ambientales.
- Continuando con la interacción B x C (Variedades de lechuga x Bio-estimulantes), los tres cultivares respondieron de manera semejante a los efectos de los dos bio-estimulantes, a causa de la reacción del cultivar frente a contenido nutricional y químico de los bio-estimulantes.
- En cuanto a las interacciones entre los factores de estudio (FA x FB x FC), la mayor producción de lechugas lo alcanzo el T9 y T10, con un rendimiento promedio de 8659 y 8378 kg/ha, correspondiente a la variedad romana, a la cual se les aplicó extracto de ortiga y biol sucesivamente de forma foliar, bajo condiciones de micro-invernadero, caso distinto a los T1 y T2, los cuales registraron los menores resultados en las distintas variables de estudio, ya que estos tratamientos se los estableció a campo abierto y la variedad cresa verde fue muy susceptible a las enfermedades que se presentaron, producidas por las abundantes precipitaciones que se registró en el sector.

- Por último, se concluyó que no existió rentabilidad en los tratamientos de estudio, ya que los valores obtenidos en la relación beneficio/costo resultaron negativos, concluyendo que la actividad no es rentable para la zona agroclimática; por factores climáticos como por la falta de experiencia del manejo de estos sistemas de cultivo.

5.2. RECOMENDACIONES

De acuerdo a resultados y conclusiones obtenidos de la presente investigación se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda realizar vigilancias constantes y continuas del sistema, aparte de realizar controles anticipados para prevenir, controlar y eliminar los focos de multiplicación y desarrollo de microorganismo patógenos, debido a la complejidad del sistema y al tener expuesta las raíces en contacto directo con la solución nutritiva, medio por el cual se puede transportar los microorganismos y así infectar a otras plantas.
- Ventilar el interior del micro-invernadero implementado cortinas desplegadas, con el propósito de obtener una ventilación cruzada y así evitar altas temperatura y porcentaje de humedad elevados al interior, además, limpiar los canales de cultivo al presentarse el desarrollo de micro algas en la superficie de los mismo, para evitar la competencia de nutrientes con las raíces del cultivo y la oxigenación de la solución nutritiva.
- Continuar con la investigación con diferentes cultivos bajo cubierta reduciendo la pendiente de los canales de cultivo a 1%, y teniendo también en cuenta el manejo y control preventivo de plagas y enfermedades.

BIBLIOGRAFÍA

- Adeoye, D., Akane, B., & Marantelou, C. (2027). Cómo cultivar lechuga – Guía completa de cultivo de la lechuga, desde la siembra hasta la cosecha. Artículo divulgativo. Wikifarmer.
- Adlercreutz, E., Carmona, D., Melegari, A., Szczesny, A., & Viglianchino, L. (2015). Relevamiento y diagnóstico a campo de plagas y enfermedades endémicas bióticas y abióticas en cultivos de lechuga bajo cubierta en el cinturón hortícola de Mar del Plata (2010-2015). Mar de la plata, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agrícola - INTA.
- Alvarez, J. (2021). Purines y agricultura. Obtenido de https://plantas.facilísimo.com/como-hacer-y-usar-el-purin-de-ortigas_2052561.html
- Alvario, A. (2018). “Influencia de tres bioestimulantes aplicados al follaje sobre el rendimiento de la Lechuga “romana” (*Lactuca sativa* L.) en la zona de Pueblo Viejo”. Babahoyo, Los Ríos, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Balanza, V., Niñirola, D., Martínez, J., Conesa, E., & Fernández, J. (2019). Aplicación de rizo bacterias para mejorar el rendimiento, calidad y contenido de nitratos en el cultivo de lechuga "*Baby leaf*" en bandejas flotantes. IV, nº 4, 45-47 p. Murcia, Cartagena, Colombia: Universidad Politécnica de Cartagena - UPCT.
- Beltrano, J., & Gimenez, D. (2020). Cultivo en hidroponía. Primera . Buenos Aires, Argentina: Edulp.
- Cabezas, O. (2017). Aclimatación de 15 cultivares de lechuga (*Lactuca sativa*), en el canton Riobamba, provincia de Chimborazo. Proyecto de Investigación, 70. (E. S. Chimborazo, Ed.) Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

- Cabral, E. (2022). Ecología: Cuidados y preparados para nuestra huerta. Mileniocoop. Obtenido de <https://www.mileniodigital.coop/ecologia-cuidados-preparados-nuestra-huerta/>
- Cabrera, J. (2021). Evaluación de cuatro cultivares de lechuga en parámetros agronómicos similares en la granja Santa Ines. Trabajo de titulación, 22. Machala, El Oro, Ecuador: Universidad Técnica de Machala.
- Cajo, M. (2016). Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas. Cevallos, Tungurahua, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Cavigioli, J., & Oliver, M. (2018). Efectos del purín de ortigas sobre el crecimiento de plantas de lechuga. Investigación. La Plata, Argentina: Library.
- Departamento de Agricultura norteamericano - USDA. (2019). USDA National Nutrient Database for Standard Reference. Obtenido de <https://www.nal.usda.gov/legacy/nal/page-not-found>
- European Biostimulants Industry Council. (2020). Bioestimulantes: Qué son y para qué sirven. Obtenido de <https://www.antoniotarazona.com/blog/agricultura/bioestimulantes-que-son-y-para-que-sirven/>
- Fernández, J. (2020). Ortiga – Uso en el huerto ecológico. Asesoramiento en Agricultura Biodinámica y Ecológica KVARCON. Obtenido de <https://kvarcon.wordpress.com/tag/ortiga-2/>
- Fértil Terrazonet. (2017). Abono orgánico líquido acondicionador de suelos. Medellín, Colombia. Obtenido de <https://terrazonet.com/fertile-terrazonet/>
- Gimeno, J. (2021). Purín de ortiga, propiedades y receta casera. Valencia, España: Ecomaria.
- Gómez, J. (2022). Repelentes a base de extracto de ortigas. Obtenido de <https://www.preguntalia.es/como-se-hace-el-insecticida-de-ortigas>

- González. (2020). Producción de lechugas hidropónicas (*Lactuca sativa* L.) en sistemas de raíz flotante bajo el efecto de 3 bioestimulantes. Proyecto de grado, 37. La Libertad, Santa Elena, Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Gonzalez, M. (2018). Matias gonzalez hidroponia. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=uVjNE2ocqFE&ab_channel=matiasgonzalezhidroponia
- González, R., Duarte, C., & Montero, L. (2021). Influencia de diferentes niveles de humedad del suelo en el cultivo de la lechuga en condiciones de organopónico en La Habana. Proyecto académico, 2(2), 53. La Habana, Cuba: Revista Ingeniería Agrícola.
- Guanochanga, S., & Betancourth, V. (2017). Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de lechugas hidroponicas en la ciudad de Quito. Quito, Pinchincha, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Guanopatín, M. (2018). Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa*). Trabajo de titulación. Cevallos, Tungurahua, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Gutiérrez, J. (2019). Comportamiento de tres cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), evaluados al aire libre, en Valdivia. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias - INDA. (2018). Manual de producción de lechugas. En G. Saavedra (Ed.). Santiago, Chile: Boletín INIA. Obtenido de https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/29500/INIA_Libro_0051.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Intituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA; Ministerio de Agroindustria. (2017). Enfermedades en hortalizas. Presentación. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA.

- Japón, J. (2021). Libros de flores, hortalizas y frutas. (B. Murillo, Ed.) Madrid, España: Extensión agraria.
- Jeannot, I., Rios, J., & Santisteban, P. (2020). Producción de cultivos hidropónicos estudio de prefectibilidad. Proyecto de titulación. San Rafael: Universidad Tecnológica Nacional.
- Lema, D. (2016). Evaluación de tres soluciones nutritivas en hidroponía en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. **crispa**, en invernadero, departamento de horticultura, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Trabajo de titulación, 43. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Longone, V., & Escoriaza, G. (2020). Fungicidas para el cultivo de lechuga. Proyecto Regional. Mendoza, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA.
- Mari, J. (2019). Todo sobre el purín de ortigas. Obtenido de <https://www.manomano.es/consejos/todo-sobre-el-purin-de-ortigas-7551>
- Martínez. (2019). “Evaluación del biosol generado en la producción de biogas, como biofertilizante en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.)”. Proyecto de titulación. Ambato, Tungurahua, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Martínez. (2022). Purin de ortigas como insecticida y abono. Obtenido de <https://www.unhuertoenmibalcon.com/blog/2013/08/el-extracto-de-ortiga-en-el-huerto/>
- Montero, J. (2021). Evaluación de dos sistemas de producción aeropónico e hidropónico en lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. **crispa** bajo cubierta, ubicado en el cantón francisco de Orellana. Francisco de Orellana, Chimborazo, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

- Morinigo, A., Álvarez, C., & Ortiz, S. (2018). Carenia nutricional, la lechuga. Pifo, Pichincha, Ecuador: Monografias.
- Muñoz, C. (2018). Identificación morfológica de los hongos causantes de la pudrición radicular en lechuga (*Lactuca sativa L.*) en el Valle de Tumbaco. Proyecto de Titulación , 16. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- Muo, B. (2018). Lettuce. En Prohens, J. y Nuez, F. Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae. (L. Springer Science + Business Media, Editor).
- NEVAL. (2018). Plagas y enfermedades más importantes de la lechuga. Valencia, España: Neval Grupo Farmalent.
- Parra, C. (2022). Análisis del estado trófico de la laguna Las Cochas. Parroquia de Guanujo, Bolívar Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/26751/1/UCE-FCB-CB-PARRA%20CARLOS.pdf>
- Peralta, L., & Jiménez, M. (2017). Manual de producción hidropónica para hortalizas de hoja en sistema NFT (Nutrient Film Technique).
- Pino, M. (2022). Curso de horticultura y floricultura. 10. La plata, Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de la Plata.
- Puig de fàbregas, J. (2016). Ortiga. Obtenido de <https://www.blogger.com/profile/13821797124368850951>
- Rodríguez, D., Toro, R., & Castro, Y. (2018). Propiedades fisicoquímicas, funcionales y microbiológicas de lechuga (*Lactuca sativa L.*) adicionada con ácidos orgánicos. Artículo científico, 29(4). La Serena, Chile: SCIELO.
- Rojas, M. (2019). “Evaluación del desarrollo de la lechuga “*Lactuca sativa L.*” en un sistema hidropónico recirculante aplicando dos soluciones nutritivas en base a microorganismos benéficos (mobs) en el cantón Paute-Azuay-

Ecuador”. Proyecto de titulación. Cuenca, Azuay, Ecuador: Universidad Politécnica Selesiana.

Ruiz, N. (2022). Evaluación de la adaptabilidad de cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi. Proyecto de investigación, 34. Cevallos, Tungurahua, Ecuador: Universidad técnica de Ambato.

Sánchez, J. (2018). Cultivo semi-forzado de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén. Esperanza, Santa Fe, Argentina.

Sepúlveda, P. (2018). Manejo integrado de plagas y enfermedades - Pudrición gris en lechugas. Ficha técnica. Santiago, Chile: Instituto de Investigación Agropecuarias - INIA.

Tombion, L., & Puerta, A. (2020). Características del sustrato y calidad de plantines de lechuga (*Lactuca sativa* L.) según dosis de lombricompost. Nota científica, 32(1). Chillán, Chile: SCIELO.

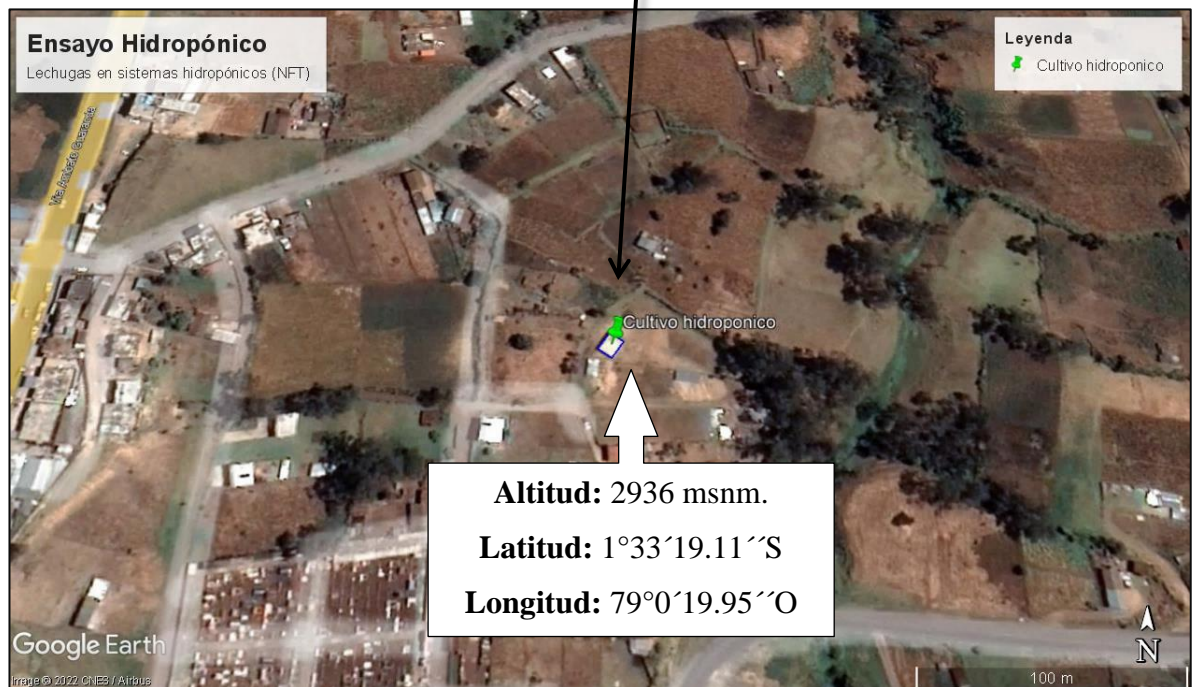
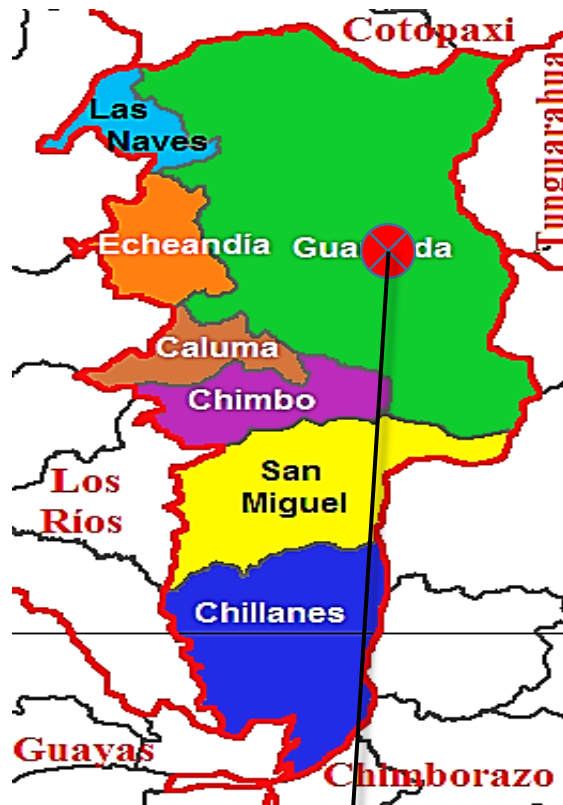
Torres, C., Balmaseda, C., & Pertierra, R. (2019). Inversión en sistemas hidropónicos: análisis comparativo de materiales, escalas y sistemas. Revista científica, 6(2). La Libertad, Santa Elena, Ecuador: Revista Científica y Tecnológica UPSE.

Velásquez, L., Ruíz, H., Chaves, G., & Luna, C. (2020). Productividad de lechuga (*Lactuca sativa*) en condiciones de macro túnel en suelo (*Vitric haplustands*). Revista de ciencias agrícolas, 31(2). Colombia: Universidad de Nariño.

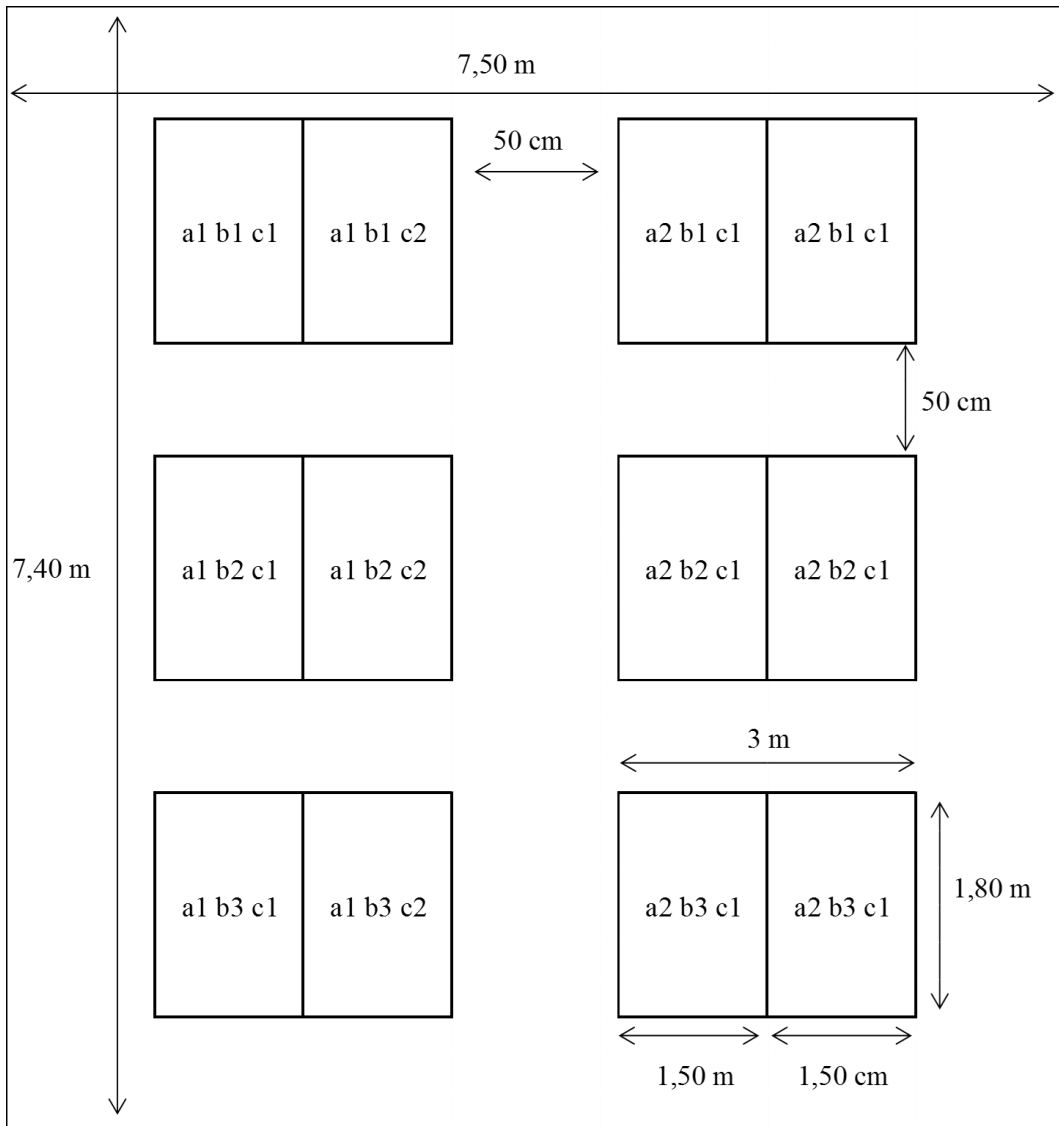
Villegas, J. (2021). Automatización de procesos para la producción de fresa por métodos hidropónicos-NFT. Proyecto de titulación. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Internacional del Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de la ubicación de la investigación



Anexo 2. Croquis del ensayo



Anexo 3. Base de datos

- *Promedios de las variables que se recolectaron en campo*

Programa Statistix					Datos recolectados en campo de las variables agronómicas y productivas											
T	R	FA	FB	FC	%P (%)	AP (cm)	LH (cm)	LR (cm)	IPE 35 (%)	IPE 43 (%)	IPE 51 (%)	DC (días)	NH (#)	PP (g)	RP (kg/p)	RH (kg/ha)
1	1	1	1	1	76.19	10.79	4.99	3.35	93.33	80	60	69	5	96.58	1.22	4511
2	1	1	1	2	71.43	9.84	4.41	3.25	100	86.67	86.67	68	5	96.31	1.19	4422
3	1	1	2	1	85.71	13.89	12.88	5.59	86.67	73.33	53.33	60	9	171.14	1.88	6955
4	1	1	2	2	85.71	13.96	12.63	5.42	73.33	66.67	53.33	60	8	172.68	1.86	6888
5	1	1	3	1	85.71	15.62	9.21	4.39	93.33	80	46.67	61	10	172.07	1.68	6222
6	1	1	3	2	80.95	15.3	10.71	4.42	80	73.33	40	62	9	172.12	1.67	6177
7	1	2	1	1	80.95	11.06	6.6	3.65	100	73.33	53.33	63	6	120.1	1.53	5666
8	1	2	1	2	85.71	10.72	7.83	3.66	100	73.33	46.67	62	6	121.43	1.52	5622
9	1	2	2	1	100	19.5	15.6	8.13	73.33	66.67	8.91	57	14	204	2.38	8822
10	1	2	2	2	100	18.9	13.98	6.7	80	66.67	13.33	57	13	202.57	2.37	8777
11	1	2	3	1	90.48	16.9	12.96	5.61	80	66.67	33.33	58	11	184.26	2.12	7844
12	1	2	3	2	80.95	16.5	13.58	5.7	73.33	66.67	33.33	57	11	181.81	2.1	7777
1	2	1	1	1	76.19	11.1	4.99	3.45	93.33	80	66.67	69	5	96.94	1.21	4466
2	2	1	1	2	72.5	10.05	4.41	3.27	100	93.33	93.33	69	5	95.5	1.19	4422
3	2	1	2	1	90.48	13.82	12.88	5.71	86.67	66.67	53.33	60	9	171.15	1.92	7111
4	2	1	2	2	85.71	13.97	12.63	5.49	93.33	66.67	46.67	61	9	172.56	1.9	7044
5	2	1	3	1	80.95	15.38	9.21	4.25	86.67	73.33	53.33	62	10	171.27	1.73	6422
6	2	1	3	2	85.71	15.78	10.71	4.24	86.67	66.67	46.67	61	9	172.13	1.72	6355

7	2	2	1	1	90.48	10.93	6.6	3.71	100	80	60	62	7	134.15	1.52	5644
8	2	2	1	2	80.95	10.91	7.83	3.74	100	73.33	60	63	6	121.76	1.54	5688
9	2	2	2	1	100	19.2	15.6	8.9	86.67	66.67	13.33	57	14	204.4	2.33	8644
10	2	2	2	2	100	18.65	13.98	6.8	81.23	73.33	20	58	13	202.64	2.14	7911
11	2	2	3	1	90.48	16.8	12.96	5.75	93.33	73.33	40	58	11	182.26	2.13	7888
12	2	2	3	2	90.48	16.35	13.58	5.63	80	73.33	26.67	58	10	181.57	2.12	7844
1	3	1	1	1	75.8	10.82	4.73	3.85	100	80	60	68	6	95.52	1.2	4444
2	3	1	1	2	71.8	9.75	4.68	3.1	100	100	100	68	5	93.24	1.18	4355
3	3	1	2	1	85.71	14.04	12.23	5.61	93.33	66.67	60	61	8	172.95	1.86	6888
4	3	1	2	2	80.95	13.98	12.54	5.63	86.67	66.67	53.33	61	8	172.47	1.85	6844
5	3	1	3	1	85.71	15.7	9.97	4.3	86.67	73.33	46.67	61	9	171.05	1.7	6311
6	3	1	3	2	80.95	15.6	10.57	4.15	80	73.33	40	62	10	171.69	1.68	6222
7	3	2	1	1	85.71	10.75	7.49	3.65	100	73.33	60	63	5	121.66	1.54	5688
8	3	2	1	2	80.95	10.83	6.65	3.69	100	66.67	53.33	62	5	121.86	1.54	5688
9	3	2	2	1	100	18.9	15.75	8.14	86.67	73.33	6.67	58	15	204.2	2.3	8511
10	3	2	2	2	100	16.7	14.87	6.6	80.12	73.33	13.33	57	13	203.19	2.28	8444
11	3	2	3	1	85.71	16.9	12.97	5.64	80	66.67	40	57	10	183.29	2.14	7933
12	3	2	3	2	90.48	16.7	13.29	5.66	86.67	73.33	26.67	58	10	181.87	2.08	7688
Máximo:					100	19.5	15.75	8.9	100	100	100	69	15	204.4	2.38	8822
Mínimo:					71.43	9.75	4.41	3.1	73.33	66.67	6.67	57	5	93.24	1.18	4355
Media:					85.87	14.35	10.46	5.02	88.93	73.52	46.36	61,33	8,86	158.18	1.79	6615

- *Temperatura y humedad relativa presentados en la zona de investigación*

Día	Fecha	Campo abierto de 6-7 am		Invernadero 6-7 am		Campo abierto 12-13 pm		Invernadero 12-13 pm	
		T (°C)	HR (%)	T (°C)	HR (%)	T (°C)	HR (%)	T (°C)	HR (%)
1	15 03 2023	15,3	60	16,7	71	20,1	60	29,5	48
2	16 03 2023	13,5	81	14,3	76	21,6	51	27,1	54
3	17 03 2023	13,5	76	16,3	64	23,6	43	31	45
4	18 03 2023	14,8	66	15,8	69	20,7	43	26	45
5	19 03 2023	14,3	64	15,4	72	23,6	46	32,4	40
6	20 03 2023	13,9	68	16,3	65	18,3	41	30,7	43
7	21 03 2023	12,1	85	15,8	60	14,4	54	25,3	47
8	22 03 2023	11,4	84	13,6	78	17,2	79	27,6	52
9	23 03 2023	11,8	79	12,1	83	15,1	68	24,9	62
10	24 03 2023	11,4	83	14,2	71	17,6	72	21,1	61
11	25 03 2023	11,3	86	14,4	80	18,1	70	28,5	55
12	26 03 2023	12,1	81	13,8	74	15,9	67	33,8	40
13	27 03 2023	12,3	79	14,1	82	19,6	69	14,3	68
14	28 03 2023	11,5	85	14,4	78	17,2	59	24,9	62
15	29 03 2023	11,9	77	13,7	84	18,7	66	26,1	51
16	30 03 2023	13,1	74	14,2	74	13,9	52	27,3	49
17	31 03 2023	11,6	82	15,1	55	15,7	82	29,3	46
18	1 04 2023	12,1	83	13,4	83	14,9	71	27,4	51
19	2 04 2023	11,4	85	14,6	76	13,1	76	16,1	79
20	3 04 2023	9,8	88	10,5	88	15,7	79	15,1	81
21	4 04 2023	10,3	86	11,9	81	15,4	70	17,9	72
22	5 04 2023	9,7	87	11,3	84	13,4	73	18,5	69
23	6 04 2023	9,2	89	11,7	86	15,2	78	14,3	80
Máximo:		15,3	89	16,7	88	23,6	82	33,8	81
Mínimo:		9,2	60	10,5	55	13,1	41	14,3	40
Media:		12,1	79,4	14,07	75,3	17,3	63,8	24,7	56,5

• *Volúmenes de precipitaciones del sector de Guanajuo y Laguacoto III*

BASE DE DATOS					
Días	Fecha	CC	Factor/Conversión	Guanajuo mm	Laguacoto mm
1	3 02 2023	0	3,481081081	0,00	5,5
2	4 02 2023	0	3,481081081	0,00	0
3	5 02 2023	0	3,481081081	0,00	1,5
4	6 02 2023	0,25	3,481081081	0,07	0
5	7 02 2023	0	3,481081081	2,20	0
6	8 02 2023	0	3,481081081	0,00	0
7	9 02 2023	3,5	3,481081081	1,01	0
8	10 02 2023	0	3,481081081	2,30	2,5
9	11 02 2023	0	3,481081081	0,00	0
10	12 02 2023	0	3,481081081	2,20	1,2
11	13 02 2023	0	3,481081081	0,00	2,2
12	14 02 2023	0	3,481081081	12,30	2,3
13	15 02 2023	0	3,481081081	10,20	2,2
14	16 02 2023	0	3,481081081	11,20	5,2
15	17 02 2023	0	3,481081081	0,00	5,3
16	18 02 2023	0	3,481081081	1,20	0
17	19 02 2023	1,5	3,481081081	0,43	0
18	20 02 2023	1,8	3,481081081	0,52	2,3
19	21 02 2023	11,4	3,481081081	3,27	0
20	22 02 2023	0	3,481081081	0,00	0
21	23 02 2023	0	3,481081081	0,00	0
22	24 02 2023	0	3,481081081	0,00	0
23	25 02 2023	20,5	3,481081081	5,89	0
24	26 02 2023	0	3,481081081	0,00	0
25	27 02 2023	0	3,481081081	0,00	5,2
26	28 02 2023	0	3,481081081	2,20	0
27	1 03 2023	0	3,481081081	0,00	1,5
28	2 03 2023	0	3,481081081	5,40	0
29	3 03 2023	0	3,481081081	0,00	0
30	4 03 2023	0	3,481081081	0,00	0
31	5 03 2023	0	3,481081081	0,00	0
32	6 03 2023	15	3,481081081	4,31	0
33	7 03 2023	6	3,481081081	1,72	2
34	8 03 2023	14	3,481081081	9,20	10
35	9 03 2023	28	3,481081081	8,04	20
36	10 03 2023	13	3,481081081	3,73	28
37	11 03 2023	33	3,481081081	10,50	3,5
38	12 03 2023	25	3,481081081	9,50	0
39	13 03 2023	45	3,481081081	12,93	1,5
40	14 03 2023	17	3,481081081	5,80	14,5
41	15 03 2023	0	3,481081081	1,00	0
42	16 03 2023	0	3,481081081	0,00	0
43	17 03 2023	0	3,481081081	0,00	0
44	18 03 2023	0	3,481081081	0,00	4,25
45	19 03 2023	0	3,481081081	0,00	5
46	20 03 2023	0	3,481081081	0,00	7,75
47	21 03 2023	0	3,481081081	1,20	21,5
48	22 03 2023	0	3,481081081	0,00	15,2
49	23 03 2023	16	3,481081081	4,60	5,3
50	24 03 2023	13	3,481081081	3,73	0
51	25 03 2023	4	3,481081081	1,15	2,2
52	26 03 2023	8	3,481081081	2,30	2,1
53	27 03 2023	3	3,481081081	0,86	0
54	28 03 2023	0	3,481081081	0,00	1,2
55	29 03 2023	12	3,481081081	3,45	1,3
56	30 03 2023	0	3,481081081	0,00	2,2
57	31 03 2023	19	3,481081081	5,46	0
58	1 04 2023	16	3,481081081	4,60	0
59	2 04 2023	22	3,481081081	6,32	0
60	3 04 2023	19	3,481081081	5,46	2,1
61	4 04 2023	15	3,481081081	4,31	0
62	5 04 2023	21	3,481081081	6,03	0
63	6 04 2023	28	3,481081081	8,04	1,2
Máximo:				12,93	28,00
Mínimo:				0,00	0,00
Media:				3,38	4,04

Anexo 4. Fotografías



Siembra del semillero



Desarrollo de las plantulas de lechugas



Nivelación del terreno



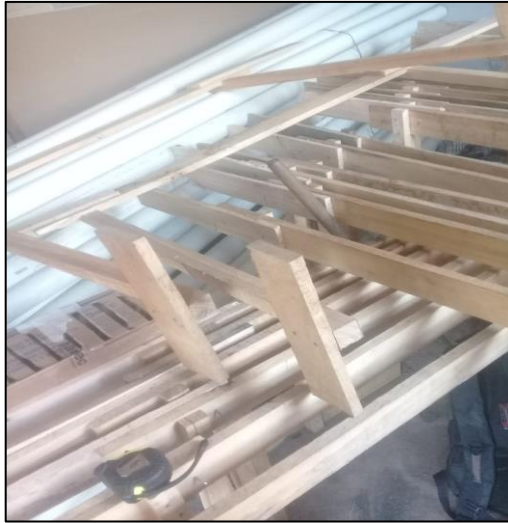
Estructura del micro-invernadero



Cubriendo con plástico transparente



Colocando el tanque de almacenamiento



Materiales del sistema (NFT)



Perforando las tuberías de PVC



Nivelción de los parantes



Sujetadores de las canales de cultivo



Ubicación de los canales de cultivo



Canales dentro del micro-invernadero



Canales a campo abierto



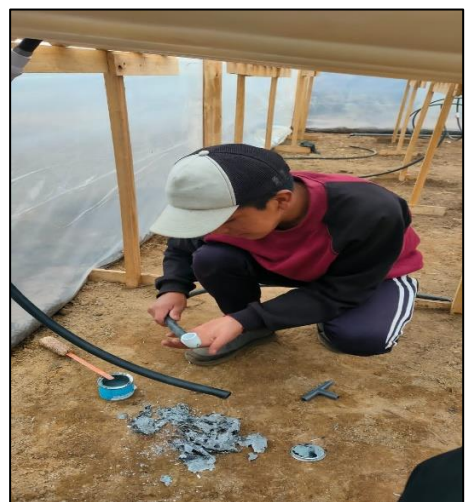
Estructura de los canales cultivo



Materiales para la instalación del sistema riego o distribución de la SNC



Instalación de la tubería principal



Conexión hacia las líneas secundarias



Instalación de llaves de paso ½ plg



Conexiones hacia los canales de cultivo



Líneas de conexión sepultadas



Rectificaciones en las conexiones



Instalación del canal de drenaje o retorno



Sistema de distribución culminado



Materiales del sistema de bombeo



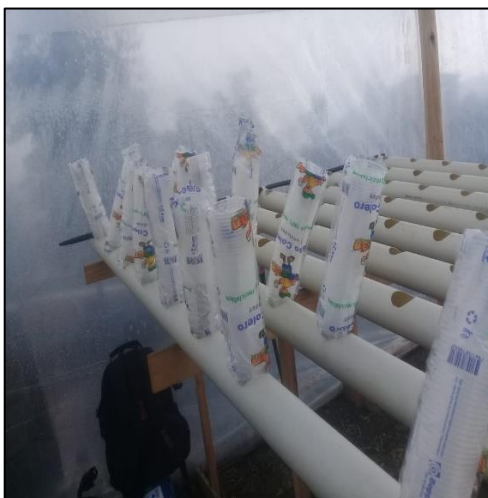
Empaques en las conexiones



Conexiones de la bomba periférica



Protección de sistema de bombeo



Materiales para el trasplante



Trasplante de la variedad crespita verde



Trasplante de variedad mantecosa



Variedad romana



Ambiente del micro-invernadero



Fertilizantes de la SNC



Aplicaciones de la SNC al tanque de almacenamiento en dos concentraciones

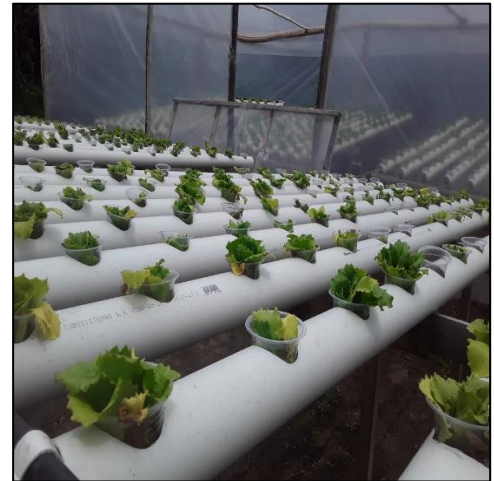




Variedad crespa verde y romana 15 días después del trasplante



Tratamientos del micro-invernadero



Tratamientos a campo abierto



Aplicación de los bio-estimulantes de forma foliar



Variedad romana 20 días después del trasplante



Identificación de los tratamiento



Visita de campo



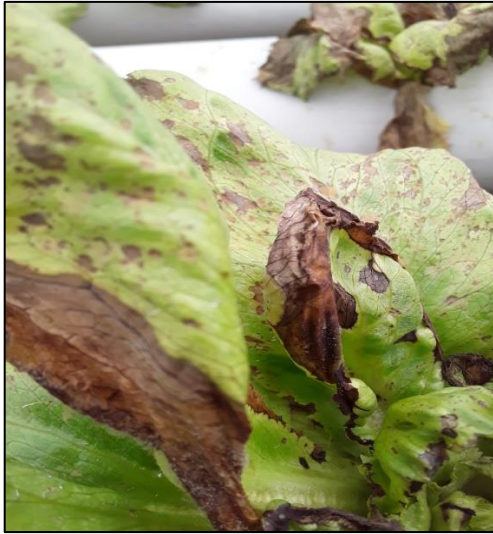
Aplicación del sulfato de cobre pentahidratado más PILLARTOP-M



Quemaduras



Presencia de necrosis en las hojas



Quemadura de los bordes



Plantas raquíticas



Pudrición y ruptura del cuello de las plantas con presencia de moho blanco y gris



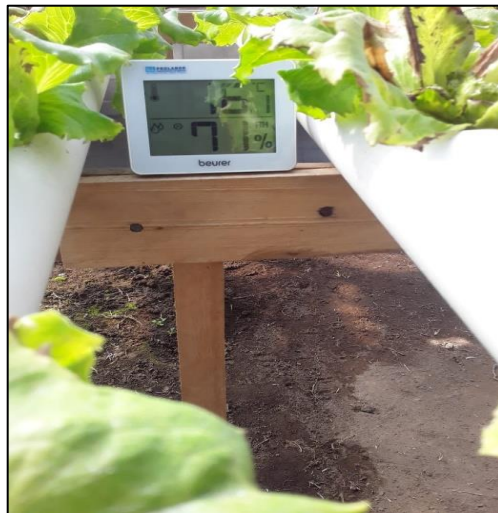
Plantas muertas por botritis



Disminución del desarrollo radicular



Presencia de antracnosis en las hojas con manchas necróticas con bordes amarillos



Temperatura dentro del microinvernadero

Temperatura a campo abierto



Recuperacion de las plantas, desarrollaron nuevas hojas (Variedad romana)



Variedad crespo verde 20 días después de la aplicación del control químico



Tratamientos a campo abierto

Tratamientos del micro-invernadero



Variedad mantecosa 60 días



T9 a los 65 días después del trasplante

Anexo 5. Glosario de términos técnicos

- **Antocianinas:** Atracción de polinizadores para después diseminar las semillas y protege a la planta contra la radiación ultravioleta.
- **Atrofiar:** Reducción del tamaño de célula, órgano, tejido o múltiples órganos asociada a un conjunto de condiciones patológicas.
- **Acuífero:** Depósitos naturales en los que se acumulan el agua subterránea.
- **Aeroponía:** Cultivo de plantas en un sistema aéreo o niebla sin hacer uso de suelo.
- **AWG:** Tamaño de conductores de metal no ferrosos, (American Wire Gauge).
- **Clorosis:** Enfermedad en las plantas provocado por la falta de ciertas sales, causando la pérdida del color verde.
- **Conidios:** Espora que se forman en un extremo de un filamento, por conjunto de algunas bacterias (actinomicetos), o por muchos hongos.
- **Cogollo:** Un conjunto de hojas entrelazadas y apretadas que forman un repollo.
- **Bicarpelar:** Hojas modificadas que presentan la parte reproductiva femenina de la flores angiospermas.
- **Desecación:** Proceso en el cual se presentan grietas poligonales del suelo compacto por escases de agua.
- **Diseminación:** Liberación de esporas o semillas al medio ambiente, para multiplicar nuevos individuos.
- **Esporas:** Célula reproductiva que producen algunas plantas y hongos, además, se divide sucesivamente para poder formando un nuevo individuo.

- **Fecundación autógama:** El óvulo y el polen se forman en una misma flor. Por ejemplo, tomate, judía, guisante y lechuga.
- **Fecundación cruzada o alogama:** El polen proviene de otra flor distintas de la que obtiene el óvulo para fecundar.
- **Fermentación anaeróbica:** Reacción de síntesis o de asimilación,
- **Fertirriego:** Combinación de fertilizantes y agua para nutrir los cultivos.
- **Fitosanitario:** Mezclas químicas compuesta de una o más sustancias activas más, utilizado con el propósito de proteger a las plantas y sus frutos de organismos nocivos.
- **Fotoperiodos:** Respuesta biológica a un cambio en las cantidades de luminosidad y oscuridad que presenta un ciclo diario.
- **Hermafrodita:** Presenta flores de ambos sexos, es decir, las flores contienen ambos órganos sexuales.
- **Madures comercial:** Grado que debe presentar un producto para ser comercializado.
- **Madures fisiológica:** Fase de desarrollo completo de un producto, en el cual se puede o no consumir y comienza con la etapa de maduración.
- **Modo de acción:** Proceso inicial de la secuencia de eventos que producen la muerte del patógeno.
- **Necrosis:** Signos de enfermedades que presentan las plantas que conducen a la muerte prematura de las células de un tejido.
- **Roseta:** Ubicación circular de las hojas, en la que brotan se desarrollan a una misma altura.
- **Oblongas:** Más largo de lo que es común entre individuos de su mismo género.

- **Tejido Parenquimatoso:** Tejido común creadas por células vivas maduras, además, conservan su capacidad de dividirse.
- **Pesticida:** Usado para controlar las plagas de roedores (rodenticidas), malezas (herbicidas), hongos (fungicidas) o plagas de insectos (insecticidas),
- **Producción:** Aumento de terrenos destinados para la agricultura principalmente diversos tipos de vegetales y alimentos como cereales.
- **Productividad:** Capacidad de producción por unidad superficie de suelo o tierra cultivada.
- **Pluviómetro:** Herramienta utilizado para medir cantidad de lluvia que cae en un espacio y tiempo específico y el agua recogida se valora en mm/m².
- **Vector:** Organismo vivo que transfiere un agente patógeno infeccioso de un individuo infectado a un otro.