

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



“PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) Y ACELGA (*Beta vulgaris* L. var. cicla) BAJO UN SISTEMA DE JARDINES VERTICALES”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

KEVIN JHON TEJADA ABAD

LIMA – PERÚ

2022

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad intelectual)**

Document Information

Analyzed document	BORRADOR DE TESIS - KEVIN TEJADA.docx (D146913151)
Submitted	2022-10-19 18:11:00
Submitted by	Patricia Quiroz
Submitter email	investigacionfa@lamolina.edu.pe
Similarity	15%
Analysis address	investigacionfa.strate@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	Grupo Difusión Científica / NATHALY_ROXANA_TESIS_URKUND.docx Document NATHALY_ROXANA_TESIS_URKUND.docx (D111979161) Submitted by: biblioteca@espe.edu.ec Receiver: ilbbiblioteca.GDC@analysis.orkund.com	 2
W	URL: http://www.fao.org/3/y4137s/y4137s07.htm#fn105 Fetched: 2022-10-19 18:15:00	 2
SA	UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ / Patricia Vélez maíz.. V3.docx Document Patricia Vélez maíz.. V3.docx (D126026901) Submitted by: vlezpatricia3@gmail.com Receiver: marco.delacruz.uleam@analysis.orkund.com	 14
W	URL: https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/biologia/tesis/tesis_castillo_martinez.pdf Fetched: 2022-10-19 18:13:00	 3
W	URL: https://www.academia.edu/35555190/BASES_AGRONOMICAS_PARA_EL_DESARROLLO_DE_JARDINES_VERTICALES Fetched: 2022-10-19 18:20:00	 7
W	URL: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/69118/L%C3%93PEZ%20-%20CSA-F0020%20Jardines%20verticales.pdf?sequence=1 Fetched: 2022-10-19 18:20:00	 2
W	URL: http://www.fao.org/3/ca4672es/CA4672ES.pdf Fetched: 2022-10-19 18:15:00	 3
W	URL: http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v12n1/v12n1a11.pdf Fetched: 2022-10-19 18:16:00	 3
W	URL: http://www.redalyc.org/pdf/932/93217106.pdf Fetched: 2022-10-19 18:20:00	 3
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / TESIS FINAL CRISTINA RUIZ.pdf Document TESIS FINAL CRISTINA RUIZ.pdf (D111154134) Submitted by: klever.quimbiulco@utc.edu.ec Receiver: klever.quimbiulco.utc@analysis.orkund.com	 6
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ / 10.TESIS PAÚL CHOEZ.pdf Document 10.TESIS PAÚL CHOEZ.pdf (D111617801) Submitted by: titulacion.posgrado@utm.edu.ec Receiver: titulacion.posgrado.utm@analysis.orkund.com	 4
SA	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL / tesis Kaiser Patricia 03ENERO2017.docx Document tesis Kaiser Patricia 03ENERO2017.docx (D24683910) Submitted by: patricia_kaiser25@hotmail.com Receiver: maria.vivasv.ug@analysis.orkund.com	 2
W	URL: https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6955/T-2152.pdf?sequence=1&isAllowed=y Fetched: 2022-10-19 18:22:00	 3
SA	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco / TESIS EDITH TANIA MOLLEHUANCA UÑAPILLCO.docx Document TESIS EDITH TANIA MOLLEHUANCA UÑAPILLCO.docx (D47818590) Submitted by: darwin.urquizo@unsaac.edu.pe Receiver: darwin.urquizo.unsaac@analysis.orkund.com	 2
W	URL: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_cultivos_pro_huerta_-_cerbas.pdf Fetched: 2022-10-19 18:17:00	 2
SA	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA / TESIS LECHUGA ORIGINAL .. 29 DE ENERO PARA URKUND.docx Document TESIS LECHUGA ORIGINAL .. 29 DE ENERO PARA URKUND.docx (D47380934) Submitted by: jeniffer.20.ricardo@gmail.com Receiver: rpertierra.upse@analysis.orkund.com	 1

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) Y ACELGA (*Beta vulgaris* L.
var. *cicla*) BAJO UN SISTEMA DE JARDINES VERTICALES”**

KEVIN JHON TEJADA ABAD

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

Ing. Mg. Sc. Andrés Virgilio Casas Díaz
PRESIDENTE

Ing. Mg. Sc. Juan Carlos Melchor Jaulis Cancho
PATROCINADOR

Ing. José Alfredo Palacios Vallejo
MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. Alfredo Alberto Beyer Arteaga
MIEMBRO

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Esta investigación es para mi familia y
las personas innovadoras que luchan
por mejorar el medio ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas las personas de la universidad que, de alguna manera, me apoyaron en la realización de toda la investigación.

Agradezco al Ing. Jaulis por asesorarme, apoyarme económicamente en los materiales y darme la confianza para realizar este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

SUMMARY

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.	Jardín vertical o pared verde	3
2.1.1.	Fachadas verdes	3
2.1.2.	Muros verdes	4
2.2.	Beneficios de los jardines verticales	5
2.2.1.	Aumento de biodiversidad	5
2.2.2.	Aislamiento sónico	5
2.2.3.	Aumento de la eficiencia energética	5
2.2.4.	Aumento de la cantidad de áreas verdes en la ciudad	6
2.2.5.	Añade valor estético y económico a las estructuras	6
2.2.6.	Reducción del efecto isla de calor urbano	6
2.2.7.	Mejora de la calidad del aire	6
2.3.	Agricultura urbana y familiar	7
2.4.	Agricultura vertical	8
2.5.	Áreas verdes en el Perú	9
2.6.	Sustratos	10
2.6.1.	Inorgánicos	11
2.6.2.	Orgánicos	11
2.7.	Fertilización	18
2.7.1.	Macronutrientes	19
2.7.2.	Micronutrientes	20
2.7.3.	Fertilizantes químicos	22
2.7.4.	Fertilizantes orgánicos	24
2.8.	Lechuga	26
2.8.1.	Generalidades	26
2.8.2.	Características morfológicas	28
2.8.3.	Siembra, trasplante y cosecha	29
2.8.4.	Necesidades medioambientales de la lechuga	30
2.8.5.	Fertilización en lechugas	31
2.8.6.	Rendimientos y costos en la producción de lechugas	32
2.8.7.	Plagas y enfermedades en el cultivo de lechuga	33
2.8.8.	La lechuga en el mercado peruano	36
2.8.9.	Lechuga Waldman's Green	37
2.9.	Acelga	39
2.9.1.	Generalidades	39
2.9.2.	Características morfológicas	40
2.9.3.	Siembra, trasplante y cosecha	41
2.9.4.	Necesidades medioambientales de la acelga	41
2.9.5.	Fertilización en acelgas	42
2.9.6.	Rendimientos y costos en la producción de acelgas	43
2.9.7.	Plagas y enfermedades en el cultivo de acelga	44

2.9.8.	La acelga en el mercado peruano	46
2.9.9.	Acelga verde ‘Lucullus’	48
III.	METODOLOGÍA	50
3.1.	Ubicación	50
3.2.	Materiales y equipos	51
3.3.	Procedimientos	52
3.3.1.	Elaboración del sustrato	52
3.3.2.	Tipos de fertilizaciones	53
3.3.3.	Tratamientos	53
3.3.4.	Evaluación de sustratos e insumos	53
3.3.5.	Manejo para el cultivo de lechuga	55
3.3.6.	Manejo para el cultivo de acelga	56
3.3.7.	Precio de insumos, gasto de agua y fertilizantes	58
3.3.8.	Diseño experimental	59
3.3.9.	Variables evaluadas en lechugas	61
3.3.10.	Variables evaluadas en acelgas	62
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	63
4.1.	Lechuga	63
4.1.1.	Número de hojas	63
4.1.2.	Altura	65
4.1.3.	Ancho	67
4.1.4.	Peso fresco	68
4.1.5.	Rendimiento	70
4.1.6.	Peso seco	73
4.1.7.	Materia seca (%)	74
4.1.8.	Longitud de raíz	76
4.2.	Acelga	78
4.2.1.	Número de hojas cosechadas	78
4.2.2.	Longitud de hoja	80
4.2.3.	Peso fresco de la cosecha	82
4.2.4.	Rendimiento	84
4.2.5.	Peso seco de la cosecha	87
4.2.6.	Materia seca (%)	88
4.2.7.	Longitud de raíz	90
V.	CONCLUSIONES	93
5.1.	Lechuga	93
5.2.	Acelga	94
VI.	RECOMENDACIONES	95
VII.	BIBLIOGRAFÍA	96
VIII.	ANEXOS	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Departamentos del Perú con mayor área verde en espacio públicos (m ²)	9
Tabla 2: Cantidad de área verde en m ² por habitante en distritos de Lima	9
Tabla 3: Composición química expresada en óxidos (%) de la perlita	11
Tabla 4: Análisis del biochar de eucalipto	14
Tabla 5: Análisis físico y químico de residuos de pino	15
Tabla 6: Análisis químico de residuos agroforestales	15
Tabla 7: Caracterización de turba rubia y negra	16
Tabla 8: Caracterización de humus a partir biosólidos de aguas residuales	17
Tabla 9: Análisis de humus a partir de excretas de ganado vacuno	17
Tabla 10: Caracterización de vermicompost a partir de fuentes orgánicas	18
Tabla 11: Caracterización de un sustrato con turba, perlita y humus	18
Tabla 12: Caracterización de bioles a los 121 días	24
Tabla 13: Comparación entre fertilizantes en el rendimiento de plantas	25
Tabla 14: Ficha técnica del biofertilizante líquido Alopes Forte	26
Tabla 15: Clasificación taxonómica de la lechuga	27
Tabla 16: Valor nutricional de la lechuga en 100 gramos	28
Tabla 17: Duración del ciclo del cultivo en función de la variedad y época del año	29
Tabla 18: Datos promedios de dos tipos de lechuga cosechada	32
Tabla 19: Resultados de 3 variedades de lechuga bajo producción hidropónica	32
Tabla 20: Rendimientos y Análisis económico variedades de lechuga hidropónica	33
Tabla 21: Producción regional de lechuga en el Perú del año 2018	36
Tabla 22: Rendimiento promedio (t/ha) regional de lechuga en el Perú del 2018	36
Tabla 23: Precio en chacra (soles/kg) de la lechuga en el Perú del 2018	37
Tabla 24: Precios promedios 2018-2019* de lechuga en el Mercado mayorista de Lima	37
Tabla 25: Resultados promedio de lechuga hidropónica Waldman's Green	38
Tabla 26: Resultados de lechuga bajo un sistema hidropónico recirculante NFT	38
Tabla 27: Clasificación taxonómica de la acelga	39
Tabla 28: Valor nutricional de 100 gramos de acelga fresca	40
Tabla 29: Resultados promedios de 3 cosechas de acelga orgánica	43
Tabla 30: Resultados de 2 variedades de acelga bajo sistema hidropónico	44

Tabla 31: Resultados de la producción de acelga bajo sistema vertical y horizontal	44
Tabla 32: Producción regional de Acelga en el Perú del año 2018	47
Tabla 33: Rendimientos regionales de acelga en el Perú del año 2018	47
Tabla 34: Precios en chacra de acelga en regiones del Perú en el 2018	48
Tabla 35: Precios promedios mensuales de acelga en el mercado mayorista de Lima	48
Tabla 36: Características morfológicas y rendimiento de la acelga ‘Lucullus’	49
Tabla 37: Análisis nutricional de hojas y peciolo de la acelga ‘Lucullus’	49
Tabla 38: Cantidad de insumos (%) usados para elaboración de sustratos	52
Tabla 39: Volumen de insumos (ml) usados por contenedor de 550 ml	52
Tabla 40: Fertilización utilizada para ambos cultivos	53
Tabla 41: Tratamientos para los cultivos de lechuga y acelga	53
Tabla 42: Análisis de pH y CE de los insumos utilizados en el sustrato	54
Tabla 43: Análisis químico de los sustratos	54
Tabla 44: Análisis físico de los sustratos	54
Tabla 45: Fertilización semanal para la lechuga	55
Tabla 46: Fertilización semanal para la acelga	57
Tabla 47: Costo de sustratos utilizados	58
Tabla 48: Gasto de agua en lechuga a los 31 días después del trasplante	58
Tabla 49: Gasto de agua en acelga a los 73 días después del trasplante	59
Tabla 50: Cálculo de nitrógeno aplicado en el cultivo de lechuga	59
Tabla 51: Gasto de fertilizante (g) en la lechuga	59
Tabla 52: Gasto de fertilizante (g) en la acelga	59
Tabla 53: Croquis del cultivo de acelga	60
Tabla 54: Croquis del cultivo de lechuga	60
Tabla 55: Efecto del sustrato y fertilización en el número de hojas de lechuga	63
Tabla 56: Efecto del sustrato y fertilización en la altura de las lechugas	66
Tabla 57: Efecto del sustrato y fertilización en el ancho de las lechugas	67
Tabla 58: Efecto del sustrato y fertilización en el peso fresco de la lechuga	69
Tabla 59: Efecto del sustrato y fertilización en el rendimiento (kg/m ²) de lechuga	71
Tabla 60: Efecto del sustrato y fertilización en el rendimiento (t/ha) de lechuga	72
Tabla 61: Efecto del sustrato y fertilización en el peso seco (g/planta) de la lechuga	74
Tabla 62: Efecto del sustrato y fertilización en el % de materia seca de la lechuga	75

Tabla 63: Efecto del sustrato y fertilización en la longitud de raíz de la lechuga	76
Tabla 64: Efecto del sustrato y fertilización en las hojas cosechadas de acelga	78
Tabla 65: Efecto del sustrato y fertilización en la longitud de hoja (cm) en la acelga	80
Tabla 66: Efecto del sustrato y fertilización en el peso fresco (g/planta) cosechado de acelga	83
Tabla 67: Efecto del sustrato y fertilización en el rendimiento (kg/m ²) de acelga	85
Tabla 68: Efecto del sustrato y fertilización en el rendimiento (t/ha) de acelga	86
Tabla 69: Efecto del sustrato y fertilización en el peso seco cosechado de acelga	88
Tabla 70: Efecto del sustrato y fertilización en el % de materia seca de acelga	89
Tabla 71: Efecto del sustrato y fertilización en la longitud de raíz en acelga	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Temperaturas promedio registradas en la estación Von Humboldt	50
Figura 2: Humedad relativa (%) registrada en la estación Von Humboldt	50
Figura 3: Sustratos en los bolsillos de la manta para jardín vertical	52
Figura 4: Almacigos de lechuga y acelga	56
Figura 5: Trasplante de acelga	57
Figura 6: Vista general del jardín vertical	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Desarrollo del cultivo de lechuga en un jardín vertical	112
Anexo 2. Plagas en el cultivo de lechuga	113
Anexo 3. Cosecha y postcosecha del cultivo de lechuga	114
Anexo 4. Desarrollo del cultivo de acelga en un jardín vertical	115
Anexo 5. Cosechas del cultivo de acelga	116
Anexo 6. Labores postcosecha del cultivo de acelga	117
Anexo 7. Plagas y condiciones adversas presentadas en el cultivo de acelga	118
Anexo 8. Aspecto de la raíz en el T9 y T2	119
Anexo 9. Posición del sol respecto al jardín vertical	119
Anexo 10. Datos meteorológicos diarios de la estación Von Humboldt (septiembre-noviembre del 2019)	120
Anexo 11. Cuadro ANOVA para la variable peso fresco en lechuga	123
Anexo 12. Cuadro ANOVA para la variable altura en lechuga	123
Anexo 13. Cuadro ANOVA para la variable largo de raíz en lechuga	123
Anexo 14. Cuadro ANOVA para la variable número de hojas en lechuga	124
Anexo 15. Cuadro ANOVA para la variable ancho en lechuga	124
Anexo 16. Cuadro ANOVA para la variable peso seco en lechuga	124
Anexo 17. Cuadro ANOVA para la variable % de materia seca en lechuga	125
Anexo 18. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento kg/m ² en lechuga	125
Anexo 19. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento t/ha en lechuga	125
Anexo 20. Cuadro ANOVA para la variable peso fresco total en acelga	126
Anexo 21. Cuadro ANOVA para la variable peso fresco en la 1ra cosecha de acelga	126
Anexo 22. Cuadro ANOVA para la variable peso fresco en la 2da cosecha de acelga	126
Anexo 23. Cuadro ANOVA para la variable peso fresco en la 3ra cosecha de acelga	127
Anexo 24. Cuadro ANOVA para la variable peso fresco en la 4ta cosecha de acelga	127
Anexo 25. Cuadro ANOVA para la variable longitud de hoja en acelga	127
Anexo 26. Cuadro ANOVA para la variable longitud de hoja en la 1ra cosecha de acelga	128
Anexo 27. Cuadro ANOVA para la variable longitud de hoja en la 2da cosecha de acelga	128

Anexo 28. Cuadro ANOVA para la variable longitud de hoja en la 3ra cosecha de acelga	128
Anexo 29. Cuadro ANOVA para la variable longitud de hoja en la 4ta cosecha de acelga	129
Anexo 30. Cuadro ANOVA para la variable n° total de hojas cosechadas en acelga	129
Anexo 31. Cuadro ANOVA para la variable n° de hojas en la 1ra cosecha de acelga	129
Anexo 32. Cuadro ANOVA para la variable n° de hojas en la 2da cosecha de acelga	130
Anexo 33. Cuadro ANOVA para la variable n° de hojas en la 3ra cosecha de acelga	130
Anexo 34. Cuadro ANOVA para la variable n° de hojas en la 4ta cosecha de acelga	130
Anexo 35. Cuadro ANOVA para la variable peso seco total en acelga	131
Anexo 36. Cuadro ANOVA para la variable peso seco en la 1ra cosecha de acelga	131
Anexo 37. Cuadro ANOVA para la variable peso seco en la 2da cosecha de acelga	131
Anexo 38. Cuadro ANOVA para la variable peso seco en la 3ra cosecha de acelga	132
Anexo 39. Cuadro ANOVA para la variable peso seco en la 4ta cosecha de acelga	132
Anexo 40. Cuadro ANOVA para la variable longitud de raíz en acelga	132
Anexo 41. Cuadro ANOVA para la variable % de materia seca en acelga	133
Anexo 42. Cuadro ANOVA para la variable % materia seca en la 1ra cosecha de acelga	133
Anexo 43. Cuadro ANOVA para la variable % materia seca en la 2da cosecha de acelga	133
Anexo 44. Cuadro ANOVA para la variable % materia seca en la 3ra cosecha de acelga	134
Anexo 45. Cuadro ANOVA para la variable % materia seca en la 4ta cosecha de acelga	134
Anexo 46. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento total kg/m ² en acelga	134
Anexo 47. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento kg/m ² en la 1ra cosecha de acelga	135
Anexo 48. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento kg/m ² en la 2da cosecha de acelga	135
Anexo 49. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento kg/m ² en la 3ra cosecha de acelga	135
Anexo 50. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento kg/m ² en la 4ta cosecha de acelga	136
Anexo 51. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento total t/ha en acelga	136

Anexo 52. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento t/ha en la 1ra cosecha de acelga	136
Anexo 53. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento t/ha en la 2da cosecha de acelga	137
Anexo 54. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento t/ha en la 3ra cosecha de acelga	137
Anexo 55. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento t/ha en la 4ta cosecha de acelga	137
Anexo 56. Ficha técnica del fertilizante foliar Cobbos	138
Anexo 57. Ficha técnica del repelente Kapsitron	139
Anexo 58. Resultados del cultivo de lechuga en el bloque 1	140
Anexo 59. Resultados del cultivo de lechuga en el bloque 2	141
Anexo 60. Resultados del cultivo de lechuga en el bloque 3	142
Anexo 61. Resultados de acelga del bloque 1 en la 1ra cosecha	143
Anexo 62. Resultados de acelga del bloque 2 en la 1ra cosecha	143
Anexo 63. Resultados de acelga del bloque 3 en la 1ra cosecha	144
Anexo 64. Resultados de acelga del bloque 1 en la 2da cosecha	145
Anexo 65. Resultados de acelga del bloque 2 en la 2da cosecha	146
Anexo 66. Resultados de acelga del bloque 3 en la 2da cosecha	147
Anexo 67. Resultados de acelga del bloque 1 en la 3ra cosecha	148
Anexo 68. Resultados de acelga del bloque 2 en la 3ra cosecha	148
Anexo 69. Resultados de acelga del bloque 3 en la 3ra cosecha	149
Anexo 70. Resultados de acelga del bloque 1 en la 4ta cosecha	149
Anexo 71. Resultados de acelga del bloque 2 en la 4ta cosecha	150
Anexo 72. Resultados de acelga del bloque 3 en la 4ta cosecha	150
Anexo 73. Longitud de raíz del cultivo de acelga	151

RESUMEN

La presente tesis se realizó en el vivero ornamental de la Universidad Nacional Agraria La Molina, tuvo como objetivo encontrar el mejor sustrato y tipo de fertilización para la producción de lechuga (*Lactuca sativa L.*) y acelga (*Beta vulgaris var. cicla L.*) bajo un sistema de jardín vertical.

Los sustratos utilizados fueron una mezcla comercial (S1: 30% perlita + 50% musgo + 20% humus) y dos mezclas con insumos alternativos (S2: 10% biochar + 20 % viruta + 20% cascarilla de arroz + 30% musgo + 20 % humus, S3: 20 % biochar + 20% viruta + 10% cascarilla de arroz + 30% musgo + 20% humus). Además, se aplicaron 3 tipos de fertilización (F1: sin fertilizantes, F2: orgánica y F3: inorgánica). El trabajo se realizó con un diseño de bloques al azar con arreglo factorial, teniendo 3 bloques, 2 factores (sustratos y tipos de fertilización). Generando 9 tratamientos (T1=S1F1, T2=S1F2, T3=S1F3, T4=S2F1, T5=S2F2, T6=S2F3, T7=S3F1, T8=S3F2 y T9=S3F3) con 5 unidades experimentales, el bloqueo se hizo con respecto a la altura y su correlación con la velocidad del viento. Para la comparación de medias entre los tratamientos, se utilizó la prueba de tukey con un nivel de significancia de 0.01.

Las variables evaluadas en el cultivo de lechuga fueron: número de hojas, altura, ancho, peso fresco, peso seco y longitud de raíz. Mientras que en cultivo de acelga se evaluó: el número de hojas, longitud de hojas, peso fresco, peso seco y la longitud de raíz al final.

Para ambos cultivos, los tratamientos que recibieron una fertilización química presentaron mejores resultados (T3, T6 y T9). Sin embargo, el tratamiento T9 presentó un mejor promedio de longitud de hoja en el cultivo de acelga y con el tratamiento T3 se obtuvo mejor promedio de número de hojas en la lechuga.

Palabras clave

Jardín vertical, sustrato, fertilización, lechuga, acelga, horticultura.

SUMMARY

The present thesis was carried out in the ornamental nursery of the Universidad Nacional Agraria La Molina, with the objective of finding the best substrate and type of fertilization for the production of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and chard (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) under a vertical garden system.

The substrates used were a commercial mixture (S1: 30% perlite + 50% moss + 20% humus) and two mixtures with alternative inputs (S2: 10% biochar + 20% wood chips + 20% rice husks + 30% moss + 20% humus, S3: 20% biochar + 20% wood chips + 10% rice husks + 30% moss + 20% humus). In addition, 3 types of fertilization were applied (F1: no fertilizers, F2: organic and F3: inorganic). The work was carried out with a randomized block design with factorial arrangement, having 3 blocks, 2 factors (substrates and types of fertilization). Generating 9 treatments (T1=S1F1, T2=S1F2, T3=S1F3, T4=S2F1, T5=S2F2, T6=S2F3, T7=S3F1, T8=S3F2 and T9=S3F3) with 5 experimental units, the blocking was done with respect to height and its correlation with wind speed. For the comparison of means between treatments, the Tukey test was used with a significance level of 0.01.

The variables evaluated in the lettuce crop were: number of leaves, height, width, fresh weight, dry weight and root length. In chard, the following variables were evaluated: number of leaves, leaf length, fresh weight, dry weight and root length at the end.

For both crops, the treatments that received chemical fertilization showed better results (T3, T6 and T9). However, the T9 treatment showed a better average leaf length in the chard crop and the T3 treatment showed a better average leaf number in lettuce.

Keywords

Vertical garden, substrate, fertilization, lettuce, chard, horticulture

I. INTRODUCCIÓN

Esta tesis propone desarrollar un estudio y evaluación sobre la producción y comportamiento de dos hortalizas de hoja, como la lechuga y acelga, en un jardín vertical. Pero para tener en cuenta la necesidad de realizar esta investigación hay que considerar algunos datos importantes.

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017), la población del departamento de Lima llegó a 9 485 405, llegando a estar entre las ciudades más habitadas de América Latina.

Esto conlleva a discutir sobre la gran demanda de alimentación y escasez de agua que irán en aumento conforme las personas solo se dediquen a consumir y no producir sus alimentos.

La Municipalidad de Lima (2018), menciona, en su proyecto sobre huertos urbanos, que se han perdido áreas agrícolas de buena calidad en los valles de los ríos Rímac, Lurín y Chillón, debido al aumento exponencial de la población limeña y el dinamismo económico.

El Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA, 2018), muestra la cantidad de área verde urbana por habitantes en Lima metropolitana, del cual obtenemos 4.9 m²/habitante como promedio, observándose gran diferencia entre sus distritos. Siendo aquellas zonas con menos áreas verdes donde se encuentran poblaciones de escasos recursos.

También, se sabe que la Organización Mundial de la Salud recomienda que, para una mejor calidad de vida, se debe tener 9 m² de área verde por habitante, lo que quiere decir que nuestra capital tiene un déficit en ese aspecto (Romero, 2017).

Visto lo anterior, los jardines verticales son una alternativa accesible para personas de todo nivel socioeconómico. Estos sistemas ayudarán solucionar el déficit de áreas verdes en ciertos distritos y permitirán que la población pueda cultivar sus propios alimentos en espacios reducidos, generando así un interés popular por este tipo de agricultura que no solo trae beneficios para el medio ambiente, sino también favorece a la seguridad alimentaria.

En diversas partes del mundo se le está prestando mayor interés a este tipo de agricultura, dándole un enfoque ornamental y también alimenticio, generando beneficios para el medio ambiente, la salud y bienestar mental de las personas sin la necesidad de usar grandes extensiones de terreno (Aliaga, 2016).

Tilman (1999, citado por la Food and Agriculture Organization, 2003), menciona que la intensificación de la agricultura ha generado un daño a escala mundial en los ecosistemas terrestres y acuáticos. También se sabe que el aumento en la producción en los últimos 35 años, está relacionado con el incremento en 1.7 veces las tierras irrigadas, 6.9 y 3,5 veces la fertilización nitrogenada y con fósforo respectivamente.

En materiales utilizados como sustrato, hay una disminución en su disponibilidad y aumento de costos, por lo que varios investigadores quieren encontrar sustratos alternativos que se usen comúnmente, tengan bajo precio y se puedan adquirir de manera sencilla (Kamp y Wiegand, 1983 citados por Pop, 2013).

Es por eso que se debe tomar en cuenta el uso de residuos industriales generados por la agricultura, ganadería u otro rubro, utilizándolos como sustratos para un sistema de jardín vertical. Entre los ejemplos se encuentra la cascarilla de arroz, aserrín, viruta, biochar, entre otros. Estos insumos ayudarían a reducir el impacto ambiental y los costos en este tipo de agricultura.

Burdick (1994, citado por la FAO, 2003), menciona que la agricultura orgánica permite que los ecosistemas se adapten mejor a los efectos de los cambios climáticos, también ofrece un mayor potencial para reducir la emisión de gases invernadero.

Por lo antes expuesto, es necesario dar un enfoque ambientalista a la presente investigación para generar datos comparativos entre un manejo de fertilización orgánica y química.

El objetivo de esta tesis fue obtener el mejor sustrato y tipo de fertilización para el cultivo de acelga y lechuga bajo un sistema de jardín vertical.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Jardín vertical o pared verde

El concepto de jardines verticales proviene de los famosos Jardines Colgantes de Babilonia, la cual fue considerada una de las siete maravillas del mundo antiguo (Palacios, 2014).

Se le conoce al botánico Patrick Blanc como el creador de la técnica del jardín vertical, cuyo término se empezó a usar desde 1988. Además, como dato, se sabe que el primer jardín vertical fue registrado en el año 2001 y construido en el hotel Pershing Hall de París (Castillo, 2014).

El modelo del jardín vertical moderno fue inventado por White entre 1931 y 1938, obteniendo la primera patente conocida para este tipo de sistema y conceptualizándolo como una respuesta al problema del diseño de jardines modernos (Hindle, 2012 citado por Aliaga, 2016).

Castillo (2014), menciona que el término Jardín vertical, se aplica a cualquier dispositivo que permita el crecimiento y desarrollo de todos los tipos de plantas, ya sean perennes, herbáceas o arbustos, de manera vertical.

Palacios (2014), menciona que se denomina jardín vertical o pared verde a la forma o estructura donde se tenga vegetación sobre una pared y dependiendo de la tecnología que se aplique, estos se pueden clasificar en dos categorías: Fachadas verdes y Muros verdes.

2.1.1 Fachadas verdes

En este tipo de jardín vertical, las plantas tienen sus raíces en el suelo, son medios de crecimiento lento y no necesitan un sistema de riego; también, dependiendo si los sistemas son directos o indirectos crecen de manera vertical sobre la fachada o con un sistema intermedio respectivamente (López, 2016).

Palacios (2014), indica que son sistemas donde plantas trepadoras o colgantes son manejadas para cubrir estructuras de soporte diseñadas para su crecimiento. Además, se han

desarrollado de una variedad de enrejados, paneles y sistemas de cable que ayudan para el apoyo de ese tipo de planta.

Palacios (2014), menciona y describe a los sistemas de fachadas verdes más utilizados, los cuales son:

- a. **Sistemas de espaldera:** Su estructura está diseñada para mantener una fachada de vegetación sin mantener contacto con la pared, ya que consiste en un panel hecho de alambre de acero galvanizado con la capacidad de mantener el peso de las plantas sobre su enrejado, de tal forma que estas, se adhieren a través de sus zarcillos. Debido a la rigidez y ligereza de la espaldera, pueden ser ubicadas entre otras estructuras o de manera independiente (Palacio, 2014).
- b. **Sistemas de cable y enrejado:** el primero consiste en cables individuales que tienen la tarea de soportar plantas de rápido crecimiento y gran follaje, mientras que el segundo trata de redes metálicas que se usan para apoyar vegetación de crecimiento lento necesitando un mayor soporte que se proporciona en intervalos más estrechos, lo que le da una ventaja en la flexibilidad y aplicación de diseños que los cables. Ambos sistemas utilizan cables de acero de alta resistencia, anclas y equipo complementario (Palacio, 2014).

2.1.2 Muros verdes

Estos sistemas aportan el agua y los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas desde la propia fachada (López, 2016). Son sistemas que se componen por paneles pre-sembrados, módulos verticales o mantas que se fijan de manera vertical a un pared o marco, pueden soportar una gran diversidad y cantidad de vegetación. El panel puede estar hecho de plástico, poliestireno expandido o tejido sintético (Palacios, 2014). Se clasifican en:

- a. **Sistemas Modulares:** Compuesto por placas cuadradas o rectangulares que contienen los medios de crecimiento que van a dar soporte y los nutrientes necesarios para las plantas, la composición del medio depende de la planta. Además, tienen un sistema de riego ubicado a diferentes niveles a lo largo de la pared, haciendo uso de la gravedad para trasladar el agua a través del sistema (Palacios, 2014).
- b. **Sistema de fieltro:** se compone por dos capas de tejido sintético con bolsillos, estos dan soporte físico a las plantas y al medio de crecimiento, apoyando las paredes de

fieltro en un marco y lámina impermeable. Tiene un sistema de riego que distribuye los nutrientes con el agua que se aporta desde la parte superior (Palacios, 2014).

2.2 Beneficios de los jardines verticales

A continuación, mencionaré algunos beneficios, según lo encontrado en la literatura, que traen estos sistemas.

2.2.1 Aumento de biodiversidad

Los jardines verticales pueden diseñarse como hábitats ecológicos alternativos aceptables tanto para microorganismos y animales pequeños como aves, abejas, murciélagos y otras especies más (Ottele, 2011).

El aumento de la variedad de plantas usadas en un jardín vertical incrementará la biodiversidad de este sistema, pero se debe tener en consideración los requerimientos de cada especie y su cuidadosa elección (Ekren, 2017).

López (2016), menciona que pueden servir como hábitat, ya sea de forma permanente como zona de tránsito entre áreas como parques o jardines, para especies como insectos u otros animales.

2.2.2 Aislamiento de sonido

Las plantas pueden absorber, reflejar y difractar el ruido, este efecto podría proporcionar un ambiente más cómodo y agradable en las áreas urbanas (Ottelé, 2011).

La introducción del concepto ecológico en el diseño de la barrera acústica es la mejor forma de embellecer la apariencia estética y, al mismo tiempo, hacer eco de la política gubernamental de ecologización urbana (Yeung, 2008).

El jardín puede actuar como una pantalla acústica dependiendo si tiene un espesor considerable, sistema parecido a los que se pueden encontrar junto al paso de las vías férreas o vía rodada de alta velocidad junto a zonas residenciales (López, 2016).

2.2.3 Aumento de la eficiencia energética

Según estudios, la fachada cubierta de plantas puede proteger aproximadamente el 80% de la radiación solar, mientras que una fachada desnuda recibe un 100% de exposición directa (Ottelé, 2011).

Palacios (2014), menciona los factores tales como el clima, la distancia entre las paredes del edificio, el tipo de envolvente y la densidad de la cobertura vegetal, condicionan el

porcentaje del ahorro energético, lo cual puede tener un impacto tanto en la refrigeración y calefacción.

2.2.4 Aumento de cantidad de espacios verdes en la ciudad

El área urbana podría volver a ganar áreas verdes, ya que la destrucción de estos espacios, originó la idea de la invención de jardines verticales (Ekren, 2017).

“Las Paredes Verdes tienen un gran potencial para cambiar de manera positiva el medio ambiente de áreas urbanas densamente pobladas, especialmente teniendo en cuenta las grandes superficies disponibles en edificios capaces de adaptarse a estas tecnologías” (Palacios, 2014).

2.2.5 Añade valor estético y económico a las estructuras

La fusión del arte, la ingeniería y la botánica creará nuevos usos para las plantas fuera de su hábitat natural y permitirá a los arquitectos e ingenieros construir jardines verticales con un múltiple propósito estético, tecnológico y la ecológico (Ottelé, 2011).

Castillo (2014), menciona que hay experiencias, sobre todo en Europa, donde el uso de cubiertas verdes ha proporcionado un valor agregado, seguido de un aumento del precio de edificios residenciales, oficinas, hoteles, áreas de recreación y esparcimiento.

2.2.6 Reducción del efecto isla de calor urbano

Una isla de calor urbana (UHI) es un área metropolitana que es significativamente más cálida que su área rural circundante. Hay varias razones que pueden explicar el efecto isla de calor, pero la razón principal es el excesivo desarrollo urbano, ya que materiales como el hormigón y asfalto absorberán el calor durante el día y lo almacenarán (Mir, 2011).

La vegetación tiene un comportamiento térmico y físico que conlleva una absorción del calor y luego lo utiliza a través del proceso de evapotranspiración, reduciendo la temperatura urbana (Castillo, 2014).

2.2.7 Mejora de la calidad del aire

Ottelé (2011), menciona que las hojas de las plantas proporcionan una gran superficie que es capaz de filtrar material particulado y otros contaminantes como nitratos y CO₂ durante el día. Además, comparando con algunas investigaciones, una fachada verde con *Hedera helix* es más eficiente para adsorber CO₂ y producir O₂ que un árbol de haya maduro.

El reverdecimiento vertical puede hacer circular mejor la contaminación del aire en contraste con los árboles, estos últimos pueden bloquear el continuo paso del material contaminante en la parte inferior de una calle entre edificios (cañón urbano) (Mir, 2011).

2.3 Agricultura urbana y familiar

La FAO y el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (IFAD) (2019), mencionan que “Propiciar y facilitar que los agricultores familiares consigan sistemas agrícolas diversificados, innovadores y dinámicos puede aumentar la disponibilidad de alimentos nutritivos, producidos de forma sostenible y adecuados desde el punto de vista cultural, lo cual puede incentivar las dietas saludables y, al mismo tiempo, promover la transición hacia sistemas alimentarios específicos para cada contexto, diversificados, resilientes y sostenibles”.

La FAO e IFAD (2019), mencionan que, para impulsar el desarrollo y sostenibilidad de los sistemas de agricultura familiar a nivel mundial y local, se debe tener en cuenta 7 medidas indicativas o pilares, los cuales son:

- Crear un entorno político propicio para fortalecer la agricultura familiar
- Apoyar a los jóvenes y asegurar la sostenibilidad generacional de la agricultura familiar
- Promover la equidad de género en la agricultura familiar y el papel de liderazgo de las mujeres rurales
- Fortalecer las organizaciones de los agricultores familiares y su capacidad para generar conocimiento, representar a sus miembros y prestar servicios inclusivos en el continuo urbano-rural
- Mejorar la inclusión socioeconómica, la resiliencia y el bienestar de los agricultores familiares y los hogares y comunidades rurales
- Promover la sostenibilidad de la agricultura familiar para conseguir sistemas alimentarios resilientes al cambio climático
- Fortalecer la multidimensionalidad de la agricultura familiar para lograr innovaciones sociales que contribuyan al desarrollo territorial y a sistemas alimentarios que salvaguarden la biodiversidad, el medio ambiente y la cultura

De acuerdo con la FAO (2014), para que la agricultura urbana en lima y periferia tenga un desarrollo sostenible, el gobierno debe de generar políticas públicas nacionales con el fin de

reconocer los beneficios de la producción de alimentos en áreas urbanas, promoviendo la priorización de esta actividad.

La FAO (2014), indica que para el 2025, Lima tendrá 11.5 millones de habitantes, extendiéndose las zonas urbanas más allá de las cuencas de los ríos Rímac, Chillón y Lurín, por lo que el reto está en generar las condiciones adecuadas y necesarias para potenciar la agricultura urbana y periurbana, la cual mejora la seguridad alimentaria, la nutrición, la conservación de recursos naturales y la salud pública en la capital.

El concepto de agricultura en zonas urbanas o ciudades, no es recién conocido o visto como fenómeno inédito. Existen hechos históricos que lo relacionan con momentos de emergencia como forma de abastecimiento de alimentos a las tropas en una guerra (Fantini, 2016).

La horticultura urbana abarca el cultivo de alimentos como frutas y vegetales, además de especies medicinales y ornamentales. Lo que implica una estrecha relación con la cultura y las tradiciones locales, además, en general se prefiere producir cultivos de ciclos cortos en la ciudad, mientras que, en áreas periurbanas, de ciclo medio o largo respectivamente (Orsini et al., 2013).

2.4 Agricultura vertical

Navas y Peña (2012), realizaron un trabajo donde formaron un híbrido entre la agricultura urbana y los jardines verticales, lo llamaron "Modulo para Huertas Urbanas Verticales", el cual permite que los participantes en esta práctica tengan la posibilidad de acercarse al autoabastecimiento, generando la seguridad alimentaria en sus hogares y rompiendo la cadena de distribuidores.

Forero (2006, citado por Navas y Peña, 2012), menciona que dentro de esta cadena de distribución se encuentra varios agentes, entre los cuales están los productores, comerciantes, intermediarios rurales, transportistas (fleteros), mayoristas y cooperativas que por lo general tienen contratos con supermercados. Hacen que, en la mayoría de casos, se incrementen los precios de forma exagerada tomando como pretexto el factor transporte.

Utami et al. (2012), realizaron una investigación para observar los rendimientos de hortalizas y algunos frutales en un sistema intensivo de camas levantadas, teniendo como resultado que la jardinería vertical es más adecuada para plantas que requieren la máxima luz solar, como frutas y también varias verduras. También obtuvo que el rendimiento en hortalizas g/planta es inferior al promedio en campo, pero mayor en un jardín vertical si se expresa en t/ha.

El Módulo para Huertas Urbanas Verticales (MHUV) combina las prácticas limpias y de autoconsumo que provienen de la agricultura urbana, con la intención estética y ahorro de espacio de los jardines verticales (Navas y Peña, 2012).

Navas y Peña (2012), mencionan que el uso de los MHUV genera beneficios como:

- Ser un diseño novedoso y llamativo para las personas al combinar el uso de la belleza de un jardín vertical y la utilidad en la agricultura urbana.
- Ser práctico y sencillo de usar, sin requerir mucha mano de obra
- Reducir el uso de insumos agroquímicos, obteniendo alimentos sanos y baratos sin la necesidad de tener que pagar a intermediarios

Utami et al. (2012), concluyen que, en un sistema de jardín vertical, la planta tiene menor incidencia de plagas y enfermedades, además, el cultivo y la cosecha son fáciles de realizar.

2.5 Áreas verdes en el Perú

El INEI (2016) nos brinda información sobre los departamentos con mayor cantidad de área verde en espacios públicos para el año 2015, siendo Lima la zona que más resalta en este aspecto como se observa en el siguiente cuadro:

Tabla 1: Departamentos del Perú con mayor área verde en espacio públicos (m²)

Departamento	Áreas verdes en espacios públicos (m ²)
Lima	29 729 352
Arequipa	3 161 168
La Libertad	2 811 062
Prov. constitucional del Callao	2 654 008
Lambayeque	1 246 662

Fuente: INEI (2016)

El SINIA (2018), nos muestra la cantidad de área verde (m² por habitante) que tienen los distritos de Lima para el año 2018, observándose una gran brecha entre algunos de ellos.

Tabla 2: Cantidad de área verde en m² por habitante en distritos de Lima

Distritos de Lima	Área verde (m ² /habitante)
San Isidro	22.09
Miraflores	13.84
La Molina	7.52
Independencia	2.73
Rímac	1.13
San Juan de Lurigancho	1.59

Fuente: SINIA (2018)

Según SINIA (2018), teniendo en cuenta los 43 distritos, la capital tiene en promedio 4.9 m² de áreas verdes públicas habilitadas por habitantes en Lima metropolitana.

La cantidad de área verde por persona en la capital, está por debajo de lo recomendado por la OMS, la cual indica que, para una mejor calidad de vida, una ciudad debería tener 9 m² de área verde por habitante (Romero, 2017).

El déficit de parques y jardines no solo se observa en Lima, también se presentan en las provincias de Trujillo y Arequipa, las cuales tienen 3.8 y 2 m² de área verde en espacios públicos respectivamente (Romero, 2017).

2.6 Sustratos

De acuerdo con Alvarado y Solano (2002), los sustratos o medios de crecimiento tienen 4 funciones las cuales son:

- Soporte y anclaje para la planta
- Retención de humedad
- Permitir la buena aeración o intercambio de gases entre la raíz y la atmósfera
- Depósito o fuente de nutrientes

Para la jardinería del tipo vertical, el medio de cultivo, además de propiciar las condiciones para un buen crecimiento de la raíz, debe ser liviano, capaz de soportar la vegetación y tener una óptima relación agua/oxígeno (Baixauli and Aguilar, 2002 citados por López et al., 2016).

Para que los sustratos puedan cumplir su función, deben de tener un peso liviano, buena porosidad, buen drenaje, pH ligeramente ácido, la capacidad de mantener su propiedades físicas y químicas (Alvarado y Solano, 2002).

Sustratos muy ligeros no siempre son deseados, ya que no conviene cuando el lugar del cultivo está expuesto a fuertes viento y el reacomodo de macetas puede ser una labor intensa y costosa (Davidson et al., 1994 citados por Cabrera, 1999).

Es necesario determinar las propiedades de mezclas y componentes del sustrato, ya que se pueden ajustar a los requerimientos mínimos deseados para las plantas (Cabrera, 1999).

Para la producción de plantas ornamentales se utilizan mezclas de sustratos orgánicos como la turba, cascarilla de arroz, composta, etc. Y también inorgánicos como perlita, vermiculita, arena, piedra pómez y otros subproductos minerales (Cabrera, 1999).

2.6.1 Inorgánicos

a. Perlita

La perlita es una roca ígnea que se forma por el enfriamiento de las erupciones volcánicas, sus colores varían de gris a negro (Raji et al., 2019 citado por De Oliveira et al., 2019).

La perlita expandida es muy ligera con una densidad de 0.1 g/cm³, siendo muy poroso y con una fuerte acción capilar, puede contener de 3 a 4 veces su peso en agua. Tiene un pH neutral que varía de 7.0 a 7.5, pero no tiene capacidad de amortiguación y no contiene nutrientes minerales (Papadopoulos et al., 2008).

Al ser un material inerte, el reciclaje de perlita no plantea problemas medioambientales, pero al ser usada con nuevos medios para obtener cultivos sucesivos es costoso, y recuperar el gasto puede resultar difícil en el mercado (Papadopoulos et al., 2008).

Además, al reutilizar la perlita sin procesar, para producir cultivos sucesivos, presenta riesgos debido a la compactación de los medios, la acumulación de sal y la contaminación de plagas (Hanna y Smith, 2002 citados por Papadopoulos et al., 2008).

Tabla 3: **Composición química expresada en óxidos (%) de la perlita**

Óxido	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O
Porcentaje	73.1	15.3	0.8	0.05	1.05	3.65	4.5

Fuente: Olympios (1992, citado por Raviv y Lieth, 2008)

2.6.2 Orgánicos

a. Cascarrilla de arroz

Es un subproducto de la industria molinera en zonas arroceras, es abundante y tiene buenas propiedades para ser usado como sustrato hidropónico (Salazar y Sánchez, 2013).

Entre sus propiedades físico-químicas, se menciona lo siguiente:

- Es un sustrato liviano, con buena aireación y buen drenaje, pero al inicio puede presentar baja retención de humedad. Presenta una capacidad de intercambio catiónico de 2-3 meq/100 ml y una densidad a granel de 0.12-0.13 gr/ml, además tiene una baja tasa de descomposición debido a su alto contenido de sílice que está en

12-13%, sin embargo, a partir de los dos años ya se va descomponiendo (Calderón y Cevallos, 2001 citados por Salazar y Sánchez, 2013).

- En su forma carbonizada, aporta fósforo y potasio, además de ayudar a corregir la acidez del suelo. Este sustrato puede ser usado directamente o tras sufrir un proceso de descomposición, un ejemplo es el uso del kuntan en Japón, el cual consiste en cascarilla de arroz tostada en un horno de 300-600°C (Burés, 1997 citado por Salguero, 2018).
- Presenta un pH neutro, con alto contenido inicial de potasio y bajo de calcio y magnesio. Tiene una densidad aparente de 0.09 y 0.22 gr de masa seca por cm³ (Quintero et al., 2011 citados por Flores 2018).
- Puede presentar problemas de residuos de cosecha como herbicidas, problemas con el humedecimiento inicial y para su conservación húmeda de forma homogénea (Grist, 1982 citado por Telencha, 2018).

Existen algunas prácticas de manejo para la cascarilla con el fin de mejorar sus propiedades, las cuales son:

- Para ser usada como sustrato, se debe realizar una buena fermentación mojando y moviendo constantemente la cascarilla de arroz por una semana, lo cual ayuda a limpiar ciertos almidones que generan problemas en la producción (Calderón, 1989 citado por Telencha, 2018).
- Se realiza una quema parcial de la cascarilla para mejorar la humectabilidad, sin embargo, aumenta poco la capilaridad ascensional y retención de humedad (Calderón, 2002 citado por Salguero, 2018).
- Para la quema parcial de la cascarilla, se apila y se enciende fuego por el costado hasta obtener el grado de quemado que se desea (Quintero et al., 2011 citados por Flores, 2018).

b. Biochar

Es el producto rico en carbono por la descomposición térmica de material orgánico (madera, estiércol, hojas, etc.) en condiciones de poco oxígeno y temperaturas menores a 700°C, el biochar se produce con la intención de ser aplicado al suelo como un medio para mejorar la

productividad del suelo, el almacenamiento de carbono o la filtración del agua en el suelo (Lehmann y Joseph, 2009).

Según Lehmann y Joseph (2009), explican 4 motivos por los cuales se debe seguir investigando el beneficio de la aplicación del biochar, los cuales son:

- Mejoramiento del suelo: Facilita el manejo sostenible de los recursos del suelo y el agua, por lo general utilizado como enmienda mejorando la productividad.
- Gestión de residuos: Se puede aprovechar la cantidad residuos orgánicos de la ciudad y el sector agrícola, disminuyendo indirectamente la contaminación ambiental, recuperando energía de los desechos y disminuyendo costos en la gestión.
- Producción de energía: No satisface la necesidad energética, sin embargo, desde un punto ambientalista, el enfoque bioenergética que se le debe dar al uso de biochar es con la finalidad de generar futuros suministros de energía verde.
- Mitigación del cambio climático: Se basa en el secuestro del CO₂ atmosférico a través de la aplicación de biochar al suelo. Ya que, al convertir la biomasa en carbón vegetal, evita que el dióxido de carbono asimilado por las plantas se libere rápidamente a la atmósfera cuando estas se encuentren en proceso de descomposición.

Según algunas investigaciones, se puede observar que el pH del biochar utilizado como enmienda es por lo general de naturaleza alcalina, pero se puede producir en un rango entre 4-12 (Lehmann, 2007 citado por Chan y Xu, 2009).

Kartika et al. (2017), encontraron en su investigación, que las partículas de biochar aplicadas más grande (mayor a un 1 mm), aumenta más el pH que las de tamaño pequeño. Además, se halló que, con el uso de partículas finas menores a 1 mm, aumenta la concentración de P disponible.

Kartika et al. (2017), hallaron en su estudio sobre los efectos de la aplicación del biochar en el rendimiento del cultivo de arroz en un humedal ribereño de pH 4.24, que su tratamiento de con la dosis de 3 t/ha de partículas finas (menores 1 mm) causó un aumento en el peso del grano por panícula, el número de espiguillas rellenas y el peso de 1000 granos.

De Oliveira et al. (2018), encontró en sus estudios que los valores más bajos de densidad del suelo y los valores más altos de capacidad de retención de agua se obtuvieron con dosis de biochar entre 3.5 y 7 t/ha y granulometría media entre 1.4 y 1.65 mm. Sin embargo, menciona, en sus discusiones, que la granulometría de biochar influye en su acción, movilidad y destino en el suelo y que no hay diferencias de la productividad del cultivo en los rangos del tamaño de partícula entre 2-20 mm.

De acuerdo con Guerra (2015), el pH de la solución de biochar va a depender del tipo de materia prima empleada, de su composición y de las condiciones de pirólisis.

Guerra (2015), halló que con una pirólisis total usando cáscara de cacao, corteza de palmito y peciolo - hoja de palma, se obtiene un pH entre 8.28-10.20 con valores de conductividad eléctrica que llegan a los 6.9 dS/m.

Iglesias (2018), convirtió biomasa de eucalipto en biochar realizando los dos tipos de pirólisis (lenta y rápida), encontrando un aumento de pH y conductividad eléctrica (CE) entre el estado normal y el pirolizado.

Tabla 4: Análisis del biochar de eucalipto

Parámetro	Biochar por pirólisis rápida de la corteza	Biochar por pirólisis rápida de ramas	Biochar por pirólisis lenta de la corteza	Biochar por pirólisis lenta de ramas
pH	7.91	11.09	10.36	9.91
CE (dS/m)	5.03	6.09	15.5	3.42

Fuente: Iglesias (2018).

c. Viruta

La corteza, aserrín y viruta de pino son desechos y subproductos de aserraderos y talleres de carpintería, los cuales son utilizados normalmente como sustratos del suelo para aumentar la retención de humedad (Cruz et al., 1987 citado por López 2007).

Hartmann y Kester (1988 citados por López, 2007), mencionan que es necesario una composta de 8 y 10 semanas para utilizar materiales desechados por carpinterías, ya que pueden contener sustancias tóxicas para la planta como fenoles, resinas, terpenos, y taninos.

Gayosso et al. (2018), realizaron en su investigación una caracterización física y química de sustratos orgánicos como la viruta (con diferente tamaño de partícula) y aserrín de pino, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 5: Análisis físico y químico de residuos de pino

Evaluaciones	Aserrín	Viruta ($\leq 10\text{mm}$)	Viruta ($\leq 5\text{mm}$)
pH	7.1	-----	-----
CE (dS/m)	1.43	-----	-----
% de poros	86.83	91.21	87.35
% de macroporos	29.74	74.08	50.73
% microporos	57.09	17.13	36.63
Densidad aparente (g/cm^3)	0.14	0.08	0.13
CIC (meq/100g)	9	-----	-----
N %	0.023	-----	-----
P (mg/kg)	0	-----	-----
K (mg/kg)	1600.48	-----	-----

Fuente: Gayosso et al. (2018)

Pop (2013), en su investigación con materiales de residuos agroforestales obtuvo los siguientes datos del aserrín:

Tabla 6: Análisis químico de residuos agroforestales

	pH	% N	% P ₂ O ₅	% K ₂ O
Aserrín	5.40	0.52	0.34	0.06

Fuente: Pop (2013)

d. Turba

Los oconales o turberas son lugares donde el suelo está permanentemente inundado por agua deshielada de los glaciares, formando vegas o ciénagas; se establece una flora herbácea, donde el componente más importante es *Distichia muscoides* (Flores et al., 2005).

En las turberas se forma la turba, la cual es un suelo orgánico que se forma por la acumulación de los tejidos de esta y otras plantas que crecen sobre los restos de terceras ya descompuestas (Domínguez et al., 2013).

En los últimos años, se ha intensificado la extracción de la turbera de *Distichia*, fundamentalmente para su utilización en la preparación de tierra vegetal en los viveros de Lima y otras ciudades, también se utiliza como combustible (Flores et al., 2005).

La turba rubia, la que es utilizada comercialmente como sustrato, tiene un mayor contenido de materia orgánica y un menor grado de descomposición, presentando evidentes restos de vegetales. Mientras que la turba negra está más descompuesta y no presenta resto vegetal a simple vista (Domínguez et al., 2013).

Delgado et al. (2016), realizaron una caracterización de turba rubia y negra obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 7: Caracterización de turba rubia y negra

Tipo de sustrato	pH	CE (dS/m)	%N total	%P total	%K total	Densidad aparente	Humedad %
Turba negra	6.17	0.95	0.98	0.93	1.96	0.12	67.72
Turba rubia	3.52	0.37	1.14	0.95	2.17	0.13	67.9

Fuente: Delgado et al. (2016)

e. Humus

El humus es la parte restante de la materia orgánica que ha sido utilizada y transformada por organismos diferentes del suelo, siendo un material relativamente estable formado por sustancia húmicas, que incluyen ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, ácidos himatomelánicos y huminas (Tan, 1994 citado por Bot y Benites, 2005).

En la práctica de vermicompostaje, se produce humus a partir de la estabilización de la materia orgánica por la acción de las lombrices, las cuales son capaces de nutrirse de sustratos residuales (Chávez et al., 2017).

Usualmente el producto de la lombriz es llamado equivocadamente humus, pero en realidad se denomina vermicompost (Román et al., 2013).

El humus de lombriz, vermicompost o lombricompost se obtiene a través de la lombricultura, esta técnica permite aprovechar y transformar casi todos los residuos sólidos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, ganaderas, agroindustriales y urbanas (Mulet et al. 2008).

El vermicompost ayuda a mejorar la estructura de suelo, aumentar la retención de agua, aportar microorganismos benéficos, además de enzimas y otros metabolitos que participan en la transformación de la materia orgánica (Román et al., 2013).

El humus de lombriz está compuesto por C, O₂ y N, así como macro y micronutrientes, del cual su concentración dependerá de la fuente de origen y humedad del material al finalizar el proceso (Fraile y Obando, 1994 citados por Durán y Henríquez, 2007).

Chávez et al. (2017), obtuvieron humus usando la lombriz *Eisenia foetida* teniendo como sustrato a biosólidos provenientes de aguas residuales, hicieron comparaciones obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 8: Caracterización de humus a partir biosólidos de aguas residuales

Muestra	pH	Contenido de humedad (%)	Densidad aparente (g/cm ³)	(C/N) %	N%	P%	K%
Humus	6.8	69.30	1.2	18.4	4.9	2.7	1.4

Fuente: Chávez et al. (2017)

Mulet et al. (2008), produjeron humus a partir de excretas de ganado vacuno usando dos tipos de lombrices, la roja californiana (*Eisenia foetida*) y la roja africana (*Eudrilus eugeneae*), obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 9: Análisis de humus a partir de excretas de ganado vacuno

Muestra	pH	% MO	N %	P %	K %	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)
Humus	7	21.8	2.6	1.2	0.39	40.92	16.74

Fuente: Mulet et al. (2008)

Mulet et al. (2008) también obtuvieron en su estudio que la composición de microorganismos en el humus que se produjo, tiene un alto predominio de bacterias a comparación con la cantidad de hongos y actinomicetos encontrados, aceptable para la descomposición de la materia orgánica y aumento de la diversidad biológica del suelo.

Durán y Henríquez (2007), produjeron vermicompost a partir de 5 sustratos orgánicos como desechos domésticos (materiales verdes de cocina), estiércol de vacuno, desechos de la producción bananera (mezcla de pedazos de fruto de banano y pinzote), desechos de plantas ornamentales (follaje picado de Dracaenas) y broza de café, obteniendo los siguientes resultados en sus análisis:

Tabla 10: Caracterización de vermicompost a partir de fuentes orgánicas

Vermicompost de diversas fuentes	pH	CE (dS/m)	%MO	%N	%P	%K
Domésticos	8.2	1.3	29.0	3.1	1.7	3.3
Estiércol	7.8	0.3	33.1	1.8	2.0	1.1
Banano	9	1,5	35.2	2.9	1.7	6.8
Ornamental	7.8	0.6	37.1	2.2	1.5	1.3
Broza	6.9	0.3	29.3	1.8	1.3	0.8

Fuente: Durán y Henríquez (2007)

Tombion et al. (2016), obtuvieron características físico-químicas de un sustrato obtenido por la combinación de turba y perlita con diferentes % de humus, mostrando los siguientes resultados:

Tabla 11: Caracterización de un sustrato con turba, perlita y humus

Parámetros evaluados	Sustrato sin humus	Sustrato con 20% de humus	Sustrato con 40% de humus
pH	4.47	5.98	6.47
CE (dS/m)	0.22	1.36	2.04
Nitratos (mg/L)	473	1122	1492
Calcio (mg/L)	102	2587	6641
Magnesio (mg/L)	47	432	774
Potasio (mg/L)	84	1722	3676
Sodio (mg/L)	45	730	951
% Materia orgánica	58	52	50
Densidad aparente (kg/m ³)	0.13	0.17	0.21
Porosidad de aire (%)	12	11	18
Porosidad de agua (%)	79	78	71
Porosidad total (%)	92	91	89

Fuente: Tombion et al. (2016)

2.7 Fertilización

El fertilizante es una sustancia para mejorar la salud, crecimiento y rendimiento de la planta. Esta tecnología se fue desarrollando a medida que se descubrieron las necesidades químicas en los cultivos (Tyagi et al., 2018).

Reetz (2016), menciona que más del 48% de las personas viven gracias al incremento de la producción de cultivos originado por los fertilizantes con nitrógeno, por lo que a medida que aumente la demanda de alimentos, será mayor la dependencia hacia la fertilización.

De todos los elementos naturales, para la planta son esenciales 17 de los cuales 3 son carbono, hidrógeno y oxígeno, estos se absorben en grandes cantidades a través del aire y del agua. Los otros 14 nutrientes son absorbidos a través de las raíces de las plantas (Reetz, 2016).

Estos se dividen en macronutrientes (primarios y secundarios) y en micronutrientes o microelementos, en el primer grupo se encuentran 3 que son necesarios para la planta en mayor cantidad, los cuales son nitrógeno, fósforo y potasio (FAO, 2002).

2.7.1 Macronutrientes

El nitrógeno debe convertirse en su forma química de amonio y nitrato para poder ser asimilado y usado por la planta (Reetz, 2016). Componente importante para la formación de aminoácidos y proteínas, involucrado en todos los procesos de desarrollo y crecimiento de las plantas (FAO, 2002)

El fósforo se encuentra concentrado en la materia orgánica y minerales del suelo, pero para poder ser usado por la planta, tiene que convertirse en iones de fosfato inorgánico H_2PO_4 y HPO_4 (Reetz, 2016). Tiene un papel importante en la transferencia de energía, fotosíntesis y en la diferenciación de células para el desarrollo de tejidos que forman los puntos de crecimiento de la planta (FAO, 2002).

El potasio se encuentra en los minerales del suelo, también es absorbido como ión K^+ por las partículas del suelo y la materia orgánica, en esa forma se introduce a la planta a través de las raíces (Reetz, 2016). Es un activador enzimático que es pieza importante en la síntesis de carbohidratos, también mejora el régimen hídrico de la planta y le permite tener una mayor tolerancia a condiciones adversas con una menor sensibilidad contra el ataque de enfermedades (FAO, 2002).

El grupo de los macronutrientes secundarios también se absorben en cantidades considerables, este grupo lo conforman el calcio, azufre y magnesio (FAO, 2002).

El Azufre se encuentra en el suelo como sulfatos inorgánicos y compuestos orgánicos del mismo elemento, pero para poder ser asimilado por la planta, tiene que mineralizarse al anión

sulfato (SO₄) (Reetz, 2016). Forma parte de las proteínas y está relacionado con la formación de la clorofila (FAO, 2002).

El Calcio, según el tipo de mineralogía, forma parte del 0.1 al 25% del suelo y se recomienda mantener un rango óptimo de pH que condicione cierta cantidad de este elemento para el adecuado desarrollo de la planta. Es un constituyente importante de la pared celular (Reetz, 2016).

El Magnesio en su forma soluble como el MgSO₄, ayuda a corregir deficiencias en las plantas, ya que en lugares lluviosos o en suelos ácidos, ocurre una lixiviación de este elemento desde la zona radicular (Reetz, 2016). Es el constituyente central de la clorofila y está relacionado con reacciones enzimáticas referente a la transferencia de energía en las plantas (FAO, 2002).

2.7.2 Micronutrientes

El grupo de micronutrientes están conformados por hierro (Fe), zinc (Zn), cobre (Cu), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), cloro (Cl), boro (B) y níquel (Ni), los cuales solo serán necesarios para el desarrollo de la planta en pequeñas cantidades. También cobalto (Co) y el silicio (Si) son beneficiosos, pero no son requeridos por todas las especies de plantas (Reetz, 2016).

a. Hierro

Es un elemento necesario para la síntesis de la clorofila, mantener la estructura del cloroplasto y la actividad enzimática. También regula procesos como la respiración, la fotosíntesis, la reducción de nitratos y sulfatos. Cuando el elemento está deficiente en la planta, se produce una clorosis intervenal observándose en las hojas nuevas, reducción de las raíces laterales y aumento de la actividad de las células transportadoras en la raíz (Eskandari, 2011).

b. Zinc

Es componente de 6 clases de enzimas como las oxidorreductasas, transferasas, hidrolasas, liasas, isomerasas, ligasas (Tripathi et al., 2015). Elemento importante para la síntesis de proteínas, también forma parte del ARN polimerasa y los ribosomas. Las plantas con deficiencia de zinc presentan síntomas como acortamiento de entrenudos, reducción de formación de brotes frutales, clorosis intervenal y a veces una mancha de color rojo en las hojas (Lohry, 2007).

c. Cobre

Es un elemento que forma parte de varios sistemas enzimáticos, interviene en la formación de la pared celular, transporte de electrones y reacciones de oxidación (Tavakoli et al., 2014). Los síntomas de deficiencia en las plantas son hojas cloróticas o verde azuladas con márgenes enrollados, muerte de brotes jóvenes, crecimiento atrofiado y escaso desarrollo de floración y fructificación en plantas anuales generando hasta la muerte de plántulas (Lohry, 2007).

d. Manganeso

Es un activador de varias enzimas, ayuda al hierro para formar la clorofila. También es componente de la superóxido mutasa, enzima que tiene la función de protección contra radicales libre de oxígeno, convirtiéndolos en peróxido de hidrógeno y luego descomponiéndose en agua. Sus síntomas cuando está deficiente en la planta es una clorosis intervenal en hojas jóvenes, con una gradación de coloración verde pálido con color más oscuro al lado de las venas (Lohry, 2007).

e. Molibdeno

Este elemento forma parte de la enzima nitrato reductasa, la cual reduce el nitrato que absorbe la planta en amonio, para luego poder incorporarse a los compuestos orgánicos. Su deficiencia se presenta como una clorosis en las hojas más maduras, similar como se presenta en el caso del nitrógeno (Melgar, 2011).

f. Cloro

Este elemento juega un papel importante en la apertura y cierre de estomas, la cual está medida por el flujo del potasio y aniones como el malato y cloruro (Marschner, 1995 citado por Chen et al., 2010). Se acumula principalmente en los cloroplastos y contribuye con la fotosíntesis, su deficiencia en la planta se presenta como marchitez, clorosis, necrosis y una decoloración de bronce inusual (Li et al., 2002 citado por Chen et al., 2010).

g. Boro

Desempeña un papel importante en la biosíntesis y la estructura de la pared celular, también en la integridad de la membrana plasmática (Marschner, 2002 citado por Martínez et al., 2009). Su deficiencia se presenta como un trastorno nutricional generalizado, también se

presenta decoloración y muerte de brotes terminales, internudos cortos, clorosis y hojas deformadas (Lohry, 2007).

h. Níquel

Se le considera esencial para la planta desde los años 80, su principal función se encuentra en la hidrólisis de la urea y fijación de nitrógeno. Su deficiencia es presentada de diversas formas según varios autores y depende del tipo de planta, desde clorosis intervenal hasta necrosis en las puntas de las hojas (López y Magnitskiy, 2011).

2.7.3 Fertilizantes químicos

Los fertilizantes minerales están formados en general por compuestos inorgánicos (Saña et al., 1996 citado por Ancín, 2011). La fertilización mineral tiene como objetivo aumentar la productividad aplicando productos químicos de síntesis, los cuales tienen elementos esenciales para las plantas (Ancín, 2011).

Los fertilizantes sintéticos modernos contienen nitrógeno, fósforo y potasio, con nutrientes adicionales, pero los ecologistas discuten su uso a largo plazo pese a que se tiene mejoras con respecto a la calidad y cantidad de alimentos disponibles (Tyagi et al., 2018).

Los fertilizantes en el mundo se aplican de manera sólida (90%) y líquida, en el primer caso se encuentran en polvo o granulado, mientras que en el otro comprenden amoníaco anhidro, soluciones acuosas de amoníaco y soluciones acuosas de nitrato de amonio o urea (Tyagi et al., 2018).

a. Úrea

La úrea es uno de los fertilizantes que concentra mayor cantidad de nitrógeno con un 46 %, además de estar entre los más económicos del mercado (Sierra, 2010).

La úrea también se puede encontrar en la naturaleza, esta se encuentra en la orina que expulsan los animales. Tiene una solubilidad en agua (20°C) de 1080 g/L la cual permite que se aplique de manera líquida, pero normalmente se incorpora al suelo o se aplica en la superficie (IPNI, 2013).

Al entrar en contacto con el suelo, la úrea, por la acción de la enzima ureasa, se convierte en NH_3 , aquí es cuando se tienen pérdidas por volatilización, las cuales pueden ser reducidas por prácticas de manejo. Además, este fertilizante se mueve en el suelo con la humedad edáfica hasta que se hidroliza en la forma NH_4 (IPNI, 2013).

La velocidad de hidrólisis de la urea depende de varios factores como la temperatura, humedad, %MO, pH inicial del suelo, tipo de suelo y concentración de la ureasa (Sierra, 2010).

Una vez superado el 7.5 de pH, se tienen problemas con el aumento drástico de pérdida por volatilización, también se debe considerar que, con respecto a este problema, en suelos con pH más alto hay mayor susceptibilidad que en suelos ácidos (Gardinier et al., 2013).

El rango de pH óptimo para la actividad de la enzima ureasa se encuentra entre 6.5 y 7, la hidrólisis total de la urea toma 30 días en suelos arenosos y 14 días en suelos arcillosos (Sierra, 2010).

La alta humedad puede aumentar el riesgo de volatilización de la urea aplicada en la superficie, sin embargo, la hidrólisis es casi nula cuando el suelo está seco, ya que la conversión requiere de agua (Gardinier et al., 2013).

Las plantas utilizan el amonio y nitrato como fuente de nitrógeno, los cuales son producidos luego de la transformación de la urea por efecto de la ureasa y los microorganismos. La hidrólisis del fertilizante ocurre a pocos días de su aplicación (IPNI, 2013).

b. Nutriphos-p

Según Feys Perú Producción y Comercio (2018), en su ficha técnica, mencionan que este producto de fórmula $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$, presenta un pH de 3.5, humedad de 2.5%, densidad de 1.03 g/cc y una formulación granulada. Contiene 9 elementos esenciales para las plantas, presentándose con 24% de P_2O_5 y 35% de Ca, también tiene extractos húmicos para mejorar la asimilación de nutrientes y la estructura del suelo. Este fertilizante puede ser aplicado a casi todos los cultivos, recomendando su aplicación con el abonamiento de fondo o de forma fraccionada según el manejo agronómico.

c. Sulfato de potasio

Según Molinos y Cía (2018), en su ficha técnica, mencionan que este producto de fórmula química K_2SO_4 , presenta una solubilidad de 10 kg en 100 litros de agua a 20° C, un pH solución de 2.7 y un aspecto de polvo blanco. Contiene K_2O en un 50% y Azufre en 18%, recomendándose su aplicación en fertirriego y foliar con previa prueba para observar su efecto en el cultivo.

2.7.4 Fertilizantes orgánicos

El abono orgánico es un residuo animal o vegetal transformado, el cual posee materia orgánica y elementos esenciales para las plantas (Ancín, 2011).

Pese a que la materia orgánica tenga un contenido de nutrientes bajo y variable, mejora la estructura, reduce la erosión, regula la temperatura y mejora la retención de humedad del suelo (FAO, 2002).

Las aplicaciones de fertilizantes junto con abonos orgánicos presentan beneficios mutuos, ya que el estiércol orgánico evita la pérdida de nutrientes y contrarresta el efecto residual ácido y alcalino de los fertilizantes en el suelo (Tyagi et al., 2018).

a. Biol

Es un abono orgánico líquido proveniente de la descomposición, en ausencia de oxígeno, de residuos animales y vegetales. Además, contiene nutrientes disponibles para la planta (INIA, 2008).

De acuerdo con el INIA (2008), el uso de biol tiene ventajas, las cuales son:

- Se pueden elaborar a base de una gran variedad de insumos de las comunidades
- Su preparación puede ser fácil y adecuarse a cualquier tipo de envase
- Mejora el vigor del cultivo y permite que la planta soporte condiciones ambientales adversas y el ataque de plagas y enfermedades.

Pero también puede presentar inconvenientes como un tiempo largo desde la preparación hasta su uso y que, en grandes extensiones de terreno, se requiere de una mochila para su aplicación (INIA, 2008).

Díaz (2017), trabajó con 4 formulaciones diferentes de biol, obteniendo en su análisis químico los siguientes resultados:

Tabla 12: **Caracterización de bioles a los 121 días**

Tratamientos	pH	CE (dS/m)	N (mg/L)	P (mg/L)	K (mg/L)
B1	6.8	11.4	905	141	1265
B2	7.3	28.3	2320	199	4360
B3	5.7	29.5	3186	290	3333
B4	6.6	24.4	1409	211	3773

Fuente: Díaz (2017)

Díaz (2017), menciona que sus bioles 2, 3 y 4, van a requerir una mayor disolución en su uso por su elevada CE, alterando así su contenido de nutrientes.

Warnars y Oppenoorth (2014), mencionan que el biol se puede aplicar de manera foliar (pulverizado sobre la planta), de forma líquida (diluida) en las raíces y seca o como compostaje (con técnicas de riego para abastecer de agua al cultivo).

La composición nutricional del biol depende del sustrato original, tipo de digestor y proceso anaeróbico. Además, es rico en materia mineral y orgánica, también en nutrientes como son el N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, diferentes tipos de aminoácidos y metales tales como el cobre y el zinc (De Groot and Bogdanski, 2013 citados por Warnars y Oppenoorth, 2014).

Gurung (1998, citado por Warnars y Oppenoorth, 2014), comparó distintos fertilizantes y halló aumentos en los rendimientos usando biol en los cultivos de repollo, mostaza y papa.

Tabla 13: Comparación entre fertilizantes en el rendimiento de plantas

Fertilizantes	Aumento en el % de repollos	Aumento en el % de mostaza	Aumento en el % de papa
Control	-----	-----	-----
Estiércol de granja	18.67	25.8	25.33
Biol	20.63	45.75	34.75

Fuente: Gurung (1998, citado por Warnars y Oppenoorth, 2014)

b. Alopes Forte

Es un biofertilizante líquido natural producido a partir de recursos hidrobiológicos, mediante procesos biotecnológicos de fermentación homoláctica controlada. Activa procesos fisiológicos de las plantas, rico en L-aminoácidos libres, péptidos, vitaminas, enzimas, ácidos orgánicos, macro y micro elementos quelados orgánicamente (Nogafer, 2019).

Nogafer (2019), recomienda aplicar al suelo, en hortalizas, después de la emergencia o establecido el trasplante. De preferencia realizar la aplicación al amanecer o atardecer. La composición del producto en mención es la siguiente:

Tabla 14: **Ficha técnica del biofertilizante líquido Alopes Forte**

Ítem	Valor o contenido
pH	4.06
CE	22.4 dS/m
Solidos totales	242.02 g/L
M.O.	206.3 g/L
N	17612 mg/L
P	1906 mg/L
K	6950 mg/L
Ca	2186 mg/L
Mg	860 mg/L
Na	1975 mg/L
Fe	43.6 mg/L
Cu	1.75 mg/L
Zn	9.35 mg/L
Mn	1.9 mg/L
B	7.83 mg/L
Ácidos húmicos	4.73 % (p/v)
Ácidos fúlvicos	4.53 % (p/v)
Huminas	7.65 % (p/v)

Fuente: Nogafer (2019)

2.8 Lechuga

2.8.1 Generalidades

Con respecto al origen del cultivo de la lechuga, según diversos autores, se dice lo siguiente:

- Vera (2008, citado por La Rosa, 2015), menciona que el origen de la lechuga no es tan conocido y que mientras algunos afirman que proviene de la India, otros indican que se originó en América del Norte y regiones templadas entre Europa y Asia, a partir de la especie *Lactuca serriola* L.
- Mallar (1978, citado por Salinas, 2013), menciona que su origen se ubica en el sureste de las costas del Mar Mediterráneo y que los egipcios fueron los primeros en cultivarla con el fin de extraer aceite de sus semillas.

- Lakshmi (2009, citado por La Rosa, 2015), indica que la lechuga ya era conocida por civilizaciones antiguas como los sumerios, persas, egipcios y griegos, además de tener testimonios escritos por los romanos.

La lechuga es una hortaliza que se puede producir bajo diferentes condiciones climáticas, estando presente en casi todas las regiones y llega a tener un papel importante en la dieta de las personas por tener un alto valor nutritivo (Royal, 1994 citado por Salinas 2013).

Esta hortaliza tiene muchos beneficios para las personas, es usada en las ensaladas como refrescante y también en la perfumería (Bernard, 1967 citado por Salinas 2013).

Tabla 15: Clasificación taxonómica de la lechuga

Reino :	Plantae
Sub-reino :	Tracheobionta
Superdivisión :	Spermatophyta
División :	Magnoliophyta
Clase :	Magnoliopsida
Sub-clase:	Asteridae
Orden :	Asterales
Familia :	Asteraceae
Género :	<i>Lactuca L.</i>
Especie :	<i>Lactuca sativa L.</i>

Fuente: Vega (2013, citado por La Rosa, 2015).

Según el MARM (2010, citado por Luna, 2012), una clasificación adecuada para la lechuga sería la siguiente:

- *Lactuca sativa* v. *capitata*: Cultivares del tipo acogollado, se ensanchan para formar una cabeza. Por ejemplo: Iceberg, Betavia y Trocadero
- *Lactuca sativa* v. *longifolia*: Son lechugas alargadas que se acogollan al final de su maduración. Por ejemplo: la Romana
- *Lactuca sativa* v. *inybacea*: en forma de roseta, pero hojas más cortas que la romana, pueden tener hojas sueltas y dispersas o agrupadas con borde ondulado. Por ejemplo: Lollo rosso y Hoja de Roble

- *Lactuca sativa* v. *augustana*: presentan hojas y tallos largos sin acogollarse. Por ejemplo: Lechuga de tallo.

Tabla 16: **Valor nutricional de la lechuga en 100 gramos**

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

Fuente: GRUPO LATINO (2010, citado por Cajo, 2016)

2.8.2 Características morfológicas

a. Raíz

- La raíz es pivotante, corta y con ramificaciones, puede llegar hasta los 25 cm de profundidad (Parson, 1987 citado por Salinas 2013).
- Mientras que Suquilanda (2003, citado por Bocanegra, 2014), menciona que puede tener una longitud de 30 cm y que mientras más suelto es el terreno, mayor será la ramificación.

b. Tallo

- De forma cilíndrica y ramificado (Rubio, 2000 citado por Salina, 2013).
- El tallo es muy corto, una planta casi acaule (Mallar,1978 citado por Bocanegra, 2014).

c. Hojas

- Al principio las hojas están desplegadas en forma de roseta, pueden estar de esa manera durante todo su desarrollo o se puede acogollar con el tiempo, pueden tener un borde de limbo liso, ondulado o aserrado (Rubio, 2000 citado por Salinas, 2013).
- Las hojas pueden ser ovales, oblongas, brillantes y opacas, dependiendo del tipo y variedad (Suquilanda, 2003 citado por Bocanegra, 2014).

d. Flor

- La inflorescencia es de tipo racimo, con capítulos florales de color amarillo (Parson, 1987 citado por Salinas, 2013).

e. Semilla

- Las semillas se encuentran provistas de un vilano plumoso (Rubio, 2000 citado por Salina, 2013).
- Tarigo (2004, citado por La Rosa, 2015), indica que las semillas están provistas de pelos simples.

2.8.3 Siembra, trasplante y cosecha

Ugás et al. (2000), indica que la lechuga se puede sembrar de forma directa, por trasplante y mixta. Para ser trasplantada la planta debe tener por lo menos 3 hojas verdaderas. Se gasta entre 500- 600 gr de semilla/ha, con distanciamientos de 80 cm entre surcos y 30 cm entre plantas. El momento de cosecha es cuando el repollo de la hoja es consistente y no sede ante la presión de los dedos, mientras que en las lechugas de tipo hoja, las hojas deben tener el máximo desarrollo, estar tiernas y suaves.

Luna (2012), menciona que, por lo general, las lechugas se siembran por trasplante. La lechuga está 30 días en el semillero, cuando alcanza a tener 5-6 hojas verdaderas, será trasplantada. Los ciclos pueden durar 100 días dependiendo de la variedad.

Tabla 17: **Duración del ciclo del cultivo en función de la variedad y época del año**

Variedad	Iceberg	Trocadero	Romana	Batavia	Escarola	Hoja de roble	Lollo rosso
Ciclos del cultivo de lechuga (días)							
Verano	45-65	40-60	50-70	40-60	45-65	40-60	50-70
Invierno	56-105	55-88	60-110	55-105	55-110	55-88	66-115

Fuente: Luna (2012)

2.8.4 Necesidades medio ambientales de la lechuga

a. Clima

Goites (2008), menciona que la lechuga se desarrolla bien en climas templados frescos, se puede cultivar durante todo el año si se tiene temperaturas promedio mensuales comprendidas entre 13° y 18°C, con un rango que puede oscilar entre 7° y 24°C.

Smith et al. (2016), indican que el crecimiento óptimo de la lechuga se da con las temperaturas cercanas a 23°C durante el día y 7°C en la noche.

La temperatura alta que supera los 30°C, es el factor más importante que genera un efecto negativo en la germinación y el posterior desarrollo del cultivo, condicionando el crecimiento (Goites, 2008).

La humedad relativa que le favorece al cultivo de lechuga se encuentra entre 60-80%, en determinadas situaciones se requiere menos de 60% (Iglesias, 2006).

b. Suelo

Smith et al. (2016), mencionan que la lechuga se puede cultivar en suelos arcillosos pesados siempre que haya buena estructura del suelo y drenaje adecuado. Este cultivo tiene un grado moderadamente bajo de tolerancia a la sal, el exceso de salinidad da como resultado una mala germinación de las semillas y crecimiento reducido.

Ugaz et al. (2000), indica que el pH óptimo para el cultivo de lechuga se encuentra entre 6-6.8.

En cuanto a las características del suelo, los que mejor se adaptan son los de alta fertilidad (alto contenido de materia orgánica), de buen drenaje con alta capacidad de retención de humedad y una acidez neutra (Goites, 2008).

c. Agua

Defilipis et al. (2006), mencionan que la lechuga es un cultivo es muy sensible al déficit hídrico por su sistema radical poco profundo, efecto que se hace evidente sobre la producción de materia verde, exigiendo niveles hídricos en el suelo cercanos a capacidad de campo.

Lechuga tanto sembrada como trasplantada se riegan por aspersion con frecuencia (cada 2 a 3 días) hasta que las plántulas emerjan o se establezcan. Después de la emergencia, el cultivo se riega con menos frecuencia hasta el aclareo aproximadamente 2 a 3 semanas después de la siembra (Smith et al., 2016).

La lechuga irrigada por goteo requiere aproximadamente de 12 a 18 pulgadas de agua (Smith et al., 2016).

2.8.5 Fertilización en lechugas

Con respecto a la fertilización para el cultivo de lechuga, según diversos autores, se dice lo siguiente:

- Maroto (1983, citado por Salinas, 2013), indica que es recomendable usar dosis de NPK de 120-50-150 kg/ha, el nitrógeno se fraccionará en dos por lo que 50% restante de este elemento se aplicará 30 días después del trasplante. Mientras que se aplica 120 t/Ha de materia orgánica antes del trasplante.
- Cásseres (1980, citado por Salinas, 2013), menciona que, en condiciones normales, la dosis de NPK serían 90-35-160 kg/ha, con una aplicación de 30 t/ha de estiércol
- Aruanil et al. (2008, citado por La Rosa, 2015), menciona que es recomendable aplicar 100-200 kg/ha de nitrógeno disponible en la zona radicular, y que se debe tener cuidado con el excesivo riego, ya que puede lavar y hacer lixiviar al fertilizante aplicado.
- García (2013, citado por La Rosa, 2015), nos indica que el abonamiento potásico es muy importante en la lechuga, ya que favorece el buen desarrollo de la planta en invierno y al aumentar la absorción de potasio, también se absorberá mayor cantidad de magnesio ayudando a contrarrestar una posible deficiencia de este elemento.

Con respecto a la fertilización con biol, de diversos autores se menciona lo siguiente:

- Floríndez y Siura (2006), sembraron 10 cultivares de lechuga a las cuales se les aplicó biol al suelo a una concentración de 33.33% a los 29 y 52 días después de la siembra.
- Pomboza et al. (2016), evaluó la influencia del biol en el rendimiento de la lechuga, obteniendo mejores resultados en las aplicaciones a una concentración de 6% cada 15 días.
- Liu (2009, citado por Warnars y Oppenoorth (2014), recomienda que, para aumentar la biomasa en el cultivo de lechuga, se debe aplicar biol diluido en agua en una proporción de 1:4 o 1:5.

2.8.6 Rendimientos y costos en la producción de lechugas

Floríndez y Siura (2006), realizaron su experimento en la Molina, teniendo 2 cosechas de 11 cultivares de lechuga miniatura y madura (la primera cosecha en octubre y la segunda en diciembre), bajo un manejo orgánico, obteniendo los siguientes resultados promedios:

Tabla 18: **Datos promedios de dos tipos de lechuga cosechada**

Tipo de lechuga	Campaña	Altura (cm)	Peso fresco (g)	N° de hojas	Materia seca (%)	Rendimiento (t/ha)	Índice de rentabilidad (%)
Miniatura	Jun-ago (36 dds)	14.5	7.1	5	8.3	4.7	181.6
	Oct-dic (32 dds)	15.4	10.2	5	6.5	11.3	181.6
Madura	Jun-oct (76 dds)	18	227.3	-----	6.3	37.9	319.2
	Oct-dic (61 dds)	20	314.2	-----	3.6	31.1	319.2

Fuente: Floríndez y Siura (2006)

Cajo (2016), realizó una investigación sobre producción hidropónica de 3 variedades de lechuga en Ecuador, observándose los siguientes resultados promedios a los 80 días después del trasplante:

Tabla 19: **Resultados de 3 variedades de lechuga bajo producción hidropónica**

Variedad	N° de hoja	Altura de planta (cm)	Long. radicular (cm)	Peso fresco (g)	Rendimiento (kg/ha)
Crespa	10.39	8.80	12.54	126.1	25224.4
Lollo Rosso	11.7	10.02	13.68	152.8	30553.3
Salad Bowl	11.56	9.94	13.74	184.4	36882.2

Fuente: Cajó (2016)

Cajo (2016), mediante su análisis económico, concluyó que sus mejores tratamientos con su solución más barata, alcanzaron la mayor relación beneficio costo equivalente a 1,58 lo que nos indica una ganancia del 58 %.

Quispe (2015), comparó rendimientos y costos (en pesos bolivianos) de su investigación, la cual consistió en una producción hidropónica de 6 variedades de lechuga, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 20: **Rendimientos y Análisis económico variedades de lechuga hidropónica**

Tratamiento	Rend. Medio (kg/m ²)	Beneficio bruto (Bs, m ² , año)	Costo total (Bs, m ² , año)	Relación beneficio-costos
Red Salad Bowl	4.6	200.8	200.39	1.00
Waldman Green var. Caps	4.8	207.5	200.39	1.04
Maravilla 4 estaciones	5.1	219.5	200.39	1.10
Romana Blanca Hortelana	4.6	199.3	200.39	0.99
Crespa punta Morada var. Prizehead	4.4	191.6	200.39	0.96
Crespa Morada	4.7	201.9	200.39	1.01

Fuente: Quispe (2015)

2.8.7 Plagas y enfermedades en el cultivo de lechuga

Según Ugaz et al. (2000), las plagas y enfermedades más comunes que se pueden encontrar en el cultivo de lechuga son:

a. Comedores de hoja

Se encuentran algunas especies del género *Spodoptera* y *Pseudoplusia includens*. Los daños se presentan como comeduras irregulares realizadas por las larvas entre las nervaduras y los bordes. Para su control, se debe realizar buena preparación de terreno, trampeo de luz, control de malezas, aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* para posturas y larvas pequeñas, o insecticidas como la cipermetrina, profenofos y alfacipermetrina para larvas grandes (Ugaz et al., 2000).

b. Gusanos de tierra

Tanto *Agrotis spp.* y *Feltia spp.* se encuentran entre las plagas que generan plántulas cortadas o mordidas a nivel del cuello, en almácigos y campos recién sembrados (Ugaz et al., 2000). Para su control se pueden realizar buenas roturas de terreno en la preparación del terreno para exponer larvas y pupas, eliminación de malezas y aplicaciones de cebos tóxicos (La Rosa, 2015)

c. Mosca minadora

Las especies *Liriomyza huidobrensis* y *Liriomyza quadrata* son las que se le conoce con esa denominación, sus larvas se alimentan dentro de las hojas, generándose galerías retorcidas (minas) o ampollas. Su manejo consiste en el control de malezas hospederas, riegos frecuentes y ligeros, trapeo con plásticos amarillos cubiertos de aceite y aplicando insecticidas como alfacipermetrina, dimetoato, clorpirifos, etc. (Ugaz et al., 2000).

d. Pulgones

Entre las varias especies de pulgones, en lechuga destaca *Aphis gossypii*, el daño que genera consiste en succión de la savia, debilitamiento y encrespamiento de la planta, también pueden transmitir virus y favorecer el desarrollo de la fumagina. Su manejo consiste en evitar el exceso de nitrógeno, tener un riego moderado, control de plantas hospederas y densidad de plantas, aplicaciones de insecticidas como acetamiprid, dimetoato, pirimicarb, etc. (Ugaz et al., 2000).

e. Mosquilla de los brotes

Conocida como *Prodiplosis longifila*, generan daños que terminan en una cabeza mal formada en la lechuga. Su manejo consiste en evitar sembrar en condiciones de alta humedad, detección de la plaga a tiempo, sembrar a distanciamientos recomendados, no sembrar cerca de campos de alfalfa y marigold infestados, aplicar insecticidas como azufre, imidacloprid, clorpirifos, etc. (Ugaz et al., 2000).

f. Mosca blanca

Podemos encontrar especies como *Bemisia tabaci* y *Bemisia argentifoli*, tanto adulto como larva chupan la savia en el envés de la hoja, producen melaza que ocasiona fumagina y pueden transmitir virus. Su manejo consiste en evitar falta de agua, buena nutrición, control de malezas, trampas pegantes amarillas y aplicaciones de insecticidas como burpofezin, alfacipermetrina, ciflutrin, etc. (Ugaz et al., 2000).

Entre las enfermedades tenemos:

a. Esclerotiniosis (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Relevante en costa central, se presenta en época de invierno por las bajas temperaturas y alta humedad (Pariona et al., 2001). Los daños que se presentan son lesiones acuosas en hojas que colapsan, se observa moho blanquecino y esclerotes cerca al suelo. Su manejo consiste

en rotaciones del cultivo, evitar riegos excesivos, retiro de rastrojo, inundación del suelo antes del cultivo y aplicación de fungicidas como benomil, tebuconazole (Ugaz et al., 2000).

b. Mildiú (*Bremia lactucae*)

Observada en 1931 en la EEA La Molina, considerada seria y frecuente en el cultivo, generando bajas en los rendimientos. Le favorece temperaturas diurnas y nocturnas de 12-20° C y 6-10 °C respectivamente, siendo esencial la presencia de agua libre para la infección (Pariona et al., 2001). Sus síntomas se caracterizan por presentar manchas cloróticas limitadas por las nervaduras del follaje, que luego avanzan y secan el follaje (Sepúlveda, 2017). Su manejo consiste en controlar la humedad de los riegos, abonamiento balanceado, deshierbos oportunos y aplicación de fungicidas como mancozeb, propineb y metalaxil (Ugaz et al., 2000).

c. Oidiosis (*Erysiphe cichoracearum*)

No es una plaga importante económicamente, sus síntomas se reconoce por el desarrollo de un polvillo blanco en las hojas viejas que luego se tornan cloróticas que con el tiempo se vuelven necróticas (Pariona et al., 2001). Su control consiste en la limpieza de hojas basales y aplicación de fungicidas como azufre en polvo mojable, diniconazole y penconazol (Ugaz et al., 2000).

d. Pudrición gris (*Botrytis cinerea*)

Esta enfermedad es capaz de atacar en cualquier estado de desarrollo del cultivo, siendo favorable condiciones de alta humedad y temperaturas aproximadas a 20°C (Sepúlveda, 2017). Los síntomas que se observan son tejidos atacados de color verde pálido que luego se secan y arrugan, la epidermis se rompe y aparece una capa gris pulverulenta. Su control consiste en evitar riegos excesivos y daños mecánicos, aplicación de fungicidas como benomil, diniconazole, clorotalonil, etc. (Ugaz et al., 2000).

e. Chupadera

Causada por patógenos como *Phytium* spp., *Phytophthora* spp., *Fusarium* spp., etc. Los síntomas conocidos son fallas en la germinación, necrosis en el cuello de la plántula, estrangulamiento y muerte. Siendo su manejo evitando exceso de riego, tener un buen drenaje, uso de semilla de buena calidad, selección de campos limpios y tratamientos a la semilla con benomil y captan (Ugaz et al., 2000).

2.8.8 La lechuga en el mercado peruano

a. Superficie cosechada

Según datos del MIDAGRI (2018), la superficie cosechada total en el 2018 fue de 7057 hectáreas a nivel nacional, concentrándose mayor cantidad en las regiones de Lima y Lima metropolitana con 4336 y 879 ha respectivamente.

b. Producción nacional

Según datos del MIDAGRI (2018), en el año 2018 se tuvieron los siguientes índices de producción en toneladas para algunas regiones del país:

Tabla 21: **Producción regional de lechuga en el Perú del año 2018**

Región	Producción (t)
Lima	30091
Lima Metropolitana	18965
La Libertad	5803
Ica	335
Piura	15
Total nacional	77603

Fuente: MIDAGRI (2018)

c. Rendimiento nacional

Según datos del MIDAGRI (2018), en el año 2018 se tuvieron los siguientes índices de rendimientos promedio (kg/ha) para algunas regiones del país:

Tabla 22: **Rendimiento promedio (t/ha) regional de lechuga en el Perú del 2018**

Región	Rendimiento promedio (t/ha)
Lima	6.940
Lima Metropolitana	21.576
Junín	24.550
La Libertad	25.419
Ica	5.311
Piura	7.500
A nivel nacional	10.997

Fuente: MIDAGRI (2018)

d. Precio en chacra nacional

Según el MIDAGRI (2018), en el año 2018 se tuvieron los siguientes datos de precio en chacra (soles/kg) para algunas regiones del país:

Tabla 23: **Precio en chacra (soles/kg) de la lechuga en el Perú del 2018**

Región	Precio en chacra (soles/kg)
Lima	0.51
Lima Metropolitana	0.55
Junín	1.52
La Libertad	1.23
Ica	0.88
Piura	0.81
A nivel nacional	0.73

Fuente: MIDAGRI (2018)

e. Precios en el mercado mayorista

A continuación, se mostrará precios promedios en soles/kilos de las lechugas que se encuentran en venta en el mercado mayorista de lima

Tabla 24: **Precios promedios 2018-2019* de lechuga en el Mercado mayorista de Lima**

Variedad	Precio prom. anual		Precio promedio mensual de febrero a octubre del 2019 (soles/kg)							
	2018	2019	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct
Americana	1.48	1.29	1.58	1.32	1.28	1.80	1.44	1.19	0.92	0.94
Criolla	2.72	2.55	3.08	2.86	2.47	2.51	2.37	2.12	1.96	1.85
seda										
Romana	1.21	1.30	1.71	1.33	1.19	1.49	1.28	1.14	0.97	0.79
hidropónica										

Fuente: Mercado mayorista de Lima Metropolitana (2019)

2.8.9 Lechuga Waldman's Green

La lechuga Waldman's Green presenta hojas onduladas de tipo escarola y de tamaño mediano, presenta 800 semillas por gramo y son de color negro (Arias, 2009 citado por Quispe, 2015). Es un cultivar que presenta hojas verdes, sueltas y con poca vena foliar, tiene buena adaptación en climas templados (Modesto, 2014 citado por Pereda, 2015).

Barrientos et al. (2015), analizaron la acumulación de biomasa de 8 hortalizas bajo condiciones de invernadero, entre las cuales estaba la lechuga Waldman's Green. Encontraron que esta variedad tiene un crecimiento lineal en las primeras etapas de desarrollo, generando una gran cantidad de hojas a partir de los 40 días después del trasplante.

Con respecto a los rendimientos, se tiene referencia de los siguientes autores:

Longo et al. (2002), realizaron un trabajo de investigación sobre el efecto de tratamientos de suelo en el rendimiento y calidad de la lechuga Waldman's Green, sembrando bajo una densidad de 15 plantas/m², con riego por goteo. Obteniendo rendimientos de hasta 3.2 kg/m² a los 52 dds y 6.5 kg/m² a los 75 dds.

Pereda (2015), evaluó el rendimiento de la lechuga Waldman's Green, bajo un sistema hidropónico de raíz flotante, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 25: Resultados promedio de lechuga hidropónica Waldman's Green

Variedad	Peso fresco planta (g)	Peso fresco por m ² (kg)	Altura de planta (cm)	Diámetro de planta (cm)	N° de hojas por planta	Área foliar (dm ²)
Waldman's Green	220.01	7.04	36.55	33.07	35	4.46

Fuente: Pereda (2015)

El sistema hidropónico de Pereda (2015) consistió en contenedores de 82 cm, 122 cm y 15 cm de ancho, largo y altura respectivamente, con distanciamientos de 17 cm entre plantas y 20 cm entre filas, obteniendo una densidad aproximada de 32 plantas/m².

Quispe (2015), evaluó 6 variedades de lechuga, entre las cuales está la que es de nuestro interés, bajo un sistema hidropónico recirculante NFT, realizando 2 trasplantes, el primero a los 21 de estar en la almaciguera y el segundo, a los 15 días después del primer trasplante. Cosechó a los 50 días después del primer trasplante, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 26: Resultados de lechuga bajo un sistema hidropónico recirculante NFT

Variedad	Peso fresco planta (g)	°N de hojas	Altura de planta (cm)	Rendimiento comercial (kg/m ²)
Waldman's Green	191.77	17.27	22.87	4.79

Fuente: Quispe (2015)

El sistema hidropónico de Quispe (2015) consistió en filas de tubos de PVC con una separación entre ellas de 30 cm y una pendiente de 1.5 %, la distancia entre plantas fue de 20 cm, obteniendo una densidad aproximada de 24 plantas/m².

2.9 Acelga

2.9.1 Generalidades

Con respecto al origen del cultivo de acelga, según diversos autores, se dice lo siguiente:

- Igarza y salgado (2009), mencionan que si origen está en Sicilia y que es descendiente de la remolacha blanca.
- Vavilov (1992, citado por Juárez, 2014), menciona que los primeros informes sobre la acelga provienen del Mediterráneo y las Islas Canarias. También mencionada por Aristóteles en el siglo IV antes de cristo.
- Mientras que para Aitken (1987, citado por Núñez, 2016), el centro de origen de la acelga se encontraría en Grecia e Italia.

Tabla 27: **Clasificación taxonómica de la acelga**

Reino :	Plantae
Sub-reino :	Tracheobionta
División :	Magnoliophyta
Clase :	Magnoliopsida
Sub-clase:	Caryophyllidae
Orden :	Caryophylliales
Familia :	Chenopodiaceae
Género :	Beta
Especie :	<i>B. vulgaris var. cicla L.</i>

Fuente: ITIS (2011)

Es una planta bienal (florece en el segundo año) y no forma raíz o fruto que se pueda comer, su vástago floral puede llegar a medir 1.2 m (Suquilanda, 1995 citado por Núñez 2016).

La acelga es una planta laxante y digestiva, con alto contenido de vitaminas A y C. Se consume cocida o aderezada, puede acompañar a la carne y al pescado (Igarza y salgado, 2009).

Vavilov (1992, citado por Juárez, 2014), menciona que la acelga es una remolacha que se cultiva con el fin de obtener peciolo y hojas suculentas para su consumo. La producción consiste en que las hojas exteriores maduras son cortadas, mientras que las nuevas hojas van creciendo para completar su maduración y así estar aptas para ser cosechadas.

Tabla 28: **Valor nutricional de 100 gramos de acelga fresca**

Componentes	Valor	Unidad
Agua	91.10	%
Hidratos de carbono	4.60	g
Fibra	0.80	g
Cenizas	1.60	g
Calcio	110.20	mg
Fósforo	39.00	mg
Hierro	5.30	mg
Sodio	147.00	mg
Potasio	550.00	mg
Vitamina A	576.60	mg
Tiamina	0.06	mg
Riboflavina	0.17	mg
Niacina	0.50	mg
Ácido ascórbico	3.20	mg
Valor energético	25.00	cal

Fuente: Watt et al. (1975, citado por Núñez, 2016)

2.9.2 Características morfológicas

a. Raíz

- De La Paz et al. (2003, citado por Núñez, 2016), menciona que su raíz es napiforme, no engrosada, larga y de color blanco amarillento. Mientras que Igarza y salgado (2009), indican que la planta de acelga no forma raíz carnosa.

b. Hoja

- Pueden alcanzar una longitud de 30 cm dependiendo de la variedad, la planta desarrolla buena cantidad de follaje y sus nervaduras son anchos, gruesos y tiernos (Igarza y salgado, 2009).

- Es la parte comestible de la planta, son grandes de forma oval tirando hacia acorazonada; tiene un pecíolo o penca ancha y larga, que se prolonga en el limbo (Franco, 2002 citado por Núñez, 2016).
- c. Flor
- Muñoz (2005, citado por Núñez, 2016), indica que las flores son sésiles y hermafroditas, con un cáliz verdoso compuesto por 5 sépalos y 5 pétalos. La inflorescencia está formada por una panícula.
 - Núñez (2016), menciona que la flor no es muy llamativa, ya que es de color verde y se confunde con el resto de la planta.
- d. Fruto y semilla
- Cada fruto es producido por un pistilo, quedándose encerrados en la base de flor con solo una semilla, esos frutos quedan unidos en glomérulos llamándose multigermenes (Muñoz, 2005 citado por Núñez, 2016).

2.9.3 Siembra, trasplante y cosecha.

La siembra puede ser directa o por almacigo-trasplante, la forma va a depender de factores locales y la importancia se le va a dar al cultivo (Giaconi, 2004 citado por Núñez, 2016).

Salgado e Igarza (2009), normalmente se gasta 3 kg de semilla por hectárea, se siembra con distanciamientos de 50 cm entre hileras y 15 cm entre golpes. Se coloca 3 semillas por golpe y al raleo se deja solo una planta.

Ugás et al. (2000), recomienda que el trasplante debe hacerse cuando la planta tenga 4 hojas verdaderas. Los distanciamientos deben ser 70 cm entre hileras y 10 cm entre plantas.

También el momento de cosecha es cuando la hoja alcanza entre 20-30 cm, teniendo aproximadamente el inicio de esta labor a los 50 días después de la siembra (Ugás et al., 2000).

2.9.4 Necesidades medio ambientales de la acelga

a. Clima

De acuerdo con Huterwal (1981, citado por Núñez, 2016), la acelga es un cultivo de clima templado con buen desarrollo en temperaturas medias, además, las variaciones bruscas de temperatura pueden hacer que la planta pase a fase de floración.

González (2012), indica que el rango óptimo de temperatura, para el crecimiento de la acelga, se encuentra entre los 15-18 °C, además, de poder germinar cuando las temperaturas

están entre 10-30 °C. Además, Ugaz et al. (2000), menciona que le favorece la alta humedad relativa, siendo su temperatura óptima entre 14-18° C.

Al cultivo de acelga en invernadero le favorece una humedad relativa entre 60-90% (Iglesias, 2006)

Salgado e Igarza (2009), indican que las temperaturas de invierno son propicias para el desarrollo del cultivo, teniendo alto crecimiento de follaje entre los 21-30 °C.

b. Suelo

Gonzales (2012), menciona que la acelga se desarrolla entre un pH de 6-6.8. Mientras que SERIDA (2017), indica este cultivo tiene un buen desarrollo en valores de pH del suelo cercanos a 7.

Broadhurst et al. (2015), evaluaron el cultivo de acelga en 3 tipos de suelo bajo pH distinto, obteniendo mejores rendimientos cuando los suelos tenían un pH de 6.96, 6.75 y 7.29.

Prefiere suelos sueltos y ricos en materia orgánica, se aconseja aplicar compost antes de la siembra. Además, resiste la salinidad a comparación de otras verduras (Goites, 2008).

c. Agua

Chambi (2005, citado por Núñez, 2016), indican que, en ambientes protegidos, se debe realizar los riegos cada 2 o 3 días, siendo el consumo de agua 5 L/m². Mientras que González (2012), recomienda tener en primavera-verano una frecuencia de riego cada 7-10 días.

2.9.5 Fertilización en acelgas

Con respecto a la fertilización para el cultivo de acelga, según diversos autores, se dice lo siguiente:

- De acuerdo con González (2012), la fertilización debería ser 150-200 kg/ha para el caso del nitrógeno, aplicando 30% en la preparación y el 70 % restante será aplicado cada recolección. Con respecto al fósforo y potasio, recomienda aplicar, antes de la siembra, 80-100 kg/ha de P₂O₅ y 60-100 kg/ha de K₂O.
- Igarza y Salgado (2009), indican que, dependiendo el tipo de suelo, se suele fertilizar con 500-600 kg/ha de la fórmula 9-13-17 de NPK y una segunda aplicación, a los 25 días, de 100-150 kg/ha de nitrógeno.

Con respecto a la fertilización con biol, diversos autores mencionan lo siguiente:

- Rodríguez et al. (2016), realizó un experimento comparando 3 sistemas de fertilización entre los cuales estaba el biol, se aplicó a una dosis de 10% en dilución acuosa a los 25 días después de la siembra. Gastando 0.84 L/m² para cubrir un área de 23.76 m², obteniendo mejores resultados que su tratamiento testigo, pero menores a la fertilización con compost.
- Acosta (2015), usó dosis de 20, 30, 40 ml/L de biol a nivel foliar, y se efectuó a los 20, 40, 60 días después del trasplante, obteniendo mejores resultados con las últimas dos concentraciones.

2.9.6 Rendimientos y costos en la producción de acelga

Chumbipuma (2019), realizó su tesis probando el efecto de la densidad de siembra y abonos foliares para la producción orgánica de acelga, obteniendo los siguientes resultados promedios en tres cosechas:

Tabla 29: **Resultados promedios de 3 cosechas de acelga orgánica**

Parámetro	1ra cosecha (55 ddt)	2da cosecha (70 ddt)	3ra cosecha (83 ddt)
Peso fresco de hojas por planta (g)	336	293	235
Peso seco de hojas por planta (g)	23	21	18
% de materia seca	7.66	8.63	7.78
Diámetro de hoja (cm)	16.94	16.96	14.74
Largo de hoja (cm)	41.81	42.29	39.78
Número de hojas por planta	10.16	8.58	8.88
Rendimiento (t/ha)	8.15	8.25	7.21

Fuente: Chumbipuma (2019)

Chumbipuma (2019) probó en su trabajo distanciamientos de 10, 20, 30 y 40 cm entre plantas con 80 cm entre hileras, obteniendo densidades de 125000, 62500, 41600 y 31250 plantas/ha respectivamente.

En la tesis de Chumbipuma (2019), rendimiento promedio que obtuvo su mejor tratamiento fue de 30.38 t/ha sembrado con una densidad de 125 000 plantas/ha. En segundo lugar, tuvo una producción de 25.52 t/ha con una siembra de 62 500 plantas/ha.

Ube (2014), en sus tesis sobre adaptación y comportamiento de dos variedades de acelga bajo un sistema hidropónico, trabajó en contenedores de 100, 100 y 20 cm de ancho, largo y

altura respectivamente, con distanciamientos de 25 cm entre plantas y 25 cm entre filas, obteniendo una densidad aproximada de 16 plantas/m².

Tabla 30: **Resultados de 2 variedades de acelga bajo sistema hidropónico**

Variedad	Altura de planta (cm)		Número de hojas		Long. de raíz (cm)		Long. de hoja (cm)	
	30 ddt	60 ddt	30 ddt	60 ddt	30 ddt	60 ddt	30 ddt	60 ddt
Fordhook	7.01	47.35	3.7	11.275	7.325	40.15	6.35	45.75
Giant								
Bali	8.38	37.82	3.8	12	7.15	26.825	7.475	36.625
acelga								
Promedio	7.69	42.58	3.75	11.638	7.24	33.49	6.91	41.19

Fuente: Ube (2014)

Candia y Quiroga (2018), realizaron un trabajo para comparar una producción entre acelga bajo el sistema vertical y el manejo horizontal. Probó diferentes distanciamientos como sus tratamientos.

Tabla 31: **Resultados de la producción de acelga bajo sistema vertical y horizontal**

Tratamientos	Cosecha	Long. de hoja (cm)	Número de hojas	Rendimiento (kg/m ²)	Materia seca (%)
T1 (Sistema horizontal)	1 (70 ddt)	27.70	6.40	3.6	
	2 (85 ddt)	28.80	6.77	3.6	7.8
	3 (100 ddt)	28.43	6.83	3.4	
T2 (10 cm entre plantas)	1 (70 ddt)	11.70	6.27	2.1	
	2 (85 ddt)	13.13	6.27	2.9	8.8
	3 (100 ddt)	12.67	6.97	2.9	
T3 (20 cm entre plantas)	1 (70 ddt)	15.90	6.13	6.4	
	2 (85 ddt)	15.53	6.50	6.6	9
	3 (100 ddt)	17.03	6.93	6.4	
T4 (30 cm entre plantas)	1 (70 ddt)	24.90	6.40	10.5	
	2 (85 ddt)	27.90	6.83	10.9	10.4
	3 (100 ddt)	28.23	7.10	10.5	

Fuente: Candia y Quiroga (2018)

2.9.7 Plagas y enfermedades en el cultivo de acelga

Según Ugaz et al. (2000), las plagas y enfermedades más comunes en el cultivo de acelga son:

a. Ácaro hialino

La especie *Polyphatogotarsonemus latus*, se alimenta en el envés de las hojas jóvenes, ocasionando encrespamiento y bronceado. Su manejo consiste en una adecuada densidad de siembra, control de malezas, riego frecuente y aplicación de acaricidas como abamectina, azufre, etc. (Ugaz et al., 2000).

b. Comedores de hoja

Ya explicado en el cultivo de lechuga.

c. Escarabajo perforador de hoja

Los adultos generan perforaciones en las hojas, mientras que las larvas se alimentan de las raíces. Su manejo consiste en una buena preparación de terreno, control de malezas como el capulí y aplicaciones de insecticidas como alfacipermetrina, deltametrina, etc. (Ugaz et al., 2000).

d. Gorgojo

La especie *Conotrachelus spp.* ocasiona perforaciones y barrenan tallos y peciolas, facilitando el ingreso de patógenos. Su manejo consiste en una buena preparación de terreno, rotación de cultivo, control de malezas, evitar exceso de riego y aplicaciones de insecticidas como clorpirifos y deltametrina (Ugaz et al., 2000).

e. Gusanos de tierra

Ya explicado en el cultivo de lechuga

f. Mosca minadora

Ya explicado en el cultivo de lechuga

g. Nematodos

La especie *Meloidogyne incognita* genera nódulos o tumores en las raíces, provocando amarillamiento, marchitez y menor crecimiento. Su manejo consiste en una buena nutrición

de la planta, rotación de cultivos, aplicación de abonos orgánicos y aplicación de nematocidas como hunter, carbofuran, etc. (Ugaz et al., 2000).

h. Pegador de hojas

Aquí encontramos a las especies *Spoladea recurvalis* y *Herpetogramma bipunctalis*, las larvas se alimentan dentro del estuche que forman al pegar las hojas. Su manejo consiste en control de malezas, cosechas oportunas, eliminación manual de estuches y aplicaciones de insecticidas como *Bacillus thuringiensis*, clorfluazuron y clorpirifos (Ugaz et al., 2000).

i. Pulgones

Ya explicado en el cultivo de lechuga

j. Chupadera

Ya explicado en el cultivo de lechuga

k. Oidiosis

Ya explicado en el cultivo de lechuga

Según Pariona et al. (2001), en el cultivo de acelga, también se presentan los siguientes patógenos:

l. Mildiu (*Peronospora effusa*)

Ya explicado en el cultivo de lechuga

m. Cercosporiosis (*Cercospora beticola*)

Esta enfermedad se presenta en condiciones de alta humedad relativa y altas temperaturas. Puede permanecer en residuos de cosecha y semillas. Sus síntomas consisten en manchas circulares con bordes oscuros en las hojas y elípticas en los peciolo. Su manejo consiste en eliminar desechos de cosecha, rotación de cultivos y aplicaciones de fungicida zineb u oxidoduro de cobre (Pariona et al., 2001)

2.9.8 La acelga en el mercado peruano

a. Superficie cosechada a nivel nacional

Según datos del MIDAGRI (2018), solo se tuvo superficie cosechada en 6 zonas del país, siendo un total de 493 ha en todo el año. Entre las regiones, de mayor a menor, tenemos a

Lima Metropolitana (265 ha), Arequipa (128 ha), Junín (53 ha), Ancash (29 ha), La Libertad (15 ha) y Amazonas (4 ha).

b. Producción nacional

Según datos del MIDAGRI, en el año 2018 se tuvieron los siguientes índices de producción en 6 regiones del país:

Tabla 32: **Producción regional de Acelga en el Perú del año 2018**

Región	Producción (t)
Lima Metropolitana	4327
Arequipa	2145
Junín	965
Ancash	238
La Libertad	399
Amazonas	28
Total	8102

Fuente: MIDAGRI (2018)

c. Rendimiento nacional

Según MIDAGRI, en el 2018 se obtuvieron los siguientes rendimientos en las 6 regiones productoras de acelga del país:

Tabla 33: **Rendimientos regionales de acelga en el Perú del año 2018**

Región	Rendimiento (kg/ha)
Lima Metropolitana	16 329
Arequipa	16 755
Junín	18 202
Ancash	8 214
La Libertad	27 517
Amazonas	8 057
Promedio nacional	16 434

Fuente: MIDAGRI (2018)

d. Precio en chacra nacional

En el siguiente cuadro tenemos los precios en chacra registrados para el año 2018 a nivel nacional:

Tabla 34: **Precios en chacra de acelga en regiones del Perú en el 2018**

Región	Precio en chacra (soles/kg)
Lima Metropolitana	0.81
Arequipa	1.32
Junín	1.46
Ancash	1.22
La Libertad	1.64
Amazonas	0.79
Promedio nacional	1.08

Fuente: MIDAGRI (2018)

e. Precio en el mercado mayorista

A continuación, se mostrará precios promedios en soles/kilos de la Acelga que se encuentran en venta en el mercado mayorista de lima:

Tabla 35: **Precios promedios mensuales de acelga en el mercado mayorista de Lima**

Precio promedio mensual (soles/kg)											
Año	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
2016	2.97	2.75	2.83	3.27	4.14	3.7	2.85	1.96	1.62	2.01	1.98
2017	3.21	2.80	2.75	3.03	2.68	2.6	1.95	1.86	1.98	2.03	2.07

Fuente: EMMSA (2017) (2018).

2.9.9 Acelga verde ‘Lucullus’

‘Lucullus’ es una excelente variedad de acelga para congelar, se caracteriza por tener peciolo anchos y gruesos, de color blanco o verde pálido. Presenta hojas verduzcas y arrugadas (Mahr, 2012). Sin embargo, Ugaz et al. (2000), menciona que tanto hoja y peciolo son de color verde claro. Andersen (2013), indica que es tolerante al calor y que madura a los 60 días.

Pokluda y Kuben (2002), realizaron una evaluación de 12 variedades de acelga en República Checa, entre las cuales está la variedad ‘Lucullus’, con semillas provenientes de 2 compañías. El distanciamiento usado fue de 20 cm entre plantas y 50 cm entre hileras. Evaluaron características morfológicas, rendimiento y calidad nutricional de hojas y peciolo, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 36: **Características morfológicas y rendimiento de la acelga ‘Lucullus’**

Variedad	Compañía	Germ. (%)	Peso de planta (g)	Alt. de la planta (cm)	Ancho de peciolo (cm)	N° de hojas	Rendimiento (t/ha)
Lucullus	Semena Veleliby (CZ)	86	180	52.3	1.76	8.3	22

Fuente: Pokluda y Kuben (2002)

Tabla 37: **Análisis nutricional de hojas y peciolo de la acelga ‘Lucullus’**

Variedad	Compañía	Vitamina C		K		Na		Ca		Mg	
		(mg/kg)		(mg/kg)		(mg/kg)		(mg/kg)		(mg/kg)	
		h	p	h	p	h	p	h	p	h	p
Lucullus	Semo (CZ)	324	93	3.45	4.52	1.81	793	634	313	440	116
Lucullus	Semena Veleliby (CZ)	284	64	3.60	3.69	1.98	824	523	366	468	122

Fuente: Pokluda y Kuben (2002)

III. METODOLOGÍA

3.1 Ubicación

La tesis se realizó en el vivero ornamental de la Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicado en el distrito de La Molina, departamento de Lima, con una latitud de 12°04'55" S, longitud de 76°56'53" O y una altitud de 243,7 m.s.n.m. Este trabajo de investigación se ejecutó en los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2019, presentando las siguientes condiciones ambientales:

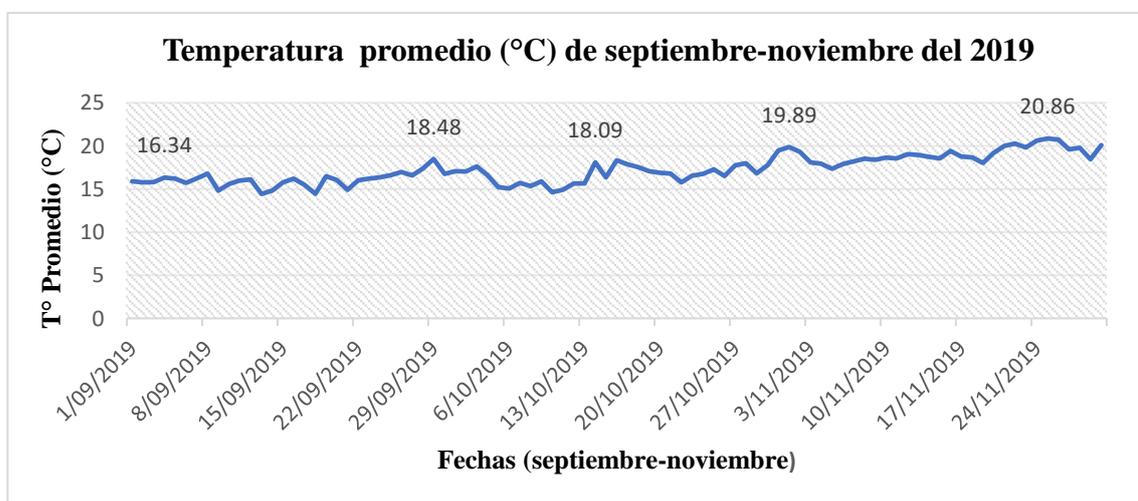


Figura 1: Temperaturas promedio registradas en la estación Von Humboldt

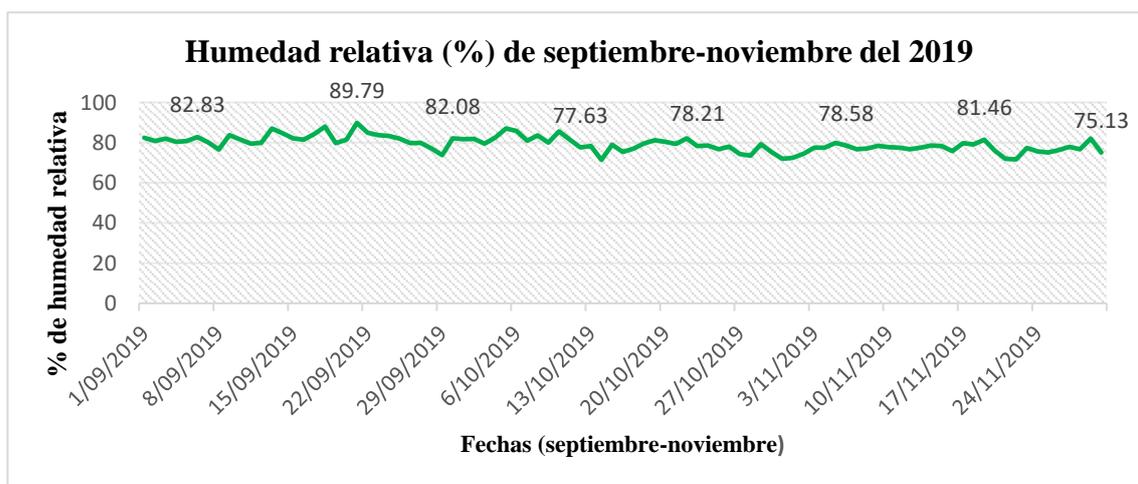


Figura 2: Humedad relativa (%) registrada en la estación Von Humboldt

3.2 Materiales y equipos:

- Material vegetal: *Lactuca sativa* L. (135 almácigos del cultivar Waldman's green) y *Beta vulgaris* L. var. cicla (135 almácigos del cultivar Lucullus)
- 12 mantas para jardín vertical de 25 bolsillos (capacidad de 550 ml cada bolsillo)
- Perlita (15 litros)
- Musgo tamizado (55 litros)
- Humus (30 litros)
- Biochar (15 litros)
- Cascarilla de arroz (15 litros)
- Viruta (20 litros)
- Tamices
- Jarras de 1L y 100 ml
- Tijeras
- Sacos (10 sacos)
- Estructura de madera para sostener los paneles
- Clavos
- Martillo
- Nivel
- Alcayatas (36)
- Regla de 30 cm
- Escalera tipo A
- Úrea
- Nutriphos-P
- Sulfato de potasio
- Biol (Alopez Forte)
- Agrostemin
- Cobbos
- Kapsitron
- Premix
- Semillas de lechuga Waldman's green y acelga 'Lucullus'
- 270 bolsas de papel
- Plumón indeleble
- Jeringa de 100 ml

3.3.Procedimientos

3.3.1. Elaboración del sustrato

Se combinaron los insumos (perlita, musgo, humus, biochar, cascarilla de arroz, viruta) en las siguientes proporciones, para obtener 3 tipos de sustratos, los cuales son:

Tabla 38: **Cantidad de insumos (%) usados para elaboración de sustratos**

Sustratos	Volumen de insumos que contienen (%)					
	Perlita	Musgo	Humus	Cascarilla de arroz	Viruta	Biochar
S1 (comercial)	30	50	20	0	0	0
S2 (alternativo)	0	30	20	20	20	10
S3 (alternativo)	0	30	20	10	20	20

Por cada contenedor de la manta para jardín vertical se aplicó un volumen de 550 ml de sustrato, llegándose a usar las siguientes cantidades por bolsillo:

Tabla 39: **Volumen de insumos (ml) usados por contenedor de 550 ml**

Sustratos	Volumen de insumos utilizados (ml)					
	Perlita	Musgo	Humus	Cascarilla de arroz	Viruta	Biochar
S1 (comercial)	165	275	110	0	0	0
S2 (alternativo)	0	165	110	110	110	55
S3 (alternativo)	0	165	110	55	110	110



Figura 3: Sustratos en los bolsillos de la manta para jardín vertical

3.3.2. Tipos de fertilizaciones

Se aplicaron tres tipos de fertilizaciones en base a las cantidades observadas en la literatura.

Tabla 40: **Fertilización utilizada para ambos cultivos**

Fertilización	Tipo de fertilización	Fuentes de nutrientes
F1	Sin fertilización NPK	Ninguno
F2	Orgánica	Biol (Alopez Forte)
F3	Con fertilización NPK	Úrea, Nutriphos P y Sulfato de potasio

3.3.3. Tratamientos

Los tratamientos consistieron en la combinación entre sustratos y tipos de fertilizaciones, obteniendo 9 tratamientos, los cuales son:

Tabla 41: **Tratamientos para los cultivos de lechuga y acelga**

Tratamiento	Sustrato	Fertilización	S*F
T1	S1 (comercial)	F1 (Sin fertilización NPK)	S1F1
T2	S1 (comercial)	F2 (Orgánica)	S1F2
T3	S1 (comercial)	F3 (Con fertilización NPK)	S1F3
T4	S2 (alternativo)	F1 (Sin fertilización NPK)	S2F1
T5	S2 (alternativo)	F2 (Orgánica)	S2F2
T6	S2 (alternativo)	F3 (Con fertilización NPK)	S2F3
T7	S3 (alternativo)	F1 (Sin fertilización NPK)	S3F1
T8	S3 (alternativo)	F2 (Orgánica)	S3F2
T9	S3 (alternativo)	F3 (Con fertilización NPK)	S3F3

3.3.4. Evaluación de sustratos e insumos

Primero se realizaron evaluaciones, en el laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, a los insumos usados en los sustratos para calcular su pH y la conductividad eléctrica, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 42: Análisis de pH y CE de los insumos utilizados en el sustrato

Insumo utilizado	pH	CE es (dS/m)
Perlita	7.51	0.179
Musgo	5.86	3.005
Humus	6.79	6.665
Cascarilla de arroz	7.01	3.625
Viruta	5.32	0.124
Biochar	9.69	11.42

Nota: Resultados de los análisis realizados en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía.

Se realizaron también evaluaciones químicas a los sustratos que se usaron como tratamientos obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 43: Análisis químico de los sustratos

Sustrato	pH	CE es (dS/m)	% MO	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
S1	6.45	3.364	32.7101	0.084	671.75	1580	398	10500	2620
S2	6.79	3.039	55.8179	0.1176	942.5	5400	1420	9440	2440
S3	6.88	4.313	56.2151	0.112	931.75	5600	1020	9560	2360

Nota: Resultados de los análisis realizados en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía.

También se realizaron análisis para calcular la porosidad, densidad aparente y retención de humedad que nos brinda cada sustrato.

Tabla 44: Análisis físico de los sustratos

Sustrato	Da (g/ml)	Volumen (ml) en 100g de sustrato	Retención de agua (g) en 100 g de sustrato
S1	0.2390	418.41	277.8
S2	0.2097	476.87	269.5
S3	0.2107	476.61	282.7

Nota: Resultados de los análisis realizados en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía.

3.3.5. Manejo para el cultivo de lechuga:

- Primero se realizó la siembra en bandejas almacigueras con un sustrato premix aplicando agrostemin a una dosis de 2 ml/L de agua, se dejó crecer a la planta hasta tener 4-5 hojas verdaderas y se trasplantó en el jardín vertical.
- De manera práctica, para el cálculo de la capacidad de campo de los sustratos en cada contenedor, se realizó una prueba con las 3 formulaciones (S1, S2 y S3) proporcionando 30, 40, 50, 60 y 70 ml de agua a cada sustrato, determinando que los riegos mayores de 50 ml generaban goteos de un bolsillo hacia otro, situación que puede generar un error experimental producido si la fertilización de una planta afecta a un tratamiento que no debería recibir nutrientes en el bloque inferior.
- Por el motivo anterior se optó por regar 3 veces por semana en los primeros 21 ddt (cada riego fue de 40 ml/planta), a partir de la 4 semana se empezó a regar diario a 50 ml/planta excepto los domingos.
- Para evitar que el estrés después del trasplante afecte el crecimiento, se aplicó el bioestimulante líquido foliar COBBOS (anexo 56), que contiene cobre sistémico quelado con aminoácidos y ácidos orgánicos naturales, a una dosis de 2 ml/L a los 2 días después del trasplante.
- Se aplicó KAPSITRON (anexo 57), fertilizante biológico con propiedades repelentes contra insectos picadores y chupadores, a una dosis de 2 ml/L para el control de plagas. Su aplicación se realizó una vez cada dos semanas a todas las plántulas.
- Para los tratamientos de fertilización química se utilizaron fertilizantes como úrea (46% nitrógeno), nutriphos-p (24% fósforo) y sulfato de potasio (50% potasio) (figura 2), con una dosis de NPK de 27-14-41 kg/ha, aplicando de manera semanal:

Tabla 45: Fertilización semanal para la lechuga

Semanas después del trasplante	Nitrógeno (ppm-kg/ha)	Fósforo (ppm-kg/ha)	Potasio (ppm-kg/ha)
1	100-0.8	50-0.4	150-1.2
2	750-6	450-3.6	1375-11
3	1250-10	625-5	1750-14
4	1025-10.2	500-5	1475-14.8
Total	27 kg/ha	14 kg/ha	41 kg/ha

Nota: considerando 200000 plantas/ha en un campo horizontal y que cada planta recibe 40 ml de riego hasta la 3ra semana y 50ml a partir de la 4ta semana.

- Para la fertilización orgánica se utilizó el biol ALOPEZ FORTE (figura 2), en una concentración de 2 ml por litro. La aplicación fue semanal y al sustrato.
- Se cosechó a los 31 días después del trasplante y se realizaron las evaluaciones respectivas para cada unidad experimental de lechuga.



Figura 4: Almacigos de lechuga y acelga

3.3.6. Manejo para el cultivo de acelga:

- Primero se realizó la siembra en bandejas almacigueras con un sustrato Premix aplicando agrostemin a una dosis de 2 ml/L de agua, se dejó crecer a la planta hasta tener 4-5 hojas verdaderas y se trasplantó en el jardín vertical (figura 5).
- Por los motivos explicados en el manejo de lechuga, de igual forma se optó por regar 3 veces por semana en los primeros 21 ddt (cada riego fue de 40 ml/planta), a partir de la 4 semana se empezó a regar diario a 50 ml/planta excepto los domingos.
- Para evitar que el estrés después del trasplante afecte a la planta, se aplicó el bioestimulante líquido foliar COBBOS (anexo 56), que contiene cobre sistémico quelado con aminoácidos y ácidos orgánicos naturales, a una dosis de 2 ml/L a los 2 días después del trasplante.
- Se aplicó KAPSITRON (anexo 57), fertilizante biológico con propiedades repelentes contra insectos picadores y chupadores, a una dosis de 2 ml/L para el control de plagas. Su aplicación se realizó una vez cada 2 semanas a todas las plántulas.
- Para los tratamientos de fertilización química se utilizó fertilizantes como úrea (46% nitrógeno), nutriphos-p (24% fósforo) y sulfato de potasio (50% potasio), con una dosis de NPK de 91-48-36 kg/ha, aplicando de manera semanal:

Tabla 46: **Fertilización semanal para la acelga**

Semanas después del trasplante	Nitrógeno (ppm-kg/ha)	Fósforo (ppm-kg/ha)	Potasio (ppm-kg/ha)
1	150-0.6	80-0.32	60-0.24
2	1100-4.4	920-3.68	690-2.76
3	1500-6	1000-4	750-3
4	3000-15	1250-6.25	1000-5
5	4000-20	1750-8.75	1250-6.25
6	4000-20	2000-10	1500-7.5
7	3000-15	1750-8.75	1250-6.25
8	2000-10	1250-6.25	1000-5
Total	91 kg/ha	48 kg/ha	36 kg/ha

Nota: considerando 100000 plantas/ha en un campo horizontal y que cada planta recibe 40 ml de riego hasta la 3ra semana y 50ml a partir de la 4ta semana.



Figura 5: Trasplante de acelga

- Para la fertilización orgánica se utilizó el biol ALOPEZ FORTE, en una concentración de 2 ml por litro. La aplicación fue una vez a la semana y al sustrato.
- Se cosechó hojas que tengan entre 20-30 cm de longitud a partir de los 38 días después del trasplante, realizándose 4 cosechas con laxos intermedios de 10-13 días.

3.3.7. Precio de insumos, gasto de agua y fertilizantes

Tabla 47: **Costo de sustratos utilizados**

Sustratos e insumos	Precio (soles)	Volumen (litros)
Perlita	120	100
Humus	17	50
Musgo	8	20
Cascarilla de arroz	10	40
Viruta	8	40
Biochar	10	40
Sustrato 1	0.628	1
Sustrato 2	0.303	1
Sustrato 3	0.303	1
S1 x manta de 25 bolsillos	8.635	13.75
S2 x manta de 25 bolsillos	4.166	13.75
S3 x manta de 25 bolsillos	4.166	13.75

Los gastos de agua en las plantas fueron:

Tabla 48: **Gasto de agua en lechuga a los 31 días después del trasplante**

Unidad	Gasto (1-21 ddt) (L)	Gasto (21-31 ddt) (L)	Total (L)
Planta	0.36	0.5	0.86
Manta para 25 plantas	9	12.5	21.5
m ² vertical (56 plantas)	20.16	28	48.16

Nota: En las primeras 3 semanas se realizaron 9 riegos de 40 ml/planta, a partir de la 4 semana se contabilizaron 10 riegos de 50 ml/planta hasta la cosecha.

Tabla 49: **Gasto de agua en acelga a los 73 días después del trasplante**

Unidad	Gasto (1-21 ddt) (L)	Gasto (21-73 ddt) (L)	Total (L)
Planta	0.36	2.35	2.71
Manta para 25 plantas	9	58.75	67.75
m ² vertical (56 plantas)	20.16	131.6	151.76

Nota: En las primeras 3 semanas se realizaron 9 riegos de 40 ml/planta, a partir de la 4 semana se contabilizaron 47 riegos de 50 ml/planta hasta la cosecha.

El gasto de fertilizantes se calculó de la siguiente manera:

Tabla 50: Cálculo de nitrógeno aplicado en el cultivo de lechuga

Semana	Dosis en ppm (mg/L)	Cantidad de riego (ml/planta)	Cantidad de nitrógeno aplicado (mg/planta)
1	100	40	4
2	750	40	30
3	1250	40	50
4	1025	50	51.25

En total obtenemos que se aplicó de nitrógeno 135.25 mg/planta, teniendo en cuenta que el fertilizante utilizado contiene 46% de N, entonces el gasto de Úrea fue de 0.294 g/planta.

De igual forma que con la Urea, se calculó el gasto para los demás fertilizantes.

Tabla 51: Gasto de fertilizante (g) en la lechuga

Fertilizante	Por planta	Por manta de 25 bolsillos	Por m ² en vertical
Úrea	0.294	7.35	16.464
Nutriphos-p	0.292	7.3	16.352
Sulfato de potasio	0.410	10.25	22.96

Tabla 52: Gasto de fertilizante (g) en la acelga

Fertilizante	Por planta	Por manta de 25 bolsillos	Por m ² en vertical
Úrea	1.978	49.45	110.768
Nutriphos-p	2	50	112
Sulfato de potasio	0.720	18	40.32

3.3.8. Diseño experimental y análisis de resultados

Para ambos cultivos se empleó un diseño en bloques al azar con arreglo factorial, teniendo 3 bloques y 2 factores (3 sustratos y 3 tipos de fertilización), generando 9 tratamientos con 5 unidades experimentales cada uno, siendo ubicados de manera aleatoria en cada bloque.

Los bloques consisten en la influencia del viento que puede generar pérdida de humedad en las plantas dependiendo a que altura se ubique el cultivo.

Tabla 53: Croquis del cultivo de acelga

Bloques	Ubicación de tratamientos								
1	B1T2	B1T1	B1T9	B1T6	B1T4	B1T5	B1T3	B1T8	B1T7
2	B2T6	B2T5	B2T4	B2T8	B2T9	B2T7	B2T1	B2T2	B2T3
3	B3T5	B3T1	B3T2	B3T9	B3T7	B3T8	B3T3	B3T6	B3T4

Tabla 54: Croquis del cultivo de lechuga

Bloques	Ubicación de tratamientos								
1	B1T7	B1T8	B1T3	B1T5	B1T4	B1T6	B1T9	B1T1	B1T2
2	B2T5	B2T1	B2T2	B2T9	B2T7	B2T8	B2T3	B2T6	B2T4
3	B3T6	B3T5	B3T4	B3T8	B3T9	B3T7	B3T1	B3T2	B3T3



Figura 6: Vista general del jardín vertical

Se realizó el análisis estadístico con el programa RStudio, utilizando la prueba de Tukey para comparar los promedios de los tratamientos respecto a las variables analizadas.

3.3.9. Variables evaluadas en lechugas

a. Número de hojas

Se procedió con el conteo de hojas libres de cada unidad experimental al momento de la cosecha, esta evaluación se realizó a los 31 días después del trasplante.

b. Altura

Se procedió con la medición de la altura de cada unidad experimental al momento de la cosecha, esta evaluación se realizó a los 31 días después del trasplante. Se tomó la longitud desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la hoja superior, utilizando una regla.

c. Ancho

Se procedió con la medición del ancho de cada unidad experimental al momento de la cosecha, esta evaluación se realizó a los 31 días después del trasplante. Se tomó la longitud entre los ápices de las hojas que se encuentren en los extremos, utilizando una regla.

d. Peso fresco

Se pesó cada unidad experimental inmediatamente después de la cosecha, esta evaluación se realizó a los 31 días después del trasplante. Se tomó en cuenta solo el peso de las hojas. Luego se ponderó para obtener el rendimiento en kg/m² y t/ha.

e. Peso seco

Se pesó cada unidad experimental después de la cosecha. Se tomó en cuenta solo el peso de las hojas después de ser colocadas a estufa durante 24-48 horas (Anexo 3), luego se obtuvo el % de materia seca.

f. Longitud de raíz

Se procedió con la medición de la longitud de raíz de cada unidad experimental al momento de la cosecha, esta evaluación se realizó a los 31 días después del trasplante. Se tomó la longitud desde el cuello de la raíz hasta su extremo.

3.3.10. Variables evaluadas en acelgas

a. Número de hojas cosechadas

Se contó la cantidad de hojas de cada unidad experimental durante las cosechas.

a. Longitud de hoja cosechada

Se midió la distancia desde la base del peciolo hasta el ápice de las hojas cosechadas por cada unidad experimental inmediatamente después de cada cosecha (Anexo 6)

b. Peso fresco de la cosecha

Se procedió a pesar las hojas cosechadas por cada unidad experimental inmediatamente después de cada cosecha. Luego se ponderó para obtener el rendimiento en kg/m² y t/ha.

c. Peso seco de la cosecha

Se procedió a pesar las hojas cosechadas por cada unidad experimental después de ser colocadas a estufa durante 48 horas. Luego se obtuvo el % de materia seca (Anexo 6).

d. Longitud de raíz

Se procedió con la medición de la longitud de raíz de cada unidad experimental al momento de retirar las plantas al finalizar la campaña. Se tomó la longitud desde el cuello de la raíz hasta su extremo (Anexo 6)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Lechuga

4.1.1 Número de hojas

Tabla 55: Efecto del sustrato y fertilización en el número de hojas de lechuga

Tratamiento	N° de hojas promedio	Grupo
T3 (S1F3)	9.60	a
T9 (S3F3)	8.93	ab
T6 (S2F3)	8.67	abc
T1 (S1F1)	8.20	bcd
T8 (S3F2)	7.93	bcd
T7 (S3F1)	7.60	bcd
T4 (S2F1)	7.53	cd
T2 (S1F2)	7.47	cd
T5 (S2F2)	7.27	d
Coefficiente de variabilidad	5.68	
Factores	Nivel de significación	
Sustrato (S)	*	
Fertilización (F)	***	
Bloque	n.s	
Sustrato x Fertilización	n.s	

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para la variable número de hojas en el cultivo de lechuga, se encontraron diferencias estadísticas a un nivel de significancia de 0.01. Para la comparación de medias se utilizó la prueba estadística de Tukey, obteniendo que los tratamientos T3, T6 y T9 son los que mayor número de hojas han producido en comparación con los demás. Sin embargo, el T3 (S1F3), presentó el mejor promedio de la variable en estudio (Tabla 55). Los tratamientos T4, T2 y T5, estadísticamente son iguales obteniendo la menor cantidad de número de hojas.

Los fertilizantes inorgánicos tienen los nutrientes directamente disponibles para las plantas, mientras que en los materiales orgánicos, especialmente el N orgánico, son a menudo de baja disponibilidad nutritiva (Mengel y Kirkby, 2000).

Trabajos de investigación como los de Blanco y Martínez (2019), Aruani et al. (2008) y Añez y Tavira (2015), encontraron que se obtiene más producción de biomasa foliar en el cultivo de lechuga mientras se aumenta la dosis nitrogenada aplicada.

Por lo antes mencionado, los tratamientos T3, T6 y T9 obtuvieron mejores resultados debido a que recibieron una fertilización química con N-P-K.

Observando otros trabajos como el de Floríndez y Siura (2006), tuvieron un promedio de 5 hojas en sus cosechas de 11 cultivares de lechuga miniatura a los 32 días después de la siembra en suelo, siendo inferior al número obtenido en nuestra investigación.

Cajo (2016), trabajó con 3 variedades de lechuga bajo un sistema hidropónico, obteniendo un número de hojas promedio más alto de 11.7 en la variedad lollo rossa a los 80 días después del trasplante.

Bajo un sistema hidropónico, Pereda (2015) tuvo un promedio de número de hojas de 35 a los 60 ddt. en la lechuga Waldman's Green. Mientras que Quispe (2015), obtuvo 17.27 para la misma variable a los 50 ddt.

Pérez (2018) llegó a tener lechugas hidropónicas Waldman's Green con rangos de número de hojas en su tratamiento control de 8-12 en invierno y 9-12 en verano, durante la cuarta semana después del trasplante.

En el trabajo de Barrientos et al. (2015), encontraron que la variedad Waldman's Green, genera una gran cantidad de área foliar a partir de los 40 días después del trasplante. Por lo que explicaría el poco número de hojas que desarrollaron las lechugas de la variedad evaluada en nuestra investigación.

A comparación con los resultados de hidroponía, el cultivo de lechuga de nuestra investigación generó una menor cantidad de número de hojas debido a que solo estuvo en el jardín vertical hasta los 31 ddt, menos tiempo si comparamos con los trabajos ya mencionados. Además, se debe tener en cuenta que, bajo un sistema de jardín vertical con bolsillos pequeños, la expansión de la zona radicular y desarrollo del cultivo es limitado, pero con la ventaja de tener una mayor densidad de plantas sin abarcar mucho espacio horizontal.

Según el Instituto Colombiano Agropecuario (1992), mencionan que entre un pH de 6-6.5 con respecto a la disponibilidad de nutrientes, se tiene la condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de cultivos. Además, Mengel y Kirkby (2000), indican que las sales solubles pueden generar cambios negativos en el potencial hídrico de un medio nutritivo, generando restricciones en la absorción de agua por parte de las raíces.

Asimismo, Carranza et al. (2009), analizaron el crecimiento de la lechuga 'Batavia' cultivada en un suelo salino de Bogotá, concluyendo que los parámetros más afectados por las condiciones de salinidad, fueron aquellos relacionados con el área foliar y acumulación de masa seca foliar. Lo que corrobora la sensibilidad del cultivo en mención hacia las sales.

Tombion et al. (2016), analizó la calidad de plantines de lechuga en sustratos con diferente % de humus, obteniendo menor número de hojas en el sustrato con mayor conductividad eléctrica.

Por lo antes mencionado, se puede afirmar que el sustrato 1 (comercial), que presenta mayor retención de humedad, pH de 6.45 y CE de 3.3 dS/m (menos que el sustrato 3), proporciona condiciones ideales para el desarrollo de las plantas y eso explica que el T3 tenga mayor superioridad de número de hojas.

4.1.2 Altura

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para la variable altura de planta en el cultivo de lechuga, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos a un nivel de significancia de 0.01. Sin embargo, las plantas del tratamiento T6 y T9 llegaron a medir más de 16 cm a los 31 días después del trasplante (Tabla 56).

Barrientos et al. (2015), menciona que la variedad Waldman's Green tiene un desarrollo foliar lineal en sus primeras etapas de crecimiento, a partir de los 40 días después del trasplante, es cuando las plantas empiezan a generar gran cantidad de hojas y crecen en su máximo esplendor.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, se hubiera tenido una mayor diferencia entre tratamientos en el caso que nuestras plantas de lechuga hubieran estado desarrollándose en el jardín vertical hasta por más de 40 días después del trasplante. Ya que si observamos diferencias significativas en la variable número de hojas lo que directamente influiría en la altura de planta.

Tabla 56: Efecto del sustrato y fertilización en la altura de las lechugas

Tratamiento	Altura promedio (cm)	grupo
T6 (S2F3)	16.75333	a
T9 (S3F3)	16.48667	a
T8 (S3F2)	16	a
T3 (S1F3)	15.88667	a
T5 (S2F2)	15.1	a
T1 (S1F1)	15.06	a
T7 (S3F1)	14.93333	a
T2 (S1F2)	14.26667	a
T4 (S2F1)	14.19333	a
Coefficiente de variabilidad	12.33	
Factores	Nivel de significación	
Sustrato (S)	n.s	
Fertilización (F)	n.s	
Bloque	.	
Sustrato x Fertilización	n.s	

En trabajos con lechugas como el de Floríndez y Siura (2006), llegaron a tener unas alturas de 15.4 y 20 cm en lechugas miniatura y madura respectivamente. Sus cosechas para ambos tipos se realizaron a los 32 y 61 días después de la siembra (dds).

En Apurímac, López (2019), obtuvo lechugas de la variedad Waldman's Green con una altura de 19.01 cm a los 80 ddt aplicando el bioestimulante RUMBA con una dosis de 2 litro/ha.

Cajo (2016), llegó a tener un promedio de altura en lechuga de 10.02 cm en la variedad lollo rossa a los 80 ddt, bajo condiciones hidropónicas.

Producción de lechuga bajo un sistema hidropónico en la variedad Waldman's Green, trabajos como el de Pereda (2015), alcanzaron un promedio de altura de 36.55 cm a los 60 ddt. Mientras que Quispe (2015), llegó a tener 22.87 cm a los 50 ddt para la misma variable.

Esta investigación no llegó a tener las medidas de altura como las lechugas hidropónicas en los trabajos mencionados, pues se debe considerar que estuvieron menos tiempo en el jardín vertical, lo cual evitó que se pueda ver el máximo desarrollo de esta variedad. Sin embargo, 31 días es suficiente para que las lechugas puedan abarcar su área foliar en toda la estructura de la pared verde.

4.1.3 Ancho

Tabla 57: Efecto del sustrato y fertilización en el ancho de las lechugas

Tratamiento	Ancho promedio (cm)	Grupo
T3 (S1F3)	26.26667	a
T9 (S3F3)	26.13333	a
T6 (S2F3)	25.96667	a
T2 (S1F2)	22.63333	ab
T8 (S3F2)	21.93333	ab
T1 (S1F1)	21.86667	ab
T7 (S3F1)	21.65333	ab
T5 (S2F2)	21.19333	b
T4 (S2F1)	19.48667	b
Coefficiente de variabilidad	6.97	
Factores	Nivel de significación	
Sustrato (S)	n.s	
Fertilización (F)	***	
Bloque	*	
Sustrato x Fertilización	n.s	

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para la variable ancho de planta en el cultivo de lechuga, se encontraron diferencias estadísticas a un nivel de significancia de 0.01. Para la comparación de medias se utilizó la prueba estadística de Tukey, obteniendo que los tratamientos T3, T6 y T9 son los que mayor ancho promedio tienen en comparación con los demás. Aquellos tratamientos con menor ancho son el T5 y T4.

Trabajos como los de Blanco y Martínez (2019), Aruani et al. (2008), Añez y Tavira (2015), corroboran que la fertilización nitrogenada aumenta la biomasa foliar en la lechuga.

Asimismo, Mengel y Kirkby (2000), mencionan sobre la alta disponibilidad de nutrientes en fuentes inorgánicas a comparación de los abonos orgánicos, sobre todo que se presenta poco nitrógeno orgánico.

Según lo mencionado, se corrobora que los tratamientos T3, T6 y T9 son los mejores debido a que recibieron una dosis N-P-K de fertilización inorgánica, lo cual les permitió generar más hojas y tener mayor ancho.

En Apurímac, López (2019), obtuvo lechugas de la variedad Waldman's Green con un ancho de 24.06 cm aplicando el bioestimulante RUMBA con una dosis de 2 litro/ha.

Bajo condiciones hidropónicas, Pereda (2015), llegó a tener un diámetro de 33.07 cm en la lechuga Waldman's Green a los 60 ddt.

No se alcanzó el ancho como en un sistema hidropónico, pero si bajo condiciones de agricultura convencional. También debemos considerar que nuestra lechuga estuvo la mitad del tiempo (31 ddt) que normalmente se tiene en hidroponía o campo. Sin embargo, entre la segunda y tercera semana después del trasplante, se observó que las hojas llegaron a ocupar casi el 100 % del espacio del jardín vertical (Anexo 1), favoreciendo la formación de un muro cubierto de material vegetal.

4.1.4 Peso fresco

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para la variable peso fresco (g/planta) en el cultivo de lechuga, se encontraron diferencias estadísticas a un nivel de significancia de 0.01. Para la comparación de medias se utilizó la prueba estadística de Tukey, obteniendo que los tratamientos T3, T6 y T9 son los que mayor peso fresco promedio tienen en comparación con los demás.

Debido a lo mencionado por Mengel y Kirkby (2000), nuestros tratamientos que recibieron una dosis de fertilización inorgánica de N-P-K mostraron mejores resultados por tener una mayor disponibilidad de nutrientes que las fuentes orgánicas.

Trabajos como los de Blanco y Martínez (2019), Aruani et al. (2008), Añez y Tavira (2015), corroboran que la fertilización nitrogenada aumenta la biomasa foliar en la lechuga.

Ravelo (2019), evaluó la respuesta agronómica de la lechuga a la fertilización orgánica y química, ambas con diferente dosis. Obtuvo, que a los 50 ddt., su mayor dosis del producto

orgánico supero en rendimiento a los demás tratamientos. Sin embargo, la menor ración del mismo fertilizante no superó al abonamiento de fuente inorgánica.

Teniendo en cuenta lo mencionado, se debe usar una correcta dosis de un fertilizante orgánico ya que, si es insuficiente, puede no equiparar la ventaja nutritiva que te dan las fuentes de inorgánicas.

Además, entre los tratamientos con los mayores pesos frescos, no se observa una influencia estadísticamente significativa entre los diferentes sustratos. Sin embargo, el sustrato 1 muestra una ligera ventaja debido a que brinda mejores condiciones como mayor retención de humedad, pH de 6.45 y CE de 3.364 dS/m.

Tabla 58: Efecto del sustrato y fertilización en el peso fresco de la lechuga

Tratamiento	Peso fresco promedio (g)	Grupo
T3 (S1F3)	52.74	a
T9 (S3F3)	49.66867	a
T6 (S2F3)	48.102	a
T1 (S1F1)	32.19067	b
T2 (S1F2)	30.186	b
T8 (S3F2)	28.36333	b
T5 (S2F2)	28.026	b
T7 (S3F1)	26.76267	b
T4 (S2F1)	26.65933	b
Coeficiente de variabilidad		13.37
FACTORES	Nivel de significación	
Sustrato (S)	n.s	
Fertilización (F)	***	
Bloque	n.s	
Sustrato x Fertilización	n.s	

Investigaciones con lechuga de manejo orgánico como el de Floríndez y Siura (2006), llegaron a tener pesos frescos de 10.2 g y 314.2 g en lechugas miniatura y madura respectivamente. Sus cosechas para ambos tipos se realizaron a los 32 y 61 dds en el distrito de la Molina.

En Apurímac, López (2019), obtuvo lechugas de la variedad Waldman's Green con un peso fresco de 275 g a 80 ddt aplicando el bioestimulante RUMBA con una dosis de 1 litro/ha.

Cajo (2016), llegó a tener en su trabajo con lechuga hidropónica en Ecuador, pesos frescos en g/planta de 184.4, 152.2 y 126.1 en las variedades Sala Bowl, Lollo Rossa y Crespa respectivamente a los 80 ddt.

En la región de la Libertad, Pereda (2015), obtuvo en lechugas bajo un sistema hidropónico de raíz flotante, un peso fresco de 220.01 g/planta en la variedad Waldman's Green a los 60 ddt.

En Bolivia, Quispe (2015), obtuvo en lechugas bajo un sistema hidropónico recirculante NFT, un peso fresco de 191.77 g/planta en la variedad Waldman's Green a los 50 ddt.

No se alcanzó los pesos frescos como en un sistema hidropónico y en campo. También debemos considerar que nuestra lechuga estuvo la mitad del tiempo (31 ddt) que normalmente se tiene en hidroponía o de manera convencional. Además, no se llegó al tiempo de 40 ddt, donde se genera una mayor biomasa según el trabajo de Barrientos et al. (2015). Sin embargo, el jardín vertical nos permite realizar el cultivo a una mayor densidad con un gran ahorro de espacio, lo que genera gran expectativa al pasar los cálculos a rendimientos de kg/m² y t/ha.

4.1.5 Rendimiento

Para obtener el rendimiento de kg/m², se multiplicaron los resultados del peso fresco de cada unidad experimental por 56, ya que esa cantidad de bolsas agrupadas en 8x7, según las medidas, hacen 1 metro cuadrado en vertical.

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para la variable de rendimiento en kg/m² del cultivo de lechuga, se encontraron diferencias estadísticas a un nivel de significancia de 0.01. Para la comparación de medias se utilizó la prueba estadística de Tukey, obteniendo que los tratamientos T3, T6 y T9 son los que mayor rendimiento (kg/m²) tienen en comparación con los demás.

Tal como se muestran en los resultados g/planta, los tratamientos con una fertilización química son los que mejor resultados obtuvieron ya que la disponibilidad nutricional es mayor en las fuentes de fertilizantes inorgánicos según lo mencionado por Mengel y Kirkby (2000), pero teniendo en cuenta el trabajo de Ravelo (2019), el cultivo de lechuga con una fertilización orgánica puede llegar a tener un mayor rendimiento que un manejo

convencional si se usa una dosis que pueda equiparar las ventajas nutricionales de las fuentes químicas.

Tabla 59: Efecto del sustrato y fertilización en el rendimiento (kg/m²) de lechuga

Tratamientos	Rendimiento (kg/m ²)	Grupo
T3 (S1F3)	2.95344	a
T9 (S3F3)	2.781445	a
T6 (S2F3)	2.693712	a
T1 (S1F1)	1.802677	b
T2 (S1F2)	1.690416	b
T8 (S3F2)	1.588347	b
T5 (S2F2)	1.569456	b
T7 (S3F1)	1.498709	b
T4 (S2F1)	1.492923	b
Coeficiente de variabilidad		17.55
Factores	Nivel de significación	
Sustrato (S)	**	
Fertilización (F)	***	
Bloque	n.s	
Sustrato x Fertilización	n.s	

En argentina, Longo et al. (2002), obtuvo lechugas de la variedad Waldman's Green, bajo un sistema de riego por goteo en el suelo, rendimientos de 3.2 kg/m² a los 52 dds y 6.5 kg/m² a los 75 dds, con una densidad de 15 plantas/m².

En Bolivia, Quispe (2015), obtuvo en lechugas bajo un sistema hidropónico recirculante NFT, un rendimiento de 4.79 kg/m² en la variedad Waldman's Green a los 50 ddt. Obteniendo su mejor resultado en la lechuga 'maravilla 4 estaciones', con 5.1 kg/m² en el mismo tiempo.

En la región de la Libertad, Pereda (2015), obtuvo en lechugas bajo un sistema hidropónico de raíz flotante, un rendimiento de 7.04 kg/m² en la variedad Waldman's Green a los 60 ddt.

Esta investigación estuvo cerca de alcanzar un promedio de 3 kg/m² de rendimiento en 31 ddt, con un manejo más sencillo y menos costoso que el hidropónico. Debemos considerar que nuestro sistema vertical estaba expuesto a efectos ambientales que reducen los rendimientos si no se manejan de manera correcta. Además, que no se llegó al tiempo de 40 ddt, donde se genera una mayor biomasa según el trabajo de Barrientos et al. (2015).

Para obtener el rendimiento de t/ha se multiplicó por 10 (factor de conversión) a los rendimientos de kg/m² con el fin de hacer la comparación con otros trabajos de investigación.

Tabla 60: Efecto del sustrato y fertilización en el rendimiento (t/ha) de lechuga

Tratamiento	Rendimiento (t/ha)	Grupo
T3 (S1F3)	29.5344	a
T6 (S2F3)	27.81445	a
T9 (S3F3)	26.93712	a
T1 (S1F1)	18.02677	b
T2 (S1F2)	16.90416	b
T8 (S3F2)	15.88347	b
T5 (S2F2)	15.69456	b
T7 (S3F1)	14.98709	b
T4 (S2F1)	14.92923	b
Coeficiente de variabilidad		17.55
Factores	Nivel de significación	
Sustrato (S)	**	
Fertilización (F)	***	
Bloque	n.s	
Sustrato x Fertilización	n.s	

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para la variable de rendimiento en t/ha del cultivo de lechuga, se encontraron diferencias estadísticas a un nivel de significancia de 0.01. Para la comparación de medias se utilizó la prueba estadística de Tukey, obteniendo que los tratamientos T3, T6 y T9 son los que mayor rendimiento (t/ha) tienen en comparación con los demás.

Tal como se muestran en los resultados kg/m^2 , los tratamientos con una fertilización química son los que mejor resultados obtuvieron ya que la disponibilidad nutricional es mayor en las fuentes de fertilizantes inorgánicos según lo mencionado por Mengel y Kirkby (2000)

Investigaciones con lechuga de manejo orgánico como el de Floríndez y Siura (2006), llegaron a tener rendimientos de 11.3 t/ha y 37.9 t/ha en lechugas miniatura y madura respectivamente. Sus cosechas para ambos tipos se realizaron a los 32 y 76 dds en el distrito de la Molina.

Cajo (2016), llegó a tener en su trabajo con lechuga hidropónica en Ecuador, rendimientos en t/ha de 36.88, 30.55 y 25.22 en las variedades Sala Bowl, Lollo Rossa y Crespa respectivamente, a los 80 ddt.

En Apurímac, López (2019), obtuvo lechugas de la variedad Waldman's Green con un rendimiento de 24.39 t/ha, aplicando el bioestimulante RUMBA con una dosis de 1 litro/ha.

Según datos del MIDAGRI (2018), el rendimiento nacional promedio fue de 10 997 kg/ha, teniendo valores altos como 21 576 kg/ha en la región Lima metropolitana y 25 419 kg/ha en La Libertad, también bajos rendimientos como 2 559 kg/ha en Cajamarca, 5 311 kg/ha en Ica y 4 179 kg/ha en Loreto.

Todos nuestros tratamientos superan el rendimiento nacional promedio. Además, el T3, T6 y T9, superan a los rendimientos de Lima metropolitana y La Libertad.

Esto indica que la agricultura vertical es factible para una mejor producción reduciendo costos y espacios de manera más saludable, siendo también una solución para mejorar los índices de rendimiento en regiones que carecen de buen suelo, agua y espacio para el cultivo.

Teniendo en cuenta los trabajos de Ravelo (2019) y de Floríndez y Siura (2006), se pueden obtener mayores rendimientos con una fertilización orgánica, si la dosis utilizada llega equiparar las ventajas nutricionales que te brindan los fertilizantes químicos.

4.1.6 Peso seco

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para la variable peso seco (g/planta) del cultivo de lechuga, se encontraron diferencias estadísticas a un nivel de significancia de 0.01. Para la comparación de medias se utilizó la prueba estadística de Tukey, obteniendo que los tratamientos T3, T6 y T9 son los que mayor peso seco (g/planta) tienen en comparación con los demás.

Tabla 61: Efecto del sustrato y fertilización en el peso seco (g/planta) de la lechuga

Tratamiento	Peso seco promedio (g)	Grupo
T3 (S1F3)	3.928	a
T6 (S2F3)	3.543333	ab
T9 (S3F3)	3.308	bc
T2 (S1F2)	3.114667	bc
T1 (S1F1)	2.954667	cd
T4 (S2F1)	2.530667	de
T5 (S2F2)	2.520667	de
T7 (S3F1)	2.371333	e
T8 (S3F2)	2.224667	e
Coeficiente de variabilidad		6.33
Factores	Nivel de significación	
Sustrato (S)	***	
Fertilización (F)	***	
Bloque	**	
Sustrato x Fertilización	n.s	

Observamos que en su mayoría coincide con el orden obtenido en los resultados de peso fresco. Por ese motivo, para realizar un mejor análisis del comportamiento de la planta con respecto a la variable peso seco, se tiene que hallar el % de materia seca y discutir.

Además, Guaita (2014), nos menciona que los alimentos están compuestos por agua y otros ingredientes que constituyen la materia seca, esta última contiene componentes orgánicos (lípidos, carbohidratos, vitaminas, etc.) e inorgánicos (macro y micro elementos ya sean esenciales o no).

Debido a lo mencionado por Guaita (2014), la importancia de obtener el % de materia seca nos va permitir saber el potencial nutricional que pueden tener los alimentos en estudio.

4.1.7 Materia seca (%)

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para la variable % de materia seca del cultivo de lechuga, se encontraron diferencias estadísticas a un nivel de significancia de 0.01. Para la comparación de medias se utilizó la prueba estadística de Tukey, obteniendo que los

tratamientos T2, T4, T1 y T5 tienen más de 9 % de materia seca en comparación con los demás.

Aquellos tratamientos que desarrollaron mayor peso fresco como el T3, T6 y T9, son los que menor % de materia seca obtuvieron.

De aquellas lechugas que tuvieron una fertilización inorgánica, las que se desarrollaron bajo el sustrato 1 son las que mejor % de materia seca obtuvieron.

Tabla 62: Efecto del sustrato y fertilización en el % de materia seca de la lechuga

Tratamiento	Materia seca (%)	Grupos
T2 (S1F2)	10.752515	a
T4 (S2F1)	9.775851	ab
T1 (S1F1)	9.51179	abc
T5 (S2F2)	9.216184	abcd
T7 (S3F1)	8.9531	abcd
T8 (S3F2)	7.83003	bcde
T3 (S1F3)	7.59568	cde
T6 (S2F3)	7.452292	de
T9 (S3F3)	6.691027	e
Coeficiente de variabilidad		19.90
Factores	Nivel de significación	
Sustrato (S)	***	
Fertilización (F)	***	
Bloque	***	
Sustrato x Fertilización	.	

Investigaciones con lechuga de manejo orgánico como el de Floríndez y Siura (2006), llegaron a tener % de materia seca de 6.5 y 8.3 en la lechuga miniatura, pero en la planta madura alcanzó un valor de 3.6. Sus cosechas para ambos tipos se realizaron a los 32 y 76 dds en el distrito de la Molina.

Barrientos et al. (2015), observaron que la lechuga tiene una alta tasa de asimilación neta (TAN) en sus primeras fases, por lo que tiene una mayor eficiencia de incrementar su materia seca en función al área asimiladora, ya que el crecimiento se concentra en pocas hojas.

Gardner et. al (2000), mencionan que la tasa de asimilación neta es mayor en plantas pequeñas debido a que casi todas sus hojas están expuestas a luz solar directa, a diferencia de cuando se tiene más desarrollo foliar y empieza a generarse sombra dentro de la misma área foliar de una planta, lo cual disminuye su TAN.

Tomando en cuenta lo anterior, observamos que los tratamientos con menor producción de hojas son los de mayor % de materia seca, eso explica los bajos valores con aquellas plantas que recibieron una fertilización química y desarrollaron mayor biomasa foliar con respecto a esta variable.

El T2 supera en % de materia seca a las lechugas miniaturas obtenidas por Floríndez y Siura (2006) y se asemejan a los resultados que muestran los tratamientos que obtuvieron mayor peso fresco (T3, T6 y T9). Esto nos indica que se pueden producir lechugas con alto valor nutritivo bajo un sistema de jardín vertical, el cual nos permite cultivar a mayor densidad con un gran ahorro de espacio horizontal.

4.1.8 Longitud de raíz (cm)

Tabla 63: Efecto del sustrato y fertilización en la longitud de raíz de la lechuga

Tratamientos	Longitud de raíz (cm)	Grupo
T5 (S2F2)	22.13333	a
T8 (S3F2)	21.73333	ab
T4 (S2F1)	21.66667	ab
T7 (S3F1)	21.1	abc
T2 (S1F2)	20.8	abc
T9 (S3F3)	20.66667	bc
T1 (S1F1)	20.53333	bc
T6 (S2F3)	20.43333	bc
T3 (S1F3)	20.2	c
Coeficiente de variabilidad		21.03
Factores	Nivel de significación	
Sustrato (S)	*	
Fertilización (F)	*	
Bloque	***	
Sustrato x Fertilización	n.s	

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para la variable longitud de raíz (cm) del cultivo de lechuga, se encontraron diferencias estadísticas a un nivel de significancia de 0.01. Para la comparación de medias se utilizó la prueba estadística de Tukey, obteniendo que los tratamientos T5, T8, T4 y T7 son los que mayor longitud de raíz (cm) tienen en comparación con los demás, teniendo más de 21 cm de largo.

Nichol (2017), evaluó la influencia de la salinidad en el cultivo de lechuga, encontrando que la longitud de las raíces va disminuyendo conforme aumenta las sales en el agua de riego. Considerando el trabajo mencionado y que la especie es poco tolerante a la salinidad, se puede corroborar que la fertilización química si tuvo efectos negativos en el desarrollo de la raíz en nuestras lechugas.

Raviv et al. (2004) menciona que la oxigenación y retención de humedad que brinda un medio de cultivo es importante para el desarrollo de la raíz. Chang et al. (2007), sembraron hortalizas y evaluaron el efecto de diferentes tasas de aplicación de compost como fertilizante orgánico y una fertilización química, concluyendo que la actividad microbiana aumentó en los tratamientos que se aplicaron compost, también observaron que un alto contenido de materia orgánica aliviaba el efecto adverso de las sales solubles.

Tomando en cuenta los trabajos mencionados anteriormente, las diferencias entre los tratamientos con respecto a la longitud de raíz se deben a que los sustratos 2 y 3 presentan un mayor % de materia orgánica que el sustrato 1 (Tabla 43). Lo que propicia buenas condiciones de retención de humedad y oxigenación para el desarrollo radicular.

Además, la aplicación del biol aumenta el mejoramiento de la estructura de los agregados en el sustrato provocando ligeramente un mayor crecimiento radicular. La concentración de fósforo también influye en el desarrollo de la raíz, observándose valores más altos de ese elemento en los sustratos 2 y 3.

Pérez (2018), trabajó con lechugas de la variedad Waldman's Green con mallas raschel de colores bajo un sistema hidropónico, obteniendo longitudes de raíz de 17.06-23.83 cm en invierno y 25.16-30.85 cm en verano. Su cosecha final se realizó a la sexta semana después del trasplante. En promedio parecido a los datos obtenidos en nuestra investigación.

Se obtuvo longitudes de raíz semejantes a otra investigación hidropónica, pese a que el crecimiento radicular solo se limitaba al bolsillo del panel para jardín vertical, mostrándonos

que con los sustratos utilizados en esta investigación no habría problemas para generar un buen desarrollo de raíces.

4.2 Acelga

4.2.1 Número de hojas cosechadas

Tabla 64: Efecto del sustrato y fertilización en las hojas cosechadas de acelga

Tratamiento	1 ^{ra} cosecha (38 ddt)	2 ^{da} cosecha (50 ddt)	3 ^{ra} cosecha (63 ddt)	4 ^{ta} cosecha (73 ddt)	Cosecha total
T1 (S1F1)	2.60 ab	1.70 ab	2.50 a	1.50 ab	3.17 b
T2 (S1F2)	3.00 ab	1.71 ab	2.00 a	2.00 a	5.22 b
T3 (S1F3)	4.64 a	2.36 ab	2.14 a	1.50 ab	10.43 a
T4 (S2F1)	2.00 ab	1.75 ab	1.67 a	1.50 ab	3.40 b
T5 (S2F2)	---	1.67 ab	---	----	1.67 b
T6 (S2F3)	3.25 ab	2.71 a	2.21 a	1.25 ab	8.79 a
T7 (S3F1)	2.00 ab	1.50 b	3.00 a	1.00 b	4.75 b
T8 (S3F2)	1.67 b	1.57 b	2.42 a	1.25 ab	4.17 b
T9 (S3F3)	4.36 ab	2.36 ab	2.20 a	1.09 b	9.27 a
Coefficiente de variabilidad	39.26	36.33	39.32	30.14	35.5
Factores	Nivel de Significancia				
Sustrato (S)	n.s	n.s	n.s	**	n.s
Fertilización (F)	***	***	n.s	n.s	***
Bloque	n.s	n.s	n.s	*	n.s
S x F	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para la variable número de hojas cosechadas en el cultivo de acelga, se encontraron diferencias estadísticas a un nivel de significancia de 0.01. Para la comparación de medias se utilizó la prueba estadística de Tukey, obteniendo que los tratamientos T3, T6 y T9 son los que mayor número de hojas cosechadas tienen para toda la campaña en comparación con los demás.

Tal como sucedió en el cultivo de lechuga, aquellas plantas de acelga que recibieron una fertilización química son las que mayor número de hojas produjeron y fueron cosechadas.

Esto se debe a que las fuentes inorgánicas tienen mayor disponibilidad de nutrientes que los fertilizantes orgánicos, sobre todo con respecto al elemento nitrógeno según lo mencionado por Mengel y Kirkby (2000).

Miceli y Miceli (2014) Hailay y Haymanot (2019), evaluaron el comportamiento del cultivo de acelga con diferentes dosis de nitrógeno obteniendo mayor número de hojas en las dosis más altas de fertilización nitrogenada. El mismo resultado obtuvieron Echer et al. (2012), observando mayor producción foliar mientras se aumentaba la aplicación de nitrógeno.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, lo más probable es que nuestra fertilización química brindó una mayor cantidad de nitrógeno disponible que la dosis del fertilizante orgánico que usamos, por eso la superioridad de los tratamientos T3, T6 y T9 con respecto a los demás.

Chumbipuma (2019), obtuvo valores de 10.16, 8.58 y 8.88 en las cosechas de acelga orgánica a los 55, 73 y 83 ddt respectivamente, para la variable número de hojas por planta en la variedad Fordhook Giant. La investigación se realizó en la Molina.

Pokluda y Kuben (2002), obtuvieron resultados de 7.8 y 8.3 como promedios de número de hojas de acelga de la variedad Lucullus, a los 97 dds. El trabajo se realizó en República Checa.

Ube (2014), presentó resultados de número de hojas de acelga bajo condiciones hidropónicas de 3.7 y 11.28 a los 30 ddt y 60 ddt respectivamente, para la variedad Fordhook Giant. También obtuvo 3.8 y 12 a los 30 ddt y 60 ddt respectivamente, para la variedad Bali. El experimento se realizó en Ecuador.

Candia y Quiroga (2018), obtuvieron 6.27, 6.27 y 6.97 en promedio de n° de hojas a los 70, 85 y 100 ddt respectivamente bajo un sistema de cilindro vertical (10 cm entre plantas).

En nuestra investigación obtenemos menores valores de número de hojas cosechadas a comparación con otros trabajos, si se toman en cuenta por cosecha y por planta. Sin embargo, con nuestro sistema vertical podemos cultivar a una mayor densidad obteniendo un mayor potencial de rendimientos por hectárea.

La fertilización química resultó tener mayor efecto positivo en la variable número de hojas cosechadas, pero existen otros trabajos realizados con abonamiento orgánico donde se obtuvieron buenos resultados, como el desarrollado por Chumbipuma (2019) donde incorporó 40 toneladas de estiércol y complementando con abonos foliares orgánicos.

4.2.2 Longitud de hoja

Tabla 65: Efecto del sustrato y fertilización en la longitud de hoja (cm) en la acelga

Tratamiento	1 ^{ra} cosecha (38 ddt)	2 ^{da} cosecha (50 ddt)	3 ^{ra} cosecha (63 ddt)	4 ^{ta} cosecha (73 ddt)	Cosecha total
T1 (S1F1)	20.722 c	20.475 c	22.375 b	21.325 a	20.652 c
T2 (S1F2)	21.586 c	21.040 c	23.068 ab	21.450 a	21.334 c
T3 (S1F3)	24.177 ab	26.132 ab	26.007 a	22.571 a	24.782 ab
T4 (S2F1)	20.100 c	21.975 bc	21.090 b	20.875 a	21.420 c
T5 (S2F2)	----	20.383 c	---	---	20.383 c
T6 (S2F3)	24.247 ab	25.655 ab	26.345 a	22.983 a	24.669 ab
T7 (S3F1)	21.000 c	20.475 c	23.290 ab	23.600 a	21.680 bc
T8 (S3F2)	21.950 bc	20.950 c	22.511 b	22.263 a	21.651 c
T9 (S3F3)	25.944 a	27.539 a	27.010 a	22.750 a	25.853 a
Coefficiente de variabilidad	6.78	10.50	10.84	9.15	7.50
Factores	Nivel de Significancia				
Sustrato (S)	***	n.s	n.s	n.s	*
Fertilización (F)	***	***	***	n.s	***
Bloque	**	*	n.s	n.s	.
S x F	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para la variable longitud de hoja en el cultivo de acelga, se encontraron diferencias estadísticas a un nivel de significancia de 0.01. Para la comparación de medias se utilizó la prueba estadística de Tukey, obteniendo que los tratamientos T3, T6 y T9 son los que mayor longitud de hoja (cm) tienen para toda la campaña en comparación con los demás.

Los tratamientos que recibieron una fertilización química son los que mejor resultados tienen de longitud de hoja debido a que las plantas recibieron mayor cantidad de nutrientes. Esto se debe, según Mengel y Kirkby (2000), a que las fuentes inorgánicas ofrecen alta disponibilidad de nutricional en comparación con los abonos orgánicos, sobre todo con respecto al elemento nitrógeno.

Miceli y Miceli (2014), Hailay y Haymanot (2019), obtuvieron en promedio mayor longitud de hoja en acelgas que recibieron más dosis de nitrógeno. De la misma manera pasó en el trabajo de Muñoz y Seda (2011), la planta de acelga respondió mejor en la variable estudiada cuando se le aplicó una mayor fertilización nitrogenada.

Según lo expuesto anteriormente, la fertilización química nos generó una mejor respuesta para la variable en estudio. Sin embargo, entre los mejores tratamientos, el T9 obtuvo mejor longitud de hoja.

El tratamiento T9 es el que mejor promedio final tiene que los demás. Esto se debe a que el sustrato 3 tiene un pH de 6.88, con mayor contenido de nutrientes y % de materia orgánica, cumpliendo con los requerimientos del cultivo mencionados por Broadhurst et al. (2015) y Goites (2008). Además, la conductividad eléctrica del sustrato 3 (4.039 dS/m), no afectaría en el rendimiento según la tesis hecha por Salaverry (2014), ya que obtuvo recién disminución del peso fresco con un riego con agua de 6 dS/m.

Topalovic et. al (2018), evaluaron el efecto del suelo y la fertilización en el cultivo de acelga, obteniendo mejores resultados a mayor dosis de nitrógeno y con mayor contenido de potasio disponible en el suelo. De la misma manera, nuestro sustrato 3 tiene mayor concentración del elemento mencionado, generando mejores resultados en la variable longitud de hoja.

Se observa que en la 4ta cosecha no hay diferencia entre los tratamientos, debido a que el programa de fertilización química fue disminuyendo al finalizar la campaña y las plantas, que generaban un mayor crecimiento en la hoja, dejaron de producir como lo venían haciendo.

Chumbipuma (2019), obtuvo valores promedios de 41.81, 42.29 y 39.78 cm en las cosechas de acelga orgánica a los 55, 73 y 83 ddt respectivamente, para la variable longitud de hoja de la cosecha en la variedad Fordhook Giant. La investigación se realizó en la Molina.

En el trabajo de Ube (2014), sus plantas de acelga, bajo condiciones hidropónicas, presentaron longitudes de hoja de 45.75 y 36.625 cm para las variedades Fordhook Giant y Bali respectivamente. La cosecha se hizo a los 60 ddt en Ecuador.

En Bolivia, Candia y Quiroga (2018), obtuvieron valores promedios de 12.50, 16.15 y 27.01 cm de longitud de hoja para los tratamientos de acelgas con manejo vertical de distanciamientos de 10, 20 y 30 cm entre plantas respectivamente. Bajo el sistema horizontal, obtuvo 28.31 cm. Las cosechas se hicieron a los 70, 85 y 100 ddt.

El manejo vertical de esta investigación, no permitió que la planta de acelga desarrolle como lo haría un campo normal. Esto se debe por el acortamiento del espacio de sustrato y fertilización, origina promedios de longitud de hoja menores a los 30 cm. Se puede corroborar ese efecto en el trabajo de Candia y Quiroga (2018). Sin embargo, nuestro sistema de jardines verticales nos permite cultivar a mayor densidad generando un mejor potencial en el rendimiento.

4.2.3 Peso fresco de la cosecha

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para la variable peso fresco de la cosecha (g/planta) en el cultivo de acelga, se encontraron diferencias estadísticas a un nivel de significancia de 0.01. Para la comparación de medias se utilizó la prueba estadística de Tukey, obteniendo que los tratamientos T3, T6 y T9 son los que mayor peso fresco cosechado tienen para toda la campaña en comparación con los demás.

Como se observó en las anteriores variables estudiadas, la fertilización química es la que mejor influyó positivamente al cultivo de acelga. Este resultado se debe a que las fuentes de fertilizante inorgánico brindan mayor cantidad de nutrientes disponibles que un abono orgánico, sobre todo con respecto al nitrógeno según los mencionado por Mengel y Kirkby (2000).

Otros trabajos como el de Miceli y Miceli (2000), obtuvieron mejores resultados en el peso fresco (g/planta) mientras mayor era la dosis nitrogenada aplicada. El mismo efecto obtuvieron Topalovic et. al (2018), les fue mejor en el rendimiento del cultivo de acelga cuando aplicaron 150 % de la cantidad de fertilizante recomendado, mientras que un 50% tuvo un efecto contrario.

Muñoz y Seda (2011), Echer et al. (2012), Hailay y Haymanot (2019), obtuvieron mejores rendimientos en su cultivo de acelga con su mayor dosis nitrogenada aplicada. En base a lo mencionado anteriormente, se puede corroborar que mientras mayor disponibilidad de nitrógeno se brinde a las acelgas, se tendrá más cantidad de peso fresco (g/planta).

Tabla 66: Efecto del sustrato y fertilización en el peso fresco (g/p) cosechado de acelga

Tratamiento	1 ^{ra} cosecha (38 ddt)	2 ^{da} cosecha (50 ddt)	3 ^{ra} cosecha (63 ddt)	4 ^{ta} cosecha (73 ddt)	Cosecha total
T1 (S1F1)	10.05 c	7.86 b	13.46 ab	6.87 a	14.13 b
T2 (S1F2)	12.15 c	7.13 b	9.46 b	8.19 a	21.93 b
T3 (S1F3)	28.29 ab	21.10 a	17.77 a	8.19 a	74.17 a
T4 (S2F1)	6.92 c	7.49 b	7.38 b	6.42 a	14.37 b
T5 (S2F2)	-----	7.23 b	----	---	7.23 b
T6 (S2F3)	19.53 bc	23.15 a	19.02 a	7.13 a	65.02 a
T7 (S3F1)	6.89 c	6.10 b	11.61 b	4.27 a	18.66 b
T8 (S3F2)	5.07 c	7.07 b	11.73 b	6.33 a	19.22 b
T9 (S3F3)	31.07 a	24.75 a	19.80 a	5.58 a	75.98 a
Coefficiente de variabilidad	37.34	35.34	30.10	32.07	34.82
Factores	Nivel de significancia				
Sustrato (S)	.	*	n.s	**	n.s
Fertilización (F)	***	***	***	n.s	***
Bloque	n.s	n.s	**	n.s	n.s
S x F	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

El tratamiento T9 es el que mejor promedio de peso fresco cosechado (g/planta) presenta. Esto se debe a que el sustrato 3 tiene un pH de 6.88, con mayor contenido de nutrientes y % de materia orgánica, cumpliendo con los requerimientos del cultivo mencionados por Broadhurst et al. (2015) y Goites (2008). Además, la conductividad eléctrica del sustrato 3 (4.039 dS/m), no afectaría en el rendimiento según la tesis hecha por Salaverry (2014), ya que obtuvo recién disminución del peso fresco con un riego con agua de 6 dS/m. Mostrando así que el cultivo de acelga es tolerante a niveles de salinidad moderados.

Chumbipuma (2019), obtuvo valores promedios de 336, 293 y 235 gramos en las cosechas de acelga orgánica a los 55, 73 y 83 ddt respectivamente, para la variable peso fresco de hojas por planta en la variedad Fordhook Giant. La investigación se realizó en la Molina.

Pokluda y Kuben (2002), obtuvieron resultados de 400 y 180 g como promedios de peso fresco de hojas por planta en la acelga de la variedad Lucullus, a los 97 dds. El trabajo se realizó en República Checa.

Nuestra investigación denota la importancia de la fertilización con fuentes rápidamente disponibles, ya que se observa una disminución del peso fresco por planta en la 4ta cosecha para los tratamientos que tenían buenos rendimientos en las anteriores 3 cosechas. Mientras que la dosis del fertilizante orgánico (2 ml/l) mostró muy bajos rendimientos a comparación que otros trabajos.

Se obtuvo pesos frescos (g/planta) inferiores a otras investigaciones. Sin embargo, nuestro sistema vertical nos proporciona la ventaja de cultivar a una mayor densidad, lo que significa que se tiene un buen potencial de rendimiento si los resultados se expresan a mayor escala.

4.2.4 Rendimiento

Para una mejor comparación con otras investigaciones, nuestros cálculos se pasaron a kg/m^2 de igual forma que se hizo con la lechuga. Un espacio de 8x7 bolsillos, hacen un área de 1 metro cuadrado en vertical.

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para la variable rendimiento kg/m^2 en el cultivo de acelga, se encontraron diferencias estadísticas a un nivel de significancia de 0.01. Para la comparación de medias se utilizó la prueba estadística de Tukey, obteniendo que los tratamientos T3, T6 y T9 son los que mayor rendimiento kg/m^2 tienen para toda la campaña en comparación con los demás.

En acelgas bajo condiciones hidropónicas, Botello (2012), obtuvo rendimientos en kg/m^2 de 1.5 y 2.1 en las variedades Verde Penca Blanca y Fordhook Giant. El trabajo se realizó en Bolivia.

En Bolivia, Candía y Quiroga (2018), obtuvieron valores promedio en kg/m^2 de 3.53 para un manejo horizontal. Mientras que, en vertical, con un distanciamiento de 30 cm entre plantas, llegaron a tener promedios de 10.5, 10.9 y 10.5 kg/m^2 en las cosechas 1, 2 y 3 respectivamente.

En el trabajo de Candía y Quiroga (2018), también se observa que el rendimiento, en el sistema que prueban, disminuye con forme se reduce el espacio entre plantas, teniendo un promedio 2.63 y 6.47 kg/m^2 para cada cosecha en distanciamientos de 10 y 20 cm

respectivamente. Las cosechas se realizaron a 70 ddt, 85 ddt y 100 ddt, para la variedad de acelga Fordhook Giant.

Tabla 67: Efecto del sustrato y fertilización en el rendimiento (kg/m²) de acelga

Tratamiento	1 ^{ra} cosecha (38 ddt)	2 ^{da} cosecha (50 ddt)	3 ^{ra} cosecha (63 ddt)	4 ^{ta} cosecha (73 ddt)	Cosecha total
T1 (S1F1)	0.56 c	0.44 b	0.75 ab	0.38 a	0.79 b
T2 (S1F2)	0.68 c	0.40 b	0.53 b	0.46 a	1.23 b
T3 (S1F3)	1.58 ab	1.18 a	1.00 a	0.46 a	4.15 a
T4 (S2F1)	0.39 c	0.42 b	0.41 b	0.36 a	0.80 b
T5 (S2F2)	---	0.41 b	---	----	0.41 b
T6 (S2F3)	1.09 bc	1.30 a	1.07 a	0.40 a	3.64 a
T7 (S3F1)	0.39 c	0.34 b	0.65 b	0.24 a	1.05 b
T8 (S3F2)	0.28 c	0.40 b	0.67 b	0.35 a	1.08 b
T9 (S3F3)	1.74 a	1.39 a	1.11 a	0.31 a	4.26 a
Coefficiente de variabilidad	37.34	35.34	30.10	32.67	34.82
Factores	Nivel de significancia				
Sustrato (S)	.	*	n.s	**	n.s
Fertilización (F)	***	***	***	n.s	***
Bloque	n.s	n.s	**	n.s	n.s
S x F	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

A comparación de la investigación anterior, Candia y Quiroga (2018) utilizaron una protección de malla semis sombra de 75% y un riego de 124 ml/minuto para la mañana, medio día y tarde, teniendo que utilizar necesariamente un espacio horizontal adecuado. Sin embargo, nuestro sistema vertical nos permite cultivar altas densidades de plantas utilizando poca área en la zona que se quiera producir hortalizas.

Para poder realizar una comparación con rendimientos a nivel nacional, se pasaron los rendimientos a t/ha.

Tabla 68: Efecto del sustrato y fertilización en el rendimiento (t/ha) de acelga

Tratamiento	1 ^{ra} cosecha (38 ddt)	2 ^{da} cosecha (50 ddt)	3 ^{ra} cosecha (63 ddt)	4 ^{ta} cosecha (73 ddt)	Cosecha total
T1 (S1F1)	5.63 c	4.40 b	7.54 ab	3.84 a	7.91 b
T2 (S1F2)	6.80 c	3.99 b	5.30 b	4.59 a	12.28 b
T3 (S1F3)	15.84 ab	11.81 a	9.96 a	4.59 a	41.54 a
T4 (S2F1)	3.88 c	4.19 b	4.14 b	3.60 a	8.05 b
T5 (S2F2)	---	4.05 b	---	----	4.05 b
T6 (S2F3)	10.94 bc	12.96 a	10.65 a	3.99 a	36.41 a
T7 (S3F1)	3.86 c	3.42 b	6.50 b	2.39 a	10.45 b
T8 (S3F2)	2.84 c	3.96 b	6.57 b	3.54 a	10.77 b
T9 (S3F3)	17.40 a	13.86 a	11.09 a	3.13 a	42.55 a
Coefficiente de variabilidad	37.34	35.34	30.10	32.07	34.82
Factores Nivel de significancia					
Sustrato (S)	.	*	n.s	**	n.s
Fertilización (F)	***	***	***	n.s	***
Bloque	n.s	n.s	**	n.s	n.s
S x F	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para la variable rendimiento t/ha en el cultivo de acelga, se encontraron diferencias estadísticas a un nivel de significancia de 0.01. Para la comparación de medias se utilizó la prueba estadística de Tukey, obteniendo que los tratamientos T3, T6 y T9 son los que mayor rendimiento t/ha tienen para toda la campaña en comparación con los demás.

En ambos rendimientos (kg/m² y t/ha), se muestra que la fertilización química generó una mayor producción sacando una gran ventaja si se compara con los otros tratamientos. Sin embargo, existen otros trabajos con buenos resultados utilizando abonos orgánicos.

La dosis utilizada del fertilizante orgánico Alopes forte (2 ml/l), no generó alguna influencia positiva para el aumento de rendimientos.

En el Perú, según MIDAGRI (2018), el rendimiento promedio nacional es de 16 t/ha, destacando, como mayor y menor, la región de La Libertad con 27.517 t/ha y Amazonas con 8.057 t/ha. Además, Lima Metropolitana registra cosechas de 16.329 t/ha.

Pokluda y Kuben (2002), obtuvieron resultados de 18 y 22 t/ha como promedios de peso fresco de hojas por planta en la acelga de la variedad Lucullus, a los 97 dds. El trabajo se realizó en República Checa.

Chumbipuma (2019), alcanzó rendimientos de 30.38 y 25.52 t/ha con densidades de siembra de 125 000 y 62 500 plantas/ha respectivamente. Él concluye que a más plantas sembradas por hectárea se obtiene un mayor rendimiento, por lo que recomienda investigar una mayor densidad de la que se utilizó en su tesis.

Nuestro sistema vertical nos permitió cultivar a mayor densidad que el trabajo realizado por Chumbipuma (2019), obteniendo mejores resultados y cumpliéndose lo que propuso la anterior investigación. También se cumple lo mencionado por Utami et al. (2012), nos indica que el rendimiento en hortalizas g/planta es inferior al promedio en campo, pero mayor en un jardín vertical si se expresa en t/ha.

La fertilización química resulta más eficiente para el cultivo de acelga, debido a que se presenta una mayor disponibilidad de nutrientes que el abonamiento orgánico. Sin embargo, es necesario hallar la dosis correcta de fuentes orgánicas para obtener un manejo más amigable con el medio ambiente.

4.2.5 Peso seco de la cosecha

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para la variable peso seco (g/planta) en el cultivo de acelga, se encontraron diferencias estadísticas a un nivel de significancia de 0.01. Para la comparación de medias se utilizó la prueba estadística de Tukey, obteniendo que los tratamientos T3, T6 y T9 son los que mayor peso seco tienen para toda la campaña en comparación con los demás.

El orden de mayor a menor resulta coincidente con el peso fresco (Tabla 66). Por lo que para realizar un mejor análisis del comportamiento de la planta con respecto a la variable peso seco, se tiene que hallar el % de materia seca y discutir.

Tabla 69: Efecto del sustrato y fertilización en el peso seco cosechado de acelga

Tratamiento	1 ^{ra} cosecha (38 ddt)	2 ^{da} cosecha (50 ddt)	3 ^{ra} cosecha (63 ddt)	4 ^{ta} cosecha (73 ddt)	Cosecha total
T1 (S1F1)	1.18 c	0.947 c	1.22 ab	0.76 a	1.610 b
T2 (S1F2)	1.29 c	0.79 c	0.85 b	0.84 a	2.272 b
T3 (S1F3)	2.87 a	1.98 ab	1.65 a	0.93 a	7.299 a
T4 (S2F1)	0.59 c	0.925 c	0.71 b	0.68 a	1.552 b
T5 (S2F2)	----	0.95 bc	----	----	0.953 b
T6 (S2F3)	1.83 bc	2.28 a	1.90 a	0.83 a	6.459 a
T7 (S3F1)	0.58 c	0.67 c	0.92 b	0.38 a	1.690 b
T8 (S3F2)	0.66 c	0.72 c	0.99 b	0.68 a	1.797 b
T9 (S3F3)	2.47 ab	2.02 ab	1.66 a	0.61 a	6.294 a
Coefficiente de variabilidad	32.26	36.17	31.61	33.09	29.22
Factores		Nivel de significancia			
Sustrato (S)	n.s	*	*	**	n.s
Fertilización (F)	***	***	***	n.s	***
Bloque	n.s	.	***	n.s	.
S x F	n.s	n.s	*	n.s	n.s

4.2.6 Materia seca (%)

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para la variable % de materia seca en el cultivo de acelga, se encontraron diferencias estadísticas a un nivel de significancia de 0.01. Para la comparación de medias se utilizó la prueba estadística de Tukey, obteniendo que los tratamientos T5 y T1 son los que mayor % de materia seca tienen para toda la campaña en comparación con los demás.

En mejor resultado lo tiene supuestamente el T5 con 12.785 % de materia seca, sin embargo, solo se tuvo una cosecha con ese tratamiento. El T1 también presentó un valor alto de 11.764%, pero tiene rendimientos bajos (Tabla 68).

Tabla 70: Efecto del sustrato y fertilización en el % de materia seca de acelga

Tratamiento	1 ^{ra} cosecha (38 ddt)	2 ^{da} cosecha (50 ddt)	3 ^{ra} cosecha (63 ddt)	4 ^{ta} cosecha (73 ddt)	Cosecha total
T1 (S1F1)	11.748 ab	12.089 a	9.299 ab	10.947 a	11.764 a
T2 (S1F2)	10.603 bc	11.110 ab	8.857 ab	10.155 a	10.723 ab
T3 (S1F3)	10.500 bc	9.449 bc	9.234 ab	11.430 a	9.992 bc
T4 (S2F1)	8.526 cd	12.244 a	11.007 a	10.586 a	11.197 ab
T5 (S2F2)	----	12.785 a	-----	----	12.785 a
T6 (S2F3)	9.686 c	10.030 abc	9.796 ab	11.697 a	10.097 abc
T7 (S3F1)	8.418 cd	10.623 abc	7.648 b	8.971 a	9.707 bc
T8 (S3F2)	13.435 a	10.426 abc	8.222 b	10.736 a	9.304 bc
T9 (S3F3)	8.035 d	8.203 c	8.406 ab	10.999 a	8.664 c
Coefficiente de variabilidad	11.57	13.89	14.87	12.99	13.23
Factores	Nivel de significancia				
Sustrato (S)	***	***	***	n.s	***
Fertilización	***	***	n.s	n.s	***
Bloque	n.s	**	***	**	**
S x F	***	n.s	n.s	n.s	n.s

Aquellos que recibieron una fertilización química se ubican de la mitad hacia la parte inferior en los valores de % de materia seca (T3=9.992 bc, T6=10.097 abc, T9=8.664 c).

Gardner et. al (2000), mencionan que la tasa de asimilación neta (TAN) es mayor en plantas pequeñas debido a que casi todas sus hojas están expuestas a luz solar directa, a diferencia de cuando se tiene más desarrollo foliar y empieza a generarse sombra dentro de la misma área foliar de una planta, lo cual disminuye su TAN

Barrientos et al. (2015), observaron que la acelga tiene una alta tasa asimiladora en sus primeros días, que decrece con el pasar del tiempo. Además, mencionan que esto se debe a que las plantas, en su inicio de crecimiento, mantienen su desarrollo con pocas hojas las cuales son muy eficientes para producir nutrientes a través de la fotosíntesis.

Tomando en cuenta lo anterior, observamos que los tratamientos con menor producción de hojas cosechables son los de mayor % de materia seca, eso explica los bajos valores con aquellas plantas que recibieron una fertilización química y desarrollaron mayor biomasa foliar con respecto a esta variable.

Chumbipuma (2019), obtuvo valores promedios de 7.66, 8.63 y 7.78 en las cosechas de acelga orgánica a los 55, 73 y 83 ddt respectivamente, para la variable % de materia seca de la cosecha en la variedad Fordhook Giant. La investigación se realizó en la Molina.

En Bolivia, Candia y Quiroga (2018), obtuvieron valores 8.8, 9 y 10.4 % de materia seca para los tratamientos de acelgas con manejo vertical de distanciamientos de 10, 20 y 30 cm entre plantas respectivamente. Bajo el sistema horizontal, obtuvo 7.8%.

Comparando con las investigaciones anteriores, los % de materia seca de nuestro cultivo de acelga, se asemeja a los valores obtenidos por otros autores.

Aquellos tratamientos que tuvieron baja producción de hojas cosechables, bajo rendimiento y corta longitud de hoja, hicieron que las plantas se mantengan asimilando fotosintatos y generando una acumulación de nutrientes solo para sobrevivir y no producir. Esto se refleja en un mayor % de materia seca.

4.2.7 Longitud de raíz

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para la variable longitud de raíz (cm) en el cultivo de acelga, se encontraron diferencias estadísticas a un nivel de significancia de 0.01. Para la comparación de medias se utilizó la prueba estadística de Tukey, obteniendo que los tratamientos T2, T9 y T8 son los que mayor longitud de raíz tienen para toda la campaña en comparación con los demás.

Trabajos como el de Salaverry (2007), nos muestra que la planta de acelga es una especie tolerante a condiciones de salinidad. Por este motivo, no se observa el mismo efecto negativo de los fertilizantes químicos visto en el cultivo de lechuga.

Raviv et al. (2004) menciona que la oxigenación y retención de humedad que brinda un medio de cultivo es importante para el desarrollo de la raíz. Chang et al. (2007), sembraron hortalizas y evaluaron el efecto de diferentes tasas de aplicación de compost como fertilizante orgánico y una fertilización química, concluyendo que la actividad microbiana

aumentó en los tratamientos que se aplicaron compost, también observaron que un alto contenido de materia orgánica aliviaba el efecto adverso de las sales solubles.

Tabla 71: Efecto del sustrato y fertilización en la longitud de raíz en acelga

Tratamiento	Longitud de raíz (cm) (75 ddt)	Grupo
T2 (S1F2)	27.53333	a
T9 (S3F3)	25.62	ab
T8 (S3F2)	25.53333	ab
T4 (S2F1)	25.04	abc
T6 (S2F3)	24.19286	abc
T1 (S1F1)	24.00833	bc
T7 (S3F1)	23.25	bc
T5 (S2F2)	22.6	bc
T3 (S1F3)	21.60714	c
Coefficiente de variabilidad	10.02	
Factores	Nivel de significancia	
Sustrato (S)	.	
Fertilización (F)	**	
Bloque	n.s	
S x F	***	

Tomando en cuenta los trabajos mencionados y que el cultivo de acelga estuvo más tiempo que la lechuga, el tratamiento T2 se comportó mejor con respecto a la variable en estudio debido a que el fertilizante orgánico favoreció mejoró las condiciones ya brindadas por el sustrato 1, sin embargo, no mostró buenos rendimientos y presenta raíces dañadas (anexo 8).

El tratamiento T9 muestra una coherencia con respecto al rendimiento y la longitud radicular, esto se debe a que el sustrato 3 presenta mejores condiciones para el desarrollo de la planta, como tener un mayor % de P, pH cercano a 7 y alto % de MO.

El Biol también generó un buen efecto en los sustratos, sin embargo, el T5 (S2F2) fue uno de los que presentaron valores bajos para la longitud de raíz. Además, se observa que ese tratamiento generó bajos rendimientos, por lo que no es recomendable usar para el desarrollo del cultivo de acelga.

Ube (2014), obtuvo acelgas hidropónicas con una longitud de raíz promedio de 40.15 y 26.825 cm para las variedades Fordhook Giant y Bali respectivamente. La cosecha se hizo a los 60 ddt en Ecuador.

De los tratamientos que tienen mayores rendimientos, el T9 tiene una mayor longitud de raíz, haciéndolo ideal para el cultivo vertical de acelga. Sin embargo, los resultados pueden haber variado debido al manejo que se hizo al quitar el sustrato adherido a las raíces.

V. CONCLUSIONES

5.1 Lechuga

- Para nuestro sistema de jardín vertical, la lechuga producida bajo el tratamiento T3 (S1F3) tuvo mejor respuesta en la mayoría de variables (número de hojas, ancho, peso seco y rendimiento), debido a que el sustrato comercial presenta menor salinidad y mayor retención de humedad que los demás sustratos. Además, la fertilización inorgánica nos brinda mayor disponibilidad de los elementos esenciales para la nutrición vegetal.
- Para la lechuga, el sustrato comercial favoreció más el desarrollo del cultivo debido a que su conductividad eléctrica está dentro del rango aceptable para su producción (3.364 dS/m), tiene un pH cercano a 7 y mayor retención de humedad con respecto a los sustratos alternativos. Condiciones que favorecen el crecimiento de esta especie.
- Los tratamientos con fertilización química fueron los que mayor rendimiento presentaron bajo el sistema de jardín vertical debido a que brindaron los nutrientes necesarios y en su forma disponibles para que las plantas puedan asimilarlos y generar mayor biomasa.
- Entre los tratamientos que se usó la fertilización química (T3, T6 y T9) no existe diferencia estadística significativa para la variable rendimiento, se puede decir que podemos tener buena producción utilizando el sustrato comercial y los alternativos.
- La dosis aplicada del biol ALOPEZ FORTE (2 ml/L semanalmente), no presentó influencia para mejorar los rendimientos debido a que no se suministró la cantidad necesaria de elementos esenciales que igualen la disponibilidad de las fuentes inorgánicas.
- Bajo el sistema de jardín vertical utilizando los sustratos con o sin fertilización como se realizó en esta tesis (todos los tratamientos), se obtuvieron rendimientos de t/ha mayores que el promedio nacional peruano (10.99 t/ha) debido a que este tipo de agricultura permite cultivar una mayor densidad de plantas en espacios reducidos.

5.2 Acelga

- Para nuestro sistema de jardín vertical, la acelga producida bajo el tratamiento T9 (S3F3) tuvo mejor respuesta en la mayoría de variables (longitud de hoja, rendimiento, peso seco y longitud de raíz), esto se debe a que el sustrato 3 presenta mayor contenido nutricional en comparación con los otros sustratos, pH cercano a 7 y condiciones normales de salinidad para el desarrollo óptimo de la especie en estudio. Además, la fertilización inorgánica nos brinda mayor disponibilidad de los elementos esenciales para la nutrición vegetal.
- Para la acelga, el sustrato alternativo S3 favoreció mejor el desarrollo del cultivo debido a que su conductividad eléctrica está dentro del rango aceptable para su producción (4.313 dS/m), tiene un pH cercano a 7 y mayor contenido nutricional con respecto a los otros sustratos. Condiciones que favorecen el crecimiento de esta especie y a la reducción de costos de producción al justificarse la utilidad de los insumos alternativos.
- Los tratamientos con fertilización química fueron los que mayor rendimiento presentaron bajo el sistema de jardín vertical debido a que brindaron los nutrientes necesarios y en su forma disponibles para que las plantas puedan asimilarlos y generar mayor producción de hojas cosechables.
- Entre los tratamientos que se usó la fertilización química (T3, T6 y T9) no existe diferencia estadística significativa para la variable rendimiento, se puede decir que podemos tener buena producción utilizando el sustrato comercial y los alternativos.
- Las plantas de acelga bajo los tratamientos sin fertilización (T1, T4 y T7) o con aplicación del biol ALOPEZ FORTE (T2, T5 y T8), presentaron muy bajos rendimientos a comparación con aquellas que si recibieron dosis de fertilizantes químicos.
- Bajo el sistema de jardín vertical utilizando solos los tratamientos con sustratos y fertilización inorgánica como se realizó en esta tesis (T3, T6 y T9), se obtuvieron rendimientos de t/ha mayores que el promedio nacional peruano (16.4 t/ha) debido a que este tipo de agricultura permite cultivar una mayor densidad de plantas en espacios reducidos.

VI. RECOMENDACIONES

- Se debería seguir realizando investigaciones sobre la producción de plantas bajo un sistema de jardín vertical probando otras combinaciones de insumos con la finalidad de obtener sustratos con mayor retención de humedad, de menos costo y de materiales reciclados que favorecerán al medio ambiente.
- Ahora que se tienen estos resultados, las siguientes investigaciones deberían probar otras dosis y fuentes de fertilización (orgánica e inorgánica) con el fin de poder llegar a realizar una buena producción que sea amigable con el medio ambiente.
- Se debe realizar trabajos de investigación probando con otras variedades o especies hortícola que se puedan adaptar a un sistema de jardín vertical.
- Para realizar el manejo del cultivo de forma vertical, se debe buscar reducir costos en los materiales usados en la elaboración de la estructura que sostendrá el sustrato y las plantas.
- Se debe implementar una estructura que permita el fácil traslado del jardín vertical, con el fin de poder moverlo hacia la dirección que sea conveniente según la posición del sol o realizar una investigación con respecto al tema de orientación, de ser posible usar una cubierta de malla sombra para reducir la evapotranspiración en días soleados.
- Realizar un estudio de los sustratos después de ser usados en la producción de hortalizas en un jardín vertical, con el fin de una posible reutilización.
- En los próximos trabajos de investigación se debe colocar un tratamiento por manta para jardín vertical, con el fin de acercarnos más al escenario real de cómo se cultivaría bajo el sistema de producción estudiado en esta tesis.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aliaga, E. (2016). Dos frecuencias de riego en *Salvia farinacea*, *Osteospermum ecklonis* y *Asparagus setaceus* en cuatro diferentes sustratos para jardines verticales (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú Recuperada de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1980/F06-A45-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alvarado, M. y Solano, J. (2002). Producción de sustratos para viveros. Proyecto VINIFEX, República de China- OIRSA. Costa Rica. Recuperado de: <https://docplayer.es/22832416-Produccion-de-sustratos-para-viveros.html>
- Ancín, M. 2011. Evaluación de diferentes tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el distrito de San Juan de Castrovirreyna, Huancavelica (Perú) (Tesis pregrado, Universidad Pública de Navarra). España. 97 pp. Recuperado de: <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/3454/577423.pdf?sequence=1>
- Andersen, C. (2013). Home gardening series: Chard. University of Arkansas, Department of Agriculture, and County Governments Cooperating. EE.UU. Recuperado de: <https://www.uaex.edu/publications/PDF/FSA-6065.pdf>
- Añez Reverol, B., & Tavira, E. M. (2014). Aplicación de nitrógeno y de estiércol al cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Revista De La Facultad De Agronomía De La Universidad Del Zulia, 6(3). Recuperado a partir de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/25869>
- Aruani, MC., Gili, P., Fernández, L., González, R., Reeb, P. y Sánchez E. (2008). Utilización del nitrógeno en diferentes manejos de fertilización en lechuga (*Lactuca sativa* L.) y su efecto sobre algunas variables biológicas del suelo, Neuquen - Argentina. AGRO SUR vol. 36 (3), pp.: 147-157. Recuperado de: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-aruan-et-al-2008-lechuga.pdf>
- Barrientos, H., Del Castillo, C. y García, M. (2015). Análisis de crecimiento funcional, acumulación de biomasa y translocación de materia seca de ocho hortalizas cultivadas en invernadero. Revista de Investigación e Innovación

- Agropecuaria y de Recursos Naturales, vol.2, n°1, pág. 7-118. La Paz, Bolivia. Recuperado de: http://www.scielo.org.bo/pdf/rriarn/v2n1/v2n1_a10.pdf o <https://drive.google.com/file/d/1uiCOilXeWu6pKIOF0v4uNDJzdWQT3YjC/view?usp=sharing>
- Blanco, C. y Martínez J. (2019). Nutrición nitrogenada en lechuga para condiciones de cultivo en campo. Boletín INA n°406, pág. 22-32. Santiago, Chile. Recuperado de: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/6808>
- Bocanegra, O. (2014). Influencia de tres dosis crecientes de biofertilizante biol en la producción de lechuga (*Lactuca sativa L.*) var. great lakes 659 en condiciones del valle de Santa Catalina – la Libertad (Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego). La Libertad, Perú. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/864>
- Bot, A. y Benites, J. (2005). The importance of soil organic matter. Key to drought-resistant soil and sustained food and production. FAO SOILS BULLETIN-N° 80. Roma, Italia. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-a0100e.pdf>
- Botello, N. (2012). Producción hidropónica de dos variedades de acelga (*beta vulgaris var. cicla*) con tres soluciones nutritivas en el d-5 de la ciudad de el alto (Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés). La Paz, Bolivia. Recuperado de: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4392/TD-1749.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Broadhurst, C., Chaney, R., Davis, A., Cox, A., Kumar, K., Reeves, R., Green, C. (2015). Growth and Cadmium Phytoextraction by Swiss Chard, Maize, Rice, *Noccaea caerulescens*, and *Alyssum murale* in Ph Adjusted Biosolids Amended Soils. International journal of phytoremediation v.17 no.1 pp. 25-39. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/15226514.2013.828015>
- Cabrera, R.I. (1999). Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en macetas. Revista Chapingo Serie Horticultura 5(1): 5-11. New Jersey, USA. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/259910311_Propiedades_uso_y_manejo_de_sustratos_de_cultivo_para_la_produccion_de_plantas_en_maceta
- Cajo, A. (2016). Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). Ambato, Ecuador. Recuperado de:

- <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23421/1/Tesis-136%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20413.pdf>
- Candia, L. y Quiroga, M. (2018). Producción de acelga (*Beta vulgaris*) en sistema vertical a diferentes distancias en ambiente protegido. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, vol.5, n°2, pág. 101-116. La Paz, Bolivia. Recuperado de: http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v5n2/v5n2_a12.pdf
- Carranza, C., Lancho, O., Miranda, D. y Chaves, B. (2009). Análisis del crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) "Batavia" cultivada en un suelo salino de la Sabana de Bogotá. *Agronomía Colombiana*, 27(1), pp. 41-48. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180314730006>
- Castillo, F. (2014). Hidrosiembra para la naturación vertical de zonas urbanas (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México). México. Recuperada de: https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/biologia/tesis/tesis_castillo_martinez.pdf
- Chan, K. y Xu, Z. (2009). Biochar: Nutrient Properties and Their Enhancement. In: *Biochar for Environmental Management* (eds Lehmann J, Joseph S), pp. 67-81. Earthscan, London. Recuperado de: <http://www.css.cornell.edu/faculty/lehmann/publ/First%20proof%202013-01-09.pdf>
- Chang, E., Chung, R. y Tsai, Y. (2007). Effect of different application rates of organic fertilizer on soil enzyme activity and microbial population. *Soil Science and Plant Nutrition*, volumen 53, pp: 132–140. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2007.00122.x>
- Chávez, A., Velásquez, Y. y Casallas, N. (2017). Características físico-químicas de humus obtenido de biosólidos provenientes de procesos de tratamiento de aguas residuales. *Informador Técnico* 81(2): 122-130. Colombia. DOI: <http://doi.org/10.23850/22565035.939>
- Chen, W., He, Z., Yang, X., Mishra, S. and Stoffella, P. (2010). Chlorine nutrition of higher plants: Progress and perspectives. *Journal of Plant Nutrition*, 33: 7, 943 - 952. DOI: 10.1080/01904160903242417. Recuperado de: <https://irrec.ifas.ufl.edu/irs/ws/History%20Publications/2/Chen.pdf>
- Chumbipuma, J. (2019). Densidad de siembra y abonos foliares en la producción orgánica de acelga (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*) en la Molina (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú. Recuperado de:

- <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3961/chumbipuma-bustinza-joe-luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Costa, F. (2015). Respuesta del cultivo de (*Beta vulgaris var. cicla L.*) a la fertilización orgánica foliar (Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil). Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8647/1/Acosta%20Proa%20c3%b1o%20Felix%20Enrique.pdf>
- De Oliveira, A., Jandorno, J., Da Rocha, E., De Sousa, A. y Da Silva, A. (2019). Evaluation of expanded perlite behavior in PS/Perlite composites. *Applied Clay Science* 181. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2019.105223>
- De Oliveira, N., Santo, A., Costa Da, G., Barbosa De, M. y Mota, E. (2018). Biochar Dosage and Granulometry Influencing Soil Density and Water Retention. *International Journal of Agriculture Sciences*, ISSN: 0975-3710 & E-ISSN: 0975-9107, Volume 10, Issue 4, pp.-5153-5157. Recuperado de: https://bioinfopublication.org/files/articles/10_4_2_IJAS.pdf
- Defilipis, C., Pariani, S., Jimenez, A. y Bouzo, C. (2006). Respuesta al riego de lechuga (*Lactuca sativa l.*) cultivada en invernadero. Universidad Nacional de Luján. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/228910447>
- Delgado, M., Miralles, R., Masaguer, A. y Martín, José. (2016). Estudio de turbas y residuos avícolas procedentes de pollo de engorde como componente de sustratos de cultivo. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 32 (4): 455-462. DOI: <http://dx.doi.org/10.20937/RICA.2016.32.04.09>
- Díaz, A. (2017). Características físicas y microbiológicas del proceso de elaboración de Biol y su efecto en germinación de semillas (Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2792/F04-D5335-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Domínguez, E., Doorn, M., Navarro, R. y Arancibia, L. (2015). Bases ambientales, jurídicas y comerciales, para el desarrollo sustentable de las turberas en Magallanes. *Boletín INIA- N°309.* Chile. Recuperado de: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40209.pdf>
- Durán, L. y Henríquez, C. (2007). Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. *Agronomía*

- Costarricense 31(1): 41-51. Recuperado de: https://pdfs.semanticscholar.org/9661/23ba76653d231766b83f1d5151d9cbae33b2.pdf?_ga=2.254297160.1309754829.1568173252-1359023813.1568173252
- Ekrem, E. (2017). Advantages and Risks of Vertical Gardens. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 19(1): 51-57. Recuperado de: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/308530>
- EMMSA. (2017). Memoria anual-Gestión 2016. Gran Mercado Mayorista de Lima. Perú. Recuperado de: http://www.emmsa.com.pe/files/_wb_transparencia/2017/memorias/MEMORIA_AO_2016.pdf
- EMMSA. (2018). Memoria anual-Gestión 2017. Gran Mercado Mayorista de Lima. Perú. Recuperado de: http://www.emmsa.com.pe/files/_wb_transparencia/2018/memorias/MEMORIA_ANUAL_2017.pdf
- Eskandari, H. (2011). The Importance of Iron (Fe) in Plant Products and Mechanism of Its Uptake by Plants. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 1(10): 448-452. Recuperado de: [https://www.textroad.com/pdf/JAEBS/J.%20Appl.%20Environ.%20Biol.%20Sci.,%201\(10\)448-452,%202011.pdf](https://www.textroad.com/pdf/JAEBS/J.%20Appl.%20Environ.%20Biol.%20Sci.,%201(10)448-452,%202011.pdf)
- Fantini, A. (2016). *Cultivando Ciudades: La agricultura urbana y periurbana como práctica de transformación territorial, económica, social y política* (Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona). Barcelon, España. Recuperada de: <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/400657/anfa1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- FAO e IFAD. (2019). Decenio de las Naciones Unidas para la agricultura familiar 2019-2028. Plan de acción mundial. Roma, Italia. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/ca4672es/CA4672ES.pdf>
- FAO. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. FAO Editor, 4ta edición, 830 pp. Roma, Italia. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- FAO. (2003). *Agricultura orgánica, ambiente y seguridad alimentaria*. Editado por Nadia El-Hage Scialabba y Caroline Hattam. 280 pp, 16 figuras, 21 cuadros, Colección FAO: Ambiente y Recursos Naturales N° 4. Roma, Italia. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/y4137s/y4137s07.htm#fn105>

- FAO. (2014). Ciudades más verdes en América Latina y el Caribe: informe sobre la agricultura urbana y periurbana en la región. Roma, Italia. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i3696s.pdf>
- Feys Perú Producción y Comercio. (2018). Nutriphos-p. Perú. Recuperado de: <https://www.inveragro.com.pe/download/nutriphos-p>. También se puede ver en: <https://drive.google.com/open?id=1VUIYmlCtK9EmzrkFemCnEek3w8lU-uQz>
- Flores, M. (2018). Evaluación de sustratos y soluciones nutritivas en la producción hidropónica con sustratos sólidos en fresa (*Fragaria x ananassa*) (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28424/1/Tesis-200%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20585.pdf>
- Flores, M. Alegría, J. y Granda, A. (2005). Diversidad florística asociada a las lagunas andinas Pomacocha y Habascocha, Junín, Perú. Rev. Perú. Biol 12(1): 125-134. Recuperado de: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v12n1/v12n1a11.pdf>
- Floríndez, J y Siura, S. (2006). Evaluación de tres cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.) para producción de lechuga miniatura y madura bajo cultivo orgánico. Programa de Hortalizas, Universidad Nacional Agraria La Molina. Apartado 12-056. Lima, Perú. Recuperado de: <http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Investigacion/Tesis/Tesis%20Sustentadas/Resumen%20Julissa%20Florindez.pdf>
- Gardinier, A., Ketterings, Q., Verbeten, B. y Hunter, M. (2013). Urea Fertilizer. Cornell University Cooperative Extension, n° 80. New York, EE.UU. Recuperado de: <http://nmsp.cals.cornell.edu/publications/factsheets/factsheet80.pdf>
- Gardner, F., Brent, R. y Mitchel, R. (2000). Fijación de carbono por los cultivos (J Chiesa, S.F.Luque y M.G. Cantarero, trad.). Iowa State University Press. (Obra original publicada en 1985). Recuperada de : http://agro.unc.edu.ar/~ceryol/documentos/ecofisiologia/FIJACIN_DE_CARBON_O_POR_LOS_CULTIVOS.pdf
- Gayosso, S., Borges, L., Villanueva, E. Estrada, M. y Garruña, R. (2018). Caracterización física y química de sustratos orgánicos para sustratos agrícolas. Agrociencia, volumen 52, número 4: 639-652. México. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/326253556_Physical_and_chemical_acterization_of_organic_materials_for_agricultural_substrates](https://www.researchgate.net/publication/326253556_Physical_and_chemical_characterization_of_organic_materials_for_agricultural_substrates)

- Goites, E. (2008). Manual de cultivos para la huerta orgánica familiar. Inst. Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1ra edición. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_cultivos_pro_huerta_-_cerbas.pdf
- González, M. (2012). Nuevas Fichas Hortícolas (Tercera Edición, actualizada). Boletín INIA N° 246. 58 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillán, Chile. Recuperado de: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7580>
- Guaita, M. (2014). Algunas consideraciones acerca del análisis de alimentos para rumiantes. En curso de “Nutrición animal aplicada”, INTA, EEA Balcarce (30-36 pp). Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_curso_nutricin_animal_aplicada_2014.pdf
- Guerra, P. (2015). Producción y caracterización de Biochar a partir de la biomasa residual de sistemas agroforestales y de agricultura convencional en la Amazonía Peruana (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1895/Q70.G84-T.pdf?sequence=1>
- Iglesias, N. (2006). Producción de hortalizas bajo cubierta. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, boletín de divulgación técnica N° 49. Río Negro, Argentina. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_produccion-de-hortalizas-bajo-cubierta_2006.pdf
- Iglesias, S. (2018). Aplicación de Biochar a partir de biomasa residual de eucalipto para evaluar la productividad con maíz en el austro ecuatoriano (Tesis doctoral, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3394/iglesias-abad-sergio-fernando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INIA. (2008). Producción y uso del biol - Proyecto Perú conservación in situ de los cultivos nativos y sus parientes silvestres PER/98/G33. Serie n°2, folleto 7, 10 pp. Lima, Perú. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12955/115>
- Instituto Colombiano Agropecuario, ICA (1992). Fertilización de diversos cultivos. Quinta aproximación, 19,20 pp. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/14124>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2016). Protección y Conservación del Ambiente. En Estadísticas Municipales 2016, 136-144 pp. Lima, Perú. Recuperado

de:

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaes/Est/Lib1417/14.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. Lima, Perú. Recuperado de: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaes/Est/Lib1539/libro.pdf

International Plant Nutrition Institute. (2013). Fuente de nutrientes específico: Urea (nº1). Recuperado de: [http://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/0FA2E8A5E4F0C56B85257BBA00598776/\\$FILE/NSS-ES-01.pdf](http://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/0FA2E8A5E4F0C56B85257BBA00598776/$FILE/NSS-ES-01.pdf)

Juárez, H. (2014). Cultivo hidropónico en mangas verticales de dos variedades de acelga y lechuga (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México). México, D.F. Recuperado de: https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/biologia/tesis/tesis_juarez_sifuentes.pdf

Kartika, K., Lakitan, B., Wijaya, A., Kadir, S., Widuri, L., Siaga, E. y Meihana, M. (2018). Effects of particle size and application rate of rice-husk biochar on chemical properties of tropical wetland soil, rice growth and yield. *AJCS* 12(05):817-826. Recuperado de: https://www.cropj.com/kartika_12_5_2018_817_826.pdf

La Rosa, O. (2015). Cultivo de lechuga (*Lactuca saliva*) bajo condiciones del valle del Rímac, Lima (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/948/T007353.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lehmann J. y Joseph, S. (2009). Biochar for Environmental Management: An Introduction. In: *Biochar for Environmental Management* (eds. Lehmann J, Joseph S), pp. 1-9. Earthscan, London. Recuperado de: <http://www.css.cornell.edu/faculty/lehmann/publ/First%20proof%202013-01-09.pdf>

Lohry, R. (2007). Micronutrients: Functions, Sources and Application Methods. *Indiana CCA Conference Proceedings*. Iowa, EE.UU. Recuperado de: https://www.agry.purdue.edu/CCA/2007/2007/Proceedings/Raun%20Lohry%20%20CCA%20Proceedings_KLS.pdf

Longo, A., Feratto, J., Mondino, M., & Grasso, R. (2002). Efecto de Diferentes Tratamientos de Suelos sobre la Productividad y Calidad de los Cultivos de Lechuga y Tomate en

- Invernadero. FAVE Sección Ciencias Agrarias, 1(1), 93-97. DOI: [//doi.org/10.14409/fa.v1i1.62](https://doi.org/10.14409/fa.v1i1.62)
- López, G., Pérez, J., Ruiz, J. y Masaguer, A. (2016), Behavior and evolution of sustainable organic substrates in a vertical garden. *Ecological Engineering* 93, 29–134. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.05.020>
- López, M. y Magnitskiy, S. (2011). Nickel: The last of the essential micronutrientes. *Agronomía colombiana*, 29(1): 49-56. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v29n1/v29n1a07.pdf>
- López, R. (2007). Efecto de cuatro sustratos orgánicos en la sobrevivencia y crecimiento de *Pinus pinceana Gordon*, bajo condiciones de invernadero (Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”). México. Recuperado de: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/922/60028s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, T. (2016). Jardines Verticales (Trabajo final de grado, Universidad Politécnica de Valencia). España. Recuperada de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/69118/L%C3%93PEZ%20-%20CSA-F0020%20Jardines%20verticales.pdf?sequence=1>
- López, Y. (2019). Efecto de las dosis de bioestimulante y variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) sobre las características morfológicas y rendimiento cultivadas en dos zonas de la provincia de Chincheros – Apurímac (Tesis de pregrado, Universidad José Carlos Mariátegui). Moquegua, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/608>
- Luna, M. (2012). Influencia de los factores pre y postcosecha en la calidad de la lechuga IV Gama (Tesis de doctorado, Universidad de Murcia). Murcia, España. Recuperado de: <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/104604/TMCLR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mahr, S. (2012). Swiss Chard. University of Wisconsin. Madison, EE.UU. Recuperado de: <https://wimastergardener.org/files/2015/12/chard.pdf>
- Martínez, F., Sarmiento, J., Fisher, G. y Jiménez, F. (2009). Síntomas de deficiencia de macronutrientes y boro en plantas de uchuva (*Physalis peruviana L.*). *Agronomía Colombiana*, 27(2): 169-178. Bogotá, Colombia. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/256462536_Sintomas_de_deficiencia_de_macronutrientes_y_boro_en_plantas_de_uchuva_Physalis_peruviana_L

- Melgar, R. (2011). Molibdeno y Cobalto: Dos micronutrientes esenciales en la producción de soja. Est. Exp. Pergamino – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 26-29. Argentina. Recuperado de: <https://www.fertilizar.org.ar/subida/revistas/Articulos/2011/2011%20-%20n%C2%BA%2018%20-%20Molibdeno%20y%20Cobalto-%20Dos%20micronutrientes%20esenciales%20en%20la%20producci%C3%B3n%20de%20soja.pdf>
- Mengel, K. y Kirkby, E. (2000). Principios de nutrición vegetal (R. Melgar y M. Ruiz, Trans.). International Potash Institute. (obra original publicada en 1987). Recuperada de: <https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/64-principios-de-nutricion-vegetal.pdf>
- Mercado mayorista de Lima Metropolitana. (2019). Consultorio de precios y volúmenes. Elaborado por MIDAGRI. Recuperado de: <http://sistemas.MIDAGRI.gob.pe/sisap/portal2/mayorista/#>
- Miceli, A. y Miceli, C. (2014). Effect of nitrogen fertilization on the quality of swiss chard at harvest and during storage as minimally processed produce. *Journal of Food Quality* 37, 125–134. Recuperado de: onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jfq.12073
- MIDAGRI. (2018). Anuario de producción agrícola 2018. Recuperado de: <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicaciones/datos-estadisticas/anuarios/category/26-produccion-agricola>
- Mir, M. (2011). Green Facades and Building Structures. MSc Thesis, Delft University of Technology, Delft, Holland, pp. 39-43. Recuperado de: <http://resolver.tudelft.nl/uuid:f262c218-8801-4425-818f-08726dde5a6c>
- Molinos y Cía. (2018). Sulfato de potasio soluble. Perú. Recuperado de: https://www.molicom.com.pe/molinos/web/images/productos/docs/p_1917_FT%20SULFATO%20DE%20POTASIO%20SOLUBLE.pdf
- Mulet, Y., Díaz, M. y Vilches, E. Determinación de algunas propiedades físico-mecánicas, químicas y biológicas del humus de lombriz en condiciones de la vaquería de la finca Guayabal, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 17, núm. 1, 2008, pp. 27-30. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/932/93217106.pdf>

- Municipalidad de Lima. (2018). Proyecto Nadhali – Huertos urbanos. Lima, Perú. Recuperado de:<http://www.munlima.gob.pe/images/proyecto-nadhali/HUERTOS-URBANOS/1.%20QUE%20ES%20HUERTOS%20URBANOS/PROGRAMA%20HUERTOS%20URBANOS%20N.pdf>
- Muñoz, P. y Seda, M. (2011). Fertilización nitrogenada de una rotación de cultivos hortícolas (berenjena-cebolla-acelga) en la comarca del Maresme. V Jornadas Fertilización SECH. Actas de Horticultura 61, 64-69. Recuperado de: [http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2061.%20IV%20Jornadas%20del%20Grupo%20de%20Fertilizaci%C3%B3n/Sesi%C3%B3n%201.%20Cultivos%20hort%C3%ADcolas/Fertilizaci%C3%B3n%20nitrogenada%20de%20una%20rotaci%C3%B3n%20de%20cultivos%20hort%C3%ADcolas%20\(berenjena-cebolla-acelga\)%20en%20la%20comarca%20del%20Maresme%20\(Barcelona\).pdf](http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2061.%20IV%20Jornadas%20del%20Grupo%20de%20Fertilizaci%C3%B3n/Sesi%C3%B3n%201.%20Cultivos%20hort%C3%ADcolas/Fertilizaci%C3%B3n%20nitrogenada%20de%20una%20rotaci%C3%B3n%20de%20cultivos%20hort%C3%ADcolas%20(berenjena-cebolla-acelga)%20en%20la%20comarca%20del%20Maresme%20(Barcelona).pdf)
- Navas, F. y Peña, L. (2012). Los diseños verticales y la agricultura unidos para la producción de alimentos en los Módulos para Huertas Urbanas Verticales. Revista de Investigación Agraria y Ambiental-Volumen 3 Número 2. DOI: <https://doi.org/10.22490/21456453.962>
- Nichol, O. (2017). Niveles de salinidad del agua de riego en el rendimiento del cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* var. *Longifolia*), en suelo arenoso (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3003>
- Núñez, C. (2016). Evaluación de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris* var. *Cicla L.*) con tres niveles de fertilizante foliar (Vigor Top) en ambiente protegido (Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés). La Paz, Bolivia. Recuperado de: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/10511>
- Orsini, F., Kahane, R., Nono-Wondim, R. y Gianquinto, G. (2013). Urban agriculture in the developing world: a review. *Agronomy for Sustainable Development*. Volume 33, Issue 4, pp 695–720. France. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0143-z>
- Ottelé, M. (2011). The Green Building Envelope Vertical Greening. PhD Thesis, Delft University of Technology, Delft, Holland, pp. 21-45. Recuperado de: <http://resolver.tudelft.nl/uuid:1e38e393-ca5c-45af-a4fe-31496195b88d>
- Palacios, J. (2014). Bases agronómicas para el desarrollo de Jardines Verticales. Programa de Investigación en Ornamentales de la UNALM. Recuperado de:

https://www.academia.edu/35555190/BASES_AGRONOMICAS_PARA_EL_DESARROLLO_DE_JARDINES_VERTICALES

- Papadopoulos, A., Bar-Tal, A., Silver, A., Saha, U. and Raviv, M. (2008). Inorganic and Synthetic Organic Components of Soilless Culture and Potting Mixes. En Raviv, M. y Lieth, J. (Eds.). *Soilless culture: Theory and Practice* (p. 505-543). DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52975-6.X5001-1>
- Pariona, D., Higaonna, C. y Matos B. (2001). Enfermedades en hortalizas. INIA, serie manual R.I. n° 5. Lima, Perú. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12955/863>
- Pereda, Y. (2015). Evaluación de tres cultivares de *Lactuca sativa* L. en sistema hidropónica de raíz flotante en Santiago de Chuco (tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo). La Libertad, Perú. Recuperado de: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4642/Yulisa%20Raquel%20Pereda%20Gil..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Perez, A. (2018). Efecto del uso de mallas raschel de colores en plantas de *Lactuca sativa* L. var. waldmann's green bajo sistema hidropónico de raíz flotante (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa). Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5893/BIpemeay.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pokluda R. y Kuben J. (2002). Comparison of selected Swiss chard (*Beta vulgaris* ssp. *cicla* L.) varieties. Hort. Sci. 29(3): 114–118 pp. Morave, Czech Republic. Recuperado de: <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/54976.PDF>
- Pomboza, P., León O., Villacís, L., Vega, K. y Aldáz, J. (2016). Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de *Lactuca sativa* L. variedad Iceberg. Journal of the Selva Andina Biosph, 4 (2): 84-92. Bolivia. Recuperado de: http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v4n2/v4n2_a05.pdf
- Pop, E. (2013). Evaluación de residuos industriales agroforestales como sustrato de plántulas de *pinus maximinoi* utilizando bandejas, en el vivero forestal Fedecovera R. L.; Cobán, Alta Verapaz (Tesis de pregrado, Universidad Rafael Landívar). Guatemala. Recuperado de: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/06/22/Pop-Edgar.pdf>
- Quispe, L. (2015). Evaluación de seis variedades de lechuga, (*Lactuca sativa* L.) cultivadas con el sistema hidropónico recirculante NFT en el centro experimental de Cota Cota (Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés). La paz, Bolivia. Recuperado

- de: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6955/T-2152.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ravelo, A. (2019). Respuesta agronómica de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) con dos tipos de fertilizantes, químico y orgánico a diferentes dosis (Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil). Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/45261>
- Raviv, M., Wallach, R. y Blom, T. (2004). The effect of physical properties of soilless media on plant performance. En Alsanius, B., Jensén, P. y Asp, H. (Eds.). Proceedings of the International Symposium on Growing Media and Hydroponics. International Society for Horticultural Sciences, actas de horticultura n° 644 (p. 251-259). Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/284306992_The_effect_of_physical_properties_of_soilless_media_on_plant_performance_-_A_review
- Reetz, H. (2016). Fertilizers and their Efficient Use. First edition, IFA. Paris, France. Recuperado de: https://www.fertilizer.org/images/Library_Downloads/2016_ifa_reetz.pdf
- Rodríguez, y. Alemán, R., Domínguez, J., Soria, S., Hernández, H., Salazar, C. Y Jara, M. (2016). Efecto de dos abonos orgánicos (compost y biol) sobre el desarrollo morfológico de Beta vulgaris L. var. cicla bajo condiciones de invernadero. Maderas: Ciencia y Tecnología. N° 2. 103 - 117. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/311426921_Efecto_de_dos_abonos_organicos_compost_y_biol_sobre_el_desarrollo_morfologico_de_Beta_vulgaris_L_var_cicla_bajo_condiciones_de_invernadero
- Román, P., Martínez, M. y Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor (experiencias en América Latina). FAO. Santiago de Chile. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Romero, R. (2017). Lima tiene un déficit de 56 millones de metros cuadrados en áreas verdes. Radio Programas del Perú. Recuperado de: <https://rpp.pe/politica/actualidad/lima-tiene-un-deficit-de-61-millones-de-metros-cuadrados-en-areas-verdes-noticia-1021931>
- Salaverry, M. (2014). Efecto de veinte niveles de salinidad del agua de riego en los indicadores agronómicos del cultivo de acelga en la cosecha (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/1882>

- Salazar, D. y Sánchez, M. (2013). Propuestas de mejora del manejo logístico y tecnológico de sustratos con cascarilla de arroz usados en los cultivos de clavel en la Sabana de Bogotá, con el apoyo de ASOCOLFLORES (Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana). 172 pp. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/6312/SalazarCastroDaniela2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salgado, J y Igarza, A. (2009). Guía técnica para la producción del cultivo de acelga. Biblioteca ACTAF, Primera edición. La Habana, Cuba. Recuperado de: <https://docplayer.es/20821912-Guia-tecnica-para-la-produccion-del-cultivo-de-la-acelga.html>
- Salguero, M. (2018). Efectos de diferentes tipos de sustratos y contenedores en el desarrollo del cultivo de mora (*Rubus glaucus*) (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). Ecuador. Recuperado de: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28383/1/Tesis-199%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20580.pdf>
- Salinas, C. (2013). Introducción de cinco variedades de lechuga (*Lactuca saliva L.*) en el barrio Santa Fe de la parroquia Atahualpa en el Cantón Ambato (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). Ambato, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6491/1/Tesis-63%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20204.pdf>
- Sepúlveda, P. (2017). Capítulo 8: Enfermedades en la lechuga. En: Manual de producción de Lechuga (eds. Savedra, G.), pp. 108-123. Santiago, Chile. Recuperado de: <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/09%20Manual%20Lechuga.pdf>
- Sierra, C. (2010). La úrea: características, ventajas y desventajas de esta fuente nitrogenada. INIA intihuasi, n° 35. Chile. Recuperado de: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/4514>
- Sistema Nacional de Información Ambiental. (2018). Indicador: Superficie de área verde urbana por habitante en Lima Metropolitana. Ministerio del Ambiente. Lima, Perú. Recuperado de: <https://sinia.minam.gob.pe/indicador/998>
- Smith, R., Cahn, M., Daugovish, O., Koike, S., Natwick, E., Smith, H., Subbarao, K., Takele, E. y Turini, T. (2016). Leaf Lettuce Production In California. University of California, Agriculture and Natural Resources, publication n° 7216. EEUU. Recuperado de: <https://anrcatalog.ucanr.edu/Details.aspx?itemNo=7216>

- Tavakoli, M., Chenari, A., Rezaie, M., Tavakoli, A., Shahsavari, M. y Mousavi, S. (2014). The Importance of Micronutrients in Agricultural Production. *Adv. Environ. Biol.*, 8(10), 31-35. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/265683944_The_Importance_of_Micronutrients_in_Agricultural_Production
- Telencha, J. (2018). Evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento (*Capsicum annuum L.*) ((Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). Ecuador. Recuperado de: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27192/1/Tesis-188%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20557.pdf>
- Tombion, L. Puerta, A., Barbaro, L., Karlanian, M., Sangiacomo, M. y Garbi, M. (2016). Características del sustrato y calidad de plantines de lechuga (*Lactuca sativa L.*) según dosis de lombricompost. *Chil. j. agric. anim. sci.* vol.32, n°1. Chillan, Chile. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902016000100005>
- Topalović, A., Knežević, M., Trifunović, S., Novaković, M., Pešić, M. and Đurović, D. (2018). Effects of soil properties and fertilization on quality and biological activity of Swiss chard. *Eur.J.Hortic.Sci.* 83(6), 374-381. DOI: 10.17660/eJHS.2018/83.6.5
- Tripathi, D., Singh, S., Singh, S., Mishra, S., Chauhan, D. y Dubey, N. (2015). Micronutrients and their diverse role in agricultural crops: advances and future prospective. Franciszek Górski Institute of Plant Physiology. *Acta Physiol Plant*, 37:139. 14pp. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-015-1870-3>
- Tyagi, S., Naresh, R., Gautam, M., Kumar, M., Singh, S., Kumar, V., Kumar, S. (2018). Modern Concepts in Fertilizer Application to Enhance Soil Health. *Research Trends in Agriculture Sciences*, pp.37-76. India. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/324530403_Modern_Concepts_in_Fertilizer_Application_to_Enhance_Soil_Health
- Ube, R. (2014). Adaptación y comportamiento agronómico de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris*), sembradas mediante sistema hidropónico de raíz flotante, en la zona de Babahoyo (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo). Los Ríos, Ecuador. Recuperado de: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/683/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000119.pdf>
- Ugaz, R., Siura, S., Dekgado de la Flor, S., Casas, A. y Toledo, J. (2000). Hortalizas. Datos básicos. Editorial UNALM. Lima, (57, 2) p.

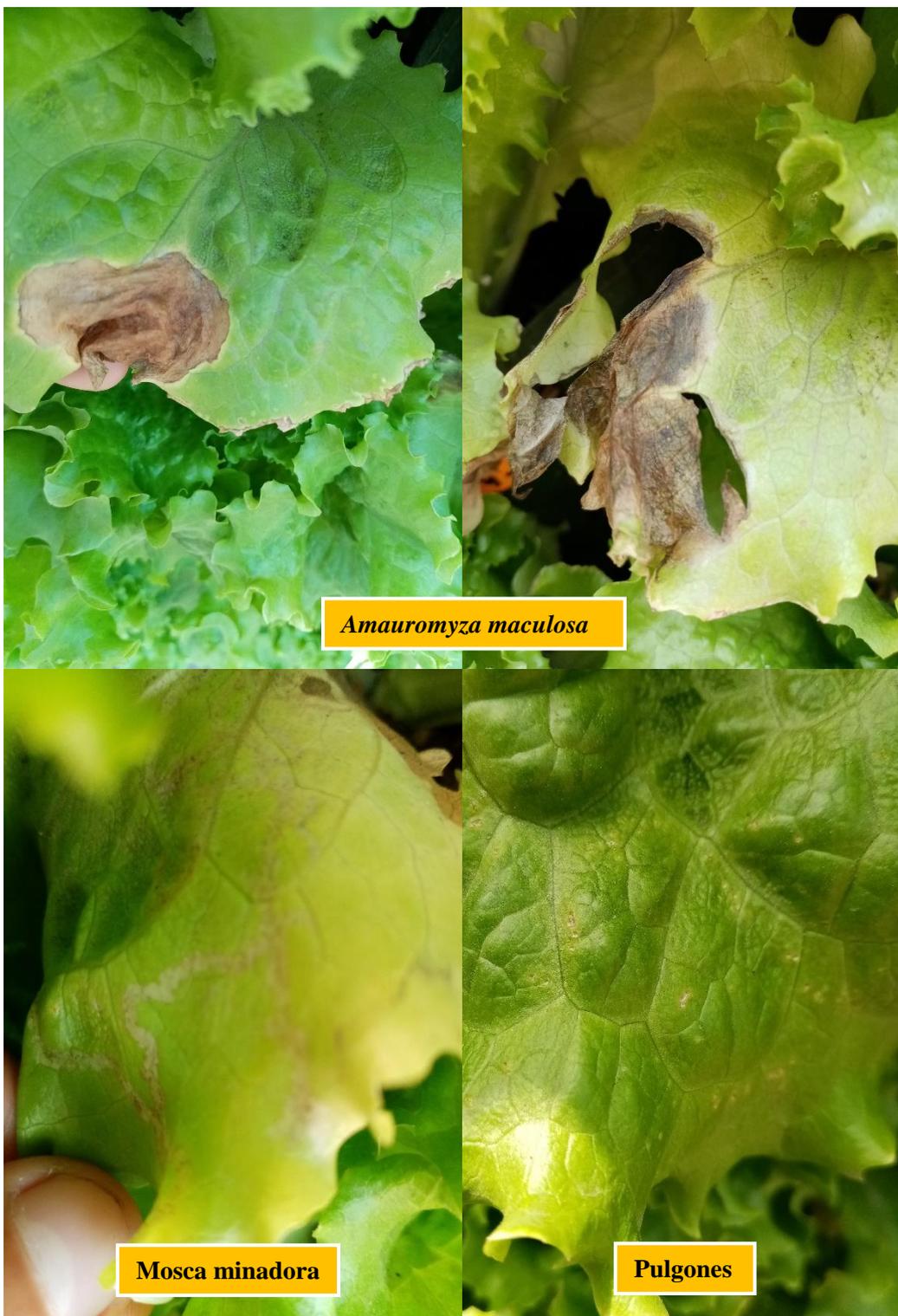
- Utami, S., Darmanto and Jayadi, R. (2011). Vertical gardening for vegetables. *Acta Hortic.* 958, 195–202. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.958.23>
- Warnars, L. y Oppenoorth, H. (2014). El Biol: el fertilizante supremo-Estudios sobre el biol, sus usos y resultados. Hivos-people unlimited. Recuperado de: <https://docplayer.es/56559264-El-biol-el-fertilizante-supremo.html>
- Yeung, J. (2008). Application of green wall panels in noise barriers. The Hong Kong Polytechnic University, 9 pp. China. Recuperado de: https://www.academia.edu/15063773/APPLICATION_OF_GREEN_WALL_PANELS_IN_NOISE_BARRIERS

VIII. ANEXOS

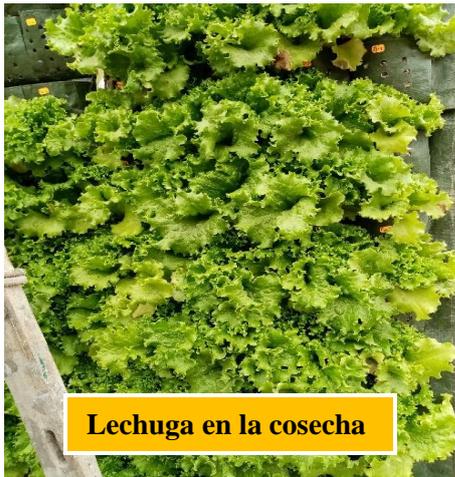
Anexo 1. Desarrollo del cultivo de lechuga en un jardín vertical



Anexo 2. Plagas en el cultivo de lechuga



Anexo 3. Cosecha y postcosecha del cultivo de lechuga



Lechuga en la cosecha



Lechugas cosechadas



Lavado de raíz



Pesado de lechuga



Lechugas en la estufa



Lechugas secas

Anexo 4. Desarrollo del cultivo de acelga en un jardín vertical



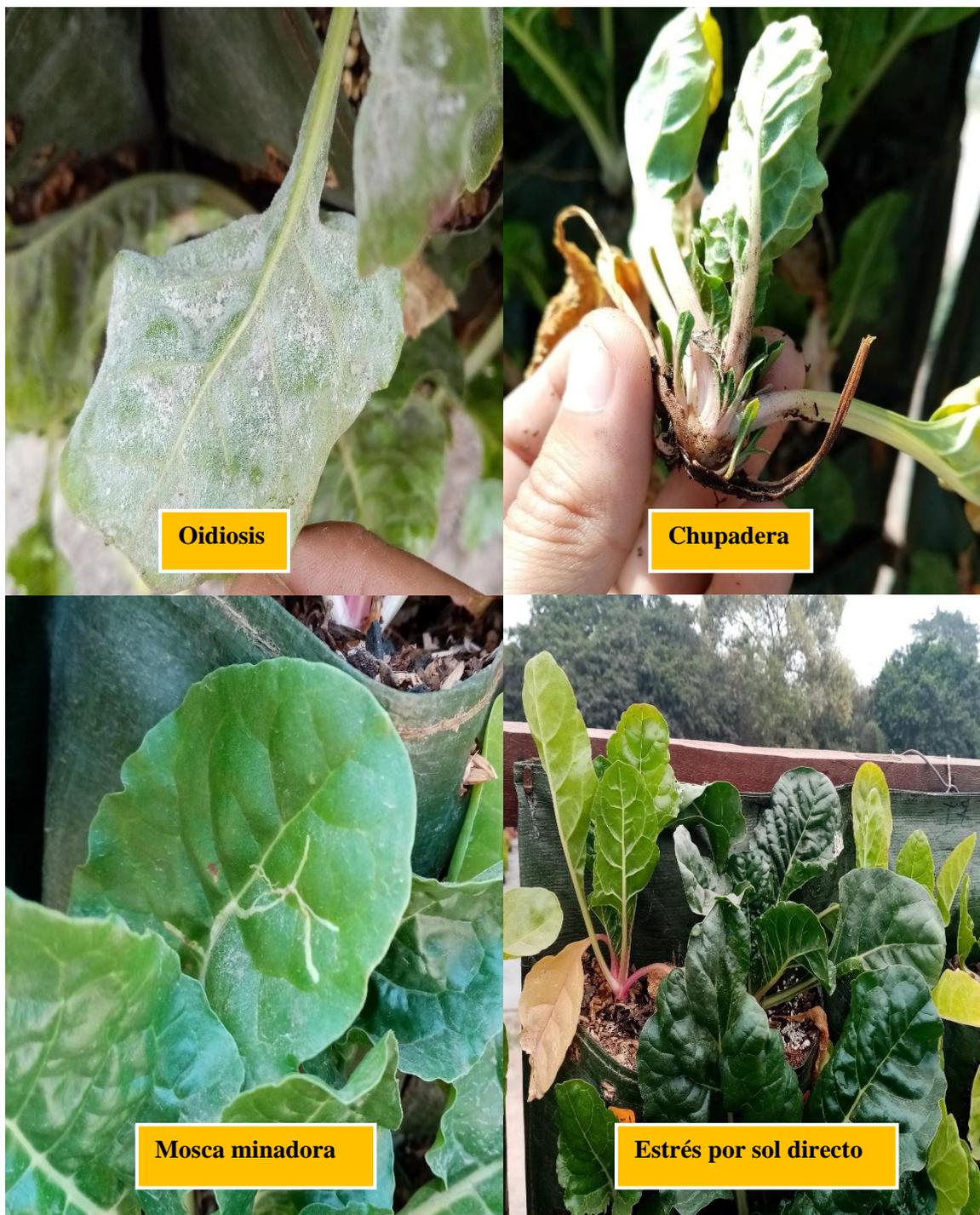
Anexo 5. Cosechas del cultivo de acelga



Anexo 6. Labores postcosecha del cultivo de acelga



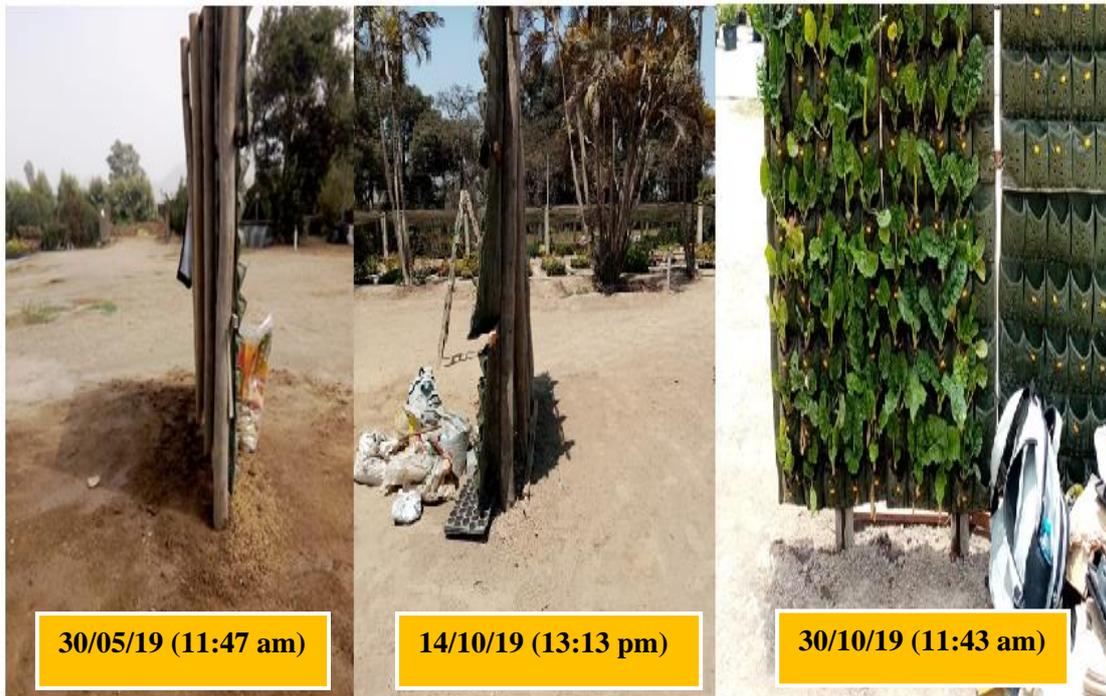
Anexo 7. Plagas y condiciones adversas presentadas en el cultivo de acelga



Anexo 8. Aspecto de la raíz en el T9 y T2



Anexo 9. Posición del sol respecto al jardín vertical



Anexo 10. Datos meteorológicos diarios de la estación Von Humboldt (septiembre-noviembre del 2019)

Día/mes/año	Temperatura (°C)			Humedad (%)	Lluvia (mm)	Presión (mb)	Velocidad del Viento (m/s)
	Prom	Max	Min				
1/09/2019	15.91	20.7	13.9	82.38	0	985.15	2.98
2/09/2019	15.76	20.5	13.6	80.83	0.3	985.18	3.44
3/09/2019	15.79	20.5	13.5	81.92	0	984.58	3.13
4/09/2019	16.34	21.6	14.4	80.38	0	986.13	3.37
5/09/2019	16.19	19.5	14.5	80.83	0	986.81	3.44
6/09/2019	15.72	19.6	13.7	82.83	0	987.14	3.29
7/09/2019	16.22	20.4	14.1	80.08	0	987.45	3.56
8/09/2019	16.8	22.3	14.3	76.5	0	988.2	3.88
9/09/2019	14.8	17	12.4	83.75	0	986.48	2.8
10/09/2019	15.59	20.8	13.4	81.58	0.9	987.2	3.13
11/09/2019	15.98	20.1	13.7	79.46	0	986.59	3.25
12/09/2019	16.12	21.7	13.9	79.88	0	984.77	3.07
13/09/2019	14.43	15.8	13.6	86.96	0	985.15	3.1
14/09/2019	14.83	16.9	13.8	84.63	0	985.6	2.65
15/09/2019	15.78	20.2	14.1	82.08	0	986.93	2.85
16/09/2019	16.19	21.4	14.2	81.5	0	986.64	3.44
17/09/2019	15.5	20.7	13.1	84.38	0.3	987.24	3.05
18/09/2019	14.44	16.1	13.7	87.96	0.3	986.56	2.78
19/09/2019	16.49	21.6	13.6	79.67	0	987.3	3.45
20/09/2019	16.05	20	14.2	81.5	2.1	986.44	3.22
21/09/2019	14.92	16.5	13.7	89.79	1.5	987.81	2.15
22/09/2019	16.03	21.2	14.1	84.92	0	987.72	2.65
23/09/2019	16.21	21	14	83.71	0	987.21	2.98
24/09/2019	16.35	21.6	13.5	83.33	0	987.89	2.92
25/09/2019	16.61	22.5	13.6	81.96	0.3	986.93	3.44
26/09/2019	16.99	21.9	14.2	79.79	0	986.35	3.63
27/09/2019	16.56	21	13.8	79.88	0	987.22	3.53
28/09/2019	17.39	21.8	14.8	77.13	0	987.05	3.91
29/09/2019	18.48	24.3	14.9	73.83	0	986.7	3.98
30/09/2019	16.77	20.5	14.9	82.08	0	986.47	3.62

Continuación...

1/10/2019	17.07	19.9	15.2	81.71	0	985.65	2.73
2/10/2019	17.03	20.1	15.4	81.88	0	985	3.34
3/10/2019	17.63	23.5	14.8	79.5	0	987.16	3.4
4/10/2019	16.62	21.9	14.5	82.46	0	988.23	3.35
5/10/2019	15.21	17.7	14.1	86.96	0.3	987.06	2.91
6/10/2019	15.07	17.2	13.8	85.75	0.6	986.74	2.72
7/10/2019	15.71	20.9	11.6	80.88	0	985.43	3.35
8/10/2019	15.35	20.2	13.2	83.58	0	984.88	3.29
9/10/2019	15.88	20.9	13.7	79.96	0.3	984.12	3.7
10/10/2019	14.63	17.4	12	85.58	0	984.73	3.26
11/10/2019	14.9	20.9	11.9	81.58	0	984.24	2.58
12/10/2019	15.64	21	11.1	77.63	0.3	984.26	2.9
13/10/2019	15.65	21.8	11.2	78.25	0	985.78	3.16
14/10/2019	18.09	24.7	13	71.38	0	986.1	3.38
15/10/2019	16.37	21.4	12	78.88	0	986.32	3.32
16/10/2019	18.32	24.3	12.9	75.29	0	986.96	3.36
17/10/2019	17.88	22.1	16	76.96	0	986.72	3.77
18/10/2019	17.53	22.2	15.7	79.58	0	987	3.88
19/10/2019	17.08	20.3	15.3	81.13	0	988.04	3.4
20/10/2019	16.88	20.8	13.9	80.42	0	987.17	3.41
21/10/2019	16.78	22.7	12.6	79.38	0	986.38	3.07
22/10/2019	15.77	20.8	12.1	82.13	0.3	987.45	2.91
23/10/2019	16.54	23.1	10.9	78.21	0	986.34	3.38
24/10/2019	16.77	22.6	12.5	78.58	0.2	984.94	3.2
25/10/2019	17.28	22.4	12.1	76.67	0	984.45	3.84
26/10/2019	16.51	20.9	14.5	78.04	0	984.97	3.8
27/10/2019	17.75	24.5	15.1	74.33	0	984.84	3.7
28/10/2019	17.99	25.1	12.6	73.54	0	984.78	3.47
29/10/2019	16.82	21.9	12.8	79.17	0	984.19	3.68
30/10/2019	17.78	23.3	14	75.21	0	984.81	3.49
31/10/2019	19.48	26.1	13.6	71.96	0	985.73	3.73

Continuación...

1/11/2019	19.89	25.8	16.1	72.42	0	985.58	3.63
2/11/2019	19.33	25.1	15.1	74.46	0	984.21	3.83
3/11/2019	18.08	24	14.7	77.42	0	984.19	3.48
4/11/2019	17.94	22.7	13.3	77.5	0	983.44	3.59
5/11/2019	17.35	22.5	13.8	79.88	0	983.99	3.72
6/11/2019	17.9	23.9	14.3	78.58	0	984.14	3.55
7/11/2019	18.2	22.6	15.6	76.71	0	982.29	4.23
8/11/2019	18.53	24.5	15.6	77.08	0	982.54	3.52
9/11/2019	18.41	23.5	15.2	78.46	0	983.48	3.8
10/11/2019	18.65	24	15.8	77.71	0	984.86	3.98
11/11/2019	18.56	23.6	14.6	77.42	0	984.56	3.7
12/11/2019	19.03	23	15.6	76.63	0	985.19	3.52
13/11/2019	18.95	22.9	17	77.54	0	985.89	3.77
14/11/2019	18.74	23.9	16.4	78.5	0	986.96	3.41
15/11/2019	18.56	23.1	14.8	78.21	0	986.73	3.33
16/11/2019	19.41	23.5	16.5	75.79	0	985.38	3.83
17/11/2019	18.76	22.4	17.1	79.75	0	984.7	3.65
18/11/2019	18.68	22	17	79.04	0	984.33	3.33
19/11/2019	18.02	19.9	16.7	81.46	0	985.75	3.31
20/11/2019	19.2	23.3	16.8	75.88	0	985.63	3.58
21/11/2019	20	25.1	17.6	71.88	0	986.37	3.73
22/11/2019	20.27	24.1	18.2	71.67	0	986.42	3.58
23/11/2019	19.82	24.2	16.9	77.29	0.5	985.81	3.82
24/11/2019	20.63	24.6	18.6	75.67	0	985.03	3.68
25/11/2019	20.86	29.8	18	75.13	8.6	983.2	3.99
26/11/2019	20.75	26.3	17.6	76.29	0.1	981.31	3.85
27/11/2019	19.59	24.1	17.6	77.83	0	983.32	3.85
28/11/2019	19.77	25	16.4	76.71	0	985.28	3.74
29/11/2019	18.45	23.6	15	81.95	0	984.52	2.8
30/11/2019	20.08	26.1	15.2	75.13	0	983.84	3.21

Fuente: SENAMHI - Dirección de Redes de Observación y Datos (2019)

Anexo 11. Cuadro ANOVA para la variable peso fresco en lechuga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(PESO.FRESCO ~ sustrato*fertilización+bloque,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: PESO.FRESCO | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
-----|-----|-----|-----|-----|-----|
sustrato              | 2  | 87.53  | 43.76   | 1.9044  | 0.1812  |
fertilización        | 2  | 2766.80 | 1383.40 | 60.2002 | 3.585e-08 ***
bloque               | 2  | 9.79   | 4.89    | 0.2129  | 0.8105  |
sustrato:fertilización | 4  | 14.04  | 3.51    | 0.1528  | 0.9590  |
Residuals            | 16 | 367.68 | 22.98   |          |          |
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>
```

Anexo 12. Cuadro ANOVA para la variable altura en lechuga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(ALTURA ~ sustrato*fertilización+bloque,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: ALTURA     | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
-----|-----|-----|-----|-----|-----|
sustrato              | 2  | 2.483  | 1.2416  | 0.3438  | 0.71418 |
fertilización        | 2  | 13.311 | 6.6556  | 1.8429  | 0.19043 |
bloque               | 2  | 21.046 | 10.5232 | 2.9138  | 0.08335 .
sustrato:fertilización | 4  | 4.523  | 1.1306  | 0.3131  | 0.86504 |
Residuals            | 16 | 57.784 | 3.6115  |          |          |
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>
```

Anexo 13. Cuadro ANOVA para la variable largo de raíz en lechuga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(LARGO.RAÍZ ~ sustrato*fertilización+bloque,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: LARGO.RAÍZ | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
-----|-----|-----|-----|-----|-----|
sustrato              | 2  | 3.8985 | 1.9493  | 3.8007  | 0.0446130 *
fertilización        | 2  | 5.7341 | 2.8670  | 5.5902  | 0.0144184 *
bloque               | 2  | 15.5941 | 7.7970  | 15.2027 | 0.0001997 ***
sustrato:fertilización | 4  | 1.1637 | 0.2909  | 0.5673  | 0.6900468
Residuals            | 16 | 8.2059 | 0.5129  |          |          |
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>
```

Anexo 14. Cuadro ANOVA para la variable número de hojas en lechuga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(N..DE.HOJAS ~ sustrato*fertilización+bloque,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: N..DE.HOJAS
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
sustrato	2	1.6267	0.8133	3.8125	0.04426	*
fertilización	2	11.9822	5.9911	28.0833	5.838e-06	***
bloque	2	0.1867	0.0933	0.4375	0.65315	
sustrato:fertilización	4	1.2711	0.3178	1.4896	0.25196	
Residuals	16	3.4133	0.2133			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 15. Cuadro ANOVA para la variable ancho en lechuga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(ANCHO ~ sustrato*fertilización+bloque,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: ANCHO
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
sustrato	2	9.172	4.586	1.7838	0.19982	
fertilización	2	134.146	67.073	26.0904	9.197e-06	***
bloque	2	22.210	11.105	4.3196	0.03162	*
sustrato:fertilización	4	4.479	1.120	0.4356	0.78101	
Residuals	16	41.133	2.571			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 16. Cuadro ANOVA para la variable peso seco en lechuga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(PESO.SECO ~ sustrato*fertilización+bloque,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: PESO.SECO
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
sustrato	2	2.2755	1.13776	32.7195	2.220e-06	***
fertilización	2	5.6882	2.84408	81.7900	3.971e-09	***
bloque	2	0.6255	0.31275	8.9939	0.002412	**
sustrato:fertilización	4	0.0902	0.02256	0.6487	0.635934	
Residuals	16	0.5564	0.03477			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 17. Cuadro ANOVA para la variable % de materia seca en lechuga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(X.MATERIA.SECA ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat)
)
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: X.MATERIA.SECA
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	50.10	25.051	8.4732	0.0003555	***
FETILIZACIÓN	2	131.98	65.990	22.3202	5.254e-09	***
BLOQUE	2	75.68	37.839	12.7986	8.849e-06	***
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	4	26.40	6.599	2.2321	0.0693194	.
Residuals	124	366.61	2.957			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 18. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento kg/m² en lechuga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(RENDIMIENTO..M2. ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat)
)
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: RENDIMIENTO M2
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	1.372	0.6862	5.5246	0.005031	**
FETILIZACIÓN	2	43.383	21.6917	174.6357	< 2.2e-16	***
BLOQUE	2	0.153	0.0767	0.6177	0.540831	
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	4	0.220	0.0550	0.4431	0.777223	
Residuals	124	15.402	0.1242			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 19. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento t/ha en lechuga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(RENDIMIENTO..Tn.ha. ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat)
)
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: REND.Tn.ha.
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	137.2	68.62	5.5246	0.005031	**
FETILIZACIÓN	2	4338.3	2169.17	174.6357	< 2.2e-16	***
BLOQUE	2	15.3	7.67	0.6177	0.540831	
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	4	22.0	5.50	0.4431	0.777223	
Residuals	124	1540.2	12.42			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 20. Cuadro ANOVA para la variable peso fresco total en acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(peso.fresco.total ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Resp: peso.fresco.total | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
-----|-----|-----|-----|-----|-----|
SUSTRATO                |  2 |    786 |    393  |  1.6889 | 0.1915 |
FETILIZACIÓN           |  2 | 66568 | 33284  | 143.1012| <2e-16| ***
BLOQUE                  |  2 |    571 |    286  |  1.2278 | 0.2986 |
SUSTRATO:FETILIZACIÓN  |  4 |    488 |    122  |  0.5244 | 0.7181 |
Residuals              | 77 | 17909 |    233  |         |         |
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 21. Cuadro ANOVA para la variable peso fresco en la 1ra cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(PESO.FRESCO ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: PESO.FRESCO | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
-----|-----|-----|-----|-----|-----|
SUSTRATO                |  2 |  414.3 |  207.16 |  3.1926 | 0.05011 | .
FETILIZACIÓN           |  2 | 3852.1 | 1926.03 | 29.6828 | 4.618e-09| ***
BLOQUE                  |  2 |  149.3 |   74.66 |  1.1505 | 0.32522 |
SUSTRATO:FETILIZACIÓN  |  3 |   226.2|   75.40 |  1.1620 | 0.33422 |
Residuals              | 47 | 3049.7 |   64.89 |         |         |
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 22. Cuadro ANOVA para la variable peso fresco en la 2da cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(PESO.FRESCO ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: PESO.FRESCO | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
-----|-----|-----|-----|-----|-----|
SUSTRATO                |  2 |  257.9 |  128.95 |  4.1128 | 0.02073 | *
FETILIZACIÓN           |  2 | 4502.5 | 2251.23 | 71.8040 | < 2e-16| ***
BLOQUE                  |  2 |   128.3|   64.13 |  2.0456 | 0.13742 |
SUSTRATO:FETILIZACIÓN  |  4 |    72.9|   18.23 |  0.5815 | 0.67712 |
Residuals              | 66 | 2069.3|   31.35 |         |         |
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 23. Cuadro ANOVA para la variable peso fresco en la 3ra cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(PESO.FRESCO ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat)
)
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: PESO.FRESCO
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	19.78	9.89	0.4242	0.656330	
FETILIZACIÓN	2	995.94	497.97	21.3632	1.192e-07	***
BLOQUE	2	265.05	132.52	5.6853	0.005606	**
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	3	108.57	36.19	1.5526	0.210866	
Residuals	57	1328.65	23.31			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 24. Cuadro ANOVA para la variable peso fresco en la 4ta cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(PESO.FRESCO ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat)
)
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: PESO.FRESCO
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	50.798	25.3991	5.2184	0.009944	**
FETILIZACIÓN	2	8.440	4.2200	0.8670	0.428351	
BLOQUE	2	21.411	10.7056	2.1995	0.124773	
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	3	6.677	2.2257	0.4573	0.713717	
Residuals	38	184.955	4.8672			

```
---
Signif. codes:  0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 25. Cuadro ANOVA para la variable longitud de hoja en acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(long.hoja ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: long.hoja
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	25.45	12.725	4.2298	0.01808	*
FETILIZACIÓN	2	326.24	163.121	54.2234	2.011e-15	***
BLOQUE	2	17.67	8.834	2.9366	0.05901	.
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	4	6.23	1.559	0.5181	0.72264	
Residuals	77	231.64	3.008			

```
---
Signif. codes:  0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 26. Cuadro ANOVA para la variable longitud de hoja en la 1ra cosecha de acelga

```

> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(L.HOJAS..PROMEDIO. ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=
dat))
> modelo
Analysis of Variance Table

```

Resp:L.HOJAS..PROMEDIO.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	51.435	25.717	9.9020	0.0002579	***
FETILIZACIÓN	2	126.433	63.217	24.3403	5.558e-08	***
BLOQUE	2	36.992	18.496	7.1215	0.0019883	**
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	3	5.701	1.900	0.7316	0.5383386	
Residuals	47	122.069	2.597			

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Anexo 27. Cuadro ANOVA para la variable longitud de hoja en la 2da cosecha de acelga

```

> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(L.HOJAS..PROMEDIO. ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,da
ta=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table

```

Resp:L.HOJAS..PROMEDIO.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	28.47	14.235	2.2577	0.11261	
FETILIZACIÓN	2	575.48	287.739	45.6361	3.593e-13	***
BLOQUE	2	54.73	27.367	4.3405	0.01694	*
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	4	16.86	4.215	0.6685	0.61613	
Residuals	66	416.13	6.305			

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Anexo 28. Cuadro ANOVA para la variable longitud de hoja en la 3ra cosecha de acelga

```

> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(L.HOJAS..PROMEDIO. ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,da
ta=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table

```

Resp:L.HOJAS..PROMEDIO.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	3.65	1.825	0.2474	0.7816	
FETILIZACIÓN	2	244.71	122.354	16.5882	2.1e-06	***
BLOQUE	2	13.51	6.755	0.9158	0.4060	
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	3	6.26	2.087	0.2830	0.8375	
Residuals	57	420.43	7.376			

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Anexo 29. Cuadro ANOVA para la variable longitud de hoja en la 4ta cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(L.HOJAS..PROMEDIO. ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE, data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Resp:L.HOJAS..PROMEDIO. Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
SUSTRATO                2    2.602    1.3012    0.3058 0.7383
FETILIZACIÓN            2    6.860    3.4299    0.8061 0.4541
BLOQUE                   2    3.018    1.5091    0.3547 0.7037
SUSTRATO:FETILIZACIÓN  3    7.393    2.4644    0.5792 0.6323
Residuals                38 161.686    4.2549
```

Anexo 30. Cuadro ANOVA para la variable n° total de hojas cosechadas en acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(n..hoja.total ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE, data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: n..hoja.total Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
SUSTRATO                2    0.26    0.13    0.0233 0.9770
FETILIZACIÓN            2 714.43  357.22  64.3237 <2e-16 ***
BLOQUE                   2    3.26    1.63    0.2938 0.7463
SUSTRATO:FETILIZACIÓN  4   30.80    7.70    1.3865 0.2465
Residuals                77 427.61    5.55
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Anexo 31. Cuadro ANOVA para la variable n° de hojas en la 1ra cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(X.N.HOJAS ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE, data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: X.N.HOJAS Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
SUSTRATO                2    4.141    2.0703    1.0085 0.3725340
FETILIZACIÓN            2  41.856  20.9280  10.1943 0.0002101 ***
BLOQUE                   2    0.181    0.0904    0.0440 0.9569796
SUSTRATO:FETILIZACIÓN  3    2.319    0.7728    0.3765 0.7703718
Residuals                47  96.487    2.0529
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Anexo 32. Cuadro ANOVA para la variable n° de hojas en la 2da cosecha de acelga

```

> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(X.N.HOJAS ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: X.N.HOJAS   Df Sum Sq Mean Sq F value   Pr(>F)
SUSTRATO              2  2.216   1.1082   1.8974 0.158054
FETILIZACIÓN         2 11.625   5.8127   9.9518 0.000167 ***
BLOQUE                2  0.314   0.1569   0.2686 0.765257
SUSTRATO:FETILIZACIÓN 4  0.463   0.1158   0.1983 0.938400
Residuals            66 38.550   0.5841
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Anexo 33. Cuadro ANOVA para la variable n° de hojas en la 3ra cosecha de acelga

```

> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(X.N.HOJAS ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: X.N.HOJAS
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
SUSTRATO      2  0.898  0.44887  0.5791 0.5637
FETILIZACIÓN  2  0.231  0.11563  0.1492 0.8617
BLOQUE        2  2.505  1.25272  1.6162 0.2076
SUSTRATO:FETILIZACIÓN 3  4.364  1.45463  1.8767 0.1438
Residuals    57 44.181  0.77510

```

Anexo 34. Cuadro ANOVA para la variable n° de hojas en la 4ta cosecha de acelga

```

> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(X.N.HOJAS ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: X.N.HOJAS

```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	1.9272	0.96359	5.9641	0.005589	**
FETILIZACIÓN	2	0.5785	0.28924	1.7902	0.180715	
BLOQUE	2	1.6728	0.83642	5.1770	0.010273	*
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	3	0.3487	0.11624	0.7195	0.546556	
Residuals	38	6.1395	0.16156			

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Anexo 35. Cuadro ANOVA para la variable peso seco total en acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(peso.seco.total ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat
))
> modelo
Analysis of Variance Table
Resp: peso.seco.total
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	5.76	2.879	1.9521	0.14893	
FETILIZACIÓN	2	536.15	268.077	181.7885	< 2e-16	***
BLOQUE	2	8.72	4.360	2.9567	0.05792	.
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	4	7.49	1.873	1.2701	0.28906	
Residuals	77	113.55	1.475			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 36. Cuadro ANOVA para la variable peso seco en la 1ra cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(PESO.SECO ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: PESO.SECO
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	1.3534	0.6767	1.6066	0.2114	
FETILIZACIÓN	2	28.5960	14.2980	33.9481	7.535e-10	***
BLOQUE	2	1.2732	0.6366	1.5115	0.2311	
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	3	0.3792	0.1264	0.3001	0.8251	
Residuals	47	19.7951	0.4212			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 37. Cuadro ANOVA para la variable peso seco en la 2da cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(PESO.SECO ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: PESO.SECO
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	2.8327	1.4163	4.6665	0.01272	*
FETILIZACIÓN	2	28.2994	14.1497	46.6206	2.383e-13	***
BLOQUE	2	1.5893	0.7947	2.6182	0.08050	.
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	4	0.5329	0.1332	0.4389	0.78001	
Residuals	66	20.0315	0.3035			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 38. Cuadro ANOVA para la variable peso seco en la 3ra cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(PESO.SECO ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: PESO.SECO
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	1.5030	0.7515	3.5763	0.03442	*
FETILIZACIÓN	2	8.5390	4.2695	20.3178	2.181e-07	***
BLOQUE	2	5.0899	2.5450	12.1109	4.138e-05	***
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	3	1.8362	0.6121	2.9128	0.04206	*
Residuals	57	11.9778	0.2101			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 39. Cuadro ANOVA para la variable peso seco en la 4ta cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(PESO.SECO ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Response: PESO.SECO
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	0.77318	0.38659	6.0623	0.005187	**
FETILIZACIÓN	2	0.17752	0.08876	1.3919	0.260998	
BLOQUE	2	0.06310	0.03155	0.4947	0.613600	
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	3	0.08541	0.02847	0.4465	0.721211	
Residuals	38	2.42323	0.06377			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 40. Cuadro ANOVA para la variable longitud de raíz en acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(longitud.de.raiz ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Resp : longitud.de.raiz
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	31.68	15.841	2.6328	0.0783378	.
FETILIZACIÓN	2	59.34	29.670	4.9313	0.0096564	**
BLOQUE	2	9.98	4.988	0.8290	0.4403591	
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	4	162.18	40.545	6.7388	0.0001052	***
Residuals	77	463.29	6.017			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 41. Cuadro ANOVA para la variable % de materia seca en acelga

```

> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(X..MATERIA.SECA ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat
))
> modelo
Analysis of Variance Table
Resp: X..MATERIA.SECA

```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	58.948	29.4739	16.3335	1.222e-06	***
FETILIZACIÓN	2	32.867	16.4334	9.1069	0.0002818	***
BLOQUE	2	25.672	12.8361	7.1133	0.0014628	**
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	4	10.808	2.7020	1.4974	0.2112672	
Residuals	77	138.947	1.8045			

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Anexo 42. Cuadro ANOVA para la variable % materia seca en la 1ra cosecha de acelga

```

> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(X.MATERIA.SECA ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat)
)
> modelo
Analysis of Variance Table
Resp: X.MATERIA.SECA

```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	36.734	18.3671	13.929	1.777e-05	***
FETILIZACIÓN	2	25.666	12.8329	9.732	0.0002908	***
BLOQUE	2	0.456	0.2281	0.173	0.8416976	
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	3	54.448	18.1494	13.764	1.428e-06	***
Residuals	47	61.976	1.3186			

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Anexo 43. Cuadro ANOVA para la variable % materia seca en la 2da cosecha de acelga

```

> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(X.MATERIA.SECA ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat)
at))
> modelo
Analysis of Variance Table
Resp: X.MATERIA.SECA

```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	39.945	19.973	9.8566	0.0001796	***
FETILIZACIÓN	2	100.188	50.094	24.7214	9.702e-09	***
BLOQUE	2	20.124	10.062	4.9656	0.0097967	**
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	4	4.573	1.143	0.5642	0.6894454	
Residuals	66	133.738	2.026			

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Anexo 44. Cuadro ANOVA para la variable % materia seca en la 3ra cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(X.MATERIA.SECA ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Resp: X.MATERIA.SECA
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	34.419	17.2093	9.6732	0.0002415	***
FETILIZACIÓN	2	0.467	0.2336	0.1313	0.8771919	
BLOQUE	2	38.241	19.1206	10.7475	0.0001095	***
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	3	2.374	0.7912	0.4447	0.7219686	
Residuals	57	101.407	1.7791			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 45. Cuadro ANOVA para la variable % materia seca en la 4ta cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(X.MATERIA.SECA ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Resp: X.MATERIA.SECA
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	5.467	2.7337	1.3137	0.280742	
FETILIZACIÓN	2	8.914	4.4571	2.1420	0.131389	
BLOQUE	2	23.201	11.6007	5.5749	0.007533	**
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	3	0.208	0.0693	0.0333	0.991708	
Residuals	38	79.073	2.0809			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 46. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento total kg/m² en acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(RENDIMIENTO.M2 ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Resp: RENDIMIENTO.M2
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	2.464	1.232	1.6889	0.1915	
FETILIZACIÓN	2	208.756	104.378	143.1012	<2e-16	***
BLOQUE	2	1.791	0.896	1.2278	0.2986	
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	4	1.530	0.382	0.5244	0.7181	
Residuals	77	56.164	0.729			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 47. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento kg/m² en la 1ra cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(RENDIMIENTO.M2 ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat)
)
> modelo
Analysis of Variance Table
Resp: RENDIMIENTO.M2
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	1.2993	0.6496	3.1926	0.05011	.
FETILIZACIÓN	2	12.0801	6.0400	29.6828	4.618e-09	***
BLOQUE	2	0.4682	0.2341	1.1505	0.32522	
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	3	0.7094	0.2365	1.1620	0.33422	
Residuals	47	9.5638	0.2035			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 48. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento kg/m² en la 2da cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(RENDIMIENTO.M2 ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Resp: RENDIMIENTO.M2
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	0.8088	0.4044	4.1128	0.02073	*
FETILIZACIÓN	2	14.1197	7.0598	71.8040	< 2e-16	***
BLOQUE	2	0.4022	0.2011	2.0456	0.13742	
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	4	0.2287	0.0572	0.5815	0.67712	
Residuals	66	6.4892	0.0983			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 49. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento kg/m² en la 3ra cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(RENDIMIENTO.M2 ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Resp: RENDIMIENTO.M2
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	0.0620	0.03101	0.4242	0.656330	
FETILIZACIÓN	2	3.1233	1.56163	21.3632	1.192e-07	***
BLOQUE	2	0.8312	0.41559	5.6853	0.005606	**
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	3	0.3405	0.11349	1.5526	0.210866	
Residuals	57	4.1667	0.07310			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 50. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento kg/m² en la 4ta cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(RENDIMIENTO.M2 ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Resp: RENDIMIENTO.M2
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	0.15930	0.079652	5.2184	0.009944	**
FETILIZACIÓN	2	0.02647	0.013234	0.8670	0.428351	
BLOQUE	2	0.06715	0.033573	2.1995	0.124773	
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	3	0.02094	0.006980	0.4573	0.713717	
Residuals	38	0.58002	0.015264			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 51. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento total t/ha en acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(RENDIMIENTO..Tn.ha. ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Resp: REND..Tn.ha.
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	246.4	123.2	1.6889	0.1915	
FETILIZACIÓN	2	20875.6	10437.8	143.1012	<2e-16	***
BLOQUE	2	179.1	89.6	1.2278	0.2986	
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	4	153.0	38.2	0.5244	0.7181	
Residuals	77	5616.4	72.9			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 52. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento t/ha en la 1ra cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(RENDIMIENTO..Tn.ha. ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,data=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Resp: REND..Tn.ha.
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
SUSTRATO	2	129.93	64.96	3.1926	0.05011	.
FETILIZACIÓN	2	1208.01	604.00	29.6828	4.618e-09	***
BLOQUE	2	46.82	23.41	1.1505	0.32522	
SUSTRATO:FETILIZACIÓN	3	70.94	23.65	1.1620	0.33422	
Residuals	47	956.38	20.35			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 53. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento t/ha en la 2da cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(RENDIMIENTO..Tn.ha. ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,d
ata=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Resp: REND..Tn.ha.


|                       | Df | Sum Sq  | Mean Sq | F value | Pr(>F)  |     |
|-----------------------|----|---------|---------|---------|---------|-----|
| SUSTRATO              | 2  | 80.88   | 40.44   | 4.1128  | 0.02073 | *   |
| FETILIZACIÓN          | 2  | 1411.97 | 705.98  | 71.8040 | < 2e-16 | *** |
| BLOQUE                | 2  | 40.22   | 20.11   | 2.0456  | 0.13742 |     |
| SUSTRATO:FETILIZACIÓN | 4  | 22.87   | 5.72    | 0.5815  | 0.67712 |     |
| Residuals             | 66 | 648.92  | 9.83    |         |         |     |


---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 54. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento t/ha en la 3ra cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(RENDIMIENTO..Tn.ha. ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,d
ata=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Resp: REND..Tn.ha.


|                       | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F)    |     |
|-----------------------|----|--------|---------|---------|-----------|-----|
| SUSTRATO              | 2  | 6.20   | 3.101   | 0.4242  | 0.656330  |     |
| FETILIZACIÓN          | 2  | 312.33 | 156.163 | 21.3632 | 1.192e-07 | *** |
| BLOQUE                | 2  | 83.12  | 41.559  | 5.6853  | 0.005606  | **  |
| SUSTRATO:FETILIZACIÓN | 3  | 34.05  | 11.349  | 1.5526  | 0.210866  |     |
| Residuals             | 57 | 416.67 | 7.310   |         |           |     |


---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 55. Cuadro ANOVA para la variable rendimiento t/ha en la 4ta cosecha de acelga

```
> #-----#
> #                               Análisis de varianza                               #
> #-----#
> modelo=anova(lm(RENDIMIENTO..Tn.ha. ~ SUSTRATO*FETILIZACIÓN+BLOQUE,d
ata=dat))
> modelo
Analysis of Variance Table
Resp: REND..Tn.ha.


|                       | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F)   |    |
|-----------------------|----|--------|---------|---------|----------|----|
| SUSTRATO              | 2  | 15.930 | 7.9652  | 5.2184  | 0.009944 | ** |
| FETILIZACIÓN          | 2  | 2.647  | 1.3234  | 0.8670  | 0.428351 |    |
| BLOQUE                | 2  | 6.715  | 3.3573  | 2.1995  | 0.124773 |    |
| SUSTRATO:FETILIZACIÓN | 3  | 2.094  | 0.6980  | 0.4573  | 0.713717 |    |
| Residuals             | 38 | 58.002 | 1.5264  |         |          |    |


---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 56. Ficha técnica del fertilizante foliar Cobbos

**NOGA FER**
NOGA-FER PERU SAC. "Mejorando la productividad en la agroindustria"

COBBOSS

**Fertilizante Foliar Contiene Cobre Sistémico Acomplejado
Com Aminoácidos y Ácidos Orgánicos**

COBBOSS es un fertilizante foliar líquido que contiene cobre sistémico quelado con aminoácidos y ácidos orgánicos naturales.
El cobre de **COBBOSS** es de rápida absorción y completa translocación hacia todos los tejidos y órganos de la planta, su efecto es inmediato. Sirve para corregir deficiencias, estimula e incrementa la síntesis de sustancias de defensa (fitoalexinas), reforzando el sistema inmunológico de las plantas protegiéndolas de hongos y bacterias fitopatógenos que causan enfermedades.

En las plantas, el cobre activa ciertas enzimas implicadas en la síntesis de lignina y es esencial para diversos sistemas enzimáticos. También es necesario en el proceso de fotosíntesis y respiración de las plantas, coadyuvante de estas en el metabolismo de carbohidratos y proteínas; e intensifica el sabor y color en hortalizas y flores.

PRECAUCIONES:
Lea la etiqueta antes de usar el producto.
El producto esta formulado con sustancias naturales, sin embargo se recomienda no dejar al alcance de los niños. En caso de ingestión inducir al vómito y buscar atención médica.
Evitar el transporte y almacenamiento junto con productos alimenticios.

COMPATIBILIDAD:
Es compatible con los plaguicidas de uso común, pero se recomienda realizar una prueba de compatibilidad previa.

RECOMENDACIONES DE USO:
Hacer una premezcla en un volumen de agua suficiente, agitar el envase, dosificar y añadir al tanque, finalmente completar el volumen del recipiente.
Las dosis y los intervalos de aplicación varían de acuerdo a la presencia de la enfermedad y las condiciones climáticas.

Fertilizante foliar contiene cobre sistémico acompañado con aminoácidos y ácidos orgánicos

Composición:
Sulfato de cobre pentahidratado: 23.3%
Zinc (Zn) 2.80 mg/L
Boro (B) 225 mg/L
Magnesio (Mg) 345 mg/L
Aminoácidos libres, ácidos orgánicos, materia orgánica soluble, activadores y precursores de fitoalexinas y anti estresantes.

LIGERAMENTE PELIGROSO

Av. Carapongo (Av. Dos) s/n, Mz E2, Lt 56, III Etapa, Urb. San Antonio de Carapongo, Dist. Lurigancho.
Cel: 953 531 672, 995 516 897 - email: ventas@nogafperu.com / nogafperu@gmail.com

Anexo 57. Ficha técnica del repelente Kapsitron

 NOGA FER NOGA-FER PERU SAC. "Mejorando la productividad en la agroindustria"												
<h1>KAPSITRON</h1>												
Fertilizante Biológico con Propiedades Repelentes Contra Insectos Picadoras y Chupadoras												
GENERALIDADES:												
<p>KAPSITRON es un fertilizante biológico líquido elaborado a través de procesos biotecnológicos de fermentación homoláctica de ajíes que tienen propiedades de repelencia especialmente para insectos picadores y chupadores. Contiene aminoácidos, ácidos orgánicos naturales, capsaicina y otros principios orgánicos precursores de sustancias de defensa de las plantas.</p> <p>KAPSITRON tiene un fuerte efecto fumigante, repelente sobre un sin número de plagas, picadoras y chupadoras: Mosca blanca, trips, pulgones, ácaros y propilosis. Actúa por contacto en el caso de larvas (de 1er. y 2do estadio) y por inhalación como fumigante-repelente en el caso de adultos.</p> <p>El mecanismo de acción de la capsaicina y del ácido láctico es irritante y repelente alterando el sistema nervioso del insecto, además de inhibir la ingesta. Su buena eficacia se debe a su estabilidad en altas temperaturas y su soporte a la radiación solar.</p> <p>Producto 100% natural, indicado para ser utilizado en Programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) en todos los cultivos.</p> <p>No es persistente en el suelo ni en la planta, es totalmente biodegradable.</p>												
PRECAUCIONES:												
<p>Lea la etiqueta antes de usar el producto.</p> <p>El producto está elaborado con sustancias naturales, sin embargo se recomienda no dejar al alcance de personas inexpertas y niños. En caso de ingestión inducir al vomito y buscar atención médica.</p> <p>Evitar el transporte y almacenamiento junto con productos alimenticios.</p>												
COMPATIBILIDAD:												
<p>Es compatible con la mayoría de plaguicidas de uso común. Se recomienda realizar una prueba de compatibilidad previa.</p>												
RECOMENDACIONES DE USO:												
<ul style="list-style-type: none">• Hacer una pre mezcla en un volumen de agua suficiente, agitar el envase, dosificar y añadir al tanque, finalmente completar el volumen del recipiente.• Las dosis y los intervalos de aplicación varían de acuerdo a la fenología del cultivo. Aplicar preferentemente en brotamiento de órganos vegetativos y florales.												
Composición:												
<table><tr><td>Potasio (K₂O).....</td><td>0.96 %</td></tr><tr><td>Fósforo (P₂O₅).....</td><td>0.59 %</td></tr><tr><td>Nitrógeno Total (N).....</td><td>0.27 %</td></tr><tr><td>Materia orgánica total.....</td><td>11.54 %</td></tr><tr><td>Calcio (Ca).....</td><td>836 mg/L</td></tr><tr><td>Magnesio (Mg).....</td><td>556 mg/L</td></tr></table>	Potasio (K ₂ O).....	0.96 %	Fósforo (P ₂ O ₅).....	0.59 %	Nitrógeno Total (N).....	0.27 %	Materia orgánica total.....	11.54 %	Calcio (Ca).....	836 mg/L	Magnesio (Mg).....	556 mg/L
Potasio (K ₂ O).....	0.96 %											
Fósforo (P ₂ O ₅).....	0.59 %											
Nitrógeno Total (N).....	0.27 %											
Materia orgánica total.....	11.54 %											
Calcio (Ca).....	836 mg/L											
Magnesio (Mg).....	556 mg/L											
Micro elementos bioquelatados												
Zinc (Zn).....	1.94 mg/L											
Hierro (Fe).....	19.24 mg/L											
Cobre (Cu).....	1.48 mg/L											
Manganeso (Mn).....	2.60 mg/L											
Boro (B).....	3.87 mg/L											
Capsaicina, aminoácidos totales activos, ácidos orgánicos activos, materia orgánica soluble, activadores y precursores de fitoalexinas												
Av. Carapongo (Av. Dos) s/n, Mz E2, Lt 56, III Etapa, Urb. San Antonio de Carapongo, Dist. Lurigancho. Cel: 953 531 672, 995 516 897 - email: ventas@nogafperu.com / nogafperu@gmail.com												

Anexo 58. Resultados del cultivo de lechuga en el bloque 1

Bloque	Tratamiento	Unidad	N° de hojas	Altura (cm)	Ancho (cm)	Peso fresco (g/planta)	Peso seco (g/planta)	Longitud de raíz (cm)
B1	T1	u1	6	10.5	17.5	18.75	3.18	21
		u2	9	13.2	18	22.94	2.56	22
		u3	9	16.2	16	27.2	2.98	20
		u4	8	16	21.5	38.72	3.75	21
		u5	9	14.5	19	33.51	2.88	23
	T2	u1	6	10	19.5	18.74	3	24
		u2	6	10.5	16.5	19.26	2.77	24
		u3	8	11.5	19.5	27.01	4.07	21
		u4	7	12.5	20	25.01	3.04	19
		u5	8	13	21	28.34	3.6	21
	T3	u1	9	12	21	41.24	3.51	21.5
		u2	10	16	27	56.1	4.35	27
		u3	8	18	25	58.8	3.9	16
		u4	10	18.3	28.5	65.43	4.66	23.5
		u5	10	17.5	27	57.8	3.96	19
	T4	u1	8	9.5	21	22.36	3.22	19
		u2	8	14.5	20.3	27.16	2.85	25
		u3	9	13.9	19.5	29.27	2.39	22
		u4	8	16	20.5	34.53	2.87	24
		u5	7	17.5	18.5	29	2.08	25
	T5	u1	7	9.5	16	20.43	2.77	18
		u2	8	14	18	24.67	2.57	22
		u3	6	17	21.5	27.85	1.96	25
		u4	9	14	19	31.27	2.61	27
		u5	9	12.5	22.4	27.68	2.34	25
	T6	u1	8	11.5	21	31.37	3.24	18
		u2	9	18.2	28.5	52.49	4.3	20
		u3	10	18.5	27.5	55.68	3.57	19
		u4	9	17.6	24	53.03	3.25	23
		u5	10	16	26	51.27	3.17	23
	T7	u1	7	10.5	18	21.99	2.65	24
		u2	7	13.5	23.8	24.76	2.58	19
		u3	7	11.5	22	22.93	2.54	24
		u4	8	12	21	26.96	3.01	21.5
		u5	9	12.5	19.5	25.18	2.42	22
	T8	u1	10	13	18.5	26.31	3.54	27.5
		u2	8	15	23.5	26.37	2.14	23
		u3	8	15.4	20	31.36	2.36	24.5
		u4	9	18.6	22.5	39	2.8	24
		u5	8	16	19.5	30	2.43	20
	T9	u1	9	10	22	40.06	3.59	18.5
		u2	8	16.5	27	47.78	3.37	21
		u3	7	16	30	58.47	3.74	23
		u4	8	18.5	24	60.17	4.03	20
		u5	10	15.3	27	53.16	3.61	23

Anexo 59. Resultados del cultivo de lechuga en el bloque 2

Bloque	Tratamiento	Unidad	N° de hoja	Altura (cm)	Ancho (cm)	Peso fresco (g/planta)	Peso seco (g/planta)	Longitud de raíz (cm)
B2	T1	u1	8	14	22	28.53	2.73	24
		u2	8	14	28.5	35.15	3.32	19
		u3	9	14.5	24	33.5	2.76	21
		u4	7	16	22.5	33.81	2.79	19
		u5	9	13	25.5	37.45	3.47	22
	T2	u1	6	17	24	36.66	2.66	23
		u2	8	19	28.5	32.37	2.41	19
		u3	9	17	27	34.42	3.2	21
		u4	7	16	20	34.02	3.07	18.5
		u5	8	16.5	24	36.93	3.01	17
	T3	u1	8	16.5	30	56.45	4.22	22
		u2	11	19	27	60.26	3.99	18
		u3	10	18	27	59.32	3.91	21
		u4	11	19	27	60.85	3.93	20
		u5	9	17	30	67.61	4.43	17
	T4	u1	6	11.5	15	19.54	2.09	23
		u2	7	9.5	18	20.33	2.29	22
		u3	8	12.5	18	24.43	3.07	19
		u4	8	10.5	17.5	24.93	3.04	23
		u5	7	13	20	21.35	2.79	20
	T5	u1	7	13	23	26.5	3.08	17
		u2	5	13	25	24.68	2.87	23
		u3	6	14.5	22	26.98	2.64	23
		u4	7	15	21	24.64	2.62	21
		u5	7	13	21	27.05	2.61	21
	T6	u1	8	14	23	43.82	3.28	24
		u2	8	16.5	28	50.29	3.85	21.5
		u3	10	16	23	51.6	4.22	23
		u4	8	16	29	51.7	3.55	17
		u5	8	17.5	26	46.93	3.39	19.5
	T7	u1	9	15.5	20	30.58	2.74	19
		u2	7	15.5	18	22.87	2	22
		u3	8	15.5	24	32.14	2.64	25
		u4	8	17.5	23	27.21	2.19	18
		u5	7	15	19	26.07	2.34	20
	T8	u1	8	14	20	15.97	0.92	13
		u2	7	15.5	18	28.01	2.45	23
		u3	7	17.5	23	28.02	2.03	24
		u4	8	16	24	33.7	2.73	22
		u5	9	16.5	23	35.4	2.59	23
	T9	u1	9	16.5	25	50.58	3.55	21
		u2	9	16	29	41.42	2.94	22
		u3	9	18	23	45.35	2.52	20
		u4	10	17	22	48.68	3.1	20.5
		u5	9	16.5	27	53.55	3.64	23

Anexo 60. Resultados del cultivo de lechuga en el bloque 3

Bloque	Tratamiento	Unidad	N° de hojas	Altura (cm)	Ancho (cm)	Peso fresco (g/planta)	Peso seco (g/planta)	Longitud de raíz (cm)
B3	T1	u1	10	17.5	25	41.34	3.07	18
		u2	9	16.5	24.5	41.4	3.34	19.5
		u3	8	17	18.5	29.83	2.49	25
		u4	7	16	22.5	35.5	2.71	16.5
		u5	7	17	23	25.23	2.29	17
	T2	u1	9	13.5	23	34.53	3.56	25
		u2	8	13	20.5	27.36	2.79	18.5
		u3	8	14.5	27	34.51	3.08	18
		u4	6	16	27	32.83	3.03	23
		u5	8	14	22	30.8	3.43	20
	T3	u1	12	15	27.5	52.25	4.57	22
		u2	9	11.5	22.5	33.08	2.74	21
		u3	11	14	25.5	50.49	4.61	20
		u4	8	13.5	26	39.09	3.34	17.5
		u5	8	13	23	32.33	2.8	17.5
	T4	u1	8	18	19	33.44	2.58	18
		u2	7	15	20.5	29.37	2.27	22
		u3	8	15	19	28.41	2.36	23
		u4	7	16.5	22	28.33	2.11	22
		u5	7	20	23.5	27.44	1.95	18
	T5	u1	9	18	19	33.57	2.15	19
		u2	7	18.5	22	27.95	2.05	24
		u3	7	18.5	20.5	33.64	2.4	25.5
		u4	8	17.5	20	32.72	2.43	21.5
		u5	7	18.5	27.5	30.76	2.71	20
	T6	u1	7	19	25	47	3.92	25
		u2	8	18.5	29	45.34	3.58	18
		u3	9	19	25.5	51.65	3.57	18
		u4	8	16	30	50.44	3.58	21.5
		u5	10	17	24	38.92	2.68	16
	T7	u1	8	19	21	28.72	2.03	22
		u2	7	17.5	24.5	33.1	2.61	19
		u3	8	18	23	26.11	1.56	21
		u4	7	16	22.5	24.87	1.94	22
		u5	7	14.5	25.5	27.95	2.32	18
	T8	u1	8	15	23	27.97	2.06	21
		u2	8	15.5	19.5	25.03	1.81	25
		u3	6	19	24	18.03	1.35	15
		u4	7	19	24.5	29.21	2.11	20
		u5	8	14	26	31.07	2.05	21
	T9	u1	9	16	27	45.9	2.98	20.5
		u2	9	17	25	49.01	3.2	19.5
		u3	9	16	22	53.2	3.15	22
		u4	9	19	30	50.47	3.26	18.5
		u5	10	19	32	47.23	2.94	17.5

Anexo 61. Resultados de acelga del bloque 1 en la 1ra cosecha

Bloque	Tratamiento	Unidad	Peso fresco (g/planta)	Longitud de hoja cosechada (cm)	N° de hojas cosechadas	Peso seco (g/planta)
B1	T3	U2	22.5	22.17	3	2.55
	T3	U3	30.11	25.58	4	2.68
	T3	U4	44.78	26.52	6	4.62
	T3	U5	44.95	25.85	8	4.1
	T6	U2	11.41	22.55	2	1.43
	T6	U3	22.8	24.18	4	2.16
	T6	U4	36.73	26.85	6	3.2
	T6	U5	29.59	27.05	4	2.21
	T9	U2	19.53	24.27	3	1.98
	T9	U3	16.9	27	2	1.31
	T9	U4	35.46	31.5	4	2.91
	T9	U5	35.92	29.83	3	2.71

Anexo 62. Resultados de acelga del bloque 2 en la 1ra cosecha

Bloque	Tratamiento	Unidad	Peso fresco (g/planta)	Longitud de hoja cosechada (cm)	N° de hojas cosechadas	Peso seco (g/planta)
B2	T1	U1	11.53	20.73	3	1.28
	T1	U3	7.83	20.15	2	1.01
	T1	U5	12.7	21.2	3	1.58
	T2	U3	16.41	22.45	4	1.67
	T2	U4	17.13	23.6	4	2.06
	T2	U5	7.93	20.7	2	0.89
	T3	U1	9.39	20.75	2	1.14
	T3	U2	12.85	21.83	3	1.54
	T3	U3	23.03	22.98	4	2.57
	T3	U4	34.77	23.99	7	3.45
	T3	U5	18.7	23.27	3	2.23
	T4	U1	6.92	20.1	2	0.59
	T6	U2	7.24	24	1	0.72
	T6	U3	15.11	21.53	3	1.62
	T6	U5	21.37	22.65	4	1.72
	T8	U2	7.91	22.5	2	0.91
	T9	U1	22.03	22.57	4	1.78
	T9	U2	33.47	24.53	6	2.78
	T9	U3	37.95	24.04	5	2.53
	T9	U4	40.79	25.64	7	2.92
T9	U5	39.08	26.46	5	3.22	

Anexo 63. Resultados de acelga del bloque 3 en la 1ra cosecha

Bloque	Tratamiento	Unidad	Peso fresco (g/planta)	Longitud de hoja cosechada (cm)	N° de hojas cosechadas	Peso seco (g/planta)
B3	T1	U3	9.42	20.53	3	0.97
	T1	U5	8.75	21	2	1.05
	T2	U1	4.3	20.5	1	0.42
	T2	U2	8.69	21.75	2	0.92
	T2	U3	11.71	20.43	3	1.27
	T2	U5	18.87	21.67	5	1.81
	T3	U1	21.21	24.38	4	2.39
	T3	U2	32.55	25.96	5	3.34
	T3	U3	27.83	25.2	4	3.02
	T3	U4	34.93	25.24	7	3.13
	T3	U5	38.41	24.76	5	3.4
	T6	U1	18.95	22.97	3	1.68
	T6	U2	16.58	23	2	1.77
	T6	U3	13.52	26.1	2	1.35
	T6	U4	19.74	26.15	4	1.91
	T6	U5	21.32	23.93	4	2.16
	T7	U3	6.89	21	2	0.58
	T8	U3	2.81	21.5	1	0.39
	T8	U5	4.49	21.85	2	0.67
	T9	U1	37.78	26.5	5	3.05
T9	U2	27.71	25.88	4	2.3	
T9	U3	32.72	25.64	5	2.26	
T9	U4	27.48	23.48	4	2.42	
T9	U5	28.14	25.88	4	2.34	

Anexo 64. Resultados de acelga del bloque 1 en la 2da cosecha

Bloque	Tratamiento	Unidad	Peso fresco (g/planta)	Longitud de hoja cosechada (cm)	Nº de hojas cosechadas	Peso seco (g/planta)
B1	T1	U2	6.73	20	1	0.75
	T1	U3	5.73	20.3	1	0.61
	T1	U4	17.99	20.98	4	2.02
	T1	U5	13.67	21.67	3	1.68
	T3	U2	22.05	24.7	2	2.48
	T3	U3	31.88	27.03	3	2.83
	T3	U4	30.52	33.4	2	2.65
	T3	U5	11.4	29.9	1	0.76
	T4	U3	7.57	22.25	2	1.08
	T4	U4	8.42	21.15	2	1.12
	T4	U5	8.23	20	2	0.9
	T5	U4	8.53	20.1	2	1.09
	T5	U5	9.3	21.05	2	1.34
	T6	U2	12.71	21.8	2	1.54
	T6	U3	15.79	25.15	2	1.62
	T6	U4	35.57	34.57	3	3.31
	T6	U5	28.37	29.7	3	2.21
	T8	U3	4.81	21.3	1	0.63
	T8	U5	12.71	21.4	2	1.17
	T9	U2	20.97	24.6	2	2.26
T9	U3	23.1	24.67	3	2.28	
T9	U4	30.95	32.35	2	2.49	
T9	U5	32.77	32.7	2	2.7	

Anexo 65. Resultados de acelga del bloque 2 en la 2da cosecha

Bloque	Tratamiento	Unidad	Peso fresco (g/planta)	Longitud de hoja cosechada (cm)	N° de hojas cosechadas	Peso seco (g/planta)
B2	T1	U1	4.21	22.3	1	0.5
	T1	U2	4.31	20.1	1	0.55
	T1	U4	8.81	20.1	2	1.2
	T2	U2	4.82	20	1	0.62
	T2	U3	3.79	20	1	0.37
	T2	U4	4.77	20.8	1	0.55
	T3	U1	12.89	22.35	2	1.66
	T3	U2	16.4	24.65	2	1.83
	T3	U3	16.24	24.2	2	1.91
	T3	U4	16.37	27.1	2	1.36
	T3	U5	28.95	25.17	3	3.08
	T4	U1	5.73	24.5	1	0.6
	T6	U1	11.37	20.45	2	1.27
	T6	U2	23.8	24.4	3	2.66
	T6	U3	28.15	26.17	3	2.92
	T6	U4	25.73	20.08	4	3.1
	T6	U5	34.85	24.2	4	3.63
	T7	U5	9.15	20.1	2	1.25
	T8	U1	4.08	21.5	1	0.42
	T8	U2	8.86	21	2	0.77
	T8	U3	5.98	20.25	2	0.67
	T8	U4	8.93	21.2	2	1
	T8	U5	4.09	20	1	0.38
	T9	U1	18.68	25.25	2	1.75
	T9	U2	23.7	26.55	2	2
	T9	U3	22.58	25.4	2	1.93
	T9	U4	28.14	27.57	3	2.06
	T9	U5	22.26	28.1	2	1.44

Anexo 66. Resultados de acelga del bloque 3 en la 2da cosecha

Bloque	Tratamiento	Unidad	Peso fresco (g/planta)	Longitud de hoja cosechada (cm)	N° de hojas cosechadas	Peso seco (g/planta)
B3	T1	U3	3.32	20	1	0.41
	T1	U4	6.1	20.3	1	0.69
	T1	U5	7.76	20.05	2	1.06
	T2	U1	4.1	21	1	0.47
	T2	U2	11.58	21.13	3	1.43
	T2	U4	12.23	21.2	3	1.26
	T2	U5	8.63	23.15	2	0.82
	T3	U1	24.2	25.47	3	2.22
	T3	U2	22.58	25.2	3	1.95
	T3	U3	25.16	24.93	3	2.28
	T3	U4	16.48	27.3	3	1.35
	T3	U5	20.15	24.45	2	1.41
	T5	U1	3.85	20	1	0.43
	T6	U1	18.68	23.1	2	1.35
	T6	U2	15.99	22.95	2	1.66
	T6	U3	16.2	25.3	2	1.79
	T6	U4	20.82	33.1	2	1.76
	T6	U5	36.08	28.2	4	3.12
	T7	U3	3	21.2	1	0.32
	T7	U4	8.92	20.1	2	0.79
	T7	U5	3.33	20.5	1	0.31
	T9	U1	23	29.65	2	1.89
	T9	U2	24.14	29.4	2	1.69
	T9	U3	33.41	27.35	4	2.59
	T9	U4	17.26	25.45	2	1.16
	T9	U5	25.51	26.5	3	2.06

Anexo 67. Resultados de acelga del bloque 1 en la 3ra cosecha

Bloque	Tratamiento	Unidad	Peso fresco (g/planta)	Longitud de hoja cosechada (cm)	N° de hojas cosechadas	Peso seco (g/planta)
B1	T1	U4	17.07	22.6	3	1.44
	T1	U5	9.84	22.15	2	1
	T3	U2	19.29	24.45	2	1.96
	T3	U3	14.09	22.75	2	1.34
	T3	U4	27.58	31.9	2	2.67
	T3	U5	18.68	26.23	3	1.51
	T4	U3	3.56	21.4	1	0.46
	T4	U4	3.15	20.5	1	0.37
	T4	U5	15.44	21.37	3	1.29
	T6	U2	15.83	24.4	2	1.7
	T6	U3	24.68	26.83	3	2.37
	T6	U4	29.2	31.73	3	2.87
	T6	U5	21.15	27.03	3	2.02
	T8	U3	18.04	21.48	4	1.79
	T8	U4	3.4	20.2	1	0.33
	T8	U5	26.41	22.63	4	2.38
	T9	U1	16.92	20.6	3	2.37
	T9	U2	18.02	25	2	2.1
	T9	U3	17.93	26.95	2	1.55
T9	U4	20.87	29.15	2	1.74	
T9	U5	25.77	32.5	2	2.45	

Anexo 68. Resultados de acelga del bloque 2 en la 3ra cosecha

Bloque	Tratamiento	Unidad	Peso fresco (g/planta)	Longitud de hoja cosechada (cm)	Número de hojas cosechadas	Peso seco (g/planta)
B2	T2	U4	5.34	22.3	1	0.43
	T3	U1	21.13	23.57	3	2.25
	T3	U2	16.37	27.95	2	1.83
	T3	U3	15.8	23.4	2	1.78
	T3	U4	22.73	27.3	3	1.88
	T3	U5	19.63	24.2	2	1.79
	T6	U1	22.57	22.3	4	2.35
	T6	U2	21.66	26.05	2	2.74
	T6	U3	20.51	26.9	2	2
	T6	U4	18.65	21.15	2	2.11
	T6	U5	21.51	26.25	2	2.09
	T8	U1	5.05	20	1	0.45
	T8	U2	9.28	30.4	1	0.57
	T8	U3	15.29	25.67	3	1.33
	T8	U4	11.54	20.83	3	1.03
	T8	U5	22.81	20.82	5	1.8
	T9	U1	24.2	24.57	3	1.96
	T9	U2	18.44	25.2	2	1.48
	T9	U3	20	25.1	2	1.53
	T9	U4	24.19	28.03	3	1.89
T9	U5	21.38	29.2	2	1.61	

Anexo 69. Resultados de acelga del bloque 3 en la 3ra cosecha

Bloque	Tratamiento	Unidad	Peso fresco (g/planta)	Longitud de hoja cosechada (cm)	N° de hojas cosechadas	Peso seco (g/planta)
B3	T2	U2	8.43	22.5	2	0.81
	T2	U3	14.17	22.67	3	1.27
	T2	U5	9.88	24.8	2	0.87
	T3	U1	10.91	28.4	1	0.95
	T3	U2	11.29	23.5	2	0.77
	T3	U3	20.26	26.7	2	1.99
	T3	U4	11.52	28.85	2	1.02
	T3	U5	19.56	24.9	2	1.4
	T6	U1	9.39	24.2	1	0.75
	T6	U2	18.1	24.35	2	1.6
	T6	U3	16.82	25.65	2	1.78
	T6	U4	18.19	31.1	2	1.63
	T6	U5	8.04	30.9	1	0.58
	T7	U3	7.78	21.6	2	0.54
	T7	U4	11.05	23.55	2	0.78
	T7	U5	15.99	24.72	5	1.43
	T8	U2	8.31	21.9	2	0.68
	T8	U3	10.25	21.9	3	0.77
	T8	U4	4.89	20.8	1	0.35
	T8	U5	5.45	23.5	1	0.36
	T9	U1	17.19	27.65	2	1.29
	T9	U2	22.4	29.3	2	1.58
	T9	U3	15.15	27.7	2	0.96
	T9	U4	17.37	27.6	2	1.13
	T9	U5	17.11	26.6	2	1.27

Anexo 70. Resultados de acelga del bloque 1 en la 4ta cosecha

Bloque	Tratamiento	Unidad	Peso fresco (g/planta)	Longitud de hoja cosechada (cm)	N° de hojas cosechadas	Peso seco (g/planta)
B1	T1	U4	6.11	22.1	1	0.6
	T1	U5	7.62	20.55	2	0.92
	T3	U2	7.04	21.2	1	0.79
	T3	U3	4.52	20.9	1	0.51
	T3	U4	6.65	24.4	1	0.8
	T3	U5	8.75	24.7	2	0.9
	T4	U5	4.17	20.1	1	0.45
	T6	U2	4.61	21	1	0.66
	T6	U3	6.36	24.4	1	0.68
	T6	U4	6.84	28.6	1	0.71
	T6	U5	4.09	21.9	1	0.5
	T8	U5	8.38	23.5	1	0.9
	T9	U1	6.06	20.4	1	1.05
	T9	U3	4.76	21.1	1	0.62
	T9	U5	5.65	22.3	1	0.7

Anexo 71. Resultados de acelga del bloque 2 en la 4ta cosecha

Bloque	Tratamiento	Unidad	Peso fresco (g/planta)	Longitud de hoja cosechada (cm)	N° de hojas cosechadas	Peso seco (g/planta)
B2	T2	U4	8.52	20.9	2	0.96
	T3	U1	5.13	20.8	1	0.62
	T3	U2	8.65	21.25	2	1.14
	T3	U4	10.16	22	2	1.2
	T3	U5	8.86	23.5	1	1.02
	T6	U2	6.98	22.1	1	0.89
	T6	U3	7.58	24	1	0.91
	T6	U4	6.91	20	1	0.86
	T6	U5	11.85	20.25	2	1.37
	T8	U2	3.94	21.1	1	0.38
	T8	U3	3.7	23.3	1	0.44
	T9	U1	6.1	28.1	1	0.68
	T9	U2	4.16	20.1	1	0.39
	T9	U4	5.17	23.9	1	0.53
	T9	U5	5.3	23.3	1	0.54

Anexo 72. Resultados de acelga del bloque 3 en la 4ta cosecha

Bloque	Tratamiento	Unidad	Peso fresco (g/planta)	Longitud de hoja cosechada (cm)	N° de hojas cosechadas	Peso seco (g/planta)
B3	T2	U3	8.56	22.1	2	0.89
	T2	U5	7.5	21.35	2	0.66
	T3	U1	10.58	21.35	2	1.18
	T3	U3	6.72	23.4	1	0.78
	T3	U4	8.03	24.9	2	0.92
	T3	U5	13.21	22.45	2	1.26
	T4	U5	8.67	21.65	2	0.9
	T6	U1	5.07	22	1	0.52
	T6	U3	10.17	22.15	2	1.22
	T6	U4	9.75	24.8	2	1.08
	T6	U5	5.35	24.6	1	0.57
	T7	U4	3.94	21.1	1	0.39
	T7	U5	4.6	26.1	1	0.37
	T8	U2	9.28	21.15	2	0.99
	T9	U1	3.55	21	1	0.36
	T9	U2	4.94	24	1	0.42
	T9	U3	4.04	22	1	0.41
	T9	U5	11.66	24.05	2	0.99

Anexo 73. Longitud de raíz del cultivo de acelga

Tratamiento	Unidad	Longitud de raíz (cm)		
		Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
T1	U1	22.3	23.5	27.2
T1	U2	21.9	22.3	23.5
T1	U3	22.2	25.1	25.3
T1	U4	23.5	23	26
T1	U5	23.5	23.3	28.5
T2	U1	20.1	24.2	27.5
T2	U2	23.8	30.5	28
T2	U3	23.9	26	25.7
T2	U4	22.5	28.4	27.5
T2	U5	22.8	24.5	29.7
T3	U1	19.5	20.5	22
T3	U2	22.5	20	19.5
T3	U3	27.5	24	21.5
T3	U4	20.5	24.5	15.8
T3	U5	23.2	20.5	20.5
T4	U1	25.1	26.5	24.7
T4	U2	26	32	23.5
T4	U3	25.5	27.3	21.7
T4	U4	27.5	27	23.3
T4	U5	24.2	28.5	21.5
T5	U1	22.5	25.3	21.5
T5	U2	23.2	23.5	20.3
T5	U3	24	23.2	29.3
T5	U4	25	24.5	24
T5	U5	21.3	26	23.2
T6	U1	-	23.5	30
T6	U2	20.8	25.2	23.5
T6	U3	21.5	25	22.5
T6	U4	23	21.1	23
T6	U5	25.5	23.8	30.3
T7	U1	23	22.5	20.5
T7	U2	22.5	22	22.7
T7	U3	28.5	21.5	22.5
T7	U4	25.3	23.2	24.5
T7	U5	22.5	22	24
T8	U1	20.5	25.1	22.3
T8	U2	23.5	26.3	21.5
T8	U3	24.3	28.5	28.3
T8	U4	22.2	26	27.7
T8	U5	23.9	22.5	30.1
T9	U1	24.5	23.3	25.3
T9	U2	29.8	23	22.5
T9	U3	27	25.3	27.5
T9	U4	21.5	25.5	28.3
T9	U5	27.5	26	27.3