

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica y Agrícola



**COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO DE TRES CULTIVARES DE
LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) EMPLEANDO SOLUCIÓN NUTRITIVA Y
BIOL BAJO SISTEMA HIDROPÓNICO NFT EN EL FUNDO
“LA BANDA” HUASACACHE, AREQUIPA 2017**

Tesis presentada por el Bachiller:

Palma Chambilla, Ricardo

para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Asesor:

Mg. Sc. Zegarra Flores, Jorge

AREQUIPA -PERÚ

2019



Universidad Católica de Santa María

☎ (51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350

AREQUIPA - PERÚ

**DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS
(Jurado)**

Señor

Ing. FROY COLOMA DONGO

Director del P.P. de Ingeniería Agronómica

Presente.-

Mediante el presente, comunicamos a usted., que se ha procedido a revisar el BORRADOR de Tesis titulado:

**“COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO DE TRES CULTIVARES DE
LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) EMPLEANDO SOLUCIÓN NUTRITIVA Y BIOL
BAJO SISTEMA HIDROPONICO NFT, EN EL FUNDO LA BANDA
HUASACACHE-AREQUIPA”**

Presentado por los bachilleres: **RICARDO PALMA CHAMBILLA**

Asesor: **Ing. Jorge Zegarra Flores**

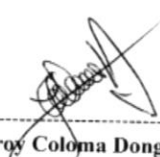
El jurado Dictaminador presidido por **Ing. Froy Coloma Dongo, Ing. Guillermo Linares Quiroz, Ing. Ingrid Diaz Vento**

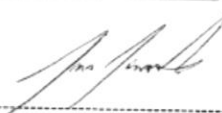
DICTAMINAN

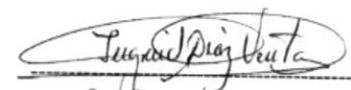
Procede a la Sustentación de la Tesis

OBSERVACIONES

Arequipa, 28 de Noviembre de 2019


Ing. Froy Coloma Dongo


Ing. Guillermo Linares Quiroz


Ing. Ingrid Diaz Vento

AGRADECIMIENTO

A mi asesor y jurados, muchas gracias por orientarme en el desarrollo del presente trabajo.

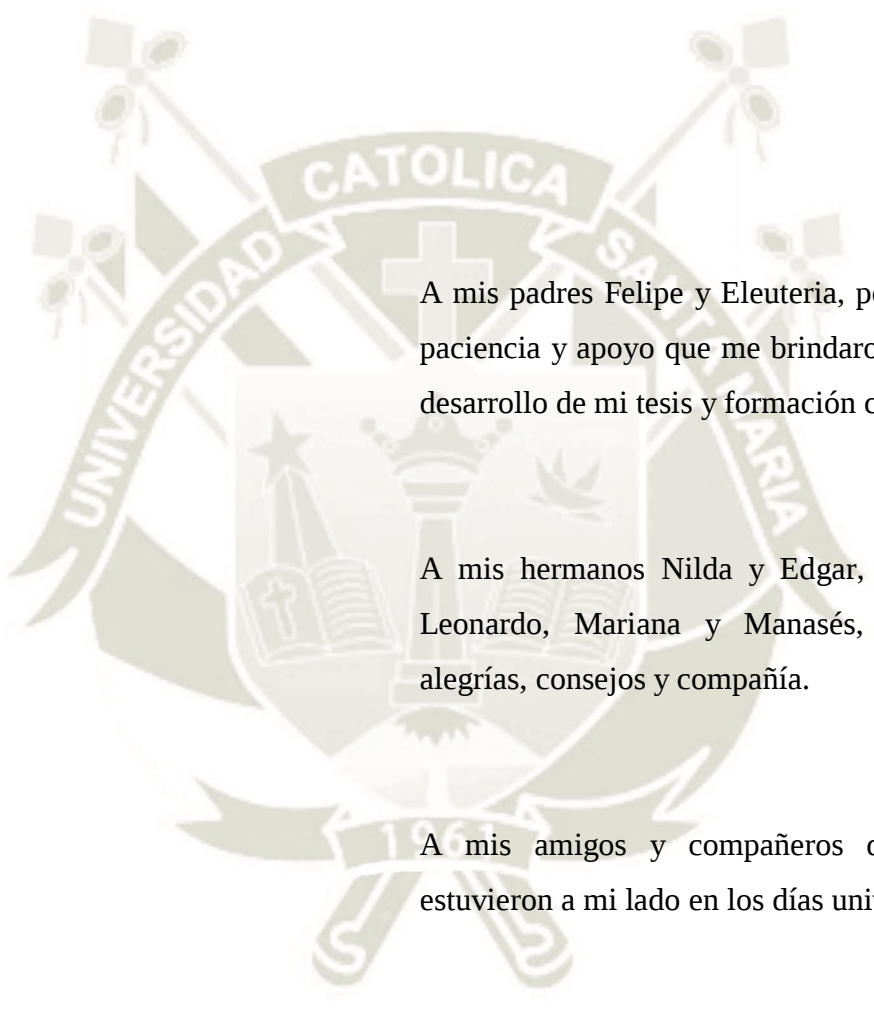
A mi familia, por ser el soporte moral que me permitió culminar mi carrera profesional.



A todos los docentes que, durante mis estudios en la Universidad me enriquecieron con su experiencia y conocimientos.

Al personal del Fundo “La Banda” que me brindó su asistencia mientras desarrollaba mi investigación.

DEDICATORIA



A mis padres Felipe y Eleuteria, por su inagotable paciencia y apoyo que me brindaron a lo largo del desarrollo de mi tesis y formación como persona.

A mis hermanos Nilda y Edgar, a mis sobrinos Leonardo, Mariana y Manasés, por todas las alegrías, consejos y compañía.

A mis amigos y compañeros de estudio que estuvieron a mi lado en los días universitarios.

ÍNDICE

RESUMEN	xxiii
ABSTRACT.....	xxiv
INTRODUCCIÓN	xxv
CAPITULO I	1
1. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	1
1.1 HIPÓTESIS.....	1
1.2 OBJETIVOS	1
a) Objetivo General:.....	1
b) Objetivos Específicos:	1
CAPITULO II.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1 LA LECHUGA HIDROPÓNICA EN EL PERÚ	2
2.2 GENERALIDADES	3
2.3 VALOR NUTRICIONAL Y MEDICINAL	3
2.4. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	4
2.5. ORIGEN	4
2.6. MORFOLOGÍA.....	5
2.6.1 Tallo	5
2.6.2 Hojas	5
2.6.3 Raíz	6
2.6.4 Flor	6
2.6.5 Fruto	6
2.7. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS.....	6
2.7.1 Clima.....	6
2.7.2 Intensidad Lumínica.....	7
2.7.3 Suelo.....	7
2.7.4 Humedad Relativa.....	7

2.8 VARIEDADES, TIPOS Y CULTIVARES DE LECHUGA.....	7
2.8.1 Variedad <i>Longifolia</i>	8
2.8.1.1 Tipo Cos o Romana.....	8
2.8.2 Variedad <i>Capitata</i>	8
2.8.2.1 Tipo Iceberg	8
2.8.2.2 Tipo Trocadero.....	8
2.8.3 Variedad <i>Intybacea</i>	9
2.8.3.1 Tipo Lollo.....	9
2.8.3.2 Tipo Cogollo	9
2.8.4 Variedad <i>Asparagina</i>	9
2.8.4.1 Tipo Espárrago.....	9
2.9 PLAGAS Y ENFERMEDADES	11
2.9.1 Pulgón (<i>Myzus persicae</i> , <i>Aphis</i> spp.)	11
2.9.2 Cigarrita (<i>Empoasca</i> spp.).....	11
2.9.3 Trips (<i>Frankliniella</i> spp.).....	11
2.9.4 Mosca minadora (<i>Liriomyza huidobrensis</i>)	11
2.9.5 Mildiu Velloso (<i>Bremia lactuacae</i>)	11
2.9.6 Oidium (<i>Erysiphe cichoracearum</i>)	12
2.9.7 Pudrición gris (<i>Botrytis cinerea</i> Pers).....	12
2.9.8 Pudrición radicular por <i>Pithyium</i> (<i>Pythium tracheiphilum</i>).....	12
2.9.9 Virus del bronceado del tomate (TSWV).....	12
2.10 FISIOLÓGÍA Y FENOLOGÍA DE LA LECHUGA	13
2.10.1 Latencia de Semillas	13
2.10.2 Mejoramiento genético.....	13
2.10.3 Etapas fenológicas.....	13
2.10.4 Fisiopatías	14
2.10.4.2 Bordes quemados de las hojas “Tip burn”	15
2.10.4.3 Corazones múltiples.....	15

2.10.4.4 Corazón hueco.....	15
2.10.4.5 Brotes laterales.....	15
2.11 BIOL	17
2.11.1 Fitoreguladores que se pueden encontrar en el Biol	17
2.11.2 Justificación del uso de Biol en sistemas agrícolas.....	18
2.11.3 Ventajas del Uso de Biol.....	18
2.11.4 Desventajas del Uso de Biol	19
2.11.4 Composición química del Biol.....	19
2.12 HIDROPONÍA.....	20
2.12.1 Sistema NFT (Nutrient Film Technique)	20
2.12.2 Sistema Raíz Flotante (SRF).....	21
2.12.3 Ventajas de la hidroponía.....	21
2.12.4 Desventajas de la hidroponía	22
2.13 SOLUCIONES NUTRITIVAS (SN).....	22
2.13.1 pH.....	23
2.13.2 Conductividad Eléctrica (CE)	24
2.13.3 Temperatura de la solución nutritiva.....	25
2.13.4 Consideraciones del agua a utilizar en la SN	25
2.13.5 Soluciones madre, stock o concentradas	25
2.13.6 Propiedades de los fertilizantes usados en Hidroponía	26
2.14 ANTECEDENTES	28
CAPITULO III.....	29
3. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL	29
3.2 FECHAS INICIO Y TÉRMINO.....	29
3.3 DATOS CLIMÁTICOS.....	30
3.4 ANÁLISIS DE AGUA	31
3.5 MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	31

3.5.1. Materiales.....	31
I) Material Biológico.....	31
II) Material de campo.....	31
III) Materiales de laboratorio	31
IV) Materiales de Escritorio.....	31
3.5.2 Metodología	32
I) Acondicionamiento del Módulo de Hidroponía	32
II) Labores en camas de raíz flotante (SRF)	32
III) Rediseño de las tuberías del sistema NFT en el módulo	34
IV) Siembra de Almacigos de Lechuga	35
V) Riegos y Programación del Timer	36
VI) Primer Trasplante a SRF.....	37
VII) Trasplante Definitivo de Plantines a Sistema NFT	39
VIII) Control Fitosanitario	39
IX) Ensayo en laboratorio con Biol	41
X) Solución concentrada “A”.....	42
XI) Solución concentrada “B”	42
3.7 COMPONENTES DE ESTUDIO	43
3.8 DISEÑO EXPERIMENTAL	43
3.9 CROQUIS	45
3.10 EVALUACIONES.....	47
3.10.1 Evaluaciones en vivero	47
3.10.1.1. Evaluación de las Características Biométricas.....	47
3.10.2 Evaluaciones en laboratorio	49
3.10.3 Análisis económico (B/C)	49
CAPITULO IV	50
4. RESULTADOS	50

4.1 OBJETIVO 1: Comprobar los parámetros biométricos de los tres cultivares de lechuga en la solución nutritiva y en la mezcla de Biol más solución nutritiva.	50
4.1.1 EVALUACIONES A LOS TRATAMIENTOS PARA EL DCA I.....	50
a) Número de Hojas a los 23 días después del trasplante definitivo (D.T.D.) al sistema NFT con Solución Nutritiva 1 (S.N. “1”)	50
d) Longitud de Raíces a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con S.N. 1	51
c) Peso Fresco a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con S.N. 1	51
e) Altura de Planta a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con S.N. 1	52
4.1.2 EVALUACIONES A LOS TRATAMIENTOS PARA EL DCA II	53
a) Número de Hojas a los 23 D.T.D. al sistema NFT con S.N. 2	53
f) Longitud de Raíces a los 23 D.T.D. al sistema NFT con S.N. 2	54
c) Peso Fresco a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con S.N. 2	54
g) Altura de Planta a los 23 días D.T.D. definitivo al sistema NFT con SN 2	55
4.1.3 Resumen de la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para las evaluaciones de los DCA I y II	56
4.1.4 ANÁLISIS COMBINADO PARA AMBOS DCA	59
h) Número de Hojas al momento D.T.D. al sistema NFT	59
i) Número de Hojas a los 7 días D.T.D. al sistema NFT	60
j) Número de Hojas a los 15 días del D.T.D. al sistema NFT	62
k) Número de Hojas a los 23 días D.T.D. al sistema NFT	63
l) Longitud de Raíces al momento D.T.D. al sistema NFT	65
m) Longitud de Raíces a los 7 días D.T.D. al sistema NFT	66
n) Longitud de Raíces a los 15 días D.T.D. al sistema NFT	68
o) Longitud de Raíces a los 23 días D.T.D. al sistema NFT	69
p) Peso Fresco al momento D.T.D. al sistema NFT	71
q) Peso Fresco a los 7 días D.T.D. al sistema NFT	72
k) Peso Fresco a los 15 días D.T.D. al sistema NFT	74
l) Peso Fresco a los 23 días D.T.D. al sistema NFT	75
m) Altura de Planta al momento D.T.D. al sistema NFT	77

n) Altura de Planta a los 7 días D.T.D. al sistema NFT	78
o) Altura de Planta a los 15 días D.T.D. al sistema NFT	80
p) Altura de Planta a los 23 días D.T.D. al sistema NFT	81
4.1.5 Resumen de la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Análisis combinado de las evaluaciones de los DCA I y II	83
4.2 OBJETIVO 2: Comprobar el contenido de materia seca y nutrientes en los tres cultivares de lechuga.	86
4.2.1 EVALUACION DE LA MATERIA SECA PARA EL DCA I.....	86
a) Contenido de Materia Seca1 (S.N. “1”).....	86
r) Contenido de Materia Seca1 (S.N. “2”).....	87
4.2.2 Resumen de la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Materia Seca de las evaluaciones de los DCA I y II	88
4.2.3 ANÁLISIS COMBINADO PARA LA MATERIA SECA EN AMBOS DCA	89
a) Comparación del contenido de Materia Seca de ambas Soluciones	89
4.2.4 Resumen de la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el análisis combinado de la Materia Seca de los DCA I y II	90
4.2.5 Comparación del contenido de nutrientes en la parte comestible de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) de los tres cultivares y en ambas soluciones.....	91
4.3 OBJETIVO 3: Determinar mediante análisis económico el tratamiento más rentable.	93
4.3.1 Evaluación del presupuesto económico para el establecimiento del módulo de hidroponía y la producción de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	93
a) Análisis del rendimiento económico de la lechuga cultivada en módulos NFT	93
s) Resumen del rendimiento económico de los tres cultivares evaluados de lechuga en un modelo de cultivo hidropónico en sistema NFT	94
t) Flujo de caja proyectado a 10 años para el proyecto de los cultivares de lechuga evaluados en módulos hidropónicos con sistema NFT	95
CAPITULO V	97
5. DISCUSIÓN	97

5.1 Evaluación del Biol utilizado y la Solución Nutritiva (SN)	97
5.2 Parámetros biométricos de los tres cultivares de Lechuga a los 0 días del trasplante definitivo (TD) al sistema NFT:.....	98
5.3 Parámetros biométricos de los tres cultivares de Lechuga a los 7 días del TD al sistema NFT:	99
5.4 Parámetros biométricos de los tres cultivares de Lechuga a los 15 días del TD al sistema NFT:	100
5.5 Parámetros biométricos de los tres cultivares de Lechuga a los 23 días del TD al sistema NFT:	102
5.6 Contenido de Materia Seca (MS) y Nutrientes:	103
5.6.1 Materia Seca en la parte comestible de la Lechuga	103
5.6.2 Contenido de Nutrientes en la parte comestible de la Lechuga	104
5.7 Análisis económico y rendimiento:	104
5.8 Cantidad Total de Agua utilizada y Consumo Real De Agua:	105
CAPITULO VI	106
CONCLUSIONES	106
CAPITULO VII	107
RECOMENDACIONES.....	107
CAPITULO VIII.....	108
REFERENCIA.....	108
ANEXOS	115

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Taxonomía de la lechuga	4
Cuadro N° 2: Composición química del Biol según diferentes autores.....	19
Cuadro N° 3: Ley y Solubilidad de algunos fertilizantes comerciales.....	26
Cuadro N° 4: Temperatura y Humedad Relativa	30
Cuadro N° 5: Semillas de Cultivares de lechuga utilizados.....	35
Cuadro N° 6: RESULTADOS DE ENSAYOS 1 CON BIOL Y SNLM.....	41
Cuadro N° 7: RESULTADO ENSAYO 2 DE pH y CE CON BIOL Y AGUA.....	41
Cuadro N° 8: Resumen de los Tratamientos DCA I	44
Cuadro N° 9: Resumen de los Tratamientos DCA II	44
Cuadro N° 10: Análisis de Varianza (ANVA) para el Número de Hojas de Lechuga con S.N. 1 a los 23 días D.T.D. al sistema NFT	50
Cuadro N° 11: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para Número de Hojas a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con S.N. 1.....	50
Cuadro N° 12: Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud de Raíces de Lechuga con S.N. 1 a los 23 días D.T.D. al sistema NFT	51
Cuadro N° 13: Análisis de Varianza (ANVA) para Peso Fresco de Lechuga con S.N. 1 a los 23 días D.T.D. a sistema NFT	51
Cuadro N° 14: Comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey para el Peso Fresco a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con S.N. 1	52
Cuadro N° 15: Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de Planta de Lechuga con S.N. 1 al momento de a los 23 D.T.D. al sistema NFT	52
Cuadro N° 16: Comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey para la Altura de Planta a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con S.N. 1	53
Cuadro N° 17: Análisis de Varianza (ANVA) para el Número de Hojas de Lechuga con S.N. 2 a los 23 días D.T.D. al sistema NFT	53

Cuadro N° 18: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para Número de Hojas a los 23 D.T.D. al sistema NFT con S.N. 2	54
Cuadro N° 19: Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud de Raíces de Lechuga con S.N. 2 a los 23 D.T.D. al sistema NFT	54
Cuadro N° 20: Análisis de Varianza (ANVA) para Peso Fresco de Lechuga con S.N. 2 a los 23 D.T.D. al sistema NFT	55
Cuadro N° 21: Comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey para el Peso Fresco a los 23 D.T.D. al sistema NFT con S.N. 2	55
Cuadro N° 22: Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de Planta de Lechuga con S.N. 2 a los 23 D.T.D. al sistema NFT	56
Cuadro N° 23: Comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey para la Altura de Planta a los 23 D.T.D. al sistema NFT	56
Cuadro N° 24: Cuadro Resumen de las Comparaciones de Media con la prueba de Tukey para las evaluaciones del DCA I y II.....	57
Cuadro N° 25: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para Número de Hojas de Lechuga con SNLM y S.N. 2 al momento de trasplante definitivo a sistema NFT	59
Cuadro N° 26: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Número de Hojas al momento D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones.....	60
Cuadro N° 27: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para el Número de Hojas de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 7 días del trasplante definitivo a sistema NFT .	61
Cuadro N° 28: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Número de Hojas de lechuga a los 7 días del trasplante definitivo al sistema NFT con ambas Soluciones.....	61
Cuadro N° 29: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para el Número de Hojas de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 15 días D.T.D. a sistema NFT	62
Cuadro N° 30: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Número de Hojas de lechuga a los 15 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones..	63
Cuadro N° 31: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para el Número de Hojas de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 23 días D.T.D. a sistema NFT	64

Cuadro N° 32: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Número de Hojas de lechuga a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones..	64
Cuadro N° 33: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para Longitud de Raíces de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 al momento D.T.D. a sistema NFT	65
Cuadro N° 34: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Longitud de Raíces de lechuga al momento D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones.....	66
Cuadro N° 35: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para la Longitud de Raíces de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 7 días D.T.D. a sistema NFT	67
Cuadro N° 36: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Longitud de Raíces de lechuga a los 7 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones.....	67
Cuadro N° 37: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para la Longitud de Raíces de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 15 días D.T.D. a sistema NFT	68
Cuadro N° 38: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Longitud de Raíces de lechuga a los 15 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones.....	69
Cuadro N° 39: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para la Longitud de Raíces de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 23 días D.T.D. a sistema NFT	70
Cuadro N° 40: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Longitud de Raíces de lechuga a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones.....	70
Cuadro N° 41: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para el Peso Fresco de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 al momento D.T.D. a sistema NFT	71
Cuadro N° 42: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Peso Fresco de lechuga al momento D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones	72
Cuadro N° 43: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para el Peso Fresco de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 7 días D.T.D. a sistema NFT	73

Cuadro N° 44: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Peso Fresco de lechuga a los 7 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones	73
Cuadro N° 45: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para el Peso Fresco de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 15 días D.T.D. a sistema NFT	74
Cuadro N° 46: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Peso Fresco de lechuga a los 15 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones	75
Cuadro N° 47: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para el Peso Fresco de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 23 días D.T.D. a sistema NFT	76
Cuadro N° 48: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Peso Fresco de lechuga a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones	76
Cuadro N° 49: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para la Altura de Planta de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 al momento D.T.D. a sistema NFT	77
Cuadro N° 50: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Altura de Planta de lechuga al momento del trasplante definitivo al sistema NFT con ambas Soluciones	78
Cuadro N° 51: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para la Altura de Planta de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 7 días D.T.D. a sistema NFT	79
Cuadro N° 52: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Altura de Planta de lechuga a los 7 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones ...	79
Cuadro N° 53: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para la Altura de Planta de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 15 días D.T.D. al sistema NFT	80
Cuadro N° 54: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Altura de Planta de lechuga a los 15 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones .	81
Cuadro N° 55: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para la Altura de Planta de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 23 días D.T.D. a sistema NFT	82
Cuadro N° 56: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Altura de Planta de lechuga a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones .	82
Cuadro N° 57: Resumen del Análisis combinado de las evaluaciones del DCA I y II...	84

Cuadro N° 58: Análisis de Varianza (ANVA) para el contenido de Materia Seca de la parte comestible de Lechuga con S.N. 1 durante tres momentos	86
Cuadro N° 59: Comparación de medias con la Prueba de Tukey para la Materia Seca al sistema NFT con S.N. "1"	86
Cuadro N° 60: Análisis de Varianza (ANVA) para el contenido de Materia Seca de la parte comestible de Lechuga con S.N. "2" durante tres momentos	87
Cuadro N° 61: Comparación de medias con la Prueba de Tukey para la Materia Seca de Lechuga con S.N. "2"	87
Cuadro N° 62: Resumen de las Comparaciones de Media con la prueba de Tukey para la Materia Seca del DCA I y II.....	88
Cuadro N° 63: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para el Número de Hojas de Lechuga con S.N. 1 a los 23 días D.T.D. al sistema NFT	89
Cuadro N° 64: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Materia Seca de Lechuga en ambas soluciones S.N. "1" y S.N. "2"	89
Cuadro N° 65: Resumen del análisis combinado para Materia Seca del DCA I y II.....	90
Cuadro N° 66: Resumen del análisis foliar del contenido de los principales nutrientes las hojas de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	91
Cuadro N° 67: Comparación del valor de Rentabilidad Neta y B/C para los tres cultivares estudiados Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) en un modelo de cultivo hidropónico en sistema NFT	94
Cuadro N° 68: Comparación del Flujo de caja a 10 años para los tres cultivares de lechuga cultivada en hidroponía con sistema NFT	95
Cuadro N° 69: Flujo de Caja programado a 10 años para un proyecto de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) cultivado en Hidroponía bajo sistema NFT con 4 módulos con el cv. Waldman's Green	96

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1: Lechuga Tipo Lollo Bionda del cv. Waldman's Green	10
Fotografía N° 2: Lechuga Tipo Lollo Rosa del cv. Prize Head	10
Fotografía N° 3: Lechuga Tipo Romana del cv. Parris Island Cos	10
Fotografía N° 4: Disección de una lechuga Romana con "Corazones Múltiples"	15
Fotografía N° 5: Colonia de pulgones y Corazón hueco en Lechuga	16
Fotografía N° 6: Presencia de tallo debido a "Subida de planta"	16
Fotografía N° 7: Pudrición de raíz por Botrytis cinerea	16
Fotografía N° 8: Planta enana debido a virosis	16
Fotografía N° 9: Fertilizantes solubles incluidos en el Kit de SN	27
Fotografía N° 10: Ubicación del Fundo "La Banda" Huasacache, Módulos de Hidroponía de la Universidad Católica de Santa María	29
Fotografía N° 11: Reemplazo de la tubería de inyección por mangueras con válvulas..	32
Fotografía N° 12: Mantenimiento y soldadura de los caballetes de metal para las camas que se usarán en el sistema SRF	33
Fotografía N° 13: Cama con plancha de Tecnopor lista para ser usada en SRF	33
Fotografía N° 14: Rediseño de la tubería de Colección que va enterrada en el suelo	34
Fotografía N° 15: Individualización de la tubería de ambas Bombas Eléctricas	35
Fotografía N° 16: Plantines de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) cv. Prize Head en bandeja a los 3 días de germinadas	36
Fotografía N° 17: Detalle del interior panel eléctrico, de izquierda a derecha: Un interruptor o palanca, un Contactor y el Timer	36
Fotografía N° 18: A) Perforado de planchas de Tecnopor, B) Contenedores de plástico y C) Preparación de plantines para primer trasplante	38
Fotografía N° 19: Conjunto de plantines del cv. Parris Island Cos. en SRF	40
Fotografía N° 20: Plantines trasplantados en los tubos del sistema NFT	40

Fotografía N° 21: Aplicación preventiva, vía foliar del Pesticida Orgánico a base de Ajo (Allium sativum L.)	40
Fotografía N° 22: Tanques con SN, la Izquierda: S.N. 2; a la derecha: S.N. 1	43
Fotografía N° 23: Tamizado de Biol para ser usado junto con la SN	44
Fotografía N° 24: Medida de la Longitud de Raíces utilizando regla metálica	47
Fotografía N° 25: Evaluación del número de Hojas mediante conteo manual	48
Fotografía N° 26: Evaluación de la Altura de Planta usando una regla metálica	48
Fotografía N° 27: Evaluación del Peso Fresco usando una balanza electrónica.....	48
Fotografía N° 28: Muestras de los 3 cv. posteriores al secado en Estufa	49
Fotografía N° 29: cv. Parris Island Cos a pocos días de su cosecha	58
Fotografía N° 30: cv. Prize Head alcanzando su punto de cosecha	58
Fotografía N° 31: cv. Waldman's Green logrando su madurez comercial	58
Fotografía N° 32: Vista general de las Lechugas, previa a la Cosecha.....	85
Fotografía N° 33: Cosecha de Lechugas	85

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Compatibilidad de Fertilizantes Comerciales	27
Figura N° 2: DCA 1, vista de planta de la distribución aleatoria de los 3 tratamientos con sus correspondientes repeticiones en un módulo de hidroponía	45
Figura N° 3: DCA 2, vista de planta de la distribución aleatoria de los 3 tratamientos con sus respectivas repeticiones en un módulo de hidroponía	46

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Temperatura y Humedad Relativa.....	30
Gráfico N° 2: Número de hojas de lechuga de los tres cv. en respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN al momento D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas	60
Gráfico N° 3: Número de Hojas de los tres cv. en respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 7 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas	62
Gráfico N° 4: Número de Hojas de los tres cv. en respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 15 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas	63
Gráfico N° 5: Número de Hojas de los tres cv. en respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 23 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas	65
Gráfico N° 6: Longitud de Raíces de los tres cv. en respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN al momento de trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas	66
Gráfico N° 7: Longitud de Raíces de los tres cv. en respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 7 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas	68
Gráfico N° 8: Longitud de Raíces de los tres cv. en respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 15 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas	69
Gráfico N° 9: Longitud de Raíces de los tres cv. en respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 23 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas	71
Gráfico N° 10: Peso Fresco de los tres cv. en respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN al momento de trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas	72

Gráfico N° 11: Peso Fresco de los tres cv. en respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 7 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas	74
Gráfico N° 12: Peso Fresco de los tres cv. en respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 15 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas	75
Gráfico N° 13: Peso Fresco de los tres cv. en respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 23 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas	77
Gráfico N° 14: Altura de Planta de los tres cv. en respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN al momento de trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas	78
Gráfico N° 15: Altura de Planta de los tres cv. en respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 7 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas	80
Gráfico N° 16: Altura de Planta de los tres cv. en respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 15 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas	81
Gráfico N° 17: Altura de Planta de los tres cv. en respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 23 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas	83

INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Resultados del Análisis Foliar y de Materia seca a una muestra fresca de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) de los tres cultivares estudiados.....	115
Anexo N° 2: Resultados del análisis del agua potable utilizada del fundo "La Banda" Huasacache.....	116
Anexo N° 3: Resultados del análisis a una muestra del Biol utilizado en la S.N.2	117
Anexo N° 4: Resultados de dos muestras de Biol de diferente Composición	118
Anexo N° 5: Composición de 100 g de hoja comestible de lechuga	119
Anexo N° 6: Top 20 de cultivos con la mayor superficie sembrada con Hortalizas en el año 2012.....	120
Anexo N° 7: Producción, Rendimiento y Precio Chacra de Lechuga.....	121
Anexo N° 8: Datos climáticos de la Estación Meteorológica HUASACACHE, mes de Setiembre del año 2017 y promedio de HR	122
Anexo N° 9: Datos climáticos de la Estación Meteorológica HUASACACHE, mes de Octubre del año 2017 y promedio de HR	123
Anexo N° 10: Datos climáticos de la Estación Meteorológica HUASACACHE, mes de Noviembre del año 2017 y promedio de HR	124
Anexo N° 11: Datos climáticos de la Estación Meteorológica HUASACACHE, mes de Diciembre del año 2017 y promedio de HR	125
Anexo N° 12: Resumen de promedios para las evaluaciones de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) cv. Parris Island Cos en S.N. 1	126
Anexo N° 13: Resumen de promedios para las evaluaciones de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) cv. Prize Head en S.N. 1.....	127
Anexo N° 14: Resumen de promedios para las evaluaciones de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) cv. Waldman's Green en S.N. 1	128
Anexo N° 15: Resumen de promedios para las evaluaciones de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) cv. Parris Island Cos en S.N. 2.....	129

Anexo N° 16: Resumen de promedios para las evaluaciones de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) cv. Prize Head en S.N. 2.....	130
Anexo N° 17: Resumen de promedios para las evaluaciones de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) cv. Waldman's Green en S.N. 2	131
Anexo N° 18: Evaluación del contenido de Materia Seca (M.S.) de los tres cultivares de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) en ambas S.N.	132
Anexo N° 19: Costos directos, indirectos y total el Proyecto de Hidroponía con 4 módulos y Análisis de Rentabilidad	133
Anexo N° 20: Costos directos, indirectos y total el Proyecto de Hidroponía con 4 módulos y Análisis de Rentabilidad (Continuación)	134
Anexo N° 21: Costo de instalación y Mantenimiento mensual y anual para Proyecto de Hidroponía con 4 módulos.....	135
Anexo N° 22: Resumen de los valores de pH y CE de las camas del SRF con los tres cultivares y en ambas S.N.	136
Anexo N° 23: Resumen de los valores de pH, CE, PPM y Temperatura de los tanques de agua del sistema NFT en ambas S.N.....	137
Anexo N° 24: Resumen del consumo de Agua y Biol en el SRF y en el sistema NFT hasta el término del cultivo	138
Anexo N° 25: Corrección del pH con Hidróxido de Potasio en el Tanque de S.N.1....	139

RESUMEN

La investigación fue realizada en los módulos de Hidroponía del fundo “La Banda” Huasacache del distrito Jacobo Hunter, ubicado a una altitud de 2,240 msnm en la provincia y región de Arequipa, durante los meses de Setiembre a Diciembre del año 2017, donde se evaluó el rendimiento de tres cultivares de Lechuga (*Lactuca sativa L.*) cv. “Parris Island Cos”, cv. “Waldman’s Green” y cv. “Prize Head”, utilizando dos soluciones, la primera Solución Nutritiva “La Molina” (S.N. 1) y la segunda “La Molina” + Biol (S.N. 2), para ello se acondicionó dos módulos de Hidroponía respectivos para cada solución, cada uno con un tanque de agua y una electrobomba independientes, es decir, ambas soluciones no se mezclaron en ningún momento.

Para la producción de lechugas en sistema Nutrient Film Technique (NFT), se debe proceder en tres etapas: Preparación de almácigos, Primer trasplante a Sistema Raíz Flotante (SRF) y Trasplante Definitivo a Sistema NFT. Los plantines fueron preparados en el mes de Setiembre, estos se desarrollaron por 15 días para efectuar el primer trasplante al SRF, luego de 20 días en SRF se hizo el trasplante definitivo al sistema NFT. Las plantas de lechuga conforme iban madurando fueron cosechadas en forma escalonada a partir de los 28 días.

Las lechugas fueron evaluadas periódicamente considerando las siguientes variables: Número de hojas, Longitud de raíces, Peso Fresco y Altura de Planta; además tres evaluaciones del porcentaje de Materia seca, una inicial y final. Finalmente para calificar el rendimiento de la cosecha se hizo un análisis del Costo Beneficio del estudio.

El diseño utilizado fue un Diseño Completamente al Azar (DCA) para cada módulo independiente; para determinar el mejor tratamiento, posteriormente se efectuó un análisis combinado entre los dos diseños para establecer cuál fue el cultivar que se acondicionó mejor a los dos tipos de soluciones propuestas.

Los resultados del análisis combinado indican que solamente existe diferencia significativa en las dos primeras evaluaciones, a pesar de ello se lograron promedios mayores interesantes cuando se trabajó con la S.N. 2 en los cultivares estudiados.

Palabras Clave: Lechuga, Hidroponía, Biol

ABSTRACT

The investigation was performed on the Hydroponics modules of the “La Banda” Huasacache grounds of the Jacobo Hunter district, located at an altitude of 2,240 meters above sea level in the province and region of Arequipa, during the months of September up to December 2017, where it was evaluated the yield of three cultivars of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) cv. "Parris Island Cos", cv. "Waldman's Green" and cv. “Prize Head”, using two nutrient solutions, the first one was “La Molina” Nutrient Solution (SN 1) and the second one was “La Molina” + BIOL (SN 2), for this purpose two respective Hydroponics modules were conditioned for each solution, each one with a water tank and an independent electric pump, which means, both solutions did not mix at any time.

For the production of lettuce in Nutrient Film Technique (NFT) system, three stages must be proceed: Preparation of seedlings, First transplant to Floating Root System (FRS) and Definitive Transplant to NFT System. The seedlings were prepared in the month of September, these were developed for 15 days to perform the first transplant to the FRS, after 20 days on FRS the definitive transplant to the NFT system was done. Lettuce plants as they matured were harvested in a staggered form after 28 days.

Lettuces were periodically evaluated considering the following variables: Number of leaves, Root length, Fresh weight and Plant height; In addition, three evaluations of the percentage of dry matter, one initial and final. Lastly, to value the yield of the crop, an analysis of the Cost Benefit of the study was made.

The design used was a Completely Randomized Design (CRD) for each independent module; to determine the best treatment, a combined analysis was subsequently performed between the two designs to establish which cultivar was best suited to the two types of proposed nutrient solutions.

The results of the combined analysis indicate that there is only a significant difference in the first two evaluations, despite this, an interesting major mean were achieved when working with the S.N. 2 in the studied cultivars.

Keywords: Lettuce, Hydroponics, Biol

INTRODUCCIÓN

La lechuga es una hortaliza popular, su consumo data desde hace 4500 años antes de Cristo, evidencia son los grabados del arte egipcio. Los persas, romanos y griegos también la conocían, desde esta región fue difundida por toda Europa para más adelante llegar a América en los tiempos de la conquista.

En nuestro país el cultivo representa el 2.67% de la superficie agrícola sembrada con Hortalizas, ubicándose en el 10 lugar en cuanto a área con 1747.608 ha (INEI 2012) La producción anual es de 64 360 t y un rendimiento nacional promedio de 5.8 t/ha. Es consumida a diario por la población peruana, la forma más común de prepararla es en ensaladas junto a otros vegetales como tomate o cebolla, además es un alimento que ofrece distintos beneficios (MINAGRI 2017).

Aporta de vitaminas y minerales como: vitamina K, indispensable para el correcto funcionamiento de los huesos y evitar la osteoporosis, también es fuente de vitamina A y B, es fuente de diversos minerales como Potasio, Fósforo, Zinc, Calcio y Hierro, presenta un contenido de agua de más del 90% de su peso total, haciéndola un excelente alimento hidratante de fácil preparación y sabor succulento. Como toda hortaliza de hojas posee bajos contenidos de grasas y son muy recomendadas para evitar y tratar problemas de obesidad, el contenido de fibra en sus hojas le da la propiedad de ser un laxante natural y está indicada en las dietas de pacientes con diabetes (González, M. 2016).

Tradicionalmente se cultiva lechuga en campo abierto, pero este método acarrea diversos problemas sanitarios debido al tipo de agua que se utiliza para su riego, regándose incluso con aguas de escorrentía o desagüe, convirtiéndola en una posible fuente de infección de enfermedades como cólera o salmonella (CORREO 2018).

Afortunadamente este método tradicional viene siendo remplazado progresivamente con la implementación de la tecnología del cultivo hidropónico, que sugiere una alternativa nueva para los agricultores que desean incursionar en este rubro y ofrecer un producto más higiénico y con valor agregado a los consumidores.

Urrestarazu, M. (2012), expone que dentro de las nuevas tendencias de cultivo, el sistema hidropónico NFT (*Nutrient Film Technology*) propone la obtención de lechugas precoces y de calidad superior, mediante el uso de soluciones nutritivas para proveer los nutrientes a las plantas y el reemplazo del suelo agrícola por agua, considerándose a esta como sustrato, posee muchas ventajas en comparación con el cultivo tradicional, pues además se provee al cultivo de una cobertura plástica o malla Raschel, con lo que se protege los cultivos de plagas y enfermedades, evitándose el uso de plaguicidas químicos.

Gavira J. (2012) recalca que al mismo tiempo el sistema posee ciertas desventajas, como es el uso de soluciones nutritivas comerciales que son formulaciones netamente químicas o sintéticas que al momento de ser desechadas pueden ocasionar problemas ambientales como eutrofización de cuerpos de agua o lixiviación de sales a acuíferos subterráneos.

La propuesta de la presente investigación es la adición de un componente orgánico a una solución netamente química, específicamente se utilizará bio-fertilizante Biol, que es un producto líquido obtenido de la descomposición anaeróbica de materiales orgánicos, este producto es ampliamente utilizado en forma de abono foliar diluido gracias a los múltiples beneficios que posee, incrementa el vigor de las plantas gracias a los aminoácidos disueltos y materia orgánica, mejora la calidad de los cultivos en general, gracias al contenido de Mg y Ca que posee y puede funcionar como repelente de plagas gracias a sus efectos de alelopatía cuando se aplica vía foliar.

La adición del Biol a la solución la convertirá en una mezcla más amigable con el ambiente, pues el contenido de materia orgánica significa también que existen microorganismos en la solución, la población microbiana presente en abonos orgánicos es benéfica, pues permite mantener el equilibrio en el ambiente gracias a su acción degradadora, además mejoran la salud y calidad de los suelos, en contraste con la aplicación de fertilizantes o pesticidas sintéticos, que lo dañan y contaminan.

Del mismo modo que en sistemas edáficos se emplean los fertilizantes sintéticos junto con las enmiendas orgánicas, la fertilización mixta es una alternativa posible en los sistemas hidropónicos. Esta investigación además tiene como propósito comprobar la viabilidad del uso de Biol en los sistemas hidropónicos actuales, específicamente en el sistema NFT para lechugas.

CAPITULO I

1. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

1.1 HIPÓTESIS

Dado que la lechuga cultivada en hidroponía con soluciones nutritivas minerales obtiene buena producción, es probable que la adición de Biol a la solución, mejore aún más la respuesta productiva de los tres cultivares estudiados de lechuga.

1.2 OBJETIVOS

a) Objetivo General:

Comparar el rendimiento de tres cultivares de lechuga producidas en sistema hidropónico NFT con dos soluciones nutritivas.

b) Objetivos Específicos:

- I. Comprobar los parámetros biométricos de los tres cultivares de lechuga en la solución nutritiva y en la mezcla de Biol más solución nutritiva.
- II. Comprobar el contenido de materia seca y nutrientes en los tres cultivares de lechuga.
- III. Determinar mediante análisis económico el tratamiento más rentable.

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 LA LECHUGA HIDROPÓNICA EN EL PERÚ

El Perú cuenta con 25 ha de producción con cultivos hidropónicos sin considerar el arándano, la empresa de mayor relevancia es Invernaderos Hidropónicos del Perú, cuya extensión a finales de los 90 era de 2500 metros cuadrados y a día de hoy cuenta con una superficie mayor a las 5 ha donde produce diferentes cultivos, todos bajo distintos sistemas hidropónicos (Ramírez 2017).

La lechuga es un cultivo representativo dentro del grupo de hortalizas en nuestro país, posee una considerable área agrícola y se ubica en el décimo lugar dentro de las hortalizas con un área 1746 ha y que representa el 2.67% del total nacional de superficie sembrada con hortalizas (INEI 2012).

Rodríguez (2017) citado por Ramírez (2017), indica que en el Perú se cuenta con una superficie de cinco ha para el cultivo de Lechuga Hidropónica mediante la técnica de Raíz Flotante, de las cuales: 1 ha corresponden al área producida por 7 500 personas que desde 1992 hacia el año 2017 han sido capacitadas para producir sus propias lechugas, 2 ha corresponden a Programas sociales desarrollados por distintas Municipalidades de Lima, 1.5 ha son manejadas por organizaciones religiosas y 0.2 ha están distribuidas en 100 colegios a nivel nacional.

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

Existen empresas en Lima que producen 1500 unidades de Lechuga por día y que son las principales abastecedoras a Mercados y Supermercados de la ciudad. Se espera que el porcentaje actual que representa la lechuga cultivada mediante sistemas hidropónicos, muy inferior al que se maneja en campo abierto, incrementa conforme se divulgue la técnica y las tecnologías sean más asequibles para los agricultores entusiastas. El aspecto más importante de la producción de lechuga hidropónica es su alto rendimiento por superficie, así, en Argentina, existe la empresa Midory, que en un área de 3 mil metros cuadrados producen 30 mil lechugas mensuales (López 2012).

2.2 GENERALIDADES

Japon (2007) refiere que la lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una planta anual, dicotiledónea, autógama, que prefiere los días largos y posee más bien un ciclo de cultivo corto, cuya duración puede ser de 55 días o hasta 75 días desde la siembra hasta la cosecha, esta cifra varía dependiendo de las variedades y cultivares y de la zona donde se la cultive, la forma típica de la lechuga es la de formar una roseta con hojas apretadas y arrepolladas o también pueden ser hojas sueltas y en algunas variedades forma un cogollo o falso cogollo, al que comúnmente se le llama cabeza.

Es consumida durante todo el año, razón por la cual siempre existe demanda de este producto en los mercados. Es una fuente importante de calcio, hierro, proteínas, tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2), ácido ascórbico (vitamina C) y niacina además posee vitaminas E y K, la mayor parte de su peso, 94.8% está constituida por agua, posee también 1.2 % de proteínas un 0.2 % de grasas y 2.9 % de carbohidratos por 100 gramos de lechuga fresca. Es una hortaliza típica de ensaladas, considerada como una planta con propiedades tranquilizantes. Debe ser consumida en un estadio joven, ya que cuando la planta madura, el tallo sufre un alargamiento para luego formarse el escapo floral perdiendo su valor comercial además que se incrementa la concentración del látex en las hojas y tienen un sabor amargo nada agradable.

2.3 VALOR NUTRICIONAL Y MEDICINAL

Jaramillo et al. (2016) señalan que aunque el mayor contenido de las lechugas sea agua, con un promedio de 95% de agua, aporta una cantidad nada despreciable de Calcio y Fósforo y otros minerales importantes como Zinc y Hierro, el aporte de grasas es bajísimo por lo que se la recomienda para personas que sufren de obesidad o en dietas de diabéticos.

Las lechugas tipo romana poseen una mayor concentración de vitamina A y C que las de tipo Iceberg, esto se debe a que las hojas presentan una pigmentación más intensa que las hojas de lechugas que forman cabeza, en cambio las lechugas que forman cabeza poseen un menor contenido de grasas que las tipo hoja suelta o romanas.

Cuenta también con propiedades medicinales, pues es digestiva y tiene virtudes calmantes, evita el insomnio y mal humor, utilizada en mezclas con avena, puede servir como pomada para aliviar irritaciones, alergias y quemaduras.

En forma industrial se le utiliza como base en la elaboración de algunos productos cosméticos. En el anexo N° 5 se muestra la composición de minerales y vitaminas que contienen una porción comestible de 100 gramos de hojas frescas de diferentes cultivares de lechuga.

2.4. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Descrita por Carlos Linneo en su trabajo *Species Plantarum* 2 (1762), su nombre botánico es *Lactuca sativa* L. que proviene del latín “*lactis*” que significa leche y que hace referencia a la savia blanca que poseen en sus vasos conductores también llamado látex, pertenece a la familia *Asteraceae* (*Compositae*), está muy relacionada con la lechuga silvestre *Lactuca serriola*.

Jaramillo et al. (2016) resumen su taxonomía en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 1: Taxonomía de la lechuga

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Género:	Lactuca
Especie:	<i>Lactuca sativa</i> L.

2.5. ORIGEN

Todas las lechugas proceden de una especie silvestre *Lactuca serriola*, que se desarrolla en prados, zonas de rocas o incluso terrenos eriazos, ubicada desde Asia y norte de África hasta la parte norte de Europa. Se sabe que los romanos ya cultivaban lechugas así mismo en Egipto allá por el año 4500 a.C., aunque se cree que era cultivada principalmente por sus semillas que por sus hojas. Hipócrates, año 456 a.C., la menciona con respecto a sus propiedades soporíferas, ya que el látex que contiene y que aumenta cuando la planta se encuentra en floración, era frecuentemente utilizado como reemplazo del opio en aquellos días. Luego del proceso de domesticación, la lechuga se dispersó rápidamente por el Mediterráneo y luego paso a Europa Occidental. Fueron los italianos quienes trajeron especies en proceso de domesticación a América en el año 1494 y seleccionaron las de

tipo romano que forma un especie de semi-cogollo alargado; allí fue tan apreciada que su nombre actual proviene de un italiano ilustre llamado Lactuccini (Vallejo (1986) citado por Vallejo y Estrada (2004)).

Valadez (1997) citado por Jaramillo et al. (2016) indica que las lechugas que se cultivaron a inicios de los años 1500 no formaban cabeza ni cogollo, pero se tiene referencia que en Alemania por el año 1543 aparece un tipo de lechuga que era considerada como maleza, pero esta formaba un cogollo compacto, por lo que fue difundida hacia Europa.

Anteriormente se tenía ciertas dudas sobre el origen exacto de la lechuga, pero recopilando varias fuentes, es que se puede tener la certeza de que los tipos de lechugas que se cultivan actualmente, son el producto de una hibridación de especies distintas, continuado por el normal proceso de selección y mutaciones (Medina F. s.f.).

2.6. MORFOLOGÍA

2.6.1 Tallo

Presenta un tallo corto, comprimido con forma cilíndrica y que no se ramifica hasta el momento de madurez comercial o cosecha, sin embargo el tallo puede elongarse prematuramente debido a un estímulo de temperatura mayor a 26°C con días largos, lo cual se conoce como “*subida de flor*” pudiendo llegar hasta 1.20 m de altura y presentando ramificaciones en el extremo donde cada ramilla termina en una inflorescencia. (FAXSA s.f.)

2.6.2 Hojas

Las hojas generalmente tienen un color verde en diferentes tonalidades según los cultivares, pudiendo tener intensos colores verdes, verdes pálidos o tonalidades rojizas claras a moradas oscuras. Las hojas no presentan peciolo y son lampiñas con ausencia de pelos o tricomas en la superficie de las hojas.

El limbo puede ser ondulado o liso, el borde de las hojas puede ser entero, dentado o lobulado, los extremos también pueden ser dentados, redondos o rizados. Al gusto tienen una textura suave, mantecosa o crujiente (Japon 2007).

Al inicio de su desarrollo las hojas forman una especie de roseta, conforma la planta madura y dependiendo de la variedad, esta formación puede cerrarse y formar un

“cogollo” más o menos apretado como en la mayoría de las especies de la variedad *Capitata* o un semi-cogollo como en la variedad *Longifolia* o simplemente las hojas quedan sueltas como en las variedades *Intubace* y *Asparagina*. Las hojas que quedan al interior del cogollo y que están cubiertas por muchas otras hojas, presentan un color más pálido (Carrasco y Sandoval 2016).

2.6.3 Raíz

Tiene un sistema radicular compuesto por una raíz principal poco profunda y por raíces laterales superficiales, cuando la planta madura ambos tipo de raíces alcanzan longitudes similares, en suelos adecuados el crecimiento de la raíz principal puede alcanzar hasta 2cm por día (FAXSA s.f.).

2.6.4 Flor

Carrasco y Sandoval (2016) detallan a sus flores como hermafroditas, reunidas en inflorescencia ramificadas del tipo capítulo con 15 a 20 flores y pueden ser de color blanco o amarillas. Cada flor tiene cinco estambres soldados y un ovario con dos carpelos y con solo un óvulo que fecundado dará origen a la semilla. El tipo de fecundación es autógama.

2.6.5 Fruto

El fruto o semilla es un aquenio con forma alargada y cuenta con varias estrías a lo largo de su superficie. Su color puede ser blanco, crema, pardo o negro tiene una longitud de 3 a 4 mm de largo y 1 mm de ancho (Carrasco y Sandoval 2016).

2.7. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

2.7.1 Clima

Japon (2007) destaca que la lechuga posee una gran capacidad de adaptación a diferentes tipos de climas. Puede soportar incluso temperaturas de 10 °C, pero si estas se reducen a menos de 6 °C y son persistentes, se presentan lesiones foliares. Si se reduce aún más a menos 5 °C la lechuga no es capaz de emitir raíces.

No tolera muy bien las temperaturas elevadas y es común que se presenten fisiopatías típicas como “*subida*” de planta, brotes laterales o corazón múltiples. La temperatura

óptima para su desarrollo es de 15 a 20° C la germinación se produce en un rango de 0° C hasta 25° C.

2.7.2 Intensidad Lumínica

Si la intensidad es reducida y es acompañada de días cortos, se retrasa el acogollado o formación de cabeza, pero si las temperaturas son bajas, es posible que no se vean afectadas. Si la intensidad es fuerte y los días son largos, se propician temperaturas de rango 20°C, se acelera el acogollado y el desarrollo de las hojas (Halsouet, P. y Miñambres, M. 2005).

2.7.3 Suelo

La lechuga se adapta bien a muchos tipos de suelos, siendo los más adecuados aquellos ricos en materia orgánica, ligeros y bien drenados. Es una hortaliza muy sensible al exceso de salinidad, pero en suelos con índices elevados de materia orgánica ayudan a la planta a tolerar mejor dicha salinidad. Con respecto a la adición externa de materia orgánica, se debe evitar la adición de materia orgánica poco degradada antes de la plantación y los abonos verdes, en contraste el compost bien descompuesto y de color oscuro favorece el calentamiento del suelo (Halsouet, P. y Miñambres, M. 2005).

2.7.4 Humedad Relativa

Yáñez et al. (2012) afirman que es posible controlar la humedad relativa (H.R.) cuando el cultivo se lleva bajo cobertura ya sea dentro de invernadero o vivero, se recomienda que la H.R. debe oscilar entre 30 a 70%, no debe ser excesiva y no debe pasar el 90%, ya que temperaturas frescas de 15 a 25 °C promueven la aparición de Mildiu (*Bremia lactucae*)

2.8 VARIEDADES, TIPOS Y CULTIVARES DE LECHUGA

Carrasco y Sandoval (2016) describen 4 variedades de lechuga, cada variedad cuenta con varios tipos y estos a su vez con una gran cantidad de cultivares; la palabra cultivar proviene de la combinación de los términos “cultivada” y “variedad”, son especies acondicionadas a determinadas zonas o especies mejoradas genéticamente y que adquieren interés agrícola gracias a sus capacidad de transmitir estas características.

Existe una amplia diversidad de cultivares y debido a ello es que en ocasiones se genera confusión al momento de clasificar las lechugas.

2.8.1 Variedad *Longifolia*

2.8.1.1 Tipo Cos o Romana

Su característica principal son sus hojas de gran tamaño que son oblongas u ovaladas que alcanzan largos desde 20 a 30 cm, ancho de 10 cm y poseen una nervadura central ancha y bien definida, este tipo tiene un crecimiento erecto en cuanto a las hojas, que al crecer se cierran en la parte apical formando un falso cogollo, el peso promedio va desde los 600 a 1000 gramos, en el centro se encuentra un tallo más o menos desarrollado protegido por hojas que forman una pequeña roseta llamada “corazón” que tiene un tono más claro que las hojas exteriores. Este tipo se caracteriza por una buena tolerancia a altas temperaturas del verano, es uno de los tipos más cultivados y es muy apreciada en la cocina gourmet.

Los cultivares más representativos son: Parris Island Cos, Clemente, Orejona, etc.

2.8.2 Variedad *Capitata*

2.8.2.1 Tipo Iceberg

Carrasco y Sandoval (2016) refieren este tipo con hojas un poco más gruesas, lisas, anchas con una nervadura central ancha y blanca, son de textura suave, la característica principal de este tipo de lechugas es la de formar una cabeza compacta y apretada, lo que le permite resistir al daño mecánico y son excelentes para el transporte a largas distancias.

Es el tipo que presenta mayor resistencia a la emisión de tallo floral. La desventaja de algunos cultivares que forman cabezas compactas es que poseen un bajo contenido de proteínas, esto debido a que las hojas exteriores cubren el corazón que queda blanquecino o pálido. Debido al tipo de crecimiento de estas lechugas, no son recomendadas para cultivos en invernadero. Los cultivares que encontramos en este tipo son: Batavia, Iceberg y Great Lakes.

2.8.2.2 Tipo Trocadero

Similares a las del tipo Iceberg, pero con hojas más finas y suaves que pueden ser lisas o rizadas en los bordes, llamadas también “mantecosas” o “Butterhead”, la cabeza que forman estas lechugas no es compacta y las hojas de la roseta interna se pueden apreciar desde el exterior, presentan un tallo achatado que también posee un sabor suave y dulce. Al poseer hojas más delicadas, el trabajo para cultivar este tipo es más

delicado, además, no resisten bien el daño mecánico producido por el manipuleo o transporte, son susceptibles al “*Tip burn*” producido por altas temperaturas y ambientes con baja humedad relativa. Son lechugas de periodo vegetativo corto de 55 a 70 días, por lo que su cultivo de invernadero es muy extendido.

Cultivares populares: White Boston, Maravilla, Francesa, Trocadero, Española y Milanese.

2.8.3 Variedad *Intybacea*

2.8.3.1 Tipo Lollo

Carrasco y Sandoval (2016) describen sus hojas como sueltas, dispersas y no son envolventes, las hojas sésiles onduladas y con bordes rizados no forman cogollo ni cabeza, son de menor tamaño llegando a pesos promedios comercial de 200 gramos. Existen dos sub-tipos, Rossa, que presentan coloraciones rojas, pardas y violáceas y Bionda, que son hojas de distintos tonos verdes. Junto con las Tipo Trocadero, son las más populares para el cultivo sin suelo, gracias a su corto periodo vegetativo de alrededor de 50 días y su variada e intensa coloración.

Los cultivares que se comercializan son: Hoja Roble, Waldman’s Green, Bionda, Italiana, Prize Head, Red salad Bowl, Rossa.

2.8.3.2 Tipo Cogollo

En cuanto a su forma son muy parecidas a las Romanas o Cos, pero son muy pequeñas, una planta entera no es más grande que la palma de la mano, de ahí que se les llame comúnmente Mini- Romaine o simplemente Mini o Little Gem. Posee hojas sésiles y brillantes con diferentes tonalidades de verde y nervaduras bien marcadas, cuentan además con bordes lisos y ligeramente ondulados, forman un cogollo achatado y compacto.

Cultivares conocidos: Mini-Gem, Bambi, Cegolaine, Tudela, Baby Bibbs.

2.8.4 Variedad *Asparagina*

2.8.4.1 Tipo Espárrago

Tipo de lechuga que se consume en China, el tallo es carnoso y también es comestible, las hojas son sésiles, enteras y lanceoladas, pueden presentar coloraciones verdes o rojizas, su cultivo no es muy extendido fuera de China.

El cultivar más conocido es Celtuce o también llamado Chinese stem lettuce.

Las siguientes son fotografías de los cultivares utilizados en la presente investigación, que fueron tomadas justo antes del momento de su cosecha:

Fotografía N° 1: Lechuga Tipo Lollo Bionda del cv. Waldman's Green



Fotografía N° 2: Lechuga Tipo Lollo Rosa del cv. Prize Head



Fotografía N° 3: Lechuga Tipo Romana del cv. Parris Island Cos



2.9 PLAGAS Y ENFERMEDADES

2.9.1 Pulgón (*Myzus persicae*, *Aphis* spp.)

Plaga común en diversos cultivos, producen colonias empezando de las hojas exteriores y continúan hacia las hojas internas, su incidencia es variable pero es más frecuente cuando las lechugas se encuentran próximas a la cosecha, además de reducir el vigor en general de la planta también son vectores de virus. En el aspecto comercial, restos de insectos que se hallen en las lechugas ya cosechadas reducen considerablemente su valor ante los consumidores finales (Halsouet, P. 2005).

2.9.2 Cigarrita (*Empoasca* spp.)

FAXSA (s.f.) dice que el daño es idéntico que el de los pulgones, al consumir la savia de las hojas se reduce el vigor de las plantas y al mismo tiempo pueden transmitir virus.

2.9.3 Trips (*Frankliniella* spp.)

Halsouet, P. (2005) resalta que en España y Europa, la especie *Frankliniella occidentalis* causa graves daños debido a que transmite el virus del bronceado (Tomato Spotted Wilt Virus, TSWV) que produce una marchitez general en las hojas lo que lleva a la muerte de la planta, por lo que se le considera una plaga clave en este cultivo. En América se ha difundido bastante el consumo de lechugas del tipo Iceberg y sus cultivares, este tipo resistente al mencionado virus por lo que los daños no van más allá de lesiones en las hojas.

2.9.4 Mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*)

Las larvas de este díptero consumen el mesófilo de las hojas formando delgadas galerías, ataques severos reducen el valor comercial de las lechugas haciendo imposible su venta (Halsouet, P. 2005).

2.9.5 Mildiu Velloso (*Bremia lactucae*)

Es el patógeno que mayores daños causa en el cultivo de lechuga, los síntomas del hongo son visibles en el haz de las hojas, se forman pequeñas manchas amarillentas, y bajo estas en el envés de las hojas, el signo que corresponde a unas vellosidades finas de color gris o blanquecino. Las manchas amarillentas se tornan grises y necróticas, el daño se aprecia en todos los niveles de las hojas y las manchas quedan más bien

delimitadas por las nervaduras. Los ataques suelen ser ligeros o moderados, pero el daño reduce el potencial de venta de las plantas esta enfermedad es considerada clave pues se puede presentar en todos los estadios del desarrollo de la lechuga, incluso en la preparación de plantines, puesto que las esporas pueden sobrevivir en las semillas (Saavedra 2017).

Osorio (1998) citado por Jaramillo et al. (2016) recalca que las condiciones preferidas por este hongo para infestar las hojas de lechuga son: baja H.R. (30%) y temperaturas de 12 a 20 °C durante el día y de 6 a 10 °C durante la noche.

2.9.6 Oidium (*Erysiphe cichoracearum*)

Saavedra (2017) menciona que los síntomas del oídio son similares al mildiu, la diferencia está en que las manchas en el haz no respetan las nervaduras y son irregulares, además que la formación de micelio se puede presentar en ambas caras de las hojas. Se presenta con más frecuencia en invernaderos, debido a que la alta H.R. y temperatura favorecen su ataque.

2.9.7 Pudrición gris (*Botrytis cinerea* Pers)

Saavedra (2017) cita que el daño empieza en las hojas externas o más viejas o en la parte basal de la planta, aparecen manchas amarillentas húmedas con la formación de un moho gris abundante. Es una enfermedad importante en invernaderos pues su diseminación y reproducción se ve favorecida por una H.R. alta pero, si el ambiente es más bien seco, se forman pudriciones de color oscuro en las zonas afectadas, sobrevive en forma de esclerocios.

2.9.8 Pudrición radicular por *Pithium* (*Pythium tracheiphilum*)

Andrade (2017) sustenta que es una enfermedad muy frecuente en sistemas hidropónicos, los síntomas apreciables son el obscurecimiento de las raíces y decaimiento de la planta, conforme la enfermedad avanza, se produce un estrangulamiento y pudrición del cuello de la planta, las hojas externas se marchitan y la planta muere. Se puede prevenir esta enfermedad con limpieza y desinfección del sistema luego de cada cosecha y con una adecuada oxigenación de la solución nutritiva.

2.9.9 Virus del bronceado del tomate (TSWV)

Lo transmite el trips *Frankliniella occidentalis* en su estadio adulto, durante ninfa es posible que se haya alimentado de alguna maleza portadora del virus. El daño se

manifiesta en forma de manchas cloróticas que se tornan necróticas que pueden afectar toda la planta, la planta queda enana y muere en poco tiempo. (Saavedra 2017)

2.10 FISIOLOGÍA Y FENOLOGÍA DE LA LECHUGA

2.10.1 Latencia de Semillas

Vallejo y Estrada (2004) mencionan que las semillas son muy sensibles a temperaturas altas, pues se induce un estado de latencia termo-inducida. Se debe evitar cosechar las semillas cuando las temperaturas son mayores a 25°C, siendo recomendable cosecharlas cuando la temperatura oscila entre 15 a 20 °C. Además se pueden utilizar diferentes estrategias como almacenar la semilla por lo menos dos meses y usar golpes de frío en semillas embebidas en agua con temperaturas de 2-6°C por 2 días.

2.10.2 Mejoramiento genético

El mejoramiento genético está enfocado a dos temas principalmente, a la resistencia al florecimiento prematuro y resistencia a enfermedades y virus. Actualmente el interés de la selección se ha dirigido a lechugas que eviten la subida a flor, que contengan poco contenido en látex, con mayor tamaño de semilla y de cogollos o cabezas más grandes.

2.10.3 Etapas fenológicas

En hidroponía, los dos primeros estadios pueden darse en suelo o en semilleros, la elección del sistema depende de la disponibilidad de espacio. La fenología de la lechuga comprende 5 estadios según Hernández (2014):

a) Germinación: Dura de 7 a 10 días, requiere condiciones de alta humedad y hay que evitar la luz directa, la temperatura óptima de germinación oscila entre 15-20 °C. El proceso germinación se interrumpe o inhibe con temperaturas encima de 28 °C

b) Plántula: Comprende un periodo de crecimiento lento y delicado que puede prolongarse hasta tres a cuatro semanas. Las plántulas o plantines para invernadero se pueden utilizar a partir de las 2 semanas.

En esta etapa el brote apical comienza a desarrollarse, también inicia el crecimiento del sistema radicular y las hojas verdaderas empiezan a aparecer, la temperatura óptima es de 18-21 °C.

c) Formación De Roseta: El aspecto de la plántula cambia debido a que desaparecen los peciolos y las hojas toman una forma más corta que larga, la planta adquiere un aspecto de roseta. Las plántulas llegan a poseer de 11 a 15 hojas verdaderas dependiendo de la variedad.

d) Formación De Cabeza: En la variedad *Capitata* y las que forma cogollo o semi-cogollo, las hojas más viejas comienzan a envolver a las hojas internas, conforme madura la planta las hojas internas forman una “cabeza” más o menos compacta, dependiendo de la variedad y las condiciones climáticas, las plantas alcanzan la madurez comercial cuando tienen entre 50 a 70 días después de la siembra.

e) Floración y producción de Semillas: Ocurre cuando la planta alcanza su madurez fisiológica, algunas condiciones pueden adelantar este proceso; si la planta muestra signos de floración prematura pierde su calidad comercial. El tallo empieza a elongarse para luego producir las inflorescencias en capítulo, puede alcanzar alturas de 1.5 m.

2.10.4 Fisiopatías

Blancard D. et al. (2005) indican que las fisiopatías son alteraciones producidas por estímulos externos, no deben confundirse con síntomas de enfermedades, el principal factor para que ocurra dichos accidentes es una elevada temperatura que puede ir acompañada con deficiencia de nutrientes, desbalance en el régimen de riego o sequías y humedad relativa muy alta o muy baja del ambiente, produciéndose como respuesta que la planta inicie desarrollo prematuro y muy acelerado, lo que genera la ausencia de calcio en sus órganos debido a la poca movilidad de este elemento.

Las fisiopatías pueden producirse también debido a afecciones genéticas, puesto a que las actuales lechugas llevan aún genes de las llamadas entonces “lechugas locas” que eran especies poco vigorosas, enanas y con hojas deformes, las fisiopatías presentes en lechuga son:

2.10.4.1 Floración prematura o “subida” de planta

También llamado “Bolting”, se produce la elongación de los entrenudos del tallo, distintos factores afectan esta fisiopatía en particular: desbalance hídrico, alta salinidad del suelo, muy baja H.R., plantas no acondicionadas al lugar de cultivo, fotoperiodos largos, etc. una temperatura excesiva es la que condiciona con mayor severidad la subida de plantas, plantas “subidas” pierden completamente su valor comercial.

2.10.4.2 Bordes quemados de las hojas “Tip burn”

Se manifiesta como una quemadura de las puntas de las hojas más jóvenes, el margen de la hoja dañada es más débil y susceptible a pudriciones. Es la ausencia de Calcio la razón principal de esta anomalía, es posible que se produzcan periodos secos o muy calientes, donde la planta deja de transpirar, periodos de sequía, donde reduce la tasa de absorción de agua lo que conlleva a que no se transporte el calcio.

2.10.4.3 Corazones múltiples

Es un tipo de anomalía donde hubo desarrollo de más de una yema apical, como resultado el porte de la planta se modifica y se muestra en forma exuberante o desordenada, se produce principalmente por una excesiva temperatura al momento de la germinación de las semillas o al principio del desarrollo de la yema apical.

2.10.4.4 Corazón hueco

En este caso la yema apical ha colapsado y no existe la formación normal de una roseta interna, es más notorio en las variedades que forman cogollo cerrado o abierto, por ejemplo en las lechugas tipo romana, las hojas envoltentes se desarrollan normalmente, pero el cogollo interno está ausente. Las causas principales son las afecciones genéticas o anomalías genéticas, fitotoxicidad por exceso de sales o aplicación indebida de pesticidas.

2.10.4.5 Brotes laterales

Pequeños retoños de yemas aparecen alrededor del tallo, surgen cuando el tallo muestra inicio de “subida” o flor prematura, de igual forma esta anomalía está vinculada a altas temperaturas pero principalmente a que la variedad utilizada no está adecuadamente adaptada al clima dónde se la está cultivado.

Fotografía N° 4: Disección de una lechuga Romana con “Corazones Múltiples”



Fotografía N° 5: Colonia de pulgones y Corazón hueco en Lechuga



Fotografía N° 7: Pudrición de raíz por *Botrytis cinerea*



Fotografía N° 6: Presencia de tallo debido a “Subida de planta”



Fotografía N° 8: Planta enana debido a virosis



2.11 BIOL

Según Mosquera (2010) el Biol es un abono orgánico, también llamado biofertilizante líquido, que sirve para que las plantas estén verdes y den buenos frutos, puede ser utilizado en forma foliar en diversos cultivos como papa, maíz, trigo, haba, hortalizas y frutales. Es el resultado de un proceso de fermentación anaeróbica de distintos restos orgánicos animales y/o vegetales. El biol tiene dos componentes: una parte sólida también conocido como biosol y una líquida que se usa diluida. La parte líquida es utilizada como abono foliar. El sólido está formado por materia orgánica no degradada.

Colque et al. (2005) resaltan que el Biol es una fuente de fitoreguladores que contiene nutrientes de alto valor nutritivo y que este actúa como bioestimulante orgánico en pequeñas cantidades, además, es capaz de promover el crecimiento y desarrollo de las plantas.

La elaboración del Biol es un proceso muy simple y de bajísimo costo, los insumos que se utilizan para su preparación son obtenidos fácilmente en cada localidad, podemos usar cualquier tipo de estiércol y de planta, dependiendo de la actividad ganadera y la diversidad vegetal de nuestra comunidad, el proceso puede durar de 1 a 4 meses dependiendo de la temperatura de la zona. En la preparación se puede añadir plantas biocidas o repelentes, para combatir insectos plagas.

2.11.1 Fitoreguladores que se pueden encontrar en el Biol

Una de las mayores ventajas del Biol es que además de ser un biofertilizante es un compuesto que contiene sustancias que activan el crecimiento y desarrollo de las plantas, según Colque et al. (2005) los fitoreguladores que se pueden encontrar son:

- a) **Auxinas**, que estimulan la formación de nuevas raíces, promueve el crecimiento y la división celular y retrasan la maduración de frutos.
- b) **Gibberelinas**, que inducen a la floración, eliminan la latencia de yemas y retrasan senescencia de hojas y frutos.
- c) **Citoquininas**, que promueven la formación de tubérculos y estimulan el desarrollo de las yemas laterales.

2.11.2 Justificación del uso de Biol en sistemas agrícolas

Aliaga (2015~) indica que los suelos se están degradando debido a que se viene realizando un uso indiscriminado de fertilizantes y productos químicos, estos tipos de insumos sintéticos no solamente elevan los costos de producción sino que además contaminan el ambiente y son perjudiciales para la salud de personas y animales.

La mejor propuesta es un programa de fertilización mixta y a la vez completa, siendo la mejor alternativa reemplazar parte del total de la fertilización química por abonos orgánicos que son económicos, más amigables con el ambiente, son biodegradables, no contaminan, estimulan la actividad de los microorganismos y mejoren la estructura del suelo.

2.11.3 Ventajas del Uso de Biol

Álvarez (2010) y FONCODES (2014) coinciden en que las principales ventajas del Biol son las siguientes:

- a) Los insumos para su elaboración son económicos y se les puede encontrar en la comunidad o en la misma parcela o chacra.
- b) Los insumos pueden variar de acuerdo a la disponibilidad de cada agricultor, siendo cada formulación única y diferente.
- c) Su preparación es sencilla y puede almacenarse en envases de diferentes materiales.
- d) Es rápidamente absorbido por las plantas, puesto que contiene aminoácidos, nitrógeno en forma amoniacal y vitaminas disueltos.
- e) Es ecológico, compatible con el medio ambiente y no contamina el suelo, el agua, el aire, ni los cultivos.
- f) Gracias al contenido de materia orgánica estimula el trabajo de los microorganismos benéficos del suelo.
- g) Estimula las actividades fisiológicas de las plantas puesto que contiene fitorreguladores que aceleran el crecimiento y desarrollo de la planta.
- h) Se da un incremento general del vigor del cultivo y le permite tolerar con mayor eficacia ataques de plagas, enfermedades y los efectos adversos del clima.

2.11.4 Desventajas del Uso de Biol

Colque et al. (2005) y Álvarez (2010) resumen las siguientes desventajas del Biol:

- a) La preparación puede tardar hasta 4 meses y dependerá de la temperatura del ambiente, climas cálidos reducen el tiempo hasta a 1 mes solamente.
- b) Para evitar la degradación del Biol almacenado, se requiere de un ambiente adecuado obscuro y fresco.
- c) Solamente se puede utilizarlo hasta 6 meses después de su cosecha.
- d) Diluciones incorrectas o malas aplicaciones foliares pueden quemar las plantas.

2.11.4 Composición química del Biol

Como se mencionó anteriormente, cada formulación de Biol es única, los insumos utilizados para la preparación varían dependiendo de cada localidad, influye también la calidad del agua y el tiempo de fermentación total. Los resultados de un análisis arrojan diferentes datos para cada formulación:

Cuadro N° 2: Composición química del Biol según diferentes autores

	UNIDAD	Álvarez (2010)	Bazán et al. (2014)	Escarcena (2017)
pH		5.6	3.59	8.35
CE	ds/m	-	-	6.78
Nitrógeno	%	0.09	0.12	0.02
Fosforo	ppm	112.8	8.6	228
Potasio	ppm	860.4	112	1150
Calcio	ppm	112.1	0.51	4008
Magnesio	ppm	54.77	1.17	2432
Cobre	ppm	0.04	-	-
Manganeso	ppm	0.08	-	-
Hierro	ppm	0.82	-	-
Cobalto	ppm	0.02	-	-
Boro	ppm	0.44	0.12	-
Selenio	ppm	0.02	-	-

FUENTE: Álvarez (2010), Bazán et al. (2014) y Escarcena (2017).

2.12 HIDROPONÍA

El término tiene su origen en dos palabras griegas “*hidros*” que significa agua y “*ponos*” que significa trabajo. Esta técnica de producción también es parte de los llamados “Cultivo sin suelo”, el procedimiento consiste en abastecer de agua y nutrientes a las plantas a través de una solución nutritiva y dándole las condiciones adecuadas para un mejor desarrollo de la planta.

La Hidroponía, según Izquierdo (2003), es el arte de cultivar plantas sin usar suelo agrícola, donde éste es reemplazado por un sustrato inerte, los nutrientes que necesita la planta son proporcionados conjuntamente con el riego. En un sistema hidropónico se puede cultivar todo tipo de plantas como hortalizas, flores, algunas gramíneas para forraje, plantas ornamentales, hierbas de olor y hasta plantas medicinales.

2.12.1 Sistema NFT (Nutrient Film Technique)

El sistema NFT, fue desarrollado a fines de 1960 por el Dr. Allen Cooper en Inglaterra, este sistema se usa comúnmente con tubos de PVC, que son de fácil manipulación e instalación, es por estos tubos que recircula la solución nutritiva. El tamaño del diámetro de los tubos varía según la densidad de plantas y el tamaño de sus raíces, es recomendable no exceder los 15 metros de longitud de los tubos, de esta forma las raíces no obstruyan el paso de la solución, la inclinación del tubo debe estar entre el 1% y 5% de la longitud del mismo (Lastra et al. 2009 citado por Barrera y Hernández 2010).

Soria (2012) especifica que este sistema es más adecuados para el cultivo de plantas de tallo corto o plantas de hojas como la lechuga en sus diferentes variedades y que es una técnica que requiere una inversión media. El sistema NFT funciona gracias a la recirculación de la solución nutritiva por tubos de PVC o similares, que llegan a un contenedor oscuro para evitar la incidencia de luz solar y aparición de algas en la solución, el agua con solución es impulsada con la ayuda de una electrobomba y sube nuevamente dicha solución a cada canal, en tiempos previamente establecidos controlados por un timer que enciende o apaga la electrobomba.

La oxigenación de la solución es muy importante, por ello, en la recirculación se debe de ocasionar un golpe de agua, para permitir dicho golpe el contenedor de solución

debe estar por debajo del nivel del suelo así con la caída por gravedad de agua se generan burbujas y se oxigena la solución.

Cabezas (2018) indica que el requerimiento de oxígeno disuelto para la lechuga es de 3-4 mg de O/l de solución nutritiva, la temperatura de la solución nutritiva debe estar dentro de los 15 a 25 °C, el pH debe ser 6.0 a 6.5 y la C.E. menor a 2.4 ds/m.

2.12.2 Sistema Raíz Flotante (SRF)

Según Marulanda e Izquierdo (2003), SRF es el cultivo en el cual solamente se emplea una solución formada por agua y sales minerales contenidas en un recipiente sólido de plástico o material similar. Debe su nombre de SRF porque las raíces de las plantas flotan dentro de la solución nutritiva y las plantas están sostenidas sobre una lámina de Tecnopor. Es un sistema muy eficiente para el cultivo de albahaca, apio y varios tipos de lechuga, con excelentes resultados, ahorro de tiempo y altas producciones. A pesar de su complejidad media, es muy apto para las huertas hidropónicas populares.

La oxigenación de la solución nutritiva es una práctica imprescindible en este sistema, ya que de ello dependerá el éxito del cultivo, al no ser un sistema recirculante como el NFT la solución se encuentra estancada, haciendo que los fertilizantes disueltos se precipiten o sedimenten en el fondo del contenedor.

Es posible oxigenar la solución de diferentes maneras, se puede batir con las manos o con un recipiente pequeño por lo menos dos veces por día la solución nutritiva por 3 a 5 minutos, también se puede utilizar una pequeña bomba de acuario que se puede encender 2 o 3 veces al día por 5 a 10 minutos. Si no se remueve la solución, las raíces empiezan a oscurecerse y se limita la absorción de nutrientes y agua, además, es posible que empiecen a formarse algas que competirán con las plantas por oxígeno y fertilizantes.

2.12.3 Ventajas de la hidroponía

OASIS (2017) e Izquierdo (2003) consideran las siguientes ventajas de los cultivos Hidropónicos:

- 1) Dotación ideal de agua, oxígeno y nutrientes.
- 2) Control y manejo eficiente y fácil del pH, salinidad y factores ambientales.
- 3) Ausencia total de malezas y reducción de incidencia de plagas y enfermedades.

- 4) Ahorro y eficiencia en el uso de agua y fertilizantes.
- 5) Se pueden usar aguas duras o de cierta salinidad.
- 6) Se incrementan los rendimientos por unidad de superficie.
- 7) Posibilidad de varias cosechas al año.
- 8) Mejora la calidad y uniformidad en los productos cosechados.
- 9) Mayor limpieza e higiene en los productos obtenidos.
- 10) Se puede producir en casi cualquier sitio incluyendo desiertos o zonas áridas.
- 11) Son cultivos inocuos para la salud de las personas.
- 12) Es una técnica moderadamente fácil de aprender y practicar.

2.12.4 Desventajas de la hidroponía

Existen algunos aspectos que podrían considerarse como inconvenientes al momento de iniciar esta técnica de cultivo, Sanz de Galdeano et al. (2003) y Zeoli (2011) señalan los principales:

- 1) El personal encargado debe poseer un moderado nivel técnico y de conocimiento, puesto que se manejan datos como pH y conductividad, que se deben interpretar.
- 2) La solución nutritiva debe ser formulada de acuerdo al cultivo, existen soluciones comerciales ya preparadas y listas para diluir, pero poseen un elevado costo y en ocasiones no cubren las necesidades totales del cultivo.
- 3) Se debe contar con instalaciones adecuadas si se desea realizar hidroponía en cierta escala comercial, además para poder controlar variables climáticas.
- 4) Costo inicial de instalación elevado, moderado en cuanto a la producción y comercialización.

2.13 SOLUCIONES NUTRITIVAS (SN)

Sanz de Galdeano et al. (2003) refieren que las soluciones minerales para cultivos hidropónicos no fueron desarrolladas hasta el siglo XIX, los primeros en desarrollar soluciones con nutrientes minerales para el cultivo sin suelo fueron los botánicos alemanes Julius von Sachs y Wilhelm Knop en la década de 1860 con su método “Cultivo en Solución”. En 1928, el profesor William Gericke de la Universidad de Berkeley, California fue el primero en sugerir que los “Cultivos en solución” se utilicen para producción agrícola comercial.

Luego se pidió a Dennis R. Hoagland y Daniel I. Arnon, especialistas en nutrición vegetal que desarrollen varias fórmulas para soluciones de nutrientes minerales; versiones modificadas de las soluciones de Hoagland se siguen utilizando actualmente.

La solución nutritiva es un conjunto de sales disueltas en agua, que varían su proporción según análisis de la especie y del agua de riego. Los nutrientes esenciales serán provistos a la planta mediante esta solución nutritiva, debe ser equilibrada y balanceada, la formulación parte de un análisis de agua, de sustrato utilizado, de los requerimientos de la especie a cultivar y de su estadio fenológico (Barrera y Hernández 2010).

Favela et al. (2006) refiere que, para que un nutriente sea considerado como esencial para las plantas debe cumplir con tres requisitos:

- a) Las plantas deben ser incapaces de completar su ciclo de vida si el elemento mineral está ausente.
- b) Las funciones del elemento en particular no pueden ser sustituidas por otro.
- c) El elemento debe estar involucrado directamente en el metabolismo de las plantas.

Los minerales de los que se ha demostrado la esencialidad se pueden dividir en dos subgrupos de acuerdo a la concentración de dicho elemento en los tejidos vegetales son los siguientes:

- a) Macronutrientes: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S.
- b) Micronutrientes: B, Cl, Na, Fe, Zn, Mn, Cu, Mo.

Se ha demostrado además que otros minerales como el Na, Si, Al, Co, Ni y Se, pueden estimular el crecimiento de las plantas.

Según Favela et al. (2006) existen indicadores o parámetros en la SN que debemos controlar e interpretar, los más importantes son: el pH, la conductividad eléctrica, concentración, el contenido de oxígeno disuelto y temperatura.

2.13.1 pH

Favela et al. (2006), aseveran que es sin duda el indicador más importante tanto en el suelo como en las soluciones hidropónicas, el pH define la disponibilidad de los nutrientes y nos ayuda a prevenir potenciales problemas debido a un alto o bajo pH.

En hidroponía se recomienda ajustar la solución en un rango de 5.5 a 6.5, la razón de mantener el pH en este rango es para hacer que los nutrientes estén disponibles para las plantas.

El valor del pH no es estático, cambia por diversos factores la temperatura de la solución, el cambio de temperatura en el ambiente, un desbalance en la cantidad de cationes y aniones en la SN, la calidad del agua utilizada, la fuente de fertilizantes pero, principalmente cambia debido al consumo de los nutrientes que son absorbidos, el pH sube cuando las raíces absorben mayor proporción de aniones que cationes y baja cuando se absorbe mayor proporción de cationes que aniones.

El pH es un valor inherente pero es dependiente de algunos factores como el tipo, cantidad y concentración de los fertilizantes que se utilizarán en la preparación, además también depende de la calidad de agua de riego que se manejará para la dilución.

2.13.2 Conductividad Eléctrica (CE)

Santos y Ríos (2016) la consideran como la cantidad de iones disueltos en la SN, la CE se suele expresar en dS/m o mS/cm y se puede calcular gracias a la capacidad que tienen algunos elementos de conducir la corriente eléctrica.

Se le asocia también con la tolerancia a sales que posee cada cultivo y como una limitante del rendimiento máximo que este pueda tener, por ejemplo, la lechuga con una CE de 1.3 dS/m no sufre pérdidas pero, conforme la CE se eleva su rendimiento se reduce en 10% con 2.1 dS/m, en 25% con 3.2 dS/m y hasta en 50% con 5.1 dS/m, a pesar de tolerar una salinidad de hasta 5.1 dS/m, se le considera a la lechuga como un cultivo sensible a la salinidad pues el valor inicial para su rendimiento del 100% es bajo en comparación con otros cultivos.

Este valor está relacionado además, con la cantidad de sales existentes en la solución nutritiva, aunque para saber la suma exacta de sales se maneja también el total de sólidos disueltos (TDS) o partes por millón (ppm). En hidroponía se recomienda para hortalizas un valor entre 2 y 4 dS/m que usualmente marcan de un rango de 800 ppm a 1000 ppm.

2.13.3 Temperatura de la solución nutritiva

La temperatura de la SN influye en la absorción de cantidad agua y por consiguiente la de nutrientes también. La temperatura óptima para la mayoría de las plantas es de aproximadamente 22 °C; conforme la temperatura de la SN disminuye, la absorción de agua y nutrientes también lo hace. Con temperaturas menores a 15 °C se presentan deficiencias de calcio, fósforo y hierro.

Una de las razones por las que se muestran deficiencias de algunos nutrientes cuando la SN tiene bajas temperaturas, se debe a que en esas condiciones la endodermis de la raíz se suberiza, reduciéndose la permeabilidad, disminuyendo la absorción de agua y nutrientes (Cornillon (1988) y Adams (1994) citado por Favela et al. 2006).

2.13.4 Consideraciones del agua a utilizar en la SN

OASIS (2017) recomienda que para asegurar resultados satisfactorios con SN se deben controlar ciertos factores que garanticen la calidad del agua, pues todas las fuentes de agua sean naturales o tratadas, contienen algunas impurezas. En un proyecto de hidroponía comercial, se debe realizar un análisis químico del agua para evitar posibles problemas nutricionales o de contaminación.

Dicho análisis debe contemplar:

- 1) Sólidos totales, la concentración ideal debe ser cercana a los 250 ppm, si es que los valores son mayores de 1000 ppm no deberá usarse.
- 2) Cloruros, presentes cuando los sólidos totales exceden los 500 ppm.
- 3) Carbonatos, para poder ajustar los niveles de calcio y magnesio en la SN.
- 4) Metales pesados, debe estar libres de aluminio, cadmio, mercurio, etc.

2.13.5 Soluciones madre, stock o concentradas

Según Izquierdo (2003) la forma más sencilla de preparar una solución madre es considerar las propiedades de los fertilizantes, el tipo o manejo del cultivo y la especie vegetal con la que se va a trabajar. Para preparar soluciones nutritivas hidropónicas, se aconseja hacerlo separando los macronutrientes (Solución “A”) y los micronutrientes (Solución “B”), esta forma ha sido probada con éxito en varios países de América Latina y el Caribe y permiten producir gran variedad de hortalizas, especies ornamentales y medicinales bajo diferentes sistemas de cultivo sin suelo.

La elección del fertilizante debe basarse en cuanto a su pureza, solubilidad, su grado de alcalinidad, compatibilidad y por supuesto a su disponibilidad. Existen formulaciones para preparar soluciones bases, es decir, en teoría cubren las necesidades de nutrientes de diversos cultivos, estas pueden ser corregidas o ajustadas, en algunos casos se debe preparar una solución concentrada “C” con el o los elementos faltantes o que se desean adicionar.

Cuadro N° 3: Ley y Solubilidad de algunos fertilizantes comerciales

	FERTILIZANTE	UNIDADES DE FERTILIZANTE				Solubilidad (g/L agua a 20 °C)
		N	P	K	Otro	
NITROGENADOS	Nitrato de amonio	34	0	0	0	1700
	Sulfato de amonio	21	0	0	0	500
	Nitrato de calcio	15,5	0	0	Ca (26)	1200
	Urea perlada	46	0	0	0	500
	Nitrato de magnesio	27	0	0	Mg (4)	550
FOSFATADOS	Fosfato monoamónico	10	50	0	0	200
	Fosfato diamónico	18	46	0	0	690
	Superfosfato triple	0	46	0	0	390
POTÁSICOS	Cloruro de potasio	0	0	60	0	350
	Nitrato de potasio	13.5	0	44	0	300
	Sulfato de potasio	0	0	50	0	110

FUENTE: Rodríguez y Guzmán (2004), Villablanca y Villavicencio (2010)

2.13.6 Propiedades de los fertilizantes usados en Hidroponía

Un fertilizante es un producto sintético, inorgánico, aporta elementos nutritivos para las plantas y como producto químico es una sal inerte sin carga que al mezclarse con agua se disocia dejando nutrientes en forma iónica (Rodríguez y Guzmán 2004).

Guerrero (2015~) resalta que las propiedades más importantes de los fertilizantes para su elección y uso en cultivos sin suelo son:

- Grado o índice de alcalinidad y salinidad**, debe ser bajo para evitar posible problemas de quemaduras en las raíces u hojas jóvenes, además para evitar que el

pH de la SN suba, es posible corregir un pH alto usando ácidos comerciales como ácido fosfórico, ácido nítrico o ácido sulfúrico.

- b) **Solubilidad en agua**, deben ser muy solubles a una temperatura promedio de 15° C a 20° C, de esa forma se garantiza la liberación del nutriente. En ocasiones se encuentra relacionada a la granulometría y tipo de cubierta, este aspecto es muy importante si el riego se hace mediante sistemas como goteo o aspersión.
- c) **Compatibilidad**, al momento de preparar las mezclas los fertilizantes no deben provocar reacciones químicas como precipitados, desarrollo de calor en la SN o producción de gases.

Figura N° 1: Compatibilidad de Fertilizantes Comerciales

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	Cloruro de potasio													1 Cloruro de potasio
2	Sulfato de potasio													2 Sulfato de potasio
3	Sulfato de amonio													3 Sulfato de amonio
4	Nitrato de amonio cálcico													4 Nitrato de amonio cálcico
5	Nitrato de potasio y sodio													5 Nitrato de potasio y sodio
6	Nitrato de calcio													6 Nitrato de calcio
7	Cianamida de calcio													7 Cianamida de calcio
8	Urea													8 Urea
9	Superfosfato triple													9 Superfosfato triple
10	Fosfato de amonio													10 Fosfato de amonio
11	Escorias básicas													11 Escorias básicas
12	fosfatos Rhenania													12 fosfatos Rhenania
13	Hiperfosfatos													13 Hiperfosfatos
14	Carbonato de calcio													14 Carbonato de calcio

☐	Compatible
☒	Compatibilidad limitada
☒	Incompatible

FUENTE: ICA (1992) citado por Guerrero (2015~)

Fotografía N° 9: Fertilizantes solubles incluidos en el Kit de SN “La Molina”



2.14 ANTECEDENTES

Baptista J. (2010), en su trabajo, **Respuesta de distintos cultivares de minilechuga (*Lactuca sativa* L.) a diversas fisiopatías y a la acumulación de nitratos en hojas durante tres ciclos, con tres soluciones nutritivas y en dos modalidades de cultivo**, cuyo objetivo fue estudiar sobre cuatro cultivares de minilechuga, la influencia de diferentes soluciones nutritivas con un contenido variable de nitratos y dos modalidades de cultivo (aire libre e invernadero), comprobando que existen interacción en cuanto a la respuesta de las distintas variedades de lechuga, en por lo menos una variedad que utilizó frente a diferentes soluciones nutritivas.

Bocanegra O. (2014), en su estudio, **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**, utilizó diferentes cantidades de Biol como biofertilizante o fertilizante orgánico en Lechuga establecido en campo abierto, reportando que a su Dosis de 4m³/ha de Biol, obtuvo diferencia estadística significativa, con un peso de 7.5 Kg para 10 plantas.

Sernaqué F. y López J. (2012), en su investigación, **Evaluación de tres tipos de fertilizantes en *Lactuca sativa* (“lechuga”)**, determinó que no hubo diferencia estadística significativa en cuanto a la respuesta de la lechuga por parte de los tres tipos de fertilizantes utilizados, es decir, el Fertilizante orgánico que utilizó ayudo de igual forma que uno sintético y uno hidropónico, al desarrollo de la planta.

Ivan A. (2013) en su tesis, **Comportamiento bioagronómico del cultivar de Lechuga Silverado (*Lactuca sativa*) con abonos orgánicos en el Cantón Salcedo**, determinó por comparación de estos, que el Bocashi, produce mayor peso por cabeza en el cultivar de Silverado, además que obtuvo el mayor costo beneficio.

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

El proyecto se desarrolló en los módulos de hidroponía del fundo “La Banda” Huasacache localizado en el distrito Jacobo D. Hunter de la provincia, región de Arequipa. Se encuentra ubicado a una Altitud de 2,240 msnm con las siguientes coordenadas geográficas: Latitud: 16°25’43” y Longitud: 71°34’04”

Fotografía N° 10: Ubicación del Fundo “La Banda” Huasacache, Módulos de Hidroponía de la Universidad Católica de Santa María



Fuente: GOOGLE MAPS

3.2 FECHAS INICIO Y TÉRMINO

Fecha de Inicio: 16 de setiembre del 2017

Fecha de Término: 05 de diciembre del 2017

Se inició con la siembra de los almácigos en el mes de Agosto y se realizó la cosecha de las cabezas de lechuga maduras, en el mes de Diciembre del 2017.

3.3 DATOS CLIMÁTICOS

Proveídos por la estación Tipo Convencional – Meteorológica HUASACACHE, ubicada en el distrito Jacobo Hunter, de la provincia y departamento de Arequipa, a una altitud de 2200 m.s.n.m., con Latitud Sur: 16° 27' 27.87" y Longitud Oeste: 71° 33' 58.85", la Humedad Relativa se calculó mediante método Psicométrico utilizando el aplicativo web propiedad de MetAs S.A.

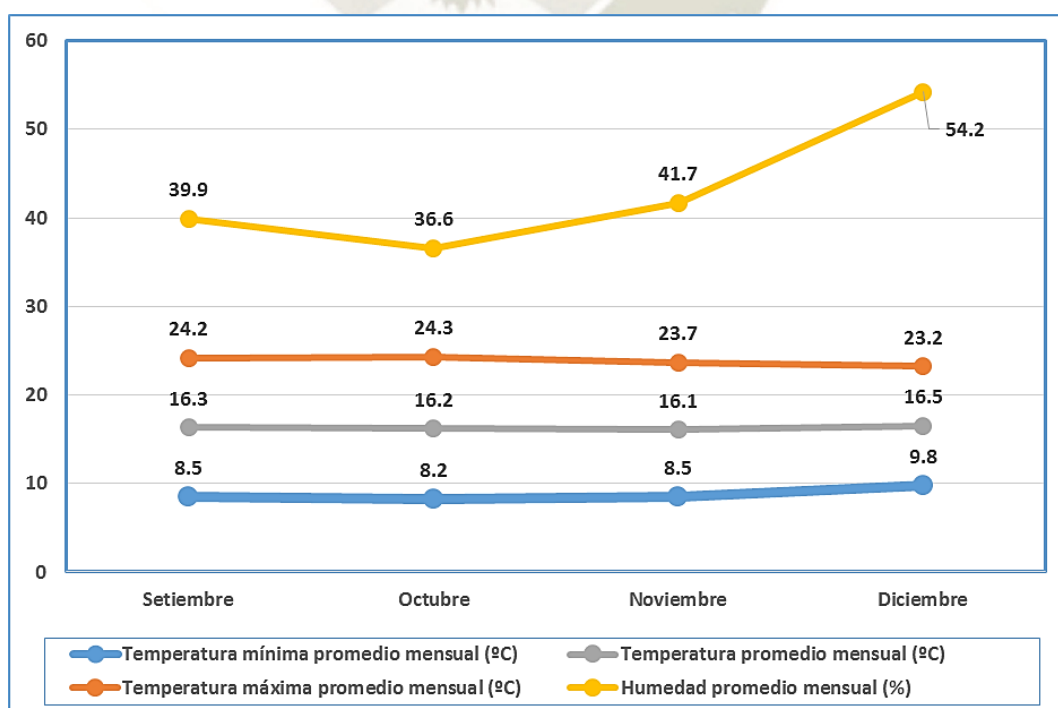
Cuadro N° 4: Temperatura y Humedad Relativa

MES	Temperatura mínima promedio mensual	Temperatura máxima promedio mensual	Temperatura promedio mensual	Humedad promedio mensual (%)
Setiembre	8.5	24.2	16.3	39.9
Octubre	8.2	24.3	16.2	36.6
Noviembre	8.5	23.7	16.1	41.7
Diciembre	9.8	23.2	16.5	54.2

(*) Calculado mediante método Psicométrico utilizando la web:
<http://www.metas.com.mx/utilerias/calculohumedadrelativa.php>

Fuente: SENAMHI (2017)

Gráfico N° 1: Temperatura y Humedad Relativa



3.4 ANÁLISIS DE AGUA

Se utilizó como fuente de agua la proveída en el fundo, que es agua potable. El análisis respectivo del agua potable se encuentra detallada en el Anexo N° 2.

3.5 MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.5.1. Materiales

I) Material Biológico

1. Semilla de lechuga de tres cultivares:
 - a. Parris Island Cos
 - b. Waldman's Green
 - c. Prize Head

II) Material de campo

1. Módulo de Sistema Hidropónico NFT
2. Electrobomba 1 HP y 0.5 HP
3. Tanque de agua de 1100 y 600 L
4. Solución nutritiva A y B
5. Fertilizante Orgánico: Biol
6. Camas flotantes (SRF)
7. Cinta métrica
8. Baldes de plástico: 20 y 4 L
9. Lampa
10. Rastrillo
11. Coreador
12. Cámara fotográfica

III) Materiales de laboratorio

1. Balanza Electrónica de precisión
2. Medidor portátil de pH y CE
3. Estufa
4. Regla metálica

IV) Materiales de Escritorio

1. Libreta de apuntes
2. Computadora
3. Calculadora

3.5.2 Metodología

I) Acondicionamiento del Módulo de Hidroponía

Se inició las labores en el módulo con la limpieza de ambiente, se eliminaron todas las malas hierbas presentes ya que pueden ser hospederas de plagas o enfermedades.

Algunas paredes de la cobertura de malla necesitaban reparación, se utilizó parches de malla Raschel para cubrir los agujeros y evitar el ingreso no deseado de corrientes de aire, de aves o de insectos voladores como polillas o pulgones. Finalmente se lavó la y desinfectó toda la tubería tanto de los módulos como la tubería enterrada así como el tanque de agua de 1100 L.

Fotografía N° 11: Reemplazo de la tubería de inyección por mangueras con válvulas



II) Labores en camas de raíz flotante (SRF)

Se empieza nivelando la superficie del suelo donde se ubicarán las camas, el nivel debe ser con pendiente cero. Se acondicionó las camas del SRF, se colocó planchas de madera en la base de las estructuras de metal de las camas así como plástico trenzado, que es muy resistente y soporta el peso del agua y de los plantines.

Se debió reforzar la base de la estructura de los caballetes así como soldar los fierros laterales que soportan el peso total de las camas del SRF, se soldó con ángulos de fierro de 1 m. para la base. La estructura de las camas para SRF, cuenta con las siguientes dimensiones: Alto: 0.17 m, largo: 1.25 m y ancho: 1.00 m. Es importante conocer las dimensiones de las camas pues así podemos calcular la cantidad de SN que se debe preparar para llenar la misma, así para cargar las camas se debe preparar 220 litros, se

debe dejar un espacio para la lámina de Tecnopor de por lo menos 2 cm, es decir se preparó solamente 187.5 L de solución, considerando una altura de 0.15 m.

Se colocó una plancha Tecnopor con las mismas dimensiones del largo y ancho de las camas, menos 1 cm a cada lado para que quede libre y no encaje con presión, cada plancha cuenta con celdas perforadas a calor, en total son 182 de 2.5 cm de diámetro celdas para contener los vasitos de plástico que almacenarán los plantines hasta el momento del segundo trasplante.

Las camas están sobre un caballete de metal que cuenta con las siguientes medidas: Alto: 0.83 m, largo: 9.50 m y ancho: 0.85 m. La altura sumada de las camas y del caballete es de 1 m sobre el nivel del suelo, altura adecuada para facilitar el trabajo sobre las mismas, se utilizaron 6 camas de SRF, 2 para cada cultivar.

Fotografía N° 12: Mantenimiento y soldadura de los caballetes de metal para las camas que se usarán en el sistema SRF



Fotografía N° 13: Cama con plancha de Tecnopor lista para ser usada en SRF



III) Rediseño de las tuberías del sistema NFT en el módulo

Se rediseñó la anterior tubería de inyección para uniformizar el ingreso de agua a los tubos de cultivo, además se instaló una bomba eléctrica de 0.5 HP junto con un tanque de agua de 600 L de capacidad, para proveer de SN más Biol al módulo correspondiente.

Se corrigió la nivelación de las tuberías de distribución o cultivo para que almacenen la misma cantidad de agua, se debe considerar una pendiente de máximo 1 % hacia la tubería de recolección, de esta forma el agua circulará por gravedad hacia la tubería de colección y luego hacia los tanques de agua.

Se instaló un tubo de 4" adicional en el suelo que sirvió para llevar el agua colectada hacia un distinto tanque de agua de 600 L, de esta forma ambas soluciones propuestas no se mezclan.

Se cambió los niples que conectaban las mangueras hacia tubería de colección, el diámetro anterior era de 1" y se cambió a niples de 2", de esta forma se mejoró el drenaje y el nivel del agua dentro de los tubos de cultivo.

Fotografía N° 14: Rediseño de la tubería de Colección que va enterrada en el suelo



Se revisó posibles fugas o pérdidas de agua, debido a fisuras, roturas o malas conexiones a lo largo de toda la tubería de inyección y colección, así como los tubos donde se cultivará las lechugas, los tubos enterrados y los tanques de agua:

Un tanque con capacidad de 1100 L con 1.1 m de diámetro y una altura útil de 1.16 m y un segundo tanque de 600 L con diámetro 0.97 m y una altura útil de 0.8 m.

Los tanques de agua se encuentran en la parte superior o cabecera del módulo, seguidos de estos se encuentran las electrobombas, estas van conectadas a una caseta que cuenta con una cuchilla o palanca, una resistencia y un timer, este permite que los riegos sean automatizados.

Fotografía N° 15: Individualización de la tubería de ambas Bombas Eléctricas



IV) Siembra de Almácigos de Lechuga

La siembra se efectuó en Bandejas Almacigueras de 288 celdas, utilizando como sustrato Peat Moss desinfectándolo con sulfato de cobre, se realizó la siembra el día 16 de Setiembre.

Se depositó 2 semillas en cada celda, para garantizar la emergencia de por lo menos una plántula, los cotiledones empiezan a emerger a los 7 días, a los 14 días ya cuentan con hojas verdaderas, a los 23 días ya están listas para poder ser llevadas al SRF.

Cuadro N° 5: Semillas de Cultivares de lechuga utilizados

CULTIVARES	TIPO
Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) cv. “Parris Island Cos”	Romana - Cos
Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) cv. “Prize Head”	Lollo Rossa
Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) cv. “Waldman’s Green”	Lollo Bionda

Fotografía N° 16: Plantines de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Prize Head en bandeja a los 3 días de germinadas



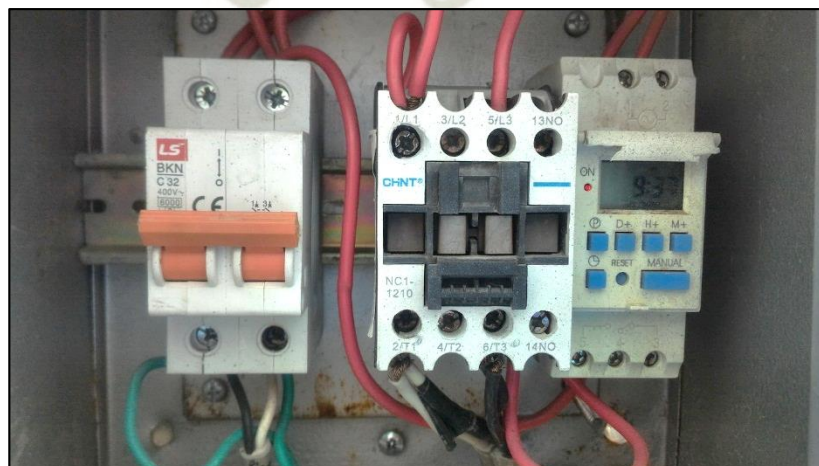
V) Riegos y Programación del Timer

Los riegos durante la etapa de almácigo se hicieron solamente con agua potable, no se utilizó Solución Nutritiva sino hasta que las plantas hayan tenido por lo menos un par de hojas verdaderas.

Cuando las plantas presentaron hojas verdaderas a los 14 días, se regó con agua más la mitad de solución nutritiva correspondiente, es decir 2.5ml de solución “A” y 1 ml de solución “B”, hasta el momento del primer trasplante a SRF.

Durante la etapa de SRF y NFT, las raíces se encuentran completamente sumergidas en solución nutritiva en un sistema prácticamente cerrado, donde las pérdidas de agua en cada sistema son solamente debido al consumo de las plantas.

Fotografía N° 17: Detalle del interior panel eléctrico, de izquierda a derecha: Un interruptor o palanca, un Contactor y el Timer



El agua consumida se controla revisando el nivel de la misma dentro del contenedor respectivo, para facilitar los cálculos se considera como altura 1 cm así:

a) Camas Flotantes: Que contienen las planchas de Tecnopor:

$$\text{Solución Consumida} = A * a * L$$

$$\text{Solución Consumida} = 0.01 \text{ m} * 1 \text{ m} * 1.15 \text{ m} = 0.0115 \text{ m}^3$$

$$\boxed{\text{Solución Consumida} = 11.5 \text{ l}}$$

Donde: “A” es altura, “L” es el largo y “a” es el ancho de la cama flotante

b) Tanque de 1100 litros: Que contiene solamente SN.

$$\text{Solución Consumida} = \text{Área de la base} * A$$

$$\text{Solución Consumida} = (\pi * (0.55 \text{ m})^2 * 0.01 \text{ m} = 0.0095 \text{ m}^3$$

$$\boxed{\text{Solución Consumida} = 9.5 \text{ l}}$$

Donde: “A” es altura y 0.55 m es el radio de la base del tanque de 1100 litros.

c) Tanque de 600 litros: Contiene SN + Biol.

$$\text{Solución Consumida} = \text{Área de la base} * A$$

$$\text{Solución Consumida} = (\pi * (0.49 \text{ m})^2 * 0.01 \text{ m} = 0.00754 \text{ m}^3$$

$$\boxed{\text{Solución Consumida} = 7.54 \text{ l}}$$

Donde: “A” es altura y 0.49 m es el radio de la base del tanque de 600 litros.

Se adiciona la cantidad correspondiente de Biol junto con el agua necesaria para el caso del tanque con SNLM + Biol. No se adiciona SN pues la formulación que está indicada para 1000 L de agua ya contiene los nutrientes y concentración adecuada que las lechugas consumirán durante su desarrollo en SRF y NFT hasta la cosecha.

VI) Primer Trasplante a SRF

Se efectuó a los 23 días de la siembra, los plantines tienen de 2 a 3 pares de hojas verdaderas, el grosor del tallo es de 5 mm o mayor y las raíces cuentan con una longitud promedio de 6 cm. Se rotuló con numeración del 1 al 123 chinchas con la cabeza pintada de blanco por cada tratamiento, cada 41 plantas representará una repetición en el tubo cuando se realice el trasplante a sistema NFT.

Para que los plantines puedan ser trasplantados al SRF, se prepararon previamente las 6 camas que fueron llenadas con agua y SN o agua y SN + Biol de la siguiente forma:

- a. **3 Camas con sólo SNLM**: Hasta 15 cm de altura que corresponde a 167 l de agua, se adiciona 835 ml de solución “A” y 334 ml de solución “B”.
- b. **3 Camas con SNLM + BIOL**: Hasta 15 cm de altura que correspondería a 14 l de agua y 25 l de Biol, se adiciona 835 ml de solución “A” y 334 ml de solución “B”.

Se perforó las bases de los vasos de plástico de 2 oz para permitir el desarrollo de las raíces de los plantines, también se recortó las planchas de espuma a un diámetro similar a los vasos y fueron colocados alrededor del cuello de los plantines con las raíces lavadas y sin sustrato, así sirvieron como soporte o anclaje al vaso para que no se sumerjan demasiado en la solución y poder evitar potenciales problemas fitosanitarios.

Las planchas de Tecnopor deben tener las mismas dimensiones que la estructura de metal de las camas de SRF menos 1 o 2 cm, para evitar que los rayos del sol incidan sobre la SN y se propicie el crecimiento de algas en el fondo y paredes de la cama, es importante impedir el desarrollo de algas ya que éstas consumen rápidamente el oxígeno de la SN y consumen Nitrógeno en forma amoniacal que ocasiona una acidificación repentina de la SN.

Fotografía N° 18: A) Perforado de planchas de Tecnopor, B) Contenedores de plástico y C) Preparación de plantines para primer trasplante



Se marcó con plumón las marcas de los orificios en la plancha de Tecnopor con la ayuda de una plantilla de papel, para que el distanciamiento sea uniforme entre cada orificio donde se depositarán los vasitos de plástico con los plantines. Se usó un

alambre doblado y preparado para ejecutar hoyos de 2 pulgadas de diámetro, se utilizó el alambre caliente para poder penetrar el Tecnopor, el corte debe ser limpio y recto para que los vasitos queden en posición vertical.

En cada cama se cultivaron 200 plantines. Se utilizó en total 6 camas, 2 por cada cultivar, una cama para ser fertilizada con solamente SN y la otra con SN + Biol.

VII) Trasplante Definitivo de Plantines a Sistema NFT

A los 45 días después de la siembra, se efectuó el trasplante definitivo al sistema NFT, los plantines presentan de 6 a 8 pares de hojas, la longitud de sus raíces es de 15 a 19 cm, presentan buen vigor y sólo se trasplantó plantas sanas que no presenten síntomas o signos de virus y enfermedades.

Se distribuyó aleatoriamente 41 plantines rotulados dentro de un tubo y se completó el restante con 14 plantines no rotulados, los cuáles no serán evaluados, cada tubo representa una repetición, cada repetición fue ubicada aleatoriamente dentro del módulo. Los plantines de lechuga permanecieron en este sistema NFT hasta el día de su cosecha.

VIII) Control Fitosanitario

Previo a la siembra de las semillas se desinfectó el sustrato en forma preventiva con Sulfato de Cobre en una solución de 15 g CuSO_4 /L para evitar incidencia hongos del suelo como *Botrytis* y *Rhizoctonia*.

Se ejecutó una desinfección de toda tubería del sistema NFT antes de realizar el trasplante definitivo, se preparó una solución utilizando 150 ml de Hipoclorito de Sodio para obtener una solución de 6 ppm, (la lejía comercial contiene 4% de NaClO), de la misma manera se lavó con esta solución los tanques de agua.

Durante la fase de SRF se utilizó Folicur 2ml/2 L agua, que es un fungicida sistémico, para prevenir la aparición de hongos que causan chupadera en las raíces, la aplicación se realizó en forma preventiva una sola vez a los 5 días después del trasplante a SRF.

En el sistema NFT se realizaron aplicaciones de pesticidas orgánicos a base de fermentados de ajo (*Allium sativum* L.) que actúan principalmente como repelentes de insectos en forma alelopática gracias a sus compuestos sulfurados.

Para el control de patógenos que pueden afectar las hojas como son: Oidium y Mildiu, se hizo controles preventivos con fungicidas CORAZA y KUMULUS DF en dos ocasiones.

Fotografía N° 19: Conjunto de plantines del cv. Parris Island Cos. en SRF



Fotografía N° 20: Plantines trasplantados en los tubos del sistema NFT



Fotografía N° 21: Aplicación preventiva, vía foliar del Pesticida Orgánico a base de Ajo (*Allium sativum* L.)



IX) Ensayo en laboratorio con Biol

Se realizó diferentes ensayos en laboratorio con alícuotas de 1000 ml utilizando diferentes combinaciones para determinar la cantidad máxima de Biol a diluir en la solución final. Teniendo en cuenta el pH y la C.E., se reporta que las medias más adecuadas para las lechugas son 6.0 a 6.5 de pH y una conductividad promedio de 2.5 dS/m. (Santos y Ríos 2016)

Cuadro N° 6: RESULTADOS DE ENSAYOS 1 CON BIOL Y SNLM

ENSAYO	MUESTRA (1 litro)	pH	C.E.
1	Agua	7.2	0.23
2	Biol	11.2	6.54
3	SNLM + Agua (5ml "A" – 2ml "B")	6.6	1.29
4	Biol 20% + Agua 80%	7.3	1.43
5	Biol 20% + Agua 80% + SNLM (5ml "A" – 2ml "B")	7.1	2.8
6	Biol 15% + Agua 85% + SNLM (5ml "A" – 2ml "B")	7.1	2.41
7	Biol 10% + Agua 90% + SNLM (5ml "A" – 2ml "B")	7.0	2.24

Cuadro N° 7: RESULTADO ENSAYO 2 DE pH y CE CON BIOL Y AGUA

ENSAYO	MUESTRA (1 L)	COMPOSICIÓN (%)	pH	CE
1	BIOL	100% Biol	11.2	7.16
2	AGUA	100 % Agua potable	7.2	0.23
3	BIOL + AGUA	20% Biol + 80% Agua	8.6	2.51
4	BIOL + AGUA	15% Biol + 85% Agua	8.1	2.25
5	BIOL + AGUA	10% Biol + 90% Agua	7.6	2.11

FUENTE: Elaboración propia.

De los resultados se eligió a el ensayo 6 como el más adecuado, si bien se encuentra dentro el límite de la C.E., se consideró que un experimento con sólo un 10% de Biol podría no ser significativo en los resultados finales.

X) Solución concentrada “A”

La solución concentrada “A” propuesta por La Universidad Nacional Agraria de la Molina (UNALM) y que se manejó en el presente trabajo, contiene los siguientes fertilizantes:

- 1) Nitrato de Potasio, 550 g
- 2) Nitrato de Amonio, 350 g
- 3) Fosfato mono amónico, 180 g

Para preparar la solución “A” se sigue los siguientes pasos:

- a) Disolver el nitrato de potasio en 3 litros de agua.
- b) Adicionar el nitrato de amonio sobre el nitrato de potasio ya disuelto.
- c) En un recipiente distinto, dejar remojando el superfosfato triple en medio litro agua durante 1 hora.
- d) Agregar superfosfato triple disuelto sobre la solución de nitrato de potasio y nitrato de amonio.
- e) Lavar con poca agua el superfosfato triple que no disolvió en el recipiente. Luego de 3 o 5 lavadas, eliminar la arenilla que queda en el fondo.
- f) Añadir agua hasta completar el volumen final de 5 litros.
- g) Etiquetar y almacenar en un envase oscuro.

XI) Solución concentrada “B”

Compuesta por los fertilizantes:

- 1) Sulfato de magnesio, 220 g
- 2) Quelato de hierro, 17 g
- 3) Mezcla de micronutrientes (manganeso, boro, zinc, cobre y molibdeno).

La solución “B” se prepara de la siguiente forma:

- a) Disolver el sulfato de magnesio en un litro de agua.
- b) Echar la mezcla de Micronutrientes en 100 ml de agua destilada o hervida y añadirlo a la solución de sulfato de magnesio.
- c) Adicionar el quelato de hierro.
- d) Agregar agua hasta completar volumen final de 2 litros.

Ambas soluciones deben ser selladas y almacenadas en recipientes oscuros.

3.7 COMPONENTES DE ESTUDIO

- a) Biol
- b) Solución Nutritiva La Molina.
- c) Cultivares de Lechuga (*Lactuca sativa* L.): cv. “Parris Island Cos”
cv. “Prize Head”
cv. “Waldman’s Green”
- d) Respuesta de los cultivares a dos soluciones diferentes.

3.8 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño que se empleará serán dos DCA, cada uno contará con 3 tratamientos que serán las tres variedades de Lechuga. Cada DCA será fertilizado con una solución nutritiva diferente, teniendo: SNLM = Solución Nutritiva “La Molina” y SNLM + Biol= 85% SNLM y 15 % Biol, se realizarán 3 repeticiones de cada variedad, obteniendo 9 unidades para cada DCA y un total de 18 unidades experimentales en el diseño planteado. Posteriormente se hará un análisis combinado entre los dos DCA.

Se cuenta con dos módulos independientes, cada módulo servirá para proveer de una solución y para realizar 9 unidades experimentales: 3 tratamientos (3 cultivares de lechuga) con una solución en el tanque: S.N. “La Molina” o S.N. “La Molina” + Biol y con 3 repeticiones.

Los módulos poseen 9 tubos, cada tubo hace las veces de una repetición para cada tratamiento, en cada módulo se tiene 3 tratamientos con sus 3 repeticiones respectivas, por tubos hay 54 espacios disponibles para una lechuga con un total de 486 por módulo. Se evaluarán 41 plantas por repetición.

Fotografía N° 22: Tanques con SN, la Izquierda: S.N. 2; a la derecha: S.N. 1



Fotografía N° 23: Tamizado de Biol para ser usado junto con la SN



En las siguientes tablas se resume cada tratamiento junto con la solución que se utilizará:

Cuadro N° 8: Resumen de los Tratamientos DCA I

No	DESCRIPCIÓN DEL CULTIVAR	SOLUCION
T1	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) cv. “Parris Island Cos”	S.N. 1
T2	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) cv. “Prize Head”	S.N. 1
T3	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) cv. “Waldman’s Green”	S.N. 1

Cuadro N° 9: Resumen de los Tratamientos DCA II

No	DESCRIPCIÓN DEL CULTIVAR	SOLUCION
T1	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) cv. “Parris Island Cos”	S.N. 2
T2	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) cv. “Prize Head”	S.N. 2
T3	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) cv. “Waldman’s Green”	S.N. 2

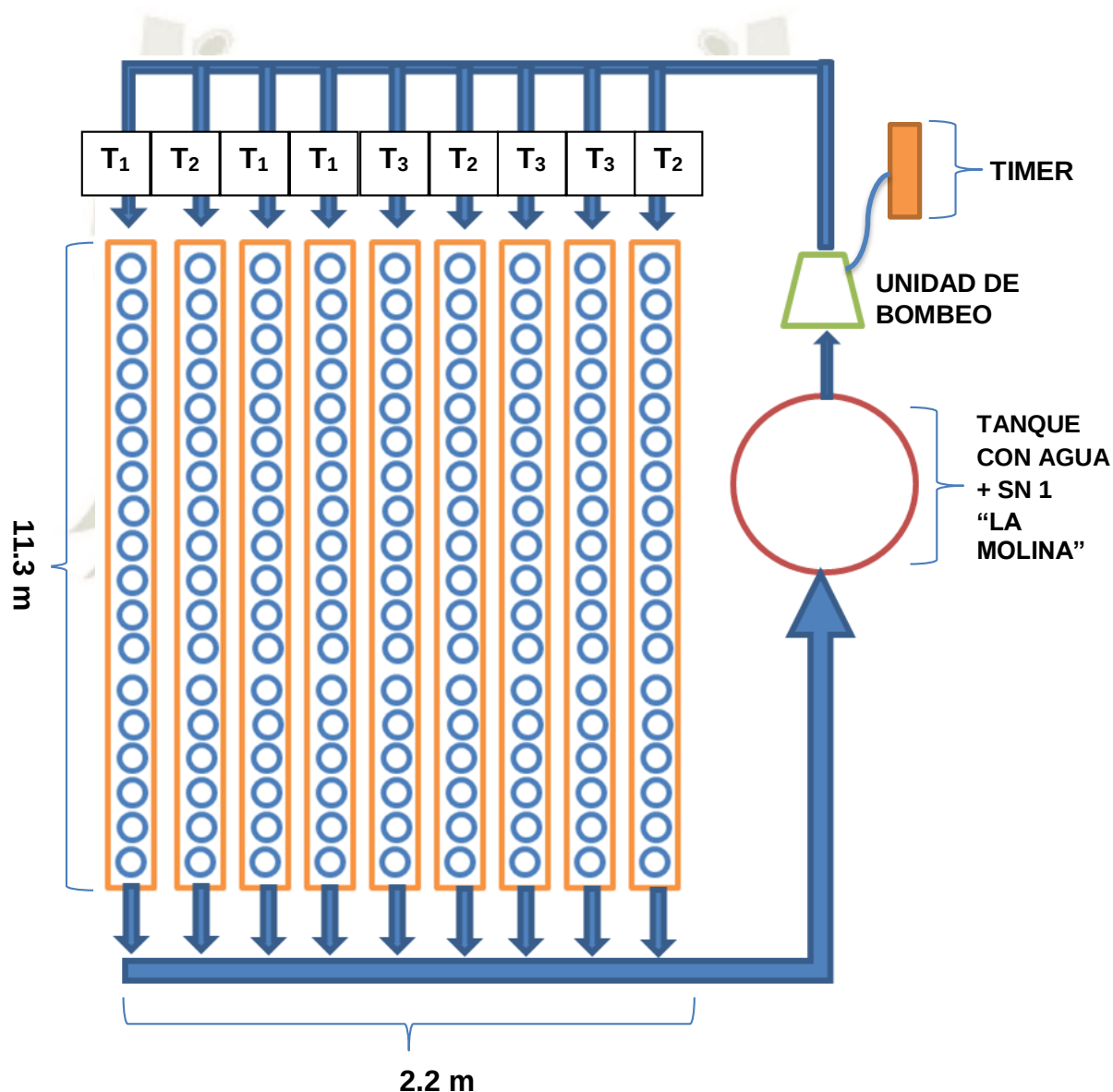
S.N.1 = Solución Nutritiva La Molina

S.N. 2 = Solución Nutritiva La Molina + Biol

3.9 CROQUIS

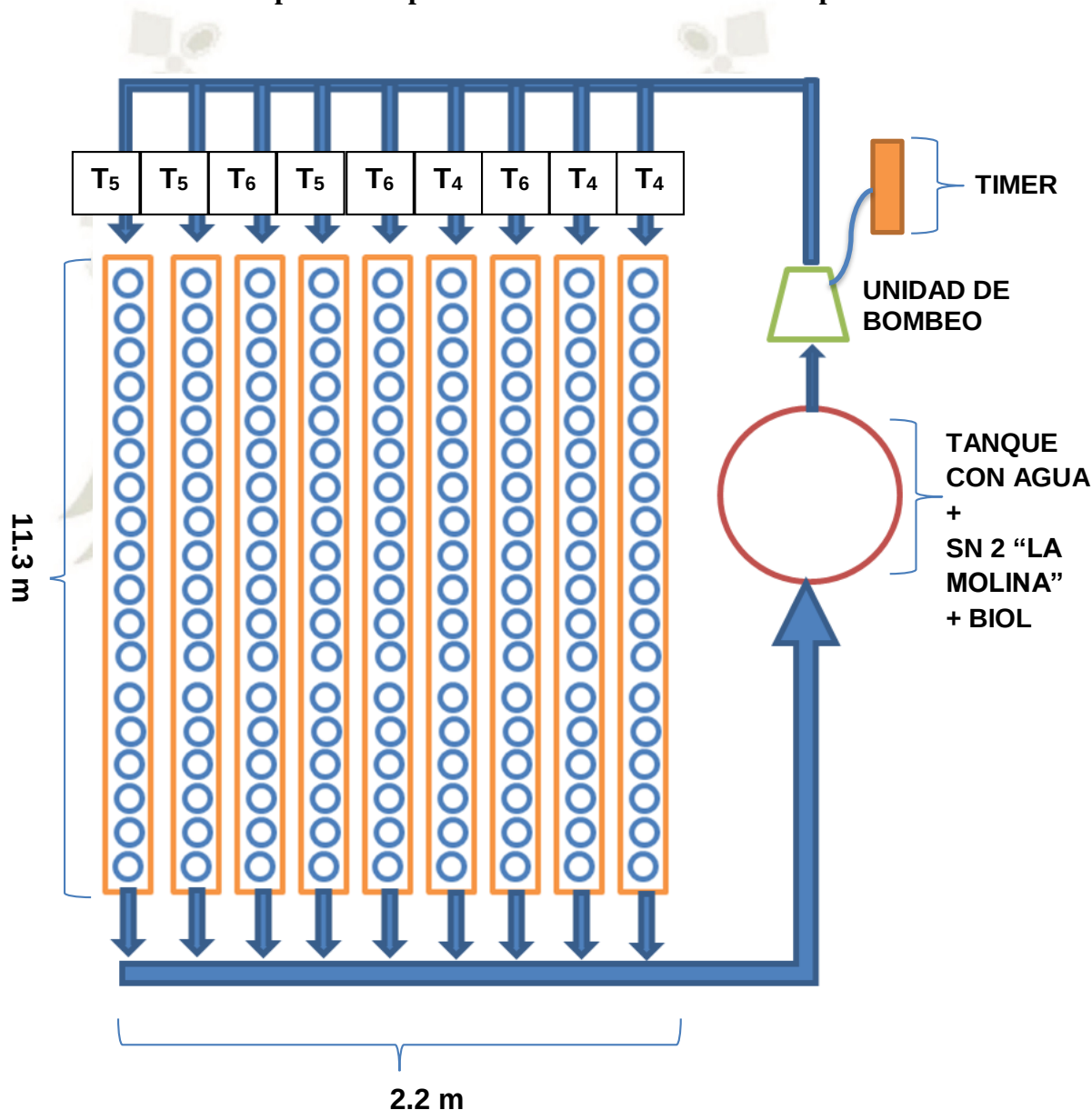
Las siguientes figuras representan los dos módulos de hidroponía, la distribución de los tratamientos y las soluciones que se empleará en cada módulo.

Figura N° 2: DCA 1, vista de planta de la distribución aleatoria de los 3 tratamientos con sus correspondientes repeticiones en un módulo de hidroponía



Los círculos azules indican el lugar donde se ubica cada lechuga dentro de los tubos, estos, son simbolizados por los rectángulos naranjas, las flechas indican la dirección que sigue el agua, en la parte superior se detalla la tubería de distribución y en la inferior la tubería de colección que termina en el tanque de agua.

Figura N° 3: DCA 2, vista de planta de la distribución aleatoria de los 3 tratamientos con sus respectivas repeticiones en un módulo de hidroponía



3.10 EVALUACIONES

3.10.1 Evaluaciones en vivero

3.10.1.1. Evaluación de las Características Biométricas

a) Longitud de raíces:

Se midió la longitud desde el cuello de planta hasta el extremo o punta de la raíz más larga, se empleó una regla metálica graduada.

La evaluación de la longitud de raíces fue en 4 momentos:

- 1) Trasplante definitivo a sistema NFT
- 2) Cada semana posterior luego del trasplante a NFT (3 semanas)

Fotografía N° 24: Medida de la Longitud de Raíces utilizando regla metálica



b) Número de hojas

Se obtuvo contando el número de hojas de la planta, el conteo se hizo manualmente.

La evaluación del número de hojas se realizó en 4 instancias:

- 1) Trasplante definitivo a sistema NFT
- 2) Cada semana posterior luego del trasplante a NFT (3 semanas)

c) Altura de planta

Se midió la longitud desde el cuello de planta hasta el ápice de la hoja más larga de cada planta evaluada, se utilizó una regla metálica graduada.

La evaluación de la altura de planta se hizo en 4 tiempos:

- 1) Trasplante definitivo a sistema NFT
- 2) Cada semana posterior luego del trasplante a NFT (3 semanas)

Fotografía N° 25: Evaluación del número de Hojas mediante conteo manual



Fotografía N° 26: Evaluación de la Altura de Planta usando una regla metálica



Fotografía N° 27: Evaluación del Peso Fresco usando una balanza electrónica



d) Peso fresco (PF)

Para esta evaluación se consideró el peso de toda la planta, la parte aérea y raíces incluidas, se utilizó una balanza de precisión electrónica. La evaluación del Peso fresco se ejecutó en 4 momentos:

- 1) Trasplante definitivo a sistema NFT
- 2) Cada semana posterior luego del trasplante a NFT (3 semanas)

3.10.2 Evaluaciones en laboratorio

a) Materia seca (MS)

Las plantas evaluadas en peso fresco serán llevadas a estufa a 105°C durante 48 horas. Transcurridos dos días se puede calcular el % de la materia seca ($\frac{PS}{PF} * 100$). Las evaluaciones de materia seca se llevarán a cabo en tres momentos:

- 1) Primer trasplante al SRF
- 2) Trasplante definitivo a sistema NFT
- 3) Cosecha

b) Análisis foliar

Determinado en laboratorio mediante Análisis foliar a una muestra de lechugas frescas, se realizó una sola evaluación al término de la cosecha.

3.10.3 Análisis económico (B/C)

Se utilizó la fórmula $B/C = VAI / VAC$ donde **VAI**= Valor actual de los ingresos totales o beneficios netos y **VAC**= Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales, con los datos obtenidos del presupuesto o costo de producción.

Fotografía N° 28: Muestras de los 3 cv. posteriores al secado en Estufa



CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1 OBJETIVO 1: Comprobar los parámetros biométricos de los tres cultivares de lechuga en la solución nutritiva y en la mezcla de Biol más solución nutritiva.

4.1.1 EVALUACIONES A LOS TRATAMIENTOS PARA EL DCA I

a) Número de Hojas a los 23 días después del trasplante definitivo (D.T.D.) al sistema NFT con Solución Nutritiva 1 (S.N. "1")

En el cuadro N° 10 se observa el Análisis de Varianza (ANVA) para el Número de Hojas de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT, se demuestra que existe diferencia significativa para los tratamientos. Se ha obtenido un coeficiente de variabilidad es 5.20 % que confirma que los valores son confiables y el nivel de significancia es 5%.

Cuadro N° 10: Análisis de Varianza (ANVA) para el Número de Hojas de Lechuga con S.N. 1 a los 23 días D.T.D. al sistema NFT

Factores De Variacion	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	F Tabular	S.
Tratamientos	2	129.80	64.90	23.78	9.55	*
Error Experimental	6	16.37	2.73			
Total	8	146.18				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

En el cuadro N° 11 se aprecia la comparación de medias con la Prueba de Tukey para el Número de Hojas de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT. El T1 cv. Parris Island Cos logra el mayor promedio.

Cuadro N° 11: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para Número de Hojas a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con S.N. 1

Tratamiento	Medias	Nivel de significancia		
T1	36.37	a		
T2	31.9		b	
T3	27.07			c

d) Longitud de Raíces a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con S.N. 1

En el cuadro N° 12 se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para la Longitud de Raíces de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT, donde no se encuentra diferencia significativa para los tratamientos por lo tanto no será necesario realizar la Comparación de medias con la prueba de Tukey

Se cuenta con una significancia del 5% y el coeficiente de variabilidad es de 5.42 % que valida que los resultados son confiables.

Cuadro N° 12: Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud de Raíces de Lechuga con S.N. 1 a los 23 días D.T.D. al sistema NFT

Factores De Variacion	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	F Tabular	S.
Tratamientos	2	21.48	10.74	9.09	9.55	N.S.
Error Experimental	6	7.09	1.18			
Total	8	28.58				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

c) Peso Fresco a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con S.N. 1

En el cuadro N° 13 se observa el Análisis de Varianza (ANVA) para el Peso Fresco de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT.

Se aprecia que existe diferencia significativa para los tratamientos, el nivel de significancia es 5% y se ha logrado un coeficiente de variabilidad de 3.69 %

Cuadro N° 13: Análisis de Varianza (ANVA) para Peso Fresco de Lechuga con S.N. 1 a los 23 días D.T.D. a sistema NFT

Factores De Variacion	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	F Tabular	S.
Tratamientos	2	62067.34	31033.67	249.49	9.55	*
Error Experimental	6	746.33	124.39			
Total	8	62813.66				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

En el cuadro N° 14 se ve la comparación de medias con la Prueba de Tukey para el Peso Fresco de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT. Los tres cultivares son distintos estadísticamente, siendo el T1 cv. Parris Island Cos el de mayor promedio seguido por el T2 y el T3.

Cuadro N° 14: Comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey para el Peso Fresco a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con S.N. 1

Tratamiento	Medias	Nivel de significancia		
T1	405.5	a		
T2	298.8		b	
T3	202.17			c

e) Altura de Planta a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con S.N. 1

En el cuadro N° 15 se presenta el Análisis de Varianza (ANVA) para la Altura de Planta de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT, donde se observa que hay diferencia significativa en los tratamientos.

El coeficiente de variabilidad obtenido es de 4.54 %. Y se cuenta con un nivel de significancia del 5%.

Cuadro N° 15: Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de Planta de Lechuga con S.N. 1 al momento de a los 23 D.T.D. al sistema NFT

Factores De Variacion	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	F Tabular	S.
Tratamientos	2	131.23	65.61	36.82	9.55	*
Error Experimental	6	10.69	1.78			
Total	8	141.92				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

El cuadro N° 16 indica la comparación de medias con la Prueba de Tukey para la Altura de Planta de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT. Estadísticamente el T1 cv. Parris Island Cos es

diferente con el mayor promedio mientras que, el T2 Cv Prize Head y el T3 cv. Waldman's Green son estadísticamente iguales.

Cuadro N° 16: Comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey para la Altura de Planta a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con S.N. 1

Tratamiento	Medias	Nivel de significancia	
T1	32.8	a	
T2	31.33	a	
T3	24.07		b

4.1.2 EVALUACIONES A LOS TRATAMIENTOS PARA EL DCA II

a) Número de Hojas a los 23 D.T.D. al sistema NFT con S.N. 2

En el cuadro N° 17 se ve el Análisis de Varianza (ANVA) para el Número de Hojas de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT, se aprecia que hay diferencia significativa en los tratamientos. El nivel de significancia es de 5 % y se trabajó con un coeficiente de variabilidad de 3.24 %, que acredita los datos obtenidos.

Cuadro N° 17: Análisis de Varianza (ANVA) para el Número de Hojas de Lechuga con S.N. 2 a los 23 días D.T.D. al sistema NFT

Factores De Variacion	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	F Tabular	S.
Tratamientos	2	94.38	47.19	46.26	9.55	*
Error Experimental	6	6.12	1.02			
Total	8	100.50				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

En el cuadro N° 18 se indica la comparación de medias con la Prueba de Tukey para el Número de Hojas de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT.

Los resultados señalan que el tratamiento T1 cv. Parris Island Cos posee el mayor promedio y que es distinto a T2 Cv Prize Head y T3 cv. Waldman's Green que son estadísticamente iguales.

Cuadro N° 18: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para Número de Hojas a los 23 D.T.D. al sistema NFT con S.N. 2

Tratamiento	Medias	Nivel de significancia	
T1	35.57	a	
T2	30.07		b
T3	27.87		b

f) Longitud de Raíces a los 23 D.T.D. al sistema NFT con S.N. 2

En el cuadro N° 19 se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para la Longitud de Raíces de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT. Se comprueba que existe diferencia significativa para los tratamientos. Se cuenta con una significancia del 5% y el coeficiente de variabilidad es de 5.36 %

Cuadro N° 19: Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud de Raíces de Lechuga con S.N. 2 a los 23 D.T.D. al sistema NFT

Factores De Variacion	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	F Tabular	S.
Tratamientos	2	6.48	3.24	2.97	9.55	N.S.
Error Experimental	6	6.54	1.09			
Total	8	13.02				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

c) Peso Fresco a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con S.N. 2

En el cuadro N° 20 se observa el Análisis de Varianza (ANVA) para el Peso Fresco de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT.

Los tratamientos poseen diferencia significativa se trabajó con un nivel de significancia de 5% y se con un coeficiente de variabilidad es 7.67 %

Cuadro N° 20: Análisis de Varianza (ANVA) para Peso Fresco de Lechuga con S.N. 2 a los 23 D.T.D. al sistema NFT

Factores De Variacion	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	F Tabular	S.
Tratamientos	2	49265.02	24632.51	41.22	9.55	*
Error Experimental	6	3585.53	597.59			
Total	8	52850.54				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

En el cuadro N° 21 se ve la comparación de medias con la Prueba de Tukey para el Peso Fresco de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT. Los tres cultivares son estadísticamente diferentes, el T1 cv. Parris Island Cos presenta la mayor media.

Cuadro N° 21: Comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey para el Peso Fresco a los 23 D.T.D. al sistema NFT con S.N. 2

Tratamiento	Medias	Nivel de significancia		
T1	412.77	a		
T2	311.20		b	
T3	232.00			c

g) Altura de Planta a los 23 días D.T.D. definitivo al sistema NFT con SN 2

En el cuadro N° 22 se expone el Análisis de Varianza (ANVA) para la Altura de Planta de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT, existe diferencia significativa en tratamientos. Se trabajó con un nivel de significancia de 5%.

El coeficiente de variabilidad logrado es de 4.39 % por lo tanto se confía en la autenticidad de los datos.

Cuadro N° 22: Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de Planta de Lechuga con S.N. 2 a los 23 D.T.D. al sistema NFT

Factores De Variacion	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	F Tabular	S.
Tratamientos	2	75.78	37.89	20.93	9.55	*
Error Experimental	6	10.86	1.81			
Total	8	86.64				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

En el cuadro N° 23 se explica la comparación de medias con la Prueba de Tukey para la Altura de Planta de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT. Se comprueba que el tratamiento T1 cv. Parris Island Cos y el tratamiento T2 Cv Prize Head son iguales estadísticamente, siendo es el tratamiento T3 cv. Waldman's Green distinto a los dos primeros y además posee el promedio más bajo.

Cuadro N° 23: Comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey para la Altura de Planta a los 23 D.T.D. al sistema NFT

Tratamiento	Medias	Nivel de significancia	
T1	32.83	a	
T2	32.53	a	
T3	26.53		b

4.1.3 Resumen de la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para las evaluaciones de los DCA I y II

En el cuadro N° 24 se presenta el resumen de las comparaciones de medias con la Prueba de Tukey para las evaluaciones de los DCA I y II:

Cuadro N° 24: Cuadro Resumen de las Comparaciones de Media con la prueba de Tukey para las evaluaciones del DCA I y II

DCA	Momento de Evaluación	NÚMERO DE HOJAS						LONGITUD DE RAICES (cm)						PESO FRESCO (g)						ALTURA DE PLANTA (cm)						
		cv.	T	Media	Significancia			cv.	T	Media	Significancia			cv.	T	Media	Significancia			cv.	T	Media	Significancia			
DCA I S.N. 1	Trasplante definitivo a NFT	PI	T1	16.70	a	b		PI	T1	19.23	a	b	c	PI	T1	67.63	a	b	c	PI	T1	19.63	a	b	c	
		WG	T3	11.47				PH	T2	17.93				PH	T2	30.00				PH	T2	14.90				
		PH	T2	10.97				WG	T3	14.50				WG	T3	17.83				WG	T3	11.43				
	A los 7 días del T.D.	PI	T1	24.87	a	b	b	PI	T1	20.70	a			PI	T1	196.03	a	b	c	PI	T1	26.33	a	b		
		WG	T3	17.83				WG	T3	20.63				PH	T2	97.77				WG	T3	19.30				
		PH	T2	17.50				PH	T2	20.07				WG	T3	93.80				PH	T2	19.30				
	A los 15 días del T.D.	PI	T1	32.20	a	b	b	WG	T3	20.93	a			PI	T1	299.70	a	b	c	PI	T1	27.80	a	b		
		PH	T2	24.60				PH	T2	19.70				PH	T2	211.93				PH	T2	25.60				
		WG	T3	22.63				PI	T1	19.30				WG	T3	147.33				WG	T3	22.03				
	A los 23 días del t.d.	PI	T1	36.37	a	b	c	PI	T1	22.07	a	b	b	PI	T1	405.50	a	b	c	PI	T1	32.80	a	b		
		PH	T2	31.90				PH	T2	19.87				PH	T2	298.80				PH	T2	31.33				
		WG	T3	27.07				WG	T3	18.30				WG	T3	202.17				WG	T3	24.07				
	DCA II S.N. 2	Trasplante definitivo a NFT	PI	T1	20.03	a	b	c	PI	T1	23.87	a	b	c	PI	T1	78.60	a	b	c	PI	T1	22.97	a	b	c
			WG	T2	12.53				PH	T2	16.73				PH	T2	34.87				WG	T2	17.10			
			PH	T3	11.47				WG	T3	12.90				WG	T3	21.73				PH	T3	11.90			
A los 7 días del T.D.		PI	T1	25.27	a	b	b	PI	T1	22.27	a	b	b	PI	T1	222.33	a	b	c	PI	T1	26.27	a	b	b	
		WG	T3	19.80				WG	T3	18.87				PH	T2	112.83				WG	T2	21.00				
		PH	T2	18.17				PH	T2	16.10				WG	T3	94.10				PH	T3	19.87				
A los 15 días del T.D.		PI	T1	32.60	a	b	b	PI	T1	20.23	a			PI	T1	313.93	a	b	c	PI	T1	29.53	a	b		
		WG	T3	25.27				WG	T3	19.50				PH	T2	217.57				WG	T2	27.07				
		PH	T2	24.20				PH	T2	18.50				WG	T3	168.10				PH	T3	24.13				
A los 23 días del t.d.		PI	T1	35.57	a	b	b	WG	T3	20.67	a			PI	T1	412.77	a	b	c	PI	T1	32.83	a	b		
		PH	T2	30.07				PH	T2	18.87				PH	T2	311.20				PH	T2	32.53				
		WG	T3	27.87				PI	T1	18.87				WG	T3	232.00				WG	T3	26.53				

PI	Parris Island Cos	PH	Prize Head	WG	Waldman's Green
----	-------------------	----	------------	----	-----------------

Fotografía N° 29: cv. Parris Island Cos a pocos días de su cosecha



Fotografía N° 30: cv. Prize Head alcanzando su punto de cosecha



Fotografía N° 31: cv. Waldman's Green logrando su madurez comercial



4.1.4 ANÁLISIS COMBINADO PARA AMBOS DCA

Con los resultados obtenidos en los DCA 1 y DCA 2 se procede a realizar el análisis combinado, para hacer la comparación de las medias de ambas S.N., para ello se sigue un modelo muy similar al utilizado para evaluar parcelas divididas.

h) Número de Hojas al momento D.T.D. al sistema NFT

En el cuadro N° 25 se expone el Análisis de Varianza (ANVA) combinado de los dos DCA, para el Número de Hojas de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cv. Al momento del trasplante definitivo al sistema NFT con SNLM y S.N. 2.

La diferencia significativa encontrada en el F.V. “SOLUCION*CULTIVAR” es la que será evaluada mediante la Comparación de Medias por Prueba de Tukey.

Se obtuvo un coeficiente de variabilidad de 2.22 %, valor que acredita que los resultados obtenidos son confiables y se trabajó a un nivel de significancia de 5%.

Cuadro N° 25: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para Número de Hojas de Lechuga con SNLM y S.N. 2 al momento de trasplante definitivo a sistema NFT

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	S.
SOLUCION	1	12.01	12.01	50.14	0.0021	
SOLUCION>REPETICIONES	4	0.96	0.24	2.54	0.1224	
CULTIVAR	2	182.94	91.47	968.51	<0.0001	*
SOLUCION*CULTIVAR	2	8.34	4.17	44.17	<0.0001	*
Error	8	0.76	0.09			
Total	17	205.00				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

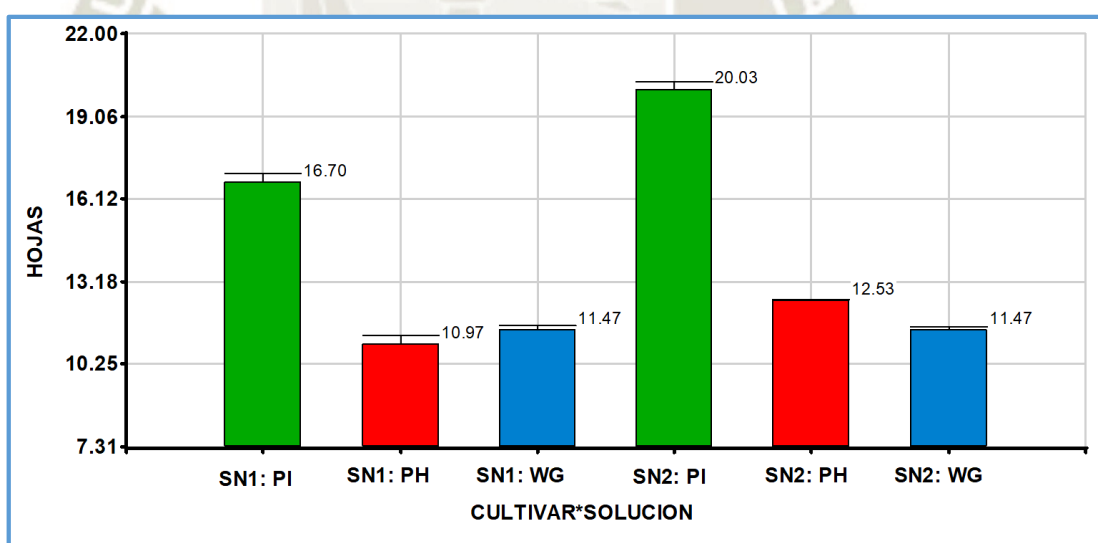
En el cuadro N° 26 se indica la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Número de Hojas de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares al momento del trasplante definitivo al sistema NFT en ambos DCA.

Cuadro N° 26: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Número de Hojas al momento D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones

Solución	Cultivar	Medias	Nivel de significancia			
S.N. 2	Parris Island Cos	20.03	a			
S.N. 1	Parris Island Cos	16.70		b		
S.N. 2	Prize Head	12.53			c	
S.N. 1	Waldman's Green	11.47				d
S.N. 2	Waldman's Green	11.47				d
S.N. 1	Prize Head	10.97				d

En el gráfico Número de N° 2 se expone el Número de hojas de lechuga de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN al momento de trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas.

Gráfico N° 2: Número de hojas de lechuga de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN al momento D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas



i) Número de Hojas a los 7 días D.T.D. al sistema NFT

En el cuadro N° 27 se expone el Análisis de Varianza (ANVA) combinado de los dos DCA, para el Número de Hojas de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cv. A los 7 días del trasplante definitivo al sistema NFT con S.N. 1 y S.N. 2. No se encuentra diferencia significativa en el F.V. “SOLUCION*CULTIVAR” pero se realiza la Prueba de Tukey para comparar las medias, además se trabajó a un nivel de

significancia de 5% y se ha obtenido un coeficiente de variabilidad de 5.52 %, confirmando que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 27: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para el Número de Hojas de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 7 días del trasplante definitivo a sistema NFT

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	S.
SOLUCION	1	4.60	4.60	22.02	0.0094	
SOLUCION>REPETICIONES	4	0.84	0.21	0.16	0.9519	
CULTIVAR	2	183.07	91.53	70.88	<0.0001	*
SOLUCION* CULTIVAR	2	3.74	1.87	1.45	0.2905	N.S.
Error	8	10.33	1.29			
Total	17	202.58				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

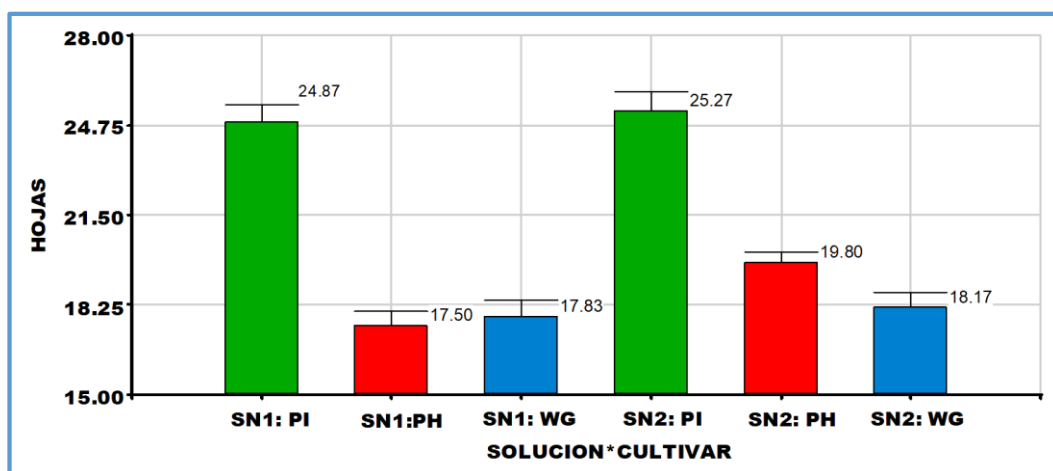
En el cuadro N° 28 se indica la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Número de Hojas de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares a los 7 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambos DCA.

Cuadro N° 28: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Número de Hojas de lechuga a los 7 días del trasplante definitivo al sistema NFT con ambas Soluciones

Solución	Cultivar	Medias	Nivel de significancia	
S.N. 2	Parris Island Cos	25.27	a	
S.N. 1	Parris Island Cos	24.87	a	
S.N. 2	Prize Head	19.80		b
S.N. 2	Waldman's Green	18.17		b
S.N. 1	Waldman's Green	17.83		b
S.N. 1	Prize Head	17.50		b

En el gráfico Número de N° 3 se expone el Número de Hojas de lechuga de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 7 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas.

Gráfico N° 3: Número de Hojas de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 7 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas



j) Número de Hojas a los 15 días del D.T.D. al sistema NFT

En el cuadro N° 29 se expone el Análisis de Varianza (ANVA) combinado de los dos DCA, para el Número de Hojas de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cv. A los 15 días del trasplante definitivo al sistema NFT con S.N. 1 y S.N. 2. No se encuentra diferencia significativa en el F.V. “SOLUCION*CULTIVAR” pero se realiza la Prueba de Tukey para comparar las medias. Se trabajó a un nivel de significancia de 5% y se ha obtenido un coeficiente de variabilidad de 3.91 %, confirmando que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 29: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para el Número de Hojas de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 15 días D.T.D. a sistema NFT

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	S.
SOLUCION	1	3.47	3.47	2.17	0.2147	
SOLUCION>REPETICIONES	4	6.39	1.60	1.45	0.3040	
CULTIVAR	2	277.50	138.75	125.54	<0.0001	*
SOLUCION*CULTIVAR	2	1.12	0.56	0.51	0.6203	N.S.
Error	8	8.84	1.11			
Total	17	297.33				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

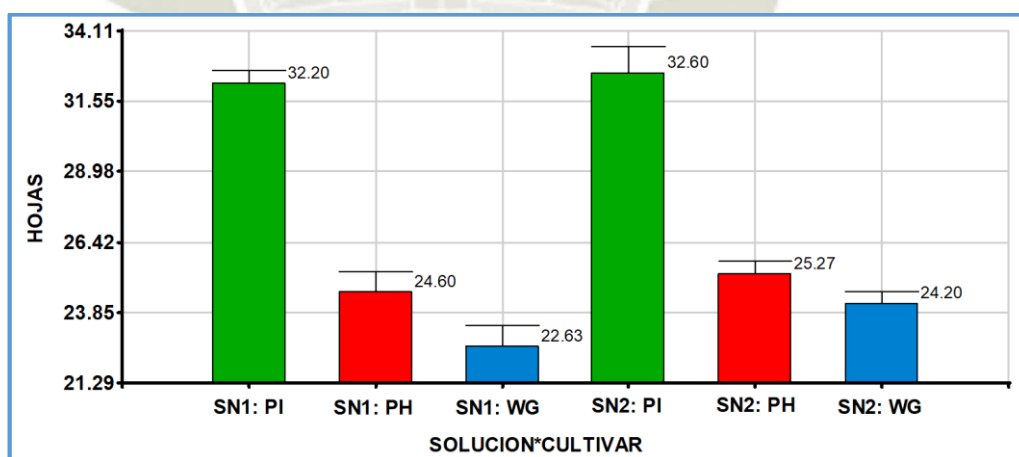
En el cuadro N° 30 se indica la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Número de Hojas de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares a los 15 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambos DCA.

Cuadro N° 30: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Número de Hojas de lechuga a los 15 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones

Solución	Cultivar	Medias	Nivel de significancia	
S.N. 2	Parris Island Cos	32.60	a	
S.N. 1	Parris Island Cos	32.20	a	
S.N. 2	Prize Head	25.27		b
S.N. 1	Prize Head	24.60		b
S.N. 2	Waldman's Green	24.20		b
S.N. 1	Waldman's Green	22.63		b

En el gráfico Número de N° 4 se expone la Altura de Planta de lechuga de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 7 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas.

Gráfico N° 4: Número de Hojas de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 15 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas



k) Número de Hojas a los 23 días D.T.D. al sistema NFT

En el cuadro N° 31 se expone el Análisis de Varianza (ANVA) combinado de los dos DCA, para el Número de Hojas de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los cv. A los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT con S.N. 1 y S.N. 2. No se encuentra diferencia significativa en F.V. “SOLUCION*CULTIVAR” pero se realiza la Prueba de Tukey para comparar las medias.

Se trabajó a un nivel de significancia de 5% y se ha obtenido un coeficiente de variabilidad de 4.59 %, confirmando que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 31: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para el Número de Hojas de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 23 días D.T.D. a sistema NFT

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	S.
SOLUCION	1	1.68	1.68	1.15	0.3431	
SOLUCION>REPETICIONES	4	5.82	1.46	0.70	0.6142	
CULTIVAR	2	218.90	109.45	52.52	<0.0001	*
SOLUCION*CULTIVAR	2	5.28	2.64	1.27	0.3326	N.S.
Error	8	16.67	2.08			
Total	17	248.36				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

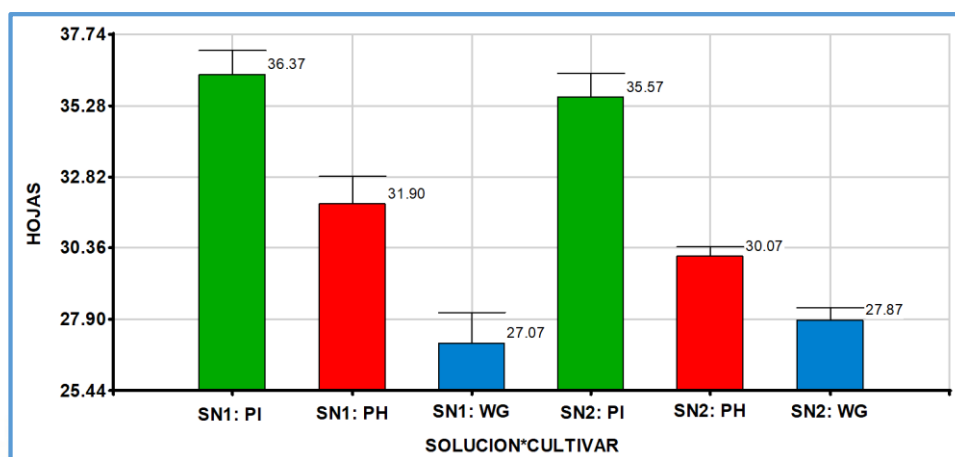
En el cuadro N° 32 se indica la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Número de Hojas de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los cultivares a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambos DCA.

Cuadro N° 32: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Número de Hojas de lechuga a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones

Solución	Cultivar	Medias	Nivel de significancia			
S.N. 1	Parris Island Cos	36.37	a			
S.N. 2	Parris Island Cos	35.57	a	b		
S.N. 1	Prize Head	31.9		b	c	
S.N. 2	Prize Head	30.07			c	d
S.N. 2	Waldman's Green	27.87			c	d
S.N. 1	Waldman's Green	27.07				d

En el gráfico Número de N° 5 se expone el Número de Hojas de lechuga de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas.

Gráfico N° 5: Número de Hojas de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 23 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas



l) Longitud de Raíces al momento D.T.D. al sistema NFT

En el cuadro N° 33 se expone el Análisis de Varianza (ANVA) combinado de los dos DCA, para la longitud de raíces de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cv. Al momento del trasplante definitivo al sistema NFT con S.N. 1 y S.N. 2. La diferencia significativa encontrada en el F.V. “SOLUCION*CULTIVAR” será evaluada por la Comparación de Medias por Prueba de Tukey. Se trabajó a un nivel de significancia de 5% y se ha obtenido un coeficiente de variabilidad de 3.18 %, confirmando que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 33: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para Longitud de Raíces de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 al momento D.T.D. a sistema NFT

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	S.
SOLUCION	1	1.68	1.68	13.38	0.0216	
SOLUCION> REPETICIONES	4	0.50	0.13	0.40	0.8009	
CULTIVAR	2	185.21	92.60	298.19	<0.0001	*
SOLUCION* CULTIVAR	2	36.52	18.26	58.80	<0.0001	*
Error	8	2.48	0.31			
Total	17	226.40				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

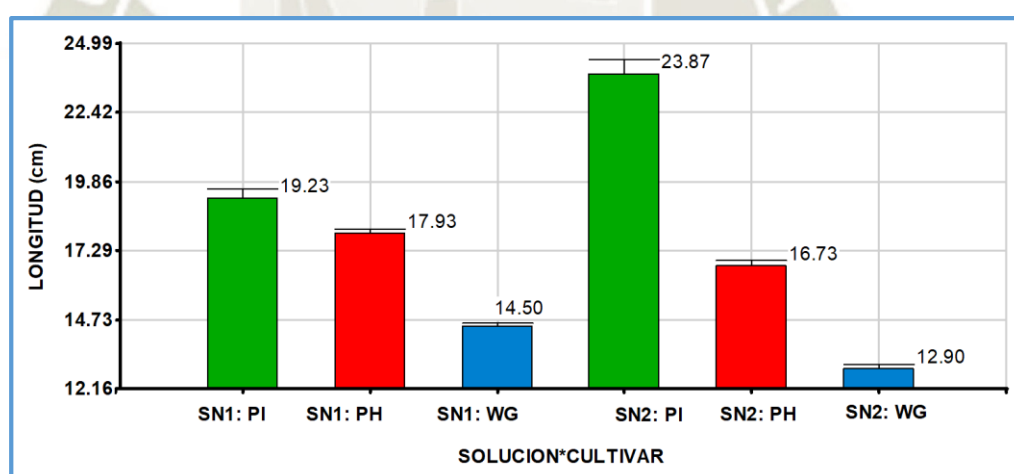
En el cuadro N° 34 se indica la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Longitud de Raíces de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares al momento del trasplante definitivo al sistema NFT en ambos DCA.

Cuadro N° 34: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Longitud de Raíces de lechuga al momento D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones

Solución	Cultivar	Medias	Nivel de significancia			
S.N. 2	Parris Island Cos	23.87	a			
S.N. 1	Parris Island Cos	19.23		b		
S.N. 1	Prize Head	17.93		b	c	
S.N. 2	Prize Head	16.73			c	
S.N. 1	Waldman's Green	14.50				d
S.N. 2	Waldman's Green	12.90				d

En el gráfico Número de N° 6 se expone el Número de hojas de lechuga de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN al momento de trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas.

Gráfico N° 6: Longitud de Raíces de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN al momento de trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas



m) Longitud de Raíces a los 7 días D.T.D. al sistema NFT

En el cuadro N° 35 se expone el Análisis de Varianza (ANVA) combinado de los dos DCA, para la Longitud de Raíces de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cv. A los 7 días del trasplante definitivo al sistema NFT con S.N. 1 y S.N. 2. La diferencia significativa encontrada en el F.V. “SOLUCION*CULTIVAR” será evaluada por la Comparación de Medias por Prueba de Tukey.

Se trabajó a un nivel de significancia de 5% y se ha obtenido un coeficiente de variabilidad de 4.49 %, confirmando que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 35: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para la Longitud de Raíces de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 7 días D.T.D. a sistema NFT

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	S.
SOLUCION	1	8.68	8.68	4.43	0.1031	
SOLUCION>REPETICIONES	4	7.84	1.96	2.49	0.1266	
CULTIVAR	2	34.68	17.34	22.05	0.0006	*
SOLUCION*CULTIVAR	2	23.28	11.64	14.80	0.0020	*
Error	8	6.29	0.79			
Total	17	80.78				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

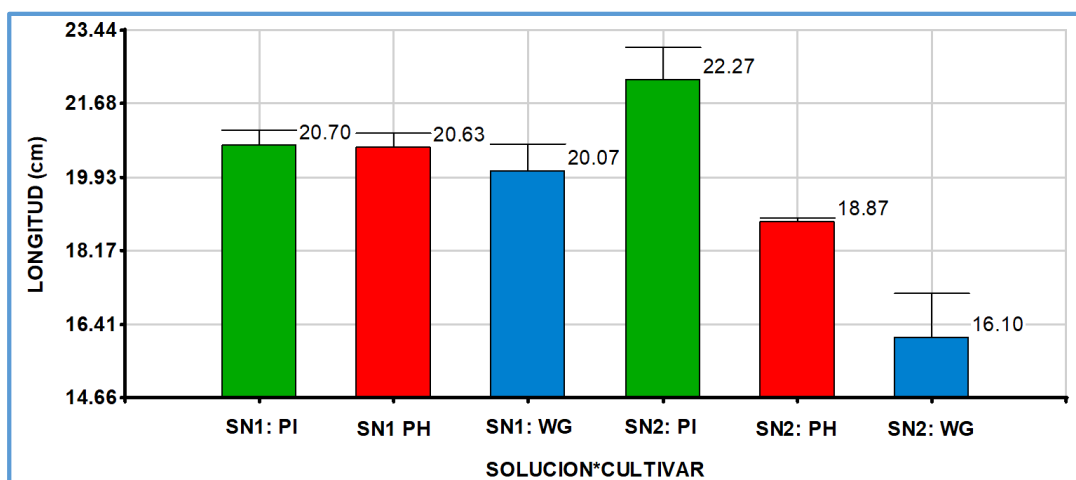
En el cuadro N° 36 se indica la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Longitud de Raíces de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares a los 7 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambos DCA.

Cuadro N° 36: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Longitud de Raíces de lechuga a los 7 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones

Solución	Cultivar	Medias	Nivel de significancia		
S.N. 2	Parris Island Cos	22.27	a		
S.N. 1	Parris Island Cos	20.70	a	b	
S.N. 1	Prize Head	20.63	a	b	
S.N. 1	Waldman's Green	20.07	a	b	
S.N. 2	Prize Head	18.87		b	
S.N. 2	Waldman's Green	16.10			c

En el gráfico Número de N° 7 se expone la Longitud de Raíces de lechuga de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 7 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas.

Gráfico N° 7: Longitud de Raíces de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 7 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas



n) Longitud de Raíces a los 15 días D.T.D. al sistema NFT

En el cuadro N° 37 se expone el Análisis de Varianza (ANVA) combinado de los dos DCA, para la Longitud de Raíces de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los cv. A los 15 días del trasplante definitivo al sistema NFT con S.N. 1 y S.N. 2.

No se encuentra diferencia significativa en F.V. “SOLUCION*CULTIVAR” pero se realiza la Prueba de Tukey para comparar las medias.

Se trabajó a un nivel de significancia de 5% y se ha obtenido un coeficiente de variabilidad de 4.87 %, confirmando que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 37: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para la Longitud de Raíces de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 15 días D.T.D. a sistema NFT

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	S.
SOLUCION	1	1.45	1.45	0.80	0.4220	
SOLUCION>REPETICIONES	4	7.24	1.81	1.97	0.1926	
CULTIVAR	2	3.79	1.89	2.06	0.1898	N.S.
SOLUCION*CULTIVAR	2	5.10	2.55	2.78	0.1215	N.S.
Error	8	7.36	0.92			
Total	17	24.93				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

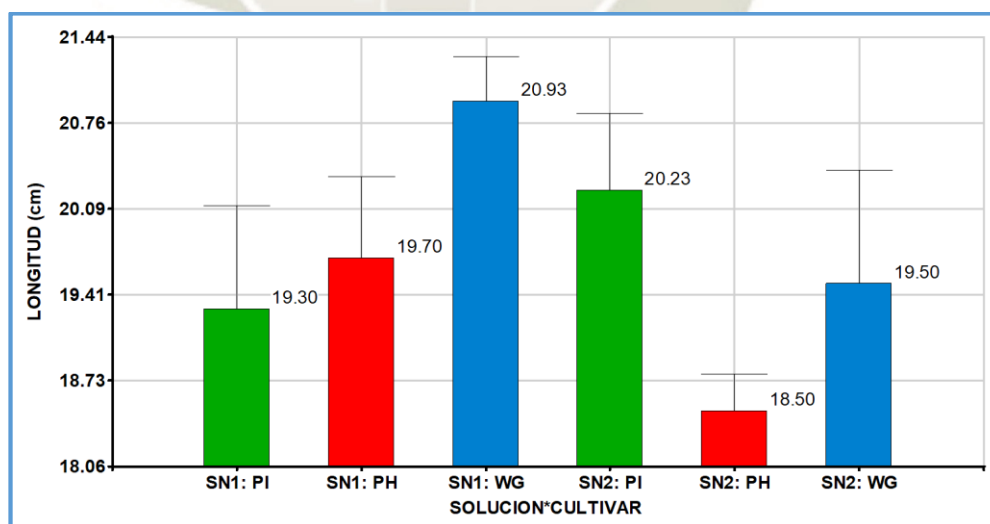
En el cuadro N° 38 se indica la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Longitud de Raíces de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los cultivares a los 15 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambos DCA.

Cuadro N° 38: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Longitud de Raíces de lechuga a los 15 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones

Solución	Cultivar	Medias	Nivel de significancia
S.N. 1	Waldman's Green	20.93	a
S.N. 2	Parris Island Cos	20.23	a
S.N. 1	Prize Head	19.70	a
S.N. 2	Waldman's Green	19.50	a
S.N. 1	Parris Island Cos	19.30	a
S.N. 2	Prize Head	18.50	a

En el gráfico Número de N° 8 se expone la Longitud de Raíces de lechuga de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 15 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas.

Gráfico N° 8: Longitud de Raíces de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 15 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas



o) Longitud de Raíces a los 23 días D.T.D. al sistema NFT

En el cuadro N° 39 se expone el Análisis de Varianza (ANVA) combinado de los dos DCA, para la Longitud de Raíces de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los cv. A los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT con S.N. 1 y S.N. 2.

No se encuentra diferencia significativa en F.V. “SOLUCION*CULTIVAR” pero se realiza la Prueba de Tukey para comparar las medias.

Se trabajó a un nivel de significancia de 5% y se ha obtenido un coeficiente de variabilidad de 6.47 %, confirmando que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 39: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para la Longitud de Raíces de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 23 días D.T.D. a sistema NFT

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	S.
SOLUCION	1	1.68	1.68	12.87	0.0230	
SOLUCION>REPETICIONES	4	0.52	0.13	0.08	0.9864	
CULTIVAR	2	24.72	12.36	7.54	0.0144	N.S.
SOLUCION*CULTIVAR	2	3.24	1.62	0.99	0.4133	N.S.
Error	8	13.11	1.64			
Total	17	43.28				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

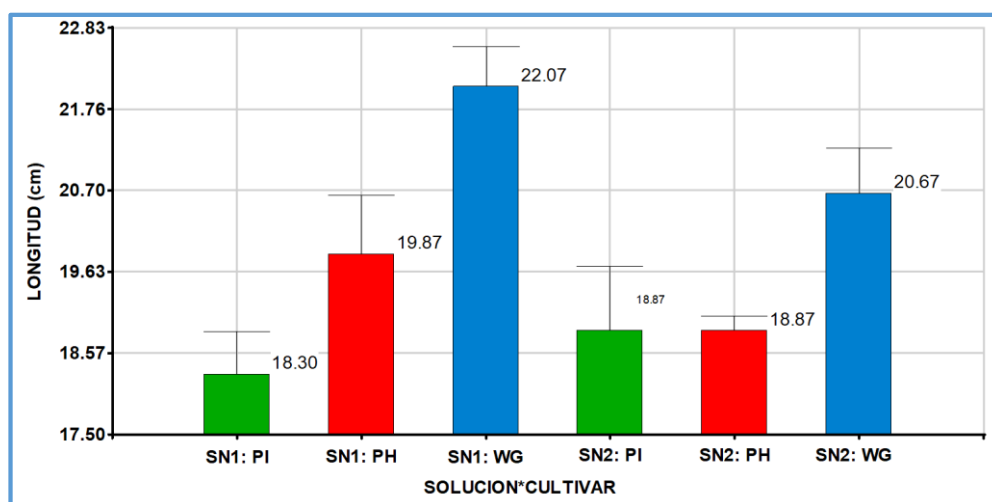
En el cuadro N° 40 se indica la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Longitud de Raíces de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los cultivares a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambos DCA.

Cuadro N° 40: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Longitud de Raíces de lechuga a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones

Solución	Cultivar	Medias	Nivel de significancia
S.N. 1	Waldman's Green	22.07	a
S.N. 2	Waldman's Green	20.67	a
S.N. 1	Prize Head	19.87	a
S.N. 2	Prize Head	18.87	a
S.N. 2	Parris Island Cos	18.87	a
S.N. 1	Parris Island Cos	18.30	a

En el gráfico Número de N° 9 se expone la Longitud de Raíces de lechuga de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas.

Gráfico N° 9: Longitud de Raíces de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 23 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas



p) Peso Fresco al momento D.T.D. al sistema NFT

En el cuadro N° 41 se expone el Análisis de Varianza (ANVA) combinado de los dos DCA, para el Peso Fresco de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cv. Al momento del trasplante definitivo al sistema NFT con S.N. 1 y S.N. 2.

La diferencia significativa encontrada en el F.V. “SOLUCION*CULTIVAR” será evaluada por la Comparación de Medias por Prueba de Tukey. Se trabajó a un nivel de significancia de 5% y se ha obtenido un coeficiente de variabilidad de 3.29 %, confirmando que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 41: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para el Peso Fresco de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 al momento D.T.D. a sistema NFT

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	S.
SOLUCION	1	194.70	194.70	240.70	0.0001	
SOLUCION>REPETICIONES	4	3.24	0.81	0.43	0.7845	
CULTIVAR	2	9319.20	4659.60	2470.12	<0.0001	*
SOLUCION*CULTIVAR	2	44.04	22.02	11.67	0.0042	*
Error	8	15.09	1.89			
Total	17	9576.27				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

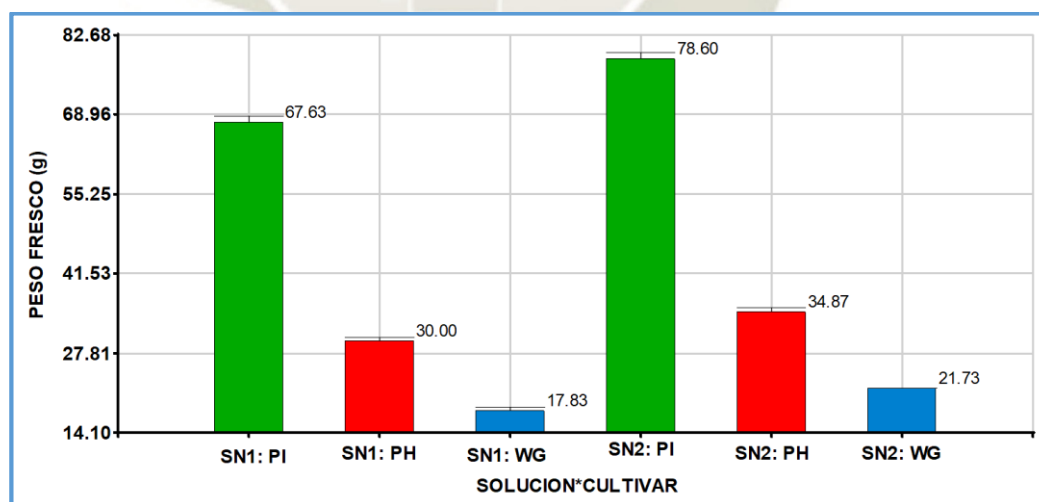
En el cuadro N° 42 se indica la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Peso Fresco de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares al momento del trasplante definitivo al sistema NFT en ambos DCA.

Cuadro N° 42: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Peso Fresco de lechuga al momento D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones

Solución	Cultivar	Medias	Nivel de significancia				
S.N. 2	Parris Island Cos	78.60	a				
S.N. 1	Parris Island Cos	67.63		b			
S.N. 2	Prize Head	34.87			c		
S.N. 1	Prize Head	30.00				d	
S.N. 2	Waldman's Green	21.73					e
S.N. 1	Waldman's Green	17.83					e

En el gráfico Número de N° 10 se expone el Peso Fresco de lechuga de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN al momento de trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas.

Gráfico N° 10: Peso Fresco de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN al momento de trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas



q) Peso Fresco a los 7 días D.T.D. al sistema NFT

En el cuadro N° 43 se expone el Análisis de Varianza (ANVA) combinado de los dos DCA, para el Peso Fresco de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cv. A los 7 días del trasplante definitivo al sistema NFT con S.N. 1 y S.N. 2.

La diferencia significativa encontrada en el F.V. “SOLUCION*CULTIVAR” será evaluada por la Comparación de Medias por Prueba de Tukey.

Se trabajó a un nivel de significancia de 5% y se ha obtenido un coeficiente de variabilidad de 4.01 %, confirmando que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 43: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para el Peso Fresco de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 7 días D.T.D. a sistema NFT

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	S.
SOLUCION	1	868.06	868.06	26.08	0.0069	
SOLUCION>REPETICIONES	4	133.13	33.28	1.12	0.4126	
CULTIVAR	2	48398.58	24199.29	811.86	<0.0001	*
SOLUCION*CULTIVAR	2	510.12	255.06	8.56	0.0103	*
Error	8	238.46	29.81			
Total	17	50148.34				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

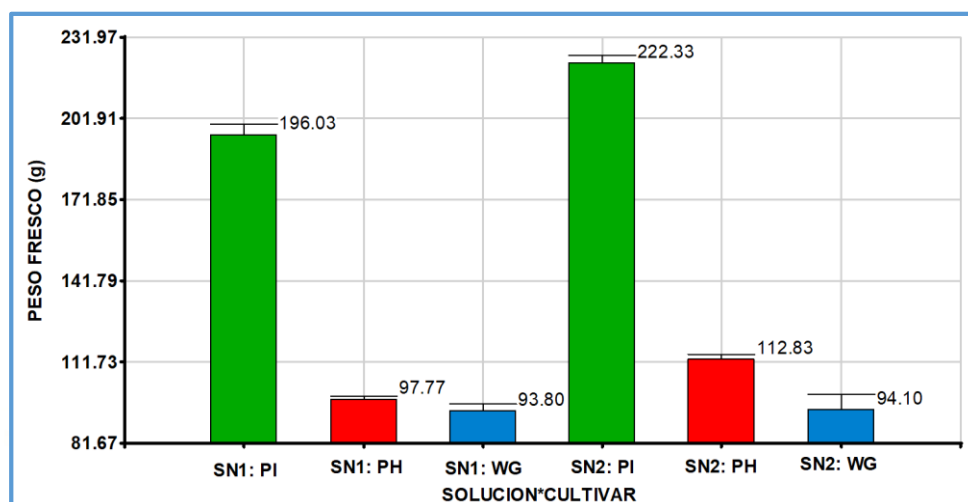
En el cuadro N° 44 se indica la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Peso Fresco de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares a los 7 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambos DCA.

Cuadro N° 44: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Peso Fresco de lechuga a los 7 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones

Solución	Cultivar	Medias	Nivel de significancia			
S.N. 2	Parris Island Cos	222.33	a			
S.N. 1	Parris Island Cos	196.03		b		
S.N. 2	Prize Head	112.83			c	
S.N. 1	Prize Head	97.77			c	d
S.N. 2	Waldman's Green	94.10				d
S.N. 1	Waldman's Green	93.80				d

En el gráfico Número de N° 11 se expone el Peso Fresco de lechuga de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 7 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas.

Gráfico N° 11: Peso Fresco de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 7 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas



k) Peso Fresco a los 15 días D.T.D. al sistema NFT

En el cuadro N° 45 se expone el Análisis de Varianza (ANVA) combinado de los dos DCA, para el Peso Fresco de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los cv. A los 15 días del trasplante definitivo al sistema NFT con S.N. 1 y S.N. 2. No se encuentra diferencia significativa en F.V. “SOLUCION*CULTIVAR” pero se realiza la Prueba de Tukey para comparar las medias. Se trabajó a un nivel de significancia de 5% y se ha obtenido un coeficiente de variabilidad de 6.43 %, confirmando que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 45: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para el Peso Fresco de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 15 días D.T.D. a sistema NFT

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	S.
SOLUCION	1	825.53	825.53	5.35	0.0817	
SOLUCION>REPETICIONES	4	616.89	154.22	0.73	0.5972	
CULTIVAR	2	67919.76	33959.88	160.32	<0.0001	*
SOLUCION*CULTIVAR	2	172.83	86.42	0.41	0.6781	N.S.
Error	8	1694.56	211.82			
Total	17	71229.58				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

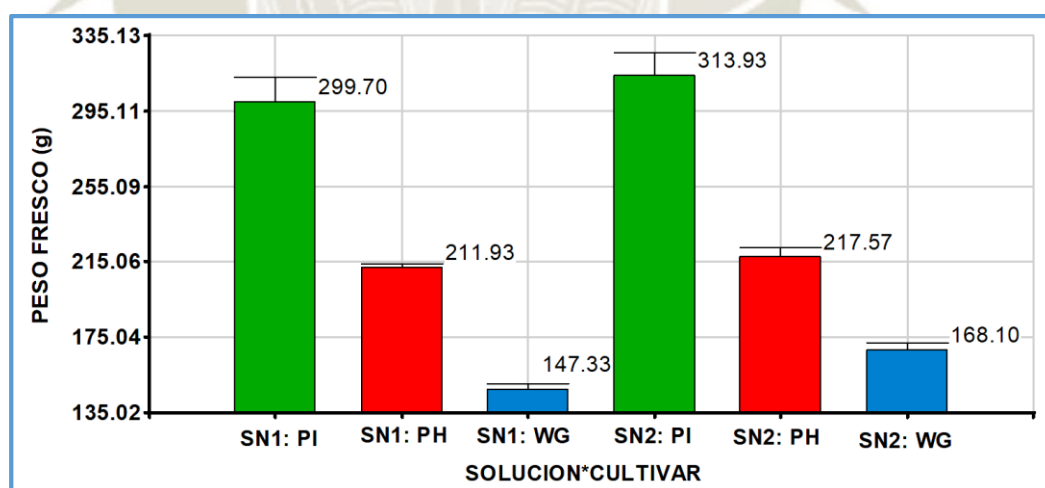
En el cuadro N° 46 se indica la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Peso Fresco de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los cultivares a los 15 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambos DCA.

Cuadro N° 46: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Peso Fresco de lechuga a los 15 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones

Solución	Cultivar	Medias	Nivel de significancia		
S.N. 2	Parris Island Cos	313.93	a		
S.N. 1	Parris Island Cos	299.70	a		
S.N. 2	Prize Head	217.57		b	
S.N. 1	Prize Head	211.93		b	
S.N. 2	Waldman's Green	168.10			c
S.N. 1	Waldman's Green	147.33			c

En el gráfico Número de N° 12 se expone el Peso Fresco de lechuga de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 15 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas.

Gráfico N° 12: Peso Fresco de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 15 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas



l) Peso Fresco a los 23 días D.T.D. al sistema NFT

En el cuadro N° 47 se expone el Análisis de Varianza (ANVA) combinado de los dos DCA, para el Peso Fresco de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los cv. A los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT con S.N. 1 y S.N. 2.

No se encuentra diferencia significativa en F.V. “SOLUCION*CULTIVAR” pero se realiza la Prueba de Tukey para comparar las medias.

Se trabajó a un nivel de significancia de 5% y se ha obtenido un coeficiente de variabilidad de 6.80 %, confirmando que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 47: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para el Peso Fresco de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 23 días D.T.D. a sistema NFT

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	S.
SOLUCION	1	1225.13	1225.13	6.34	0.0655	
SOLUCION>REPETICIONES	4	772.82	193.20	0.43	0.7808	
CULTIVAR	2	110912.59	55456.29	124.65	<0.0001	*
SOLUCION* CULTIVAR	2	419.76	209.88	0.47	0.6402	N.S.
Error	8	3559.04	444.88			
Total	17	116889.33				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

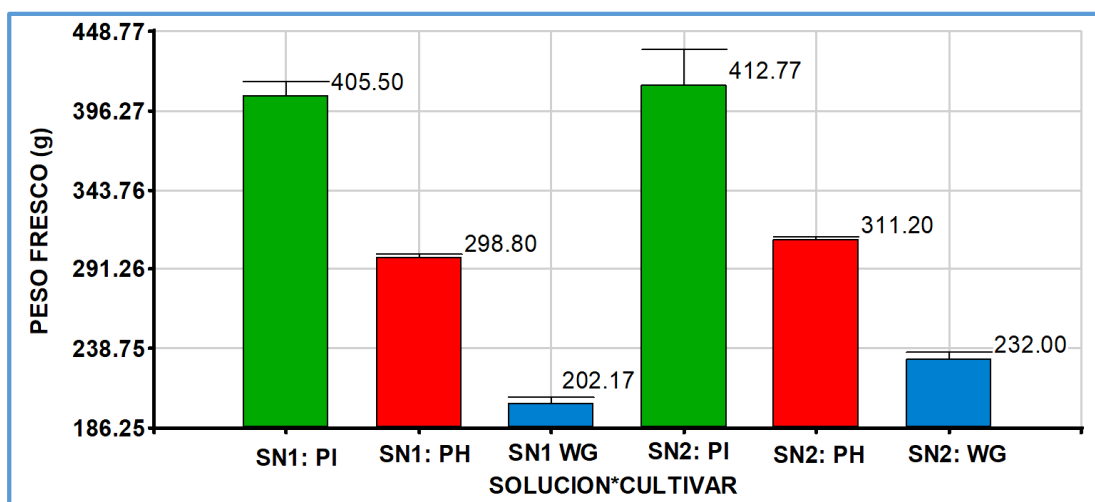
En el cuadro N° 48 se indica la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Peso Fresco de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los cultivares a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambos DCA.

Cuadro N° 48: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Peso Fresco de lechuga a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones

Solución	Cultivar	Medias	Nivel de significancia		
S.N. 2	Parris Island Cos	412.77	a		
S.N. 1	Parris Island Cos	405.50	a		
S.N. 2	Prize Head	311.20		b	
S.N. 1	Prize Head	298.80		b	
S.N. 2	Waldman's Green	232.00			c
S.N. 1	Waldman's Green	202.17			c

En el gráfico Número de N° 13 se expone el Peso Fresco de lechuga de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas.

Gráfico N° 13: Peso Fresco de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 23 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas



m) Altura de Planta al momento D.T.D. al sistema NFT

En el cuadro N° 49 se expone el Análisis de Varianza (ANVA) combinado de los dos DCA, para la Altura de Planta de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cv. Al momento del trasplante definitivo al sistema NFT con S.N. 1 y S.N. 2.

La diferencia significativa encontrada en el F.V. “SOLUCION*CULTIVAR” será evaluada por la Comparación de Medias por Prueba de Tukey. Se trabajó a un nivel de significancia de 5% y se ha obtenido un coeficiente de variabilidad de 4.47 %, confirmando que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 49: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para la Altura de Planta de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 al momento D.T.D. a sistema NFT

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	S.
SOLUCION	1	18.00	18.00	81.41	0.0008	
SOLUCION>REPETICIONES	4	0.88	0.22	0.42	0.7933	
CULTIVAR	2	279.34	139.67	262.56	<0.0001	*
SOLUCION*CULTIVAR	2	6.25	3.13	5.88	0.0269	*
Error	8	4.26	0.53			
Total	17	308.73				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

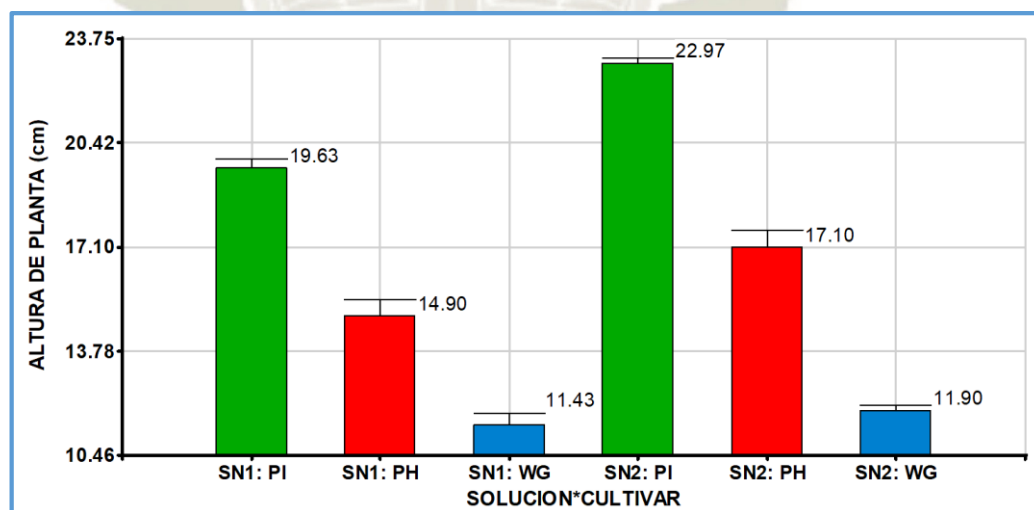
En el cuadro N° 50 se indica la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Altura de Planta de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares al momento del trasplante definitivo al sistema NFT en ambos DCA.

Cuadro N° 50: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Altura de Planta de lechuga al momento del trasplante definitivo al sistema NFT con ambas Soluciones

Solución	Cultivar	Medias	Nivel de significancia				
S.N. 2	Parris Island Cos	22.97	a				
S.N. 1	Parris Island Cos	19.63		b			
S.N. 2	Prize Head	17.10			c		
S.N. 1	Prize Head	14.90				d	
S.N. 2	Waldman's Green	11.90					e
S.N. 1	Waldman's Green	11.43					e

En el gráfico Número de N° 14 se expone el Peso Fresco de lechuga de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN al momento de trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas.

Gráfico N° 14: Altura de Planta de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN al momento de trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas



n) Altura de Planta a los 7 días D.T.D. al sistema NFT

En el cuadro N° 51 se expone el Análisis de Varianza (ANVA) combinado de los dos DCA, para la Altura de Planta de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cv. A los 7 días del trasplante definitivo al sistema NFT con S.N. 1 y S.N. 2.

No se encuentra diferencia significativa en el F.V. “SOLUCION*CULTIVAR” pero se realiza la Prueba de Tukey para comparar las medias. Se trabajó con un nivel de significancia de 5% y se ha obtenido un coeficiente de variabilidad de 4.40 %, confirmando que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 51: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para la Altura de Planta de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 7 días D.T.D. a sistema NFT

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	S.
SOLUCION	1	2.42	2.42	5.07	0.0876	
SOLUCION>REPETICIONES	4	1.91	0.48	0.51	0.7314	
CULTIVAR	2	166.51	83.26	88.70	<0.0001	*
SOLUCION*CULTIVAR	2	2.40	1.20	1.28	0.3293	N.S.
Error	8	7.51	0.94			
Total	17	180.76				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

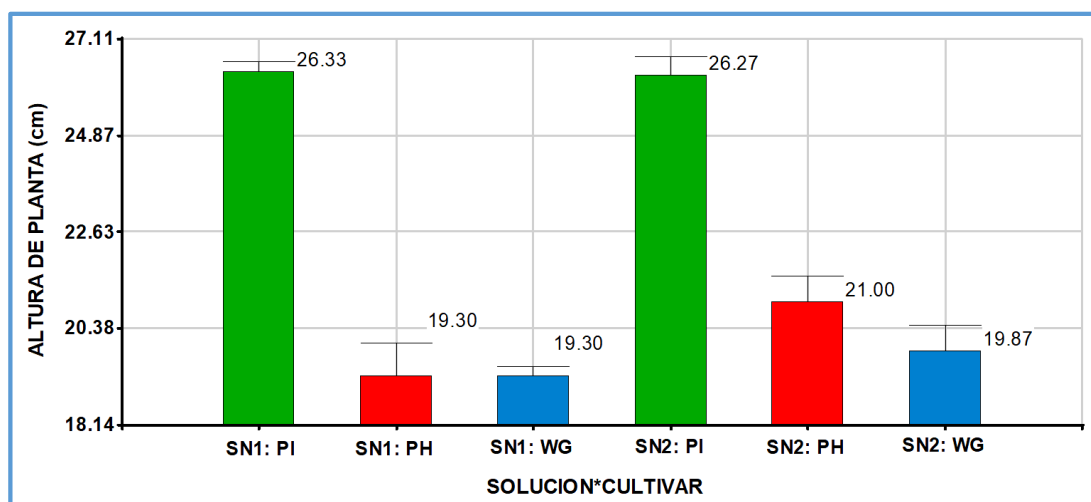
En el cuadro N° 52 se indica la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Altura de Planta de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares a los 7 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambos DCA.

Cuadro N° 52: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Altura de Planta de lechuga a los 7 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones

Solución	Cultivar	Medias	Nivel de significancia	
S.N. 1	Parris Island Cos	26.33	a	
S.N. 2	Parris Island Cos	26.27	a	
S.N. 2	Prize Head	21.00		b
S.N. 2	Waldman's Green	19.87		b
S.N. 1	Waldman's Green	19.30		b
S.N. 1	Prize Head	19.30		b

En el gráfico Número de N° 15 se expone la Altura de Planta de lechuga de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 7 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas.

Gráfico N° 15: Altura de Planta de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 7 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas



o) Altura de Planta a los 15 días D.T.D. al sistema NFT

En el cuadro N° 53 se expone el Análisis de Varianza (ANVA) combinado de los dos DCA, para la Altura de Planta de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los cv. A los 15 días del trasplante definitivo al sistema NFT con S.N. 1 y S.N. 2.

No se encuentra diferencia significativa en F.V. “SOLUCION*CULTIVAR” pero se realiza la Prueba de Tukey para comparar las medias.

Se trabajó a un nivel de significancia de 5% y se ha obtenido un coeficiente de variabilidad de 3.98 %, confirmando que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 53: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para la Altura de Planta de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 15 días D.T.D. al sistema NFT

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	S.
SOLUCION	1	14.05	14.05	3.88	0.1204	
SOLUCION>REPETICIONES	4	14.50	3.62	3.38	0.0669	
CULTIVAR	2	94.36	47.18	44.05	<0.0001	*
SOLUCION*CULTIVAR	2	0.30	0.15	0.14	0.8701	N.S.
Error	8	8.57	1.07			
Total	17	131.78				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

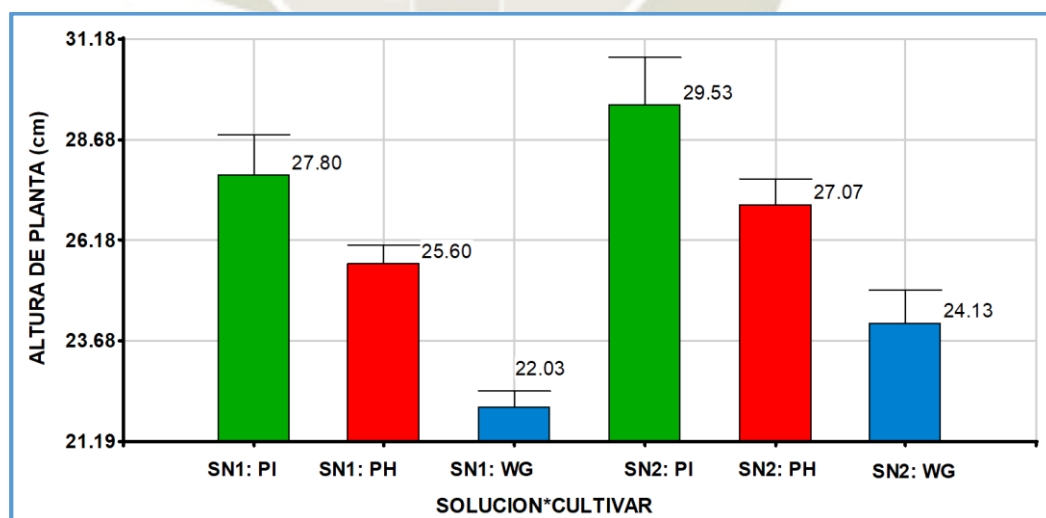
En el cuadro N° 54 se indica la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Altura de Planta de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los cultivares a los 15 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambos DCA.

Cuadro N° 54: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Altura de Planta de lechuga a los 15 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones

Solución	Cultivar	Medias	Nivel de significancia			
S.N. 2	Parris Island Cos	29.53	a			
S.N. 1	Parris Island Cos	27.8	a	b		
S.N. 2	Prize Head	27.07	a	b	c	
S.N. 1	Prize Head	25.6		b	c	
S.N. 2	Waldman's Green	24.13			c	d
S.N. 1	Waldman's Green	22.03				d

En el gráfico Número de N° 16 se expone la Altura de Planta de lechuga de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 15 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas.

Gráfico N° 16: Altura de Planta de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 15 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas



p) Altura de Planta a los 23 días D.T.D. al sistema NFT

En el cuadro N° 55 se expone el Análisis de Varianza (ANVA) combinado de los dos DCA, para la Altura de Planta de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los cv. A los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT con S.N. 1 y S.N. 2.

No se encuentra diferencia significativa en F.V. “SOLUCION*CULTIVAR” pero se realiza la Prueba de Tukey para comparar las medias.

Se trabajó a un nivel de significancia de 5% y se ha obtenido un coeficiente de variabilidad de 3.98 %, confirmando que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 55: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para la Altura de Planta de Lechuga con S.N. 1 y S.N. 2 a los 23 días D.T.D. a sistema NFT

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	S.
SOLUCION	1	6.85	6.85	3.68	0.1276	
SOLUCION>REPETICIONES	4	7.45	1.86	1.06	0.4371	
CULTIVAR	2	202.56	101.28	57.44	<0.0001	*
SOLUCION*CULTIVAR	2	4.44	2.22	1.26	0.3344	N.S.
Error	8	14.11	1.76			
Total	17	235.41				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

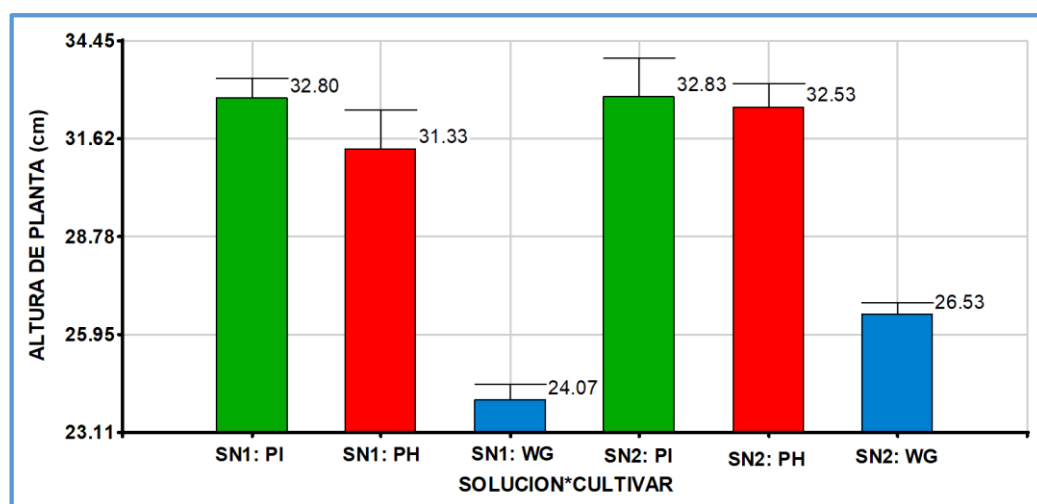
En el cuadro N° 56 se indica la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Altura de Planta de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los cultivares a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambos DCA.

Cuadro N° 56: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Altura de Planta de lechuga a los 23 días D.T.D. al sistema NFT con ambas Soluciones

Solución	Cultivar	Medias	Nivel de significancia	
S.N. 2	Parris Island Cos	32.83	a	
S.N. 1	Parris Island Cos	32.8	a	
S.N. 2	Prize Head	32.53	a	
S.N. 1	Prize Head	31.33	a	
S.N. 2	Waldman's Green	26.53		b
S.N. 1	Waldman's Green	24.07		b

En el gráfico Número de N° 17 se expone la Altura de Planta de lechuga de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 23 días del trasplante definitivo al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas.

Gráfico N° 17: Altura de Planta de los tres cv. En respuesta a la interacción CULTIVAR*SOLUCIÓN a los 23 días D.T.D. al sistema NFT en ambas Soluciones Nutritivas



4.1.5 Resumen de la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Análisis combinado de las evaluaciones de los DCA I y II

En el cuadro N° 57 se presenta el resumen de las comparaciones de medias con la Prueba de Tukey para el análisis combinado de las evaluaciones de los DCA I y II:

Cuadro N° 57: Resumen del Análisis combinado de las evaluaciones del DCA I y II

Momento de Evaluación	NÚMERO DE HOJAS				LONGITUD DE RAICES (cm)				PESO FRESCO (g)				ALTURA DE PLANTA (cm)			
	S.N.	cv.	Media	Significancia	S.N.	cv.	Media	Significancia	S.N.	cv.	Media	Significancia	S.N.	cv.	Media	Significancia
Trasplante definitivo a NFT	S.N. 2	P.I.	20.03	a	S.N. 2	P.I.	23.87	a	S.N. 2	P.I.	78.60	a	S.N. 2	P.I.	22.97	a
	S.N. 1	P.I.	16.70	b	S.N. 1	P.I.	19.23	b	S.N. 1	P.I.	67.60	b	S.N. 1	P.I.	19.63	b
	S.N. 2	P.H.	12.53	c	S.N. 1	P.H.	17.93	b	S.N. 2	P.H.	34.90	c	S.N. 2	P.H.	17.10	c
	S.N. 1	W.G.	11.47	d	S.N. 2	P.H.	16.73	c	S.N. 1	P.H.	30.00	d	S.N. 1	P.H.	14.90	d
	S.N. 2	W.G.	11.47	d	S.N. 1	W.G.	14.50	d	S.N. 2	W.G.	21.70	e	S.N. 2	W.G.	11.90	e
	S.N. 1	P.H.	10.97	d	S.N. 2	W.G.	12.90	d	S.N. 1	W.G.	17.80	e	S.N. 1	W.G.	11.43	e
A los 7 días del trasplante definitivo a NFT	S.N. 2	P.I.	25.27	a	S.N. 2	P.I.	22.27	a	S.N. 2	P.I.	222.30	a	S.N. 1	P.I.	26.33	a
	S.N. 1	P.I.	24.87	a	S.N. 1	P.I.	20.70	b	S.N. 1	P.I.	196.00	b	S.N. 2	P.I.	26.27	a
	S.N. 2	P.H.	19.80	b	S.N. 1	P.H.	20.63	b	S.N. 2	P.H.	112.80	c	S.N. 2	P.H.	21.00	b
	S.N. 2	W.G.	18.17	b	S.N. 1	W.G.	20.07	b	S.N. 1	P.H.	97.80	d	S.N. 2	W.G.	19.87	b
	S.N. 1	W.G.	17.83	b	S.N. 2	P.H.	18.87	b	S.N. 2	W.G.	94.10	d	S.N. 1	W.G.	19.30	b
	S.N. 1	P.H.	17.50	b	S.N. 2	W.G.	16.10	c	S.N. 1	W.G.	93.80	d	S.N. 1	P.H.	19.30	b
A los 15 días del trasplante definitivo a NF	S.N. 2	P.I.	32.60	a	S.N. 1	W.G.	20.93	a	S.N. 2	P.I.	313.90	a	S.N. 2	P.I.	29.53	a
	S.N. 1	P.I.	32.20	a	S.N. 2	P.I.	20.23	a	S.N. 1	P.I.	299.70	a	S.N. 1	P.I.	27.80	a
	S.N. 2	P.H.	25.27	b	S.N. 1	P.H.	19.70	a	S.N. 2	P.H.	217.60	b	S.N. 2	P.H.	27.07	a
	S.N. 1	P.H.	24.60	b	S.N. 2	W.G.	19.50	a	S.N. 1	P.H.	211.90	b	S.N. 1	P.H.	25.60	b
	S.N. 2	W.G.	24.20	b	S.N. 1	P.I.	19.30	a	S.N. 2	W.G.	168.10	c	S.N. 2	W.G.	24.13	c
	S.N. 1	W.G.	22.63	b	S.N. 2	P.H.	18.50	a	S.N. 1	W.G.	147.30	c	S.N. 1	W.G.	22.03	d
A los 23 días del trasplante definitivo a NF	S.N. 1	P.I.	36.37	a	S.N. 1	W.G.	22.07	a	S.N. 2	P.I.	412.80	a	S.N. 2	P.I.	32.83	a
	S.N. 2	P.I.	35.57	a	S.N. 2	W.G.	20.67	a	S.N. 1	P.I.	405.50	a	S.N. 1	P.I.	32.80	a
	S.N. 1	P.H.	31.90	b	S.N. 1	P.H.	19.87	a	S.N. 2	P.H.	311.20	b	S.N. 2	P.H.	32.53	a
	S.N. 2	P.H.	30.07	c	S.N. 2	P.H.	18.87	a	S.N. 1	P.H.	298.80	b	S.N. 1	P.H.	31.33	a
	S.N. 2	W.G.	27.87	c	S.N. 2	P.I.	18.87	a	S.N. 2	W.G.	232.00	c	S.N. 2	W.G.	26.53	b
	S.N. 1	W.G.	27.07	d	S.N. 1	P.I.	18.30	a	S.N. 1	W.G.	202.20	c	S.N. 1	W.G.	24.07	b
PI Parris Island Cos PH Prize Head WG Waldman's Green																

Fotografía N° 32: Vista general de las Lechugas, previa a la Cosecha



Fotografía N° 33: Cosecha de Lechugas



4.2 OBJETIVO 2: Comprobar el contenido de materia seca y nutrientes en los tres cultivares de lechuga.

4.2.1 EVALUACION DE LA MATERIA SECA PARA EL DCA I

a) Contenido de Materia Seca¹ (S.N. "1")

Se puede observar en el cuadro N° 58 el Análisis de Varianza (ANVA) para el Contenido de Materia Seca de la parte comestible de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares realizando evaluaciones en tres momentos, trasplante al SRF, trasplante definitivo al sistema NFT y en la cosecha, se demuestra que no existe diferencia significativa para los tratamientos pero, sí para las observaciones, lo que indica un aumento de la M.S. en el desarrollo de la planta. Se ha obtenido un coeficiente de variabilidad es 6.53 % que confirma que los valores son confiables trabajando a un nivel de significancia de 5%.

Cuadro N° 58: Análisis de Varianza (ANVA) para el contenido de Materia Seca de la parte comestible de Lechuga con S.N. 1 durante tres momentos

Factores De Variacion	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	F Tabular	S.
Tratamientos	0.92	2	0.46	5.42	9.55	N.S.
Observaciones	13.45	2	6.73	79.12	9.55	*
Error	0.34	4	0.09			
Total	14.71	8				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

El cuadro N° 59 expone la comparación de medias con la Prueba de Tukey para el peso de Materia Seca de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares durante tres evaluaciones obteniendo la última el mayor promedio.

Cuadro N° 59: Comparación de medias con la Prueba de Tukey para la Materia Seca al sistema NFT con S.N. "1"

Observación	Medias	Nivel de significancia	
Cosecha	6.16	a	
TD – NFT	3.90		b
SRF	3.33		b

r) Contenido de Materia Seca¹ (S.N. “2”)

En el cuadro N° 60 el Análisis de Varianza (ANVA) para el Contenido de Materia Seca de la parte comestible de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares realizando evaluaciones en tres momentos, trasplante al SRF, trasplante definitivo al sistema NFT y en la cosecha, se demuestra que no existe diferencia significativa para los tratamientos. Existe significancia para las observaciones, se considera estos valores para poder compararlos en el análisis combinado con los valores de la SN “2”. Se obtuvo un C.V. de 5.13 %, con lo que los datos son fieles con una significancia del 5%.

Cuadro N° 60: Análisis de Varianza (ANVA) para el contenido de Materia Seca de la parte comestible de Lechuga con S.N. “2” durante tres momentos

Factores De Variacion	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	F Tabular	S.
Observaciones	13.91	2	6.96	128.06	9.55	*
Tratamientos	0.68	2	0.34	6.23	9.55	N.S.
Error	0.22	4	0.05			
Total	14.80	8				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

En el cuadro N° 61 se muestra la comparación de medias con la Prueba de Tukey para el peso de Materia Seca de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares durante tres evaluaciones siendo la cosecha la de mayor promedio.

Cuadro N° 61: Comparación de medias con la Prueba de Tukey para la Materia Seca de Lechuga con S.N. “2”

Observación	Medias	Nivel de significancia		
Cosecha	6.25	a		
TD – NFT	4.03		b	
SRF	3.33			c

4.2.2 Resumen de la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Materia Seca de las evaluaciones de los DCA I y II

En el cuadro N° 62 se presenta el resumen de las comparaciones de medias con la Prueba de Tukey para la evaluación de Materia Seca de los DCA I y II:

Cuadro N° 62: Resumen de las Comparaciones de Media con la prueba de Tukey para la Materia Seca del DCA I y II

Evaluación	MATERIA SECA (g)										
	DCA I S.N. "1"					DCA II S.N. "2"					
	Momento	Obs.	Media	Significancia		Momento	Obs.	Media	Significancia		
Observaciones	Cosecha	3	6.16	a	b	Cosecha	3	6.25	a	b	c
	TD-NFT	2	3.90			TD-NFT	2	4.03			
	SRF	1	3.33			SRF	1	3.33			
Evaluación	CV.	T	Media	Significancia		CV.	T	Media	Significancia		
Tratamientos	PI	T1	4.85	a		PI	T1	4.77	a		
	PH	T3	4.47			WG	T3	4.70			
	WG	T2	4.07			PH	T2	4.15			

Donde	cv.
PI	Parris Island Cos
PH	Prize Head
WG	Waldman's Green

4.2.3 ANÁLISIS COMBINADO PARA LA MATERIA SECA EN AMBOS DCA

a) Comparación del contenido de Materia Seca de ambas Soluciones

Se puede observar en el cuadro N° 63 el Análisis de Varianza (ANVA) para el Contenido de Materia Seca de la parte comestible de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares realizando evaluaciones en tres momentos, trasplante al SRF, trasplante definitivo al sistema NFT y en la cosecha, resultando significativo.

Se obtuvo un coeficiente de variabilidad es 5.86 % que corrobora que los datos son fiables trabajando a un nivel de significancia de 5%.

Cuadro N° 63: Análisis de Varianza (ANVA) combinado para el Número de Hojas de Lechuga con S.N. 1 a los 23 días D.T.D. al sistema NFT

Factores De Variacion	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	p-valor	S.
SOLUCION	0.02	1	0.02	3.5E-03	0.9554	
SOLUCION>REPETICIONES	27.36	4	6.84	98.20	<0.0001	*
CULTIVAR	1.52	2	0.76	10.94	0.0051	N.S.
SOLUCION*CULTIVAR	0.07	2	0.04	0.52	0.6139	N.S.
Error	0.56	8	0.07			
Total	29.54	17				

N.S. = No significativo

* = Significativo

$\alpha = 0.05$

Se aprecia en el cuadro N° 64 la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el peso de Materia Seca de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares durante en tres momentos de evaluación, siendo el momento de la cosecha el de mayor promedio en ambas soluciones.

Cuadro N° 64: Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para la Materia Seca de Lechuga en ambas soluciones S.N. “1” y S.N. “2”

Solución	Observación	Medias	Nivel de significancia	
SNLM + BIOL	Cosecha	6.25	a	
SNLM	Cosecha	6.16	a	
SNLM + BIOL	TD-NFT	4.03		b
SNLM	TD-NFT	3.90		b
SNLM	SRF	3.33		b
SNLM + BIOL	SRF	3.33		b

4.2.4 Resumen de la comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el análisis combinado de la Materia Seca de los DCA I y II

En el cuadro N° 65 se presenta el resumen de las comparaciones múltiples de medias con la Prueba de Tukey para el análisis combinado de Materia Seca de los DCA I y II, en 3 observaciones y en los 3 cultivares:

Cuadro N° 65: Resumen del análisis combinado para Materia Seca del DCA I y II

Evaluación	MATERIA SECA (g)				
	S.N.	Observación	Media	Significancia	
Observaciones	S.N. 2	Cosecha	6.25	a	b
	S.N. 1	Cosecha	6.16	a	
	S.N. 2	TD-NFT	4.03		
	S.N. 1	TD-NFT	3.9		
	S.N. 1	SRF	3.33		
	S.N. 2	SRF	3.33		
Evaluación	S.N.	cv.	Media	Significancia	
Cultivares	S.N. 1	PI	4.85	a	
	S.N. 2	PI	4.77	a	
	S.N. 2	WG	4.7	a	
	S.N. 1	WG	4.47	a	
	S.N. 2	PH	4.15	a	
	S.N. 1	PH	4.07	a	

Donde	cv.
PI	Parris Island Cos
PH	Prize Head
WG	Waldman's Green

4.2.5 Comparación del contenido de nutrientes en la parte comestible de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares y en ambas soluciones

El cuadro N° 66 muestra el resumen del análisis foliar realizado en laboratorio, dónde se indica el contenido de los principales nutrientes que ofrece las hojas de lechuga.

Cuadro N° 66: Resumen del análisis foliar del contenido de los principales nutrientes las hojas de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

SOLUCIÓN	SN 1	SN 2	COMPARACIÓN	
TRATAMIENTO	Proteína (%)	Proteína (%)	SN 2 – SN 1	(%)
cv. Parris Island Cos	20.44	18.00	-2.44	-14
cv. Prize head	17.25	19.06	1.81	9
cv. Waldman's Green	17.75	16.88	-0.87	-5
TOTAL	55.44	53.94	-1.50	-3
PROMEDIO	18.48	17.98	-0.50	-3
TRATAMIENTO	N (%)	N (%)	SN 2 – SN 1	(%)
cv. Parris Island Cos	3.27	2.88	-0.39	-14
cv. Prize head	2.76	3.05	0.29	10
cv. Waldman's Green	2.84	2.70	-0.14	-5
TOTAL	8.87	8.63	-0.24	-3
PROMEDIO	2.96	2.88	-0.08	-3
TRATAMIENTO	Na (ppm)	Na (ppm)	SN 2 – SN 1	(%)
cv. Parris Island Cos	6600.00	4000.00	-2600.00	-65
cv. Prize head	7600.00	5200.00	-2400.00	-46
cv. Waldman's Green	5200.00	4600.00	-600.00	-13
TOTAL	19400.00	13800.00	-5600.00	-41
PROMEDIO	6466.67	4600.00	-1866.67	-41
TRATAMIENTO	P (ppm)	P (ppm)	SN 2 – SN 1	(%)
cv. Parris Island Cos	3520.00	3860.00	340.00	9
cv. Prize head	2540.00	3520.00	980.00	28
cv. Waldman's Green	1440.00	2220.00	780.00	35
TOTAL	7500.00	9600.00	2100.00	22
PROMEDIO	2500.00	3200.00	700.00	22

(Continúa página 92)

Se hace la comparación de los valores obtenidos de los tres cultivares establecidos en ambas soluciones, la evaluación es en cuanto a la diferencia aritmética de los valores obtenidos en cuanto al porcentaje y a la cantidad de ppm de los nutrientes. Los diferencias en negativo indican que la S.N. “1” tiene un mayor valor que la S.N. “2”

Cuadro N° 66: Resumen del análisis foliar del contenido de los principales nutrientes las hojas de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

SOLUCIÓN	SN 1	SN 2	COMPARACIÓN	
TRATAMIENTO	K (ppm)	K (ppm)	SN 2 – SN 1	(%)
cv. Parris Island Cos	22000.00	41000.00	19000.00	46
cv. Prize head	18000.00	41000.00	23000.00	56
cv. Waldman's Green	12800.00	33000.00	20200.00	61
TOTAL	52800.00	115000.00	62200.00	54
PROMEDIO	17600.00	38333.33	20733.33	54
TRATAMIENTO	Mg (ppm)	Mg (ppm)	SN 2 – SN 1	(%)
cv. Parris Island Cos	2918.40	3891.20	972.80	25
cv. Prize head	2791.50	4377.60	1586.10	36
cv. Waldman's Green	2305.54	3648.00	1342.46	37
TOTAL	8015.44	11916.80	3901.36	33
PROMEDIO	2671.81	3972.27	1300.45	33
TRATAMIENTO	Ca (ppm)	Ca (ppm)	SN 2 – SN 1	(%)
cv. Parris Island Cos	7214.40	14028.40	6814.00	49
cv. Prize head	12024.40	12024.40	0.00	0
cv. Waldman's Green	11222.40	10020.40	-1202.00	-12
TOTAL	30461.20	36073.20	5612.00	16
PROMEDIO	10153.73	12024.40	1870.67	16

4.3 OBJETIVO 3: Determinar mediante análisis económico el tratamiento más rentable.

4.3.1 Evaluación del presupuesto económico para el establecimiento del módulo de hidroponía y la producción de Lechuga (*Lactuca sativa* L.)

a) Análisis del rendimiento económico de la lechuga cultivada en módulos NFT

En el anexo N° 28 se muestra la recopilación de la información luego de desarrollar el Costo de Producción para ejecutar un proyecto de Hidroponía en un terreno comprado, que constaría de 4 módulos de 9 tubos por 12 metros, una electrobomba de 2HP, el tanque de agua, el timer, los insumos mensuales y la instalación de una cobertura de malla Raschel junto todos las herramientas y accesorios necesarios.

El costo total del proyecto planteado sería de S/. 9,954.86, siendo los costos directos la suma de S/. 6,676.54 representando el 70.25% de los gastos del proyecto y los costos indirectos suman S/. 3,278.32 que hacen un porcentaje de 29.75% del costo total, se ha considerado además el costo de instalación que es de S/. 7,437.00 y un mantenimiento mensual de S/. 1,500.00, se incluye los gastos administrativos e imprevistos, siendo cada uno el 5% de los costos directos.

La fórmula para calcular en forma directa el retorno por el dinero invertido o también llamada Beneficio/Costo es la siguiente:

$$(B/C=IT/CT)$$

Donde:

IT = Valor actual de los ingresos totales o beneficios netos

CT= Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales

De los valores que tenemos en el anexo N° 28, reemplazamos así:

$$B/C= S/. 5,280.00 / S/. 9,954.86$$

$$B/C= 0.53$$

Se comprueba que el proyecto con 4 módulos no produce beneficios durante la primera cosecha con un índice de Rentabilidad Neta es Negativo de -0.47.

Ya que el proyecto propuesto es para un cultivo anual, con la característica de que la estructura de los módulos y la cobertura permanecen en el tiempo, es que se realizará un flujo de caja para comprobar la sostenibilidad del proyecto en un tiempo de 10 años.

s) Resumen del rendimiento económico de los tres cultivares evaluados de lechuga en un modelo de cultivo hidropónico en sistema NFT

Es necesario resaltar que la unidad comercial en el mercado local es de una docena de lechugas, variando el precio por temporada y manteniéndose similar de acuerdo a las cultivares, con los precios de S/. 20, S/. 17 y S/ 15, para los cultivares Parris I., Prize H. y Waldman's G., respectivamente. Así mismo el rendimiento varía dependiendo de los cultivares, pues existen aquellos que son más precoces como Waldman's y aquellos que requieren mayor tiempo para poder ser comercializados como el cultivar Prize Head y Parris Island Cos que requiere más tiempo para formar un semi-cogollo.

El cuadro N° 67 explica la comparación del valor de rentabilidad neta para los tres cultivares estudiados, siendo el cultivar Parris Island quien obtiene el mayor B/C en el primer mes de cosecha con un valor de 0.54. Con 0.53 el cultivar Waldman's Green y el cultivar Prize Head.

Cuadro N° 67: Comparación del valor de la Rentabilidad Neta y B/C para los tres cultivares estudiados de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en un modelo de cultivo hidropónico en sistema NFT

COSTO DEL PROYECTO Y ANÁLISIS DE RENTABILIDAD				
INDICADOR	CULTIVAR			
	WALDMAN'S	PRIZE HEAD	PARRIS	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (CD)	S/. 6,677	S/. 6,645	S/. 6,613	
TOTAL COSTOS INDIRECTOS (CI)	S/. 3,278	S/. 3,275	S/. 3,272	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN (CT)	S/. 9,954	S/. 9,920	S/. 9,885	
PRECIO DE VENTA LECHUGA	S/. 1.25	S/. 1.42	S/. 1.67	
RENDIMIENTO	4224	3696	3168	
INGRESO TOTAL (IT)	S/. 5,280	S/. 5,248	S/. 5,291	
INGRESO NETO MENSUAL (IN=IT-CT)	S/. -4,674	S/. -4,672	S/. -4,595	
RENTABILIDAD NETA (RN=IN/CT)	-0.47	-0.47	-0.46	
BENEFICIO/COSTO (B/C=IT/CT)	0.53	0.53	0.54	

t) Flujo de caja proyectado a 10 años para el proyecto de los cultivares de lechuga evaluados en módulos hidropónicos con sistema NFT

El cuadro N° 68 se verifica la diferencia entre los flujos de caja desarrollados para los tres cultivares y se especifica el ingreso bruto anual que se reduce con el costo total, costos directos e indirectos, para obtener el Saldo Neto Anual y Mensual correspondientes.

Cuadro N° 68: Comparación del Flujo de caja a 10 años para los tres cultivares de lechuga cultivada en hidroponía con sistema NFT

CULTIVARES	Waldman's Green		Prize Head		Parris Island Cos	
AÑO	INSTALACIÓN	2029	INSTALACIÓN	2029	INSTALACIÓN	2029
SALDO INICIAL	Sl. -	Sl. 229,792	Sl. -	Sl. 230,228	Sl. -	Sl. 239,535
ENTRADAS						
Rendimiento Mensual	4224	4224	3696	3696	3168	3168
Rendimiento anual	50688	50688	44352	44352	38016	38016
Precio unitario	Sl. 1.25	Sl. 1.25	Sl. 1.42	Sl. 1.42	Sl. 1.67	Sl. 1.67
Ingreso por ventas mensual	Sl. 5,280	Sl. 5,280	Sl. 5,248	Sl. 5,248	Sl. 5,291	Sl. 5,291
Ingreso por ventas anual	Sl. 63,360	Sl. 63,360	Sl. 62,980	Sl. 62,980	Sl. 63,487	Sl. 63,487
TOTAL INGRESOS ANUAL	Sl. 63,360	Sl. 63,360	Sl. 62,980	Sl. 62,980	Sl. 63,487	Sl. 63,487
SALIDAS:						
INSUMOS Y MANTENIMIENTO						
Insumos anual y C. Fitosanitario	Sl. 10,041	Sl. 10,242	Sl. 9,661	Sl. 9,854	Sl. 9,281	Sl. 9,466
Mantenimiento anual	Sl. 18,000	Sl. 18,342	Sl. 18,000	Sl. 18,342	Sl. 18,000	Sl. 18,342
Alquiler del terreno	Sl. 5,408	Sl. 5,408	Sl. 5,408	Sl. 5,408	Sl. 5,408	Sl. 5,408
Transporte anual	Sl. 1,200	Sl. 1,224	Sl. 1,200	Sl. 1,224	Sl. 1,200	Sl. 1,224
Servicios anual	Sl. 960	Sl. 979	Sl. 960	Sl. 979	Sl. 960	Sl. 979
TOTAL I y M	Sl. 35,609	Sl. 36,195	Sl. 35,229	Sl. 35,807	Sl. 34,849	Sl. 35,419
Otros e Imprevistos	Sl. 1,780	Sl. 1,810	Sl. 1,761	Sl. 1,790	Sl. 1,742	Sl. 1,771
Gastos Administrativos	Sl. 1,780	Sl. 1,810	Sl. 1,761	Sl. 1,790	Sl. 1,742	Sl. 1,771
OTAL ANUAL COSTOS INDIRECTO	Sl. 39,170	Sl. 39,814	Sl. 38,752	Sl. 39,388	Sl. 38,333	Sl. 38,961
COSTOS DIRECTOS	Sl. 6,677		Sl. 6,645		Sl. 6,613	
TOTAL COSTO DE INSTALACIÓN	Sl. 7,437		Sl. 7,437		Sl. 7,437	
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO	Sl. 387		Sl. 387		Sl. 387	
TOTAL COSTOS DIRECTOS	Sl. 7,824		Sl. 7,824		Sl. 7,824	
SALDO BRUTO	Sl. 63,360	Sl. 63,360	Sl. 62,980	Sl. 62,980	Sl. 63,487	Sl. 63,487
SALDO NETO	Sl. 16,366	Sl. 253,338	Sl. 16,404	Sl. 253,820	Sl. 17,329	Sl. 264,060
SALDO MENSUAL	Sl. 1,364	Sl. 21,111	Sl. 1,367	Sl. 21,152	Sl. 1,444	Sl. 22,005

En el cuadro N° 69 se presenta el Flujo de Caja a 10 años, se detallan los valores de ingresos y salidas, el mantenimiento y costo anual para el proyecto, se incluye el costo de los servicios, transporte y el pago del terreno, además del control fitosanitario.

Cuadro N° 69: Flujo de Caja programado a 10 años para un proyecto de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivado en Hidroponía bajo sistema NFT con 4 módulos con el cv. Waldman's Green

PROYECTO MÓDULOS DE HIDROPONÍA		FLUJO DE CAJA PROYECTADO A 10 AÑOS									
AÑO	INSTALACIÓN	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
SALDO INICIAL	SI. -	SI. 16,366	SI. 40,224	SI. 64,038	SI. 87,819	SI. 111,566	SI. 135,278	SI. 158,956	SI. 182,601	SI. 206,213	SI. 229,792
ENTRADAS											
Rendimiento Mensual	4224	4224	4224	4224	4224	4224	4224	4224	4224	4224	4224
Rendimiento anual	50688	50688	50688	50688	50688	50688	50688	50688	50688	50688	50688
Precio unitario	SI. 1.25	SI. 1.25	SI. 1.25	SI. 1.25	SI. 1.25	SI. 1.25	SI. 1.25	SI. 1.25	SI. 1.25	SI. 1.25	SI. 1.25
Ingreso por ventas mensual	SI. 5,280	SI. 5,280	SI. 5,280	SI. 5,280	SI. 5,280	SI. 5,280	SI. 5,280	SI. 5,280	SI. 5,280	SI. 5,280	SI. 5,280
Ingreso por ventas anual	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360
TOTAL INGRESOS ANUAL	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360
SALIDAS:											
INSUMOS Y MANTENIMIENTO											
Insumos anual y Control Fitosanitario	SI. 10,041	SI. 10,141	SI. 10,161	SI. 10,171	SI. 10,181	SI. 10,191	SI. 10,202	SI. 10,212	SI. 10,222	SI. 10,232	SI. 10,242
Mantenimiento anual	SI. 18,000	SI. 18,180	SI. 18,198	SI. 18,216	SI. 18,234	SI. 18,252	SI. 18,270	SI. 18,288	SI. 18,306	SI. 18,324	SI. 18,342
Alquiler del terreno	SI. 5,408	SI. 5,408	SI. 5,408	SI. 5,408	SI. 5,408	SI. 5,408	SI. 5,408	SI. 5,408	SI. 5,408	SI. 5,408	SI. 5,408
Transporte anual	SI. 1,200	SI. 1,212	SI. 1,213	SI. 1,214	SI. 1,216	SI. 1,218	SI. 1,219	SI. 1,220	SI. 1,222	SI. 1,223	SI. 1,224
Servicios anual	SI. 960	SI. 970	SI. 971	SI. 972	SI. 972	SI. 974	SI. 975	SI. 976	SI. 977	SI. 978	SI. 979
TOTAL I y M	SI. 35,609	SI. 35,911	SI. 35,951	SI. 35,981	SI. 36,012	SI. 36,044	SI. 36,074	SI. 36,104	SI. 36,134	SI. 36,165	SI. 36,195
Otros e Imprevistos	SI. 1,780	SI. 1,796	SI. 1,798	SI. 1,799	SI. 1,801	SI. 1,802	SI. 1,804	SI. 1,805	SI. 1,807	SI. 1,808	SI. 1,810
Gastos Administrativos	SI. 1,780	SI. 1,796	SI. 1,798	SI. 1,799	SI. 1,801	SI. 1,802	SI. 1,804	SI. 1,805	SI. 1,807	SI. 1,808	SI. 1,810
TOTAL ANUAL COSTOS INDIRECTOS	SI. 39,170	SI. 39,502	SI. 39,546	SI. 39,579	SI. 39,613	SI. 39,648	SI. 39,682	SI. 39,715	SI. 39,748	SI. 39,781	SI. 39,814
COSTOS DIRECTOS	SI. 6,677										
TOTAL COSTO DE INSTALACIÓN	SI. 7,437										
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO	SI. 387										
TOTAL COSTOS DIRECTOS	SI. 7,824										
SALDO BRUTO	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360	SI. 63,360
SALDO NETO	SI. 16,366	SI. 40,224	SI. 64,038	SI. 87,819	SI. 111,566	SI. 135,278	SI. 158,956	SI. 182,601	SI. 206,213	SI. 229,792	SI. 253,338
SALDO MENSUAL	SI. 1,364	SI. 3,352	SI. 5,337	SI. 7,318	SI. 9,297	SI. 11,273	SI. 13,246	SI. 15,217	SI. 17,184	SI. 19,149	SI. 21,111

CAPITULO V

5. DISCUSIÓN

5.1 Evaluación del Biol utilizado y la Solución Nutritiva (SN)

El contenido de nutrientes del Biol es ínfimo, como se indica en el Anexo N° 3, el resultado del análisis muestra que solamente posee un 0.02% de Nitrógeno, 69 PPM de Fósforo, 800 PPM de Potasio, 4 864 PPM de Magnesio y de manera sobresaliente 24 048 PPM de Ca. Es ciertamente el Ca el nutriente más destacado en el Biol al contar con más de 24 000 PPM pero, como lo señala Alarcón (2005) citado por INFOAGRO (2017), la solubilización del Ca para que pase a formas asimilables por la planta (Ca^{++}) se debe a la cantidad de protones de dióxido de carbono (CO_2), que resultan de la respiración de microorganismos y de la descomposición de la materia orgánica, el CO_2 se encuentran fácilmente en medios ácidos, siendo el Biol una solución alcalina es muy probable que el Ca se encuentre en formas no asimilables para la planta, entonces se debe asumir que este Ca no podría ser absorbido directamente en un corto plazo.

Es así, como lo resalta Arana (2011) enunciando que cada Biol es diferente, los valores finales y la calidad del mismo dependerán en gran medida de los insumos disponibles en la zona donde se prepara; por lo tanto es necesario realizar un análisis previo a su utilización en Hidroponía ya que es posible que los valores de pH y CE sean demasiado altos para que sea así utilizado. Así se demuestra en el Anexo N° 4 donde Escarcena (2017), remite el resultado de dos muestras de Biol, teniendo el “Casero” valores 8.35 para pH y 6.78 dS/m de CE, el Biol en base a estiércol de Cuy presenta un pH de 7.55 y 30.5 dS/m de CE. Es posible que este último no pueda ser utilizado en un proyecto de Hidroponía para Lechuga, ya que la tolerancia del cultivo a las sales es de 2.5 dS/m y se deberá comprobar la CE final luego de combinar dicho Biol con agua y S.N.

En lo que respecta a la solución hidropónica “La Molina”, es un juego completo de sales que una vez diluidos contienen los nutrientes suficientes para el desarrollo de cultivos manejados en sistemas Hidropónicos, INTAGRI (2017) explica que para poder preparar las SN es necesario realizar un análisis previo al agua, donde se debe indicar el pH, CE, dureza y posibles elementos tóxicos. Para preparar la SN, se utilizó agua potable de las instalaciones del Fundo “La Banda”- Huasacache que, según el análisis de agua expuesto en el Anexo N° 2 y las normas Riverside es un agua de clase C2-S1, con una salinidad

media, con bajo contenido de Na, de Dureza: Blanda y sin riesgos de toxicidad, adecuada para el riego de cultivos.

5.2 Parámetros biométricos de los tres cultivares de Lechuga a los 0 días del trasplante definitivo (TD) al sistema NFT:

Las evaluaciones a los cultivares se realizaron a partir del primer día del TD, cada DCA fue evaluado, primero, individualmente y luego se realizó un análisis combinado de ambos para comparar las medias. Como era de esperarse al trabajar con tres cv. distintos y como se muestra en el cuadro N° 57, los valores son significativos para todos los parámetros exceptuando el número de hojas para el cv. Waldman's Green (WG) y el cv. Prize Head (PH) con 11 hojas, Medina E. (2014), menciona del mismo modo que la diferencia lograda en sus resultados es precisamente debido a la genética de los cultivares. Es el cv. Parris Island Cos (PI) el que obtiene los mayores promedios en todas las evaluaciones y en ambas soluciones nutritivas, además es estadísticamente significativo con respecto a los demás cv. que son del Tipo Lollo Bionda (WG) y Lollo Rossa (PH).

El resultado de la Comparación múltiple de medias con la Prueba de Tukey para el Número de Hojas al momento D.T.D. en sistema NFT señala que existe diferencia significativa para PI en SN2 con 20.3, PI en SN1 con 16.7 y PH en SN2 con 12.53 y son estadísticamente iguales los cv. WG en SN1, SN2 y PH en SN1 y en último lugar se tiene PH en SN1 con 10.97.

El cv. PI en SN2 obtuvo una media de 23.87 cm para la longitud de raíces en SN2, siendo el mayor promedio de todos los cv., este valor puede considerarse como un factor de precocidad como lo señala Guamán R. (2010), que las plantas que son trasplantadas definitivamente al sistema NFT luego de alrededor 3 semanas de estar en SRF, son plantas vigorosas y que garantizan la uniformidad de la plantación. Le sigue luego, estadísticamente iguales PI en SN1 con 19.23 cm y PH en SN1 con 17.93, y los cv. WG estadísticamente iguales con los valores más bajos 14.5 cm en SN1 y 12.9 en SN2, valores plasmados en el cuadro N° 34.

Se obtuvieron los primeros datos de peso fresco, con el mayor promedio que corresponde al cv. PI en S.N.2 con 78.6 g. y luego se aprecia una escalera de valores en el cuadro N° 42, donde le siguen en orden PI en SN1 con 67.3 g, PH en SN2 con 34.87 g, PH en SN1 con 30 g y estadísticamente iguales WG con 21.73 g en SN2 y 17.83 en SN1.

Se puede corroborar que el Biol incrementa los valores de peso fresco, Cando S. y Malca L. (2015), lo demuestran con sus resultados al comparar SN compuestas con Biol y con soluciones químicas.

El cuadro N° 50 presenta el nivel de significancia para La altura de planta donde se aprecia una clara diferencia entre cultivares y soluciones, como lo sustenta Benzing (2001) y Meléndez (2003) citados por Niño de Guevara M. (2013), las aplicaciones de Biol al 20% vía foliar mejoran el crecimiento de las plantas de Lechuga, aunque en procesos variables y que dependen en gran medida de la interacción de la planta, con el ambiente y el medio en el que se encuentra cultivada. Así, todos los valores de cv. en SN2 obtenidos son mayores y significativos en relación a la SN1, excepto el cv. WG que no es significativo; se tiene PI en SN2 con 22.97 cm y PI en SN1 con 19.63 cm; PH en SN2 con 17.1 cm y PH en SN1 con 14.9 cm; WG en SN2 con 11.9 cm y WG en SN1 con 11.43 cm.

5.3 Parámetros biométricos de los tres cultivares de Lechuga a los 7 días del TD al sistema NFT:

En el cuadro N° 27 se puede apreciar que no existe diferencia significativa para el número de hojas en el Factor de Variabilidad (F.V.) SOLUCIÓN*CULTIVAR pero si entre cultivares, esto quiere decir que el efecto de la S.N. 2 sobre los cv. es estadísticamente igual al de la S.N.1, anteriormente se obtuvo diferencia estadística en la evaluación a los 0 días del T.D, caso similar al que Gutiérrez J. (2011) experimentó cuando evaluó tres cultivares de lechuga al aire libre, donde en la segunda fecha de evaluación luego del trasplante en todos los casos se incrementó el número de hojas, pero no se halló diferencia significativa, atribuyéndose los cambios a factores ambientales y a los procesos fisiológicos y hormonales.

La longitud de raíces muestra un comportamiento distinto, como se ve en el cuadro N° 35, donde se comprueba que existe diferencia significativa para las soluciones y los cultivares y en el cuadro N° 36 se presentan las medias, siendo los cv.PI en SN1 y PI en SN2, estadísticamente iguales con WG en SN1 y PH en ambas soluciones y rezagándose el cv. WG en SN2 con la media más baja de 16.10 cm. Es posible que sean los microorganismos que se encuentran presentes en Biol, los que hayan permitido un desarrollo rápido de las raíces de Lechuga, como lo señala también Chávez A. (2013), que utilizó microorganismos con Tecnología EM, Escudero A. y Arias C. (2012), indican

también que la presencia de microorganismos en abonos orgánicos favorece las relaciones C/N y posibilita la disponibilidad de nutrientes en el medio de cultivo.

En el cuadro N° 43 se anota la diferencia significativa para el Peso Fresco en el F.V. de SOLUCIÓN *CULTIVAR, es el cv. PI en SN2 que logra otra vez el mayor promedio con 222.3 g y estadísticamente diferente del cv.PI en SN1 con 196.03 g, Cando S. y Malca L. (2015) señalan el resultado positivo de bajas concentraciones de Biol (utilizaron 3.1 % en SN) y nuevamente se valida la efectividad del Biol para incrementar los valores de los parámetros de la Lechuga, como se muestra en el cuadro N° 44 son los valores del peso fresco de los cv.en SN 2 mayores a los de la SN1, aunque estadísticamente los pesos de PH y WG no son significativos.

En lo que respecta la altura de planta ocurren dos fenómenos interesantes de comentar, los valores de las medias son detallados en el cuadro N° 52. El cv.WG que se quedó rezagado en las evaluaciones a los 0 DTD, ahora con las medias de WG en SN2 con 19.87 cm y WG en SN1 con 19.3 superan en altura al cv.PH en SN1 con el menor promedio de 19.3, y es estadísticamente igual que PH en SN2 con 21 cm. Además el orden de mérito en cuanto a la SN y a los cv. es idéntico al de la Evaluación del Número de Hojas a los 7 D.T.D., lo que hace suponer que podría existir una relación positiva entre la altura de planta y el número de hojas. El cv.PI continúa dominando los mayores valores con 26.33 cm en SN2 y 26.27 cm en SN.1

5.4 Parámetros biométricos de los tres cultivares de Lechuga a los 15 días del TD al sistema NFT:

Para la tercera evaluación nuevamente se han obtenido valores no significativos para el Número de Hojas en todos los cv., como se muestra en el cuadro N° 27, donde no existe significancia en el F.V. SOLUCIÓN *CULTIVAR. Es el cv. PI que tiene las mayores medias, en SN2 con 32.6 y en SN1 32.2, le siguen cv. PH y WG ambos cultivares estadísticamente iguales, resultados similares a los que obtuvo Medina E. (2014) que resalta que a pesar de no existir diferencia significativa en sus resultados, observó un efecto positivo por parte de Biol en sus tratamientos; es por ello que los cv. que son cultivados en SN2 poseen una media mayor con respecto a los cv. de la SN1 como se aprecia en el cuadro N° 30.

Referente a la Longitud de raíces, no existe diferencia significativa y todos los cv. en las dos SN son estadísticamente iguales, así lo señala el cuadro N° 38, donde el mayor promedio lo posee el cv. WG en SN1 con 20.93 cm y el menor corresponde al cv. PH en SN2 con 18.5 cm.

Existen diferentes posibles razones por las que se ha obtenido un valor negativo en cuanto al crecimiento constante presentado en las dos evaluaciones anteriores, Catata L. (2015), reporta que las alteraciones en la temperatura ambiental y la alta humedad relativa, detienen el crecimiento radicular o producen alteraciones en el desarrollo normal de las raíces, Morgan (2001) citado por Catata L. (2015) dice que una baja concentración de oxígeno disuelto en el agua produce la muerte de las raíces más jóvenes, Cabezas (2018) señaló que la cantidad mínima necesaria de oxígeno es de 3-4 mg de O/l de SN y que además temperaturas altas inciden mediante una relación negativa en la concentración de este elemento.

La evaluación de la longitud de raíces en el presente trabajo se hizo en forma manual, retirando del tubo de NFT cada planta y colocándola sobre una mesa de trabajo acondicionada para que sufra la menor cantidad de daños mecánicos posible, pese a ello, es muy probable que las raíces apicales hayan sufrido daños en el momento de la evaluación.

En el cuadro N° 45 se expone que no existe diferencia significativa en el Peso Fresco para las SN, en el cuadro N° 46 se muestra como todos los cv. son estadísticamente diferentes y a la vez se ve la ausencia de significancia en el efecto de la SN. Así, el valor más alto es del cv. PI en SN2 que tiene una media de 313.93 g y el promedio más bajo es del cv. WG en SN1 con 147.33 g.

La altura de planta también continúa un desarrollo normal y con valores positivos pero, como se sustenta en el cuadro N° 53, no existe significancia para ninguna SN, las medias comparadas en el cuadro N° 54 indican que la altura de planta de los cv. PI y PH son estadísticamente iguales, sin incluir el mayor promedio de PI en SN2 con un promedio de 29.53 cm, el cv. WG en SN2 es estadísticamente igual al cv. PH en ambas SN y se queda en último lugar el cv. WG en SN1 con 22.03 cm. Finalmente se debe indicar que a pesar de que las raíces aparentemente han detenido su crecimiento, los demás parámetros continuaron un desarrollo positivo.

5.5 Parámetros biométricos de los tres cultivares de Lechuga a los 23 días del TD al sistema NFT:

El momento de la última evaluación corresponde a la cosecha, así en el cuadro N° 31 se sustenta que no se ha encontrado significancia para el F.V. de la SN. El cv. PI alcanza una media máxima de hojas de 36.37 y 35.57, en SN1 y SN2, respectivamente, los demás promedios mostrados en el cuadro N° 32 corresponden al cv. PH con 31.9 en SN1 y 30.07 en SN2, quedando al final el cv. WG que obtuvo en SN2 27.87 y en SN1 27.07 hojas. Solamente el cv. PI en SN1 es significativo en cuanto al resto de los cv., siendo estadísticamente iguales los cv. PH y WG. La comparación de medias hace suponer que la efectividad del Biol que se veía hasta la segunda evaluación realizada a los 7 DDT, aparentemente dejó de ser positiva al punto que las medias poseen valores similares.

La longitud de raíces ha quedado estadísticamente igual en todos los cv. en sendas SN, se asume que el factor causante de este fenómeno es que la planta está experimentando procesos fisiológicos y se está preparando para producir inflorescencia. O que la planta haya sufrido un stress debido a los cambios de pH en el agua.

El reporte del peso fresco en el cuadro N° 47 revela que no existe diferencia significativa en cuanto al F.V. de la SN2 a pesar de ello, en cuanto al peso fresco, el Biol aparentemente tiene relevancia, puesto que las medias presentadas en el cuadro N°48, dejan claro que todos los cv. en SN2 obtuvieron mayores promedios.

La altura de planta es no significativa como se muestra en el cuadro N° 55, las medias expuestas en el cuadro N°56, sustentan que los cv. PI y PH producidos en ambas SN, son estadísticamente iguales con una media mayor de 32.83 cm para el cv. PI en SN2 y el cv. PH en SN1 el menor promedio con 31.33 cm; el cv. WG se queda con medias de 26.53 cm y 24.07 cm en SN2 y SN1, correspondientemente.

Es probable que la ausencia de significancia en la SN2 ya para el momento de la cosecha se deba a que las plantas han consumido prácticamente todos los nutrientes que la SN, como se ve en el Anexo N° 31 los valores de PPM en la SN1 eran cercanos a 300 PPM y los de la SN2 eran en promedio 680, cifras que van de la mano con valores bajos de conductividad eléctrica, en SN1 en promedio 0.4 dS/m y en SN2 0.95 de CE.

Los valores del pH se elevaron, pero esto fue a que el agua potable presentó valores irregulares, como se muestra en el anexo N° 33 y se presume que fue debido al uso de

esta agua que el pH en ambas SN se elevó y alcanzó valores cercanos a 7.4 y 8.5, que se alejan del valor 6.5 que es el óptimo para la absorción y disolución de nutrientes en la SN.

5.6 Contenido de Materia Seca (MS) y Nutrientes:

5.6.1 Materia Seca en la parte comestible de la Lechuga

El contenido de materia seca al momento de la cosecha en los tres cultivares estudiados tiene una media de 6.16% para la S.N. 1 y de 6.25% para la S.N. 2, números relativamente bajos, pero como lo indica INCAP (2012) citado por Jaramillo et al. (2016) en el Anexo N° 5 la mayoría de variedades y cultivares, poseen casi el 95 % de Humedad o agua, la MS de los cultivares no supera el 5% para las lechugas Iceberg y Butterhed, y es de 5.39% para el cv. Romana.

En el Anexo N° 1 se señala que el cv. estudiado con mayor MS al momento de la Cosecha en ambas soluciones fue Parris Island Cos con 6.86% y 6.50%, le siguen en orden de mérito el cv. Waldman's Green con 6,12% y 6.49%, cv. Prize head 5.51% y 5.56% con las S.N. 1 y 2 respectivamente.

El promedio de MS es un 0.09% mayor en la S.N. 2 que en la S.N. 1, la suma total de MS puede verse afectada por distintos factores, así lo señala Vivas (2004), la cantidad y disponibilidad de los macronutrientes en conjunto con suelo de pH inestable y un clima seco o desfavorable, pueden limitar severamente el contenido final de MS en cultivos extensivos como forrajes y granos para ensilaje.

Como se muestra en el Anexo N° 31, el pH es más variable en la S.N. 1, teniendo la S.N. 2 valores más cercanos a un pH neutro de 7, permitiendo de esta forma que los nutrientes se encuentren más disponibles para la planta, como lo considera HYDRO-ENVIROMENT (2015), que para las Hortalizas el pH óptimo tiene un rango de 5.6 a 6.5.

Es necesario señalar que se recurrió a una corrección del pH en la S.N.1 pues este llegó a valores muy bajos de hasta 3.9, valores similares a los que Pomboza P. et al. (2016) obtuvieron en su experimento pero, ellos explican que los valores de pH bajo se debieron al uso de microorganismos en la solución, los que causaron fermentaciones y como resultado se produjeron alcoholes que acidificaron la S.N.; otra posible causa de la acidificación en la SN, como lo indica Llanos P. (2001) es el rápido consumo de iones de nitrato que son fácilmente absorbidos por las raíces, quedando los iones de Amonio que

favorecen la reducción del pH y en conjunto con el Fósforo que, cuando el pH se reduce, forma ácido fosfórico H_2PO_4 , disminuyéndose el pH aún más en forma progresiva.

En el Anexo N° 33 se explica que para la corrección de pH se utilizó un total de 3.2 l de Hidróxido de Potasio (OHK) al 5%, aplicado en tres momentos en dosis similares, también lo explica Basterrechea (2014), que para soluciones con pH bajos es posible utilizar OHK en bajas concentraciones para elevarlo, pero se debe tener cuidado del efecto “Buffer” que puede presentarse debido al contenido de fósforo de la S.N.

5.6.2 Contenido de Nutrientes en la parte comestible de la Lechuga

Al respecto de los nutrientes, en general la S.N.2 presenta valores favorables que estarían relacionados al contenido ligeramente mayor de materia seca, esto gracias a la absorción que se obtuvo con los valores de pH cercanos al neutro, así como se comprueba en el cuadro N° 66 que el contenido de Mg, K y P es mayor en todos los cv. de la S.N. 2 que en la S.N.1, HYDRO-ENVIROMENT (2015), explica que el Mg, K y P son más fácilmente absorbidos cuando el pH se encuentra a valores cercanos a 7, el Na presenta un valor menor en todos los cv, Gottau G. (2011), recalca la importancia del consumo de verduras que posean en general un bajo contenido de sodio, especialmente para personas con ingesta limitada de este elemento.

El único cv. que logró un mayor porcentaje de proteína con respecto a la S.N.2 fue el cv. Prize Head con 19.06 % en relación a 17.25% de la SN.1, el cv. Prize Head cuenta con 5.76% de MS, que equivalen a 57.6 g, entonces el contenido de proteína es de 11 g/ Kg o 1.1 g /100 g de lechuga, valores muy cercanos a las variedades estudiadas por Jaramillo et al. (2016), donde los cv. obtuvieron valores de 0,9 g, 1,35 g, 1.23 g por cada 100 gramos de hojas de lechuga de diferentes cv.

5.7 Análisis económico y rendimiento:

Si bien el B/C resulto negativo al igual que la rentabilidad neta, se debe recordar que la producción de un módulo de hidroponía no dura solamente un mes, y que la mayoría de los costos son el primer año, se comprueba que en el flujo de caja con una proyección a 10 años, se logran valores positivos y muy alentadores para un vivero con solamente 4 módulos de hidroponía con 9 tubos de 12 metros en sistema NFT.

Como se ve en los Anexos N° 6 y N° 7, la producción, rendimiento así como la superficie cosechada de lechuga en campo, se ha incrementado durante los últimos años, sobre la

superficie actual de viveros, invernaderos o zonas con cobertura que se encuentren produciendo Lechuga hidropónica, solamente se tienen escasos datos, que son corroborados por Rodríguez (2017) citado por Ramírez (2017), no teniéndose registros oficiales de zonas dedicadas a la producción hidropónica ni la cantidad que producen.

5.8 Cantidad Total de Agua utilizada y Consumo Real De Agua:

Como se indica en el Anexo N° 24 el total de agua y biol utilizados en las seis camas del SRF y ambos tanques para las dos SN de los sistemas NFT, fue de 7 662 litros y 478 litros de Biol, a lo largo del desarrollo de la lechuga solamente se adicionó agua y el Biol correspondiente para la S.N. 2. De la cual el total de agua consumida reportada es de 4 815 litros y de Biol de 285 litros. Jaques C. y Hernández J. (2005) sustentan que la baja tasa de consumo de agua es precisamente una de las ventajas de los sistemas hidropónicos, y esta se debe a se limita solamente al requerido por la transpiración para la absorción y circulación de nutrientes para la producción de biomasa.

Se han producido en total 1320 cabezas de lechuga, considerando las plantas que no fueron evaluadas, lo que indica que cada planta consumió en promedio 3.6 litros de agua desde el momento en que fue trasplantada al SRF, pasando por el trasplante definitivo al sistema NFT, hasta el momento final de su cosecha, que tuvo una duración de 60 días.

Por lo tanto el consumo real sería de 60 ml/día, valor muy cercano al obtenido por Heinze M. (2011), que cultiva 5000 lechugas en sistema NFT, recalca que cada planta consume 1.5 litros de agua (7500 litros) en un plazo de 30 días, resultando en 50 ml/día de consumo real de agua.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

1. El resultado de la comparación de medias con la Prueba de Tukey para el análisis combinado entre las dos soluciones, arroja que no existe diferencia estadística en ninguno de los tratamientos, sin embargo se logró mayores promedios en los parámetros biométricos evaluados al momento de la cosecha para los tratamientos donde se utilizó Biol. Así por ejemplo se logró mayor peso promedio en los cv. que fueron cultivados en S.N.2, fue el cv. Waldman's Green que obtuvo una diferencia importante de 30 g para las medias del Peso Fresco al momento de la cosecha, obteniendo 232 g cultivado en S.N. 2 y 202.2 g en S.N. 1.
2. Fue el cv. Parris Island Cos que alcanzó el mayor promedio de MS con respecto a los demás cv. en ambas S.N. La media del porcentaje de MS durante la cosecha es un 0.09% mayor en la SN2, además, los minerales: Mg, K y P, son mayores en todos los cv. de la S.N. 2 que en la S.N.1. demostrándose el efecto positivo del Biol en el incremento de la MS de la lechuga y también de un mayor contenido de nutrientes.
3. Para el diseño de un proyecto de Hidroponía que contaría con 4 módulos se puede utilizar los cv. Parris Island Cos o el cv. Waldman's Green, pues son los que tienen mayor índice de B/C, con 0.54 y 0.53, respectivamente. Como se ha comprobado en el Flujo de caja a 10 años en sendos proyectos resultarían rentables a partir del primer año aun incluyéndose los gastos de instalación y mantenimiento, ya que la lechuga hidropónica se produce intensivamente obteniendo varias cosechas escalonadas y semanales a diferencia de como si se le cultivara en campo abierto donde se realiza una sola cosecha por campaña agrícola.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar abono orgánico líquido, Biol, en conjunto con soluciones nutritivas en sistema NFT y SRF para el cultivar de Lechuga, Waldman's Green. Con una concentración no mayor al 15% cuando el pH esté próximo a 8 y la CE no exceda valores cercanos a 8 dS/m,
2. Ejecutar un control de los parámetros de la solución que se encuentra en el tanque o en camas flotantes, por lo menos una vez cada semana, esto con la finalidad de corregir a tiempo los valores de pH y de ser posible la CE.
3. Realizar nuevos experimentos con distintos cultivares de lechuga, por ejemplo con el Tipo Trocadero también conocido como lechugas “mantecosas”, utilizar los cultivares más populares como Francesa, White Boston o Trocadero.
4. Realizar nuevos experimentos evaluando parámetros como el Contenido de Oxígeno disuelto en el agua, cantidad de exudados de las raíces y el control de temperatura y humedad para comprobar un mayor índice de precocidad.
5. El desarrollo de nuevas tecnologías en el campo de la Hidroponía en conjunto con la creciente demanda de Lechuga orgánica, hacen posible la apertura de una ventana de negocio muy atractiva y rentable para agricultores emprendedores.

CAPITULO VIII

REFERENCIA

1. Aliaga, N. 2015~. PRODUCCIÓN DE BIOL SUPERMAGRO (en línea). La Libertad, Perú. Consultado 21 ago. 2019. Disponible en www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Manual_de__Bioles_rina.pdf
2. Álvarez, F. 2010. Preparación y uso de Biol (en línea). Lima, Perú. Consultado 21 ago. 2019. Disponible en <http://www.funsepa.net/soluciones/pubs/Njc0.pdf>
3. Andrade, D. 2017. ESCUELA DE HIDROPONÍA: Enfermedades más frecuentes en Hidroponía (en línea, vídeo). Cochabamba, Bolivia. 5min., 54 seg., son., color. Consultado 22 may. 2019. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=JHGwSY5xr5Y>
4. Arana, S. 2011. Manual de Elaboración de Biol (en línea). Consultado 6 set. 2019. Disponible en https://www.academia.edu/37871891/Elboracion_biol
5. Baptista Ndamakele, J. 2010. Respuesta de distintos cultivares de minilechuga (*Lactuca sativa* L.) a diversas fisiopatías y a la acumulación de nitratos en hojas durante tres ciclos, con tres soluciones nutritivas y en dos modalidades de cultivo (En línea) Tesina Mag., Valencia,España, UPV. Consultado el 10 nov. 2019. Disponible en <https://riunet.upv.es/handle/10251/11343?show=full>
6. Barrera Puga, P: Hernández Pérez JM. 2010. CULTIVO DE LECHUGA EN HIDROPONIA BAJO INVERNADERO (en línea). Chapingo, México. Consultado 11 ago. 2019. Disponible en <https://www.scribd.com/document/331738127/44271841-Lechugas-en-Sistema-Nft>
7. Basterrechea, M. 2014. 3 Conceptos básicos de hidroponía #2: pH y calidad del agua (en línea). Consultado 25 set. 2019. Disponible en <https://www.hidroponiacasera.net/calidad-del-agua-y-ph-en-hidroponia-guia-basica/>
8. Blancard, D; Lot, H; Maisonneuve, B. 2005. Enfermedades de las lechugas. Identificar, conocer, controlar. España, Mundi-Prensa.
9. Bocanegra Amoroto, 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 (En línea) Tesis Ing., Trujillo, Perú, Universidad Privada Antenor Orrego. Consultado el 10 nov. 2019. Disponible en <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/864>
10. Cabezas, R. 2018. How to manage the pH and Electric Conductivity Hydroponics? / Rene Cabezas (en línea, vídeo). Santa Cruz, Bolivia. 5min., 47 seg., son., color. Consultado 22 may. 2019. Disponible en https://www.youtube.com/watch?v=Yo_LQo1tjBw&gl

11. Cando Pacheco, S; Malca Acuña, L. 2015. Influencia de un abono orgánico líquido tipo biol en el rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa* L) cultivada en sistemas hidropónicos (en línea). Tumbes, Perú. Consultado el 23 set. 2019. Disponible en <http://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/53>
12. Carrasco Silva, G; Sandoval Briones; C. 2016. Manual práctico del Cultivo de la Lechuga (en línea). Madrid, España. Consultado 22 ago. 2018. Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=t0sPDQAAQBAJ&dq=lechuga>
13. Catata Choque, LI. 2015. Comparativo de variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Y soluciones nutritivas en el cultivo hidropónico, en el sistema NFT tipo piramidal, bajo condiciones de invernadero Arequipa (en línea) Tesis Ing. Arequipa, Perú, UNSA. Consultado el 07 set. 2019. Disponible en <http://bibliotecas.unsa.edu.pe/handle/UNSA/384>
14. Chávez Vidalegut, ALM. 2013. Si diseño e implementación de un sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidroponica (*Lactuca sativa* var. Campania) con tecnología EM™ en el distrito de Chiguata, Arequipa 2013. Tesis Ing. Arequipa, Perú, UCSM.
15. Colque, T; Rodríguez, D; Mujica, A; Canahua, A; Apaza, V; Jacobsen, SE. 2005. PRODUCCIÓN DE BIOL ABONO LÍQUIDO NATURAL Y ECOLOGICO (en línea). Puno, Perú. Consultado 22 ago. 2019. Disponible en https://www.academia.edu/23671098/PRODUCCI%C3%93N_DE_BIOL_ABONO_LC3%8DQUIDO_NATURAL_Y_ECOLOGICO_ESTACION_EXPERIMENTA_L_ILLPA_PUNO_PUNO_-PERU_SEPTIEMBRE_2005_inia_Instituto_Nacional_de_Investigaci%C3%B3n_y_Extensi%C3%B3n_Agraria
16. CORREO. 2018. Desagüe contamina torrentera Chullo y canal de regadío en Sachaca (en línea). Consultado 19 set. 2019. Arequipa, Perú. Disponible en <https://diariocorreop.e/edicion/arequipa/desague-contamina-torrentera-chullo-y-canal-de-regadio-en-sachaca-839730/>
17. Escudero de Fonseca, A; Arias Villamizar, Ca 2012. Los microorganismos en los abonos orgánicos a partir de podas en la Universidad del Norte, Colombia (en línea) Rev. Int. Contam. Ambient vol.28 supl.1. Consultado el 27 set. 2019. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992012000500010
18. Favela Chávez, E; Preciado Rangel, P; Benavides Mendoza, A. 2006. Manual para la preparación de Soluciones Nutritivas (en línea). Coahuila, México. Consultado 11 jul. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Adalberto_Benavides-Mendoza/publication/305280176_Manual_para_la_preparacion_de_soluciones_nutritivas/links/57867bba08aef321de2c6b65/Manual-para-la-preparacion-de-soluciones-nutritivas.pdf

19. FAXSA. s.f. Lechuga, información general y de cultivo (en línea). Consultado 11 may. 2019. México. Disponible en <http://www.faxsa.com.mx/semhort1/c60le001.htm>
20. FONCODES. 2014. PRODUCCIÓN DE BIOL SUPERMAGRO (en línea). Lima, Perú. Consultado 22 jul. 2019. Disponible en <https://issuu.com/bleu.veris/docs/foncodes>
21. González, MJ. 2016. Lechuga y su valor nutritivo (en línea). Consultado 10 set. 2017. Disponible en <https://www.laprensa.com.ni/2016/06/25/espectaculo/2057382-lechuga-y-su-valor-nutritivo>
22. Gottau, G. 2011. Las verduras con más sodio (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado 20 set. 2019. Disponible en <https://www.vitonica.com/minerales/las-verduras-con-mas-sodio#comments>
23. Guerrero Riascos, R. 2015~. Propiedades Generales de los Fertilizantes (en línea). Colombia. Consultado 11 jul. 2019. Disponible en <http://www.monmeros.com/descargas/dpmanualfertilizacion.pdf>
24. Gutiérrez Queupil, JG. 2011. Comportamiento de tres cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), evaluados al aire libre, en Valdivia. (en línea) Tesis Ing. Valdivia, Chile, UACH. Consultado el 07 set. 2019. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/fag984c/doc/fag984c.pdf>
25. Halsouet, P; Miñambres, MS. 2005. La Lechuga, Manual para su cultivo en Agricultura Ecológica (en línea). NA – 1377/05. Navarra, España. Consultado 30 set. 2018. Disponible en <https://www.eneek.eus/es/actualidad/publicaciones>
26. Heinze, M. 2011. De cómo cultivar 5.000 plantas de lechuga con 250 litros por planta (contra 2.500 del sistema tradicional) (en línea). Argentina. Consultado 22 set. 2019. Disponible en <https://infonegocios.info/plus/de-como-cultivar-5-000-plantas-de-lechuga-con-250-litros-por-planta-contra-2-500-del-sistema-tradicional>
27. Hernández, J. 2014. FENOLOGÍA DE LA LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) (en línea). Carchi, Ecuador. Consultado 23 ago. 2018. Disponible en <https://www.scribd.com/doc/235709583/Fenologia-de-La-Lechuga>
28. HYDRO-ENVIROMENT. 2015. La importancia de monitorear y regular el pH (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado 26 set. 2019. Disponible en https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=34
29. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2016. REDACCIÓN DE REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. San José, Costa Rica
30. INEI. 2012. REDATAM 2.0, Sistema de Consultas del IV Censo nacional Agropecuario CENAGRO (Programa Informático) Lima, Perú, Consultado el 15 set. 2017, 1 Disco Compacto

31. INFOAGRO. 2017. El calcio en el suelo (en línea). Consultado 20 set. 2019. Disponible en <https://mexico.infoagro.com/el-calcio-en-el-suelo/>
32. INTAGRI. 2017. Solución Nutritiva y su Monitoreo Mediante Análisis Químico Completo (en línea). Serie Horticultura Protegida. Núm. 27. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/solucion-nutritiva-y-su-monitoreo-mediante-analisis-quimico-completo>
33. Ivan Rivadeneira A. 2013. Comportamiento bioagronómico del cultivar de Lechuga Silverado (*Lactuca sativa*) con abonos orgánicos en el Cantón Salcedo (En línea) Tesis Ing., Quevedo, Ecuador, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Consultado el 10 nov. 2019. Disponible en <http://190.15.134.12/handle/43000/505?mode=full>
34. Izquierdo, J. 2003. FAO: Hidroponía Simplificada (en línea). Santiago, Chile. Consultado 20 jul. 2019. Disponible en <https://espanol.free-ebooks.net/ebook/Hidroponia-Simplificada/pdf>
35. Japon Quintero, J. 2007. LA LECHUGA (en línea). Núm. 10/07 HD. Madrid, España. Consultado 26 ago. 2019. Disponible en https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1977_10.pdf
36. Jaques Hernández, C.; Hernández JL. 2005. Valoración productiva de lechuga hidropónica con la técnica de película de nutrientes (NFT) (en línea). México. Consultado 20 set. 2019. Disponible en https://www.academia.edu/1437565/Valoraci%C3%B3n_productiva_de_lechuga_hidrop%C3%B3nica_con_la_t%C3%A9cnica_de_pel%C3%ADcula_de_nutrientes_NFT_
37. Jaramillo Noreña, J; Aguilar, PA; Tamayo Molano, PJ; Arguello Rincón, EO; Guzmán Arroyave, M; CORPOICA. 2016. Modelo Tecnológico para Lechuga en el Buenas Prácticas Agrícolas Bajo el Cultivo de Oriente Antioqueño (en línea). Medellín, Colombia. Consultado 25 ago. 2018. Disponible en <https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20LA%20LECHUGA.pdf>
38. Llanos Peada, PH. 2001. La Solución Nutritiva, Nutrientes Comerciales, Formulas completas (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado 21 set. 2019. Disponible en <http://www.drcalderonlabs.com/Hidroponicos/Soluciones1.html>
39. López, G. 2012. Cultivo hidropónico: la empresa más grande del país está en Córdoba (en línea). Argentina. Consultado 15 ago. 2019. Disponible en <https://infonegocios.info/eco-negocios/cultivo-hidroponico-la-empresa-mas-grande-del-pais-esta-en-cordoba>
40. Marulanda, C; Izquierdo, J. 2003. Huerta Hidropónica Popular (en línea). Santiago, Chile. Consultado 02 ago. 2019. Disponible en <https://www.scribd.com/document/66620035/HIDROPONIA>

41. Medina Gonzáles, EA. 2014. Efecto de la aplicación foliar de tres concentraciones de Biol sobre el rendimiento de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.). White Boston y Waldmans Green, bajo sistema hidropónico NFT en Arequipa, 2013. Tesis Ing. Arequipa, Perú, UCSM.
42. Medina Jiménez, F. s.f. Necesidades nutricionales y de riego de la lechuga (en línea). EXP 01254/441. Gran canaria, España. Consultado 26 ago. 2019. Disponible en <http://anuariosatlanticos.casadecolon.com/index.php/GRANJA/article/download/9945/9461>
43. MetAs & Metrólogos Asociados, s.f., Cálculo de la humedad relativa (en línea). Jalisco, México. Consultado 22 jul. 2017. Disponible en <http://www.metas.com.mx/utillerias/calculohumedadrelativa.php>
44. MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2018. Anuario Estadístico de Producción Agrícola 2017 (En línea). Perú. Consultado 15 ago. 2019. Disponible en <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=noticias/anuario-estadistico-produccion-agricola-2017>
45. MINAGRI. 2017. Compendio Estadístico Perú 2016 (en línea). Perú. Consultado 17 set. 2019. Disponible en https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1375/cap12/cap12.pdf
46. MINAGRI. 2017. Módulo de Consulta de la Base de Datos de la DGIA (en línea). Perú. Consultado 26 ago. 2019. Disponible en http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult
47. Mosquera, B.2010. Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana (en línea). Ecuador. Consultado 21 ago. 2019. Disponible en www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf
48. Niño de Guevara Zegarra, MR. 2013. Efecto del Abonamiento orgánico en base a Compost y Biol en el rendimiento del Cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Capitata en la Joya Antigua. Tesis Ing. Arequipa, Perú, UCSM.
49. OASIS. 2017. Manual de Hidroponía (en línea). México. Consultado 03 ago. 2019. Disponible en <https://www.oasisgrowersolutions.com/pdf/mx/manual-hidroponia.pdf>
50. Pomboza Tamaquiza, P; León Gordón OA; Villacís Aldaz LA; Vega J; AldázJarrín JC. 2016. Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de *Lactuca sativa* L. variedad Iceberg (en línea). Tungurahua, Ecuador. Consultado 19 set. 2019. Disponible en http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2308-38592016000200005&script=sci_arttext
51. Ramírez Guzmán, GA. 2017. SISTEMA DE PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) (en línea). Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM.

- Consultado el 07 ago. 2019. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2981>
52. Rodríguez Díaz, E; Guzmán, M. 2004. Características de los Fertilizantes para su Uso en la Fertirrigación (en línea). ISBN: 84-96023-27-3. Jalisco, México. Consultado 25 jul. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/257416472_CHARACTERISTICAS_DE_LOS_FERTILIZANTES_PARA_SU_USO_EN_LA_FERTIRRIGACION
 53. Saavedra del R, G.2017. Manual de producción de lechuga (en línea). Boletín INIA N° 09ISSN. Santiago, Chile. Consultado 18 ago. 2019. Disponible en <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/09%20Manual%20Lechuga.pdf>
 54. Santos Coello, B; Ríos Mesa, D. 2016. Cálculo de Soluciones Nutritivas: En suelo y sin suelo (en línea). Buenos Tenerife, España. Consultado 19 jul. 2019. Disponible en http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otro_622_soluciones_nutritivas.pdf
 55. Sanz de Galdeano, J; Uribarri, A; Sádaba, S; Aguado, G; Del Castillo, J. 2003. Aspectos a considerar en una instalación de: CULTIVO HIDROPÓNICO (en línea). Navarra, España. Consultado 01 ago. 2019. Disponible en <https://www.scribd.com/document/130911264/Cultivo-Hidrop-Nico>
 56. SENAMHI, 2017, Estación: HUASACACHE, Tipo Convencional - Meteorológica (en línea). Arequipa, Perú. Consultado 22 jul. 2017. Disponible en https://www.senamhi.gob.pe/mapas/mapa-estaciones/_dat_esta_tipo.php?estaciones=000799
 57. Sernaqué F; López J. 2012. Evaluación de tres tipos de fertilizantes en *Lactuca sativa* ("lechuga") (En línea) Consultado el 10 Nov 2019, Disponible en: <http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/article/view/1128>
 58. SIEA (Sistema Integrado de Estadística Agraria). 2018. Anuario Estadístico De Producción Agrícola 2017 (en línea). Perú. Consultado 20 set. 2019. Disponible en <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=noticias/anuario-estadistico-produccion-agricola-2017>
 59. Soria Campos, JA. 2012. 6° CURSO DE HIDROPONÍA BASICA PARA PRINCIPIANTES (en línea). In 5to Congreso Nacional Hortifrutícola (2013). Memoria. Colombia. Consultado 25 jul. 2019. Disponible en http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_247_Curso%20Hidropon%C3%ADa%20Basica.pdf
 60. UNALM, s.f., SOLUCIÓN HIDROPÓNICA LA MOLINA ¿Cómo preparar la solución hidropónica La Molina? (en línea). Lima, Perú. Consultado 22 jul. 2017. Disponible en http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/sol_preparacion.htm

61. Urrestarazu, M. 2012. Nuevas tendencias de los cultivos sin suelo y su estado en los países emergentes (en línea). Consultado 11 set. 2017. Disponible en <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/59959-Nuevas-tendencias-de-los-cultivos-sin-suelo-y-su-estado-en-los-paises-emergentes.html>
62. Vallejo Cabrera, FA; Estrada Salazar, EI. 2004. Producción de Hortalizas de Clima Cálido (en línea). Cali, Colombia. Consultado 27 set. 2018. Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=UpyfvNokkroC&dq=lactuccini&source=gb_s_navlinks_s
63. Villablanca, A.; Villavicencio, A. 2010. LOS FERTILIZANTES EN LA AGRICULTURA (en línea). INIA – GORE, Informativo N°: 16-1. Arica y Parinacota, Chile. Consultado 17 jul. 2019. Disponible en platina.inia.cl/ururi/informativos/Informativo_INIA_Ururi_16.pdf
64. Vivas, H. 2004. La Fertilización como Herramienta para Incrementar la Producción de Alfalfa (en línea). Argentina. Consultado 22 set. 2019. Disponible en <http://www.fertilizando.com/articulos/La%20Fertilizacion%20como%20Herramienta%20para%20Incrementar%20la%20Produccion%20de%20Alfalfa.asp>
65. Yáñez López, R; Quijano Carranza, JA; Bucio Villalobos, CM; Hernández Zul, MI; Arreguín Centeno JH; Narro Sánchez, J. 2012. Efecto de la temperatura y humedad relativa en la germinación de esporangios de *Bremia lactucae* Regel (en línea). Irapuato Guanajuato, México. Consultado 16 ago. 2019. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000500015
66. Zeoli, FA. 2011. HIDROPONÍA: CULTIVO SIN SUELO (en línea). Buenos Aires, Argentina. Consultado 22 jul. 2019. Disponible en <https://www.slideshare.net/fabriciolucho/hidroponia-10642496>

ANEXOS

Anexo N° 1: Resultados del Análisis Foliar y de Materia seca a una muestra fresca de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) de los tres cultivares estudiados



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

"Año del buen servicio al ciudadano"

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIAR ESTACION EXPERIMENTAL-AREQUIPA-INIA

SOLICITANTE	RICARDO PALMA CHAMBILLA
PROCEDENCIA	HUASACACHI-HUNTER
MUESTRA	Lechuga
FECHA DE INGRESO	06/12/2017
TERMINO DE ANALISIS	30/12/2017
ANALISIS	Materia seca al aire, Proteína, Calcio, Magnesio, Fosforo, Potasio. Y Sodio
N° LABORATORIO	7848-7853

N° Muestra	% M.S.	mg/Kg Na	% N	% Proteína.	mg/Kg P	mg/Kg K	mg/Kg Mg	mg/Kg Ca
1. V, Parris	6.86	6600.00	3.27	20.44	3520.00	22000.00	2918.40	7214.40
2. V, Prize	3.51	7600.00	2.76	17.25	2540.00	18000.00	2791.50	12024.40
3. V, Walls	9.12	5200.00	2.84	17.75	1440.00	12800.00	2305.54	11222.40
4. V, Parris	6.50	4000.00	2.88	18.00	3860.00	41000.00	3891.20	14028.40
5. V.Walls	6.49	4600.00	2.70	16.88	2220.00	33000.00	3648.00	10020.40
6. Prize	5.76	5200.00	3.05	19.06	3520.00	41000.00	4377.60	12024.40

1. V, PARRIS ISLAND COS-SNLM
2. V, PRIZE HEAD-SNL
3. V, walls man Green-SNLM
4. V, PARRIS ISLAND COS-SNLM+15% Biol
5. V, Walls man Green SNLM+15% Biol
6. V, PRIZE HEAD-SNLM+15% Biol

Nota: Determinación de nitrógeno, fosforo, potasio por digestión; para hallar el porcentaje del elemento dividir ppm o mg/Kg. Entre 10000

MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN
AGRARIA
ENC. LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS
EE. AREQUIPA - INIA

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
Ing. Msc. VALERIANO HERNÁNDEZ CACHIPANA
DIRECTOR
EEA AREQUIPA

Anexo N° 2: Resultados del análisis del agua potable utilizada del fundo "La Banda" Huasacache

	PERÚ	Ministerio de Agricultura	Instituto Nacional de Innovación Agraria	EEA Santa Rita Arequipa
--	------	---------------------------	--	-------------------------

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS ESTACION EXPERIMENTAL- AREQUIPA INIA

NOMBRE O RAZON SOCIAL DEL SOLICITANTE	ARTURO CARPIO AMEZQUITA
PROCEDENCIA	HUASACACHE
MUESTRA	AGUA

CODIGO DE LABORATORIO	FECHA DE INGRESO	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	LOTE	TIPO DE ANALISIS	N° DE INFORME
7031	31/10/2016	FUNDO LA BANDA	1	COMPLETO	7005

ANALISIS QUIMICO

CATIONES			GRADO DE RESTRICCION			
ELEMENTO	EQUIVALENCIA	VALOR	NINGUNO	BAJO	ALTO	SEVERO
SODIO (Na)	meq/l	0.848				
POTASIO (K)	meq/l	0.103				
MAGNESIO (Mg)	meq/l	0.400				
CALCIO (Ca)	meq/l	1.470				
SUMATORIA		2.821				

ANIONES			GRADO DE RESTRICCION			
ELEMENTO	EQUIVALENCIA	VALOR	NINGUNO	BAJO	ALTO	SEVERO
CLORUROS (Cl)	meq/l	1.250				
SULFATOS (SO ₄)	meq/l	0.715				
CARBONATOS (CO ₃)	meq/l	0.000				
BICARBONATOS (HCO ₃)	meq/l	1.333				
SUMATORIA		3.298				

	EQUIVALENCIA	VALOR	NO SALINO	BAJO	ALTO	SEVERO
C.E	dS/m	0.26				
			ACIDO	NEUTRO		ALCALINO
pH		7.33				

SAR		0.88				
PSI		30.06				
	CLASE	C2-S1				
DUREZA TOTAL ppm CaCO3						
VALOR	MUY BLANDA	BLANDA	SEMIBLANDA	SEMIDURA	DURA	MUY DURA
64.00						

Según la clasificación de Riverside es un agua de clase C2-S1, agua de salinidad media, adecuado para el riego de cultivos; agua con bajo contenido de sodio sin riesgo de toxicidad. (Dureza de agua (Blanda))

MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
ENC. LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS
EE. AREQUIPA - INIA

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
Ing. Msc. VALERIANO HUACAYO SACACHIPUNA
DIRECTOR
EEA AREQUIPA

Anexo N° 3: Resultados del análisis a una muestra del Biol utilizado en la S.N.2



PERÚ

Ministerio
de Agricultura

Instituto Nacional de Innovación
Agraria

EEA Santa Rita
Arequipa

**LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIAR
ESTACION EXPERIMENTAL-AREQUIPA-INIA**

SOLICITANTE	RICARDO PALMA CHANBILLA
PROCEDENCIA	HUASACACHE-HUNTER
MUESTRA	Biol
FECHA DE INGRESO	13/07/2017
TERMINO DE ANALISIS	31/07/2017
ANALISIS	PH, C.E. Nitrogeno, Materia Organica, Calcio, Magnesio, Fosforo, Potasio. Y Sodio

N° lab	N° Muestra	pH	C.E.	% N	% M.O.	mg/lit P	mg/lit K	mg/lit Mg	mg/lit Ca
7706	Biol	7.30	7.60	0.02	0.04	69.60	800.00	4864.00	24048.00

Nota: Determinación de pH y C.E. medición directa, determinación de nitrógeno, fosforo, potasio por digestión; para hallar el porcentaje del elemento dividir ppm o mg/lit./ 10000

- Con respecto a Na en biol. = 300.00 mg/l.



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION
AGROPECUARIA

EEA SANTA RITA - AGUAS Y SUELOS
EEA AREQUIPA - INIA



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA

Ing. M. Sc. VALERIO GUTIERREZ SACACHIPANA
DIRECTOR
EEA SANTA RITA AREQUIPA

Anexo N° 4: Resultados de dos muestras de Biol de diferente Composición



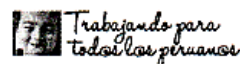
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

NOMBRE O RAZON SOCIAL DEL SOLICITANTE	EDITH ROSMERY ESCARCENA HAÑARI
PROCEDENCIA	HUNTER
MUESTRA	BIOL
FECHA DE INGRESO	09/05/2017
TERMINO DE ANALISIS	19/05/2017
ANALISIS	Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Calcio y Magnesio

N° LAB	N° MUESTRA	pH	C.E	% N	% M.O	mg/kg P	mg/kg K	mg/kg Mg	mg/kg Ca
7583	Biol-Casero	8.35	6.78	0.02	0.27	228.00	1150.00	2432.00	4008.00
7584	Biol- Cuy	7.55	30.50	0.22	2.20	330.00	1550.00	4864.00	16032.0

Nota: Determinación de pH. y C.E. es medición directa, determinación de nitrógeno, fosforo, potasio, Calcio y Magnesio por digestión, para hallar el **porcentaje** del elemento dividir ppm o mg/kg entre 10000.

Calle Saco Oliveros 402, Cerro Juli
José Luis Bustamante y Rivero - Arequipa
T: (054) 421338
arequipa@inia.gob.pe
www.inia.gob.pe
www.minagri.gob.pe



Anexo N° 5: Composición de 100 g de hoja comestible de lechuga

Nombre		Lechuga Iceberg	Lechuga Butter Head	Lechuga romana
Agua	%	95,64	95,63	94,61
Energía	g	14	13	17
Proteína		0,9	1,35	1,23
Grasa total		0,14	0,22	0,3
Carbohidratos		2,97	2,23	3,28
Fibra dietética total		1,2	1,1	2,1
Ceniza		0,36	0,57	0,58
Calcio	mg	18	35	33
Fósforo		20	33	30
Hierro		0,41	1,24	0,97
Tiamina		0,04	0,06	0,07
Riboflavina		0,03	0,06	0,07
Niacina		0,12	0,36	0,31
Vitamina C		3	4	24
Vitamina A = retinol		25	166	290
Ácidos grasos mono insaturados	g	0,01	0,01	0,01
Ácidos grasos poliinsaturados		0,07	0,12	0,16
Ácidos grasos saturados		0,02	0,03	0,04
Colesterol	mg	0	0	0
Potasio		141	238	247
Sodio		10	5	8
Zinc		0,15	0,2	0,23
Magnesio		7	13	14
Vitamina B6		0,04	0,08	0,07
Vitamina B12	µg	0	0	0
Ácido fólico		0	0	0
Vitamina K		25	S.D.	40
Folato equiv. FD		29	73	136
Fracción comestible	%	0,95	0,74	0,94

Fuente: INCAP (2012) citado por Jaramillo et al. (2016)

Anexo N° 6: Top 20 de cultivos con la mayor superficie sembrada con Hortalizas en el año 2012

CULTIVOS	SUPERFICIE SEMBRADA (has)	Porcentaje del total nacional (100% = 65331.3 ha)
1. Cebolla	9961.02	15.2
2. Vergel hortícola	8803.56	13.4
3. Alcachofa	7371.93	11.2
4. Ají	5325.26	8.1
5. Zanahoria	4896.85	7.5
6. Ajo	4837.31	7.4
7. Zapallo	4810.77	7.3
8. Tomate	3539.14	5.4
9. Rocoto	3202.67	4.9
10. Lechuga	<u>1747.61</u>	<u>2.7</u>
11. Col	1618.42	2.5
12. Pimiento	1455.19	2.2
13. Culantro	1055.31	1.6
14. Brócoli	936.18	1.4
15. Pepinillo	794.1721	1.2
16. Calabaza	763.18	1.2
17. Betarraga	543.29	0.8
18. Cebolla china	543.18	0.8
19. Apio	508.02	0.7
20. Caigua	434.55	0.7

Fuente: Base de datos REDATAM, Censo Nacional Agrario CENAGRO 2012

Anexo N° 7: Producción, Rendimiento y Precio Chacra de Lechuga

PRODUCCIÓN (t)		RENDIMIENTO (kg/ha)	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	PRECIO EN CHACRA (S./Kg)
Años	TOTAL NACIONAL			
2014	64360	10989	5857	0.8
2015	68624	10722	6400	0.74
2016	73559	10912	6741	0.83
2017	74099	10534	7034	0.78

FUENTE: Base de Datos de la Dirección General de Información Agraria (DGIA).
MINAGRI, 2018

Cultivos	PRODUCCIÓN EN TONELADAS METRICAS POR AÑO						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1. Caña de Azúcar (etanol)	655 995.0	625 992.6	1237 463.6	1748 337.9	1 454 282.0	1 251 925.1	1 225 400.0
2. Caña de Azúcar (alcohol)	1 007 032.7	961 055.4	953 591.5	949 280.5	931 859.0	917 336.1	826 799.1
3. <u>Lechuga</u>	<u>50443.1</u>	<u>49013.9</u>	<u>53130.2</u>	<u>59925.3</u>	<u>64360.0</u>	<u>68545.4</u>	<u>73559.4</u>
4. Brócoli	30 913.6	34 960.6	37 298.7	43 383.4	48 799.0	54 527.0	55 170.4
5. Pepinillo	31 248.0	29 460.4	31 369.8	33 031.5	35 197.0	38 879.2	39 272.5
6. Col o repollo	37 018.9	37 113.8	40 045.5	39 773.4	39 265.0	39 571.5	37 794.9
7. Betarraga	31 515.9	32 272.4	35 182.7	35 222.6	35 708.0	35363.5	34 291.9
8. Apio	38 114.5	30 069.7	25 119.6	27 287.4	28 215.0	28609.2	31 291.7
9. Espinaca	18 561.0	2 6679.1	29 373.1	29 775.7	29 882.0	30018.1	28 534.8
10. Granada	1 252.8	45 26.2	5240.2	6 677.2	9 089.0	11 991.5	23 795.1

Fuente: Dirección General de Evaluación y Seguimiento de Políticas - Dirección de Estadística Agraria, MINAGRI – Perú, 2017

**Anexo N° 8: Datos climáticos de la Estación Meteorológica HUASACACHE, mes de
Setiembre del año 2017 y promedio de HR**

Estación : HUASACACHE												
Departamento :		AREQUIPA			Provincia :		AREQUIPA		Distrito :		JACOBO HUNTER	
Latitud :		16°27'27.87"			Longitud :		71°33'58.85"		Altitud :		2200 msnm.	
Tipo :		CO - Meteorológica			Código :		116003					
Día/mes/año	Temperatura	Temperatura	Temperatura Bulbo			Temperatura Bulbo			Precipitacion (mm)		Direccion	Velocidad
	Max (°c)	Min (°c)	Seco (°c)			Humedo (°c)					del	del
				7	13	19	7	13	19	7	19	Viento 13h
01-sep-17	24	7.5	10.9	24	13	4.8	10.6	7.8	0	0	WNW	7
02-sep-17	23.9	8	12	23.2	14	5.8	10	7.9	0	0	WNW	8
03-sep-17	24.2	8.8	12.9	22.8	13.2	6.5	10.4	7.8	0	0	WNW	8
04-sep-17	24.2	9.2	12.8	23.8	14.4	6.4	11	8.2	0	0	WNW	7
05-sep-17	24.4	10.1	14.8	23.8	14	7.6	11	8.8	0	0	WNW	7
06-sep-17	22.2	7.8	12	21.6	12	6	9.7	7.6	0	0	WNW	8
07-sep-17	22.9	7.9	12.9	21.5	12.2	8.8	10.4	8.6	-888	-888	WNW	7
08-sep-17	22.5	9.5	12.4	21.8	14	7.8	12.1	10	0	0	WNW	8
09-sep-17	23.2	7.6	12.4	22.4	12.4	6.6	11.2	9	0	0	WNW	7
10-sep-17	24.8	8.2	12	24.2	13.4	6.4	9.8	9.2	0	0	WNW	8
11-sep-17	24.6	7.8	11.6	24	13.8	4.6	10	9.8	0	0	WNW	8
12-sep-17	24.8	8.4	10.3	23.7	14.6	4.3	9.8	9.4	0	0	WNW	8
13-sep-17	23.2	6.9	11.4	21.7	13.2	6.4	9.8	8.2	0	0	WNW	8
14-sep-17	24	8	11.8	23.2	11.8	6.6	12.1	9	0	0	WNW	8
15-sep-17	25	9.9	14.8	21.2	15.6	8.2	10.6	10.4	0	0	WNW	8
16-sep-17	26.4	13.2	15.6	25.6	15	10.4	12.8	9	-888	0	WNW	8
17-sep-17	25.2	10.6	13.3	24.4	16	8.2	11.8	8.9	0	0	WNW	8
18-sep-17	25	7.6	12.2	24.9	14.4	7.1	12.2	8.2	0	0	WNW	8
19-sep-17	23.6	7.3	11.4	22.7	13.6	7	10.2	8.6	0	0	WNW	8
20-sep-17	24.3	8.2	12.2	24.2	13.8	6.6	11	9	0	0	WNW	8
21-sep-17	23	9.2	13.9	22.6	13.4	8.8	12.8	10.2	0	0	WNW	7
22-sep-17	24.4	9	13.5	24.2	14.4	8.1	12	8.4	0	0	WNW	8
23-sep-17	24.5	9	13.4	23.2	14.4	7.8	11	7.9	0	0	WNW	7
24-sep-17	24.2	9.1	14	23.8	14.2	7.2	10	6.8	0	0	WNW	8
25-sep-17	24.8	6.8	11.8	24.8	13.6	5.4	11	7.4	0	0	WNW	8
26-sep-17	23.7	7.9	13.4	23.1	12.1	5.8	10	6.8	0	0	WNW	8
27-sep-17	23.8	7.6	13	23	13.6	6.6	9.6	6.8	0	0	WNW	8
28-sep-17	25	7.4	13.4	24.7	14.7	6.4	9.9	6.8	0	0	WNW	7
29-sep-17	25.8	8.2	13.7	25.2	14.4	6	10.2	7.6	0	0	WNW	8
30-sep-17	24.9	7	13.4	24.4	14.6	5.8	9.9	6.2	0	0	WNW	8
PROMEDIO	24.2	8.5	12.8	23.5	13.8	6.8	10.8	8.3				
	32.7	HUMEDAD 1	46.05	7 AM								
	16.34	HUMEDAD 2	22.15	13 PM								
		HUMEDAD 3	51.5	19 PM								
		PROMEDIO	39.9									

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI

**Anexo N° 9: Datos climáticos de la Estación Meteorológica HUASACACHE, mes de
Octubre del año 2017 y promedio de HR**

Estación : HUASACACHE												
Departamento :		AREQUIPA			Provincia :		AREQUIPA		Distrito :		JACOBO HUNTER	
Latitud :		16°27'27.87"			Longitud :		71°33'58.85"		Altitud :		2200 msnm.	
Tipo :		CO - Meteorológica			Código :		116003					
Día/mes/año	Temperatura	Temperatura	Temperatura Bulbo			Temperatura Bulbo			Precipitacion (mm)		Direccion	Velocidad
	Max (°c)	Min (°c)	Seco (°c)			Humedo (°c)					del	del
				7	13	19	7	13	19	7	19	Viento 13h
01-oct-17	24.4	6.5	13.4	24	11.6	5.2	9	5.7	0	0	WNW	8
02-oct-17	24.5	4.5	12	24.1	11.2	3.8	8.7	6	0	0	WNW	8
03-oct-17	23.8	5	12.2	23.4	12.4	4	10	6.6	0	0	WNW	8
04-oct-17	22	2.8	8.8	21.2	12.4	3.2	9.8	8.6	0	0	WNW	8
05-oct-17	23	7.7	13.2	22.2	14	7.5	11.2	9.1	0	0	WNW	8
06-oct-17	23.8	8	14.1	23.4	13.5	7.8	11.6	8.8	0	0	WNW	8
07-oct-17	24.4	7.8	13.6	23.8	13.4	7.7	10.6	7.3	0	0	WNW	8
08-oct-17	24.6	7	13.8	24	13.2	6.4	11	8	0	0	WNW	8
09-oct-17	25	7.9	14.2	24.4	15.4	7.4	11.3	8.6	0	0	WNW	8
10-oct-17	24	9.4	15	23.2	13.2	7.8	11	7.2	0	0	WNW	8
11-oct-17	23.7	8.2	14.4	22.2	13.2	7.8	11.6	9.4	0	0	WNW	8
12-oct-17	24	11	14.4	23	14.8	8.8	10.9	9	0	0	WNW	8
13-oct-17	24	9.2	17.3	23.4	15.8	9.8	11	9.2	0	0	WNW	8
14-oct-17	25	9.2	15.7	24.6	15.4	9.2	11	8.4	0	0	WNW	8
15-oct-17	24.4	11.2	16.2	23.6	16	10	10	8.9	0	0	WNW	8
16-oct-17	25	11.2	14.6	21.8	14.5	7.9	9.6	8.2	0	0	WNW	6
17-oct-17	25.5	11.2	17.9	25	17.2	9.8	11.4	9.6	0	0	WNW	7
18-oct-17	26.4	12	17	25.8	14.4	10.2	13	8.2	0	0	WNW	12
19-oct-17	26.6	10.1	17.6	26.5	14.8	9	12.6	9.4	0	0	WNW	8
20-oct-17	25.8	9.2	16.4	25	14.2	8	11.6	8.6	0	0	WNW	8
21-oct-17	24.9	8.6	16.2	24.2	13.4	7.6	11.8	8.4	0	0	WNW	8
22-oct-17	24.8	8.6	16.4	24	15	7.2	11.8	9.2	0	0	WNW	8
23-oct-17	23.6	9.9	16.1	22.6	14.2	9	11	8.2	0	0	WNW	8
24-oct-17	25.4	8.9	14.1	25	15	7.5	11.1	8	0	0	WNW	8
25-oct-17	24.3	8	16.1	23.8	14.6	7.3	10.1	7.4	0	0	WNW	8
26-oct-17	24	7.2	15.6	23.4	14	7.3	10.9	6	0	0	WNW	8
27-oct-17	23.2	7.9	16	23	12.6	7.2	10	7.8	0	0	WNW	8
28-oct-17	23.2	6.8	14.2	22.8	11.8	6.8	9.4	7.2	0	0	WNW	8
29-oct-17	22.8	6.9	14.4	21.9	13.6	8.2	11.2	7	0	0	WNW	8
30-oct-17	22.4	6	13.8	22	14	8.2	10.9	8.2	0	0	WNW	8
31-oct-17	24.2	6.8	15.4	23.2	14.6	7.0	9.4	7.0	0.0	0.0	WNW	8.0
PROMEDIO	24.3	8.2	14.8	23.6	14.0	7.6	10.8	8.0				
	32.5 HUMEDAD 1		40.07 7 AM									
	16.25 HUMEDAD 2		21.84 13 PM									
			HUMEDAD 3		47.85 19 PM							
	PROMEDIO		36.6									

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI

**Anexo N° 10: Datos climáticos de la Estación Meteorológica HUASACACHE, mes
de Noviembre del año 2017 y promedio de HR**

Estación : HUASACACHE												
Departamento :		AREQUIPA			Provincia :		AREQUIPA		Distrito :		JACOBO HUNTER	
Latitud :		16°27'27.87"			Longitud :		71°33'58.85"		Altitud :		2200 msnm.	
Tipo :		CO - Meteorológica			Código :		116003					
Día/mes/año	Temperatura	Temperatura	Temperatura Bulbo			Temperatura Bulbo			Precipitacion (mm)		Direccion	Velocidad
	Max (°c)	Min (°c)	Seco (°c)			Humedo (°c)					del	del
				7	13	19	7	13	19	7	19	Viento 13h
01-nov-17	25	7.4	14.6	24.2	14	6.2	9.9	7.8	0	0	WNW	8
02-nov-17	24.9	8.2	16.2	24	13.6	7.9	11	8.9	0	0	WNW	8
03-nov-17	23.5	9.2	16.2	23.2	14.6	7.8	10.8	8.2	0	0	WNW	7
04-nov-17	23.6	8.4	16.2	23.2	13	9.1	10	6.8	0	0	WNW	7
05-nov-17	23.2	7.5	15.6	22.2	12.3	7.8	11	7.4	0	0	WNW	7
06-nov-17	23.2	6.2	14.4	22.2	13.6	6.8	9.6	5.8	0	0	WNW	7
07-nov-17	23	7.4	14.8	22.6	13.4	7.7	9.2	7.1	0	0	WNW	8
08-nov-17	24	6.2	14.8	23.4	14.4	7.4	10	8	0	0	WNW	8
09-nov-17	24	7.7	13.6	22.4	12.6	6.8	11	8.4	0	0	WNW	8
10-nov-17	24.8	7.8	15.3	24.6	14.8	8.6	12.2	9.2	0	0	WNW	7
11-nov-17	24.7	9.2	17.4	24	14.6	9.9	10.2	9.4	0	0	WNW	7
12-nov-17	24.2	10.5	14	23	16.2	9.8	10	9.8	0	-888	WNW	8
13-nov-17	25	13	16.2	24.1	16.8	10.7	11.8	11.2	-888	-888	WNW	8
14-nov-17	24.6	12.9	19.6	23.8	14.8	12.3	12.4	9.8	-888	0	WNW	8
15-nov-17	23.2	10.2	16.6	22.2	14.4	10.8	10.6	9.4	0	0	WNW	8
16-nov-17	23	10.6	17	22	14.2	10.8	13.2	10.6	0	0	WNW	8
17-nov-17	21.6	7.4	13.8	21	12.4	11	11.6	9.2	0	0	WNW	8
18-nov-17	22.2	6.7	12.4	21.4	13.2	9	10.8	8.8	0	0	WNW	14
19-nov-17	23	5.8	13.9	22.3	15	7.8	11.2	8.4	0	0	WNW	12
20-nov-17	23.4	6.5	14.8	23	14.4	8.9	12	8	0	0	W	8
21-nov-17	23.2	7.6	15.2	22.4	13.4	8.2	11.8	9.3	0	0	WNW	7
22-nov-17	24.8	8	15.3	24.6	13.8	8.9	12	9	0	0	WNW	7
23-nov-17	23.4	6.7	16	22.9	14.8	8.6	11.4	10.5	0	0	WNW	7
24-nov-17	22.8	8	16.4	22.2	14.6	8.6	11.2	8.9	0	0	WNW	7
25-nov-17	24	9.4	16.2	23.4	13.8	9.8	11.8	9.2	0	0	WNW	8
26-nov-17	23	8	14.6	22.6	13.8	8.6	8.9	8.6	0	0	WNW	7
27-nov-17	24.6	8.4	16	24.2	14	8.2	11.4	8.6	0	0	WNW	8
28-nov-17	23.8	9	16.4	22.5	15.4	10.2	10.9	10	0	0	WNW	12
29-nov-17	23.6	11.8	15.4	23.1	14.8	11.5	12	10.2	0	0	WNW	7
30-nov-17	23.4	8.8	15.5	22.6	14.6	10.4	11.6	9.8	0	0	WNW	8
PROMEDIO	23.7	8.5	15.5	23.0	14.2	9.0	11.1	8.9				
		32.2	HUMEDAD 1	46.23	7 AM							
		16.09	HUMEDAD 2	25.22	13 PM							
			HUMEDAD 3	53.6	19 PM							
			PROMEDIO	41.7								

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI

**Anexo N° 11: Datos climáticos de la Estación Meteorológica HUASACACHE, mes
de Diciembre del año 2017 y promedio de HR**

Estación : HUASACACHE												
Departamento :		AREQUIPA			Provincia :		AREQUIPA		Distrito :		JACOBO HUNTER	
Latitud :		16°27'27.87"			Longitud :		71°33'58.85"		Altitud :		2200 msnm.	
Tipo :		CO - Meteorológica			Código :		116003					
Día/mes/año	Temperatura	Temperatura	Temperatura Bulbo			Temperatura Bulbo			Precipitacion (mm)		Direccion	Velocidad
	Max (°c)	Min (°c)	Seco (°c)			Humedo (°c)					del	del
				7	13	19	7	13	19	7	19	Viento 13h
01-dic-17	23.6	8.6	16.4	23	13.4	10.4	11.8	10.4	0	0	W	7
02-dic-17	21.9	8	15	21.6	14.6	10.4	12.9	10.2	0	0	WNW	8
03-dic-17	21.6	8.2	13.8	20.8	14.2	9.4	12.6	10	0	0	WNW	8
04-dic-17	23.9	8.7	16.3	23.6	17	10.9	13.2	11.1	0	0	WNW	7
05-dic-17	24	10.2	15.8	22.6	15.4	10.6	12.9	11.4	0	0	WNW	8
06-dic-17	24.2	9	14.8	22	15.6	9.5	12.4	9.6	0	0	WNW	6
07-dic-17	24.8	8.8	17	24.2	17.2	9.3	12.8	9.8	0	0	WNW	8
08-dic-17	24.4	9.9	17.2	23	16.2	9.6	11.2	10.8	0	0	WNW	8
09-dic-17	25	10	17.2	24.4	15.8	9.6	11.4	9.6	0	0	WNW	8
10-dic-17	24.2	9.2	16.6	23.6	13.8	9.1	11.3	9.1	0	0	WNW	8
11-dic-17	22.6	8.6	16.1	21.9	13.2	8.4	11	9.2	0	0	WNW	8
12-dic-17	21.9	4.8	13.4	21.2	14.2	8	12	10	0	0	WNW	8
13-dic-17	22.3	7.8	12.2	22	14.6	10	13.6	11	0	0	WNW	8
14-dic-17	23.6	9	15.4	23.2	15.2	10.8	13.7	10.4	0	0	WNW	8
15-dic-17	24	10.4	17.5	23.2	15	11.9	13.6	11.8	0	0	WNW	8
16-dic-17	24	11	17.4	23.2	15	12.2	12.8	11.6	-888	0	WNW	8
17-dic-17	24	10.6	14.4	21.6	14.4	11.4	11.8	12.6	0	0.7	WNW	2
18-dic-17	24	11.6	16.6	22.8	14.4	13.4	13.9	10.8	0	-888	WNW	8
19-dic-17	22.7	12	15.6	21.9	15	11.8	13.7	12.6	-888	0.3	WNW	7
20-dic-17	22.6	13.2	13.6	22	14.8	13.2	13.4	11	2.1	0	WNW	8
21-dic-17	23.4	12.8	14.6	23	15.2	11.9	9.4	11.2	0	0	WNW	7
22-dic-17	23	10.9	16.4	21.6	15.4	12	13.3	12	0	0	WNW	8
23-dic-17	23.5	9.6	16.6	22.4	15.6	10.2	14.3	12.2	0	0	WNW	8
24-dic-17	24.9	9.8	17.1	24.5	12.2	8.9	13.2	11.6	0	0	WNW	8
25-dic-17	24	8.7	12.6	23.9	15	6.5	13	10.1	0	0	WNW	8
26-dic-17	21.8	8	14.6	20.9	13.4	8.4	12.2	10.6	0	0	WNW	8
27-dic-17	21.8	7.6	13.6	21	13.8	10	13.4	11.6	0	-888	WNW	8
28-dic-17	22.8	11.4	14.2	20.4	14.6	12.8	13.6	11.8	0.5	0.1	WNW	8
29-dic-17	21.5	11	14.7	21	13.6	11.9	13.4	12.6	-888	1.8	WNW	7
30-dic-17	22.2	13.4	15.4	21	14.6	13.9	14.8	13.6	1.4	2	WNW	7
31-dic-17	21.4	11.4	15	21	14	13.6	12.9	10.4	-888	-888	WNW	8
PROMEDIO	23.2	9.8	15.4	22.3	14.7	10.6	12.8	11.0				
	33.0	HUMEDAD 1	58.93	7 AM								
	16.51	HUMEDAD 2	36.69	13 PM								
		HUMEDAD 3	67.09	19 PM								
		PROMEDIO	54.2									

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI

**Anexo N° 12: Resumen de promedios para las evaluaciones de
Lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Parris Island Cos en S.N. 1**

PRIMERA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	17.3	19.8	69.5	20.2
REPETICIÓN 2	16.3	19.3	67.5	19.4
REPETICIÓN 3	16.5	18.6	65.9	19.3
PROMEDIO	16.7	19.2	67.7	19.6

SEGUNDA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	24.7	20.7	196.1	26.3
REPETICIÓN 2	23.9	21.3	189.8	26.8
REPETICIÓN 3	26.0	20.1	202.2	25.9
PROMEDIO	24.9	20.7	196.0	26.3

TERCERA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	32.5	18.3	319.4	26.3
REPETICIÓN 2	31.3	20.9	305.5	29.7
REPETICIÓN 3	32.8	18.7	274.2	27.4
PROMEDIO	32.2	19.3	299.7	27.8

CUARTA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	37.9	17.6	423.9	32.0
REPETICIÓN 2	35.1	19.4	403.2	33.9
REPETICIÓN 3	36.1	17.9	389.4	32.5
PROMEDIO	36.4	18.3	405.5	32.8

**Anexo N° 13: Resumen de promedios para las evaluaciones de
Lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Prize Head en S.N. 1**

PRIMERA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	11.1	17.7	30.1	15.9
REPETICIÓN 2	11.4	17.9	29.1	14.7
REPETICIÓN 3	10.9	18.2	30.8	14.1
PROMEDIO	11.1	17.9	30.0	14.9

SEGUNDA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	16.7	20.2	95.3	20.8
REPETICIÓN 2	18.5	20.4	98.2	18.5
REPETICIÓN 3	17.3	21.3	99.8	18.6
PROMEDIO	17.5	20.7	97.8	19.3

TERCERA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	23.4	18.4	207.1	26.4
REPETICIÓN 2	26.1	20.1	215.0	25.7
REPETICIÓN 3	24.1	20.7	213.7	25.0
PROMEDIO	24.5	19.7	211.9	25.7

CUARTA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	29.5	19.2	293.9	33.0
REPETICIÓN 2	32.9	19.3	298.8	31.3
REPETICIÓN 3	32.3	21.2	303.7	29.5
PROMEDIO	31.5	19.9	298.8	31.3

**Anexo N° 14: Resumen de promedios para las evaluaciones de
Lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Waldman's Green en S.N. 1**

PRIMERA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	11.8	14.3	16.6	10.7
REPETICIÓN 2	11.3	14.5	18.4	11.7
REPETICIÓN 3	11.3	14.7	18.5	11.9
PROMEDIO	11.5	14.5	17.8	11.4

SEGUNDA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	18.4	19.8	89.6	19.1
REPETICIÓN 2	18.4	21.3	97.0	19.1
REPETICIÓN 3	16.7	19.1	94.8	19.7
PROMEDIO	17.8	20.1	93.8	19.3

TERCERA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	21.2	20.8	140.9	21.5
REPETICIÓN 2	22.9	21.6	150.8	21.8
REPETICIÓN 3	23.8	20.4	150.3	22.8
PROMEDIO	22.6	20.9	147.3	22.0

CUARTA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	25.3	23.0	194.3	23.2
REPETICIÓN 2	26.9	22.0	205.0	24.6
REPETICIÓN 3	29.0	21.2	207.2	24.4
PROMEDIO	27.1	22.1	202.2	24.1

**Anexo N° 15: Resumen de promedios para las evaluaciones de
Lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Parris Island Cos en S.N. 2**

PRIMERA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	19.9	23.1	76.7	22.7
REPETICIÓN 2	20.5	23.6	79.3	22.9
REPETICIÓN 3	19.7	24.9	79.8	23.3
PROMEDIO	20.0	23.9	78.6	23.0

SEGUNDA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	26.1	21.3	217.4	25.5
REPETICIÓN 2	25.8	23.8	227.1	27.0
REPETICIÓN 3	23.9	21.7	222.5	26.3
PROMEDIO	25.3	22.3	222.3	26.3

TERCERA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	31.1	19.2	292.5	28.1
REPETICIÓN 2	32.4	21.3	334.4	31.9
REPETICIÓN 3	34.3	20.2	314.9	28.6
PROMEDIO	32.6	20.2	313.9	29.5

CUARTA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	35.4	17.3	365.2	30.7
REPETICIÓN 2	34.2	20.2	443.0	34.4
REPETICIÓN 3	37.1	19.1	430.1	33.4
PROMEDIO	35.5	18.8	412.8	32.8

**Anexo N° 16: Resumen de promedios para las evaluaciones de
Lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Prize Head en S.N. 2**

PRIMERA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	12.5	16.4	34.6	18.0
REPETICIÓN 2	12.6	17.0	36.1	17.2
REPETICIÓN 3	12.5	16.8	33.9	16.1
PROMEDIO	12.5	16.7	34.9	17.1

SEGUNDA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	20.5	18.9	116.5	22.0
REPETICIÓN 2	19.5	19.0	111.3	21.1
REPETICIÓN 3	19.4	18.7	110.7	19.9
PROMEDIO	19.8	18.9	112.9	21.0

TERCERA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	25.8	18.5	224.7	26.7
REPETICIÓN 2	24.4	18.0	221.1	28.3
REPETICIÓN 3	25.6	19.0	223.3	26.2
PROMEDIO	25.3	18.5	223.0	27.1

CUARTA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	30.6	19.1	313.2	32.9
REPETICIÓN 2	30.2	19.0	311.1	33.5
REPETICIÓN 3	29.4	18.5	309.3	31.2
PROMEDIO	30.1	18.9	311.2	32.5

Anexo N° 17: Resumen de promedios para las evaluaciones de
Lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Waldman's Green en S.N. 2

PRIMERA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	11.6	13.1	21.7	12.2
REPETICIÓN 2	11.6	13.0	21.8	11.7
REPETICIÓN 3	11.2	12.6	21.7	11.8
PROMEDIO	11.5	12.9	21.7	11.9

SEGUNDA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	17.1	14.2	83.1	18.7
REPETICIÓN 2	18.6	17.8	101.4	20.5
REPETICIÓN 3	18.8	16.3	97.8	20.4
PROMEDIO	18.2	16.1	94.1	19.8

TERCERA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	24.0	18.2	160.7	23.0
REPETICIÓN 2	23.6	19.1	170.6	25.7
REPETICIÓN 3	25.0	21.2	173.0	23.7
PROMEDIO	24.2	19.5	168.1	24.1

CUARTA EVALUACIÓN				
	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	PESO FRESCO (g)	ALTURA DE PLANTA (cm)
REPETICIÓN 1	27.9	21.3	239.1	26.1
REPETICIÓN 2	27.1	19.5	224.9	27.2
REPETICIÓN 3	28.6	21.2	232.0	26.3
PROMEDIO	27.9	20.7	232.0	26.5

Anexo N° 18: Evaluación del contenido de Materia Seca (M.S.) de los tres cultivares de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en ambas S.N.

SOLUCION	TRATAMIENTO	Materia Seca (%)			
		SRF	NFT	COSECHA	PROMEDIO
S.N. 1	Cv. Parris Island Cos	3.40	4.30	6.86	4.85
	Cv. Prize head	3.10	3.60	5.51	4.07
	Cv. Waldsman Green	3.50	3.80	6.12	4.47
TOTAL		10.00	11.70	18.49	
PROMEDIO		3.33	3.90	6.16	

SOLUCION	TRATAMIENTO	Materia Seca (%)			
		SRF	NFT	COSECHA	PROMEDIO
S.N. 2	Cv. Parris Island Cos	3.40	4.40	6.50	4.77
	Cv. Prize head	2.90	3.80	5.76	4.15
	Cv. Waldsman Green	3.70	3.90	6.49	4.70
TOTAL		10.00	12.10	18.75	
PROMEDIO		3.33	4.03	6.25	

Anexo N° 19: Costos directos, indirectos y total el Proyecto de Hidroponía con 4 módulos y Análisis de Rentabilidad

COSTO PROYECTO: MÓDULOS DE HIDROPONÍA						MODULOS
						4
UBICACIÓN	Fundo La Banda Huasacache	PROPIETARIO	UCSM			
CULTIVO	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	SISTEMA DE RIEGO	Sistema NFT			RENDIMIENTO
TIPO DE CAMBIO (USD)	3.38	UNIDAD FORMULADORA	Ricardo Palma Chambilla			4224
DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)	COSTO TOTAL (USD)	% DEL COSTO TOTAL
A. COSTOS DIRECTOS						
I. TUBERÍA Y CONEXIONES						
Tubos PVC de 3" x 3m	Unidad	144	11.00	S/. 1,584.00	USD 468.64	
Tubos PVC de 4" x 3m	Unidad	20	16.00	S/. 320.00	USD 94.67	
Conexiones Codo	Unidad	10	2.00	S/. 20.00	USD 5.92	
Conexiones "T"	Unidad	8	2.00	S/. 16.00	USD 4.73	
Pegamento PVC	Frasco	8	6.00	S/. 48.00	USD 14.20	
Tapas para tubo 3"	Unidad	72	1.50	S/. 108.00	USD 31.95	
Uniones de PVC de 4"	Unidad	36	1.50	S/. 54.00	USD 15.98	
Empaques de 1"	Unidad	36	0.50	S/. 18.00	USD 5.33	
Niples de 1"	Unidad	36	0.80	S/. 28.80	USD 8.52	
Teflón (paquete)	Unidad	4	6.00	S/. 24.00	USD 7.10	
Cinta aislante	Unidad	40	2.00	S/. 80.00	USD 23.67	
Manguera 1 "	Metro	15	4.00	S/. 60.00	USD 17.75	
Pintura blanca	Galones	4	25.00	S/. 100.00	USD 29.59	
Caballetes de metal	Unidad	8	20.00	S/. 160.00	USD 47.34	
TOTAL				S/. 2,620.80	USD 775.38	27.58
II. UNIDAD DE BOMBEO						
Válvulas de 1 "	Unidad	36	2.00	S/. 72.00	USD 21.30	
Electrobomba 2 HP	Unidad	1	350.00	S/. 350.00	USD 103.55	
Tanque de agua 2500 lts	Unidad	1	850.00	S/. 900.00	USD 266.27	
Timer	Unidad	1	50.00	S/. 50.00	USD 14.79	
Contactor 32A	Unidad	1	55.00	S/. 55.00	USD 16.27	
Interrupor termomagnético	Unidad	1	35.00	S/. 35.00	USD 10.36	
Tablero adosable	Unidad	1	15.00	S/. 15.00	USD 4.44	
Válvula para Cebiar	Unidad	1	20.00	S/. 20.00	USD 5.92	
Cable electricidad	Rollo	1	70.00	S/. 70.00	USD 20.71	
Venturi	Unidad	1	25.00	S/. 25.00	USD 7.40	
TOTAL				S/. 1,592.00	USD 471.01	16.75
III. MATERIALES PARA LA COBERTURA						
Malla Raschell (25%) (4x100m)	Rollo	1	600.00	S/. 600.00	USD 177.51	
Palos para cobertura	Unidad	8	20.00	S/. 160.00	USD 47.34	
Cubre bordes de Palos	Unidad	8	2.50	S/. 20.00	USD 5.92	
Alambre galvanizado	Kilogramo	5	40.00	S/. 200.00	USD 59.17	
Grapas y sujetadores	Unidad	50	2.00	S/. 100.00	USD 29.59	
Tensores	Unidad	8	20.00	S/. 160.00	USD 47.34	
TOTAL				S/. 1,240.00	USD 366.86	13.05

(Continúa)

Anexo N° 20: Costos directos, indirectos y total el Proyecto de Hidroponía con 4 módulos y Análisis de Rentabilidad (Continuación)

III. INSUMOS MENSUALES						
a) PREPARACIÓN DE PLANTINES						
Semilla de lechuga	Kilogramo	0.012	800.00	S/.	9.60	USD 2.84
Bandejas almacigueras	Unidad	12	6.00	S/.	72.00	USD 21.30
Vasos descartables	Unidad	4224	0.02	S/.	84.48	USD 24.99
Plancha de Tecnopor	Unidad	4	11.00	S/.	44.00	USD 13.02
Plancha de Espuma o Espuma	Unidad	8	12.00	S/.	96.00	USD 28.40
a) FERTILIZANTES						
Solución Nutritiva	Bolsa	3.0	30.00	S/.	90.00	USD 26.63
Nitrato de Calcio	Kilogramo	0.6	3.50	S/.	2.10	USD 0.62
b) SUSTRATOS						
Peat Moss	Kilogramo	8	3.00	S/.	24.00	USD 7.10
c) ABONOS						
Biol	Litro	200	0.10	S/.	20.00	USD 5.92
d) VARIOS						
Bolsas de plástico	Paquete	21	8	S/.	168.96	USD 49.99
TOTAL				S/.	735.94	USD 217.73
						7.74
V. HERRAMIENTAS						
Taladro	Unidad	1	80	S/.	80.00	USD 23.67
Broca Circular 2 1/2"	Unidad	1	35	S/.	35.00	USD 10.36
Tarrajá de 2"	Unidad	1	15	S/.	15.00	USD 4.44
Pinzas de metal	Unidad	3	4	S/.	12.00	USD 3.55
Compresora	Unidad	1	150	S/.	150.00	USD 44.38
Cable de extensión	Metro	10	3	S/.	30.00	USD 8.88
Arco de sierra	Unidad	2	20	S/.	40.00	USD 11.83
Soplete	Unidad	1	25	S/.	25.00	USD 7.40
TOTAL				S/.	387.00	USD 114.50
						4.07
VI. CONTROL FITO SANITARIO						
Sulfato de Cobre	Kilogramo	0.20	4.00	S/.	0.80	USD 0.24
Folicur 250 EW	Litro	0.40	90.00	S/.	36.00	USD 10.65
Coraza (Mancozeb + Cimoxanil)	Kilogramo	0.04	55.00	S/.	2.20	USD 0.65
Kumulus DF	Kilogramo	0.04	45.00	S/.	1.80	USD 0.53
Lejía	Galones	4	15.00	S/.	60.00	USD 17.75
TOTAL				S/.	100.80	USD 29.82
						1.06
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS						
TOTAL				S/.	6,676.54	USD 1,975.31
						70.25
B) COSTOS INDIRECTOS						
Gastos administrativos	5 % de costos directos			S/.	333.83	USD 98.77
Servicios Anual	Agua y desagüe, Energía Eléctrica			S/.	960.00	USD 284.02
Transporte (Combustible)	Camión			S/.	1,200.00	USD 355.03
Imprevistos	5 % de costos directos			S/.	333.83	USD 98.77
Alquiler del terreno	Costo mensual por pago de terreno			S/.	450.67	USD 133.33
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS						
TOTAL				S/.	3,278.32	USD 837
						29.75
COSTO TOTAL DEL PROYECTO						
				S/.	9,954.86	USD 2,812
						100.00%
ANÁLISIS DE RENTABILIDAD						
TOTAL COSTOS DIRECTOS (CD)				S/.	6,676.54	USD 1,975.31
TOTAL COSTOS INDIRECTOS (CI)				S/.	3,278.32	USD 969.92
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN (CT)				S/.	9,954.86	USD 2,945.23
PRECIO DE VENTA LECHUGA X UNIDAD				S/.	1.25	USD 0.37
RENDIMIENTO ESTIMADO (UNIDADES)					4224	4224
INGRESO TOTAL (IT)				S/.	5,280.00	USD 1,562.13
INGRESO NETO MENSUAL (IN=IT-CT)				S/.	-4,674.86	USD -1,383.09
RENTABILIDAD NETA (RN=IN/CT)					-0.47	
BENEFICIO/COSTO (B/C=IT/CT)					0.53	

**Anexo N° 21: Costo de instalación y Mantenimiento mensual y anual para Proyecto
de Hidroponía con 4 módulos**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/)	COSTO TOTAL (USD)
A. INSTALACIÓN					
II. INSTALACIÓN DE COBERTURA					
Jornales	Jornal H	90	60.00	S/. 5,400.00	USD 1,597.63
Alimentación de Jornales	Unidad	90	7.00	S/. 630.00	USD 186.39
TOTAL				S/. 6,030.00	USD 1,784
I. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE TUBERÍAS Y CONEXIONES					
Jornales	Jornal H	21	60.00	S/. 1,260.00	USD 372.78
Alimentación	Unidad	21	7.00	S/. 147.00	USD 43.49
TOTAL				S/. 1,407.00	USD 416.27
TOTAL DE COSTOS INSTALACIÓN					
TOTAL				S/. 7,437.00	USD 2,200.30
B. MANTENIMIENTO MENSUAL					
I. PREPARACIÓN DE PLANTINES, TRASPLANTE Y COSECHA					
Jornales	Jornal M	50	30	S/. 1,500.00	USD 443.79
TOTAL				S/. 1,500.00	USD 443.79
TOTAL DE COSTO MANTENIMIENTO ANUAL					
TOTAL				S/. 18,000.00	USD 5,325.44

Anexo N° 22: Resumen de los valores de pH y CE de las camas del SRF con los tres cultivares y en ambas S.N.

CAMA	CULTIVAR	SOLUCIÓN	VIERNES 06 DE OCTUBRE	SABADO 07 DE OCTUBRE	DOMINGO 08 DE OCTUBRE	LUNES 09 DE OCTUBRE	MARTES 10 DE OCTUBRE	JUEVES 12 DE OCTUBRE	VERNES 13 DE OCTUBRE	MARTES 17 DE OCTUBRE	MIERCOLES 18 DE OCTUBRE	SABADO 21 DE OCTUBRE	LUNES 23 DE OCTUBRE
			Valor de pH										
I	PI	S.N. 1	6.4	6.4	6.3	6.3	6.3	6.0	6.0	5.3	5.3	5.3	4.5
II	PI	S.N. 2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	6.8	6.8	6.4	6.4	6.3	6.0
III	PH	S.N. 1	6.2	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.3	5.9	5.8	5.6	5.2
IV	PH	S.N. 2	6.9	7.2	7.2	7.3	7.3	7.3	7.3	6.9	6.8	6.5	6.2
V	WG	S.N. 1	6.1	6.1	6.4	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	5.1	4.3	3.6
VI	WG	S.N. 2	6.7	6.7	7.1	7.1	7.4	7.4	7.4	7.4	6.3	6.3	5.8
			Valor de CE (ds/m)										
I	PI	S.N. 1	1.25	1.27	1.31	1.33	1.33	1.35	1.36	1.25	1.22	1.22	1.11
II	PI	S.N. 2	2.25	2.35	2.40	2.40	2.40	2.15	2.19	2.05	2.03	2.03	2.03
III	PH	S.N. 1	1.16	1.23	1.32	1.31	1.31	1.23	1.21	1.23	1.22	1.22	1.22
IV	PH	S.N. 2	2.06	2.11	2.13	2.90	2.90	2.95	2.26	2.04	1.98	1.98	1.98
V	WG	S.N. 1	1.33	1.33	1.31	1.35	1.39	1.40	1.40	1.40	1.35	1.23	1.12
VI	WG	S.N. 2	2.00	2.00	1.94	1.97	2.06	2.08	2.08	2.08	2.02	1.88	1.80

Dónde	SOLUCION
S.N. 1	SNLM
S.N. 2	SNLM + BIOL

Cv.
Parris Island Cos
Prize Head
Waldman's Green

Anexo N° 23: Resumen de los valores de pH, CE, PPM y Temperatura de los tanques de agua del sistema NFT en ambas S.N.

FECHA	SABADO 28 DE OCTUBRE	LUNES 30 DE OCTUBRE	MARTES 31 DE OCTUBRE	JUEVES 02 DE NOVIEMBRE	SABADO 04 DE NOVIEMBRE	DOMINGO 05 DE NOVIEMBRE	MIERCOLES 08 DE NOVIEMBRE	JUEVES 09 DE NOVIEMBRE	JUEVES 16 DE NOVIEMBRE	LUNES 27 DE NOVIEMBRE	MARTES 28 DE NOVIEMBRE	MIERCOLES 29 DE NOVIEMBRE	VIERNES 01 DE DICIEMBRE
HORA	12:45 PM	2:00 PM	12.30 PM	2.20 PM	2.10 PM	12:45	12.44 PM	12.45 PM	11.15 AM	12.30 PM	11.3 AM	9.45 AM	9.15 AM
TANQUE	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH
SN 1	6.40	6.30	7.20	5.50	5.30	3.90	4.60	6.40	6.00	7.40	7.30	7.40	8.50
SN 2	7.00	7.10	6.00	7.20	7.10	7.00	7.00	6.90	6.70	6.70	7.70	7.70	8.20
TANQUE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE
SN 1	1.21	1.23	1.09	1.14	1.10	1.01	0.82	1.15	0.78	0.42	0.44	0.43	0.41
SN 2	1.95	2.04	2.20	2.06	2.05	2.03	1.92	1.89	1.34	1.28	0.97	0.95	0.95
TANQUE	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
SN 1	876	880	855	824	810	785	721	580	460	313	305	305	300
SN 2	1460	1500	1540	1520	1490	1480	1400	1380	840	712	685	680	670
TANQUE	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
SN 1	26	24	23	25	24	23	24	22	21	21	21	19	19
SN 2	25	24	25	25	23	23	22	21	21	21	21	19	19

Dónde	SOLUCION
SN 1	SNLM
SN 2	SNLM + BIOL

Anexo N° 24: Resumen del consumo de Agua y Biol en el SRF y en el sistema NFT hasta el término del cultivo

TOTAL DE LITROS DE AGUA Y BIOL UTILIZADOS DURANTE EL CULTIVO DE LECHUGA EN SISTEMA NFT

TANQUE	FECHA	28/10/2017	31/10/2017	04/11/2017	08/11/2017	11/11/2017	13/11/2017	15/11/2017	17/11/2017	18/11/2017	20/11/2017	22/11/2017	23/11/2017	25/11/2017	27/11/2017	TOTAL CONSUMIDO	TOTAL UTILIZADO
SN1	AGUA	1250	120	220	360	140	120	220	260	200	220	260	240	300	360	3020	4270
SN2	AGUA	637	68	119	204	68	51	68	102	102	85	85	119	136	255	1462	2099
	BIOL	113	12	21	36	12	9	12	18	18	15	15	21	24	45	258	371

TOTAL DE LITROS DE AGUA Y BIOL UTILIZADOS DURANTE EL CULTIVO DE LECHUGA EN SRF

CAMA	FECHA	06/10/2017	12/10/2017	19/10/2017	25/10/2017	TOTAL CONSUMIDO	TOTAL UTILIZADO
SN1	AGUA	520	60	60	60	180	700
SN2	AGUA	440	51	51	51	153	593
	BIOL	80	9	9	9	27	107

Nota: Son 6 camas con dimensiones de 1.15*1*0.2 m, 3 camas por solución, 2 para cada cultivar la solución llega hasta una altura aproximada de 15 cm cada cama almacena 167 l de agua.

LITROS DE AGUA Y BIOL, CONSUMIDOS Y UTILIZADO POR EL CULTIVO DE LECHUGA, DURANTE LA ETAPA DE SRF Y SISTEMA NFT HASTA EL MOMENTO DE LA COSECHA

LITROS DE AGUA		LITROS DE BIOL	
TANQUES	4482	TANQUES	258
CAMAS	333	CAMAS	27
TOTAL	4815	TOTAL	285
TOTAL CONSUMIDO	5100		

LITROS DE AGUA		LITROS DE BIOL	
TANQUES	6369	TANQUES	371
CAMAS	1293	CAMAS	107
TOTAL	7662	TOTAL	478
TOTAL UTILIZADO	8140		

Anexo N° 25: Corrección del pH con Hidróxido de Potasio en el Tanque de S.N.1

CORRECCIÓN DEL pH EN LOS TANQUES DEL SISTEMA NFT UTILIZANDO HIDRÓXIDO DE POTASIO (OHK)

MIÉRCOLES 08 DE NOVIEMBRE 12.44 PM

AUSTE PH		
ELEMENTO	OHK	Hidróxido de Potasio
PESO	100 g ohk	Se utiliza solución en baja cc debido a que el OHK puede subir bruscamente el pH de la SN en el tanque si no se usa con moderación.
CONCENTRACIÓN	5%	
SOLUCION	2 litros agua	

Se utilizó 1700 ml de OHK al 5% en el tanque de la S.N.1 pasando de un pH 4.6 a 6.1

Nota: El OHK es un elemento muy reactivo que libera calor al contacto con el agua se debe tener cuidado durante su manejo, utilizarlo en concentraciones bajas y evitar el contacto con la piel.

JUEVES 09 DE NOVIEMBRE 12.45 PM

AUSTE PH	
ELEMENTO	OHK
PESO	100 g ohk
CONCENTRACIÓN	5%
SOLUCION	2 litros agua

Se utilizó 1200 ml de OHK al 5% en el tanque de la S.N.1 pasando de un pH 5.6 a 6.4

VIERNES 10 DE NOVIEMBRE 11.35 AM

AUSTE PH	
ELEMENTO	OHK
PESO	100 g ohk
CONCENTRACIÓN	5%
SOLUCION	2 litros agua

Se utilizó 300 ml de OHK al 5% en el tanque de la S.N.1 pasando de un pH 6.0 a 6.2

DATOS AGUA POTABLE

Lunes 27 Noviembre	
pH	7.3
CE	0.22
PPM	95
°c	19.1

Viernes 01 Diciembre	
pH	8.5
CE	0.19
PPM	143
°c	20.2