

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) CON DIFERENTES DOSIFICACIONES; MEDIA, ALTA Y BAJA DE NUTRIENTES EN CULTIVO HIDROPÓNICO”

Por:

KARINA JURADO RUEDA

Tesis de grado presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica.

Gestión 2022
TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mi querido primo David Vargas Herrera por el aliento incondicional que me brindo durante el paso por la universidad.

A todos mis primos y primas por el apoyo moral.

A toda mi familia que supo creer en mí y valoró la carrera que elegí.

Advertencia	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Resumen	

ÍNDICE

ÍNDICE	6
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	1
Justificación.....	3
Planteamiento del problema	4
Objetivos	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos	5
Hipótesis (Nula)	5
CAPÍTULO I	
MARCO TEORICO	6
1. Origen	6
1.1 Descripción botánica	7
1.1.1 Taxonomía.....	7
1.2 Características morfológicas	8
1.3 Características agroecológicas de la lechuga	8
1.3.1 Temperatura.....	8
1.3.2 Humedad relativa	9
1.3.3 Fotoperiodo	9
1.4 Variedades	10

1.4.1 Tipos de lechuga.....	10
1.4.2 Lactuca sativa L. var. capitata (L.) Janchen	10
1.4.3 Lactuca sativa L. var. crisper L.	11
1.4.4 Lactuca sativa L. var. acephala Dill.	13
1.4.5 Lactuca sativa L. var augustuana All.	13
1.4.6 Lactuca sativa L var isabela	14
1.5 Labores culturales.....	15
1.5.1 Almacigo	15
1.5.2 Trasplante	15
1.5.3 Rendimiento	15
1.5.4 Densidad de plantación.....	16
1.6 Requerimiento nutricional de la lechuga.....	16
1.7 Composición del valor nutritivo de la Lechuga	17
1.8 Plagas y enfermedades	18
1.8.1 Plagas.....	18
1.8.2 Enfermedades	19
1.9 Hidroponía.....	20
1.9.1 Cultivos Hidropónicos.....	20
1.9.2 Ventajas y desventajas.....	21
1.9.2.1 Ventajas de la Hidroponía	21
1.9.2.2 Desventajas de la hidroponía.....	22
1.10 Solución nutritiva	22
1.10.1 Calidad del agua y de la solución nutritiva	23
1.10.2 Conductibilidad Eléctrica (CE)	24

1.10.3 PH de la solución.....	25
1.10.4 Oxigenación a la solución nutritiva.....	25
1.10.5 Temperatura de la solución nutritiva.....	25
1.10.6 Ventilación	26
1.11 Métodos de cultivo hidropónico.....	26
1.11.1 Técnicas Aéreas.....	26
1.11.2 Técnica de película nutritiva (NFT)	27
1.11.3 Técnicas de sustratos	27
1.11.4 Técnicas de raíz flotante.....	28
1.11.5 Técnica de mecha o pabilo	28
1.11.6 Preparación de los almácigos	28
1.11.7 Trasplante	28
1.11.8 Cosecha	29
1.11.9 Post Cosecha.....	29
CAPÍTULO II	
2. MATERIALES Y MÉTODOS	31
2.1 Localización	31
2.2 Ubicación geográfica.....	31
2.3 Caracterización del lugar.....	33
2.3.1 Clima	33
2.3.2 Precipitación.....	33
2.3.3 Humedad	33
2.3.4 Viento	33
2.3.5 Temperatura.....	33
2.3.6 Cultivos agrícolas de la comunidad.....	34

2.4 Equipo y materiales	34
2.4.1 Material vegetal	34
2.4.2 Material de laboratorio:	34
2.4.3 Materiales para el almacenado de la semilla:	34
2.4.4 Material para bandeja flotante	34
2.4.5 Material químico	35
2.4.6 Material para la preparación de solución nutritiva.....	35
2.4.7 Material de invernadero:.....	36
2.4.8 Material de gabinete:	36
2.5 Análisis del agua	36
2.6 Metodología.....	37
2.7 Diseño experimental.....	37
2.8 Procedimiento experimental.....	41
2.8.1 Cálculos para la formulación de las diferentes dosis	41
2.9 Procedimiento experimental.....	43
2.9.1 Almacigo	43
2.9.2 Limpieza y desinfección de bandejas flotantes	44
2.9.3 Primer trasplante a bandejas flotantes	44
2.10 Preparación de solución nutritiva para bandejas flotantes	44
2.10.1 Oxigenación de la solución en bandeja flotante	44
2.10.2 Trasplante definitivo al sistema NFT	44
2.10.3 Preparación de solución nutritiva para sistema NFT.....	45
2.11 Monitoreo de la solución nutritiva en el sistema NFT	45
2.11.1 Control del PH.....	45

2.11.2 Control de la conductividad eléctrica (ce).....	45
2.11.3 Control de temperatura de solución nutritiva	45
2.11.4 Prevención Fitosanitaria	45
2.11.5 Cosecha	46
2.11.6 Post cosecha	46

CAPÍTULO III

3.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
3.2 Peso de la planta en gr a los 15 días	49
3.3 Anova de los datos del peso	49
3.4 Prueba de Duncan.....	50
3.5 Altura de la planta en cm a los 15 días.....	50
3.5.1 Anova de los datos de la altura.....	51
3.5.2 Prueba de Duncan.....	51
3.6 Conteo de número de hojas a los 15 días	52
3.7 Anova de los datos del número de hojas	52
3.8 Prueba de Duncan.....	53
3.9 Diámetro de la roseta a los 15 días	53
3.10 Anova de los datos del diámetro de la roseta	54
3.11 Altura de la Raíz a los 15 días	55
3.12 Anova de los datos de la altura de la raíz	55
3.13 Peso de la planta en gr en la cosecha a los 30 días.....	56
3.14 Prueba de Duncan.....	57
3.14.1 Altura de la planta en (cm) en la cosecha.....	57
3.14.2 Anova de los datos de la altura en el cultivo de la lechuga.....	58
3.14.3 Prueba de Duncan.....	58

3.15 Anova de los datos del número de hojas	60
3.15.1 Prueba de Duncan.....	60
3.15.2 Diámetro de la roseta en la cosecha	62
3.15.3 Anova de los datos del diámetro de la roseta	63
3.15.4 Prueba de Duncan.....	63
3.16 Altura de la Raíz (cm) en la cosecha	64
CAPITULO IV	
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
4.1 Conclusiones	66
4.2. Recomendaciones	67
Referencias	68
Anexos	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Taxonomía	7
Figura 1. Lechuga Costina o Conconina	10
Figura 2. Lechuga española o Gallega	11
Figura 3. Lechuga tipo Iceberg	12
Figura 4. Lechuga tipo Batavia.	12
Figura 5. Lechugas Lollo Bionda y Lollo Rossa	13
Figura 6. Lechuga espárrago	14
Figura 7. Lechuga Isabela	14
Cuadro 2. Rangos de deficiencia, suficiencia y toxicidad de nutrientes en hoja de lechuga.....	17
Cuadro 3. Composición química de 100 gr. de porción comestible	18
Cuadro 4. Concentraciones (ppm)	23
Cuadro 5. Fertilizantes	35
Cuadro 6. Análisis de agua utilizado en el experimento.....	36
Cuadro 7. Composición de soluciones nutritivas para la lechuga	42
Tabla 8 Primera Formulación de la dosis media	42
Tabla 9 Segunda formulación de la dosis baja (-10%)	43
Tabla 10 Tercera formulación de la dosis alta (+10%)	43
Cuadro 11. Análisis de agua utilizado en el experimento.....	48
Cuadro 12 Peso de la planta en gr a los 15 días.....	49
Cuadro 13. Anova de los datos del peso.....	49
Cuadro 14. Prueba de Duncan	50
Cuadro 15 Altura de la planta en cm a los 15 días	50
Cuadro 16. Anova de los datos de la altura en el cultivo de la lechuga	51
Cuadro 18. Conteo de número de hojas a los 15 días	52
Cuadro 19. Anova de los datos del número de hojas.....	52
Tabla 20. Prueba de Duncan	53
Cuadro 21. Diámetro de la roseta a los 15 días	53
Cuadro 22. Anova de los datos del diámetro de la roseta.....	54

Cuadro 23. Prueba de Duncan	54
Cuadro 24. Altura de la Raíz	55
Cuadro 25. Anova de los datos de la altura de la raíz en los 15 días.....	55
Cuadro 26. Peso de la planta en gr en la cosecha	56
Cuadro 27. Anova de los datos del peso.....	56
Cuadro 28. Prueba de Duncan	57
Cuadro 29. Altura de la planta en cm en la cosecha.....	57
Cuadro 30. Anova de los datos de la altura en el cultivo de la lechuga	58
Cuadro 31. Prueba de Duncan	58
Cuadro 32. Números de hojas.....	59
Cuadro 33. Anova de los datos del número de hojas.....	60
Cuadro 34. Prueba de Duncan	60
Cuadro 35. Diámetro de la roseta en la cosecha.....	62
Cuadro 36. Anova de los datos del diámetro de la roseta.....	63
Cuadro 37. Prueba de Duncan	63
Cuadro 38. Altura de la Raíz	64
Cuadro 39. Anova de los datos de la altura de la raíz en la cosecha	65

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa del Área del experimento y zona de estudio	32
Ilustración 2. Unidad experimental	38
Ilustración 3. Medidas del invernadero	38
Ilustración 4. Medidas de cada parcelas (baterías) experimental	39
Ilustración 5. Caballetes, Soporte de las tuberías de cada parcela (batería)	40
Ilustración 6. Piscina de maternidad.....	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Siembra de semillas peletizadas	72
Anexo 2. Riego del almacigo	72
Anexo 3. Llenado agua potable a piscinas	73
Anexo 4. Corte de esponja en forma de cubo	73
Anexo 5. Lavado de bandejas de almacigo	74
Anexo 6. Lavado de las piscinas de maternidad	74
Anexo 7. Terminado del trasplante de plantines a piscinas de maternidad	75
Anexo 8. Trasplante de plantines a piscinas de maternidad	75
Anexo 9. Desarrollo del cultivo en bandeja flotante	76
Anexo 10. Oxigenación de la solución nutritiva en la piscina de maternidad	76
Anexo 11. Lavado de canastillos	77
Anexo 12. Lavado de tanques de almacenamiento	77
Anexo 113. Trasplante al sistema NFT	78
Anexo 124. Trasplante definitivo y desarrollo del cultivo en sistema piramidal NFT	78
Anexo 135. Post cosecha	79
Anexo 146. Cosecha de la lechuga	79
Anexo 157. Cortado de raíces	80
Anexo 168. Empaquetado	80
Anexo 179. Preparación de solución nutritiva	81
Anexo 20. Pesaje de los diferentes compuestos	81
Anexo 21. Lectura de los parámetros de la solución nutritiva	82
Anexo 22. Lectura de los parámetros de la solución nutritiva	82
Anexo 23. Visita de los ingenieros al invernadero	83
Anexo 24. Hoja de herbario Universitario	84
Anexo 25. Cuadro Hoja de costos Análisis beneficio costo	85
Anexo 26. Cuadro de Ingresos	86