

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



**HIDROPONÍA DE RAÍZ FLOTANTE EN DOS VARIEDADES DE LECHUGA
CON BAJO COSTO Y DIFERENTES NIVELES DE OXIGENACIÓN MANUAL Y
AUTOMATIZADA**

Por:

ANDRÉS DAVID TEJERINA PINTO

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

Gestión 2018

TARIJA – BOLIVIA

VºBº

.....
M. Sc. Ing. José Lindolfo Laimé Nieves
PROFESOR GUÍA

.....
M. Sc. Ing. Freddy Castro Salinas
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

.....
M. Sc. Ing. Luis Arandia Mendivil
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....
M. Sc. Ing. Yerko Sfarich Ruiz

.....
M. Sc. Ing. Miriam Torrico Aparicio

.....
M. Sc. Ing. Víctor Enrique Zenteno López

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y siendo estas responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi abuela y madre Noemí Farfán Flores que en paz descanse, por darme todo el amor incondicional, quien me guio y me aconsejo para ser una persona con buenos valores éticos y morales.

A mi padre David Tejerina Farfán por todo el cariño y apoyo incondicional, que me brindo durante toda mi carrera profesional.

A mi Madre Bethzabe Pinto Romero y familia quienes me dieron el aliento y entusiasmo para mi formación profesional

AGRADECIMIENTOS:

A Dios Supremo por permitirme culminar una de las metas de mi vida.

Quiero expresarme mi eterna gratitud a las siguientes instituciones y personas que coadyuvaron en la ejecución del presente trabajó:

A la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”, por acogerme en su Casa Superior de Estudios.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, a quien debo mi formación profesional.

A mis catedráticos, de la Fac. De Ciencias Agrícolas y Forestales (U.A.J.M.S.) por la enseñanza impartida en sus materias a lo largo de mi carrera universitaria.

Al Ing. José Lindolfo Laime Nieves PROFESOR GUÍA de la tesis, por su ayuda valiosa y desinteresada en la elaboración de la presente tesis.

A la Ing. Miriam Torrico Aparicio (Docente de la materia Profesionalización II), por su orientación valiosa en la elaboración de la presente tesis.

A mis tribunales por sus valiosas recomendaciones y sugerencias en la elaboración de este presente trabajo de tesis.

“El mundo cambia con
tu ejemplo, no con tu
opinión”

-Paulo Coelho

ÍNDICE

Dedicatoria
Agradecimientos
Resumen

CONTENIDO

	Página
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. HIPÓTESIS.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
CAPÍTULO II	
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
2.1. EL CULTIVO DE LA LECHUGA.....	4
2.1.1. Origen.....	4
2.1.2. Características de la lechuga.....	4
2.1.3. Descripción botánica.....	4
2.1.4 Características de las variedades de experimentación.....	5
2.1.4.1. Grand Rapids Tbr.....	5
2.1.4.2. Morada Criolla.....	5
2.1.5. Morfología de la lechuga.....	5
2.1.6. Usos.....	6

2.1.7. Datos Generales de la Lechuga.....	7
2.1.8. Preparación de almácigos.....	8
2.1.9. Consejos a la hora de preparar almácigos.....	8
2.2. HIDROPONÍA.....	10
2.2.1. Concepto de hidroponía.....	10
2.2.2. Origen de la Hidroponía.....	10
2.2.3. Tipos de sistemas hidropónicos.....	10
2.2.3.1 Recirculante o NFT.....	10
2.2.3.2. Sistema raíz flotante.....	11
2.2.4. Importancia del cultivo hidropónico.....	11
2.2.5. Ventajas de la hidroponía.....	12
2.3. OXIGENACIÓN.....	13
2.3.1. El oxígeno; requerimiento esencial.....	13
2.3.2. Consecuencias de la falta de oxígeno.....	13
2.3.3. Tipos de oxigenación.....	14
2.3.1.1. Oxigenación Manual.....	14
2.3.1.2. Oxigenación Automatizada.....	14
2.4. SOLUCIÓN.....	15
2.4.1. Solución Nutritiva.....	15
2.4.2. Nutrientes que contiene una solución nutritiva.....	15
2.4.3. Nutrición Mineral.....	16
2.4.4. Deficiencia nutricional.....	16

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	18
3.2. MATERIALES.....	18
3.2.1 Material Biológico.....	18
3.2.2. Materiales empleados en el almacigo.....	18
3.2.3 Materiales para el sistema hidropónico de raíz flotante.....	19
3.2.4. Material de campo.....	20
3.2.5. Equipos.....	20
3.3. MÉTODO.....	20
3.3.1. Diseño estadístico.....	20
3.3.2. Área de estudio.....	20
3.3.3. Tratamientos.....	21
3.3.4. Variables de estudio.....	21
3.3.5. Codificación y descripción de los tratamientos.....	22
3.3.6. Diseño del sistema de raíz flotante.....	23
3.4. PROCEDIMIENTO.....	24
3.4.1. Preparación del almacigo para el sistema hidropónico de raíz flotante.....	24
3.4.2. Armado del sistema hidropónico raíz flotante.....	25
3.4.2.1. Unión de las maderas.....	25
3.4.2.2. Forrado de la caja.....	26
3.4.2.3. Perforación del plastroformo.....	26
3.4.3. Preparación de solución concentrada A, B y C.....	27
3.4.3.1. Solución concentrada A (Preparación de solución concentrada A en 5 Litros)...	27
3.4.3.2. Solución concentrada B (Preparación de solución concentrada B en 5 Litros)...	28

3.4.3.3. Solución concentrada C (Preparación de solución concentrada B en 5 Litros)...	28
3.4.4. Llenado de las cajas con agua y la solución nutritiva.....	29
3.4.5. Colocación de los plastoformas a las cajas.....	30
3.4.6. Perforación del tubo espagueti.....	30
3.4.7. Cortado de la esponja que servirá de sujetador para la planta.....	31
3.4.8. Trasplante de las dos variedades de lechuga al sistema hidropónico.....	31
3.4.8.1. Colocación de los plantines a la esponja y canastilla.....	32
3.4.8.2. Trasplante al sistema hidropónico.....	32
3.4.9. COSECHA.....	33
3.5 EVALUACIÓN.....	33
3.6. VARIABLE RESPUESTA.....	34
3.6.1. Porcentaje de prendimiento en las dos variedades de lechuga.....	34
3.6.2. Número de hojas de las dos variedades de lechuga.....	34
3.6.3. El tamaño de las hojas de ambas variedades.....	34
3.6.4. Largo de raíces.....	34
3.6.5. Diámetro del tallo.....	34
 CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO.	35
4.2. PORCENTAJE DE NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA A LOS 30 DÍAS.....	36
4.2.1 Prueba de Comparación de medias para el F. Oxígeno hojas por planta 30 días....	39
4.3. PORCENTAJE DE TAMAÑO DE HOJA (ANCHO) A LOS 30 DÍAS.	40
4.3.1. Prueba de Comparación de medias para el factor Variedad.	43
4.3.2. Prueba de Comparación de medias para el factor Oxígeno.....	44
4.4. PORCENTAJE DE NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA A LOS 45 DÍAS.....	45

4.4.1. Prueba de Comparación de medias para el F. Variedad hojas por planta 45 días...	48
4.4.2. Prueba de Comparación de medias para el F. Oxígeno hojas por planta 45 días...	49
4.5. PORCENTAJE DE TAMAÑO DE HOJA (ANCHO) A LOS 45 DÍAS.....	51
4.5.1 Prueba de Comparación de medias para el F. Variedad tamaño de hoja 45 días....	54
4.5.2. Prueba de Comparación de medias para el F. Oxígeno tamaño de hoja 45 días.....	55
4.6. PORCENTAJE DE DIÁMETRO DE TALLO A LOS 45 DÍAS.....	56
4.6.1 Prueba de Comparación de medias para el F. Variedad diámetro de tallo 45 días...	59
4.6.2. Prueba de Comparación de medias para el F. Oxígeno diámetro de tallo 45 días...	60
4.7. PORCENTAJE DE TAMAÑO (LARGO) DE RAÍZ.....	61
4.7.1 Prueba de Comparación de medias para el F. Variedad tamaño de raíz 45 días.....	64
4.7.2. Prueba de Comparación de medias para el F. Oxígeno tamaño de raíz 45 días....	65
4.8. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	67
4.8.1. Análisis financiero del sistema hidropónico.	69
4.8.2 Aplicación de las formulas.	69
4.8.3. Comparación de análisis financiero de sistemas hidropónicos.....	71

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.....	72
5.2. RECOMENDACIONES.....	73

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Taxonomía.....	7
Cuadro N° 2. Relación solución concentrada y agua hidropónico.....	29
Cuadro N° 3. Análisis de Varianza de porcentaje de prendimiento en las variedades...	35
Cuadro N° 4. Medias de Número de hojas 30 días.....	36
Cuadro N° 5. Análisis de Varianza de número de hojas por planta a los 30 días.....	37
Cuadro N° 6 Prueba de Tukey número de hojas 30 días	38
Cuadro N° 7. Medias del tamaño de hoja a los 30 días.....	40
Cuadro N° 8. Análisis de Varianza de tamaño de hoja a los 30 días.....	41
Cuadro N° 9. Prueba de Tukey número de hojas 30 días.....	42
Cuadro N° 10. Medias de Número de hojas 45 días.....	45
Cuadro N° 11. Análisis de Varianza de número de hojas por planta a los 45 días.....	46
Cuadro N° 12. Prueba de Tukey número de hojas 45 días	47
Cuadro N° 13. Interacción V/O número de hojas por planta a los 45 días.....	50
Cuadro N° 14. Medias del tamaño de hoja a los 45 días	51
Cuadro N° 15. Análisis de Varianza de tamaño de hoja a los 45 días.....	52
Cuadro N° 16. Prueba Tukey de tamaño de hoja a los 45 días.....	53
Cuadro N° 17. Medias de diámetro de tallo a los 45 días.....	56
Cuadro N° 18. Análisis de Varianza de diámetro de tallo a los 45 días.....	57
Cuadro N° 19. Prueba de Tukey de diámetro de tallo a los 45 días.....	58
Cuadro N° 20. Medias de tamaño de raíz a los 45 días.....	61
Cuadro N° 21. Medias de tamaño de raíz a los 45 días.....	62
Cuadro N° 22. Prueba de Tukey tamaño de raíz.....	63
Cuadro N° 23. Interacción Variedad/Oxigenación en el tamaño de raíz 45 días.....	66
Cuadro N° 24. Costo de Construcción y Funcionamiento del Sistema Hidropónico....	67
Cuadro N° 25. Análisis financiero del sistema hidropónico.....	69
Cuadro N° 26. Cuadro N° 24. Cosechas del cultivo de lechuga.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Ubicación geográfica.....	18
Figura N° 2. Cajas almacigueras.....	25
Figura N° 3. Unión de las maderas.....	25
Figura N° 4. Forrado de la caja con el plástico negro.....	26
Figura N° 5. Perforación del plastoforno.....	26
Figura N° 6. de la solución concentrada A, B y C.....	27
Figura N° 7. Llenado de las cajas con la solución.....	29
Figura N° 8. Colocación de los plastoforos a la caja.....	30
Figura N° 9. Perforación de la manguera de Oxigenación automatizada.....	30
Figura N° 10. Cortado de la esponja.....	31
Figura N° 12. Colocación a las canastillas.....	32
Figura N° 12. Trasplante de las variedades de lechuga.....	32
Figura N° 13. Cosecha de las dos variedades a los 45 días.....	33

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica N° 1. Porcentaje de prendimiento de las variedades.....	35
Grafica N° 2. Comparación de medias F. Oxígeno hojas por planta 30 días.....	39
Grafica N° 3. Comparación de medias F. Variedad tamaño de hoja 30 días.....	43
Grafica N° 4. Comparación de medias F. Oxígeno tamaño de hoja 30 días.....	44
Grafica N° 5. Comparación de medias F. Variedad hojas por planta 45 días.....	48
Grafica N° 6. Comparación de medias F. Oxígeno hojas por planta 45 días.....	49
Grafica N° 7. Interacción variedad/oxigenación número de hojas 45 días.....	50
Grafica N° 8. Comparación de medias F. Variedad tamaño de hoja 45 días.....	54
Grafica N° 9. Comparación de medias F. Oxígeno tamaño de hoja 45 días.....	55
Grafica N° 10. Comparación de medias F. Variedad diámetro tallo 45 días.....	59
Grafica N° 11. Comparación de medias F. Oxígeno diámetro de tallo 45 días.....	60
Grafica N° 12. Comparación de medias F. Variedad tamaño de raíz 45 días.....	64

Grafica N° 13. Comparación de medias F. Oxígeno tamaño de raíz 45 días.....	65
Grafica N° 14. Interacción en v/o tamaño de raíz a los 45 días.....	66

ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1	Etapas del cultivo de lechuga en hidroponía de raíz flotante
Anexo 2	Comparación de plantas de lechuga en diferentes niveles de oxigenación
Anexo 3	Deficiencia de Oxígeno