

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



**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE DOS
VARIEDADES DE ACELGA (*Beta vulgaris* L var. Cícla) EN
CULTIVO HIDROPÓNICO CON EL SISTEMA NFT, EN DOS
ESTRUCTURAS PIRAMIDAL Y HORIZONTAL EN
CONDICIONES DE INVERNADERO.**

Por:

MARÁZ BARRIENTOS JOSÉ ARMANDO

Tesis presentada a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”** como requisito para optar al Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica

GESTIÓN 2022

TARIJA-BOLIVIA

V°B°

.....
M. Sc. Ing. Delia Valdez Bustos

PROFESOR GUÍA

.....
M.Sc Ing. Henry Esnor Valdez Huanca

DECANO

**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

.....
M. Sc. Ing. Juan Oscar Hiza Zuñiga

VICEDECANO

**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....
M.Sc Ing. Martin Oscar Tordoya Rojas

.....
M.Sc Ing. Linder Espinoza Márquez

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

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor

DEDICATORIA

Este trabajo dedico al inquebrantable esfuerzo de mis padres Ivar Maráz y Nolberta Barrientos. A mis hermanas Nayeli y Nancy, por brindar su incondicional apoyo y cariño durante mi vida de estudiante.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por cuidarme y guiarme durante toda esta etapa permitiéndome gozar de buena salud y alimentación.

A mi familia, padres, hermanas por el apoyo y sus consejos que me brindaron cada uno de ellos, motivándome a seguir adelante, gracias mi amada familia.

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

A la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, por la formación profesional recibida.

A mis docentes por las enseñanzas impartidas a lo largo de mi carrera universitaria.

A mi profesor guía la Ing. Delia Valdez Bustos, por su ayuda valiosa y desinteresada en la elaboración de la presente tesis.

Al Ing. Wilmar Villena (Docente de la materia Profesionalización II), por su orientación valiosa en la elaboración de la presente tesis.

Al Ing. Víctor Enrique Zenteno López, por su ayuda y consejos en la elaboración del presente trabajo de tesis.

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

“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.”

-Albert Einstein

INDICE

Páginas

INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
OBJETIVOS.....	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO I	
MARCO TEORICO.....	5
1.1. CULTIVO DE LA ACELGA.....	5
1.1.1. Origen de la acelga.....	5
1.1.2. Importancia del cultivo de la acelga.....	5
1.1.3. Descripción Taxonómica.....	6
1.1.4. Características morfológicas.....	6
1.1.4.1. Raíz.....	6
1.1.4.2. Hojas.....	6
1.1.4.3. Inflorescencia y flor.....	7
1.1.4.4. Fruto y semilla.....	8
1.1.5. Requerimientos Edafoclimáticos.....	8
1.1.5.1. Temperatura.....	8
1.1.5.2. Humedad relativa.....	9

1.1.5.3. Luminosidad.....	9
1.1.5.4. Suelo.....	9
1.1.6. Requerimientos nutricionales.....	9
1.1.7. Variedades de acelga comerciales.....	10
1.1.7.1. Variedades de hojas crespas.....	10
1.1.7.2. Variedades de hojas lisas.....	10
1.2. HIDROPONÍA.....	10
1.2.1. Concepto de hidroponía.....	10
1.2.2. Origen de la hidroponía.....	11
1.2.3. Tipos de sistemas hidropónicos.....	11
1.2.3.1. Sistema recirculante o NFT.....	11
1.2.3.2. Sistema raíz flotante.....	11
1.2.3.3. Sistema aeropónico.....	12
1.2.4. Importancia del cultivo hidropónico.....	12
1.2.5. Estructuras.....	12
1.2.5.1. Estructura piramidal.....	12
1.2.5.2. Estructura horizontal.....	13
1.2.9. Ventajas de la hidroponía.....	14
1.2.10. Desventajas de la hidroponía.....	14
1.2.11. SOLUCIÓN NUTRITIVA PARA HIDROPONÍA.....	15
1.2.11.1. Solución nutritiva.....	15
1.2.11.2. Nutrientes que contiene una solución nutritiva.....	15
1.2.11.3. pH de la solución nutritiva.....	15

1.2.11.4. Corrección del pH de la solución	16
1.2.11.5. Conductividad eléctrica.....	17
1.2.11.6. Presencia de sodio.....	17
1.2.11.7. Presencia de boro.....	18
1.2.11.8. Carbonatos y bicarbonatos.....	18
1.2.11.9. Relación de absorción de sodio (RAS).....	18
1.2.11.10. Renovación de solución nutritiva.....	19
1.2.11.11. Deficiencia nutricional.....	19
1.1.12. Rendimiento.....	22
 CAPÍTULO II	
MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
2.1. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	23
2.1.2. Ubicación.....	23
2.1.1. Material para el invernadero.....	23
2.2. CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS DE LA ZONA.....	24
2.2.1. Clima.....	24
2.2.2. Temperatura.....	24
2.2.3. Precipitación.....	24
2.2.4. Granizo.....	24
2.2.5. Edafología.....	24
2.2.6. Vegetación.....	25
2.2.7. Actividad agrícola.....	26
2.3. MATERIALES.....	26

2.3.1. Material para el invernadero	26
2.3.2. Material vegetal	26
2.3.3. Materiales para el almácigo	26
2.3.4. Materiales para el sistema hidropónico	27
2.3.5. Material de campo	27
2.3.6. Equipos	27
2.4. METODOLOGÍA	27
2.4.1. Diseño experimental	27
2.4.2. Factores	28
2.4.3. Tratamientos	28
2.4.4. Unidad experimental	28
2.4.5. Diseño del experimento	29
2.4.6. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	30
2.4.6.1. Construcción del invernadero	30
2.4.6.2. Construcción e instalación del sistema NFT	31
a) Excavación para el tanque de agua de 200 litros	31
b) Construcción de la estructura piramidal	31
c) Construcción de la estructura horizontal	32
d) Construcción de los canales de cultivo	32
e) Tanque colector	33
f) Instalación del sistema de distribución	34
g) Instalación del sistema de retorno	34
2.4.6.3. Desinfección del sustrato	35

2.4.6.4. Almacigo.....	35
2.4.6.5. Análisis de agua.....	36
2.4.6.6. Relación de absorción de sodio (RAS).....	36
2.4.6.7. Conductividad eléctrica (CE).....	37
2.4.6.8. Preparación de la solución nutritiva.....	37
2.4.6.9. Preparación de la solución concentrada A.....	38
2.4.6.10. Preparación de la solución concentrada B.....	39
2.4.6.11. Trasplante.....	40
2.4.6.12. Cuidado de la solución nutritiva.....	40
2.4.6.15. Cosecha.....	42
2.4.6.16. Evaluación.....	42
2.5. VARIABLES DE RESPUESTA.....	43
2.5.1. Altura de la planta.....	43
2.5.2. Número de hojas por planta.....	43
2.5.3. Ancho de la hoja.....	43
2.5.4. Peso de la planta.....	43
2.5.5. Largo de raíces.....	43
CAPÍTULO III	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
3.2. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 30 DIAS.....	45
3.3. ALTURA DE LA PLANTA AL MOMENTO DE LA COSECHA.....	47
3.4. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA.....	49
3.5. ANCHO DE LA HOJA.....	51

3.6. PESO DE LA PLANTA.....	53
3.7. TAMAÑO DE RAIZ.....	55
3.8. HOJA DE COSTOS.....	57
3.9. ANÁLISIS DE BENEFICIO COSTO.....	58
CAPÍTULO IV	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
4.1. CONCLUSIONES.....	60
4.2. RECOMENDACIONES.....	61
BIBLIOGRAFÍA.....	62

LISTA DE CUADROS

Cuadro N°1 Deficiencia Nutricional.....	20
Cuadro N° 2 Malezas más comunes en zona de Torrecillas donde se realizó el experimento.....	25
Cuadro N° 3 Especies arbóreas más comunes en la zona.....	25
Cuadro N°4 Actividad Agrícola de la zona.....	26
Cuadro N°5 Clasificación del agua en relación de absorción de sodio (RAS).....	36
Cuadro N°6 Interpretación del nivel de la conductividad eléctrica.....	37
Cuadro N°7 Concentración total de sales.....	37
Cuadro N°8 Concentración de la solución nutritiva preparada de La Molina.....	38
Cuadro N° 9. Datos de los iones para el cálculo del RAS.....	44
Cuadro N°10 Altura de la planta a los 30 días (cm).....	45
Cuadro N° 11. Interacción variedad/estructura para la altura de planta a 30 días en cm.....	46
Cuadro N°12Análisis de varianza para la altura a los 30 días.....	46
Cuadro N°13 Medias de altura de la planta al momento de la cosecha.....	47

Cuadro N° 14. Interacción de Variedad/Estructura al momento de la cosecha.....	48
Cuadro N°15 Análisis de varianza para la altura de planta al momento de la cosecha.....	48
Cuadro N°16 Número de hojas por planta.....	49
Cuadro N° 17. Interacción Variedad/Estructura número de hojas por planta.....	50
Cuadro N°18 Análisis de varianza para el numero de hojas por planta.....	50
Cuadro N°19 Ancho de la hoja (cm).....	51
Cuadro N° 20. Interacción Variedad/Estructura ancho de hojas.....	52
Cuadro N°21 Análisis de varianza para el ancho de las hojas.....	52
Cuadro N°22 Medias de peso por planta (gr).....	53
Cuadro N° 23. Interacción Variedad/Estructura de peso de la planta.....	54
Cuadro N°24 Análisis de varianza para el peso por planta.....	54
Cuadro N°25 Medias de largo de raíz (cm).....	55
Cuadro N° 26. Interacción Variedad/Estructura para el tamaño de raíz.....	56
Cuadro N°27 Análisis de varianza de tamaño de raíz.....	56
Cuadro N° 28. Beneficio Bruto.....	58
Cuadro N° 29. Costos Variables por Año.....	58
Cuadro N° 30. Costos Fijos por Año.....	58
Cuadro N° 31. Costo Totales por Año.....	59
Cuadro N° 32. Beneficio Neto Anual.....	59
Cuadro N° 33. Relación Beneficio Costo.....	59

INDICE DE FIGURAS

Figura N°1 Construcción del invernadero.....	30
Figura N°2 Excavación para el tanque que almacena la solución.....	31

Figura N°3 Estructura piramidal.....	31
Figura N°4 Estructura horizontal.....	32
Figura N°5 Perforación de los tubos de pvc.....	33
Figura N°6 Tanque colector de la solución nutritiva.....	33
Figura N°7 Instalación del sistema de distribución.....	34
Figura N°8 Sistema de retorno.....	34
Figura N°9 Desinfección del sustrato.....	35
Figura N°10 Implementación del almacigo.....	35
Figura N°11 Fertilizantes para la solución nutritiva A.....	39
Figura N°12 Fertilizantes para la solución nutritiva B.....	39
Figura N°13 Trasplante a los tubos de cultivo.....	40
Figura N°14 Medición de Ph.....	41
Figura N°15 Acelga en momento de la cosecha.....	42
Figura N°16 Toma de datos.....	42

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Taxonomía de la Acelga
Anexo 2. Análisis de agua
Anexo 3. Mapa de Ubicación
Anexo 4. Construcción del sistema hidropónico
Anexo 5. Trasplante al sistema hidropónico
Anexo 6. Variedad Whitte Ribbied Dark y Costa Larga
Anexo 7. Toma de datos