

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



**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE DOS
VARIETADES DE ESPINACA (*Spinacia oleracea L.*) EN TRES
DENSIDADES DIFERENTES EN CULTIVO HIDROPÓNICO**

Por:

Limber Janco Yabo

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 2023

Tarija – Bolivia

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres que fueron un ejemplo para mí que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles.

A mi novia por acompañarme en los buenos y malos momentos y por la ayuda incondicional que me brindaba en todo momento y que siempre estuvo ahí apoyándome.

A mis amigos, compañeros y a cada una de las personas que me han apoyado incondicionalmente para llegar a culminar un objetivo más en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento es hacia la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, especialmente a la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, por acogerme en sus aulas y darme los conocimientos para poder desempeñarme en el campo profesional. A todos los docentes que fueron parte de mi formación académica, por todos los conocimientos y valores que me han otorgado durante estos años. Al Ingeniero Luis Machaca por su recomendación y sugerencias en la elaboración del presente trabajo de investigación.

A mi prima Sara Cayo, a mi cuñado Jorge Villa y a mi hermano Samuel por el gran apoyo que me brindaron.

Agradezco a Erika Llanque por su valiosa colaboración en cada momento y acompañarme en mis decisiones.

A mis amigos Moisés Martínez, José Maraz que me acompañaron y apoyaron en cada paso.

ÍNDICE

Dedicatoria

Agradecimientos

Resumen

Pág.

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA.....	3
3. JUSTIFICACIÓN.....	4
4. OBJETIVOS.....	5
4.1. Objetivo general.....	5
4.2. Objetivos específicos.....	5
5. HIPÓTESIS.....	5

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. CULTIVO DE LA ESPINACA (<i>Spinacea oleracea L.</i>).....	6
1.1.1. Origen y generalidades.....	6
1.1.2. Clasificación taxonómica.....	6
1.1.3. Descripción botánica.....	7
1.1.4. Raíz.....	7
1.1.5. Tallo.....	7
1.1.6. Hoja.....	7
1.1.6.1. Flor.....	7
1.1.6.2. Fruto y Semilla.....	8
1.1.7. Propiedades nutricionales.....	8
1.1.8. Uso del cultivo de la espinaca.....	9
1.1.9. Principales productores a nivel mundial.....	9
1.1.10. Características del cultivo de la espinaca.....	10
1.1.11. Requerimientos edafoclimáticos.....	10
1.1.11.1. Temperatura.....	10
1.1.11.2. Humedad relativa.....	10
1.1.11.3. Luminosidad.....	11
1.1.11.4. Suelo.....	11
1.1.11.5. Salinidad.....	11

1.1.12. Requerimiento del cultivo.....	11
1.1.13. Adaptabilidad del cultivo.....	12
1.1.14. Almacigo.....	12
1.1.15. Riego.....	12
1.1.15.1. Riego por goteo.....	12
1.1.16. Variedades de espinaca.....	13
1.1.16.1. Chikara.....	13
1.1.16.2. Samos.....	13
1.1.16.3. Viroflay.....	13
1.1.16.4. Lagos.....	13
1.1.16.5. Bloomsdale Longstanding.....	13
1.1.16.6. Regimiento.....	13
1.1.16.7. Espacio.....	14
1.1.16.8. Gatito rojo.....	14
1.1.16.9. Verano indio.....	14
1.1.16.10. Double take.....	14
1.1.16.11. Cocodrilo.....	14
1.1.17. Labores culturales.....	14
1.1.17.1. Control de malezas.....	14
1.1.17.2.Deschuponado.....	15
1.1.18. Cosecha.....	15
1.1.18.1. Recolección manual.....	15
1.1.18.2. Recolección mecanizada.....	15
1.1.19. Postcosecha.....	15
1.1.19.1. Calidad.....	15
1.1.20. Plagas.....	15
1.1.20.1. Control de plagas.....	16
1.1.21. Enfermedades.....	16
1.2. HIDROPONÍA.....	16
1.2.1. Resumen histórico de la hidroponía.....	16
1.2.2. Definición de la hidroponía.....	17
1.2.3. Ventajas del cultivo hidropónico.....	17
1.2.4. Desventajas.....	18
1.2.5. Aspectos a tomar en cuenta para la estructura NFT.....	18

1.2.5.1. Pendiente de los canales de cultivo.....	18
1.2.5.2. Longitud de los canales de cultivo.....	19
1.2.5.3. Altura de la lámina de disolución.....	19
1.2.5.4. Oxigenación de la disolución nutritiva.....	19
1.2.6. Características de los minerales.....	19
1.2.7. Características de la solución nutritiva.....	20
1.2.8. Disponibilidad de oxígeno.....	20
1.2.9. Influencia de la temperatura.....	20
1.2.10. Tipos de sistemas hidropónicos.....	21
1.2.10.1. Sistema hidropónico (NFT).....	21
1.2.10.2. Sistema hidropónico de raíz flotante.....	21
1.2.10.3. Sistema hidropónico aeroponía.....	22
1.2.8.4. Sistema hidropónico de flujo y reflujo.....	22
1.2.10.5. Sistema hidropónico por goteo.....	22
1.2.11. Nutrición de las plantas.....	22
1.2.12. Funciones de los elementos nutritivos en las plantas.....	23
1.2.13. Factores a considerar en la producción de cultivos hidropónicos.....	25
1.2.13.1. Calidad de agua.....	25
1.2.13.2. Temperatura.....	25
1.2.13.3. pH.....	25
1.2.13.4. Conductividad eléctrica.....	26
1.2.13.5. Oxígeno disuelto en la solución nutritiva.....	26
1.2.13.6. Vida útil de la solución.....	27
1.2.13.7. Resultados de otras tesis similares al trabajo de investigación.....	27

CAPÍTULO II
MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MATERIALES.....	30
2.1.1. Localización de la zona de estudio.....	30
2.1.1.1. Condiciones climáticas de Coimata.....	31
2.1.1.2. Fisiografía.....	32
2.1.1.3. Suelo.....	32
2.1.1.4. Vegetación de la zona.....	32
2.1.1.5. Uso actual del suelo.....	32

2.1.1.6. Aspectos socioeconómicos.....	32
2.1.1.6.1. Principal actividad económica	33
2.1.1.6.2. Población.....	33
2.1.1.6.3. Accesibilidad.....	33
2.1.1.6.4. Vías de comunicación.....	33
2.1.2. Material vegetal.....	33
2.1.3. Materiales para el almacigo.....	33
2.1.4. Materiales para la construcción del sistema hidropónico NFT.....	34
2.1.5. Material de campo.....	35
2.1.6. Material de escritorio.....	35
2.1.7. Solución nutritiva.....	35
2.2. METODOLOGÍA.....	36
2.2.1. Diseño experimental.....	36
2.2.2. Descripción de los factores.....	36
2.2.3. Tratamientos.....	37
2.2.4. Unidad experimental.....	37
2.2.5. Características del área experimental.....	37
2.2.6. Croquis del experimento.....	39
2.2.7. Diseño del sistema NFT en estructura horizontal.....	40
2.2.8. Procedimiento experimental.....	41
2.2.8.1. Limpieza del terreno.....	41
2.2.8.2. Construcción de la malla media sombra para la instalación del sistema hidropónico.....	42
2.2.8.3. Construcción e instalación del sistema NFT.....	42
2.2.8.4. Instalación del temporizador.....	44
2.2.8.5. Análisis de agua.....	45
2.2.8.6. Preparación de la solución nutritiva.....	45
2.2.8.7. Almacigo de la semilla.....	46
2.2.8.8. Trasplante.....	46
2.2.8.9. Manejo del pH en la solución de nutrientes.....	46
2.2.8.10. Manejo de la conductividad eléctrica.....	46
2.2.8.11. Monitoreo del cultivo.....	47
2.2.8.12. Cosecha.....	47
2.2.9. Variables de estudio evaluados.....	47

2.2.9.1. Instrumentos.....	47
2.2.9.2. Procedimiento.....	47
2.2.9.2.1. Largo de la hoja.....	48
2.2.9.2.2. Ancho de la hoja.....	48
2.2.9.2.3. Número de hojas por planta.....	48
2.2.10. Hoja de costo.....	48

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL AGUA.....	49
3.2. LARGO DE LA HOJA.....	50
3.3. ANCHO DE LA HOJA.....	54
3.4. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA.....	58

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES.....	63
4.2. RECOMENDACIONES.....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	66

ANEXO I

ANEXO II

ANEXO III

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro No.1: Características del cultivo de la espinaca;	Error! Marcador no definido.
Cuadro No.2: Macronutrientes y micronutrientes	23
Cuadro No.3: Resumen climatólogo	Error! Marcador no definido.
Cuadro No.4: Cronograma de actividades	Error! Marcador no definido.
Cuadro No.5: Temporizador para el riego del sistema hidropónico NFT	44
Cuadro No.6: Detalle de la cantidad de nutrientes	45
Cuadro No.7: Análisis de agua.....	49
Cuadro No.8: Largo de la hoja de las plantas a los 42 días después del trasplante.....	50
Cuadro No.9: Interacción variedad/densidad	51
Cuadro No.10: Análisis de varianza ANOVA para el largo de la hoja a los 42 días..	51
Cuadro No.11: Orden de méritos	52
Cuadro No.12: Prueba para el factor variedad	53
Cuadro No.13: Ancho de la hoja de las espinacas	54
Cuadro No.14: Interacción variedad/densidad	55
Cuadro No.15: Análisis de varianza ANOVA para el ancho de las hojas	55
Cuadro No.16: Orden de méritos	56
Cuadro No.17: Prueba para el factor variedad	56
Cuadro No.18: Número de hojas por planta.....	58
Cuadro No.19: Interacción variedad/densidad	58
Cuadro No.20: Análisis de varianza ANOVA para el número de hojas por planta	59
Cuadro No.21: Orden de méritos	60
Cuadro No.22: Prueba para el factor variedad	60
Cuadro No.23: Hoja de costo de la espinaca en relación Beneficio/Costo	62

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica No.1: Valores promedio del largo de la hoja de la planta	53
Gráfica No.2: Valores promedio del ancho de la hoja por planta	57
Gráfica No.3: Valores promedio del número de hojas por planta.....	61