

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



“COMPARACIÓN DEL CULTIVO DE LA ESPINACA (*Spinacea oleracea* L.) EN EL SISTEMA HIDROPÓNICO NFT Y EL SISTEMA HIDROPÓNICO DE RAÍZ FLOTANTE”

POR:

CARLOS MATEO SANTOS NAVARRO

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

GESTIÓN – 2020

TARIJA – BOLIVIA

V°B°

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

.....
M.Sc. Ing. Henry Esnor Valdez Huanca
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

.....
M.Sc. Ing. Juan Oscar Hiza Zuñisa
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

Aprobado por:

.....
M.Sc. Ing. Ismael Acosta Galarza
TRIBUNAL

.....
M.Sc. Ing. Edwin Dellmis Florez Segovia
TRIBUNAL

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

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 está dedicado a la memoria de mi madre Rosa Navarro Ance. A mi padre Hugo Santos Mollo que me enseñaron a nunca rendirme y “hacer las cosas poder sin poder”, muchas gracias por todo lo que me han dado en mi vida los amo mucho.

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermanos que con su apoyo no hubiera sido posibles llegar tan lejos, a mis amigos y también al docente guía por apóyame en este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

Advertencia

Dedicatoria

Agradecimiento

Resumen

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. Justificación.....	2
3. Objetivos	3
3.1. Objetivo general	3
3.2. Objetivos específicos	3
4. Hipotesis.....	3

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. CULTIVO DE LA ESPINACA.....	4
1.1.1. Origen.....	4
1.1.2. Clasificación taxonómica	4
1.1.3. Descripción botánica.....	5
1.1.3.1. Raíz	5
1.1.3.2. Tallo	5
1.1.3.3. Hoja.....	5
1.1.3.4. Flor e Inflorescencia.....	5
1.1.3.5. Fruto y semilla	6
1.1.4. Características del cultivo	6
1.1.5. Requerimientos nutricionales.....	6
1.1.6. Requerimientos edafoclimáticos	7
1.1.6.1. Temperatura	7
1.1.6.2. Riego	7

	Pagina
1.1.6.3. Luminosidad.....	7
1.1.6.4. Suelos	7
1.1.7. Manejo del cultivo.....	8
1.1.7.1. Siembra	8
1.1.7.1. Época de siembra	8
1.1.8. Plagas y enfermedades	9
1.1.9. Cosecha	9
1.1.10. Propiedades nutricionales.	9
1.2. CULTIVO HIDROPÓNICO.....	10
1.2.1. Ventajas y desventajas del cultivo hidropónico	11
1.2.2 Métodos hidropónicos.....	12
1.2.3. Sistema hidropónico NFT	13
1.2.4. Sistema hidropónico de raíz flotante.....	14
1.2.5. Nutrición de las plantas.....	14
1.2.5.1. Funciones de los elementos nutritivos en las plantas.....	15
1.2.5.2. Soluciones utilizadas en hidroponía.....	17
1.2.6. Factores a considerar en la producción de cultivos hidropónicos.....	17
1.2.6.1. Calidad del agua.....	17
1.2.6.2. Temperatura	17
1.2.6.3. pH.....	17
1.2.6.4. Conductividad eléctrica (CE).....	18
1.2.6.5. El oxígeno en la solución nutritiva.	19
1.2.6.6. Vida útil de la solución.....	19
1.2.7. Prueba de Hipótesis.....	19

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MATERIALES	22
2.1.1. Localización	22
2.1.1.1. Clima.....	23

	Página
2.1.2. Material vegetal	23
2.1.3. Materiales para la construcción del sistema hidropónico NFT	24
2.1.4. Materiales para la construcción del sistema hidropónico de raíz flotante	25
2.1.5. Materiales para la construcción del invernadero	25
2.1.6. Materiales para la construcción de la cama flotante de raíz flotante.....	25
2.1.7. Materiales de laboratorio.....	26
2.2. Metodología.....	26
2.2.1. Características del diseño	26
2.2.2. Descripción de los tratamientos	27
2.3. Desarrollo de la investigación	30
2.3.1. Elaboración del invernadero y malla antiafidos.....	30
2.3.2. Instalación del sistema hidropónico NFT (Técnica de la película de nutrientes	30
2.3.3. Instalación del sistema hidropónico de raíz flotante. -.....	31
2.3.4. Instalación de la cama flotante para la producción de platines	31
2.3.5. Instalación del temporizador	32
2.3.6. Preparación de la solución nutritiva.....	33
2.3.7. Siembra en almacigo	35
2.3.8. Trasplante definitivo	35
2.3.8.1. Para el trasplante definitivo en el sistema hidropónico NFT	35
2.3.8.2. Para el trasplante definitivo al sistema hidropónico de raíz flotante	36
2.3.9. Renovación de solución nutritiva.....	36
2.3.10. Manejo del pH de la solución nutritiva.....	36
2.3.11. Manejo de la conductividad eléctrica.....	37
2.3.12. Control de la temperatura de la solución nutritiva	37
2.3.13. Plagas y enfermedades	37
2.4. Cosecha	37
2.5. Variables respuesta.....	37
2.6. Análisis económico	38

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIONES

	Pagina
3.1. Variables de respuesta.....	41
3.1.1. Porcentaje de germinación	41
3.1.2 Largo de la hoja.....	42
3.1.2.1. Comparación de medias para el largo de la hoja.....	44
3.1.3. Ancho de la hoja.....	45
3.1.3.1. Comparación de medias para el ancho de la hoja	47
3.1.4. Numero de hojas	48
3.1.4.1. Comparación de medias para el número de hojas	50
3.1.5. Peso de las hojas	51
3.1.5.1. Comparación de medias para el peso de las hojas	52
3.1.6. Rendimiento	54
3.1.6.1. Comparación de medias para el Rendimiento.....	55
3.2. Análisis económico	56
3.2.1. Rendimiento ajustado.....	56
3.2.2. Número de campañas por año	57
3.2.3. Beneficio bruto.....	57
3.2.4. Costos variables	58
3.2.5. Costos fijos.....	58
3.2.6. Costos Totales	59
3.2.7. Beneficio neto	59
3.2.8. Relación Beneficio / Costo (Bs/año).....	60

CAPITULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones	62
4.2. Recomendaciones.....	63
BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

	Pagina
Tabla 1. Características del cultivo de espinaca.....	6
Tabla 2. Tabla de Información Nutricional.....	10
Tabla 3. Técnicas Hidropónicas.....	12
Tabla 4. Macronutrientes y micronutrientes.....	14
Tabla 5. Los elementos nutritivos para las plantas.....	16
Tabla 6. Niveles de ph para los diferentes tipos de cultivo.....	18
Tabla 7. Conductividad del agua.....	18
Tabla 8. Tomada de datos del largo de las hojas.....	43
Tabla 9. Tomada de datos del Ancho de la hoja.....	46
Tabla 10. Tomada de datos del Numero de hojas.....	49
Tabla 11. Tomada de datos del Peso de las hojas.....	51
Tabla 12. Tomada de datos del Rendimiento.....	54

ÍNDICE DE CUADROS

Pagina

Cuadro 1. Resumen Climatológico del Departamento de Tarija - Provincia Cercado	23
Cuadro 2. Temporizador para el bombeo de aire del sistema hidropónico de raíz flotante.....	32
Cuadro 3. Temporizador para el riego del sistema hidropónico nft.....	33
Cuadro 4. Detalle de las cantidades de los nutrientes	34
Cuadro 5. Dosificación de los nutrientes según su grado de desarrollo.....	34
Cuadro 6. Porcentaje de germinación de las semillas de espinaca	41
Cuadro 7. ANOVA del largo de la hoja del cultivo de la espinaca	42
Cuadro 8. ANOVA del ancho de la hoja del cultivo de la espinaca	45
Cuadro 9. ANOVA del número de hojas del cultivo de la espinaca.....	48
Cuadro 10. ANVOA del peso de las hojas del cultivo de la espinaca	53
Cuadro 11. ANOVA del Rendimiento del cultivo de la espinaca	54
Cuadro 12. Rendimiento ajustado por campaña	56
Cuadro 13. Beneficio bruto anual	57
Cuadro 14. Costos variables por tratamientos	58
Cuadro 15. Costos fijos por tratamientos.....	58
Cuadro 16. Costos totales por tratamientos	59
Cuadro 17. Beneficio neto anual.....	59
Cuadro 18. Beneficio/costo.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura 1. Croquis de área de la investigación	22
Figura 2. Croquis del sistema hidropónico NFT	27
Figura 3. Croquis del sistema hidropónico de raíz flotante	28
Figura 4. Croquis del área de investigación	29
Figura 5. Ciclo de cultivo de la espinaca	41
Figura 6. Comparación de medias para el largo de la hoja	44
Figura 7. Comparación de medias para el ancho de la hoja.....	47
Figura 8. Comparación de medias para el número de hojas	50
Figura 9. Comparación de medias para el peso de las hojas.....	53
Figura 10. Comparación de medias para el Rendimiento	55
Figura 11. Beneficio neto por tratamientos.....	60
Figura 12. Beneficio/costo por tratamientos	61

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Montaje del invernadero
- Anexo 2. Instalación del sistema hidropónico
- Anexo 3. Instalación del sistema hidropónico de raíz flotante
- Anexo 4. Instalación del timer
- Anexo 5. Acabado de la instalación de los tratamientos
- Anexo 6. Preparación del almácigo en bandejas de germinación
- Anexo 7. Germinación de semillas de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) en bandejas de germinación
- Anexo 8. Desinfección de los sistemas hidropónicos
- Anexo 9. Trasplante definitivo a los sistemas hidropónicos
- Anexo 10. Cosecha
- Anexo 11. Taxonomía de la espinaca (*Spinacea oleracea* L.)
- Anexo 12. Presupuesto para sistema hidropónico NFT (tratamiento)
- Anexo 13. Presupuesto para el sistema hidropónico de raíz flotante (tratamiento)
- Anexo 14. Presupuesto de la cama flotante
- Anexo 15. Presupuesto para el invernadero
- Anexo 16. Cálculo de la depreciación

CAPITULO INTRODUCCIÓN

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

CAPITULO II
MATERIALES Y
MÉTODOS

CAPITULO III
RESULTADOS Y
DISCUSIÓN

BIBLIOGRAFÍA