

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE



**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ACUAPONICO UNIFAMILIAR
PARA LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS (LECHUGA) Y CARPA
COMÚN EN EL BARRIO LA PAMPA DEL MUNICIPIO DE ENTRE RIOS”**

Por:

LIZETH LUCIA VILLAFUERTE

Tesis de grado presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Medio Ambiente

GESTIÓN 2024
ENTRE RÍOS-TARIJA-BOLIVIA

VºBº

.....
Ing. Raúl Alberto Romero Areco
PROFESOR GUÍA

.....
MSc. Ing. Milton Javier Caba Olguin
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

.....
MSc. Ing. Víctor Enrique Zenteno López
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORETALES

APROBADA POR:
TRIBUNALES

.....
MSc. Ing. Pedro Bernardo Cruz Gareca
TRIBUNAL

.....
MSc. Ing. Luis Rolando Lafuente Retamozo
TRIBUNAL

.....
MSc. Ing. German Hoyos Farfán
TRIBUNAL

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

DEDICATORIA

Dedico a Dios por haberme dado, entendimiento, salud y sabiduría y ayudarme a iluminar mi camino y mis metas; a mi madre Lourdes Fabiana Villafuerte Rodríguez quien me guió por el camino correcto y por ser el pilar fundamental para que culmine mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por darme salud espiritual y física por la sabiduría, entendimiento, fortaleza y paciencia a lo largo de mi vida y en el tiempo de estudio hasta lograr mi profesionalización.

A mi madre Lourdes Fabiana Villafuerte Rodríguez por brindarme su apoyo en todas las etapas de mi vida, y principalmente por haberme dado la vida y la oportunidad de ser alguien en la vida.

A las personas que contribuyeron con este trabajo, mi guía Ing. Raúl Alberto Areco, a mis Tribunales M.Sc. Ing. Pedro Bernardo Cruz Gareca, Ing. German Hoyos Farfán, M.Sc. Ing. Luis Rolando Lafuente, M.Sc. Ing. Rene Padilla Ledezma y a todos mis demás docentes que me brindaron con su apoyo, enseñanza y paciencia todos estos años.

A todos mis compañeros, compañeras y amigos por brindarme una amistad incondicional y apoyo en toda esta etapa de mi vida.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

1. Introducción.....	1
2. Justificación.....	3
3. Formulación y análisis del problema.....	4
4. Hipótesis.....	5
5. Identificación de variables.....	5
6. Objetivos.....	5
6.1. Objetivo general.....	5
6.2. Objetivos específicos.....	5

CAPITULO I

REVISION BIBLIOGRÁFICA

1. MARCO TEÓRICO.....	6
1.1 Acuicultura.....	6
2. Hidroponía.....	6
3. Acuaponia.....	7
3.1 Usos de la Acuaponia.....	7
3.1.1 Uso eficiente del agua.....	7
3.1.2 Fertilización orgánica.....	8
3.1.3 Cercanía a los mercados.....	8
4. Peces.....	8
4.1 Características del pez carpa.....	8
4.2 Hábitat del pez carpa.....	9
4.3 Condiciones que requiere el pez carpa.....	9
4.4 Alimentación de la carpa (cyprinus Carpio)	9
4.5 Cuando alimentar a los peces.....	9
4.6. Donde distribuir los alimentos.....	10

4.7. Evitar la sobrealimentación	10
4.8. Salud de los peces y enfermedades.....	10
4.9. Estrés en los peces	11
4.10. Comparación de ganancia peces carpa común y tilapia.....	12
5. Hortalizas.....	13
5.1. Concepto general.....	13
5.2. Origen e importancia de la lechuga.....	13
5.3. Temperatura	13
5.4. Desarrollo vegetativo.....	14
5.5. Densidad de plantación.....	14
5.6. Valor nutritivo de la lechuga.....	14
5.7. Siembra.....	15
6. Ciclo del nitrógeno en el sistema de acuaponia.....	16
6.1. La nitrificación en un cultivo de acuaponia.....	16
7. Técnica de cama de cultivo con sustrato.....	17
8. Filtro Mecánico	17
9. Filtro Biológico.....	18
10. Potencial de Hidrogeno (Ph)	18
11. Oxígeno Disuelto (OD).....	20
12. MARCO CONCEPTUAL.....	21
12.1. Acuicultura.....	21
12.2. Acuaponia y la Agenda 2030.....	21
12.2.1. ODS2 Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.....	21
12.2.2. ODS 6 Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.....	22
12.2.3. ODS 12 Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.....	22
12.2.4. ODS 13 Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.....	22

12.3. Potencial de Hidrogeno (pH).....	23
12.4. Sólidos disueltos totales (SDT).....	23
12.5. Temperatura.....	23
12.6 . Conductividad eléctrica (CE).....	23
12.7. Oxígeno disuelto (OD).....	24
13. MARCO LEGAL.....	24
13.1. LEY N° 938 LEY DE PESCA Y ACUICULTURA SUSTENTABLES.....	24
13.2. DECRETO SUPREMO N.º 1939, DE LA LEY N° 448 REFERENTE A LOS COMPONENTES DEL PROGRAMA NACIONAL DE FRUTAS, PROGRAMA NACIONAL DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS, Y EL PROGRAMA NACIONAL DE RUMIANTES MENORES Y PESCA.....	25
13.3. REGLAMENTO DE PESCA Y ACUICULTURA, 14 DE AGOSTO DE 1990.....	25

CAPÍTULO II

MATERIALES Y METODOS

1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	26
1.1. Descripción del área de estudio.....	29
1.2. Características socioculturales.....	29
1.3. Características Físico Biológicas.....	30
2. MATERIALES.....	32
2.1. Material de campo (herramientas).....	32
2.2. Material para la construcción del sistema acuapónico.....	32
2.3. Material para la construcción de invernadero.....	32
2.4. Material vegetal.....	33
2.5. Material biológico.....	33
2.6. Material de laboratorio.....	33
2.7. Material de gabinete.....	33
3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	33

3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	33
3.2. Cualitativa.....	34
3.3. Cuantitativa.....	34
4. METODOLOGÍA.....	35
4.1. Método descriptivo.....	35
4.2. Método Analítico.....	35
4.3. Método Experimental.....	36
4.4. Método Explicativo.....	36
para el cumplimiento del objetivo implementar un sistema acuapónico sostenible unifamiliar en el barrio la pampa se realizará las siguientes actividades	
5. Condiciones del lugar.....	36
5.1. Terreno.....	36
5.2. Luz natural.....	37
5.3. Condiciones y calidad del agua.....	37
5.4. Electricidad.....	38
5.5. Invernadero.....	39
6. Diseño sistema hidropónico.....	40
6.1. Técnica de cultivos en capas de nutrientes (NFT).....	40
6.2. Dinámica del flujo del agua.....	40
6.3. Tubos de cultivo en la técnica de cultivo en capas de nutrientes (NFT), construcción y siembra.....	41
6.4. Tubo de cultivo, forma y tamaño.....	41
7. Trabajo de campo.....	43
7.1. Instalación del invernadero.....	43
7.2. instalación del Sistema acuapónico.....	44
7.2.1. Plano completo del sistema acuapónico unifamiliar.....	45
7.2.2. Acuaponía a pequeña escala/doméstica.....	46
7.3. Instalación sistema para bombeo del tanque	46
7.4. Instalación sistema para el bombeo de biofiltro.....	47

7.5. Instalación Bomba de aireación.....	48
7.6. Instalación y construcción del sistema hidropónico (cama NFT)	48
7.6.1. Plano de sistema hidroponico NFT.....	49
7.6.2. Caballetes.....	50
7.6.2.1. Plano de los caballetes.....	50
7.7. Componente hidropónico (NFT).....	50
7.8. Instalación de los tanques para los peces.....	51
7.8.1. Tapa y sombra.....	52
7.9. Las Bacterias	52
7.10. Instalación de la cama para cultivo en sustrato.....	54
para el cumplimiento del objetivo producir hortalizas y peces mediante la integración de dos métodos de cultivo como la acuicultura y la hidroponía se realizará las siguientes actividades	
8. Descripción de cada uno de los productos y sus características.....	56
8.1. Procedimiento de cultivo de la lechuga	57
8.2. Proceso de cultivo y adecuación del pez Carpa Común	59
8.3. Medición de parámetros.....	61
para el cumplimiento del objetivo analizar la producción de hortalizas y peces bajo el sistema acuapónico de manera unifamiliar se realizará las siguientes actividades	
9. Monitoreo.....	62
9.1. Monitoreo al crecimiento de los peces.....	62
9.2. Frecuencia de muestreo de la calidad del agua.....	63
9.3. Monitoreo de las lechugas.....	64
9.4. Cultivo lechuga en suelo.....	66
9.5. Alimento de los peces.....	69
9.6. Calidad de alimento para los peces.....	70
10. Cálculo de alimento para los peces	70
10.1. Cálculo de alimento de los peces en su etapa alevines	70
10.2. Cálculo de alimento de los peces en su etapa juvenil	70
11. Costos del sistema propuesto.....	71

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

1. Cultivo de lechuga.....	78
2. cultivo de peces	78
3. Rendimiento de cultivo	78
4. Costo aproximado de cultivo en el sistema.....	80
5. Altura de hoja de lechuga	81
5.1. Ganancia de altura.....	81
5.1.1. Resultado de ganancia de longitud de la lechuga	82
5.2. Altura de raíz	83
5.3. Ganancia de peso del pez carpa común	84
5.3.1. Ganancia de longitud de la carpa común	86
1. Discusión de la investigación con otros estudios realizados.....	87

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. CONCLUSIONES.....	90
2. RECOMENDACIONES.....	91
BIBLIOGRAFIA.....	92
ANEXOS.....	96

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Causas y síntomas del estrés en los peces	12
Cuadro 2. Sistema NFT fortalezas y debilidades	43
Cuadro 3. Cultivo de bacterias.....	53
Cuadro 4. procedimiento de cultivo de lechuga.....	57
Cuadro 5. Proceso de adecuación y control de los peces.....	59
Cuadro 6. Procedimiento de las mediciones de parámetros del agua	61
Cuadro 7. Control de proceso de crecimiento de la lechuga	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Control de crecimiento de los peces.....	62
Tabla 2. Mediciones de amonio, nitrito, nitrato para la calidad del agua.....	63
Tabla 3. Horario de funcionamiento de la bomba y oxigenación	64
Tabla 4. Materiales y costo del sistema acuapónico	71
Tabla 5. Costos de materia prima	75
Tabla 6. Costo de electricidad.....	76
Tabla 7. Costo de material de invernadero.....	76
Tabla 8. Control semanal del crecimiento de lechuga	82
Tabla 9. Control de peso y tamaño de los peces	85

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Ciclo del Nitrógeno en la Acuaponia	16
Imagen 2, Vista satelital del área de estudio “comunidad Entre Rios.....	28
Imagen 3. Lugar que se realizara el sistema acuapónico.....	37
Imagen 4. Análisis de calidad del agua.....	38
Imagen 5. Modelo del invernadero que se implementará en el sistema acuapónico.....	39
Imagen 6. Ilustración de una pequeña unidad con técnica de cultivos en capas de nutrientes.....	40
Imagen 7. Diseño de tubo con orificio para cultivo en cultivo hidropónico.....	42
Imagen 8. Tanque para los peces.....	51
Imagen 9. Proceso de plantación, medición y observación de las lechugas a la cama hidropónica.....	58
Imagen 10. Proceso de transporte, observación, medición de los peces carpa común al sistema.....	60
Imagen 11. Cultivo de lechuga modo tradicional.....	67
Imagen 12. Control de lechuga en cultivo de cama como sostén piedra del rio ...	68

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Mapa Ubicación de Bolivia y Tarija.....	26
Mapa 2. Mapa Ubicación de la Provincia O`Connor.....	27

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1. Crecimiento de altura de las hojas de lechuga	83
Gráfico 2. Crecimiento de longitud de la raíz	84
Gráfico 3. Medida mensual de pesaje y crecimiento del pez carpa común	86

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1, ubicación del sistema acuapónico.....	96
Anexo 2. Construcción del invernadero.....	97
Anexo 3. Procedimiento para la construcción de la cama NFT.....	98
Anexo 4. Construcción de sistema para bombeo del tanque.....	100
Anexo 5. Construcción de sistema para el bombeo de biofiltro.....	100
Anexo 6. Construcción del sistema acuapónico.....	101
Anexo 7. Cultivo de lechuga en el sistema	104
Anexo 8. Procedimiento de pesaje del pez carpa común.....	105
Anexo 9. Lechuga sembrada en cama de cultivo como base piedra del rio.....	105

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO II
MATERIALES Y METODOLOGÍA

CAPÍTULO III
ANÁLISIS DE RESULTADOS

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS