

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**DISEÑO DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO NTF
(TÉCNICA DE PELÍCULA DE NUTRIENTES) PARA LA
PRODUCCIÓN DE LECHUGAS COMO UNA
ALTERNATIVA DE ACCIÓN ANTE LA ESCASEZ DE
AGUA EN EL MUNICIPIO DE SAPAHAQUI**

**Proyecto de Grado presentado para obtener el Título de Licenciatura en Ingeniería
Industrial**

POR: ESTEBAN SATURNINO PAREDES MOLLISACA

TUTOR: PHD. ING. AHMED AMUSQUIVAR CABALLERO

**La Paz – Bolivia
Octubre 2024**



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA**



LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto de grado:

**DISEÑO DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO NTF (TÉCNICA DE
PELÍCULA DE NUTRIENTES) PARA LA PRODUCCIÓN DE
LECHUGAS COMO UNA ALTERNATIVA DE ACCIÓN ANTE LA
ESCASEZ DE AGUA EN EL MUNICIPIO DE SAPAHAQUI**

POR: ESTEBAN SATURNINO PAREDES MOLLISACA

Para optar al grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial

Nota numeral:

Nota literal:

Ha sido:

Directo de carrera de Ingeniería Industrial:

Ing. M.Sc. Franz Zenteno Benítez

Tutor: Ing. Ahmed Amusquivar Caballero

Tribunal: Ing. Miguel Yucra Rojas

Tribunal: Ing. Mónica Lino Humerez

Tribunal: Ing. Félix Orellana Sánchez

Tribunal: Ing. Boris Parraga Andrade

Dedicatoria

A mis queridos padres, Saturnino Paredes y Lorencia Mollisaca, por ser el faro de luz en mi camino, por ser la fuerza el motor y motivo para ser alguien mejor en la vida, por la persistencia y a verme enseñado que todo es posible en la vida si uno realmente lo quiere.

A mis hermanos Robert Paredes y Manuel Paredes por su apoyo y compañía, por sus virtudes y ser grandes personas en mi vida.

Agradecimientos:

La realización de este proyecto fue posible gracias aquellos que me ayudaron y apoyaron durante toda esta etapa de mi vida, a los docentes que me guiaron durante toda mi formación y a mi tutor con toda su sabiduría y entendimiento al Ingeniero: AHMED AMUSQUIVAR CABALLERO por su ardua labor en la misión del saber y a todos mis familiares por sus palabras de apoyo y motivación constante.

A todos mis compañeros de la carrera que estuvieron en todo momento durante todos los semestres, momentos de trabajo arduo y momentos de alegría y momentos que nos ayudaron a reflexionar sobre la vida.

Finalmente agradecer a la facultada de ingeniería por todo el tiempo que me acogieron con el firme deber de transmitir conocimiento a través de nobles personas que constantemente nos guían para un futuro mejor.

INDICE DEL PROYECTO

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.	1
1.1. Antecedentes del Proyecto.	2
1.2. Justificación.....	3
1.2.1. Justificación social.	3
1.2.2. Justificación medio ambiental.	4
1.2.3. Justificación económica.....	4
1.2.4. Justificación Académica.	5
1.3. Planteamiento del problema.	5
1.4. Objetivos.	7
1.4.1. Objetivo General.	7
1.4.2. Objetivos específicos.....	7
1.5. Alcances y limitaciones.	7
1.6. Localización y ámbito geográfico.	8
1.7. Sector económico.	11
1.8. Universo de estudio.	12
1.9. Instituciones relacionadas.	13
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	15
2.1. Los recursos acuíferos en nuestro planeta.	15
2.2. Los actuales fenómenos de escases de agua en Bolivia.....	15
2.2. La utilización de agua de riego en Bolivia.....	17
2.3. La Hidroponía.	18
2.3.1. La hidroponía como medio de ahorro de agua.	19
2.3.2. Cultivos Hidropónicos.....	20
2.3.3. Métodos de producción hidropónica.	21

a) Sistema de producción NFT o Técnica de película nutriente.....	21
b) Sistema de producción de raíz Flotante.	21
c) Sistema de producción aeropónico.	21
d) Sistema de producción por sustrato.	22
2.4. Características del sistema hidropónico en la agricultura.....	22
2.4.1. Funcionamiento del sistema NFT.	24
2.4.2. Componentes del sistema NFT.	25
2.4.3. Requerimientos de sistema NFT.	26
2.5. Características de los nutrientes de las plantas	27
2.5.1. Nutrientes esenciales de las plantas.	27
2.5.2. Elementos principales de las soluciones nutritivas.	27
2.5.3. Manejo de la solución nutritiva para el sistema NFT	30
2.5.4. La solución nutritiva y su preparación en el sistema NFT.....	31
2.5.5. Cultivo de lechuga en sistema NFT tipo triangular.	32
2.5.6. Producción de lechugas con el sistema hidropónico NFT en Bolivia.	34
2.5.7. Producción de lechugas con el sistema NFT en el municipio de Sapahaqui. .	36
2.6. Hortaliza de hoja (lechuga)	36
2.6.1. Origen de la lechuga.....	36
2.6.2. Características de la lechuga.....	37
2.6.2.1. Características botánicas de la lechuga.	39
2.6.3. Tipos de lechugas.....	40
2.6.4. Enfermedades y plagas en la lechuga.....	41
2.6.5. Forma de cultivo de la lechuga.	43
2.7. Marco legal.....	44
CAPITULO III: ESTUDIO DE MERCADO	46
3.1. Introducción.	46
3.2. Identificación del producto.	46
3.3. Definición del objeto de estudio.....	47

3.3.1. Objetivos del estudio de mercado.....	47
3.4. Identificación del proyecto.....	48
3.4.1. Mercado Proveedor.....	48
3.4.2. Mercado consumidor.....	49
3.4.3. Mercado Distribuidor.....	49
3.4.4. Mercado Competidor.....	49
3.5. Análisis de la demanda.....	50
3.5.1. Comportamiento de la demanda.....	50
3.5.2. Proyección de la demanda.....	53
3.6. Análisis de la Oferta.....	55
3.6.1. Pronostico de la Oferta.....	57
3.6.2. Proyección de la demanda insatisfecha.....	58
3.7. Análisis de precios.....	59
3.7.1. Fijación de precios.....	60
3.8. Análisis de comercialización.....	60
3.8.1. Medios de comercialización y distribución del producto.....	62
3.9. Conclusiones del estudio de mercado.....	63
CAPITULO IV: INGENIERÍA DE PROYECTO.....	65
4.1. La ingeniería de proyecto.....	65
4.1.1. Datos recopilados para el proyecto.....	65
4.1.2. Determinación de la tecnología.....	66
4.1.3. Descripción del proceso productivo.....	69
4.1.3.5. Trasplante de las plántulas al sistema hidropónico NFT.....	74
4.1.4. Flujograma de procesos de producción.....	75
4.2. Materiales y equipos.....	77
4.3. Requerimiento de energía.....	78
4.4. Característicos de la planta de producción.....	79

4.4.1. Distribución de la planta.....	84
4.4.2. Capacidad instalada de la planta.....	85
4.4.5. Instalaciones complementarias.....	88
4.4.6. Control de plagas en la producción hidropónica NFT.....	89
CAPÍTULO V: ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL Y MANTENIMIENTO...	92
5.1. Organización.....	92
5.2. Entorno Social.....	92
5.3. Estructura organizacional.....	93
5.5. Estructura de capacitación.....	96
5.6. Cronograma de actividades.....	96
5.7. Costos de ejecución del proyecto.....	97
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS FINANCIERO.....	98
6.1. Financiamiento e inversión.....	98
6.1.1. Inversión.....	98
Inversión inicial.....	98
Inversión fija.....	99
Inversión directa.....	100
Capital de trabajo.....	101
Estructura de inversión.....	101
6.1.2. Financiamiento.....	102
6.2. Costos e ingresos del proyecto.....	104
6.2.1. Costos de Producción.....	104
Costos fijos.....	104
Costo Variables.....	105
Costos No Operativos.....	106
Amortización de activos fijos.....	108
6.2.2. Costo financiero del proyecto.....	108
Amortización contante.....	109

Amortización variable.....	109
Costo financiero.....	109
6.2.3. Ingresos del proyecto.	110
6.3. Flujo de operaciones del proyecto.....	111
6.3.1. Flujo de fondos del proyecto puro.	111
6.3.2. Flujo de fondos financieros.	112
CAPITULO VII: EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO.....	114
7.1. Criterios de evaluación.	114
7.1.1. Valor Actual Neto (VAN).	114
7.1.2. Tasa Interna de Retorno.....	115
7.1.3. Evaluación beneficio – costo (B/C).	116
7.1.4. Periodo de recuperación de la inversión. (PRI)	117
7.1.5. Análisis de sensibilidad.	118
CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	121
8.1. Conclusiones.	121
8.2. Recomendaciones.	123
CAPITULO XI: BIBLIOGRAFÍA.....	125
Bibliografía.....	125
CAPITULO X: ANEXOS.....	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cultivos agropecuarios por rubro.....	11
Tabla 2: Mapa de involucrados en el municipio.....	13
Tabla 3: Concentración de solución nutritiva de hortalizas	28
Tabla 4: Clasificación de nutrientes de las plantas	29
Tabla 5: Valor nutricional en 100 g de hoja de lechuga (promedio).	37
Tabla 6: Minerales presentes en 100 g de hoja de lechuga (promedio).	38
Tabla 7: Taxonomía de la planta de lechuga.	40
Tabla 8: Crecimiento Poblacional de la Ciudad de el Alto.....	52

Tabla 9: Demanda interna de alimentos de la ciudad de El Alto	53
Tabla 10: Población estimada de la ciudad del El Alto	53
Tabla 11: Demanda de lechuga y hortalizas en la Ciudad de El Alto	54
Tabla 12: producción de productos de Primera necesidad de Sapahaqui.	56
Tabla 13: Oferta de lechugas y hortalizas en el municipio de Sapahaqui.....	56
Tabla 14: pronostico de Oferta de lechugas y hortalizas en el municipio de Sapahaqui.	58
Tabla 15: Proyección futura de la demanda insatisfecha	58
Tabla 16: Costo unitario de la lechuga.....	59
Tabla 17: Rangos óptimos para nutrientes de lechuga.....	72
Tabla 18: Costos de ejecución del proyecto	97
Tabla 19: Inversión de Activos fijos.....	99
Tabla 20: Inversión de activos diferidos.	101
Tabla 21: Capital de trabajo.	101
Tabla 22: estructura de inversión del proyecto.....	102
Tabla 23: Tasas de interés de financiamiento de la Banca.....	103
Tabla 24: Costos Fijos en el proyecto.....	104
Tabla 25: Costos Variables en el proyecto.....	106
Tabla 26 Resumen de los costos fijos y variables	106
Tabla 27: Depreciación del sistema hidropónico NFT	107
Tabla 28: Depreciación de equipos y materiales de medición.	107
Tabla 29: depreciación de activos fijos.....	107
Tabla 30: Amortización de activos diferidos.	108
Tabla 31: Financiamiento propio y bancario.....	108
Tabla 32: Amortización constante del préstamo.	109
Tabla 33: Amortización Variable de préstamo.....	109
Tabla 34: mejor Costo financiero para el proyecto.	110
Tabla 35: Precio de la lechuga hidropónica.	110
Tabla 36: Ingresos por venta de lechugas hidropónicas.	111
Tabla 37: Flujo de fondos de Proyecto puro.	112

Tabla 38: Flujo de fondos de proyecto financiado.	112
Tabla 39: Análisis del Valor Actual Neto	115
Tabla 40: Análisis de la tasa interna de retorno.....	116
Tabla 41: Análisis de Beneficio Costo.....	116
Tabla 42: Periodo de recuperación proyecto puro	117
Tabla 43: Periodo de recuperación de proyecto financiado	118
Tabla 44: Análisis de sensibilidad en precio de venta.	118
Tabla 45: Cantidades de preparación de solución nutritiva concentrada.....	128
Tabla 46: Activos fijos del sistema hidroponía NFT	133
Tabla 47: Costo total de instrumentos de medición.....	134
Tabla 48: Total de inversión de activos fijos	134
Tabla 49: Total de inversión de activos diferidos.....	134
Tabla 50: Total capital de trabajo	135
Tabla 51: resumen de Total inversión de activos fijos	135
Tabla 52: Resumen de total inversión de activos diferidos.....	135
Tabla 53: Resumen de Total de Capital de trabajo.....	136
Tabla 54: Resumen de total inversión para proyecto el proyecto.....	136
Tabla 55: Total de depreciación de activos	137
Tabla 56: Total Amortización de activos diferidos	138
Tabla 57: Resumen de datos de Depreciación y Amortización.....	138

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Conflicto entre comunidades de sapahaqui, por los recursos hídricos	6
Ilustración 2: Ubicación de la provincia Loayza - La paz	9
Ilustración 3: Ubicación del municipio de Sapahaqui.....	9
Ilustración 4: Sequia por falta de lluvias en cultivos de Papa en puerto costa.....	16
Ilustración 5: Sistema Hidropónico NFT (técnica de película de nutrientes)	23
Ilustración 6: Funcionamiento de sistema hidropónico de NFT	24
Ilustración 7: Nutrientes elementales de las plantas.....	28

Ilustración 8: Variedad de lechuga crespa a comercializar	47
Ilustración 9: Población de los 10 Principales municipios por habitantes.....	51
Ilustración 10: Pronostico de demanda de lechugas y Hortalizas en El Municipio de El Alto....	55
Ilustración 11: Distribución de la lechuga hidropónica en el municipio de Sapahaqui.....	62
Ilustración 12: Diagrama de proceso de producción de lechugas hidropónicas	76
Ilustración 13: Invernaderos de la asociación campesina flruticultoras.	80
Ilustración 14: Invernadero en el municipio de Sapahaqui, modelado en 3D.	81
Ilustración 15: Diseño de almacigueras para semillas de hortalizas en los invernaderos.....	82
Ilustración 16: Diseño del sistema hidropónico NTF, tipo triangular para producción de lechuga.	82
Ilustración 17: Entradas y salidas del sistema hidropónico para producción de hortalizas de lechuga.	83
Ilustración 18: Vista superior de sistema hidropónico en los invernaderos de Sapahaqui.	84
Ilustración 19: Distribución de planta de sistema hidropónico en el invernadero.	84
Ilustración 20: Estructura de organización productiva.....	93
Ilustración 21: Cronograma de actividades del proyecto	96
Ilustración 22: Muestras y cantidades de cantidades concentradas A,B y C.	127
Ilustración 23:Recipientes de almacenamiento de las soluciones concentradas	128
Ilustración 24: Procedimiento de preparación de sol. concertada A	130
Ilustración 25: procedimiento de preparación de Sol. nutritiva B.....	131
Ilustración 26: Procedimiento de preparación de Sol. nutritiva C	132
Ilustración 27: Directorio de la asociación (ASODEMFIOY)	151
Ilustración 28: Logo representativo de la asociacion	151
Ilustración 29: oficina principal de la asociación ASODEMFIOY.....	152
Ilustración 30: Área de reunión de la asociación en la comunidad de la selva Sapahaqui	152
Ilustración 31: Áreas afectadas por las sequias en sapahaqui.....	153
Ilustración 32: invernadero perteneciente a la asociación de mujeres yanapasiñani.....	153

RESUMEN

El objetivo del presente proyecto es diseñar y verificar la factibilidad de un sistema hidropónico NFT (Técnica de película de nutrientes) para producir lechugas en el municipio de Sapahaqui, este sistema tiene como finalidad mejorar la calidad de lechugas optimizando el consumo de agua.

Sapahaqui es un municipio del departamento de La Paz con recursos hídricos limitados en la actualidad, enfrenta desafíos significativos en la producción agrícola debido a la escasez de agua, la implementación de un sistema hidropónico NFT ofrece una solución innovadora y sostenible, permitiendo una producción constante de alta calidad de lechugas hidropónicas dentro de los 20 invernaderos, que son pertenecientes a la Asociación de Mujeres Fruticultoras Indígenas originario Yanapasiñani (ASODEMFIOY).

La metodología empleada en el proyecto es el cualitativo descriptivo, realizándose entrevistas con personas clave, revisión del material relacionado al tema de estudio, aprovechando el espacio de cultivo, con una capacidad de producción de 1024 lechugas por invernadero.

La preparación y monitoreo de la solución nutritiva se realizó con el control de los niveles óptimos de pH y C.E. de los nutrientes, el proyecto busca demostrar que la tecnología hidropónica NFT puede ser una solución efectiva y sostenible para enfrentar la escasez de agua en el municipio de Sapahaqui, esta iniciativa no solo aborda problemas locales, sino que también ofrece un modelo replicable para otras regiones con desafíos similares.

Se desarrolló la evaluación económica, donde se concluye que el proyecto es viable de acuerdo a los resultados obtenidos, donde existe una rentabilidad aceptable al implementarse el proyecto.

Summary

The objective of this project is to design and see the feasibility of a NFT (Nutrient Film Technique) hydroponic system to produce lettuce in the municipality of Sapahaqui. This system aims to improve the quality of lettuce by optimizing water consumption.

Sapahaqui is a municipality in the department of La Paz with limited water resources at present, facing significant challenges in agricultural production due to water scarcity, the implementation of a NFT hydroponic system offers an innovative and sustainable solution, allowing a constant production of high quality hydroponic lettuce within the 20 greenhouses, which belong to the Association of Indigenous Women Fruit Growers of Yanapasiñani origin (ASODEMFIOY).

The methodology used in the project is qualitative descriptive, conducting interviews with key people, reviewing the material related to the study topic, taking advantage of the cultivation space, with a production capacity of 1024 lettuces per greenhouse.

The preparation and monitoring of the nutrient solution was carried out with the control of the optimal pH and EC levels of the nutrients. The project seeks to demonstrate that NFT hydroponic technology can be an effective and sustainable solution to address water scarcity in the municipality of Sapahaqui. This initiative not only addresses local problems, but also offers a replicable model for other regions with similar challenges.

The economic evaluation was carried out, where it was concluded that the project is viable according to the results obtained, where there is an acceptable profitability when implementing the project.

DISEÑO DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO NFT (TÉCNICA DE PELÍCULA DE NUTRIENTES) PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHUGAS COMO UNA ALTERNATIVA DE ACCIÓN ANTE LA ESCASEZ DE AGUA EN EL MUNICIPIO DE SAPAHAQUI

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Los cambios climatológicos que atraviesa nuestro planeta generan efectos adversos en todas las regiones del mundo ocasionando fenómenos que no se sentían como las conocidas hoy en día, el aumento y disminución de las temperaturas ocasionan sequías prolongadas y cortos tiempos de lluvias en lugares claves de producción agrícola, las sequías prolongadas generan la escasez de agua donde es un problema creciente en muchas regiones del mundo afectando en gran medida a los productores campesinos y generando una incertidumbre en la seguridad alimentaria de las poblaciones y a sus consumidores finales, en nuestro caso de estudio en la locación del municipio de Sapahaqui de la provincia Loayza del La Paz.

El presente proyecto se centra en el diseño de un sistema hidropónico utilizando la Técnica de Película de Nutrientes (NFT) para la producción de lechugas en el municipio de Sapahaqui. Este proyecto surge como una respuesta innovadora y sostenible a los desafíos impuestos por la escasez de agua, un problema que afecta cada vez más a esta región. Este sistema tiene la ventaja de utilizar significativamente menos agua que los métodos tradicionales de cultivo, y reducir el espacio empleado para su cultivo lo que lo convierte en una opción atractiva para las locaciones con escasez de agua.

La hidroponía NFT es un método de cultivo en el que las plantas, en este caso lechugas, se cultivan en una fina capa de agua rica en nutrientes, Este sistema no requiere suelo y utiliza significativamente menos agua que los métodos tradicionales de cultivo, En nuestro diseño, las lechugas se cultivarán en canales de PVC inclinados donde fluirá una película

de solución nutritiva en la cual las raíces de las lechugas estarán en contacto directo con esta solución nutriente, permitiendo una absorción eficiente de agua y nutrientes.

Este sistema tiene el potencial de aumentar la producción de alimentos hortícolas en el municipio de Sapahaqui, al mismo tiempo que reduce el consumo de agua. Además, la hidroponía NFT permite un control preciso sobre las condiciones de crecimiento, lo que puede resultar en lechugas de alta calidad para los consumidores finales, con la implementación de un sistema hidropónico NFT para la producción de lechugas podría ser una estrategia efectiva para abordar la escasez de agua en Sapahaqui, promoviendo al mismo tiempo la seguridad alimentaria y la sostenibilidad.

1.1. Antecedentes del Proyecto

Hasta hace unos años el agua era un bien abundante sin embargo esto ha cambiado en los últimos años debido a la crisis climática donde el agua empieza a escasear en diferentes partes del mundo, la escasez del agua constituye uno de los principales desafíos del Siglo 21 debido a que nos enfrentamos a un proceso de pérdida de agua a nivel mundial y cambio del ciclo climatológico amenaza seriamente la vida del planeta.

Bolivia también enfrenta un proceso de disminución de sus fuentes de agua que según los expertos la deforestación y la minería son las principales amenazas que merman los recursos hídricos ante esta problemática, donde una de las cuestionantes que se debe afrontar es que políticas y estrategias se deben generar para implementar procesos de adaptación a este tipo de contingencias.

Uno de los lugares y puntos de producción más importantes del departamento de La Paz es el municipio de Sapahaqui de la provincia Loayza, el cual es un sector que fomenta la agricultura y ganadería en menor medida por lo que este abastece de frutas y hortalizas frescas, las cuales son comercializadas en su mayoría en las ciudades de La Paz y El Alto partes de Oruro y los lugares aledaños al municipio.

Actualmente en la comunidad en temporadas de ausencia de lluvias existe una problemática que presenta la escasez de agua para riego de la misma, racionalizando y distribuyéndola por periodos de tiempos cortos para el riego, de acuerdo a costumbres del lugar que en este caso es la Mita, la falta de agua para riego afecta en gran medida a los cultivos agrícolas de la región ocasionando conflictos entre comunarios por la distribución de agua para riego ya que estas son necesarias para los cultivos,

La asociación de mujeres fruticultoras indígenas originario Yanapasiñani (ASODEMFIOY) con su representante de la asociación la Presidenta Sra. Amalia Gorosteara A. busca soluciones de manejo alternativos con temáticas de ahorro de agua ya que no han podido definir estrategias de apoyo a la producción agropecuaria en cada una de sus comunidades generando una ausencia de alternativas a los problemas existentes de la región por el cambio climático.

El presente proyecto, propone elaborar un diseño de un sistema de ahorro de agua en cultivos de hortalizas, con el sistema hidropónico (Método de cultivos de plantas sin tierra) con el sistema NFT (Técnica de película de nutrientes), mediante la implementación del sistema se mejorara la producción reduciendo y ahorrando agua en el proceso, Al ser un método no tradicional, innovadora, auto sostenible en el tiempo y de manera amigable para el medio ambiente, en espacios limpios y reducidos con rendimientos altos.

1.2. Justificación

1.2.1. Justificación social

Hoy en día se observa que las nuevas formas tecnificadas de cultivos como los sistemas de producción hidropónica son técnicas que son utilizadas en situaciones donde el uso de agua es limitada y controlada, con un consumo mínimo para cultivos que requieran de ello, a comparación de los métodos tradicionales de siembra agrícola a riego que logra utilizar grandes cantidades de uso del agua, este método proporciona alto aprovechamiento del espacio y adaptarse a regiones limitadas de precipitación con escasez

de agua para riego, como también para suelos no aptos para la agricultura con su misma constitución.

Al diseñar un sistema de producción hidropónica brindara una alternativa sustentable y manejo conjunto de los agricultores que beneficiara a la población que realiza la actividad agrícola que en nuestro caso son la asociación de mujeres “yanapasiñani” que es coordinada por la CIOEC Bolivia (Coordinadora de Integración de Organizaciones Económicas Campesinas).

1.2.2. Justificación medio ambiental

El agua es un recurso de gran importancia para toda forma de vida en el planeta tierra, el hombre depende de ello y por ende para su subsistencia, sin olvidar que es un recurso escaso, se vuelve necesario su uso racional, por lo cual implementando métodos tecnológicos para reducir el uso del agua el cual en su mayor parte es usado en riego, por los que es crucial garantizar la sostenibilidad de los recursos acuíferos para su consumo y utilización de la misma dentro del municipio de sapahaqui, el aprovechamiento de nuevas formas de ahorro del agua será muy importante para la preservación del medio de habitad que de la región.

1.2.3. Justificación económica

Este proyecto tendrá beneficios en cuanto se empiece con la comercialización de la hortaliza hidropónica en el municipio, por eso es también importante mostrar alternativas nuevas que resuelvan la problemática de la escasez de aguas mejorando con nuevas formas innovadoras de cultivo.

Como un sistema de producción alternativo en la región del municipio de Sapahaqui el cual brinde soluciones prácticas ante la problemática de escasez de agua y genere beneficios económicos con una nueva alternativa sustentables y educativas a la asociación de mujeres “Yanapasiñani”.

1.2.4. Justificación Académica

La UMSA (Universidad Mayor de San Andrés) y la carrera de ingeniería industrial tienen un compromiso de apoyo a la sociedad el cual, al desarrollar nuevas formas de desarrollo sostenible en las diferentes áreas, cumple la función de brindar estrategias, herramientas, alternativas soluciones a diversos problemas basados en métodos y técnicas demostradas con todo el rigor científico de la misma,

Con lo mencionado, el presente proyecto tendrá la misión de mejorar de una forma innovadora nuevas alternativas científicas con el diseño del sistema hidropónico que beneficiará la producción de hortalizas con un aumento progresivo como es la lechuga, generará un mayor compromiso educacional con el sistema innovador para la asociación con el fin de obtener conocimiento enriquecedor dentro de la organización.

1.3. Planteamiento del problema

La escasez de agua es un problema que afecta a muchas regiones en todo el mundo, y el municipio de Sapahaqui no es una excepción, La problemática de escasez de agua en el municipio es crítica como en los municipios que los colindan, el cual va en aumento por cada año que pasa a consecuencia del efecto del cambio climático que atraviesa el planeta y este se presenta en periodos donde los cultivos de hortalizas requieren de un suministro de agua de forma constante, para que estos se desarrollen de acuerdo a las especificaciones de un cultivo adecuado para su comercialización y consumo, con el bajo nivel de agua para riego ocasiona un bajo nivel de producción hortícola como plantas frutales a efecto se presenta la disminución del tamaño de las hortalizas como es el caso de estudio de producción que es la lechuga generando consecuencias no previstas y una desventaja competitiva con otras regiones que tiene acceso a fuentes de riego según entrevista con la asociación de mujeres fruticultoras “Yanapasiñani”, los productores agrícolas de este municipio enfrentan desafíos significativos en términos de acceso a agua potable y agua para riego adecuado.

El problema se agrava debido a una serie de factores internos en el municipio, entre ellos, la falta de infraestructura adecuada para la captación y almacenamiento de agua proveniente del río Sapahaqui y los vertientes naturales, la contaminación de las fuentes de agua, que ha llevado a una disminución en las precipitaciones en los últimos años, Para el riego de las hortalizas el agua es captada del río próxima a las comunidades, el caudal del río disminuye cada año en su intensidad al momento de la siembra y sumado a que se restringe su utilización por los pobladores del municipios dedicados a esta actividad dando periodos de tiempos cortos para el riego el cual genera conflictos y peleas cada vez más frecuentes entre los agricultores, Esta situación tiene un impacto directo en la calidad de vida de los habitantes del municipio, afectando su capacidad para cultivar alimentos y mantener sus medios de vida. Además, la escasez de agua puede exacerbar las tensiones sociales y contribuir a la inestabilidad en la región.

En sapahaqui existe una tensa disputa por **los recursos hídricos** del lugar, entre dos comunidades donde la comunidad de Chivisivi agredió a la comunidad de La Selva, ocasionando la perdida de árboles frutales por la quema por parte de los comunarios de chimisivi, el acceso al agua para riego empeora por cada año que pasa. (Ledezma, 2021).

Ilustración 1: Conflicto entre comunidades de sapahaqui, por los recursos hídricos



FUENTE: Sitio web: <https://anabolivia.org/sapahaqui-tension-e-incertidumbre-luego-de-enfrentamiento-entre-comunarios/>:

Por lo tanto, es crucial desarrollar soluciones efectivas y sostenibles para abordar la escasez de agua en el municipio de Sapahaqui, una nueva alternativa ante la escasez de agua para riego es incorporar un nuevo método con un sistema tecnológico ecológico para la producción hortícola, el cual reduzca y minimice el uso de agua para riego, pero que cuente con las mismas y mejores características de productos hortícolas que los cultivos tradicionales.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Mejorar la producción de hortaliza de lechuga, mediante la aplicación de un sistema hidropónico NFT como alternativa de acción a la escasez de agua en el Municipio de Sapahaqui, provincia Loayza.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar la situación actual en el municipio de sapahaqui de la producción de hortalizas (Lechugas).
- Realizar el diseño de un sistema de producción de lechugas de acuerdo al sistema de producción hidropónico NFT.
- Determinar los costos de producción que se requerirán en el proceso de cultivo hidropónico.
- Determinar la evaluación económica del sistema hidropónico NFT del proyecto.

1.5. Alcances y limitaciones

- Los límites del presente proyecto serán dentro del municipio de Sapahaqui a través conjunta de la asociación de mujeres fruticultoras “Yanapasiñani” donde se analizará los factores que conlleva la producción de lechuga.

- En los capítulos posteriores se evaluarán temas como el tamaño del proyecto, la producción que se realiza en el municipio, manejo técnico de equipos y herramienta y los principales actores para su manejo y funcionamiento.
- Al realizar un análisis en la evaluación financiera se pretende que los ingresos sean mayores que el método anterior tradicional que se utilizaba, donde el retorno de la inversión inicial sea satisfactorio.
- Se tendrá un gran énfasis con el tema medioambiental en la región, revisando aspectos actuales ambientales en el municipio y los fenómenos naturales presentes.

1.6. Localización y ámbito geográfico

El municipio de Sapahaqui es una localidad de Bolivia, la cual se sitúa a una altitud aproximada de 3.134 msnm (Metros sobre el nivel del mar). Ubicada al norte de la provincia Loayza del departamento de La Paz, esta se encuentra a 77 kilómetros de la ciudad de La Paz, ingresando por la carretera La paz - Oruro, los límites colindantes del municipio son al Este (provincia Loayza – municipio Cairoma (Canton Keraya) y municipio de Luribay), Oeste (provincia Aroma (Municipio Calamarca y Ayo Ayo), Norte (provincia murillo (municipio de Mecapaca)), Sur (provincia Aroma (municipio Sica Sica) y municipio de Luribay (Canton Anchallani)). las diferentes rutas que son conocidas son entre las más concurridas: Ventilla - Cachira, Ayo Ayo - Macamaca, Patacamaya-Muruhuta.

La provincia Loayza consta de 5 municipios como se detalla en la siguiente ilustración:

DISEÑO DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO NFT (TÉCNICA DE PELÍCULA DE NUTRIENTES) PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHUGAS COMO UNA ALTERNATIVA DE ACCIÓN ANTE LA ESCASEZ DE AGUA EN EL MUNICIPIO DE SAPAHAQUI.

Ilustración 2: Ubicación de la provincia Loayza - La paz



FUENTE: <https://www.educa.com.bo/geografia/provincia-loayza-mapa>

Ilustración 3: Ubicación del municipio de Sapahaqui.



FUENTE: *Mapa estadístico de municipio según Google Maps.*

Las región se caracteriza por presentar en su mayoría montañas y serranías de origen estructural formadas por fenómenos naturales glaciales, se observa con mayor frecuencia riscos formados por glaciales, lenguas de ventisqueros, lagos glaciales poco profundos y ríos caudalosos de mayor y menor flujo de acuerdo a la temporada de precipitación pluvial, cuentan con valles profundos y encajados con montículos aluviales por la erosión por lluvias, según Pronaldes (1996), se caracteriza por ser una región árida, sub húmedo seca, con un paisaje accidentado presentando un alto índice de degradación de suelos y corteza vegetal.

la cuenca del rio de Sapahaqui. es uno de los más importantes que engloba en su curso a la mayoría de los orígenes del cantón Sapahaqui y Caracato, este rio tiene su nacimiento por encima de la comunidad de Jacha Pamapa y como afluentes las siguientes subcuencas: huancollo, Laca laca, Huacullomaya, hurmiri panari y Tapa tapani con una extensión aproximada de 24.000 ha.

Climáticamente la zona se encuentra dentro la clasificación semiárida, tercer meso termal con débil o ningún excedente de agua, normal al tercer meso termal con índice hídrico de -40 a -20; y una ET anual de 855 a 997mm. (CIASER-GEOBOL, 1985). La temperatura en este Valle Interandino varía entre 15,9 °C a 19,9 °C, con una máxima de 30 °C en diciembre y mínima de 3,7 °C en invierno. Bajo una precipitación anual de 387,8 mm. irregular a lo largo del año, observado al mes de enero como más lluviosa (102,6 mm. promedio) y como la más seca a julio con 2,29 mm. de precipitación. (Sapahaqui, 2000)

La temperatura promedio en el municipio varía entre 15 a 24 grados centígrados, es la temperatura regular a largo año. No obstante, de tener épocas marcadas de lluvia y sequía, los cambios de tiempo son más suaves en el Valle de Sapahaqui, Caracato y Macamaca debido a la influencia de las montañas que actúan como barras protectoras. Estas se mantienen en los valles y cañadones con masas de aire con temperaturas relativamente estables, minimizando el efecto de los vientos fríos, sobre todo en la época de invierno.

1.7. Sector económico

La agricultura en el municipio de Sapahaqui es muy variada con una amplia diversidad frutal y vegetal, donde los cultivos realizados son de forma constante y de forma anual, por la constitución fisiografía presente en la región que son cabecera de valles y valles dan un perfecto ecosistema para la agricultura, entre los cultivos principales de la región tenemos:

Tabla 1: Cultivos agropecuarios por rubro

CULTIVOS AGRUPADOS POR RUBRO, SEGÚN VALOR				
RUBRO	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFIE %	VOLUMEN (Tm)	VOLUMEN %
TOTAL MUNICIPIO	2.543,8	100 %	9.997,9	100 %
Frutas y nueces	1.321,3	51,9 %	2.882,3	28,8 %
Hortalizas	519,3	20,4 %	4.738,9	47,4 %
Tubérculos y raíces	262,5	10,3 %	1.324,0	13,2 %
Forrajes	240,5	9,5 %	503,9	5,0 %
Otros	200,2	7,9 %	548,8	5,5 %

FUENTE: Elaboración con base en datos recopilados de censo nacional agropecuario CNA, sedalp

En el cuadro superior se observa que el cultivo de hortalizas tiene un volumen de 47.4 % en volumen superior a las demás como referencia para el proyecto.

Los cultivos que se realizan en el municipio son: Tubérculos (Papa, Oca, Papa lisa), Leguminosas (Haba, Alverja), Cereales (Maíz, Cebada, Alfalfa), Hortalizas (Acelga, lechuga, Apio, Betarraga, Tomate, Repollo, Pimentón y Ají) como actividad principal de mayor cultivo en superficie y consumo de agua para riego, Frutales (Durazno, pera, Damasco, Ciruelo, Manzana, Recillo, higo y Tuna) como actividad principal de los valles de la región.

De tal manera en el municipio se realiza la producción pecuaria las cuales no son extensivas más a lo contrario estos se los realiza de forma complementaria, se da mayor énfasis a los cultivos en tierra o suelo en los valles y cabeceras de valles, entre la ganadería

se pueden mencionar a los ganados ovinos, vacunos, porcinos, crianza de aves de corral y conejos domésticos, Apicultura.

Como subproductos generados por el ganado vacuno se obtienen también la leche de las vacas, huevos de gallinas, Carne de ganado, Fertilizantes para la mezcla con la tierra para los cultivos, producción de miel en mínima escala realizada por unas cuantas familias.

Por la característica de la región se aprovecha el uso de los recursos naturales como la elaboración de canastas de tallos la cual se producen en cantidades muy reducidas, Camas y Aguayos obtenidos de la lana del ganado ovino, estos productos son de uso propio las cuales están elaboradas de forma artesanal las cuales no son comercializadas por su producción muy mínimas, estas actividades por lo general se las realiza en la cabecera de los valles del municipio así mismo en la actualidad existe un fomento por la transformación de frutos de durazno en productos de hojuelas secas para su comercialización en menor cantidad.

1.8. Universo de estudio

En el actual proyecto los directos beneficiados son las agricultoras de las diferentes comunidades del municipio de Sapahaqui que conforman parte de la asociación de mujeres fruticultoras indígenas originario Yanapasiñani, que según datos establecidos menciona que el 81.79 % y con un aproximado de 10.571 personas se dedican de forma directa a la agricultura a través de datos de la unidad productiva agropecuaria (UPA) según el instituto nacional de estadística (INE).

El municipio de sapahaqui en la actualidad es considerada el mayor productor de Peras y Tunas en el país, la superficie que se emplea para el cultivo es de 411.5 y 250.3 (ha) según el Censo Agropecuario 2013 según datos establecidos por la INE, se tendrá mayor énfasis en las productoras de hortalizas dentro de la asociación para el tema seleccionado en el proyecto.

1.9. Instituciones relacionadas

En la siguiente tabla se hace referencia a la participación de involucrados dentro del proyecto para el municipio.

Tabla 2: Mapa de involucrados en el municipio.

ENTIDAD O GRUPO SOCIAL	ALTO GRADO INVOLUCRAMIENTO	INVOLUCRAMIENTO INDIFERENTE	OPOSITORES
Universidad Umsa facultad de ingeniería ingeniería industrial	Preparación y evaluación del proyecto sustentable de acuerdo de los requerimientos de la región como medio de participación y aprovechamiento de los recursos tecnológicos estratégicos que se tienen.	El proyecto a realizar será en directa relación académica de aporte a la región establecida con el fin de generar nuevas formas sustentables de desarrollo tecnológico económico, amigable con el medio ambiente.	No se presentaron ninguna forma de oposición en el ámbito académico.
Cioec (Bolivia) Coordinadora de Integración de Organizaciones Económicas Campesinas	Como institución de cambio brindara todo el apoyo en relación desarrollo socio-económico sostenible del país y de los pequeños productores afiliados mediante el modelo de Economía Solidaria con autogestión y soberanía alimentaria.	Trabaja para intercambiar experiencias, reflexionar y hacer visibles sus propuestas para el desarrollo y la consolidación de las organizaciones económicas campesinas	No se presentaron ninguna forma de oposición
Asociación de mujeres fruticultoras Yanapasiñani agricultores	La predisposición y toda la colaboración posible de parte de la Asociación de mujeres Yanapasiñani con el fin de intercambiar conocimiento para mejorar condiciones de desarrollo sostenible.	La organización es un proyecto de emprendimiento de mujeres con los objetivos de cambio y mejoramiento con principios de ayuda mutua.	No se presentaron ninguna forma de oposición.

FUENTE: Elaboración con base en datos recopilados en el municipio de sapahaqui

Los involucramientos de las instituciones forman parte del desarrollo del proyecto con las características de cada uno de ellos se relacionarán para las agricultoras de la asociación de mujeres fruticulturas “Yanapasiñani “del municipio de sapahaqui, no existe participación de la alcaldía ni la gobernación por conceptos y puntos en desacuerdo por ambas partes, el análisis se desarrollará con fuentes involucradas de instituciones y entrevistas clave a personalidades dentro la asociación.



CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Los recursos acuíferos en nuestro planeta

En nuestra actualidad el cambio climático afecta en gran medida a regiones urbanas antes jamás pensadas como son las ciudades generando desabastecimiento de agua potable para consumo, en las regiones rurales la realidad es aun peor donde la escasez de agua para consumo y riego están seriamente afectadas.

El impacto del cambio climático sobre nuestros recursos hídricos será significativo, y algunos de estos efectos ya se están haciendo presentes. Casi todos los países de la región de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE), y más allá, se verán afectados negativamente por las consecuencias de largo alcance del aumento de las inundaciones y las sequías, la escasez de agua, el empeoramiento de la erosión y la sedimentación, la reducción de los glaciares y la capa de nieve, la subida del nivel del mar y la degradación de la calidad del agua y los ecosistemas. Además, el impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos tendrá un efecto en cascada sobre la salud humana y diversos sectores de la economía y la sociedad, como la agricultura, la energía y la hidroelectricidad, la navegación, la salud, el turismo y el medio ambiente. Todos estos sectores dependen directamente del agua (Kasa, 2018).

Según investigaciones de científicos en Latinoamérica sufrirá una crisis de la desaparición de glaciares y escasas de agua de forma irreversible dando a entender que se deben tomar medidas urgentes en las regiones de Bolivia, Chile, Ecuador, Perú como ejemplo.

2.2. Los actuales fenómenos de escases de agua en Bolivia

En Bolivia de acuerdo a los datos evaluados por profesionales muestran que es uno de los países que más ha sufrido este efecto del cambio climático ocasionando la falta de agua tanto para consumo y para riego ya habiéndose como precedente en el año 2016 en la ciudad de La Paz donde se sufrió una crisis de agua por la disminución de las represas

obligando al racionamiento y políticas de uso considerándose un fenómeno que se sentirá con mayor efecto en los años que vienen.

Según datos tras la falta de lluvias se obligará a suspender el suministro de agua de las cuales serán afectadas 290 municipios de los 340 de todo el país de Bolivia, son consideradas como estado de emergencia por la escasez de agua para consumo, riego y ganadería más que nada en regiones del altiplano y valles andinos, la sequía se puede apreciar con mayor frecuencia en la región andina según expertos a causa del cambio climático que sufre el planeta por lo cual el racionamiento es necesario en varias ciudades del país

Entre las más afectadas sobre la escasez de agua se puede citar a la ciudad de Potosí que dista a 410 Km. de la ciudad de La Paz, camiones cisternas distribuyen agua a los diferentes Barrios afectados por el nivel bajo de las represas debido a la falta de lluvias (press, 2023).

Las regiones más afectadas por la sequía son las áreas rurales donde los sembradíos agrícolas mueren por la falta de agua de lluvia afectando a productos como la papa, Oca, cebada, Alverja etc. Como también el descenso de las aguas del lago más alto del mundo el Titicaca considerándose el más alto de América del sur, lo que afecta a miles de comunarios Aymaras y quechuas que viven de la agricultura, ganadería y pesca en Peru y Bolivia.

Ilustración 4: Sequia por falta de lluvias en cultivos de Papa en puerto costa



FUENTE: Imágenes obtenidas en base a fotografía de la región

Este fenómeno climatológico también afecta a las regiones como ser Sapahaqui, Luribay, Yungas, Coroico etc. Ya que no son visibilizadas la preocupación de la escasez de agua tanto para cultivo y para consumo se ven amenazadas por falta de coordinación y desinformación de las autoridades de lugar según entrevista con los pobladores de la región.

2.2. La utilización de agua de riego en Bolivia

Si bien en Bolivia la agricultura tiene un valor significativo para garantizar la seguridad alimentaria para todas las regiones, los efectos del cambio climático como la falta de lluvias generan sequías y escasez que repercuten en gran medida ocasionando falta de productos para el abastecimiento de los mercados.

El crecimiento de la densidad poblacional y el incremento de las áreas urbanas hacen que exista una demanda en la dotación de agua potable, se puede mencionar también que el agotamiento de las fuentes naturales de aguas que son ríos y lagos están ocasionadas por el fenómeno del calentamiento global y la contaminación de las industrias.

Se tiene previsto la ejecución de proyectos de agua potable como construcción, mejoramiento y ampliación, proyectos de riego como represas menores en puntos clave a nivel nacional, captación, almacenamiento, perforación de pozos, como también proyectos destinados para riego de bofedales, cosecha de agua con sistemas de recolecta de aguas de lluvia, abrevaderos para animales según lo menciona los datos del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAA).

Las utilidades de agua para riego en cultivos de lechuga mediante métodos tradicionales son de 450 l/m² con una densidad promedio de 10 plantas/m² en regiones del altiplano boliviano según (Mario, 2018).

En la comunidad de chivisivi (Sapahaqui) de la provincia Loayza se están proyectando la construcción de sistemas de riegos a través de la recolección de agua de río sapahaqui con

el fin de suministrar a plantaciones de Papa, alverjas, las cuales son beneficiadas 62 familias.

2.3. La Hidroponía

La hidroponía es una técnica de cultivo sin suelo a través de circulación de agua con nutrientes donde sus orígenes se remontan hace miles de años, su mayor afluencia se dio a conocer a partir de los años treinta con la innovación de plantas cultivadas sin suelo a nivel comercial, donde se lo llamo sistemas (Hidropónico) derivada de las palabras griegas (Hydro – agua y phonos – labor, trabajo) con su denominativo de trabajo en agua, con este sistema de cultivo las raíces reciben los nutrientes adecuado para un crecimiento y desarrollo óptimo de la planta. (Rene, 2018)

Su mayor impulso de la técnica se lo realizó durante la segunda guerra mundial la cual al implementar con nuevos métodos de cultivo en ambientes hostiles se logró la producción de vegetales con diferentes variedades de hortalizas para el ejercito de los aliados dando así un impulso a nuevas formas de cultivo sin suelo.

La hidroponía gracias a su sistema tecnificado permite cultivar en medios de espacios reducidos así de esta manera se logra optimizar la cantidad de plantas a diferencia de un cultivo tradicional, como también los ciclos de tiempo de producción son más cortos y un punto a mencionar es el grado de ahorro de agua, donde se aprovecha en un 80 a 90 % de ahorro en el proceso de cultivo hidropónico a diferencia de un cultivo tradicional en tierra.

Los impactos ambientales de estos sistemas son reducidos ya que disminuyen la contaminación y desertificación de suelos y minimizando el consumo de agua que generalmente son en grandes cantidades en los métodos tradicionales, son perfectos al momento de ahorrar agua las cuales ayudan a sitios donde no existe lluvias ni medios de acceso de agua de riego.

2.3.1. La hidroponía como medio de ahorro de agua

El uso de agua en la agricultura en promedio representa un 70 % del agua dulce que es extraído en el mundo y aún más significativo a la evapotranspiración de los cultivos (uso consecutivo de agua) según informes del Banco Mundial dando así una alarma de concientización y métodos prácticos y sustentables de agua destinada a la agricultura.

El uso de agua en un sistema hidropónico es mínimo a comparación de un sistema de cultivo tradicional donde en promedio es utilizado un 5 a 8 % para la transpiración de la planta (perdida de vapor de agua desde las plantas – hojas hacia la atmosfera), es decir que en 1 kilogramo producido de trigo se requieren 1000 kilogramos de agua.

Por tanto la implantación de métodos tecnificados agrícolas supondrá un uso eficiente del agua en tiempos actuales, con los cambios presentes como son la falta de lluvias y las prolongadas sequias ocasionadas por la misma, la implementación de nuevas formas sustentables en el tiempo como lo es la hidroponía, beneficiara a varios sectores agrícolas con el ahorro de agua minimizando así la escasez del agua, la implementación de la hidropónica supone una medida de mitigación ante dicha problemática cada vez más frecuente.

Al realizar una comparación del ahorro de agua podemos suponer que una lechuga que pesa 500 gramos, donde la concentración de masa es de un 90% en promedio, para obtener una masa seca de 50 gramos es decir un 10% con un ciclo de vida de aproximados de 40 días, se requerirá unos 2,5000 gramos de agua que son unos 25 litros de agua, pero adicionalmente se considera la evaporación, percolación y flujo superficial triplicaría el consumo a 75 l / planta, pero al usar el método hidropónico el consumo de agua será mínimo de 25 l / planta, por su método de recirculación, reduciendo la evaporación y verificándose el ahorro de agua implementando la técnica. (Kasa, 2018).

2.3.2. Cultivos Hidropónicos

Sin duda la tierra al ser un elemento idóneo para toda forma de vida animal y vegetal las plantas encuentran un medio de suministro de nutrientes, minerales, humedad, sustancias orgánicas elementales que son absorbidas para un desarrollo óptimo, a lo contrario de los cultivos hidropónicos se pueden establecer la composición exacta que requiere de nutrientes una planta, asemejándose a los nutrientes que proporciona el suelo, a diferencia que estas son empleadas en medios acuosos donde se determina la alcalinidad de la solución nutritiva y acidez que son controladas mediante inspecciones periódicas.

En los sistemas de cultivos hidropónicos los nutrientes requeridos son suministrados por medios líquidos, las cuales son sustratos preparados de forma concentradas de acuerdo a requerimientos específicos de la planta, con la secuencia de trabajo a realizar desde la siembra de plantines con sustrato sólido o líquido y posterior trasplante en sustrato líquido, estos procedimientos se los realiza en almacigueras de germinación de semillas.

Los cultivos hidropónicos al ser realizados con la ausencia de suelo estos son sustituidos por sustratos inertes suministrándolos mediante riego a través de conductos cerrados o también con agua con nutrientes en métodos de plataformas flotantes.

Los sustratos o nutrientes a suministrar en todo el sistema hidropónico deben de ser preparados cuidadosamente de acuerdo a formulación que contengan elementalmente lo necesario en nutrientes que tiene un cultivo a suelo, donde estos deben de entregar a las raíces de las plantas con el menor gasto energético.

Al emplear el método de producción hidropónica la planta debe encontrar y asimilar las condiciones ambientales idénticas como en un medio natural, dando así el metabolismo adecuado para la absorción de nutrientes de parte de la planta, al tener las condiciones de crecimiento las raíces absorberán los nutrientes preparados a través de una fina capa de nutrientes donde alimentarán a las raíces la cual no tendrán la necesidad de crecimiento mayor.

2.3.3. Métodos de producción hidropónica

a) Sistema de producción NFT o Técnica de película nutriente

La técnica de película nutriente o NFT es uno de los más conocidos y utilizados dentro los métodos que existen, por su diseño de recirculación de nutrientes líquidos a través de tuberías de distribución hacia canales o tuberías de PVC, donde una película fina de la solución alimenta a las plantas para su crecimiento y finalmente son retornadas a un tanque colector toda la solución es impulsada por una electrobomba.

b) Sistema de producción de raíz Flotante

Esta técnica se caracteriza por que las raíces de las plantas (plantas de hojas) se encuentran sumergidas en la solución nutritiva preparada para esta, su forma general es de forma rectangular donde contendrá el líquido nutriente, para soportar y sostener las plantas se utiliza un material de poliuretano o plasto formo en forma de plancha laminar.

Para un correcto suministro de oxígeno para las plantas se suministra aire a la solución nutritiva inyectándolo a través de un motor compresor o de forma manual con un batidor en periodos de 2 veces diarias permitiendo una correcta distribución nutritiva y oxigenación de la solución adecuada.

c) Sistema de producción aeropónico

Esta técnica se caracteriza por su método de cultivo con las raíces suspendidas en el aire o de forma aérea en un ambiente cerrado o semicerrado donde la solución nutritiva es suministrada por goteo o aspersión, la misma por periodos de tiempo controlados. Con la aspersión se logra humedecer lo necesario para que los nutrientes logren absorber por la planta y a la vez airearlos.

Las plantas de hojas son extendidas hacia arriba como también hacia los laterales con sistemas de goteo por la parte superior, este método genera un ahorro de agua hasta un 95

% por su tipo de utilización, pero una de las grandes desventajas es su alto costo de operación y mantenimiento y su crecimiento no se da de forma uniforme.

d) Sistema de producción por sustrato

La técnica de cultivo de sustrato sólido se caracteriza por su alta retención de humedad, material distinto a suelo por su composición granulada permite fijar la planta dándole soporte en todo su crecimiento, se los puede encontrar en forma natural, mineral y orgánica.

Los materiales de sustratos que son más usados con mayor frecuencia son e Cortezas, Arenas, grabas y elementos orgánicos como la cubierta de arroz, cebada, como etc.

Este tipo de sistema de cultivo son usados para plantas de menor tamaño y son idóneos para semilleros para una primera etapa de trasplante.

2.4. Características del sistema hidropónico en la agricultura

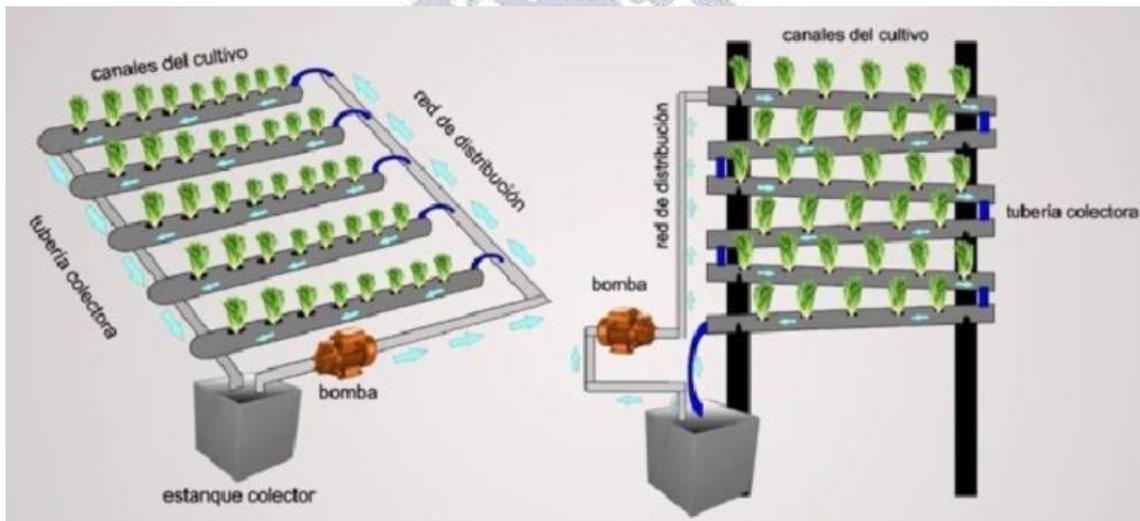
El sistema NFT, o Técnica de la Película Nutritiva, es un método utilizado en la producción agrícola generalmente de hortalizas de hojas. Este sistema consiste en hacer circular una fina película de solución nutritiva a lo largo de conductos que son generalmente de tubos de PVC donde estas alimentas a las raíces de las plantas, proporcionándoles los nutrientes necesarios para su desarrollo y crecimiento. A diferencia del cultivo tradicional en tierra, el sistema NFT permite cultivar las plantas en un entorno controlado, con las raíces apoyadas de forma fija y segura durante todo el proceso.

Este método ha generado mayor adopción por su eficacia en el uso del agua y los nutrientes, así como por su capacidad para maximizar la utilización del espacio, ya que se pueden adaptar a formas horizontales, verticales y triangulares o piramidales según será en caso para el presente proyecto.

Aplicando el sistema NFT, los productores hortícolas pueden optimizar el crecimiento y el rendimiento de sus cultivos, minimizando al mismo tiempo el despilfarro de recursos,

Este método no sólo maximiza la absorción de nutrientes y el crecimiento de las plantas, sino que también minimiza el consumo de agua. El sistema NFT ha demostrado ser muy eficaz en la producción hortícola, proporcionando una solución sostenible y eficaz para el cultivo de diversas plantas hortícolas como se muestra en la siguiente imagen.

Ilustración 5: Sistema Hidropónico NFT (técnica de película de nutrientes)



FUENTE: Elaboración en base al sitio web: <https://es.pinterest.com/pin/93942342205088728/>

El funcionamiento del sistema brinda ventajas en comparación a otros sistemas hidropónicos en relación a la alta calidad de los productos de hortalizas, el tiempo de cultivo es reducido con periodos de 30 40 días con un rendimiento alto en ambientes controlados que son generalmente en invernaderos, la recirculación constante de agua con minerales esenciales permite un desarrollo y crecimiento sin ser sometidos a estrés, obteniendo el potencial requerido en todo el proceso de cultivo.

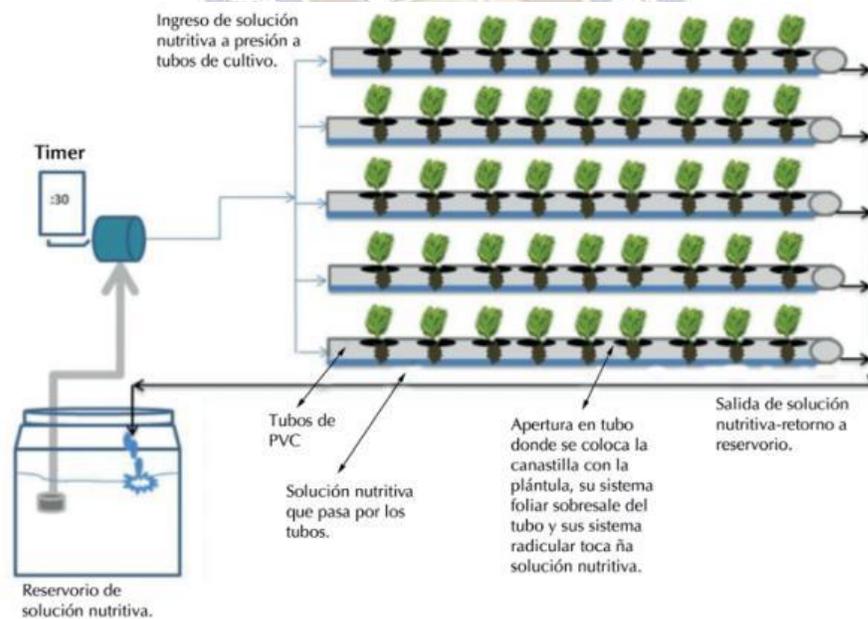
Al ser un sistema de producción de alta capacidad la desventaja es la de una inversión inicial mayor donde los costos son elevados, sin embargo, es posible utilizar materiales de menor costo que cumplen con las mismas funciones.

2.4.1. Funcionamiento del sistema NFT

El sistema NFT, desarrollado y utilizado en principio en los países europeos al ser elaborados de forma costosa no podían ser implementados en otros países ya que los insumos y materias primas representaban un valor alto al elaborarlos, con el tiempo se innovaron nuevos métodos al implementarlos con equipos de menor costo y materiales de menor precio, ya sea con materiales de plásticos diferentes como (Poliuretano, Polietileno, PVC), estructuras de madera, tuberías y bombas sumergibles o externas de agua de bajo costo.

La bomba al impulsar los nutrientes minerales que requiere la planta a través de los conductos las raíces sumergidas reciben todo lo necesario para un desarrollo óptimo en tiempo conto al método tradicional en suelo.

Ilustración 6: Funcionamiento de sistema hidropónico de NFT



FUENTE: Elaboración con base a catálogo de TEC (tecnológico de costa rica); 2014

La bomba impulsa a presión la solución nutritiva por los canales de cultivo de PVC, al tener una inclinación de 2 grados la circulación debe ser de forma constante donde la

planta se desarrollará al aire libre y las raíces estarán en contacto con la solución como se muestra en el esquema superior.

El flujo de minerales nutritivos se debe de realizar en ambientes cerrados con ausencia de luz para evitar el crecimiento de bacterias y algas que afectarían al cultivo de las hortalizas, la película nutriente debe proporcionar la oxigenación requerida controlando el ingreso de la solución adecuada a las tuberías.

2.4.2. Componentes del sistema NFT

Los componentes de un sistema NFT se caracterizan por los elementos básicos de:

- **El tanque colector** se encarga de almacenar la solución nutritiva y sus dimensiones varían de acuerdo al tipo de cultivo y cantidad a producir.
- **Los canales de cultivo** son tubos de PVC con forma cilíndrica que sostienen a las plantas, están permitiendo que la solución nutritiva fluya y proporcione la nutrición a las raíces de la planta.
- **La bomba** se encarga de impulsar la solución nutritiva a partir del estanque colector hasta la apertura de los canales de cultivo (tubos de PVC), la bomba debe instalarse cerca del tanque colector de forma fija para evitar vibraciones y movimientos.
- **La red de repartición** es por donde fluye la solución nutritiva es una red de mangueras de PVC que conectan a los canales de cultivo desde la bomba impulsora.
- **La tubería colectora** se encarga de que la solución nutritiva retorne al tanque colector, esta se ubica a un nivel inferior de los canales para que esta descienda por gravedad en dirección al tanque colector.

2.4.3. Requerimientos de sistema NFT

Se deben tener en cuenta las siguientes especificaciones necesarias para un manejo técnico adecuado.

- Los canales de cultivo deben de tener una pendiente de inclinación de 2% para que esta pueda fluir la solución nutritiva y retorne a al tanque colector.
- El sistema puede ser instalado en ambientes cerrados (invernaderos) o abiertos al aire libre, lo más recomendable para un mayor aprovechamiento de tiempos de ciclos de cultivo de la hortaliza es que sea en invernaderos ya que representan un mayor beneficio del control de procesos.
- El flujo aproximado de estrega varía según el tipo de cultivo a plantarse con el sistema, un promedio adecuado de suministro de la solución nutritiva es de 2 litros/min por cada tubería de cultivo, Ya que permite que exista una adecuada distribución de oxígeno, nutrientes y agua.
- la oxigenación de la solución nutritiva debe realizarse en el tanque colector, con la caída del nutriente de retorno genera una turbulencia que ayuda a oxigenar e enriquecer la solución, es importante que la desembocadura de retorno de la solución al nivel del tanque tenga una altura mayor dentro del tanque colector.
- El temporizador es un elemento que permite automatizar los riegos programados durante el día, se encargan del controlar el encendido y apagado de la bomba en los periodos de tiempo programado, existen temporizadores digitales como análogos las cuales se programan de acuerdo al tipo de cultivo requerido.

2.5. Características de los nutrientes de las plantas

2.5.1. Nutrientes esenciales de las plantas

Si bien el cultivo tradicional en suelo provee de los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo de una planta, en un sistema NFT requiere de la adición de elementos fundamentales como un manejo adecuado y una formulación para preparar la solución nutritiva que se va a agregar a la planta dentro el sistema NFT, por lo tanto, es importante tener presente factores de preparación durante todo el periodo de cultivo de la planta.

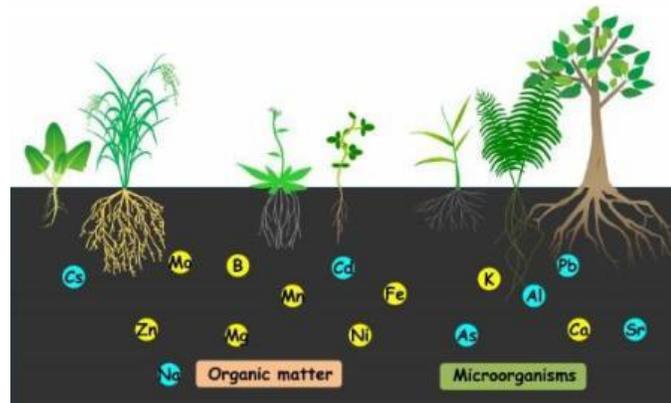
La adecuada preparación de la solución nutritiva brinda todos los elementos necesarios que la planta necesita durante todo su crecimiento tanto para sus raíces, tallos, hojas, flores, frutos etc.

2.5.2. Elementos principales de las soluciones nutritivas

Al ser una preparación de suministro a la planta la solución nutritiva tiene todos los elementos requeridos para un correcto desarrollo durante todo el proceso de cultivo en un tiempo esperado.

Si bien la planta absorbe los elementos principales como son el Carbono, Nitrógeno y Oxígeno provenientes tanto del agua como del aire, también son extraídos del suelo minerales nutritivos que las plantas aprovechan para su metabolismo.

Ilustración 7: Nutrientes elementales de las plantas



FUENTE: Elaboración con base en página WEB: <https://growhomegarden.blogspot.com/>

Para el desarrollo adecuado de la planta es necesario de elementos minerales en pequeñas porciones partiendo de la base de los elementos tradicionales como son el Nitrógeno, Fosforo, Calcio, Magnesio, azufre, Hierro; donde en el campo de la ciencia y tecnología son denominadas como micro elementos o micronutrientes.

Las soluciones preparadas deben contar con las siguientes composiciones pequeñas como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 3: Concentración de solución nutritiva de hortalizas

ELEMENTO	SIMBOLOGIA	CANTIDAD REQUERIDA (PPM)	FORMA DE ABSORCION
Nitrógeno	N	240	NH_{4+}, NO_{3-}
Fosforo	P	40	H_2PO_4-, HPO_4^{2-}
Potasio	K	240	K_+
Calcio	Ca	180	Ca_{2+}
Magnesio	Mg	45	Mg_{2+}
Azufre	S	70	$SO_{4^{2-}}$

Hierro	Fe	1.0	Fe_{2+}, Fe_{3+}
Boro	B	0.5	$B(OH)_3^0$
Manganeso	Mn	0.5	Mn_{2+}
Cobre	Cu	0.15	Cu_{2+}
Zinc	Zn	0.15	$Zn_{2+}, Zn(OH)_2^0$
Molibdeno	Mo	0.05	MoO_{42+}
Carbono	C	-	CO_2
Hidrogeno	H	-	H_2O
Oxigeno	O	-	H_2O, O_2

FUENTE: Elaboración con base en datos de curso de formulación y preparación de sol. Nutritiva

En la tabla podemos observar los elementos esenciales o nutrientes para el crecimiento de las plantas como las concentraciones de las soluciones nutritivas.

Se pueden mencionar 17 tipos de nutrientes esenciales de las plantas, entre los macronutrientes podemos mencionar al Magnesio, calcio, azufre, potasio, fosforo, nitrógeno, oxígeno, hidrogeno y carbono y entre los micro nutrientes podemos mencionar al Níquel, cloro, molibdeno, boro, cobre, zinc y hierro.

Los nutrientes requeridos para una planta se los clasifica de la siguiente manera:

Tabla 4: Clasificación de nutrientes de las plantas

MACRONUTRIENTES
Nitrógeno, Fosforo y Potasio
NUTRIENTES SECUNDARIOS
Magnesio, Azufre y calcio
MICRONUTRIENTES
Boro, Cloro, Manganeso, Hierro, Níquel, Cobre, Zinc, Molibdeno

FUENTE: Elaboración con base a Página web: Cultivo Hidropónico <https://growhomegarden.blogspot.com/>

2.5.3. Manejo de la solución nutritiva para el sistema NFT

2.5.3.1. Solución nutritiva y características del agua

La composición de una solución nutritiva consta de los aditivos de una mezcla rica de agua con oxígeno y nutrientes requeridos en forma iónica, también durante el proceso se pueden adicionar compuestos orgánicos que ayudan al crecimiento como son los quelatos de hierro y micronutrientes.

La solución nutritiva en el sistema NFT, los componentes químicos deben ser las necesarias para la planta, donde estas deben coincidir con parámetros establecidos para el análisis químico necesitado.

La utilización de agua destinada para la solución nutritiva debe estar en lo posible en estado puro por lo que usar agua de lluvia es válida previa mente tratada, como también es recomendable el uso de fuentes de aprovisionamiento de agua de pozos, ríos, lagos etc. considerando las siguientes características a continuación podemos mencionar:

- Lo parámetros permisivos de una concentración salina en el agua no deben presentar problemas con valores mínimos de 200 ppm (partes por millón) de sales.
- La presencia de cloruro de sodio con un contenido superior a 50 ppm (partes por millón) no es recomendable emplear en la solución nutritiva.
- Se deben tener en cuenta que algunas sustancias en proporciones inadecuadas pueden ocasionar toxicidad para las plantas como el sodio en cantidades superiores a 10 ppm (partes por millón).
- Durante el proceso de cultivo pueden generarse la perdida por precipitación de iones de los nutrientes, ocasionan deficiencias en la planta como desbalance de iones en la planta.

2.5.3.2. Efecto de pH en el cultivo hidropónico

El pH de la solución nutritiva es el indicador de lo básico o ácido en que se encuentra la solución, los parámetros que debe encontrarse el pH en la solución nutritiva para una absorción ideal es de $\text{pH} = 6.5$, conocer el valor del pH cerca de las raíces es de suma importancia para un desarrollo en el ciclo de cultivo adecuado son parámetros de $\text{pH} = (5.8 \text{ a } 6.5)$. (Villazante, 2018).

2.5.4. La solución nutritiva y su preparación en el sistema NFT

Las formas de preparación de una solución nutritiva son variadas tanto para plantas de hojas como de plantas con frutos, el tipo de preparación varía según el tipo de concentración de minerales requeridos ya que la falta o exceso de cualquier elemento repercute en el desarrollo y producción de los cultivos al no absorber los nutrientes disueltos en el agua.

Las preparaciones de la solución nutritiva o solución madre son preparadas en 3 diferentes recipientes para su posterior implementación en el tanque colector, teniendo en cuenta la formulación exacta de ellas.

Para el procedimiento de preparado para el proyecto se lo desarrollo mediante experimentación y referencia bibliográfica de hidroponía familiar en sustrato (Brabo, 2015).

a). Solución mayor o solución concentrada A. Estas se caracterizan por tener los nutrientes de Magnesio, Potasio, Azufre, nitrógeno y azufre.

b). Solución menor o solución concentrada B. esta se caracteriza por tener los nutrientes de Molibdeno, Boro, Zinc, Hierro, Manganeso y Cobre.

c). Solución de Calcio o solución concentrada C. esta se encuentra separada para que no exista reacción química con los minerales de la solución A.

para su preparación se efectúan las operaciones requeridas para los 3 recipientes, estas se encuentran en estado sólido como sales fertilizantes solubles en agua. (ver anexo 1). Teniendo en cuenta la preparación de la solución madre.

La preparación de las soluciones concentradas se las efectúa de acuerdo a:

- **Preparación de la solución concentrada A.**

Nitrato de potasio 462.4 gr.

Fosfato monopotásico 197.6 gr.

Sulfato de magnesio 426.4 gr.

- **Preparación de la solución concentrada B.**

Fertilon combi 1 20 gr.

Ácido Bórico 4 gr.

- **Preparación de la solución concentrada C.**

Nitrato de calcio 680 gr.

Las muestras y cantidades mencionadas de cada sal fertilizantes son preparadas en recipientes de 4 litros de solución nutritiva A, B y C.

2.5.5. Cultivo de lechuga en sistema NFT tipo triangular

El cultivo de lechugas en los sistemas NFT tipo triangular permiten el aprovechamiento de espacio al ser colocadas de forma diagonal, de los tipos de variedades de lechugas de hojas que existen las lechugas crespas o risadas son las más adecuadas para el cultivo en los sistemas hidropónicos por su fácil manejo y adaptación rápida.

Para una apropiada germinación de la semilla de la lechuga esta debe de estar en un ambiente adecuado con una adecuada luminosidad, humedad en el almaciguera, temperatura ambiente, oxigenación del sistema radicular.

Se debe de realizar una selección de semillas sanas al momento de comenzar el plantío de las mismas, por tal motivo los proveedores deben proporcionarnos semillas certificadas que cumplan las condiciones agroindustriales para cultivo de hortalizas de hoja.

Para este método se presentan los siguientes pasos a efectuar:

Siembra

Se dispondrá de un recipiente cuadrada o rectangular de madera o plástico en su interior se tendrá un material de esponja con perforaciones de 200 cavidades, para esta etapa se usará la perlita un sustrato inorgánico por su capacidad de retención del agua, inerte, neutro y estéril, se depositarán a 5 mm de profundidad la semilla de lechuga y una vez germinada la plántula se seleccionará las más idóneas para el trasplante.

Trasplante

Transcurrido el plazo de siembra de 30 a 40 días se deben de considerar ciertas características de la plántula, como que estas deben de tener un brote de 6 a 8 hojas y una altura promedio de 8 cm del tallo hasta la hoja más alta, una vez cumplidas las especificaciones necesarias se procede a transportarlas al sistema NFT. Es preferible realizar dicha actividad por las tardes o días de nubosidad para evitar la deshidratación de las plántulas.

Cultivo en el sistema Hidropónico NFT tipo triangular.

Por condiciones de adaptabilidad de temperatura, resistencia y fácil manejo la variedad de lechuga cresa o rizada son usadas con mayor frecuencia en esta técnica, es importante que el presente método este monitoreado de forma constante verificando las variables del pH de la solución nutritiva y que la conductividad eléctrica este en los parámetros

permisibles sin que falte la oxigenación, tener mayor control durante el día en horas donde la temperatura llega más de 25 °C evitando una posible deshidratación de la planta.

Cosecha de la lechuga

Al ser un cultivo suspendido donde su desarrollo es en tuberías de PVC la cosecha se la realiza cuando cumple el plazo establecido son retiradas del sistema 40 a 45 días en el caso de la lechuga crespa al ser un producto fresco y limpio, estas son embolsadas y seleccionadas por su tamaño y llevadas al almacén para ser distribuidas.

2.5.6. Producción de lechugas con el sistema hidropónico NFT en Bolivia

La incorporación de nuevas formas de cultivo tecnificado como son los sistemas hidropónicos NFT son cada vez más novedosos donde generan mayor interés en las poblaciones urbanas y en gran escala en las áreas rurales, con mayor aceptación en las ciudades de La paz, Cochabamba y santa cruz dando como testimonios de éxito usando esta técnica de cultivo sin suelo.

Según una entrevista realizada por el periódico La Razón a Jaime Candía director general de Ecofresh, menciono que la hidroponía es un método ecológico y autosostenible y amigable con el medio ambiente utilizado para producir plantas ricas en nutrientes utilizando soluciones minerales en lugar de tierra. Ecofresh ha instalado en la urbe paceña de Achumani un invernadero de 500 m², capaz de producir hasta 2.000 lechugas por semana a una capacidad máxima.

Jaime Candía Comento también que las hortalizas producidas en Ecofresh son cultivadas en un periodo de tiempo de dos meses desde la siembra hasta su comercialización, con los nuevos sistemas electrónicos de monitoreo se logró controlar con precisión los tiempos de suministro de la solución nutritiva, la temperatura y la recirculación del nutriente en el sistema de cultivo hidropónico incluso reduciendo el tiempo de producción.

Este método de cultivo es empleado en varios departamentos del país, entre las más reconocidas en nuestra actualidad podemos mencionar a la Huerta y Valle verde en la

ciudad de La Paz, Hidroponía Boliviana en la ciudad de Cochabamba y Hidro Natura en la ciudad de Santa Cruz donde se apuesta por una mayor adopción y crecimiento de forma extensiva e hidroponía en casa.

La empresa de cultivo hidropónico Hidroponía Bolivia en una entrevista realizada a periódico opinión menciona las motivaciones del porque la iniciativa de incursionar a esta técnica donde destacan los factores más importantes de su emprendimiento entre ellas están: la temporalidad de productos hace que en determinadas épocas exista escasez de productos vegetales de consumo para la población afectando los precios y bajando la calidad de los mismos generada a causa del cambio climático que atraviesa el planeta, los fenómenos climatológicos que afectan las diferentes regiones del país van en aumento por cada año que pasa ocasionando sequías e inundaciones en los cultivos de plantas de consumo, el uso de pesticidas cada vez más para el control de plagas ocasionan un daño al consumidor final en los productos agrícolas, con lo expuesto anterior Hidroponía Bolivia tiene un compromiso de entregar productos hortícolas de buena calidad y sanos, manteniendo los principios de la seguridad alimentaria para el consumidor final apoyando al medio ambiente y a los efectos adversos del cambio climático.

En Hidroponía Bolivia reconocen que el clima siempre cambiante y el uso excesivo de productos perjudiciales para el medio ambiente han provocado una producción agrícola tradicional inestable, que incluso puede ser perjudicial para la salud. Esto ha provocado la erosión de los suelos que eran antes fértiles y el aumento de los niveles de contaminación, una importante migración de la población rural a las zonas urbanas y la expansión de la población urbana. Por ello, la hidroponía, con sus características únicas, ofrece nuevas posibilidades para la producción agrícola urbana y rural, convirtiéndola en un sistema respetuoso con el medio ambiente.

La producción hidropónica no sólo tiene lugar en espacios reducidos y un importante ahorro de agua, sino que también garantiza productos de alta calidad libres de pesticidas, fungicidas y contaminantes nocivos. Además, sus productos se cultivan en entornos controlados e higiénicos, por lo que son muy nutritivos y beneficiosos para la salud.

2.5.7. Producción de lechugas con el sistema NFT en el municipio de Sapahaqui

De acuerdo a datos del Banco de Desarrollo Productivo (BDP), la producción por hectárea cultivada en el municipio de sapahaqui es de 4062 ha., Donde la mayor **producción es de frutas y nueces** con un 42,12% las cuales apuntan los productos de Durazno 15.5% y Tuna 10.2% y la producción de **hortalizas cultivadas** son de 23.73% donde se producen 6.2% de tomates y un 2.4 % de lechugas. Según censo agropecuario 2013 y actualizado el 2021.

El municipio de sapahaqui es uno de los mayores productores de frutas y verduras del departamento de la paz, donde sus productos son distribuidos a las ciudades de la paz, el alto, Oruro, conchababa y en menores cantidades a potosí, las frutas y verduras son comercializadas en su mayoría en las calles 6 y 7 de villa dolores colindantes a la Avenida Antofagasta de la ciudad del alto.

Si bien se tienen proyectos relacionados a sistema de riego en Chivisivi, piscinas de captación y almacenamiento de agua de lluvia y carpas solares en diferentes localidades dentro del municipio además de contar con un moderno sistema de deshidratación de frutos de duraznos, no se pudo evidenciar la existencia de cultivos hidropónicos al ser un método no muy conocido, existe una gran expectativa de que se pueda incorporar sistemas hidropónicos en el municipio con la misión de mitigar la escasez de agua producto de las sequías de parte de los comunarios y de la organización de mujeres fruticultoras originarias campesinas Yanapasñani.

2.6. Hortaliza de hoja (lechuga)

2.6.1. Origen de la lechuga

La lechuga o (*Lactuca Sativa*) tiene sus orígenes en las costas del sur del mar mediterráneo, según escritos en tumbas de los egipcios los cultivaban hace 2400 años A.C. con el fin de extraer aceite de las semillas y alimentos para ganado como forraje, la lechuga

salvaje es reconocida en todo el mundo, A través de la historia la lechuga es consumida por reyes árabes (persas) en el siglo sexto y atribuida por los griegos por tener propiedades medicinales, los romanos se encargaron de desarrollar diferentes variedades de la misma para su alimentación la cual con el tiempo se fue expandiendo por todo el planeta hasta llegar a Bolivia.

Según registros la llegada de la lechuga a América data en los años 1494, después de 2 años del primer viaje de Cristóbal Colón, el tipo de lechuga que llegó fue la de hoja denominada como lechuga crespita.

La lechuga se puede consumir durante todo el año gracias al cultivo en ambientes controlados como en invernaderos o carpas solares, propicias para climas templados estas son usadas para comidas en ensaladas y variados platillos en forma cruda y cocida según el tipo.

2.6.2. Características de la lechuga

La lechuga se puede cultivar de variadas formas y bajo diferentes sistemas de cultivo, como al aire libre, bajo sistemas controlados en invernaderos, en suelo y con mayor frecuencia en hidroponía y sus diferentes métodos.

Si bien la lechuga es el resultado de la hibridación de uno de sus tipos anteriores silvestres para su comercialización la apreciación de la hortaliza en el mercado es por su valor nutricional desde las hojas hasta el tallo al ser una fuente de suministros nutricionales esenciales del cuerpo humano como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 5: Valor nutricional en 100 g de hoja de lechuga (promedio).

COMPUESTO NUTRICIONAL	CONTENIDO 100 GR. DE UNA HOJA DE LECHUGA.
Agua	95.11 g.
Proteínas	2.3 g.
Grasas	0.1 g.

Hidratos de carbono	1.29 g.
Vitamina B1 (Tiamina)	0.09 g.
Vitamina B2 (Riboflavina)	0.12 mg.
Vitamina B6 (Ácido ascórbico)	0.5 mg.
Vitamina A (Retinol)	4700 UI
Vitamina C (Ácido ascórbico)	43.0 gr.
Vitamina E	1.0 gr.

FUENTE: Elaboración con base a trabajo dirigido (OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE TRES ESPECIES DE HORTALIZAS), pág. 37.

Las lechugas con su consistencia contienen los siguientes minerales por 100 g de la hoja de una lechuga.

Tabla 6: Minerales presentes en 100 g de hoja de lechuga (promedio).

Compuesto mineral	Contenido (mg)
Hierro	0.33
Sodio	5.0
Magnesio	1.13
Cobre	0.02
Zinc	0.17
Fosforo	23.0
Potasio	257.0
Calcio	32.0

FUENTE: Elaboración con base a trabajo dirigido (OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE TRES ESPECIES DE HORTALIZAS), pág. 38.

2.6.2.1. Características botánicas de la lechuga

Al ser una planta que crece de forma anual por su sistema Radicular profundo, hojas amplias con capacidad de absorción de la humedad y de formas variadas, tamaños y color la clasificación de la misma es la siguiente.

- **Sistema radicular:** La formación de la raíz es ramificada a sus laterales con un pivote central, estas se desarrollan de forma superficial y de forma numerosa.
- **Tallo:** Tiene forma cilíndrica corta la cual termina su desarrollo en la etapa de cultivo para su consumo, en la parte superior se encuentran las hojas en gran cantidad en forma de roseta de diferentes tamaño, forma, color y textura.
- **Hojas:** Existen variadas formas como ser ovaladas, redondeadas, lizas o rizadas en conjuntos basales o cogollos de coloraciones verdes y de tonalidades verde blanquecinos y violeta rojizo.
- **Tallo floral:** Estas generalmente llegan a medir entre 20 a 30 cm de diámetro en promedio según de acuerdo al tipo de variedad, tiene un color blanquecino al momento de cultivar para su consumo.
- **Fruto:** Caracterizado por ser seco, aquenio y ablongo con un promedio de 800 semillas/ gr. Que estas producen en casi todas sus tipos y variedades

La planta de la lechuga tiene su soporte con raíz pivotante con ramificación aproximada de unos 25 cm. Durante su crecimiento se desarrolla en roseta circular, las hojas crecen alrededor del tallo circular originados en su centro.

La taxonomía de la lechuga es descrita como se menciona a continuación:

Tabla 7: Taxonomía de la planta de lechuga.

Clasificación	Tipo
Reino	Planteo
Subreino	Embryobiota
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Genero	Lactuca
Especie	Lactuca sativaL

FUENTE: Elaboración con base a sitio web: <https://spain.inaturalist.org/taxa/122976-Lactuca-sativa>

la lechuga en su desarrollo inicial genera en sus tejidos un líquido viscoso lechoso de látex a medida que va creciendo esta disminuye su cantidad, por ser una planta con ramificación amplia de 1.2 m son idóneas para ambientes áridos y resistentes a la sequía.

Las semillas en su mayoría se pueden adquirir de forma peletizadas, estas consisten por su recubrimiento arcilloso e inerte la cual les brinda una capa protectora que al contacto con la humedad absorbe el agua y rompe la estructura permitiendo el acceso de oxígeno para una adecuada germinación de la misma.

Las semillas peletizadas brindan un mayor tamaño, adecuada forma y una uniformidad para un adecuado crecimiento de la plántula y resistente a su manipulación, los tamaños de las semillas están en el rango de 3 a 4 mm. en su mayoría.

2.6.3. Tipos de lechugas

La variedad de hortaliza de lechuga más conocida como cultivada en el mundo es la **lactuca sativa**, existen variadas formas para su preparación en las comidas la cual hace que se pueda conseguir durante todo el año, entre ellas podemos mencionar las siguientes:

Lechuga romana: conocida también como lechuga española sus hojas son alargadas con su nervio central que origina alrededor del tallo de color blanquecino más pronunciado.

Lechuga de hoja roja: estas se caracterizan por sus hojas en los extremos rojizas o violeta con forma risada, es originaria de Italia con un sabor levemente amargo donde este es su mayoría es consumida en verano.

Escarola: esta variedad tiene sus hojas lisas o risadas de sabor un tanto picante, sus hojas centrales son blanquecinas no tanto amargas, este tipo de lechuga son más consumidas en épocas de invierno.

Lechuga hoja de roble roja: Sus hojas son de coloración morada al verde siendo estas muy risadas con sabor dulzón apetecible en las comidas por su textura tierna son mayormente vistas en meses de junio y marzo.

Lechuga Francesa: conocida también como lechuga trocadero son de hojas largas verdes de textura fina de sabor dulzón y suave, la mejor época de cosecha es en primavera recomendable para su consumo.

Lechuga iceberg: se caracteriza por su forma de esfera enrollada por capas compactas, denominadas así por resistencia al frío con sabor suave consumida en todas las temporadas de año.

Cogollo de lechuga romana: esta variedad tiene similitud a la lechuga romana son sus hojas más pequeñas y risadas apreciada por su suavidad, las épocas donde mayor se pueden encontrar son a finales de verano e inicios de otoño.

Lechuga Batavia: Esta se caracteriza por ser semicrujiente y tierna con su contextura acogollada de hojas de color verde claro, rizada con su textura carnosa, se las puede encontrar en todo el año.

2.6.4. Enfermedades y plagas en la lechuga

Las amenazas que presenta la planta de hortaliza de lechuga durante su desarrollo son las que se mencionan a continuación:

Enfermedades de la lechuga.

- Sclerotina (*Sclerotium*): se generan descomposiciones blancas en la base del tallo.
- Mildiu (*Bremia lactucae* regel): Ocasionalmente ocasionan manchas amarillas en la parte central de la hoja de la lechuga.
- Oidio (*Erysiphe cichoracearum*): produce un micelio blanquecino que decolora la hoja.
- Pythium (*Ultimum* trow): el exceso de agua ocasiona el crecimiento de plantas minúsculas ocasionando una traqueomicosis en la base del tallo.
- Rizoctonia (*Solani* Kuhn): se generan descomposiciones en el cuello de la raíz donde están las hojas basales.
- Bacteriosis (*Xanthomonas campestris* pammel): bacterias generan manchas necróticas en las hojas.
- Virus: Ocasionalmente ocasionan diversos daños en la planta afectando a toda la lechuga.

Enfermedades de la lechuga.

- Larvas de Lepidopteros: Comedores de hojas de lechuga arrepollo (Plusia Gamma L.)
- Gusanos grises: (*Agrotis* sp.) Estos atacan los tallos y las hojas cuando las lechugas son pequeñas.
- Mosca Blanca: Estos aparecen en invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum* Westw.)
- Pulgones (*Myzus persicae* Sulz) estos generalmente atacan a las raíces de la lechuga.
- Gusano de alambre (*Agriotes* ssp.) Ataca en su mayoría a las raíces.
- Tisanopteros (*Frankliniella occidentalis* pergande).
- Caracoles y babosas: se comen las hojas y generan diferentes daños a ellos.

- Nematodos (*Meloidogyne ssp*) se observan quistes en toda la raíz.

Accidentes y fisiopatías de la lechuga.

- Tip-Burm o Scorch. Ocasiona la aparición de manchas marrones y la desecación en los bordes de la hoja, es a causa de la deficiencia de Calcio.

2.6.5. Forma de cultivo de la lechuga

Los parámetros de cambio de temperatura que soporta la lechuga van desde un máximo de 30 °C a un mínimo de 6 °C, las temperaturas necesarias para un adecuado metabolismo para un buen crecimiento y buena calidad.

Los mejores suelos para un desarrollo óptimo de las raíces de la lechuga son los suelos arcillo arenosos con compuestos de materia orgánica, teniendo en cuenta que el pH este entre las medidas de pH = (6 a 6.5) donde no debe variar este rango, con un pH = 5 el rendimiento será afectada hasta un 30% de su desarrollo.

La mejor época de cultivo de la lechuga varía en función a la variedad sin embargo al ser un producto anual en ambientes controlados estas son cultivadas durante todas las épocas del año.

La densidad de siembra generalmente usada por semillas es de 1 a 1.5 Kg/ha en espacios de suelos adecuados para producirlas en condiciones idóneas de temperatura y almácigos controlados.

La separación entre siembra es crucial para un desarrollo adecuado lo más recomendable es una separación de 20 cm entre plantas y 30 cm para surcos en el cultivo esta especificación puede variar de acuerdo a la variedad y tipo de lechuga como en el caso de la lechuga cresa la separación es de 30 por 35 cm de distanciamiento.

El tipo de riego que mayor beneficio genera a la planta en el cultivo es el método de sistema de riego por goteo en ambientes controlados como en los invernaderos, en el caso

de cultivos a campo abierto el mejor método es el de las cintas de exudación, también se pueden mencionar otros métodos usados como el método por aspersión, riego por gravedad, etc.

El riego de agua es muy importante para un crecimiento adecuado de la planta por lo tanto un suministro constante por cada 3 días durante todo el cultivo es muy importante, el consumo necesario es de 75 l/planta en cada ciclo de la producción considerando aspectos como la evaporación, la percolación y el flujo superficial aumentan en tres veces el consumo de agua.

2.6.5.1. Derivados y cuidados en la lechuga

En medicina: La lechuga al tener sustancias como la Lactucarium, Lactucina y Lactucopirina estos actual en el sistema nerviosos como calmantes, como sedantes, analgésicos y ansiolítico moderado me mejora la calidad de sueño teniendo efectos afrodisiacos de forma leve, al ser un alimento refrescante, remineralizante como también alcalinizante son consideradas alimentos preferidos para su consumo en las ensaladas.

El cuidado de la limpieza en la lechuga es muy importante al momento de consumirla es recomendable lavar y desinfectar con agua potable ya que estas al ser manejadas y el tipo de riego que han sido sometidas pueden ser portadoras de enfermedades gastrointestinales.

2.7. Marco legal

La constitución política de estado establece las siguientes normativas:

CONSTITUCION POLITICA DEL ESTADO, Capítulo V, Recursos hídricos.

Artículo 373, En el marco de la soberanía de los pueblos el estado boliviano tiene la obligación de dar acceso y el uso al agua siendo esta un derecho fundamental para los pueblos.

Artículo 406, Numeral 7, Promover el sistema de riego, con el objetivo garantizar y fomentar la producción agropecuaria en todas las regiones de nuestro país.

Seguridad alimentaria

Artículo 9. El estado como ente principal debe promover y garantizar el manejo sostenible de los recursos naturales, impulsado la industrialización de los sectores productivos en sus diferentes dimensiones y niveles, respetando y conservando el medio ambiente para las generaciones del mañana.

Artículo 16. Párrafo II, La seguridad alimentaria debe ser una prioridad para el estado boliviano con alimentos de alta calidad adecuados y suficientes para todos los habitantes del país.

Ley N° 2878, La presente ley hace referencia a la normativa de aprovechamiento de los recursos hídricos en actividades de riego de forma sostenible en la producción agropecuaria y forestal, estableciendo políticas en el marco institucional de 8 de octubre de 2004. Esta hace alusión a dos clases de registro de uso y aprovechamiento del agua para riego las cuales son: el registro colectivo y el registro familiar.

LEY DE MEDIO AMBIENTE, Ley 1333, Ley de medio ambiente referente a la contaminación hídrica establece, **Artículo 2,** esta norma se aplica tanto a personas jurídicas y naturales tanto como privadas y públicas, **Artículo 48,** menciona que la captación de agua de caudal de río no debe exceder del 20% por día, con el tiempo de retorno de cinco años.

LEY DE MUNICIPALIDADES, Ley 2028, Título I, **Capítulo I, Artículo 5,** hace referencia a dinamizar y promover la participación de los municipios con desarrollo humano sostenible, con planes, proyectos, políticas para el bien estar del desarrollo nacional y departamental, **Capítulo II, Artículo 8,** menciona la implementación de equipamiento, construcción de infraestructura idóneos para trabajo, en los sectores de microriego, Inciso 3: el gobierno municipal establecerá reglamentos y normativas de financiamiento para la ejecución de planes de construcción de infraestructura, compra de equipamiento y su mantenimiento.

CAPITULO III: ESTUDIO DE MERCADO

3.1. Introducción

El estudio de **mercados** es la aplicación del método científico que busca la verdad acerca de los fenómenos de la mercadotecnia, Estas actividades incluyen la determinación de oportunidades y problemas de marketing, la generación y evaluación de datos e ideas, el monitoreo del desempeño y la comprensión del proceso de mercadeo para la toma de decisiones. (Keller, 2012).

Para el presente proyecto se tendrá en cuenta de cuáles son los principales lugares de distribución y la cantidad necesaria de comercialización dentro y fuera del municipio de sapahaqui.

3.2. Identificación del producto

Si bien dentro de los invernaderos se podrán cultivar varios tipos de hortalizas de hoja en el sistema hidropónico NFT tipo piramidal, se dará mayor prioridad a la **producción de lechugas** por ser este adecuado de fácil manejo y su adaptación rápida y finalmente comercializada para su consumo.

El tipo de variedad de lechuga seleccionada para su presentación será la **Lechuga Crespa** (lechuga Simpson) y para su comercialización:

Ilustración 8: Variedad de lechuga cresa a comercializar



FUENTE: Elaborado con base a sitio web: <https://zonaverdeuy.com/index.php/product/lechuga-cresa-c-u/>

El tipo de variedad a producir y posterior venta será la variedad seleccionada.

3.3. Definición del objeto de estudio

El estudio de mercado que se desarrollará en esta sección está enfocado en la determinación de la cantidad de lechugas que serán comercializadas, con las interrogantes de aceptación del producto y como son las variables de oferta y demanda.

3.3.1. Objetivos del estudio de mercado

3.3.1.1. Objetivo general

Conocer la oferta y demanda de las hortalizas en el municipio de sapahaqui las que son destinadas para la venta y consumo.

3.3.1.2. Objetivos específicos

- Conocer la demanda potencial de hortalizas en los centros de abasto del Municipio y centro de comercialización de las ciudades para determinar su pronóstico.
- Verificar el consumo y compra actual de la lechuga.
- Conocer la situación de la oferta para pronosticar el futuro del producto.
- Verificar los medios de distribución y comercialización del producto.

3.4. Identificación del proyecto

Los cultivos de las hortalizas de hojas se las realizarán dentro de los recintos de producción de ambiente controlado que son los invernaderos, las lechugas hidropónicas serán destinadas a la venta y consumo propio donde los beneficiarios serán los miembros de la organización de mujeres fruticultoras Yanapasiñani a cargo del directorio de la misma, la sede social de la organización se encuentra ubicada en el cantón La Selva del municipio de Sapahaqui.

El presente proyecto está destinada a la producción dentro del municipio y la comercialización estará destinada a la ciudad de El Alto en las ferias, se pretende que la producción sea todo el año entero donde las producciones de lechugas hidropónicas serán complementarias en tiempos de producción mínima la cual se realiza por el método tradicional en suelo, afectadas por las sequías y escasez de agua que son esenciales para riego.

Las fuentes provenientes de información se realizaron mediante entrevistas a productores de hortalizas de hoja y miembros de la asociación campesina de mujeres Yanapasiñani, los datos proporcionados son relevantes al momento de realizar el análisis del comportamiento del mercado dentro y fuera del municipio.

3.4.1. Mercado Proveedor

Las adquisiciones de las semillas para cultivos de hortalizas de hoja serán compradas en general en los mercados de la ciudad de El Alto y de La Paz, de puntos de venta de productos agropecuarios autorizados y certificados las cuales están garantizadas y presentarán menores pérdidas al momento del sembradío al ser seleccionadas de forma rigurosa por los cultivadores vasados en su experiencia de cultivo dedicadas a la siembra de hortalizas.

3.4.2. Mercado consumidor

En el municipio de sapahaqui la producción de hortalizas en la actualidad está destinada directamente al mercado de la ciudad del alto, Ya que los consumidores directos son las amas de casa y compradores de la ciudad y una mínima parte está destinada al consumo propio de las familias por ser un mercado segmentado de muchos años por los distribuidores minoristas.

El mercado consumidor potencial de lechugas hidropónicas serán las ciudades tanto El Alto en su mayoría y de La Paz como un nuevo mercado emergente con un nuevo tipo de productos hidropónicos del municipio de Sapahaqui, Las lechugas hidropónicas serán vendidas en su mayoría en días de feria que son los días martes y jueves en la **CIUDAD DEL ALTO** en las calles de **VILLA DOLORES** en puntos de distribución y comercio por parte de los miembros de la organización.

3.4.3. Mercado Distribuidor

La distribución de las lechugas hidropónicas estará a cargo por los miembros de la Asociación Campesina como también la cantidad a producir por el sistema hidropónico NTF, al ser un trayecto largo de comunidad a comunidad es preferible que exista un punto de acopio donde se pueda recolectar las lechugas para su posterior transporte a la ciudad para su venta, la comercialización de las mismas estaría a cargo por vendedoras que promuevan su difusión y sus ventajas por el tipo de cultivo tecnificado.

3.4.4. Mercado Competidor

El sistema hidropónico al ser un tipo de producción sofisticada y tecnificada es cada vez más empleado en sectores urbanos como cultivos propios de consumo de familias, en el sector rural no es conocida fácilmente en las áreas rurales donde no se presentan competidores en su producción por su aplicabilidad, por tanto, no se presentarían

mercados competidores para el cultivo de las lechugas hidropónicas y las hortalizas de hoja de sapahaqui son reconocidos y de fácil aceptación para los consumidores.

La comercialización de las hortalizas se las realiza en las ferias que se llevan los días martes y viernes en la ciudad de El Alto en su mayoría donde existe una alta demanda de estos productos hortalizas, Sí bien existen competidores de productos similares a la venta por parte de vendedores que traen sus productos de otras comunidades o municipios representarían los directos competidores.

3.5. Análisis de la demanda

A través del análisis de la demanda se entenderá el proceso del requerimiento del mercado en relación a determinar la participación de producto seleccionado para el mercado.

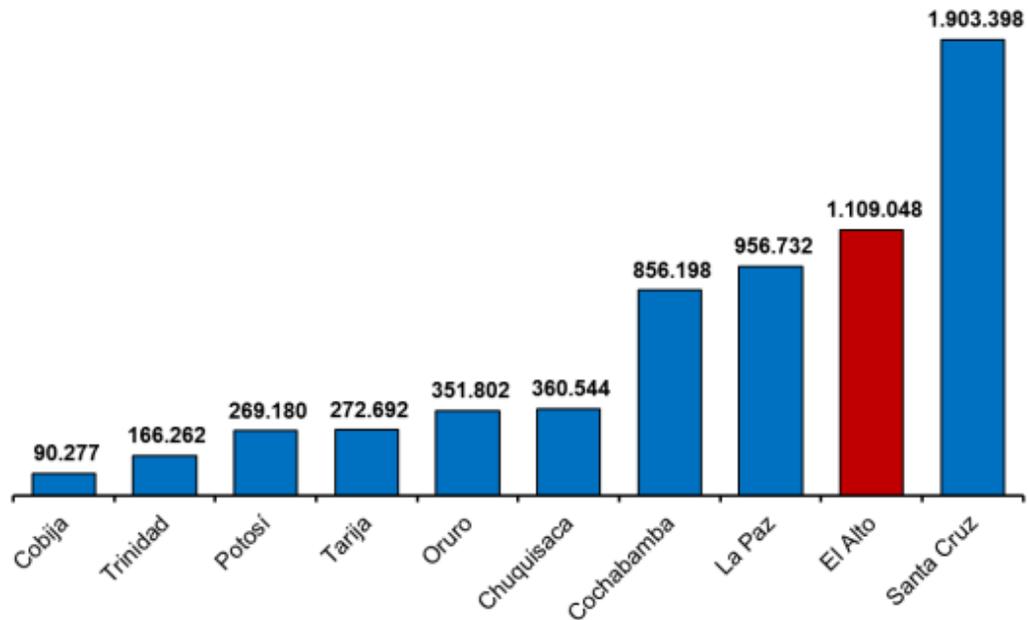
3.5.1. Comportamiento de la demanda

En nuestra actualidad existe un crecimiento poblacional importante por lo tanto la demanda de vegetales, tubérculos, hortalizas va en aumento, se puede considerar que es factor clave para el municipio de sapahaqui al ser un principal productor de estos productos.

De acuerdo a las entrevistas realizadas a miembros de la asociación de productoras indígenas Yanapasiñani que cultivas hortalizas el 99% de la producción es destinada a la comercialización en la ciudad de El Alto ya que es un mercado de mejor acogida de estos productos, por tal razón se efectuara el análisis de la demanda de los productos hortícolas por ser un mercado potencial en crecimiento.

El municipio de El Alto tiene un crecimiento demográfico muy importante considerándose el segundo municipio más poblado de Bolivia, como se muestra en el siguiente cuadro según datos del instituto nacional de estadística

Ilustración 9: Población de los 10 Principales municipios por habitantes.



FUENTE: Elaboración con base en datos recopilados de INE (informe Productivo –MDPyEP - DAPRO) 2023.

Según datos demográficos el municipio de El Alto cuenta con más de un millón cien mil habitantes, mucho mayor que el municipio de La Paz y por debajo del municipio de Santa Cruz esto debido a la migración de varias localidades de las regiones urbanas del altiplano en su mayoría de los departamentos de Potosí, Oruro, Chuquisaca, Cochabamba y La paz.

Teniendo en cuenta que las estimaciones de la demanda de productos alimenticios principales se considera el consumo per capita Nacional y también del municipio de Sapahaqui, donde el consumo per capita de la ciudad del el alto son derivadas de la estimación de la demanda interna del departamento de la paz.

La estimación de población de la ciudad de el alto se muestra en la siguiente tabla desde el año 2012 al 2023.

Tabla 8: Crecimiento Poblacional de la Ciudad de el Alto.

N°	Año	Población de Ciudad De El Alto
1	2012	916,434
2	2013	934,942
3	2014	953,641
4	2015	972,514
5	2016	991,566
6	2017	1,010,785
7	2018	1,030,151
8	2019	1,049,671
9	2020	1,069,331
10	2021	1,089,126
11	2022	1,109,048
12	2023	1,122,000

FUENTE: Elaboración con base a datos recopilados de Instituto nacional de estadística (INE), CENSO 2012.

La estimación de la población para el periodo 2023 es de 1,122,000 habitantes en la ciudad de el alto según datos establecidos del INE.

Calculando la tasa de crecimiento anual para la proyección futura se tiene:

$$Pf = Pa (1 + i)^n$$

Despejando la tasa de crecimiento tenemos y reemplazando valores tenemos

$$i_{\%} = \sqrt[n]{\frac{Pf}{Pa}} - 1 = \sqrt{\frac{1,122,000}{1,109,048}} - 1 = 0.17 \%$$

Determinando la estimación para el periodo 2024 con la tasa de crecimiento se tiene una población estimada de $1,135,103.26 \approx 1,135,103$ habitantes.

Teniendo en cuenta que la población de la Ciudad de El Alto es muy alta la demanda interna de alimentos es muy alta, donde los productos que mayor necesidad son los que se mencionan a continuación.

Tabla 9: Demanda interna de alimentos de la ciudad de El Alto

Productos	Consumo Per cápita (Kg/Hab. Año)	Población estimada 2024 El Alto (Hab.)	Demanda Total interna (Kg/Año)	Demanda Total (Tn/año)
Lechugas y hortalizas	56	1,135,103	63,565,768.00	63,565.77
Papa	45	1,135,103	51,079,635.00	51,079.64
Haba	7.25	1,135,103	8,229,496.75	8,229.50
Maíz	15	1,135,103	17,026,545.00	17,026.55
Cebolla	25	1,135,103	28,377,575.00	28,377.58

FUENTE: Elaboración con Base a datos calculados y datos del INE (2024)

En la tabla superior tenemos la demanda total expresada en toneladas por año de la ciudad de el alto, para el presente proyecto se tomará en cuenta el consumo percapita de lechugas y hortalizas con un valor de 56 (Kg/Hab. año) con una demanda interna de 63,565.77 (Tn/año).

3.5.2. Proyección de la demanda

Con los datos históricos de la población de El Alto se procede a determinar una estimación de la población para los próximos 5 años considerado a una tasa de crecimiento de 1.17% como se muestra en la tabla:

Tabla 10: Población estimada de la ciudad del El Alto

Nº	Año	Población estimada	Número de habitantes
1	2024	1,135,103.26	1,135,103
2	2025	1,148,359.55	1,148,360
3	2026	1,161,770.64	1,161,771

4	2027	1,175,338.37	1,175,338
5	2028	1,189,064.54	1,189,065

FUENTE: Elaboración con base en datos recopilados en histórico del INE (2023)

De acuerdo a los datos de producción de hortalizas del Ministerio de desarrollo productivo la demanda existente en el municipio es de acuerdo a los datos que se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 11: Demanda de lechuga y hortalizas en la Ciudad de El Alto

Año	Nº Habitantes	Demanda de hortalizas por familia (Kg)
2024	1,135,103	9,365,096
2025	1,148,360	9,450,633
2026	1,161,771	9,533,454
2027	1,175,338	9,614,122
2028	1,189,065	9,766,563

FUENTE: Elaboración con base a datos de la tabla 10 y el Ministerio de desarrollo Productivo, MDP (2024)

De acuerdo a la entrevista a las vendedoras de hortalizas de la ciudad de le el Alto mencionan que los productos agrícolas para consumo son de los municipios y comunidades de Achacachi, Luribay, Yungas, Inquisivi, Escoma y regiones del norte de La Paz, como también en algunos casos de los departamentos de Oruro y Cochabamba.

Ilustración 10: Pronostico de demanda de lechugas y Hortalizas en El Municipio de El Alto



FUENTE: Elaboración con base en datos calculados de tabla 11.

En la ilustración superior se puede apreciar la tendencia creciente de la demanda de lechugas y hortalizas en el municipio de la Ciudad del El Alto para los próximos 5 años.

3.6. Análisis de la Oferta

Se define a la **oferta** como la cantidad de unidades de productos y servicios que los vendedores pueden ofrecer o comercializar en el mercado a un precio en un periodo de tiempo.

Un factor importante a considerar al momento de cultivar las hortalizas en el municipio de sapahaqui es conocer la problemática del cambio climático presente en la región, estos fenómenos afectan la producción, ocasionando una situación crítica para en el cual se puede mencionar que el acceso al agua para riego es más escaso de forma irremediable por cada año que pasa, ocasionando sequias y tierras cada vez más áridas difíciles para cultivar, como también las precipitaciones pluviales que generan inundaciones y desborde de ríos en la población que estos a su vez son por tiempos cotos, la consecuencia en el mercado es la escases de determinados productos de primera necesidad por la temporalidad de los mismos generando un desabastecimiento de los mismos.

Según datos del censo agropecuario 2013 y entrevistas con los productores del municipio de hortalizas de hojas y recientes actualizaciones se puede establecer los siguientes datos como se muestra a continuación.

Tabla 12: producción de productos de Primera necesidad de Sapahaqui.

Productos	Producción total (Tn/año)
Lechugas y hortalizas	5420.83
Papa	2864.04
Haba	339.91
Maíz	601.4
Cebolla	1285.18

FUENTE: Elaboración con base a datos recopilados del INE (2024) y BDP.

En la tabla anterior se hace referencia a la producción de productos de mayor necesidad que son cultivados en el municipio de sapahaqui de acuerdo para datos requeridos para el proyecto.

Tabla 13: Oferta de lechugas y hortalizas en el municipio de Sapahaqui.

Oferta de lechuga y hortalizas			
N°	Año	Kg/año	Tn/año
1	2018	5,199,450.03	5,199.45
2	2019	5,256,643.98	5,256.64
3	2020	5,324,980.35	5,324.98
4	2021	5,420,830.00	5,420.83
5	2022	5,502,142.45	5,502.14
6	2023	5,573,670.30	5,573.67

FUENTE: Elaboración con base a datos recopilados del INE (2024) y BDP.

3.6.1. Pronostico de la Oferta

Basándolos en los datos de la tabla anterior determinamos el pronóstico futuro de la Oferta para los próximos 5 años.

	r ²	a	b
lineal	0.994983	-150600000	77241.33
exponencial	0.995612	1.3736E-06	1.01445
potencial	0.995589	7.7134*10 ⁻⁹⁰	28.99548
logarítmica	0.994953	-1182000000	1.5606*10 ⁸

Realizando un análisis de tendencia, la curva exponencial es la que más se aproxima al valor requerido para los datos de la tabla 13.

El cálculo del pronóstico de la oferta se lo realiza por la **tendencia de regresión exponencial por ser más cercano a la unidad** como se muestra a continuación mediante la formulación:

Formulación de la Regresión exponencial:

$$Y = a * b^x$$

Donde:

Y: Pronostico futuro de la oferta

X: Número de años a pronosticar

a: 1.3736*10⁻⁶

b: 1.01445

Donde el pronóstico de la proyección exponencial para la oferta futura se tiene como sigue a continuación:

Tabla 14: pronostico de Oferta de lechugas y hortalizas en el municipio de Sapahaqui

Pronostico de la oferta de la lechuga y hortalizas.			
N°	Año	Kilogramo (Kg)	Toneladas (Tn)
1	2024	5606460.41	5606.46
2	2025	5687473.76	5687.47
3	2026	5769657.76	5769.66
4	2027	5853029.31	5853.03
5	2028	5937605.59	5937.61

FUENTE: Elaboración con base a datos calculados de la tabla 13

3.6.2. Proyección de la demanda insatisfecha

El valor pronosticado para la demanda insatisfecha se la realizará mediante los datos de la demanda y oferta como se muestra a continuación.

Tabla 15: Proyección futura de la demanda insatisfecha

N°	Año	Demanda de lechuga y Hortalizas		Oferta de lechugas y Hortalizas		Demanda insatisfecha
		Tn/año	Kg/Año	Tn/Año	Kg/Año	Tn/Año
1	2024	9,365	9,365,096	5,606.46	5,606,460.41	3,758.64
2	2025	9,451	9,450,633	5,687.47	5,687,473.763	3,763.16
3	2026	9,533	9,533,454	5,769.66	5,769,657.759	3,763.80
4	2027	9,614	9,614,122	5,853.03	5,853,029.314	3,761.09
5	2028	9,767	9,766,563	5,937.61	5,937,605.587	3,828.96

FUENTE: Elaboración con base a datos calculados de tablas de 13 y 14.

Con los datos determinados en el cuadro superior se concluye la existencia de una demanda insatisfecha la cual no está cubierta, las cantidades que no son cubiertas son en su mayoría por consumidores del municipio alteño las cuales demandan los productos de hortalizas de hojas de lechuga del presente proyecto.

3.7. Análisis de precios

Al determinar el precio de nuestro producto se deben de establecer estrategias que diferencie nuestro producto en el mercado al de nuestros directos competidores, para ser competitivos se deben considerar el precio actual que se comercializa en el mercado y de los productos similares, establecer un precio adecuado beneficiara en gran medida a la asociación de productoras Yanapasiñani generando un retorno sostenible y estable con el tiempo.

Con el levantamiento de datos a los principales productores del municipio de sapahaqui se estableció en coste de las lechugas y los factores que intervienen para establecer un precio único.

Tabla 16: Costo unitario de la lechuga.

	Costo unitario de lechuga			
	septiembre	diciembre	marzo	julio
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Lechuga (Bs)	1.5	2	2	2.5

FUENTE: Elaboración con base en datos recopilados en el municipio de sapahaqui.

Al evaluar los precios del mercado en la Ciudad de El Alto los precios establecidos de la lechuga tienen en si una variación dependiente a la temporalidad que se presentan en cada año por lo tanto los parámetros son los que se mencionan a continuación:

Cómo se puede apreciar en la tabla superior se puede llegar a la conclusión de que la producción de lechuga es mayor en las temporadas de otoño e invierno ya que existe

abundante agua para riego además de presentar una alta calidad en los cultivos y el tamaño es el más óptimo que se puede cosechar, más A lo contrario se puede establecer que en la temporada de primavera y verano es menor ya que en este periodo de tiempo se presentan las sequías y aridez en la tierra de cultivo, Escasez de agua para riego ya que es un problema que se agrava cada vez más por cada año que pasa, ocasionando una mínima producción de calidad y aumentando de los precios en el mercado ya que los costos de producción aumentan, El análisis de las dos temporadas de producción en el municipio fueron realizados de acuerdo a las consideraciones medioambientales que se presentan en la región y entrevista a los principales productores de lechuga.

3.7.1. Fijación de precios

Teniendo en cuenta el análisis de mercado y los parámetros que intervienen al momento de establecer los costos en la producción de una lechuga procedemos a la fijación del precio que se mostrara en el mercado.

En términos descriptivos la fijación de precio hace referencia en determinar un precio único considerando el movimiento y las características del mercado, se considera tener en cuenta los costos presentes del producto final para obtener un margen de utilidad, Por tanto, la fijación del precio se lo realizará correspondientemente en el análisis financiero para tener un precio adecuado donde se analicen los costos de producción que intervienen en la producción de lechuga.

la estrategia que se debe emplear al momento de la fijación de precios es la siguiente:

- Minimizar los costos de producción que intervendrán en el proceso productivo con el fin de tener en precio de venta a largo plazo de forma permanente beneficiando al consumidor final.

3.8. Análisis de comercialización

Para el análisis de comercialización se toman en cuenta los siguientes puntos:

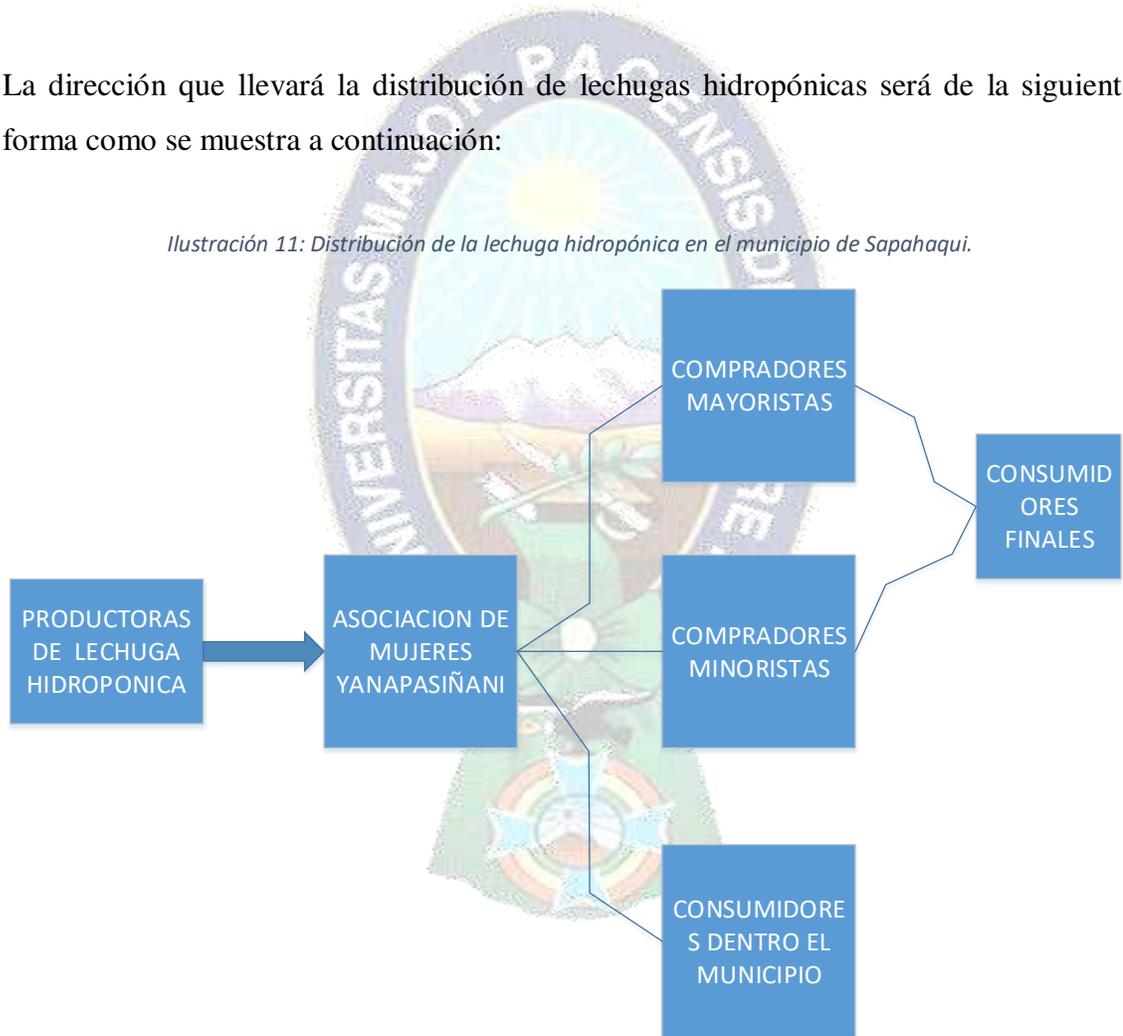
- Si bien es bueno mencionar que la actividad económica de la agricultura del municipio de Sapahaqui es intensiva que va en crecimiento y a la vez genera una adopción de los productos agrícolas en las regiones de Oruro, en la ciudad de La Paz y en distritos lejanos de la urbe alteña el cual va incrementando las posibilidades de mayor demanda de las hortalizas de lechuga donde la adopción del producto está más que aseguradas.
- La actividad económica de la agricultura que realiza el municipio de Sapahaqui tienen mayor demanda y sus productos están destinadas a la ciudad de El Alto, donde estas son aprovechadas en días de feria las cuales son los martes y viernes, se aprovecha al máximo para mostrar la variedad de productos que se producen en el municipio, también existe un aumento de parte de organización de las cuales promueven la comercialización de productos, Es importante mencionar que gracias a estas ferias que se realizan se puede incorporar las lechugas hidropónicas como una nueva forma de producción sana, natural y amigable con el medio ambiente y sus beneficio en el cultivo de ahorro de agua.
- Sí bien la producción de lechugas se las realiza en algunas comunidades determinadas, se pretende incorporar la producción de lechugas hidropónicas a varias comunidades donde presentan problemas con la escases de agua en temporadas de sequía por lo tanto la nueva forma de innovación es un sistema que apoyara y beneficiaria varios sectores y comunidades, Está distribución de la producción de lechugas hidropónicas se la realizará internamente dentro de la Organización de mujeres fruticultoras Yanapasñani a cargo de los representantes de la asociación. Incentivando a la producción en todas las regiones del municipio como un método de cultivo nuevo y sofisticado al tradicional.
- Una vez que se tengas las lechugas cosechadas se pretende que cada invernadero tengas centros de acopio destinadas a recolectar y embolsar las lechugas para su posterior traslado y comercializado.

3.8.1. Medios de comercialización y distribución del producto

Entre las prioridades que se tendrán dentro del municipio son que las productoras tengan acceso a la Hortalizas de lechuga para ser vendidas en las ferias, la cual estará dirigida y controlada por la organización de mujeres campesinas yanapasiñani.

La dirección que llevará la distribución de lechugas hidropónicas será de la siguiente forma como se muestra a continuación:

Ilustración 11: Distribución de la lechuga hidropónica en el municipio de Sapahaqui.



FUENTE: Elaboración con base a datos recopilados de productores de lechugas.

Entre los compradores potenciales que adquirirán las lechugas hidropónicas se dará mayor prioridad a los compradores mayoristas que estos realizan la compra en volúmenes altos, para los compradores minoristas se los venderán directamente en las ferias de la ciudad y

en los puntos de acopio establecidos, al ser un producto de fácil manejo la distribución será de forma rápida y directa.

La comercialización para los minoristas se la realizará llevando directamente el producto a las ferias del lunes y martes en la ciudad de el alto mientras que a los mayoristas se les ofrecerá en el municipio de sapahaqui en los puntos de acopio y entrega directa previa coordinación de transporte y formas de pago anticipados.

La asociación de mujeres Fruticultoras Yanapasiñani se encargará de la venta y tendrán la tarea de promover la nueva forma de producción hidropónica de lechuga en el municipio de Sapahaqui a todos los compradores mayoristas y minoristas.

Se realizará la difusión informativa a las productoras de las lechugas hidropónicas con medios visuales, apoyándose en entrevistas televisivas, redes sociales y creación de videos educativos sobre la temática de hidroponía y una nueva forma de cultivo alternativo ante la escasez de agua.

Se dará prioridad a la enseñanza de la nueva forma de producción hidropónica a toda la asociación, dando prioridad a las nuevas formas de cultivos hidropónicos tecnológicos y los beneficios que tienen al incorporar dicho proceso de cultivo sin suelo, y las ventajas y comparativos que tiene en el consumo de agua en un sistema tradicional y un sistema hidropónico.

3.9. Conclusiones del estudio de mercado

Con el estudio de mercado se pudo determinar que la producción de hortalizas de hoja en el municipio de Sapahaqui no satisfacen la demanda existente en el municipio de el alto, por tanto, se puede implementar nuevas formas de producción de hortalizas de hoja de lechuga.

Si bien la producción dentro del municipio de sapahaqui es intensiva aún existe una demanda insatisfecha que no es cubierta para el mercado Alteño y que no cuentan con estrategias nuevas de producción ya que éstas están amenazadas por los fenómenos medioambientales como los escasos de agua y sequías más largas que ponen en riesgo la producción de cultivos a largo plazo.

Las rutas de comercialización son de fácil comprensión al ser rápidos y sencillos los compradores mayoristas tendrán una mayor prioridad al momento de adquirir los productos y también se organizarán las formas de distribución y venta de las hortalizas de lechuga dentro de la directiva de la asociación a los compradores minoristas.

Al tener un nuevo sistema de producción hidropónico de lechugas con un medio sofisticado no se presentará competitividad ya que en ninguna parte de las poblaciones dentro del municipio se realizan dicha actividad, Se dará mayor énfasis a la solución que aporta la incorporación de un nuevo sistema de cultivo hidropónico la cual en mayor medida solucionará la escasez de agua para riego, reducida el espacio de cultivo por ser tipo triangular tipo A, la cual aportará con beneficios al momento de ponerlo en operación.

Con los datos obtenidos de la demanda se realizará el diseño de los sistemas hidropónicos en los invernaderos que cuenta la asociación, Se debe dar a conocer que el proyecto tiene como finalidad realizar un diseño de un sistema de cultivo hidropónico que soluciones en gran medida la escasez de agua en el municipio con el ahorro del mismo y el aumento en la producción de hortalizas de lechuga con conocimientos de cultivo por parte de los integrantes de la organización.

CAPITULO IV: INGENIERÍA DE PROYECTO

4.1. La ingeniería de proyecto

La ingeniería de proyecto está orientada en la utilización de herramientas con el fin de lograr objetivos en un periodo de tiempo determinado, con el desarrollo de un nuevo sistema de producción hidropónica se espera lograr un mayor aprovechamiento de los recintos de cultivo que son los invernaderos, aumentando la producción y mejorando en gran medida las nuevas formas de cultivo tecnificado en el municipio de Sapahaqui.

En el presente capítulo se establecerá los parámetros principales para la realización de cultivos de hortalizas de hojas hidropónicas en los invernaderos pertenecientes a la asociación.

4.1.1. Datos recopilados para el proyecto

La hidroponía en nuestra actualidad va tomando mayor relevancia por la importancia que representa la utilización de métodos tecnificados en nuestra actualidad, si bien existen ya métodos alternativos de cultivo y manejo adecuado para riego, se debe considerar que el método hidropónico está más enfocado en temas que solucionan problemas existentes en la agricultura tradicional como es el espacio, calidad del producto y ahorro de agua.

la información que existe en nuestra actualidad es basta y está enfocada en simplificar y mejorar notablemente los nuevos métodos de cultivos ahora bien durante el proceso de elaboración del proyecto Se realizaron investigaciones a través de cursos virtuales teóricos en donde se profundizó el tema de la hidroponía complementándose también con materiales bibliográficos, manuales y videos tutoriales para dicho fin.

La información obtenida de fuentes secundarias beneficio en gran medida al desarrollo del proyecto, con las entrevistas respectivas a productoras de hortalizas en el municipio

como también a los miembros productores a cargo de la organización brindando una fuente enriquecedora de información para el proceso productivo.

4.1.2. Determinación de la tecnología

Es importante mencionar la determinación de la tecnología a seleccionar por lo cual se describirán las ventajas y desventajas del sistema de producción hidropónico.

Ventajas.

- La utilización de agua es mínima generando un ahorro en su consumo durante todo el proceso por su método de recirculación continua.
- El suministro de nutrientes es necesario gracias a la película nutrientes de este método proporcionando un balance adecuado de aire, agua y nutrientes.
- Mayor densidad de población por metro cuadrado y mayor rendimiento gracias al control y corrección de factores como el pH y deficiencias de nutricionales.
- Al tener un ambiente controlado se logra un rendimiento óptimo previniendo vientos granizadas, altas y bajas temperaturas, riesgo de sequías, reducción de la contaminación ambiental y las erosiones de la tierra.
- Se pueden obtener productos de calidad donde la producción se la lleva de forma uniforme y desarrollo en un mismo periodo, el control y supervisión de mano de obra es menor.

- Al ser la estructura del sistema hidropónico de forma triangular se optimiza al máximo el espacio de cultivo aumentando la cantidad de plantas por metro cuadrado.

Desventajas.

- En necesario tener conocimientos técnicos en el manejo del sistema tanto como químicos, mecánicos y agronómicos.
- El costo de inversión en un principio es elevado sumándose el mantenimiento adecuado que se debe de realizar antes de ponerlo en funcionamiento nuevamente.
- Los parámetros de preparado de nutrientes son diferentes para cada planta y la mezcla de las soluciones nutritivas varias de acuerdo a diferentes tipos de combinaciones.

La determinación de la tecnología a usar es el sistema hidropónico NFT (técnica de película de nutrientes) considerando que este método es adecuado para los invernaderos pertenecientes de la Organización de mujeres campesinas fruticultoras Yanapasiñani.

4.1.2.1. Materia prima

Semilla.

La selección de las semillas para una óptima producción durante todo el proceso productivo es muy importante, por lo tanto, se deben de considerar aspectos importantes como el aprovisionamiento de las semillas certificadas, se deben de elegir a los proveedores que proporcionen semillas certificadas de muy buena calidad, para el proyecto se seleccionó a la empresa que proporcionará las semillas AGROMUNDO, con su presentación de semillas peletizadas de SEMILLAS LENTON.

Se debe contar con un control adecuado al momento de la selección de las semillas peletizadas, se deben de observar y verificar que estas no hayan sido sometidas o tratadas con insecticidas o fungicidas ya que afectará en su desarrollo presentando enfermedades que serían difíciles de controlar.

Verificar que la fecha de vencimiento no pase de los rangos establecidos ya que no se daría una germinación adecuada e incluso una producción de muy bajo rendimiento afectado a la producción final con cultivos deficientes y no uniformes.

Nutrientes.

Durante todo el proceso y crecimiento y desarrollo de los cultivos de hortalizas un factor importante a considerar son los nutrientes a utilizar y su correcta mezcla para cada planta a producir, existen diferentes variedades de mezclas de soluciones donde estas varían de acuerdo al lugar a la región o ubicación donde se van a producir tanto en lugares fríos cálidos y calurosos que son altiplanos, Valles y Llanos.

También se debe tener en cuenta que si algunos elementos nutritivos se pueden encontrar en determinadas ciudades o países la cual varía la composición para cada región, por tanto tener un contexto general de qué cuál es la mezcla exacta es importante teniendo un parámetro constante de utilización y adaptarlo al medio que nos encontramos de acuerdo a la Características medioambientales de lugar.

para el presente proyecto se contará con las características requeridas de usabilidad para la mezcla de los nutrientes para un óptimo crecimiento, se verificó las cantidades requeridas necesarias para un aprovechamiento máximo de nutrición de las plantas de hortalizas

Considerando que la composición de las soluciones nutritivas constan de los elementos principales que absorben como es el aire y el agua que está compuesto de Carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O) estos extraen de diferente grado de intensidad los siguientes elementos como mencionamos a continuación:

Estas cantidades son necesariamente requeridas por las plantas y se caracterizan por ser en gran medida entre ellas está en el Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), entre las intermedias están el Azufre (S), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) y en muy pequeñas cantidades donde son elementos menores están el Hierro (Fe), manganeso (Mn), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Boro (B) y Molibdeno (Mo).

También se consideran aquellas que no son indispensables para su vida como son el Cloro (Cl), Sodio (Na) y el Silicio (Si) también están las que están de forma innecesaria para las plantas, pero son necesarias para el consumo de los animales las cuales están el Cobalto (Co) y el yodo (I).

Es importante mencionar que al suministrar los elementos mencionados anteriormente de forma proporcional inadecuada pueden resultar tóxicas para las plantas.

para un mayor entendimiento se explora las características de los nutrientes en el **punto 2.5.4. en el Capítulo 2.**

4.1.3. Descripción del proceso productivo

Para la realización de proceso productivo es necesario primero establecer las áreas de cultivo y en qué condiciones se encuentran, para ello se cuenta con **20 invernaderos** pertenecientes a la asociación de mujeres Campesinas que se encuentran distribuidas en varios cantones dentro del municipio de Sapahaqui, según entrevista realizadas a las productoras estas obras fueron construidas e introducidas por la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) para un desarrollo productivo de la región entregándose y dándole uso para cultivos de hortalizas a partir del año 2017.

El dimensionamiento de los invernaderos está dada por una área de $75 m^2$ cada uno considerando que estas se encuentran en óptimas condiciones de usabilidad, en algunos invernaderos no se presentaron cultivos de ningún tipo estando vacíos.

Consideraciones presentes en los invernaderos.

- Las construcciones de los invernaderos se los realizo para que estas tengan una adecuada ventilación de aire, tomando en cuenta que están orientadas en posiciones favorables a una circulación de vientos dominantes para una renovación adecuada para que tengan un ambiente fresco.
- Los invernaderos al ser de tipo túnel aseguran que las hortalizas estén expuestos a lo luz solar sin la limitante de que exista áreas de sombra que desfavorezca a su desarrollo y crecimiento de las hortalizas.

Una vez establecidos el diseño del sistema se procederá al armado de "sistema hidropónico NFT tipo triangular" dentro de los invernaderos, una vez realizando la respectiva prueba de funcionamiento se procederá con el proceso productivo de hortalizas hidropónicas.

Una vez establecidas las características básicas del área de cultivo se establecerá el proceso de producción de hortalizas hidropónicas de una variedad de hortalizas:

4.1.3.1. Selección y control del estado de las semillas

Clasificar y controlar el estado en que se encuentran las semillas de hortalizas es fundamental para asegurar una buena germinación y una cosecha saludable aun siendo que estas estén certificadas realizando pruebas de pre germinación

Inicialmente se someten las semillas a una prueba de pre germinación donde se seleccionan una cantidad que será la muestra de cultivo donde tendrá la finalidad de determinar la calidad y el rendimiento de las semillas, se debe controlar que las semillas sean uniformes en tamaño y color, y no deben presentar signos de moho o manchas estando en condiciones óptimas.

La prueba de pre geminación consta de seleccionar de 10-20 semillas y colócalas entre dos hojas de papel húmedo, posteriormente coloca el papel en una bolsa de plástico para mantener la humedad.

Mantener las semillas en un lugar cálido que no estén expuestas a la luz solar directa con una temperatura aproximada de 20-25°C para luego revisarlas después de 4 a 5 días.

Si cumplen con el requerimiento de rendimiento de al menos el 70-80% de las semillas germinadas el lote es aceptada y se procede a usarlas para el cultivo hidropónico, de lo contrario si no cumple esos parámetros de rendimiento se procese a cambiar las semillas.

4.1.3.2. Siembra en Almacigos

Una vez realizada las pruebas de pre germinación con resultados satisfactorios se procede a la siembra en las almacigueras, para esta fase se procede a la siembra en las almacigueras ya teniendo las semillas de lechugas preparadas para lo cual se usará materiales de espuma (esponja) de poliuretano por su capacidad de absorción y retención de la humedad.

Las dimensiones de la espuma a emplearse son de 2 cm de espesor, en una área de 2 cm^2 de separación uniforme en la esponja debe realizar un orificio en su parte central de 3mm de diámetro con una profundidad de 1 cm. es importante humedecer la esponja con agua para posteriormente realizar la introducción de las semillas en los orificios (1 semilla/ 1 orificio), las dimensiones de la espuma a usar puede ser variable ya que esta debe estar en función al tamaño del recipiente o bandeja a utilizar.

Una vez comenzada la siembra de las semillas se procede a esperar 5 días para su germinación obteniéndose un brote con las primeras hojas de la plántula, estos deben de estar en un espacio preferiblemente obscuro lejos de la explosión de la luz solar.

El riego durante la germinación de las semillas es vital para un desarrollo óptimo por lo cual a partir del día 6, se pasas a las camas de maternidad donde se comienza con el riego de forma que sea con un 50 % de agua y un 50 % de solución nutritiva preparada, este procedimiento se realizará hasta el día 10 donde se podrá observar el crecimiento de las hojas a un tamaño promedio de 7 a 10 cm.

Una vez cumplido el periodo de tiempo fijado de las plántulas de lechuga se procede al trasplante al sistema hidropónico NFT tipo triangular.

4.1.3.3. Características del agua a usar en el proceso de cultivo

Medir la calidad de agua para preparar una solución nutritiva en hidroponía es crucial para asegurar el crecimiento saludable de las plantas de hortalizas, por lo que antes de la preparación de la solución nutritiva se requiere realizar pruebas de validación de su uso.

Teniendo en cuenta las características de: La escasez de agua en periodos de sequía, La fluctuación de contenido de algunos elementos en el agua, el grado de salinidad de mismo que afectaría los conductos del sistema hidropónico por su cristalización y dificultaría en la formulación de la solución nutritiva, se optara por el método práctico para el proyecto que es el uso de agua de consumo potable la cual se empleara en mínimas cantidades por su método de recirculación de agua del sistema hidropónico que se emplea en mucho menor cantidad a diferencia de un sistema de cultivo tradicional.

Se deben de considerar las siguientes especificaciones citadas a continuación:

El agua a emplear en el cultivo hidropónico debe de contener ciertos parámetros de usabilidad para tener un máximo de aprovechamiento durante todo el proceso de producción y realizar una mezcla adecuada de la solución nutritiva, para este fin se mencionarán los parámetros a emplearse:

Tabla 17: Rangos óptimos para nutrientes de lechuga.

Elementos de medición	Rangos óptimos para nutrientes
Potencial de hidrogeno (pH)	5.5 - 6.5
Conductividad eléctrica (CE)	(1.8 - 2.3) mS/cm
Total de solidos disueltos(TDS)	(600 - 900) ppm
Dureza del Agua	(100 - 150) mg CaCO3/litro
Temperatura del Agua	(18 - 24) °C

FUENTE: Elaboración con base en datos recopilados de cursos de hidroponía.

Las sales minerales en el agua son un parámetro a controlar en caso de un exceso de debe realizar un análisis minucioso en laboratorio, para su posterior balance y estabilización en la solución nutritiva para un desarrollo adecuado de las hortalizas.

4.1.3.4. Preparación de la solución nutritiva

Al ya tener establecido los requerimientos necesarios en la medición de agua sin los elementos nutritivos se procede a preparar la solución nutritiva a utilizar, para esto en necesario la preparación de tres soluciones concentradas, soluciones concentradas A, B y C, que estas se describen en mayor detalle en **(Anexo 1)**.

Se deben de considerar que estas deben de estas sometidas a controles programados.

Entre las mediciones que se deben de realizar de forma continua son el pH y la CE (conductividad eléctrica) para mantener valores estables durante el proceso de cultivo en el sistema hidropónico se deben de tomar en cuenta los siguientes parámetros:

Monitoreo del pH.

Si el pH es demasiado alto se debe añadir un ácido como como el ácido fosfórico para bajarlo el nivel, Si el pH es demasiado bajo se debe añadir una base como hidróxido de potasio para aumentarlo.

Monitoreo de CE (Conductividad eléctrica) y TDS (Total de solidos disueltos).

Si la CE o los TDS son demasiado bajos, añadir más nutrientes a la solución, Si la CE o los TDS son demasiado altos, diluye a la solución con agua pura hasta alcanzar los niveles deseados.

Monitoreo regular.

- **Frecuencia:** Realiza estas mediciones regularmente, al menos una vez o dos por semana, para mantener las condiciones óptimas.

- **Registro:** Llevar un registro de todas las mediciones y ajustes realizados para identificar patrones y ajustar prácticas de manejo según sea necesario.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente se podrá mantener la calidad del agua y la solución nutritiva adecuadas para el cultivo hidropónico de lechuga, asegurando un crecimiento saludable y una buena producción realizando de forma repetitiva durante todo el cultivo.

4.1.3.5. Trasplante de las plántulas al sistema hidropónico NFT

El trasplante de plántulas de lechuga a un sistema hidropónico NFT tipo triangular requiere mucho cuidado y precisión para asegurar que las plantas se establezcan bien y crezcan de manera saludable.

Para el trasplante final de las camas de maternidad al sistema hidropónico se procede a retirar las plántulas con cuidado y colocarlos en el medio de soporte preparado después a partir de día 11, se inserta las plántulas en los recipientes de plástico o canastillas de 5 cm de diámetro, estas aseguraran de que las raíces estén bien colocadas y que la planta esté estable.

En trasplante de las plantines a los canales del sistema hidropónico NFT consta de colocar las plántulas en los agujeros o ranuras de las canaletas del sistema hidropónico. Las raíces deben estar en contacto con la película nutriente delgada de la solución nutritiva que fluye por las canaletas. Se deben de tener en cuenta los siguientes monitorios:

- Asegurarse de que la solución nutritiva fluya adecuadamente y que todas las raíces de las plántulas estén en contacto con la solución nutritiva a un caudal constante de 1 ½ lt/min
- Ajustar y revisar que el pH y CE estén en los parámetros establecidos anteriormente para un funcionamiento en los rangos adecuados.

Durante el proceso de cultivo se deben de tener en cuenta con los siguientes puntos:

- Asegúrese de que la bomba funcione correctamente y que la solución nutritiva esté bien oxigenada, Una buena oxigenación mejora la absorción de nutrientes.
- Revisar regularmente las lechugas para detectar signos de estrés, enfermedades o deficiencias de nutrientes y ajustar la solución nutritiva según sea necesario.
- Mantén una buena iluminación solar y controla la temperatura del ambiente teniendo una buena ventilación de aire, para el crecimiento óptimo de la lechuga.

4.1.3.6. Proceso de cosecha final

La cosecha final de las lechugas se las realiza después de los 30 a 35 días, luego de que esta fue trasplantada, también se puede realizar la cosecha de acuerdo al tamaño de la misma esto se realizara según la experiencia del agricultor.

Se debe de retirar con cuidado las lechugas del sistema sacándolos con cuidado de las canastillas y colocarlos preferiblemente en cajones plásticos evitando que estas estén compactadas una de la otra ya que ocasionaría daños a las hojas (las canastillas se pueden reutilizar previa limpieza y desinfección para un nuevo cultivo).

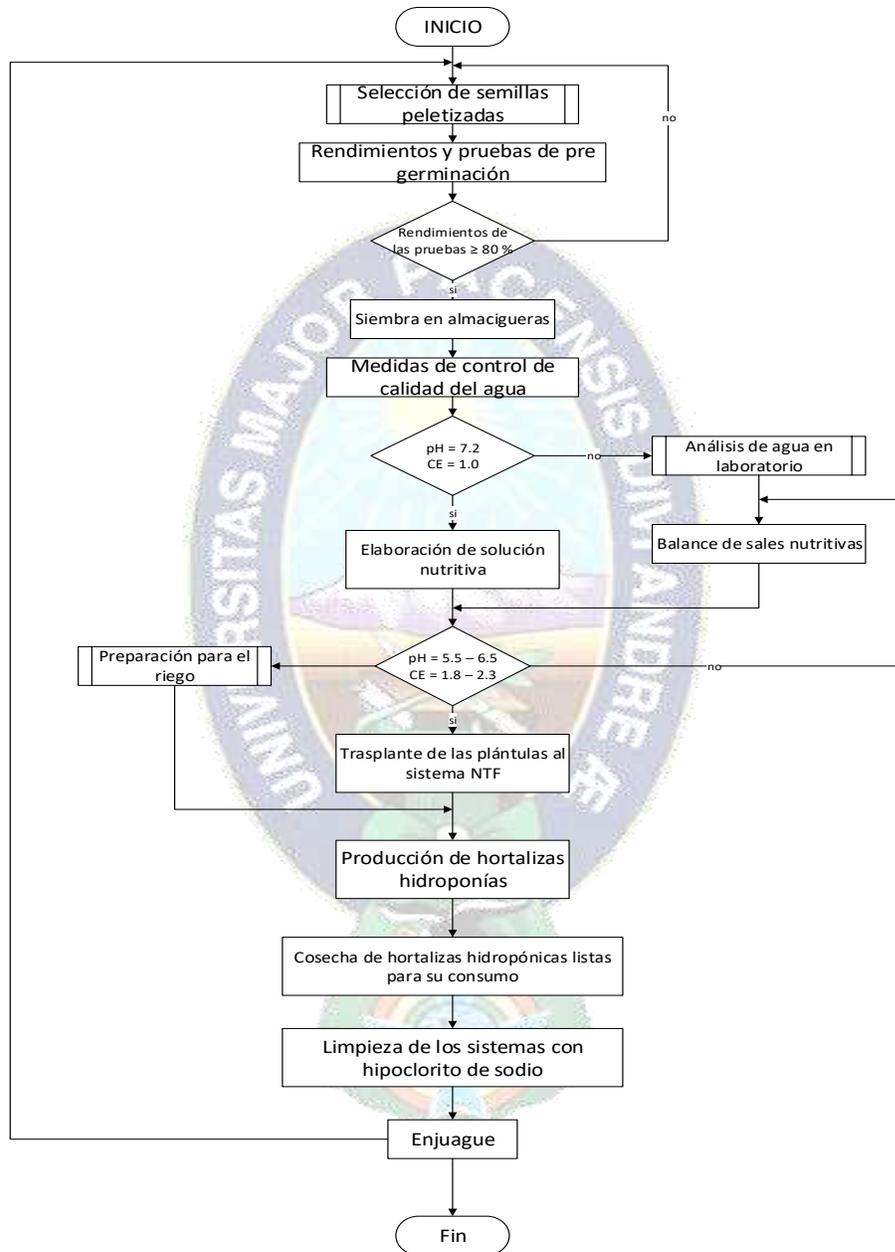
Es recomendable cortar las raíces y parte del tallo de la lechuga como también extraer las hojas secas o marchitas que puedan estar presentes, para su posterior acomodo en un cajón y trasportarlas a un almacén con un ambiente fresco y cómodo.

Es conveniente tener un registro del producto final y los resultados de la producción mencionando las variables de peso, cantidad y la calidad de las mismas.

4.1.4. Flujograma de procesos de producción

Con lo mencionando anteriormente se muestra el diagrama de procesos de la producción:

Ilustración 12: Diagrama de proceso de producción de lechugas hidropónicas



FUENTE: Elaboración con base a datos recopilado mediante cursos de hidroponía.

4.2. Materiales y equipos

Diseñar y montar un sistema hidropónico NFT tipo trianular requiere una cuidadosa selección de equipos y materiales para asegurar un funcionamiento eficiente y un crecimiento óptimo de las plantas de hortalizas de hoja.

Las consideraciones necesarias para los equipos y materiales se la realicen para un invernadero para luego replicar para todos los 20 restantes en las diferentes comunidades dentro del municipio de sapahaqui, donde existen los invernaderos pertenecientes a la “organización campesina de mujeres yanapasiñani”, teniendo en cuenta que en cada invernadero se instalaras 2 sistemas hidropónicos por las dimensiones del ambiente y con las mismas características.

A continuación, se describirán los componentes esenciales y las consideraciones para seleccionar los equipos y materiales adecuados para el sistema hidropónico.

Sistema hidropónico NFT: Para este método los requerimientos son los siguientes componentes:

- Canales de cultivos de material de plástico (Tubos PVC de 3”).
- Mangueras de distribución de solución nutritiva (Manguera de ½”).
- Tanque colector de solución nutritiva (Plástico PVC de 5000 lt.).
- Tubería colectora (tubos de PVC de 2”).
- Tubería de suministro (Tubos de PVC 1 ½”).
- Mangueras de retorno (Manguera flexible de 1”).
- Tapas de cierre para ambos extremos (PVC de 3”).
- Electrobomba de impulso (Cap. De 0.5 HP).
- Espuma para las almacigueras (Densidad de 10- 20 kg/m³).
- Canastillas o vasos de plástico (Plástico de 120 ml).
- Recipiente plano para almacigueras (Bandejas de plástico).
- Estructura de soporte tipo triangular de acero (Barra angular de ¾”).
- Pegamento para PVC.

- Camas de maternidad hechas de madera de (5 x 1) m.

Instrumentos y Equipos de medición.

- Medidor de pH metro digital (0.00 – 14.00).
- Medidor de conductividad eléctrica CE.
- Balanza de precisión (gr. Gramos).
- Recipientes de medición de líquidos (Jarras de 2 – 5 l.).
- Flexómetro de medición.
- Taladro y broca de perforación para tubos.

4.3. Requerimiento de energía

La utilización de energía eléctrica es necesario en varios ámbitos cotidianos, los invernaderos presentan suministro de energía para su iluminación, es imprescindible su utilización para el funcionamiento de distintos equipos como es el caso de la electrobomba que está encargada de impulsar la solución nutritiva hacia los canales de alimentación.

La empresa encargada de suministrar la energía eléctrica en todo el municipio es **DELAPAZ** la cual está en todas las regiones de la ciudad del departamento de la paz.

Sistema Hidropónico NFT Tipo triangular.

La electrobomba. Para el sistema se utilizará una electrobomba con una potencia de ½ HP. Para fines de cálculo la potencia del equipo es de 0.368 kW. Donde (**1 HP = 0.746 kW**).

El suministro de la solución nutritiva se la realiza de la siguiente manera durante el día y la noche:

Circulación de solución durante el Día

La electrobomba se activará por el controlador automatizado desde las 6:00 a.m. hasta las 18:00 p.m., durante las 12 hr la solución nutritiva circulará cada 10 min y 20 min estará

apagada, para ello se consideran 24 ciclos de 10 min de funcionamiento de la electrobomba.

$$\text{Horas de funcionamiento} = 24 \text{ ciclos} * \frac{10 \text{ min}}{1 \text{ ciclo}} * \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} = 4 \text{ hr}$$

Circulación de solución durante la Noche

La electrobomba se activará por el controlador automatizado desde las 18:00 p.m. hasta las 6:00 a.m., durante las 12 hr la solución nutritiva circulará cada 15 min y 90 min estará apagada, para ello se consideran 7 ciclos de 10 min de funcionamiento de la electrobomba.

$$\text{Horas de funcionamiento} = 7 \text{ ciclos} * \frac{15 \text{ min}}{1 \text{ ciclo}} * \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} = 1.75 \text{ hr}$$

Donde el tiempo total de funcionamiento de la electrobomba es de **5.75 hr en un día**.

$$0.368 \text{ kW} * \frac{5.75 \text{ hr}}{1 \text{ dia}} = 2.116 \frac{\text{kW hr}}{\text{dia}}$$

Al haber 2 sistemas hidropónicos con las mismas características dentro del invernadero el consumo de energía será el doble, es decir **4.232 $\frac{\text{kW hr}}{\text{dia}}$** equivalente a **126.96 $\frac{\text{kW hr}}{\text{mes}}$**

Teniendo en cuenta que el costo de 1 kW hr es de Bs 0.66, por tanto, en costo mensual es de:

$$\text{Costo de consumo} = 0.66 \frac{\text{Bs}}{\text{kW hr}} * 126.96 \frac{\text{kW hr}}{\text{mes}} = \mathbf{83.79} \frac{\text{Bs}}{\text{mes}}$$

Considerando los 20 invernaderos donde estarán instaladas los 2 sistemas NTF. El costo total de consumo de energía eléctrica equivale a **Bs 1,675.80** al mes.

4.4. Características de la planta de producción

Al momento de realizar la inspección en los invernaderos se pudo verificar que están construidas de un material de bloques de tierra (Adobes) y las carpas están hechas de forma tipo túnel de un material de plástico resistente al sol de color amarillo como se

puede ver en la ilustración cómo está realizado el invernadero donde se instalará los sistemas hidropónicos.

Ilustración 13: Invernaderos de la asociación campesina fruticultoras.



FUENTE: Fotografías tomadas al momento de levantamiento de datos en el Municipio de sapahaqui.

Características técnicas de los invernaderos.

- Las dimensiones que tiene son de largo 15 m y ancho 5 m y de alto 3 m, contando una área total interior de 75 m^2 .
- las temperaturas en el municipio varían en promedio 15°C a 24°C estas son debidas por su geografía montañosa que son una barrera protectora, teniendo masas de aire estables y minimizando los efectos de los vientos fríos, donde las temperaturas optimas de desarrollo de hortalizas oscilan entre los 14°C a los 27°C .

Los espacios dentro del invernadero a utilizar por los sistemas hidropónicos son de acuerdo al tamaño total disponible del invernadero, aprovechando espacios de circulación, utilización para preparaciones y procesos.

Con fines de una mejor ilustración se usó el programador de Sketchup para el diseño de la planta, como podemos apreciar a continuación:

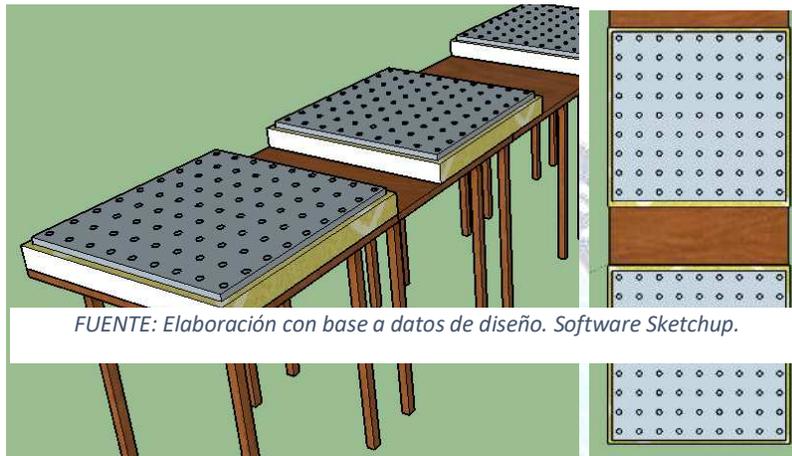
Ilustración 14: Invernadero en el municipio de Sapahaqui, modelado en 3D.



FUENTE: Elaboración propia en base a modelo real, Software Sketchup.

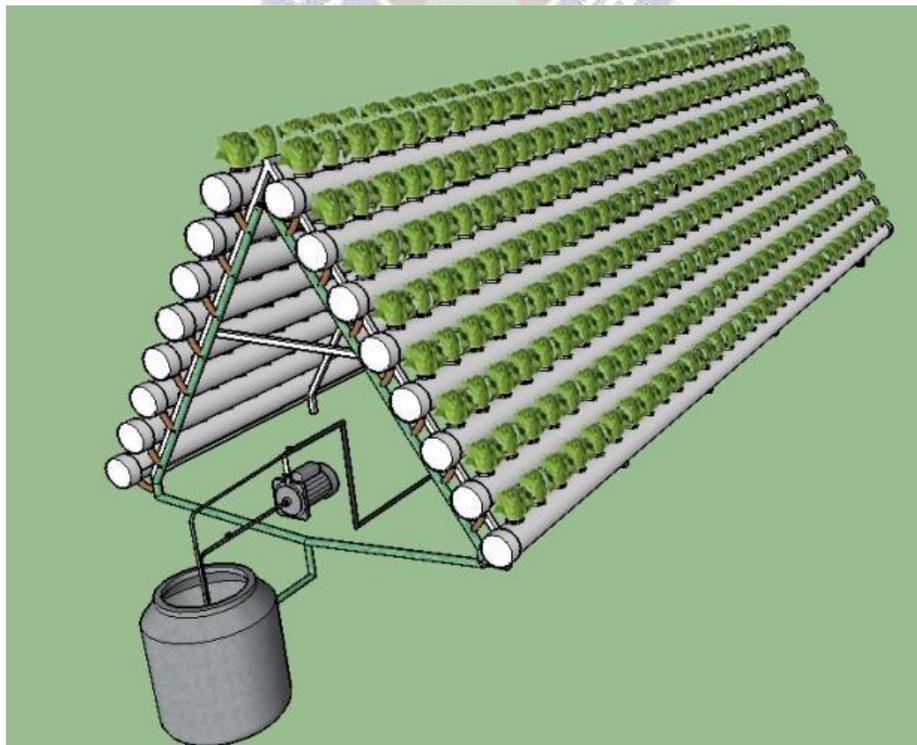
Diseño de almacigueras para semillas de hortalizas de lechuga.

Ilustración 15: Diseño de almacigueras para semillas de hortalizas en los invernaderos.

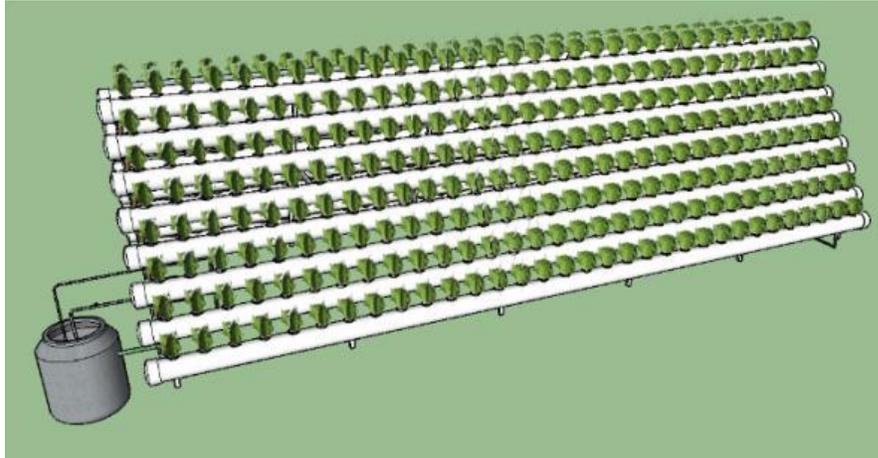


Diseño de sistema hidropónico NTF tipo piramidal.

Ilustración 16: Diseño del sistema hidropónico NTF, tipo triangular para producción de lechuga.

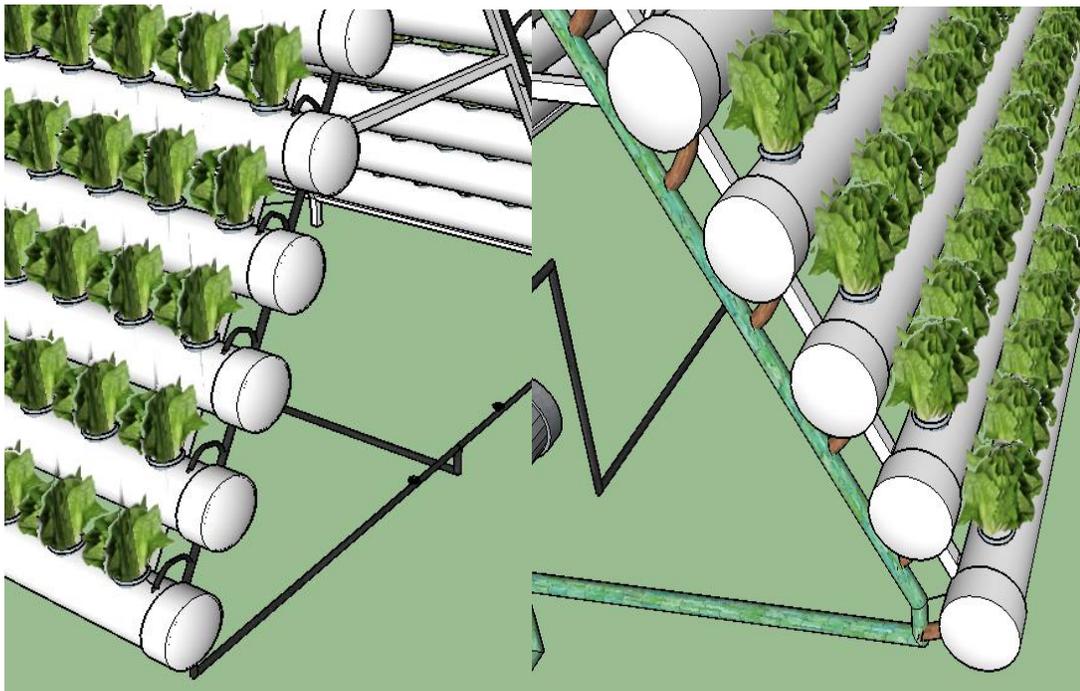


DISEÑO DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO NFT (TÉCNICA DE PELÍCULA DE NUTRIENTES) PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHUGAS COMO UNA ALTERNATIVA DE ACCIÓN ANTE LA ESCASEZ DE AGUA EN EL MUNICIPIO DE SAPAHAQUI.



FUENTE: Elaboración con base a datos de diseño, Software Scketchup.

Ilustración 17: Entradas y salidas del sistema hidropónico para producción de hortalizas de lechuga.

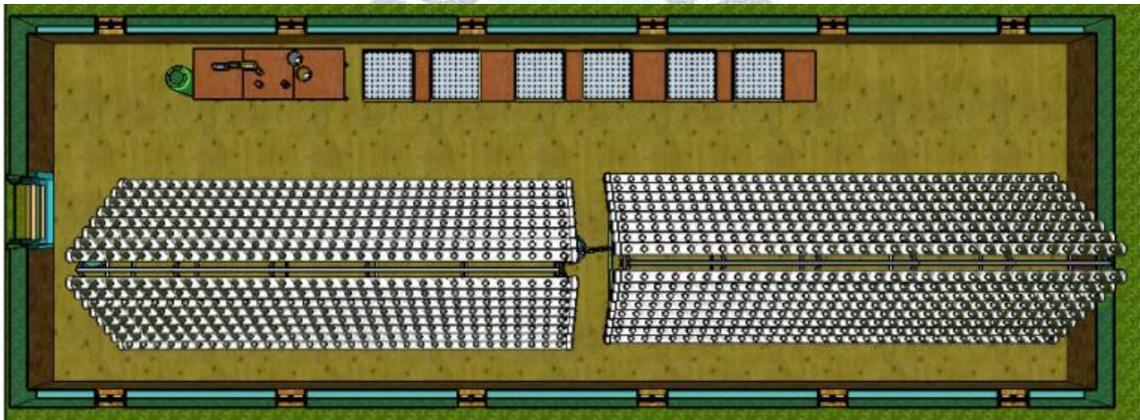


FUENTE: Elaboración con base a datos de diseño, Software Scketchup.

4.4.1. Distribución de la planta

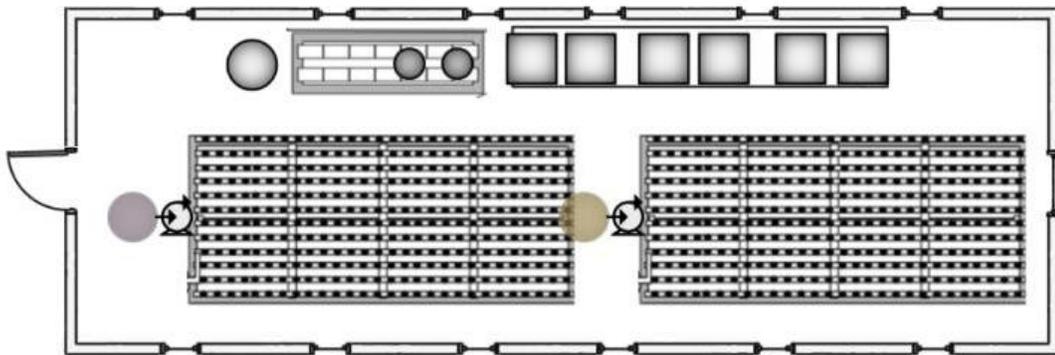
La distribución de la planta se la realizara de acuerdo a parámetros de diseño de acuerdo la Lay Out de la planta, realizado de acuerdo a las dimensiones requeridas del diseño propuesto, se muestra las características de la misma a continuación:

Ilustración 18: Vista superior de sistema hidropónico en los invernaderos de Sapahaqui.



FUENTE: Elaboración con base a datos de diseño, Software Sketchup.

Ilustración 19: Distribución de planta de sistema hidropónico en el invernadero.



FUENTE: Elaboración con base a datos de diseño, software Visio.

Con el diseño elaborado con el software Sketchup se puede dimensionar las áreas requeridas para la instalación del sistema hidropónico como se muestra en el Lay out anterior, el área de mayor disponibilidad estará dada por el sistema hidropónico NFT tipo triangular, que son dos sistemas ubicadas una detrás de otra como se describe a continuación:

- Sistema hidropónico NFT: Considerando 2 sistemas NFT $35.75 m^2$ (2.5 m x 14.3 m).
- Almacigueras de germinación: $4.40 m^2$ (6.28 m x 0.70 m).
- Área de preparación: $1.82 m^2$ (2.60 m x 0.7 m).
- Pasillos de circulación: $15.72 m^2$.

Donde el espacio total utilizado dentro del invernadero será de $57.72 m^2$.

Teniendo en cuenta que la superficie total del invernadero es de $75 m^2$ la superficie restante serán usadas para deposito eventual al momento de la cosecha de las lechugas la cual corresponde a $17.20 m^2$ según parámetros del Layout establecido.

El cultivo seleccionado para el sistema hidropónico NFT será de la variedad de la lechuga crespa, como se mencionó en capítulos anteriores.

4.4.2. Capacidad instalada de la planta

Al realizar la visita y el levantamiento de datos en los invernaderos en el municipio de sapahaqui pertenecientes a la Organización de mujer campesinas Yanapasiñani se pudo verificar que la capacidad actual instalada dentro de los invernaderos era muy mínima e incluso se pudo observar que no se realizaba ningún tipo de cultivo en aprovechamiento de los espacios de los invernaderos, al entrevistar a los comunarios mencionaban de que se debía a aspectos de sequías y la falta de agua para riego para los cultivos.

También un factor muy importante en el cual los ambientes estaban sin ser utilizadas es por el aspecto organizacional de cómo iban a manejar y distribuir los ambientes, también se pudo apreciar que en al algún invernadero presentaban la Tierra salitrosa lo cual nos

hace pensar que este fue antes utilizada y regada y con el tiempo se quedó con esas características del suelo salitroso.

Los invernaderos fueron construidos en el año 2017 tras una donación a la asociación de las cuales se empezaron a poner en funcionamiento a partir del año 2018 unas cuantas cultivando cebollas, lechugas, apios cultivandose en menores cantidades, se pudo apreciar que los ambientes se encuentran en óptimas condiciones para su utilización, al contar con esas condiciones se puede facilitar la instalación de los sistemas hidropónicos NFT dentro de los invernaderos descritos anteriormente.

Con el diseño propuesto existe un entusiasmo dentro de la organización para que se pueda dar un uso adecuado de los ambientes para un fin productivo y que minimice los riesgos de los efectos climatológicos que en este en este caso son la escasez de agua para riego la cual minimizará en gran medida al implementar dicho proyecto.

Teniendo en cuenta los parámetros mencionados anteriormente con la usabilidad de la superficie de instalación del sistema hidropónico se puede determinar la capacidad de instalación de los de un invernadero como se menciona a continuación:

Para la producción de lechugas hidropónicas se tendrá tres etapas que se realizarán de forma secuencial para la producción en el sistema NFT como se describe a continuación:

- La primera etapa consta de la germinación de las plántulas las cuales tendrán un periodo de duración de 5 días en las almacigueras.
- La segunda etapa consiste en el trasplante al área de crecimiento y desarrollo de las plántulas en un periodo de 15 días más, donde en esa etapa se suministra la solución nutritiva de forma continua hasta que estas tengan hojas y preparadas para su trasplante al sistema hidropónico NFT tipo triangular, Se debe priorizar que la cantidad de lechugas en desarrollo deben ser mayor a 1040 unidades listas para el trasplante se debe tener una cantidad de 25 lechugas para los casos en el cual se tenga que reemplazar o cambiar

algunas variaciones y defectos que puedan presentar las lechugas durante el trasplante.

- En la tercera etapa se realiza el trasplante de las lechugas a los tubos de cultivo para los 2 sistemas hidropónicos, la capacidad de cultivo de los dos sistemas es de 1024 unidades de lechugas donde por cada canal se tiene 32 orificios de los 16 tubos de cultivo, finalmente éstas deben estar 15 días más para luego ser cosechadas teniendo un tiempo total de producción de 40 a 45 días, por lo tanto, se tiene las siguientes características mencionar:

Sistema hidropónico NFT tipo triangular.

$$Cant_{lech.} = 16 \text{ Tubos de cultivo} * \frac{32 \text{ lechugas H.}}{1 \text{ Tubos de cultivo}} = 512 \text{ Lechugas H.}$$

Para los dos sistemas hidropónicos la producción total sería de 1024 lechugas H.

Total de lechugas producidas = 1024 lechugas.

Por lo tanto, la producción final será de 1024 lechugas hidropónicas por cada invernadero listas para su comercialización garantizando un abastecimiento de esta cantidad, con este método se reduce al mínimo la pérdida de lechugas por el control y verificación en su crecimiento, teniendo en cuenta que una lechuga en promedio pesa 200 Gramos.

$$Cap_{\text{Instalada}} = 1024 \text{ Lechugas} * \frac{0.200 \text{ Kg}}{1 \text{ Lechuga}} = 204.8 \text{ Kg.}$$

Con el fin de calcular la producción total para los 20 invernaderos en el municipio de Sapahaqui dependientes de la asociación de mujeres campesinas se tendrá la siguiente

cantidad de hortalizas producidas con el sistema hidropónico NFT como se menciona a continuación:

$$Cap_{\text{Instalada Total}} = 204.8 \text{ Kg.} * 20 = 4096 \text{ Kg.}$$

Finalmente, la capacidad de producción de un invernadero es de 204.8 kilogramo con el método de sistema hidropónico NFT Tipo triangular y el tiempo aproximado de abastecimientos de lechugas será de un mes y medio las cuales se dispondrán de lechugas listas para su comercialización y repitiendo los ciclos de producción.

4.4.5. Instalaciones complementarias

Servicios requeridos para funcionamiento.

Agua: En la mayoría de las localidades del municipio de Sapahaqui existe suministro de agua para consumo a través de tanques de almacenamiento de agua potable que son de 5000 litros que son distribuidos por sectores, en algunos sectores de áreas alejadas se capta el agua a través de las vertientes naturales de las montañas para usos domésticos e higiénicos, en periodos de tiempos de lluvias existe la captación de aguas de vertientes provenientes de los nevados montañosos para su utilización.

En la región el aprovechamiento óptimo del agua de Sapahaqui es utilizado para el riego de los cultivos, en la mayoría de los casos no representan un riesgo al momento de realizar el riego en los cultivos, esto varía de acuerdo a diferentes locaciones ya que se ha mencionado que en algunas regiones el grado de salinidad es mayor y estas no pueden ser utilizadas para el riego sumado a que también las empresas mineras contaminan el río poniendo el riesgo a sectores que usan las aguas.

A través de las entrevistas realizadas a las productoras de hortalizas un gran problema crítico es la falta y escasez de agua para riego, la cual persiste ya hace mucho tiempo y se

va a acrecentando más por los cambios climáticos que representa el planeta por cada año que pasa,

Energía eléctrica. Para el funcionamiento del sistema hidropónico es de vital importancia que la electrobomba funcione con suministro de energía eléctrica constante por lo que los invernaderos cuentan con suministro de energía eléctrica para su uso, Con la distribución adecuada se puede suministrar corriente eléctrica a las electrobombas y a los componentes que serán requeridos para el funcionamiento del proceso de producción hidropónica NFT.

4.4.6. Control de plagas en la producción hidropónica NFT

El control adecuado de plagas en un sistema de producción hidropónica dentro de un invernadero es crucial para mantener la salud de las plantas y asegurar una producción eficiente. A continuación, se describen pasos y estrategias para un control de plagas de efectivo:

1. Prevención

Selección de Plantas Sanas: Utilizar semillas o plántulas libres de enfermedades y plagas.

Higiene del Invernadero: Mantener el invernadero limpio, eliminando restos de plantas, hojas muertas y residuos de cultivo.

Uso de Mallas Anti insectos: Instalar mallas en las entradas y ventilaciones para prevenir la entrada de insectos.

Desinfección de Herramientas: Limpiar y desinfectar regularmente las herramientas de cultivo y los equipos de trabajo.

2. Monitoreo.

Inspección Regular: Revisar las plantas y el sistema de cultivo de manera frecuente para detectar temprano cualquier signo de plagas.

Trampas Adhesivas: Colocar trampas adhesivas de colores (amarillas y azules) para monitorear la presencia de insectos voladores.

Registro de Plagas: Mantener un registro de las plagas encontradas y su frecuencia para identificar patrones y determinar el mejor enfoque de control.

3. Control Biológico.

Introducción de Depredadores Naturales: Utilizar insectos benéficos como mariquitas, crisopas y ácaros depredadores para controlar poblaciones de plagas.

Microorganismos Benéficos: Aplicar hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* o *Metarhizium anisopliae* que infectan y matan a ciertos insectos.

4. Control Físico y Mecánico.

Barreras Físicas: Utilizar barreras físicas para impedir el acceso de plagas a las plantas.

Lavado de Plantas: En algunos casos, lavar las hojas con agua puede ayudar a eliminar insectos pequeños como áfidos.

Aspiración de Plagas: Usar aspiradoras portátiles para eliminar insectos de las plantas.

5. Control Químico.

Pesticidas Orgánicos: Emplear pesticidas de origen natural, como el aceite de repelentes o jabones insecticidas, que son menos perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana.

Rotación de Productos Químicos: Si se utilizan pesticidas químicos, alternar entre diferentes tipos para prevenir la resistencia de las plagas.

Aplicación Dirigida: Aplique los productos químicos solo en las áreas afectadas y seguir estrictamente las instrucciones del fabricante.

6. Manejo Integrado de Plagas (MIP).

Estrategia Combinada: Implementar un enfoque integrado que combine métodos preventivos, biológicos, físicos y, cuando sea necesario, químicos.

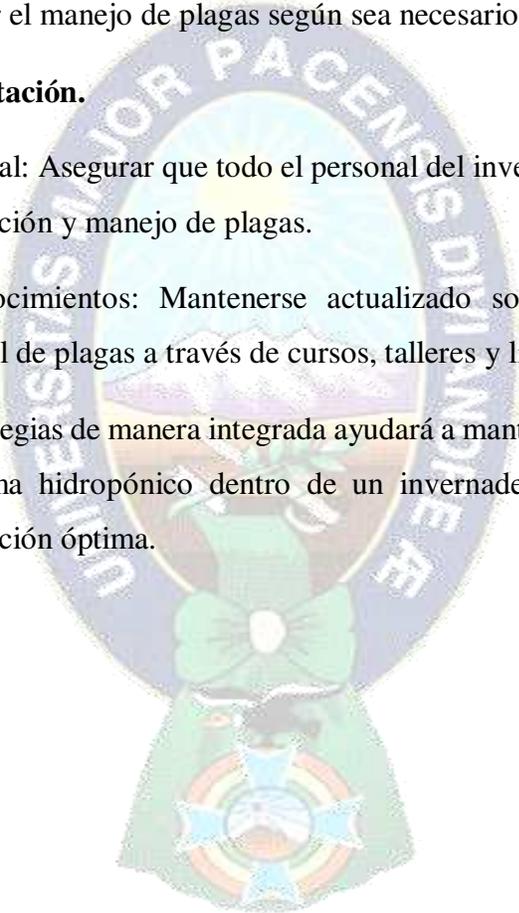
Evaluación Continua: Evaluar continuamente la efectividad de las estrategias implementadas y ajustar el manejo de plagas según sea necesario.

7. Educación y Capacitación.

Capacitación del Personal: Asegurar que todo el personal del invernadero esté capacitado en técnicas de identificación y manejo de plagas.

Actualización de Conocimientos: Mantenerse actualizado sobre nuevas técnicas y productos para el control de plagas a través de cursos, talleres y literatura especializada.

Implementar estas estrategias de manera integrada ayudará a mantener un control efectivo de plagas en un sistema hidropónico dentro de un invernadero, asegurando plantas saludables y una producción óptima.



CAPÍTULO V: ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL Y MANTENIMIENTO

5.1. Organización

Los invernaderos serán de uso exclusivo para la asociación de mujeres fruticultoras Yanpasiñani y estarán distribuidas en diferentes comunidades del municipio de sapahaqui, se requiere un modelo de organización y mantenimiento de acuerdo a los recursos propios de cada comunidad y a la capacidad de las productoras de la asociación, El trabajo de mantenimiento y organización se la realizara de manera conjunta entre los miembros de la asociación con carácter cooperativo, equipos de trabajo seleccionados y capacitados, generando un ambiente equitativo para un bien económico y social.

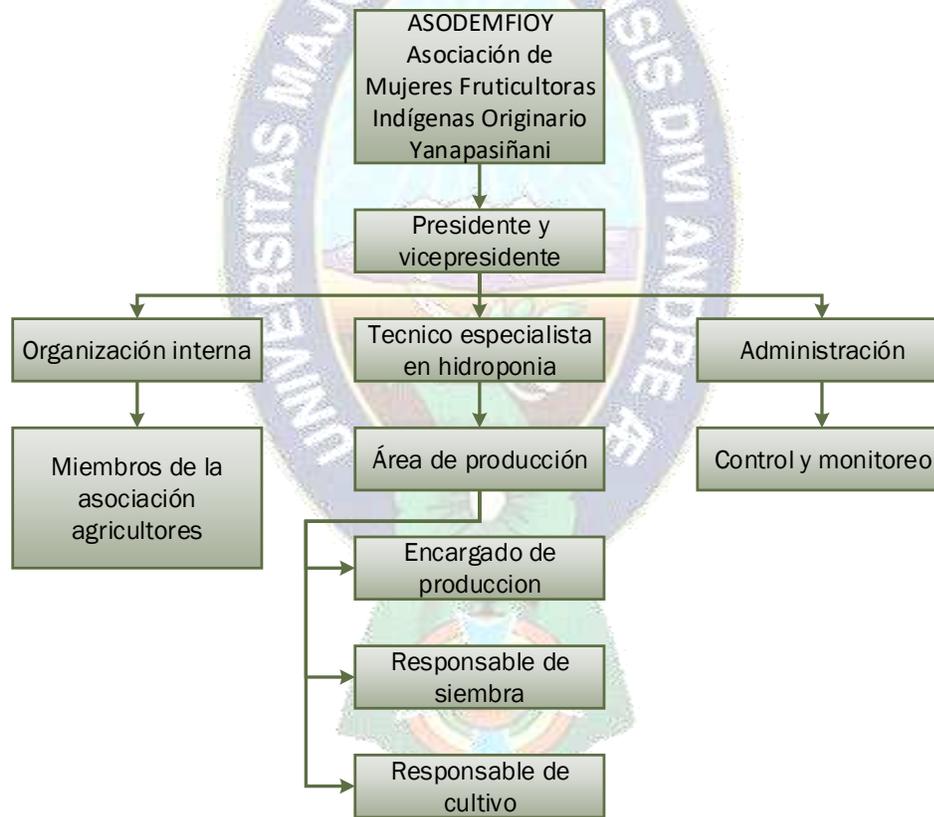
5.2. Entorno Social

Como proyecto de beneficio social que se enfoca en mejorar la producción de los invernaderos y al mismo tiempo ayudará a capacitar a las mujeres adecuadas en nuevas formas de conocimientos de producción, el proyecto tiene un doble impacto positivo, cada uno de los 20 invernaderos tendrá una organización. y un mantenimiento similar para cuidar. los sistemas implementados. En general, la misión de la organización es producir y distribuir de forma controlada lechuga hidropónica para su comercialización. Las ganancias por ventas generadas se utilizarán para compensar los costos de producción, mantenimiento y auto sostenimiento. El objetivo inicial es vender el producto elaborado con una ganancia mínima hasta que se forme un mercado estable, lo que significa que en los primeros 3 años y en los siguientes se venderá a propietarios generales (amas de casa, minoristas, mayoristas, etc.), La organización y el mantenimiento en este punto serán los mismos.

5.3. Estructura organizacional

Una gestión adecuada de los invernaderos es crucial para la producción de lechugas hidropónicas, al contar con una estructura organizacional se tendrá las tareas requeridas en cada área manejándose de forma responsable, el trabajo empelado será como se menciona a continuación:

Ilustración 20: Estructura de organización productiva



FUENTE: 1Elaboracion propia en base a desarrollo de producción y dato recopilados

- Asociación de mujeres indígenas fruticultoras Yanapasiñani.

Al ser un proyecto para el mejoramiento social dentro del Municipio de Sapahaqui, la sioec, será el que dé seguimiento al desarrollo del proyecto con el fin de supervisar, controlar y organizar en lo que sea necesario.

La misión que tiene la asociación de es de realizar la respectiva organización y mantenimiento de los sistemas hidropónicos. la directora o representante de cada de cada comunidad conjunto seleccionados se encargarán de las distintas áreas que existen en el tema de producción, distribución y manejo de los cultivos hidropónicos, de los cuales su función principal es de realizar la toma de decisiones por el bien estar general. Dentro de esta organización a la cabeza de las de la presidenta como se muestra a continuación.

- Asociación de mujeres fruticultoras indígena originario Yanapasiñani.

Al ser un proyecto para el mejoramiento social dentro del Municipio de Sapahaqui, la sioec, será el que dé seguimiento al desarrollo del proyecto con el fin de supervisar, controlar y organizar en lo que sea necesario.

La misión que tiene la asociación de es de realizar la respectiva organización y mantenimiento de los sistemas hidropónicos. la directora o representante de cada de cada comunidad conjunto seleccionados se encargarán de las distintas áreas que existen en el tema de producción, distribución y manejo de los cultivos hidropónicos, de los cuales su función principal es de realizar la toma de decisiones por el bien estar general. Dentro de esta organización a la cabeza de las de la presidenta como se muestra a continuación.

- **Organización de Mujeres indígenas Yanapasiñani.** Al ser ellas inspectoras de la enseñanza y el manejo de los invernaderos, tienen como función principal realizar el mantenimiento externo de las carpas solares cuando se requiera, su participación es fundamental en la distribución de la venta de las lechugas ya que ellos respaldados por las unidades educativas tendrán la responsabilidad de realizar las gestiones para la venta del producto en las ferias dentro el municipio y las ciudades así podrán realizar la venta de las lechugas mediante los canales de comercialización ya destinados o a las ventas directas a distintos mayoristas.
- **Área de Producción:** El área de producción es el área más importante dentro de la estructura organizativa del proyecto. Su función principal radica en el manejo

de la producción de las hortalizas hidropónicas haciendo posible la auto sostenibilidad del proyecto. La otra función que tiene el área de producción es la de transmitir los conocimientos educacionales en el manejo de cultivos hidropónicos a las mujeres de la asociación para el aumento de la producción. El área de producción está compuesta por:

- Encargado de producción: Es equivalente al jefe de planta en una empresa, se encargará de dirigir la producción en los invernaderos.
- Responsable de siembra: Se encargará de la selección de las semillas adecuadas y de la siembra, hasta la parte de germinación y primer trasplante.
- Responsable de cultivo: Se encargará desde que se realizó el primer trasplante de los cultivos hasta que esté cerca la cosecha.

Los responsables dentro la producción son mujeres seleccionadas de la asociación las los cuales estarán capacitados para el cultivo y todas las áreas de producción serán supervisadas en le primera producción con el especialista en hidroponía.

- **Administración:** La administración estará conformada por un miembro de la asociación, quien estará involucrado con el manejo económico en general de los 20 invernaderos del municipio, tendrá la función de las compras de materia prima e insumos al igual que de los ingresos que genere el proyecto. Dentro la administración estará la parte logística que se encargará de organizar la distribución de los productos y abastecimiento de la materia prima e insumos.

- Técnico Especialista en Hidroponía:

Para que el proyecto pueda ejecutarse satisfactoriamente, es necesario la contratación de un técnico especialista en producción hidropónica, el mismo se encargara en realizar las primeras capacitaciones a: directora, productoras, padres de familia y juntas familiares; después de la capacitación el técnico

especialista se encargara de la supervisión constante en el primer ciclo de producción dentro los invernaderos.

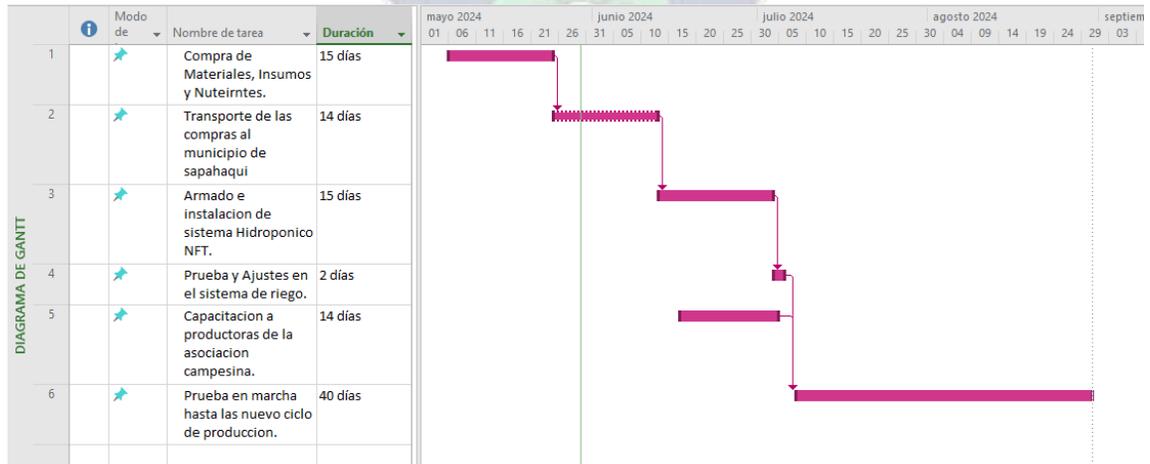
En resumen, la principal misión de la organización es un adecuado manejo del recurso que se tiene, con la nueva forma tecnológica de producción, por parte de las mujeres productoras de la asociación, mediante el asesoramiento técnico, con la implementación de los sistemas hidropónicos.

5.5. Estructura de capacitación

La capacitación será el punto clave dentro el proyecto, estará enfocada en específico a los sistemas hidropónicos implementados en el proyecto, desde el manejo de cultivos, el control en todo el ciclo de producción y el mantenimiento. Se describirá el desarrollo de la capacitación en el **anexo 5**.

5.6. Cronograma de actividades

Ilustración 21: Cronograma de actividades del proyecto



FUENTE: Elaboración con base a datos de tiempo de ejecución del proyecto, Software Proyect.

Para que el proyecto este realizado se requerirá de 102 días tomando en cuenta que para la instalación se requerirá de personal capacitado para los invernaderos.

5.7. Costos de ejecución del proyecto

Los costos relacionados a actividades necesarias para el funcionamiento del proyecto son los que se mencionan a continuación:

Tabla 18: Costos de ejecución del proyecto

N°	Características	Descripción	Costo unitario (Bs)	Cantidad (Und)	COSTO TOTAL (Bs)
1	Sistema Hidropónico NFT	Materiales y montaje de sistema	9,030	20	180,600.0
2	Equipos de medición y laboratorio	Monto requerido	1,692	20	33,833.6
3	Difusión y supervisión del Proyecto	Monto requerido	2,280	20	45,600.0
4	Transporte de materiales	Monto requerido La Paz - sapahaqui	25,000	1	25,000.0
5	Supervisión de los invernaderos	Supervisión los primeros 2 meses	5000	1	5,000.0
6	Energía Eléctrica	Consumo de energía del sistema	83.79	20	1,675.8
Total costo de implementación			43,085.47		291,709.4

FUENTE: Elaboración con base a datos calculados del sistema hidropónico.

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS FINANCIERO

En el presente capítulo se establecerán y analizarán los costos generados durante el período establecido y también se analizarán los ingresos generados por las ventas proyectadas como también los flujos de dinero a largo plazo en base a una evaluación económica.

Con el fin de analizar los parámetros de índole económico, en el estudio se realizó en el manejo de la moneda nacional que son los bolivianos (Bs). por su característica presente tanto en la adquisición de materias primas y elementos esenciales durante los próximos años evaluados.

6.1. Financiamiento e inversión

Se determinará la inversión requerida para la ejecución del proyecto, así como también el financiamiento para dicho proyecto, estableciendo el beneficio para la comunidad.

Al establecer los parámetros de financiamiento para el proyecto y la inversión necesaria para su ejecución se tendrán los beneficios para los miembros de la organización.

6.1.1. Inversión

Inversión inicial

La inversión inicial es punto inicial para la puesta en marcha del proyecto, por lo que el proyecto tendrá la participación de instituciones colaborativas como son las ONGs, estos realizarán una inversión para el proyecto con previa coordinación y gestión de la asociación campesina de mujeres Yanapasñani, también se debe mencionar que se requerirá el préstamo bancario para la ejecución del proyecto la cual se detallará en los siguientes apartados.

Inversión fija

Al momento de iniciar la producción se debe contemplar la adquisición de activos fijos que son necesarios para comenzar dentro del invernadero, estos son los materiales, herramientas, los equipos de control y medición.

Para los activos fijos establecidos se tienen los:

Sistema Hidropónico NFT tipo triangular.

El sistema hidropónico NFT tipo piramidal donde se realizará la producción de lechugas hidropónicas con un monto de inversión de **Bs 180,600** para los 20 invernaderos.

Equipos y materiales de medición.

Al momento de realizar la producción de la lechuga hidropónica es necesario tener el control de varios factores que intervienen en ellos, Por lo cual es necesario el uso de equipos y materiales de medición para esta operación el monto para los invernaderos es de **Bs 33,833.6**

Transporte de Materiales.

El transporte de los equipos y materiales son necesarios para la producción de las lechugas por tanto el transporte de ellos será desde La Paz al Municipio de Sapahaqui donde la organización se encargará de la distribuirlo a los 20 invernaderos el costo destinado para ello es de **Bs. 25,000.**

Donde los costos fijos son los que se muestran a continuación:

Tabla 19: Inversión de Activos fijos.

Nº	Descripción	Monto Bs
1	Sistema Hidropónico NTF	180,600
2	Equipos y materiales de medición	33833.6
3	Transporte de materiales	25,000
Total Inversión en Activos Fijos		239,433.60

FUENTE: Elaboración con base a datos recopilados de anexo 2.

Inversión directa

Entre los activos diferidos podemos mencionar las características principales dentro del proyecto como son el armado y prueba del sistema NFT, los manuales de manejo, las capacitaciones y asesoramiento técnico etc. Estos son de acuerdo a lo que se especifica en la siguiente tabla

Armado y prueba del sistema Hidropónico NFT tipo triangular.

Para el montado y ensamblado del sistema hidropónico NFT es necesario disponer un monto para la construcción del sistema hidropónico para la mano de obra, el monto necesario para la construcción de 2 módulos es de Bs. 600. Para cada invernadero, donde se requerirá Bs. 12,00.

Manual de manejo técnico.

El manual de manejo técnico está destinado para el aprendizaje de agricultores y encargados del sistema hidropónico en los invernaderos, donde tendrá un costo de Bs. 600.

Capacitación y asistencia técnica.

La capacitación y asistencia técnica lo efectuarán personas calificadas en la producción hidroponía, se destinará un monto de Bs. 1,500.

Inspección y asesoramiento técnico.

La inspección del funcionamiento del sistema hidropónico y el asesoramiento técnico durante el primer ciclo de producción y arranque del sistema, verificará el funcionamiento para dar asistencia técnica, el costo de previsto para el inspector será de Bs. 3,000.

Tabla 20: Inversión de activos diferidos.

N°	Descripción	Monto Bs
1	Armado y prueba del sistema NTF.	12,000
2	Manual de manejo técnico.	600
3	Capacitación y asistencia técnica	1,500
4	Inspección y asesoramiento técnico	3,000
Total Inversión en Activos Diferidos		17,100

FUENTE: Elaboración con base en datos recopilados de anexo 2

Capital de trabajo

El capital de trabajo, es la cantidad monetaria que se requiere para que los invernaderos entren en funcionamiento para la producción hidropónica para el primer ciclo de producción. Este concepto es crucial para la gestión financiera de una empresa, ya que refleja su capacidad para cubrir sus obligaciones a corto plazo y mantener sus operaciones de costos y gastos, estas se reflejan en sus costos directos y los costos indirectos.

Tabla 21: Capital de trabajo.

N°	Descripción	Monto Bs
1	Costos directos	8,255
2	Costos indirectos	8,926
Total Capital de Trabajo		17,181

FUENTE: Elaboración con base en datos recopilados de anexo 2

Estructura de inversión

Es la composición de recursos necesarios para el proyecto, esta como se muestra a continuación:

Tabla 22: estructura de inversión del proyecto.

N°	Descripción	Monto Bs
1	Activos Fijos	239,434
2	Activos Diferidos	17,100
3	Capital de Trabajo	17,181
Total Inversión		26,3,715

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados de tablas 19,20,21

6.1.2. Financiamiento

El financiamiento es el proceso por el que se proporciona recursos monetarios para la implementación del proyecto en el municipio.

6.1.2.1. Fuentes y recursos

Los recursos que se tendrán dentro del proyecto son de acuerdo a recursos propios de la organización de mujeres campesinas y de recursos que vendrán de la participación de ONGs y también la participación de entes internos dentro del municipio que son las alcaldías y la gobernación.

Recursos Propios de la asociación de mujeres campesinas Yanapasiñani:

Los recursos propios provenientes de la organización son de acuerdo a los ambientes de cultivo que son los invernaderos que estos tienen una participación, la inversión que no se tomarán en cuenta para el proyecto.

Participación de ONGs (participación de ONG francesa)

Se tomará en cuenta la participación de entidades de apoyo que beneficiarán al desarrollo del lugar, la cual cuentan con montos destinados a este proceso, la participación de ONGs será de vital importancia al momento de determinar la inversión del proyecto, estas estarán en coordinación y gestionadas conjuntamente con la gobernación de sapahaqui y de La Paz y miembros directivos de la asociación.

Alcaldía del municipio de sapahaqui.

Para el presente proyecto no se tendrá participación de la alcaldía del municipio de sapahaqui al ser una fuente de participación netamente de la asociación y entidades privadas.

Financiamiento Bancario:

Para la implementación del proyecto se tendrá tentativamente una fuente de financiamiento bancario el cual contemplará el 70% de la inversión necesaria, para la puesta en operación, por lo que se realizó una investigación de las mejores fuentes de tasas de interés que son más atractivas en el mercado como se menciona en la siguiente tabla

Tabla 23: Tasas de interés de financiamiento de la Banca.

Nº	Entidad Bancaria	Interés Anual
1	Nacional de Bolivia (BNB)	7,50%
2	Mercantil Santa Cruz (BMSC)	6,59%
3	BISA	9,00%
4	Unión	6,00%
5	Económico	9,11%
6	Fie	9,5%
7	Fortaleza	14,11%

FUENTE: Elaboración con base en datos recopilados de préstamos actuales.

En el cuadro anterior se muestra que la tasa más atractiva y mejor del mercado es de la entidad financiera de Banco Unión, la cual tiene una baja tasa de interés de préstamo el cual es beneficiosos para el financiamiento del proyecto.

6.2. Costos e ingresos del proyecto

6.2.1. Costos de Producción

Los costos de producción son los que intervienen en la producción donde se analizarán los Costos Fijos y los Costos Variables en el proceso productivo.

Costos fijos

La producción dentro de los invernaderos y ya que el proyecto no tendrá fines económicos, por lo que se mencionan en la siguiente tabla:

Inspección de invernaderos

La inspección de los invernaderos se realizará durante cada mes una vez comenzada el funcionamiento del sistema hidropónico, por lo que requerida de un costo de Bs. 2,000. Por invernadero al mes, para los 20 invernaderos se tendrá un costo de Bs. 24,000. Al año.

Energía eléctrica

El consumo de energía eléctrica para el funcionamiento de los 2 módulos del sistema Hidropónico tendrá un valor constante durante el mes de Bs. 83,79 al mes por invernadero, el costo total anual de consumo de 20 invernaderos hacendera a Bs. 20,109.60.

Administración

La administración y registros del proceso de los invernaderos y del procesos del sistema hidropónico, la realizara un miembro de la CIOEC, con previa coordinación de la asociación de mujeres fruticulturas, el agente percibirá un sueldo de Bs. 54,000.

Tabla 24: Costos Fijos en el proyecto

Nº	Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1	Inspección de los Invernaderos	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000
2	Energía Eléctrica	20,109.6	20,109.6	20,109.6	20,109.6	20,109.6
3	Administración	54,000	54,000	54,000	54,000	54,000
Total Costos Fijos		98,109.60	98,109.60	98,109.60	98,109.60	98,109.60

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados del diseño hidropónico e ingeniería de proyecto.

En la tabla superior muestra los costos fijos totales que se presentan en el proyecto.

Costo Variables

Los costos variables son aquellos que se presentan dentro de la producción de lechugas hidropónicas dentro de los ambientes controlados que son los invernaderos, las cuales se describen en la siguiente tabla:

Sales nutritivas

Las sales nutritivas son el alimento que necesitaran las hortalizas de lechuga, se prepararan de acuerdo al requerimiento necesario para la lechuga hidropónica, el costo que se requerirá por invernadero para un ciclo es de Bs. 150. Teniendo un total para los 20 invernaderos de Bs. 30.000. en un año.

Semillas peletizadas

Las semillas de cultivo son la materia prima para el proceso de sistema hidropónico, se puede adquirir por Onza a un precio de Bs. 240, cada semilla pesa entre 20 mg. Teniendo un costo de Bs. 0.17 por semilla, para lo cual en cada producción se tendrá un costo de Bs. 199.08 por invernadero más 25 semillas de reserva en caso plántulas defectuosas, el costo total para los 20 invernaderos es de Bs. 39,816. Por año.

Recipientes para cultivos

Los recipientes para cultivos contendrán a los almácigos con las plántulas para su posterior traslado a al sistema hidropónico, el costo total necesario es de Bs. 3,980. para un año.

Cal

Para el control de las plagas que son provenientes del suelo se usará la cal, permitiendo esterilizar y neutralizar la superficie, tendrá un costo para los 20 invernaderos de Bs. 1,000.

Almacigueras de germinación

En las almacigueras de germinación se desarrollarán las semillas durante la primera fase de cultivo, sumando para los 20 invernaderos se tendrá un monto de Bs. 500 anuales.

Tabla 25: Costos Variables en el proyecto.

N°	Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	Materia Prima					
1	Sales nutritivas	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
2	Semillas peletizadas	39,816	39,816	39,816	39,816	39,816
	Total Materia Prima	69,816	69,816	69,816	69,816	69,816
	Materiales e Insumos					
1	Recipientes para cultivo	3,980	3,980	3,980	3,980	3,980
2	Almacigueras de germinación	500	500	500	500	500
3	Cal	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Total Materiales e Insumos	5,480	5,480	5,480	5,480	5,480
	Total Costos Variables	75,296	75,296	75,296	75,296	75,296

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados de diseño hidropónico e ingeniería de proyecto.

En la tabla superior se puede observar los costos variables totales que intervienen en el proyecto.

Costos fijos y variables del proyecto.

Tabla 26 Resumen de los costos fijos y variables

N°	Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1	Costos Fijos	98,110	98,110	98,110	98,110	98,110
2	Costos Variables	75,296	75,296	75,296	75,296	75,296
	Total Costos Asociados del Proyecto	173,406	173,406	173,406	173,406	173,406

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados de tablas 24,25

En la tabla superior se puede apreciar los costos que intervienen en el proyecto de la producción del sistema hidropónico.

Costos No Operativos

- Depreciación y amortización.

Con el transcurso del tiempo el valor de los activos disminuye a través del tiempo y ya fuese de acuerdo a la usabilidad que se les da. a continuación, se mostrará las características de la depreciación y la amortización de los activos presentes dentro de la producción.

Depreciación de Sistemas Hidropónicos para el Proyecto

Tabla 27: Depreciación del sistema hidropónico NFT

N°	Características	Inversión (Bs)	Valor de depreciación (Bs)
1	Sistema Hidropónico NFT	180,600	37,541.33
Total Depreciación Sistemas Hidropónicos			37,541.33

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados de tablas. anexo 2

Depreciación de Equipos y Materiales para el Proyecto

Tabla 28: Depreciación de equipos y materiales de medición.

N°	Características	Inversión (Bs)	Valor de depreciación (Bs)
1	Equipos, materiales de medición	33,834.00	7,313.60
Total Equipos y materiales de medición			7313.60

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados de tablas. anexo 2.

DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS FIJOS PARA EL PROYECTO

Tabla 29: depreciación de activos fijos

N°	Ítem	Valor de depreciación (Bs)
1	Sistemas Hidropónicos NFT	37,541.33
2	Equipos y materiales de medición.	7,313.60
Total Depreciación de Activos Fijos		44,854.93

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados de tablas. 27,28.

Amortización de activos fijos

Tabla 30: Amortización de activos diferidos.

Nº	Características	Inversión (Bs)	Valor de depreciación (Bs)
1	Activos diferidos	17,100	3,420.00
Total Amortización y activos diferidos			3,420.00

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados de tablas. anexo 2.

6.2.2. Costo financiero del proyecto

Si fuese necesario el financiamiento a través de una entidad financiera bancaria de Banco Unión se seleccionará el préstamo de la menor tasa de interés la cual es de 5% anual para un periodo de tiempo de 5 años para el proyecto.

La inversión requerida para su implementación del proyecto es de **Bs. 273,714.22** donde el financiamiento de lo realizara de acuerdo al porcentaje como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 31: Financiamiento propio y bancario

Nº	Descripción	PORCENTAJE	INVERSIÓN (Bs)
1	Inversión Propia	30%	82,114.38
2	Préstamo Bancario	70%	191,714.22
Inversión Total			273,714.22

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados de tablas de préstamo e inversión.

Teniendo en cuenta los parámetros mencionados se realiza el cálculo de amortización del crédito bancario a continuación:

Amortización contante

Tabla 32: Amortización constante del préstamo.

Periodo	Saldo Inicial	Interés 5%	Amortización	Cuota	Saldo Final
0	191600.22	0,00	0,00	0,00	191600.22
1	191,600	11,496	38,320.04	49,816	153,280
2	153,280	9,197	38,320.04	47,517	114,960
3	114,960	6,898	38,320.04	45,218	76,640
4	76,640	4,598	38,320.04	42,918	38,320
5	38,320	2,299	38,320.04	40,619	0
Total		34,488			

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados de préstamo e inversión

Amortización variable

Tabla 33: Amortización Variable de préstamo.

Periodo	Saldo Inicial	Interés 5%	Amortización	Cuota	Saldo Final
0	191,600.22	0.00	0.00	0.00	191,600.22
1	191,600.22	11,496.01	33,989.19	45,485.20	157,611.03
2	157,611.03	9,456.66	36,028.54	45,485.20	121,582.49
3	121,582.49	7,294.95	38,190.25	45,485.20	83,392.24
4	83,392.24	5,003.53	40,481.67	45,485.20	42,910.57
5	42,910.57	2,574.63	42,910.57	45,485.20	0.00
Total		35,826			

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados de tablas.

Costo financiero

De acuerdo a los cálculos obtenidos los costos de financiamiento atractivos son la amortización constante a una cuota variable.

Tabla 34: mejor Costo financiero para el proyecto.

Periodo	1	2	3	4	5
Costos	11,496	9,197	6,898	4,598	2,299

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados de tabla 32.

6.2.3. Ingresos del proyecto

6.2.3.1. Precio de venta de la lechuga

Teniendo en cuenta las características del mercado como también los costos de producción por unidad de lechuga hidropónica, se determinará el precio final de la lechuga para su venta.

La determinación de precio de la lechuga se determinará de acuerdo a características del mercado, tomando en cuenta los costos que incurren en el producto como en el proceso de producción y la utilidad final, con las características de producción de la lechuga hidropónica se mantendrá un precio fijo durante todo el año manteniéndose de forma contante, el precio de venta fijado es como se muestra a continuación:

Tabla 35: Precio de la lechuga hidropónica.

Producto	Peso (g)	Precio (Bs)
Lechuga Simpson o crespa	180 - 220	1.6

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados de análisis de precios y costos de producción.

El precio de las lechugas producidas bajo el sistema hidropónico NFT permanecerán contantes ya que estas presentan un valor agregado por su forma tecnificada de producción, teniendo productos de calidad que no cambiar en el tiempo por ser de forma lineal, a diferencia de la competencia que sus precios varían de acuerdo a la temporada y a eventos que disminuyen su producción (escasez de agua para riego).

Para fines de cálculo se determina el precio de la lechuga según la demanda insatisfecha a la cual nuestro producto estará destinado, se pronostica obtener los siguientes ingresos por la venta como se menciona a continuación:

Tabla 36: Ingresos por venta de lechugas hidropónicas.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	184,320.00	184,320.00	184,320.00	184,320.00	184,320.00
Precio de Venta	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Total Ingresos	294,912.00	294,912.00	294,912.00	294,912.00	294,912.00

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados de estudio de mercados.

En la tabla superior se puede apreciar los ingresos totales por la venta de las lechugas hidropónicas por el sistema NFT tipo triangular de forma anual.

6.3. Flujo de operaciones del proyecto

Para el Flujo de operaciones del proyecto es necesario contrastar la información de los ingresos y los costos presentes en el proyecto, se determinada dos tipos de flujos de fondos para proyecto puro y para proyecto financiado.

6.3.1. Flujo de fondos del proyecto puro

Para el siguiente análisis se tiene en cuenta que el proyecto será financiado en parte por una ONG que tiene disposición de fondos para su ejecución, con el fin de beneficiar a la asociación de mujeres campesinas, de tal forma se tiene el flujo como se muestra a continuación:

Tabla 37: Flujo de fondos de Proyecto puro.

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingreso por ventas		294,912.00	294,912.00	294,912.00	294,912.00	294,912.00
IT 3%		884.74	884.74	884.74	884.74	884.74
IVA 13%		38,338.56	38,338.56	38,338.56	38,338.56	38,338.56
Ingresos Netos		255,688.70	255,688.70	255,688.70	255,688.70	255,688.70
Costos Fijos		98,109.60	98,109.60	98,109.60	98,109.60	98,109.60
Costos Variables		75,296.00	75,296.00	75,296.00	75,296.00	75,296.00
Depreciación de Activos		44,854.93	44,854.93	44,854.93	44,854.93	44,854.93
Amortización y activos de Diferidos		3,420.00	3,420.00	3,420.00	3,420.00	3,420.00
Utilidad Antes de Impuestos		34,008.17	34,008.17	34,008.17	34,008.17	34,008.17
IUE (25%)		8,502.04	8,502.04	8,502.04	8,502.04	8,502.04
Utilidad Neta		25,506.13	25,506.13	25,506.13	25,506.13	25,506.13
Depreciación de Activos		44,854.93	44,854.93	44,854.93	44,854.93	44,854.93
Amortización de Diferidos		3,420.00	3,420.00	3,420.00	3,420.00	3,420.00
Valor de Salvamento						55,933.33
Inversión	273,714.60					
Flujo Neto de Caja	-273,714.60	73,781.06	73,781.06	73,781.06	73,781.06	129,714.39

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados de tablas antecesores.

6.3.2. Flujo de fondos financieros

Considerando que el financiamiento propio de los directos beneficiados es del 30% el restante aporte se realizara mediante financiamiento bancario, se tiene a continuación el siguiente flujo.

Tabla 38: Flujo de fondos de proyecto financiado.

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingreso por ventas		294,912.00	294,912.00	294,912.00	294,912.00	294,912.00
IT 3%		884.74	884.74	884.74	884.74	884.74
IVA 13%		38,338.56	38,338.56	38,338.56	38,338.56	38,338.56
Ingresos Netos		255,688.70	255,688.70	255,688.70	255,688.70	255,688.70
Costos Fijos		98,109.60	98,109.60	98,109.60	98,109.60	98,109.60
Costos Variables		75,296.00	75,296.00	75,296.00	75,296.00	75,296.00
Costos Financieros		11,496.01	9,196.81	6,897.61	4,598.41	2,299.20

DISEÑO DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO NFT (TÉCNICA DE PELÍCULA DE NUTRIENTES) PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHUGAS COMO UNA ALTERNATIVA DE ACCIÓN ANTE LA ESCASEZ DE AGUA EN EL MUNICIPIO DE SAPAHAQUI.

Depreciación de Activos		44,854.93	44,854.93	44,854.93	44,854.93	44,854.93
Amortización de Diferidos		3,420.00	3,420.00	3,420.00	3,420.00	3,420.00
Utilidad Antes de Impuestos		22,512.16	24,811.36	27,110.56	29,409.77	31,708.97
IUE (25%)		5,628.04	6,202.84	6,777.64	7,352.44	7,927.24
Utilidad Neta		16,884.12	18,608.52	20,332.92	22,057.32	23,781.73
Depreciación de Activos		44,854.93	44,854.93	44,854.93	44,854.93	44,854.93
Amortización de Diferidos		3,420.00	3,420.00	3,420.00	3,420.00	3,420.00
Amortización del Préstamo		38,320.04	38,320.04	38,320.04	38,320.04	38,320.04
Valor de Salvamento						55,933.33
Préstamo	191,600.22					
Inversión	273,714.60					
Flujo Neto de Caja	-82,114.38	26,839.01	28,563.41	30,287.81	32,012.21	89,669.95

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados de tabla antecesores.

En las tablas superiores se puede observar los flujos de caja de proyecto puro y proyecto financiado desarrollado con datos establecidos anteriormente.



CAPITULO VII: EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO

7.1. Criterios de evaluación

Para realizar la evaluación es necesario determinar los beneficios del proyecto, obteniéndose la rentabilidad del proyecto de variadas formas como ser en unidades monetarias, en valores porcentuales, el tiempo de recuperación de la inversión inicial asociándose los costos presentes en el proyecto.

Los indicadores muestran la conveniencia de utilización del capital económico para realizar o no realizar el proyecto, los criterios de evaluación que se analizarán son los siguientes: valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Relación Beneficio – Costo (B/C), Periodo de Retorno de la Inversión.

7.1.1. Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN), también conocido como Valor Presente Neto (VPN), es una herramienta financiera que se utiliza para evaluar la viabilidad y rentabilidad de una inversión o proyecto. El VAN calcula la diferencia entre el valor presente de los flujos de caja esperados de una inversión y el valor presente de los costos asociados a dicha inversión. Está representada de la siguiente ecuación.

$$VAN = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+i)^j}$$

Dónde:

F_j = Flujo neto en el periodo j,

I₀ = Inversión en el Período 0,

i = Tasa de descuento de la inversión.

n = Número total en años.

La interpretación que se tiene es de la siguiente manera: si se obtienen valores negativos representa que la inversión no obtendrá el requerimiento aceptado, por lo que no es una buena opción de inversión, si el valor hallado es igual a cero o mayor a cero el proyecto es aceptado a lo contrario si es menor a cero el proyecto es rechazado.

Determinando en valor del VAN se Obtiene con una **tasa de oportunidad del 12%** se tiene los siguientes valores calculados:

Tabla 39: Análisis del Valor Actual Neto

Descripción	VAN
proyecto puro	23,987.69
Proyecto financiado	57,403.34

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados de flujo de fondos tabla 37 - 38.

Como resultado obtenemos que el VAN es mayor a cero y por lo que el proyecto es viable, para ambos proyectos tanto para puro y financiado, El proyecto financiado es más atractivo generando un mayor beneficio.

7.1.2. Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es una métrica financiera utilizada para evaluar la rentabilidad de una inversión o proyecto. La TIR es la tasa de descuento que hace que el valor actual neto (VAN) de los flujos de caja futuros de una inversión sea igual a cero.

Según la interpretación del cálculo de la TIR es mayor al valor de la tasa de oportunidad se acepta el proyecto donde los parámetros son rentables, la formulación de la TIR se la interpreta de la siguiente manera:

$$0 = -I_o + \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1 + TIR)^j}$$

Dónde:

Fj = Flujo neto en el periodo j,

Io = Inversión en el Período 0

n = Número total en años.

La interpretación que se tiene es de la siguiente manera: si la tasa de rendimiento obtenido con el cálculo del TIR es mayor a la tasa de oportunidad, el proyecto es rentable por lo que se acepta.

Tabla 40: Análisis de la tasa interna de retorno.

Descripción	TIR
proyecto puro	15.20%
Proyecto financiado	32.38%

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados de flujo de Fondos, tablas 37 – 38.

Realizando el cálculo de la TIR, y teniendo en cuenta que es mayor a la tasa de oportunidad se determina que el proyecto es rentable para el proyectos puro y financiado, el proyecto financiado es más atractivo generando un mayor beneficio.

7.1.3. Evaluación beneficio – costo (B/C)

El análisis de beneficio-costo es una técnica de evaluación económica utilizada para determinar la rentabilidad de un proyecto o inversión al comparar sus beneficios y costos esperados.

Tabla 41: Análisis de Beneficio Costo

Descripción	B/C
proyecto puro	1.09
Proyecto financiado	1.70

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de Flujo de Fondos.

La interpretación de los valores es aceptando describiéndose de la siguiente manera:

Proyecto Puro: Por cada Bs 1 invertido se obtiene Bs 0,09 centavo de boliviano.

Proyecto Financiado: Por cada Bs 1 invertido se obtiene Bs 0,70 centavos de boliviano.

El proyecto financiado del análisis Beneficio-Costo es más atractivo para el proyecto puro, generando un mayor beneficio de lo que cuesta producirlo, teniendo en cuenta que el numero en mayor a la uno.

7.1.4. Periodo de recuperación de la inversión (PRI)

La rentabilidad del proyecto en una de las características más significativas a considerar, de tal manera que la recuperación de la inversión como el tiempo de la misma es de vital importancia, por lo que la recuperación de la inversión en un tiempo mínimo es lo mejor para el proyecto, ya que de esta depende de cual rentable sea.

En Proyecto puro:

Tabla 42: Periodo de recuperación proyecto puro

Años	flujo	Acumulado
0	-273,714.60	
1	73,781.06	73,781.06
2	73,781.06	147,562.12
3	73,781.06	221,343.18
4	73,781.06	295,124.25
5	129,714.39	424,838.64

PR =	3.71	años
	45	meses

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados

Proyecto financiado:

Tabla 43: Periodo de recuperación de proyecto financiado

Año	Flujo	acumulado
0	-82,114.38	
1	26,839.01	26,839.01
2	28,563.41	55,402.42
3	30,287.81	85,690.23
4	32,012.21	117,702.44
5	89,669.95	207,372.39

PR =	2.88	años
	35	meses

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados

Realizando el cálculo se tiene que el periodo de recuperación de inversión es: 3 años y 9 meses para el proyecto puro y 2 años y 11 meses para el proyecto financiado, siendo más atractivo para el proyecto financiado.

7.1.5. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una herramienta esencial para evaluar la robustez de un proyecto de inversión frente a la incertidumbre en las variables clave. Ayuda a identificar los factores más críticos y permite a los gestores tomar decisiones mejor informadas y prepararse para distintos escenarios futuros. Los cambios que se pueden presentar en el tiempo generan modificaciones en los valores, los parámetros sujetos a cambios en el tiempo son de la disminución del precio de venta, aumento de los costos de producción e inversión.

Disminución en el precio de venta.

Tabla 44: Análisis de sensibilidad en precio de venta.

Nº	Porcentaje	VAN P. Puro	VAN P. Financiado
5	0.05	Bs89,544.01	Bs92,113.46
6	0.06	Bs78,874.71	Bs86,420.27

DISEÑO DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO NFT (TÉCNICA DE PELÍCULA DE NUTRIENTES) PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHUGAS COMO UNA ALTERNATIVA DE ACCIÓN ANTE LA ESCASEZ DE AGUA EN EL MUNICIPIO DE SAPAHAQUI.

7	0.07	Bs68,682.01	Bs80,996.47
8	0.08	Bs58,939.07	Bs75,826.31
9	0.09	Bs49,620.83	Bs70,895.13
10	0.1	Bs40,703.87	Bs66,189.28
11	0.11	Bs32,166.32	Bs61,695.98
12	0.12	Bs23,987.69	Bs57,403.34
13	0.13	Bs16,148.83	Bs53,300.21
14	0.14	Bs8,631.78	Bs49,376.20
15	0.15	Bs1,419.71	Bs45,621.56
16	0.16	-Bs5,503.15	Bs42,027.17
17	0.17	-Bs12,151.63	Bs38,584.50
18	0.18	-Bs18,539.63	Bs35,285.54
19	0.19	-Bs24,680.22	Bs32,122.77
20	0.2	-Bs30,585.71	Bs29,089.16
21	0.21	-Bs36,267.65	Bs26,178.07
22	0.22	-Bs41,736.93	Bs23,383.29
23	0.23	-Bs47,003.80	Bs20,698.97
24	0.24	-Bs52,077.93	Bs18,119.61
25	0.25	-Bs56,968.43	Bs15,640.02
26	0.26	-Bs61,683.90	Bs13,255.33
27	0.27	-Bs66,232.46	Bs10,960.95
28	0.28	-Bs70,621.76	Bs8,752.54
29	0.29	-Bs74,859.06	Bs6,626.01
30	0.3	-Bs78,951.21	Bs4,577.51
31	0.31	-Bs82,904.67	Bs2,603.40
32	0.32	-Bs86,725.59	Bs700.23
33	0.33	-Bs90,419.76	-Bs1,135.25
34	0.34	-Bs93,992.70	-Bs2,906.11
35	0.35	-Bs97,449.60	-Bs4,615.27
36	0.36	-Bs100,795.42	-Bs6,265.47
37	0.37	-Bs104,034.84	-Bs7,859.33
38	0.38	-Bs107,172.32	-Bs9,399.31
39	0.39	-Bs110,212.07	-Bs10,887.75
40	0.4	-Bs113,158.11	-Bs12,326.89

FUENTE: Elaboración con base en datos calculados de proyecto puro y financiado.

Proyecto Puro: Existe la disminución de los valores presentados por lo que se deben de determinar medidas de verificación en el tiempo de acuerdo a los valores presentes.

Proyecto Financiado: Identificar las variables que tienen mayor impacto en los resultados del proyecto, como ingresos, costos, tasas de descuento, volúmenes de ventas, precios de venta, costos de insumos, serán de vital importancia para el seguimiento de la demanda para establecer los parámetros requeridos.

Identificación de Riesgos: Permite identificar cuáles son las variables más críticas para el éxito del proyecto y entender los riesgos controlados.

Mejora en la Toma de Decisiones: Proporciona información adicional para tomar decisiones más informadas y estar alerta para posibles cambios en las condiciones del proyecto.



CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

- La propuesta de solución para el problema existente de la escasez de agua la cual afecta a las productoras de hortalizas en el municipio y a la asociación de mujeres campesinas Yanapasiñani, ha dado lugar al desarrollo y producción de hortalizas, teniendo como resultado el cumplimiento principal de los objetivos que se trazó en el proyecto, diseñando un sistema hidropónico y teniendo la experiencia de haber realizado la producción de lechugas en los sistemas de manejo tecnológico, para que las mismas sean implementadas.
- Realizando la investigación detallada con la participación en cursos especializados de hidroponía nacional, se concluyó que la tecnología hidropónica es óptima para los invernaderos del municipio con los sistemas NTF, al adaptarse bien a la dimensión de los invernaderos, por tal razón se optó por esta solución, ya que los mismos tienen un problema en el tema de escasez de agua al ser un efecto severo que cada año va en aumento por el cambio climático, enfocando el proyecto a mejorar la producción y coadyuvar la enseñanza en educación con estos nuevos métodos, existiendo además un incremento en la producción capaz de llevarlos a la comercialización.
- Se comparó la cantidad de agua empleada para la producción de lechuga y acelga hidropónica y se comparó con la cantidad de agua usada de la forma tradicional de producción, llegando a la conclusión de que el ahorro de agua bajo el sistema hidropónico es de un promedio de 80 %. Donde se concluye que el ahorro de agua bajo el sistema hidropónico NTF es altamente significativo, siendo esta una gran alternativa al problema de escases de agua.

- Pudiendo realizar el estudio de mercado, se tiene un parámetro de la demanda insatisfecha en la región, esta no es considerada una demanda sumamente alta, pero es una oportunidad para internar el producto, realizando los diseños finales de los sistemas, se concluyó que el proyecto podrá cubrir esta demanda, siempre y cuando se implemente el sistema hidropónico en los 20 invernaderos que contarán las comunidades beneficiadas. El precio de internación de la hortaliza (lechuga cresspa) destinada a la venta es de Bs 1.60 manteniéndose fija a través del tiempo.
- Lo más destacable del proyecto es que existirá cierta cantidad de producción de hortalizas de lechugas hidropónicas, destinadas a la venta lo cual tendrá un impacto muy beneficioso para la asociación fruticultoras campesinas Yanapasiñani, ya que las mismas serán auto sostenibles. Por tal razón, realizando la evaluación financiera del proyecto, obtenido mediante indicadores, se tiene: que tanto el VAN calculado para el proyecto puro es (23,987.69) y para proyecto financiado es de (57,403.34), TIR calculado para el proyecto puro es de (15.20%) y proyecto financiado es de (32.38%), B/C calculado para un proyecto puro es de (1.09) y para proyecto financiado es de (1.70), son muy atractivos haciendo que el proyecto sea rentable para ambos escenarios, teniendo en mayor cuenta que el proyecto financiado genera una mayor rentabilidad.
- La hidroponía dará varias soluciones a la vez, por ser flexible y adaptable para cualquier tipo de superficie y cambio climático, resolviendo en gran medida en uso de agua en forma considerable a comparación de un método tradicional, con lo cual este método ayudará en gran medida a combatir el efecto del cambio climático y las sequías.

8.2. Recomendaciones

- El tiempo de recuperación de la inversión se reduciría considerablemente si se aumenta al área de producción y se emplean métodos y materiales más económicos y eficientes.
- Se pueden realizar nuevas formulaciones de los nutrientes que permitan reducir costos en un cultivo hidropónico.
- Se debe tener mucho cuidado al momento del trasplante del almacigo a los tubos de cultivo, puesto que los tallos son muy frágiles en esta etapa y pueden dañarse fácilmente.
- Se debe tener un control adecuado de la temperatura dentro de los invernaderos puesto que, en altas temperaturas generan que la solución nutritiva tiende a evaporarse por lo que es importante que estas tengan una buena ventilación y circulación de aire del exterior, es preferible que la temperatura de (15 a 24) °C.
- Se debe realizar una investigación mezclando especies diferentes de hortalizas de hoja para ver la eficiencia de consumo de agua.
- Se deberá realizar un control en la calidad de agua de manera constante para que el producto destinado a la venta dentro el municipio, cumpla con las especificaciones básicas del producto. Se debe renovar la solución nutritiva si es necesario tomando como parámetro el comportamiento del pH y la CE (conductividad eléctrica del agua).
- Se tiene que tomar en consideración y un buen control el monitoreo constante de cada etapa de la producción, el manejo de los nutrientes que requerirá cada planta cultivada, ya que depende de la misma su desarrollo óptimo y así tener un producto de buena calidad.
- La instrucción y capacitaciones se deben de realizar de forma continua a las productoras encargadas de monitorear el desarrollo del proceso productivo y

mantener un buen manejo en la seguridad e higiene y salud ocupacional de miembros productores.

- El manejo de los sistemas hidropónicos NFT requiere de un cuidado constante para mantenerlos en óptimas condiciones, realizando el mantenimiento y limpieza correspondiente después de la producción hará que la vida útil de los sistemas de producción hidropónica se alargue.
- Es muy importante la enseñanza de nuevas formas tecnológicas de cultivos que reduzcan el uso de agua dentro de la asociación y fomento a la investigación de la crisis medioambiental y como poder sobrellevarlo.



CAPITULO XI: BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- Brabo, S. F. (2015). Hidroponia Familiar en sustratos. En S. F. Brabo, *Hidroponia familiar en sustratos: Hagalo facil* (pág. 11). Costa rica.
- Gustavo, C. K. (2018). produccion hidroponica como alernativa a la problematica de escases de agua, en dos vriedades de cultivos de acelga. La paz - bolivia.
- Kasa, M. G. (2018). *produccion hidroponica como alternativa a la problematica de la escases de agua. en dos cariedades del cultivo de acelga*. La Paz - Bolivia.
- Keller, k. (2012). *DIRECCION DE MARKETING (14 edi)*. mexico: pearson.
- Ledezma, V. (31 de agosto de 2021). *ANA agencia de noticias ambientales*. Obtenido de <https://anabolivia.org/sapahaqui-tension-e-incertidumbre-luego-de-enfrentamiento-entre-comunarios/>
- Mario, G. y. (2018). *Porduccion Hidroponica Como alternativa a la problematica de escases de agua, en dos variedades de acelga*. La paz -Bolivia.
- press, A. (08 de Septiembre de 2023). *VOA America Latina*. Obtenido de <https://www.vozdeamerica.com/a/comienzan-rationar-agua-varias-ciudades-bolivia-sequia/7260429.html>
- Rene, C. (2018). *Hidroponia Manual Practico*. La Paz: Itam.
- Sapahaqui, H. a. (2000). *diagnstico municipal*. La paz.

trigo, A. d. (2012). *Regimen Agropecuario Unificado - RAU*. Obtenido de

[https://anapobolivia.org/images/publicacion_documentos/Preguntas%20Frecuentes%20RAU%20\(nuevo\).pdf](https://anapobolivia.org/images/publicacion_documentos/Preguntas%20Frecuentes%20RAU%20(nuevo).pdf)

Villazante, E. Q. (2018). *Evaluacion de la eficiencia del sistema NFT en dos tiempos de riego para la optimizacion de electrobomba en cultivos de lechuga*. La paz bolivia.



CAPITULO X: ANEXOS

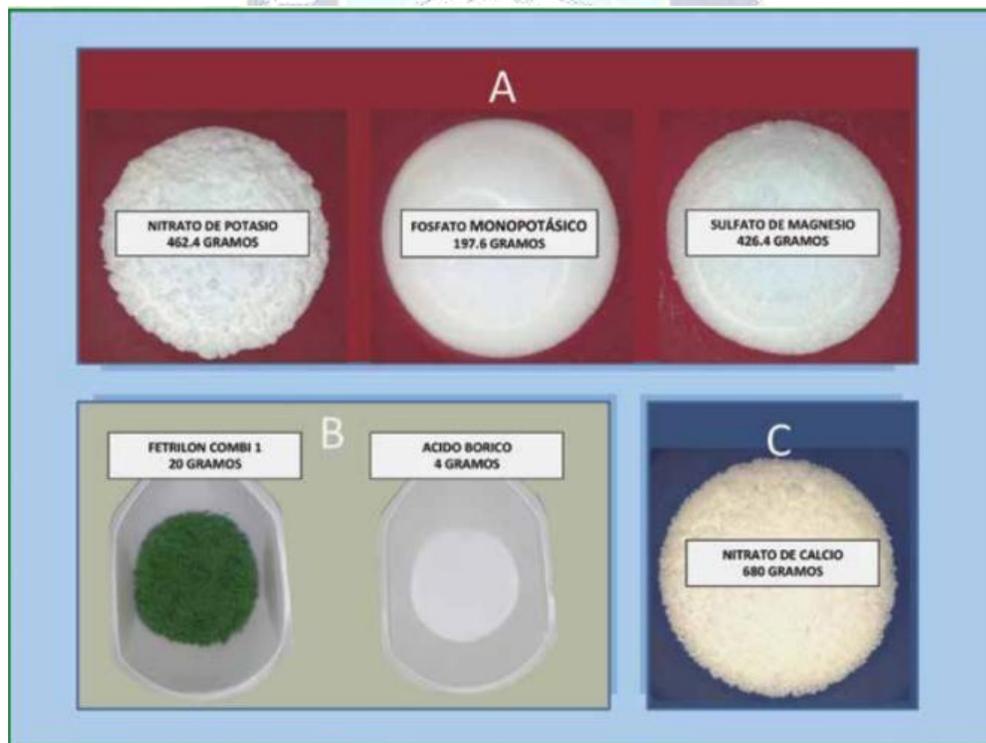
ANEXO 1.

Preparación de la solución nutritiva.

El tipo de preparación de la solución nutritiva varía de acuerdo al tipo de planta a cultivar en un sistema hidropónico en el caso de las hortalizas de hojas requieren de una preparación muy distinta a las que tiene frutos.

Para su preparación se requieren sales fertilizantes solubles en agua.

Ilustración 22: Muestras y cantidades de cantidades concentradas A,B y C.



FUENTE: Elaboración con base a Guía: Hidroponía familiar en sustrato: hágalo fácil.

Cantidades de fertilizantes para 4 litros de solución nutritiva A, B y C.

Preparación de 4 litros de solución nutritiva.

Materiales empleados para la actividad:

Cuchara plástica, baldes plásticos, recipientes, embudos, etiquetas, Marcador indeleble.

1. Identificar recipientes.

Con el marcador permanente se marcan los recipientes donde estarán las soluciones con nombres de solución A, B y C verificando, teniendo el registro de la fecha de preparación.

Ilustración 23: Recipientes de almacenamiento de las soluciones concentradas



FUENTE: Elaboración con base a Guía: Hidroponía familiar en sustrato: hágalo fácil

Recipientes destinados e identificados para las soluciones A, B y C.

2. Pesado de la solución.

El pesaje de las sales fertilizantes debe basarse de acuerdo al tipo de requerimiento, para 4 litros de solución concentrada A, B y C se establecen según el cuadro siguiente.

Tabla 45: Cantidades de preparación de solución nutritiva concentrada

	Cantidad en gramos/ litro			
	1 litro	2 litros	3 litros	4 litros
Solución A				
Fosfato monopotásico	50	100	150	200
Nitrato de potasio	115	230	345	460
Sulfato de magnesio	106	212	318	424
Solución B				

Fetrilon combi 1	2.5	5	7.5	10
Ácido Bórico	0.5	1	1.5	2
Solución C				
Nitrato de calcio	160	320	480	640

FUENTE: 2: Elaboración en base a Guía: Hidroponía familiar en sustrato: hágalo fácil

Cantidad de sal fertilizante para volúmenes de solución a preparar.

3. Disolver las Sales de la solución concentrada A.

Preparación de 4 litros de solución nutritiva concentrada A.

Paso 1. En el recipiente medir la cantidad de 4 litros e introducir una cantidad de agua para mezclar la solución.

Paso 2. Disolver 400 g. de nitrato de potasio y remover.

Paso 3. Disolver 460 g. de nitrato de plata y remover.

Paso 4. Disolver 424 g. de sulfato de magnesio y remover.

Paso 5. Remover las sales fertilizantes hasta que estén disueltas para posterior agregar agua hasta el nivel de los 4 litros. Como se detalla en la siguiente imagen.

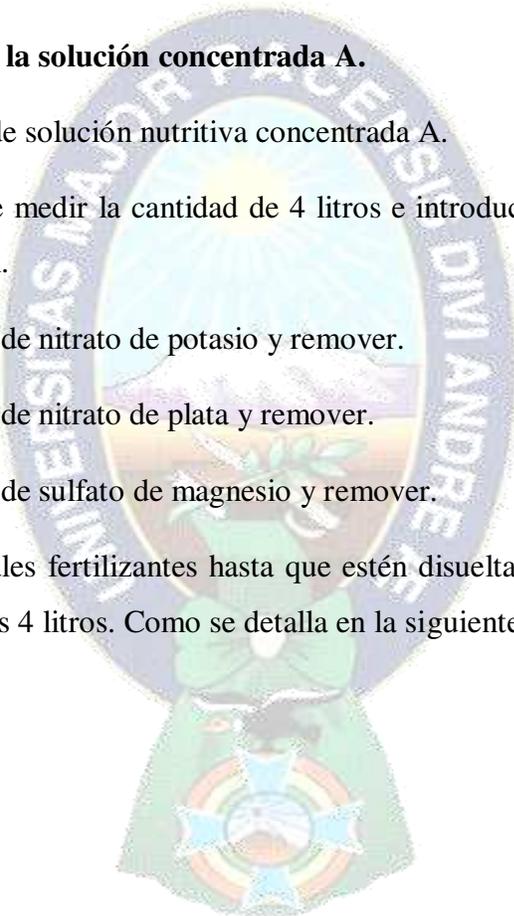
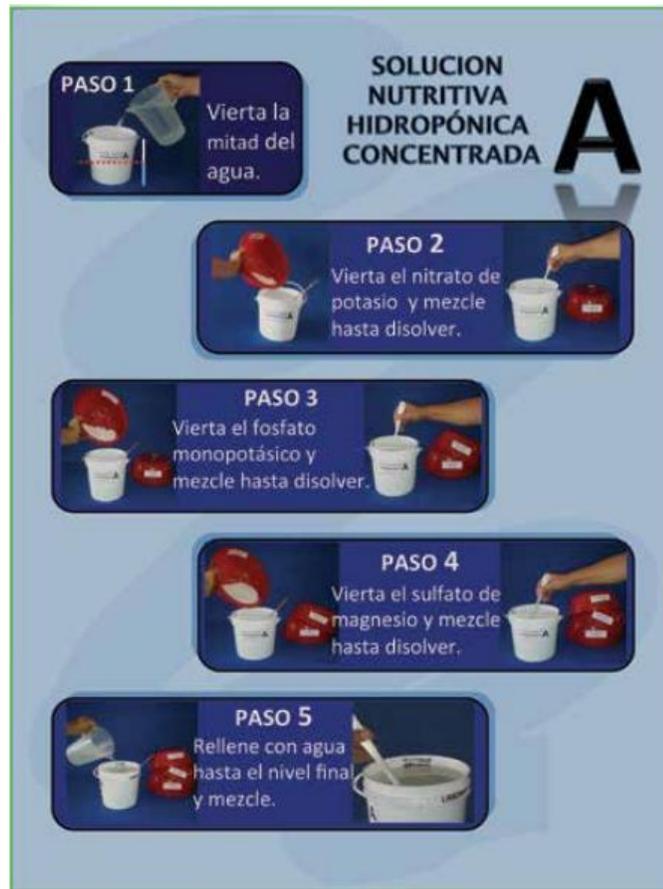


Ilustración 24: Procedimiento de preparación de sol. concertada A



FUENTE: Elaboración en base a Guía: Hidroponía familiar en sustrato: hágalo fácil

Pasos de la preparación de la solución nutritiva concentrada A.

Fuente: Doc: hidroponía familiar en sustrato estación Fabio Baudrit Moreno

4. Disolver las Sales de la solución concentrada B.

Preparación de 4 litros de solución nutritiva concentrada B.

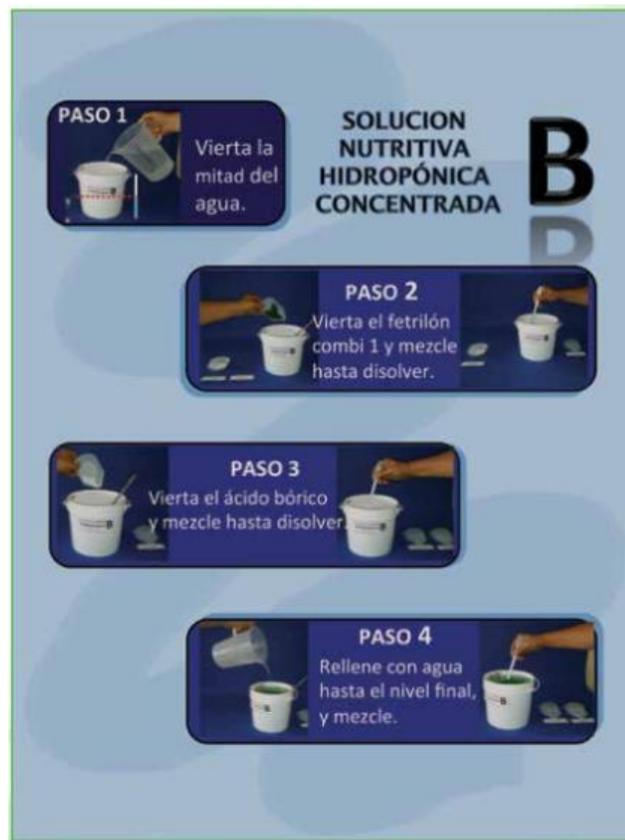
Paso 1. en el recipiente medir la cantidad de 4 litros e introducir una cantidad de agua para mezclar la solución.

Paso 2. Disolver 10 g de fetrilon combi-1 y remover.

Paso 3. Disolver 2 g de ácido bórico y remover.

Paso 4. Remover las sales fertilizantes hasta que estén disueltas para posterior agregar agua hasta el nivel de los 4 litros. Como se detalla en la siguiente imagen.

Ilustración 25: procedimiento de preparación de Sol. nutritiva B



FUENTE: Elaboración con base a Guía: Hidroponía familiar en sustrato: hágalo fácil

Pasos de la preparación de la solución nutritiva concentrada B.

5. Disolver las Sales de la solución concentrada C.

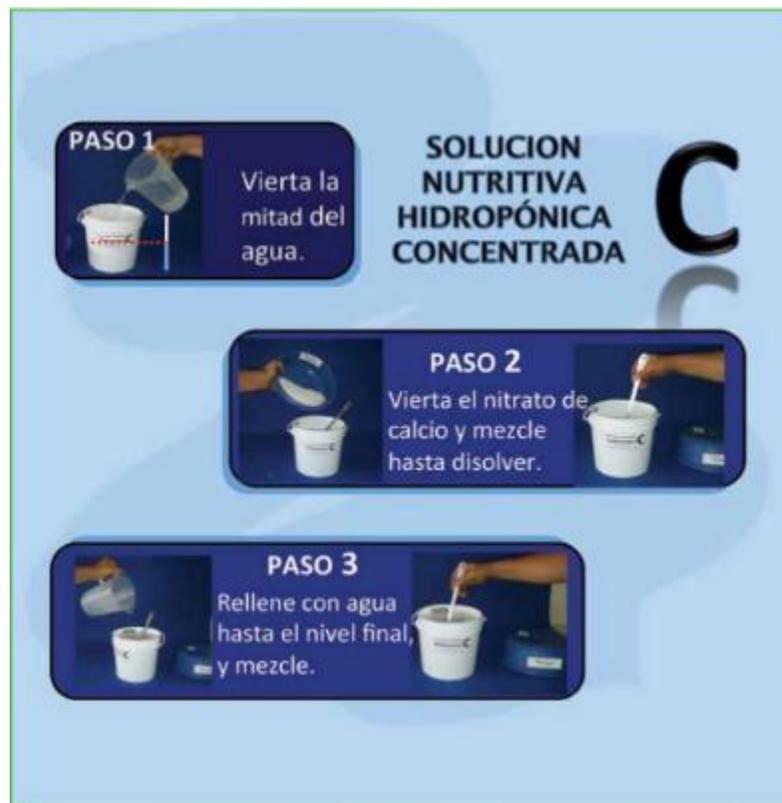
Preparación de 4 litros de solución nutritiva concentrada C.

Paso 1. En el recipiente medir la cantidad de 4 litros e introducir una cantidad de agua para mezclar la solución.

Paso 2. Disolver 640 g de Nitrato de calcio y remover.

Paso 3. Remover las sales fertilizantes hasta que estén disueltas para posterior agregar agua hasta el nivel de los 4 litros. Como se detalla en la siguiente imagen.

Ilustración 26: Procedimiento de preparación de Sol. nutritiva C



FUENTE: Elaboración en base a Guía: Hidroponía familiar en sustrato: hágalo fácil

Pasos de la preparación de la solución nutritiva concentrada B.

6. almacenamiento. Es importante tener en cuenta que las soluciones preparadas se deben de almacenar en recipientes de color oscuro preferiblemente negro evitando la formación de algas con la exposición de la luz del sol.

ANEXO 2

La inversión de activos fijos requerido para el proyecto para el sistema NFT son como se detallas a continuación, se consideró los materiales necesarios para que el sistema tenga un funcionamiento óptimo como se detalla a continuación:

Tabla 46: Activos fijos del sistema hidroponía NFT

Activos fijos					
N°	Descripción	Costo unitario (Bs)	Cantidad (Unid), 2 sistemas NFT	Costo total (Bs)	Inversión (Bs) 20 invernaderos
1	Tubos de cultivo PVC 3"	57	48	2,736	54,720
2	Tubos de desagüe PVC 2"	32	3	96	1,920
3	Tubos PVC 1.5"	30	10	300	6,000
4	Tapas para Tubos PVC 3"	3	64	192	3,840
5	Tanque de agua 600 lt.	470	2	940	18,800
6	Mangueras de retorno 1" , 0.25 m.	8	16	120	2,400
7	Minitubo flexibe Suministro 5 (mm), 0.3 m	10	10	96	1,920
8	Pegamento PVC poxicilina	25	8	200	4,000
10	Electrobomba (1/2) HP	430	2	860	17,200
11	Soporte de estructura	1,200	2	2,400	48,000
13	Llaves de paso	25	8	200	4,000
14	Automatizador de riego	120	2	240	4,800
15	Politubo flexible 1.5 "	20	16	320	6,400
16	Bandejas de almacenadoras	18	5	90	1,800
17	Camas de maternidad	70	2	140	2,800
18	Esponjas de crecimiento	5	20	100	2,000
Total Sistema Hidropónico NFT tipo triangular					180,600

FUENTE: elaboración con base a datos recopilados

Tabla 47: Costo total de instrumentos de medición

N°	Descripción	Costo unitario (Bs)	Cantidad (Unid), 2 sistemas NFT	Costo total (Bs)	Inversión (Bs) 20 invernaderos
1	Medidor de pH Digital (HANNA)	570	1	570	11,400
2	Medidor de (CE)	450	1	450	9,000
3	Balanza de precisión digital (gr)	550	1	550	11,000
4	Kit de medición (Geringas)	30	1	30	600
5	Vasos desechables (120 ml)	0.07	1,024	71.7	1,433.6
6	Esponjas de germinación	20	1	20	400
Total costo					33,833.6

FUENTE: Elaboración con base a datos recopilados

Tabla 48: Total de inversión de activos fijos

N°	Descripción	Costo unitario (Bs)	Cantidad (Unid), 2 sistemas NFT	Costo total (Bs)	Inversión (Bs) 20 invernaderos
1	Transporte de materiales	5,000	5	25,000	25,000
Total costo					25,000
Total inversión activos Fijos					239,433.60

FUENTE: Elaboración con base a datos recopilados

La inversión de los activos diferidos para el proyecto son los que se detallan a continuación, teniendo en cuenta las cantidades requeridas:

Tabla 49: Total de inversión de activos diferidos

Activos diferidos					
N°	Descripción	Costo unitario (Bs)	Cantidad (Unid), 2 sistemas NTF	Costo total (Bs)	Inversión (Bs) 20 invernaderos
1	Armado y prueba del sistema NTF.	600	1	600	12,000
2	Manual de manejo técnico.	30	1	30	600
3	Capacitación y asistencia técnica	1,500	1	1,500	1,500
4	Inspección y asesoramiento técnico	150	1	150	3,000
Total inversión activos diferidos					17,100.00

FUENTE: Elaboración con base a datos recopilados

Tabla 50: Total capital de trabajo

Capital de trabajo					
N°	Descripción	Costo unitario (Bs)	Cantidad (Unid), 2 sistemas NFT	Costo total (Bs)	Inversión (Bs) 20 invernaderos
1	Costos directos	412.74	1	412.74	8,254.80
2	Costos indirectos	446.31	1	446.31	8,926.20
Total capital de trabajo					17,181.00

FUENTE: Elaboración con base a datos recopilados

Total, inversión requerida de activos fijos para el proyecto.

Tabla 51: resumen de Total inversión de activos fijos

Inversión de activos fijos		
N°	Descripción	Monto (Bs)
1	Total sistema NFT	180,600
2	Equipos de medición	33,833.60
3	Transporte de materiales	25,000
Total inversión de activos fijos		239,433.60

FUENTE: Elaboración con base a datos de tablas 46, 47, 48

Total, inversión de activos diferidos para el proyecto.

Tabla 52: Resumen de total inversión de activos diferidos

Inversión de activos Diferidos		
N°	Descripción	Monto (Bs)
1	Armado y prueba del sistema NFT.	12,000
2	Manual de manejo técnico.	600
3	Capacitación y asistencia técnica	1,500
4	Inspección y asesoramiento técnico	3,000
Total inversión de activos diferidos		17,100

FUENTE: Elaboración con base a datos de tabla 49

Tabla 53: Resumen de Total de Capital de trabajo.

Capital de Trabajo		
N°	Descripción	Monto (Bs)
1	Costos directos	8,254.80
2	Costos indirectos	8,926.20
	Total capital de trabajo	17,181.00

FUENTE: Elaboración con base a datos de tabla 50

Inversión final requerida para el proyecto es como se detalla a continuación donde se tiene las cantidades de activos fijos, activos diferidos y el capital de trabajo.

Tabla 54: Resumen de total inversión para proyecto el proyecto

Inversión para el proyecto		
N°	Descripción	Monto (Bs)
1	Total inversión de activos fijos	239,434
2	Total inversión de activos diferidos	17,100
3	Total capital de trabajo	17,181
	Total Inversión Para el Proyecto	273,715

FUENTE: Elaboración con base a datos de tablas 51, 52, 53

ANEXO 3

COSTO DE DEPRECIACION:

Tabla 55: Total de depreciación de activos

N°	Descripción	inversión (Bs)	Vida útil (Años)	Depreciación %	Valor de Depreciación (Bs)	Valor de salvamento para evaluación
1	Tubos de cultivo PVC 3"	54,720	10	0.10	5,472.00	27,360.0
2	Tubos de desagüe PVC 2"	1,920	10	0.10	192.00	960.0
3	Tubos PVC 1.5"	6,000	10	0.10	600.00	3,000.0
4	Tapas para Tubos PVC 3 "	3,840	10	0.10	384.00	1,920.0
5	Tanque de agua 600 lt.	18,800	5	0.20	3,760.00	0.0
6	Mangueras de retorno 1" , 0.25 m.	2,400	2	0.50	1,200.00	1,200.0
7	Minitubo flexibe Suministro 5 (mm), 0.3 m	1,920	2	0.50	960.00	960.0
8	Pegamento PVC poxicilina	4,000	1	1.00	4,000.00	0.0
10	Electrobomba (1/2) HP	17,200	3	0.33	5,733.33	5,733.3
11	Soporte de estructura	48,000	5	0.20	9,600.00	0.0
13	Llaves de paso	4,000	5	0.20	800.00	0.0
14	Automatizador de riego	4,800	2	0.50	2,400.00	2,400.0
15	Politubo flexible 1.5 "	6,400	10	0.10	640.00	3,200.0
16	Bandejas de almacigueras	1,800	4	0.25	450.00	1,350.0
17	Camas de maternidad	2,800	8	0.13	350.00	1,050.0
18	Esponjas de crecimiento	2,000	2	0.50	1,000.00	1,000.0
Total depreciación Sistema NTF					37,541.33	

1	Medidor de pH Digital HANNA)	11,400	5	0.2	2,280.00	0.00
2	Medidor de (CE)	9,000	5	0.2	1,800.00	0.00
3	Balanza de precisión digital (gr)	11,000	10	0.1	1,100.00	5,500.00
4	kit de medición (jeringas)	600	2	0.5	300.00	300.00
5	Vasos desechables (120 ml)	1,434	1	1	1,433.60	0.00
6	Esponjas de germinación	400	1	1	400.00	0.00
Total de equipos y materiales de medición					7,313.60	
Total depreciación de activos Fijos					44,854.93	55,933.33

FUENTE: Elaboración con base a datos recopilados

COSTO DE AMORTIZACION:

Tabla 56: Total Amortización de activos diferidos

N°	Descripción	inversión (Bs)	Vida Útil (Años)	Amortización %	Valor de Amortización (Bs)
1	Armado y prueba del sistema NFT.	12,000	5	0.20	2,400.00
2	Manual de manejo técnico.	600	5	0.20	120.00
3	Capacitación y asistencia técnica	1,500	5	0.20	300.00
4	Inspección y asesoramiento técnico	3,000	5	0.20	600.00
Total amortización de activos diferidos					3,420.00

FUENTE: Elaboración con base a datos recopilados

RESUMEN DE LOS COSTOS DE DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN.

Tabla 57: Resumen de datos de Depreciación y Amortización

N°	Descripción	Monto (Bs)
1	Total depreciación Sistema NFT	37,541.33
2	Total de equipos y materiales de medición	7,313.60
Total depreciación de activos.		44,854.93
3	Amortización de activos diferidos	3,420.00
Total amortización de activos		3,420.00

ANEXO 4

RAU (Régimen Agropecuario Unificado) recopilado de (trigo, 2012).

1. ¿QUE ES EL REGIMEN AGROPECUARIO UNIFICADO (RAU)?

Es un régimen especial de obligaciones tributarias, por medio del cual se liquidan y pagan en forma anual y simplificada los IMPUESTOS NACIONALES que corresponden al VALOR AGREGADO (IVA), a las TRANSACCIONES (IT), al REGIMEN COMPLEMENTARIO DEL IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (RC-IVA) y sobre las UTILIDADES DE LAS EMPRESAS (IUE).

2. ¿QUIENES SON LOS SUJETOS PASIVOS QUE DEBEN PAGAR ESTE IMPUESTO?

- a) Las personas naturales o individuales y sucesiones indivisas que realicen actividades agrícolas o pecuarias en predios cuya superficie esté comprendida dentro de los límites establecidos para pertenecer a este régimen.
- b) Cooperativas Agropecuarias (con características específicas).
- c) Personas naturales o individuales que, independiente del tamaño de su propiedad, realicen actividades de avicultura, apicultura, floricultura, cunicultura y piscicultura.

3 ¿LOS SUJETOS PASIVOS AL RAU DEBEN REGISTRARSE EN IMPUESTOS NACIONALES?

(Agrícolas = de 51 a 1.000 ha; Pecuario = de 500 a 10.000 ha)

Los sujetos pasivos del RAU están obligados a inscribirse y obtener el Número de Identificación Tributaria (NIT), para lo cual deberán constituir domicilio ubicado dentro del radio urbano de las ciudades o poblaciones del país, para todos los efectos fiscales.

4. ¿QUE TRAMITES DEBEN REALIZAR LOS SUJETOS PASIVOS DEL RAU PARA INSCRIBIRSE Y OBTENER EL NIT?

Los sujetos pasivos del RAU deben realizar un trámite gratuito y personal en la Administración del

Servicio de Impuestos Nacionales SIN.

5. ¿COMO SE REALIZA ESTE TRAMITE?

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Ingresar a la oficina virtual de la página de Impuestos nacionales

(www.impuestos.gob.bo), registrar los datos correspondientes y obtener un número de trámite.

2. Apersonarse a las Oficinas de Impuestos nacionales adjuntando los siguientes documentos:

a. Cedula de identidad (vigente)

b. Título de propiedad, o documento equivalente; (Tarjeta de propiedad o expediente de consolidación) de (los) predio(s) agropecuarios; en caso de no poseer documento de propiedad, ajuntar un certificado de la asociación a la cual este afiliado (Ej. ANAPO, FEGASACRUZ, etc).

c. Aviso de cobranza de luz del domicilio habitual y fiscal, cuya fecha de emisión no tenga una antigüedad mayor a 60 días calendarios.

d. Croquis del domicilio habitual y fiscal

6. ¿COMO PUEDO REALIZAR EL PAGO DEL RAU?

Debo realizar mediante una declaración jurada ante el ente recaudador autorizado por Impuestos Nacionales, como es el caso de ANAPO. El RAU se paga en forma anual, del 01 al 31 de octubre de cada año, en una sola cuota, en las entidades recaudadoras.

7 ¿QUE REQUISITOS DEBO PRESENTAR PARA RELIZAR ESTE PAGO?

Para pagar sus impuestos y obtener el formulario 701 deberán presentar:

- Presentar fotocopia del certificado de inscripción al NIT para el Régimen Agropecuario

Unificado (RAU).

- Título de propiedad, tarjeta de propiedad, expediente de dotación o consolidación, o documento equivalente.

8. ¿CUAL ES LA SUPERFICIE SOBRE LA CUAL SE APLICA EL REGIMEN AGROPECUARIO UNIFICADO?

El Régimen Agropecuario Unificado (RAU) se aplica dentro de los siguientes límites:

- ACTIVIDADES AGRICOLAS = De 50 a 1.000 hectáreas
- ACTIVIDADES PECUARIAS = De 500 a 10.000 hectáreas

9. ¿SOBRE QUE EXTENSION DE HA. SE HACE LA DECLARACION JURADA DEL PAGO EN EL FORMULARIO 701?

Se hace sobre la extensión que se encuentre en actividad.

10. ¿COMO SE ESTABLECE EL MONTO A PAGAR POR ESTE IMPUESTO?

La Base Imponible es la superficie afectada a la actividad agrícola o pecuaria, debiendo pagarse las cuotas fijas por hectárea que la oficina de Impuestos Nacionales publica cada año en una Resolución Normativa de Directorio. La cual para la gestión 2010 es:

- Actividad Agrícola = Bs. 20,61 por ha.
- Actividad Pecuaria = Bs. 1,52 por ha.

11. ¿QUÉ SUCEDE SI SE REALIZA EL PAGO DEL RAU CON POSTERIDAD AL ¿VENCIMIENTO DEL PLAZO ESTABLECIDO?

Por norma se ha establecido que el RAU se debe pagar todos los años en el mes de octubre del 01 al 31, hacerlo posteriormente a esta fecha dará lugar a la actualización del valor al monto del tributo, como se: interés, recargos y a la imposición de la sanción que corresponda, según lo establecido en el Nuevo Código Tributario.

12. ¿QUE SE DEBE HACER CUANDO LOS REQUISITOS QUE ME OBLIGAN A REALIZAR EL PAGO DEL RAU CAMBIAN Y NO ME CONSIDERO LEGALMENTE SUJETO PASIVO A ESTE PAGO?

En caso de dejar de cumplir con los requisitos establecidos para pertenecer al RAU (poseer de 50 a 1.000 has agrícolas o de 500 a 10.000 has pecuarias), el sujeto pasivo deberá comunicar este hecho al ente recaudador, en la forma y plazos que disponga el Servicio de Impuestos Nacionales.

13. ¿CUANDO Y DONDE DEBO SOLICITAR EL CAMBIO DE REGIMEN?

El sujeto pasivo deberá comunicar al ente recaudador siempre antes del 31 de diciembre de cada gestión en que ha ocurrido el cambio de condiciones, ya que la falta de comunicación al ente recaudador dará lugar a la imposición de las sanciones establecidas por el Nuevo Código Tributario.

14. ¿QUE SUCEDE UNA VEZ REALIZADO EL CAMBIO DE REGIMEN?

El cambio de régimen implica que a partir del ejercicio fiscal anual siguiente al inicio de actividades, el propietario será responsable por las obligaciones establecidas en la ley 843 y sus decretos reglamentarios.

15. ¿PUEDO VOLVER A INGRESAR A ESTE REGIMEN UNA VEZ REALIZADO EL CAMBIO?

El cambio de régimen es irreversible y en consecuencia, quienes cambien al régimen impositivo general, no podrán solicitar, posteriormente su reincorporación al RAU.

16. ¿SE PUEDE OPTAR POR UN CAMBIO DE REGIMEN CUANDO MI REALIDAD ECONOMICA NO SE ADECUA AL REGIMEN AGROPECUARIO UNIFICADO?

Cuando los sujetos pasivos al RAU consideren que este régimen no se adecua a la realidad económica de sus actividades o a la modalidad de sus operaciones comerciales, podrán optar por el régimen impositivo general. Esta operación es irreversible y en consecuencia quienes optaren por acogerse al régimen impositivo general ya no podrán solicitar posteriormente su reincorporación al RAU.

17. ¿QUIÉNES SON CONSIDERADOS SUJETOS ACTIVOS EN ESTE REGIMEN?

La aplicación y fiscalización del Régimen Agropecuario Unificado está a cargo del Servicio de Impuestos Nacionales. Previa delegación expresa del SIN, estas labores podrán ser realizadas por los Gobiernos Municipales del país que hayan demostrado capacidad técnico-operativa para recaudar y administrar el impuesto.

18. ¿QUÉ FUNCION DESARROLLA ANAPO EN EL COBRO DEL RAU?

La función que desarrolla ANAPO en la Recaudación del RAU, es simplemente de colecturía, para brindar un adecuado asesoramiento al productor agropecuario, teniendo una ventanilla única de pago del RAU y del Impuesto a la Propiedad Agraria IPA.

19. ¿DÓNDE Y COMO SE DESTINAN ESTOS RECURSOS?

Estos Recursos son depositados en el Tesoro General de la Nación, para que luego el Gobierno los devuelva como Co-Participación Popular a los Municipios.

20. ¿QUE ES LA PEQUEÑA PROPIEDAD?

La pequeña propiedad es la establecida por la legislación agraria, y a los efectos del Régimen Agropecuario Unificado (RAU) tiene las siguientes extensiones:

- Pequeña Propiedad Agrícola: de 0 a 50 hectáreas.

- Pequeña Propiedad Pecuaría: de 0 a 500 hectáreas.

21. ¿ESTAN EXENTOS DEL PAGO DEL RAU LAS PEQUEÑAS PROPIEDADES?

Las pequeñas propiedades están excluidos (exentos) del Régimen Agropecuario Unificado, pero deberán presentar su correspondiente certificación legal de no imponibleidad.

22. ¿COMO SE OBTIENE LA CERTIFICACION LEGAL DE NO IMPONIBILIDAD?

Gestionando ante el ente recaudador (ANAPO) su correspondiente certificación legal de no imponibleidad a través del Formulario 280, para ello deberán cumplir con los requisitos y presentar la documentación respectiva.

23. ¿QUE DOCUMENTACION DEBE PRESENTARSE PARA OBTENER LA CERTIFICACION DE NO IMPONIBILIDAD?

a) Los PROPIETARIOS deberán presentar:

- Fotocopia de Cedula de Identidad vigente.
- Fotocopia del Título de Propiedad.
- Tarjeta de propiedad, Alodial o testimonio.
- En caso de no poseer ningún documento de propiedad, presentar un certificado de la asociación a la cual este afiliado (Ej. ANAPO, FEGASACRUZ, etc).

24. ¿QUE COSTO TIENE ADQUIRIR EL FORMULARIO 280 DE NO IMPONIBILIDAD O EXENCION?

El formulario 280 de no imponibleidad o exención es completamente gratuito y personal.

25. ¿LOS PROPIETARIOS DE LOS PREDIOS ESTAN OBLIGADOS A EMITIR FACTURAS?

Los sujetos pasivos del Régimen Agropecuario Unificado no pueden emitir facturas, notas fiscales o documentos equivalentes. Toda infracción constituye delito de defraudación y toda nota fiscal emitida no podrán ser utilizadas por quien la reciba.

26. ¿ESTAN OBLIGADOS A EXIGIR FACTURAS A LOS PROVEEDORES LOS SUJETOS QUE PARTICIPAN EN ESTE REGIMEN?

Por todas las compras de insumos, materiales y productos nacionales o importados, los sujetos alcanzados por el RAU deben exigir a sus proveedores notas fiscales o documentos equivalentes emitido a su nombre y con su respectivo número de inscripción en el registro de contribuyentes, debiendo mantenerlas permanentemente por el periodo de prescripción en el lugar de sus actividades debiendo estar las mismas disponibles ante cualquier requerimiento de la autoridad tributaria (Renta Nacional).

27. ¿POR QUÉ SE DEBE PRESENTAR FACTURAS O DOCUMENTOS ¿EQUIVALENTES A LA AUTORIDAD TRIBUTARIA?

La tenencia de insumos, herramientas y materiales sin las correspondientes facturas de compra o póliza de importación hará presumir salvo prueba que pueda probar lo contrario, la existencia de defraudación o contrabando y será penado según el Nuevo Código Tributario. Así mismo las operaciones de importación directa que realicen los sujetos pasivos del RAU están sujetas al pago de tributos de importación que correspondan.

28. ¿QUÉ DOCUMENTOS DEBO PRESENTAR ANTE LOS COMPRADORES DE MIS ¿PRODUCTOS?

En toda operación de venta de productos, los sujetos pasivos del RAU están obligados a exhibir el certificado de inscripción en el registro de contribuyentes dispuesto por el ente recaudador y el comprobante de pago de este tributo correspondiente a la última gestión, y facilitar si así lo requiere el comprador, el fotocopiado de estos documentos.

29. ¿QUE PASA SI NO TENGO EL RAU?

Si al momento de vender su producto no presenta el RAU, la empresa le descontará el 8% de su pago, o 3.5% en empresas exportadoras.



Anexo 5

Manual de Capacitación para el Manejo de un Sistema Hidropónico NFT.

1. Introducción

El sistema hidropónico NFT es una técnica en la que una fina lámina de solución nutritiva fluye continuamente sobre las raíces de las plantas. Este manual está diseñado para capacitar a los usuarios en la instalación, operación y mantenimiento del sistema, asegurando una producción eficiente y sostenible.

2. Objetivos de la Capacitación

Los objetivos de este programa de capacitación son:

- Comprender los principios básicos del sistema hidropónico NFT.
- Aprender a montar, operar y mantener un sistema NFT.
- Conocer los componentes críticos del sistema.
- Saber cómo monitorear y ajustar los parámetros necesarios para un crecimiento óptimo de las plantas.
- Ser capaz de solucionar problemas comunes.

3. Fundamentos del Sistema NFT

El sistema NFT se basa en la circulación constante de una película delgada de solución nutritiva que fluye por canales o tubos donde se encuentran las raíces de las plantas. Las raíces están suspendidas, lo que permite un intercambio de oxígeno constante, mientras que la solución líquida nutre las plantas.

4. Componentes Principales del Sistema NFT

La capacitación debe incluir un reconocimiento y comprensión de los siguientes componentes esenciales:

- Bomba de agua: Circula la solución nutritiva por el sistema.
- Depósito de solución nutritiva: Contiene el agua y los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas.
- Canales de cultivo: Estructuras inclinadas por donde fluye la solución nutritiva y donde se colocan las plantas.

- Tubos de retorno : Canalizan el agua sobrante de nuevo al depósito.
- Macetas o recipientes de cultivo : Lugares donde se posicionan las plántulas.
- Sistema de aireación (si es necesario) : Aumenta el contenido de oxígeno en la solución nutritiva.
- Controlador de pH y EC : Monitores para ajustar los niveles de pH y la conductividad eléctrica (EC) de la solución.

5. Procedimientos operativos

5.1. Preparación del sistema

- Montar el sistema siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Asegúrese de que los canales tengan la inclinación adecuada para un flujo continuo.
- Verifique que la bomba de agua funcione correctamente.

5.2. Gestión de la Solución Nutritiva

- Preparación : Llenar el depósito con agua limpia y agregar la solución nutritiva adecuada, ajustando el pH (idealmente entre 5,5 y 6,5) y la CE (varía según el cultivo, generalmente entre 1,2 y 2,0 mS/cm).
- Circulación : Asegurarse de que la bomba recircula la solución nutritiva continuamente y de manera uniforme por los canales.
- Reemplazo y ajuste : Cambie la solución nutritiva cada 1-2 semanas y ajuste el pH y los niveles de nutrientes según sea necesario.

5.3. Plantación y Germinación

- **Semillas y plántulas:** Las semillas deben germinar previamente en medios como lana de roca, y se deben trasladar al sistema NFT una vez que las raíces estén bien desarrolladas.
- **Colocación en los canales:** Insertar las plántulas en los canales de cultivo, asegurándose de que las raíces queden suspendidas sobre el flujo de solución.

5.4. Mantenimiento del Sistema

- **Inspección diaria:** Verificar el flujo de la solución, niveles de nutrientes, y ajustar el pH y la EC si es necesario.
- **Limpieza:** Limpiar los canales regularmente para evitar obstrucciones, así como las bombas y filtros.

5.5. Cosecha.

- La cosecha depende del tipo de cultivo, pero en general, las plantas se recogen cuando alcanzan el tamaño óptimo, asegurándose de no dañar el sistema de raíces de otras plantas durante el proceso.

6. Mantenimiento del sistema

El mantenimiento adecuado garantiza un funcionamiento eficiente y evita fallas en el sistema.

- **Limpieza del depósito:** Cada vez que se cambie la solución nutritiva, limpie el depósito para evitar la acumulación de sales y residuos.
- **Inspección de la bomba:** Revisar y limpiar la bomba para asegurar un flujo continuo.
- **Desinfección:** Entre cultivos, desinfectar los canales y las macetas para prevenir la proliferación de hongos o plagas.

7. Control de Parámetros Críticos

7.1. pH

- El pH adecuado para la mayoría de los cultivos hidropónicos está entre 5,7 y 6,4.
- Ajustar el pH según sea necesario utilizando soluciones ácidas o alcalinas específicas.

7.2. Conductividad Eléctrica (EC)

- La EC mide la concentración de nutrientes en la solución.
- Mantenga la CE en el rango recomendado para el cultivo específico.

7.3. Temperatura del agua

- La temperatura ideal de la solución es entre 18°C y 24°C. Una temperatura mayor puede afectar la absorción de oxígeno y nutrientes.

8. Solución de Problemas Comunes

- Flujo de solución desigual: Revisar la inclinación de los canales y posibles obstrucciones.
- Plagas: Aplicar métodos de control biológico o fitosanitarios en caso de infestaciones.
- Deficiencia de nutrientes: Identificar y corregir problemas en la solución nutritiva.

9. Seguridad y Normas Básicas

- Utilice guantes y gafas al manipular soluciones nutritivas o productos químicos.
- Mantenga el área limpia y libre de obstáculos.
- Desconectar equipos eléctricos antes de realizar mantenimientos.

10. Evaluación del Aprendizaje

Al final del proceso de capacitación, es recomendable realizar una evaluación teórica y práctica para asegurar que los participantes han comprendido los conceptos y procedimientos esenciales. Esto puede incluir:

- Preguntas sobre los principios básicos del sistema NFT.
- Demostración práctica del montaje y operación del sistema.
- Simulación de situaciones de mantenimiento y solución de problemas.

Conclusión

Este manual proporciona una guía detallada para la capacitación en la operación de un sistema hidropónico NFT. Conocer a fondo los componentes, el mantenimiento adecuado y la solución de problemas es clave para lograr un sistema eficiente y productivo.

ANEXO 6

La Asociación de Mujeres Fruticultoras Indígena Originario Yanapasiñani (ASODEMFIOY)

Ilustración 27: Directorio de la asociación (ASODEMFIOY)



FUENTE: 3fotografía tomada en comunidad de la selva Sapahaqui.

Ilustración 28: Logo representativo de la asociación



FUENTE: Logo de la asociación (ASODEMFIOY)

Ilustración 29: Oficina principal de la asociación ASODEMFIOY



FUENTE: Fotografía tomada en la comunidad la Selva de sapahaqui

Ilustración 30: Área de reunión de la asociación en la comunidad de la selva Sapahaqui



FUENTE: Fotografía tomada en la comunidad la Selva de sapahaqui

Ilustración 31: Áreas afectadas por las sequías en sapahaqui



FUENTE: Fotografía tomada en un cultivo de lechugas en el municipio de sapahaqui

Ilustración 32: invernadero perteneciente a la asociación de mujeres Yanapasiñani



FUENTE: Fotografía de invernadero de sapahaqui

Autor: Esteban Saturnino Paredes Mollisaca

Correo: estebanmentemillonaria@gmail.com

Contacto: Cel. 78841117



2024-TTES-1360-D-1

**DIRECCIÓN DE DERECHO DE AUTOR
Y DERECHOS CONEXOS**
RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA NRO. 1-3022/2024
La Paz, 02 de octubre de 2024

VISTOS:

La solicitud de Inscripción de Derecho de Autor presentada en fecha **18 de septiembre de 2024**, por **ESTEBAN SATURNINO PAREDES MOLLISACA** con C.I. N° **7054770 LP**, con número de trámite **DA 1673/2024**, señala la pretensión de inscripción del Proyecto de Grado titulado: **"DISEÑO DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO NTF (TÉCNICA DE PELÍCULA DE NUTRIENTES) PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHUGAS COMO UNA ALTERNATIVA DE ACCIÓN ANTE LA ESCASEZ DE AGUA EN EL MUNICIPIO DE SAPAHAQUI"**, cuyos datos y antecedentes se encuentran adjuntos y expresados en el Formulario de Declaración Jurada.

CONSIDERANDO:

Que, en observación al Artículo 4º del Decreto Supremo N° 27938 modificado parcialmente por el Decreto Supremo N° 28152 el *"Servicio Nacional de Propiedad Intelectual SENAPI, administra en forma desconcentrada e integral el régimen de la Propiedad Intelectual en todos sus componentes, mediante una estricta observancia de los regímenes legales de la Propiedad Intelectual, de la vigilancia de su cumplimiento y de una efectiva protección de los derechos de exclusiva referidos a la propiedad industrial, al derecho de autor y derechos conexos; constituyéndose en la oficina nacional competente respecto de los tratados internacionales y acuerdos regionales suscritos y adheridos por el país, así como de las normas y regímenes comunes que en materia de Propiedad Intelectual se han adoptado en el marco del proceso andino de integración"*.

Que, el Artículo 16º del Decreto Supremo N° 27938 establece *"Como núcleo técnico y operativo del SENAPI funcionan las Direcciones Técnicas que son las encargadas de la evaluación y procesamiento de las solicitudes de derechos de propiedad intelectual, de conformidad a los distintos regímenes legales aplicables a cada área de gestión"*. En ese marco, la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos otorga registros con carácter declarativo sobre las obras del ingenio cualquiera que sea el género o forma de expresión, sin importar el mérito literario o artístico a través de la inscripción y la difusión, en cumplimiento a la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, Ley de Derecho de Autor N° 1322, Decreto Reglamentario N° 23907 y demás normativa vigente sobre la materia.

Que, la solicitud presentada cumple con: el Artículo 6º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, el Artículo 26º inciso a) del Decreto Supremo N° 23907 Reglamento de la Ley de Derecho de Autor, y con el Artículo 4º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina.

Que, de conformidad al Artículo 18º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor en concordancia con el Artículo 18º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, referentes a la duración de los Derechos Patrimoniales, los mismos establecen que: *"la duración de la protección concedida por la presente ley será para toda la vida del autor y por 50 años después de su muerte, a favor de sus herederos, legatarios y cesionarios"*

Que, se deja establecido en conformidad al Artículo 4º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, y Artículo 7º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina que: *"...No son objeto de protección las ideas contenidas en las obras literarias, artísticas, o el contenido ideológico o técnico de las obras científicas ni su aprovechamiento industrial o comercial"*

Que, el artículo 4, inciso e) de la ley N° 2341 de Procedimiento Administrativo, instituye que: *"... en la relación de los particulares con la Administración Pública, se presume el principio de buena*



Oficina Central - La Paz
Av. Montes, N° 515,
entre Esq. Uruguay y
C. Batallón Illimani.
Telfs: 2115700
2119276 - 2119251

Oficina - Santa Cruz
Av. Uruguay, Calle
prolongación Quijarro,
N° 29, Edif. Bicentenario.
Telfs: 3121752 - 72042936

Oficina - Cochabamba
Calle Bolívar, N° 737,
entre 16 de Julio y Antezana.
Telfs: 4141403 - 72042957

Oficina - El Alto
Av. Juan Pablo II, N° 2560
Edif. Multicentro El Ceibo
Ltda. Piso 2, Of. 5B,
Zona 16 de Julio.
Telfs: 2141001 - 72043029

Oficina - Chuquisaca
Calle Kilómetro 7, N° 366
casi esq. Urmilagotia,
Zona Parque Bolívar.
Telf: 72005873

Oficina - Tarija
Av. La Paz, entre
Calles Ciro Trigo y Avaroa
Edif. Santa Clara, N° 243.
Telf: 72015286

Oficina - Oruro
Calle 6 de Octubre, N° 5837,
entre Ayacucho
y Junín, Galería Central,
Of. 14.
Telf: 67201288

Oficina - Potosí
Av. Villazón entre calles
Wenceslao Alba y San Alberto,
Edif. AM. Salinas N° 242,
Primer Piso, Of. 17.
Telf: 72018160

www.senapi.gob.bo





ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

MINISTERIO DE DESARROLLO PRODUCTIVO Y ECONOMÍA PLURAL

fe. La confianza, la cooperación y la lealtad en la actuación de los servidores públicos y de los ciudadanos ...", por lo que se presume la buena fe de los administrados respecto a las solicitudes de registro y la declaración jurada respecto a la originalidad de la obra.

POR TANTO:

El Director de Derecho de Autor y Derechos Conexos sin ingresar en mayores consideraciones de orden legal, en ejercicio de las atribuciones conferidas.

RESUELVE:

INSCRIBIR en el Registro de Tesis, Proyectos de Grado, Monografías y Otras Similares de la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos, el Proyecto de Grado titulado: "**DISEÑO DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO NTF (TÉCNICA DE PELÍCULA DE NUTRIENTES) PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHUGAS COMO UNA ALTERNATIVA DE ACCIÓN ANTE LA ESCASEZ DE AGUA EN EL MUNICIPIO DE SAPAHAQUI**" a favor del autor y titular: **ESTEBAN SATURNINO PAREDES MOLLISACA** con **C.I. N° 7054770 LP**, quedando amparado su derecho conforme a Ley, salvando el mejor derecho que terceras personas pudiesen demostrar.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.

CASA/lm

Firmado Digitalmente por:

Servicio Nacional de Propiedad Intelectual - SENAPI
CARLOS ALBERTO SORUCO ARROYO
DIRECTOR DE DERECHO DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS
LA PAZ - BOLIVIA

Firma:



4x4xf0Ee2Ce41E

PARA LA VALIDACIÓN DEL PRESENTE DOCUMENTO INGRESAR A LA PÁGINA WEB www.senapi.gob.bo/verificacion Y COLOCAR CÓDIGO DE VERIFICACIÓN O ESCANEAR CÓDIGO QR.



Oficina Central - La Paz
Av. Montes, N° 515,
entre Esq. Uruguay y
C. Batallón Illimani.
Telfs.: 2115700
2119276 - 2119251

Oficina - Santa Cruz
Av. Uruguay, Calle
prolongación Quijarro,
N° 29, Edif. Bicentenario.
Telfs.: 3121752 - 72042936

Oficina - Cochabamba
Calle Bolívar, N° 737,
entre 16 de Julio y Antezana.
Telfs.: 4141403 - 72042957

Oficina - El Alto
Av. Juan Pablo II, N° 2560
Edif. Multicentro El Ceibo
Ltda. Piso 2, Of. 5B,
Zona 16 de Julio.
Telfs.: 2141001 - 72043029

Oficina - Chuquisaca
Calle Kilómetro 7, N° 366
casi esq. Urmilagoitia,
Zona Parque Bolívar.
Telf.: 72005873

Oficina - Tarija
Av. La Paz, entre
Calles Ciro Trigo y Avaroa
Edif. Santa Clara, N° 243.
Telf.: 72015286

Oficina - Oruro
Calle 6 de Octubre, N° 5837,
entre Ayacucho
y Junin, Galería Central,
Of. 14.
Telf.: 67201288

Oficina - Potosí
Av. Villazón entre calles
Wenceslao Alba y San Alberto,
Edif. AM. Salinas N° 242,
Primer Piso, Of. 17.
Telf.: 72018160

www.senapi.gob.bo

