

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PREFACTIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE LECHUGA  
BAJO EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN HIDROPÓNICO NFT EN PEJIBAYE,  
JIMÉNEZ, CARTAGO 2023

Trabajo final de investigación aplicada sometido a la consideración de la Comisión del  
Programa de Posgrado en Gerencia Agroempresarial para optar al grado y título de  
Maestría Profesional en Gerencia Agroempresarial

SUSTENTANTES

Gerardo Fonseca Brenes

Roger Anthony Salazar Araya

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2025

## DEDICATORIA

A mi madre por su apoyo durante toda mi vida, mis hijos y mi esposa por todo el apoyo brindado durante la elaboración del presente trabajo.

Roger

\*\*\*\*\*

A mi familia por todo el apoyo durante mi vida académica y especialmente durante el proceso de la maestría que culmina con este trabajo.

A mi futura esposa María Karina Hernández Jiménez por todo su apoyo y acompañamiento en la elaboración del presente trabajo.

A LAICA por brindarme el espacio y las facilidades dentro de mis funciones laborales, para poder culminar con éxito la maestría.

Gerardo

## **AGRADECIMIENTOS**

Al compañero de la maestría Dennis Barquero Bejarano, por sus ideas para el desarrollo del presente trabajo y durante todos los trabajos realizados durante la maestría.

A los compañeros y compañeras de la maestría que, durante estos dos años, hemos compartido momentos muy importantes, que han permitido aumentar el crecimiento personal y profesional.


Agradecimiento extensivo a todos los profesores y profesoras que nos formaron durante este periodo de la maestría y que nos brindaron los conocimientos necesarios para elaborar el presente trabajo.

A nuestro director de Trabajo final de investigación aplicada Dr. Víctor Rodríguez Lizano, por su aporte en la revisión y formulación de este trabajo.

Al Dr. Freddy Soto Bravo y al Dr. Luis Losilla Solano, lectores del presente trabajo, que con sus revisiones y sugerencias permitieron mejorar el presente trabajo.


A los productores hidropónicos de lechuga, Jesús Bejarano de Cartago, Eduardo y Luis Carvajal Blanco de Coronado, por abrirnos las puertas de sus proyectos productivos.

Este trabajo final de investigación aplicada fue aceptado por la Comisión del Programa de Posgrado en Gerencia Agroempresarial de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Maestría Profesional en Gerencia Agroempresarial




---

Dra. Natalie Flores Díaz  
**Representante de la Decana  
Sistema de Estudios de Posgrado**



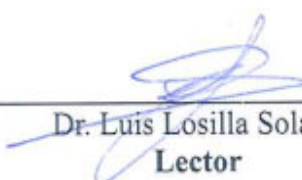
---

Dr. Víctor Rodríguez Lizano  
**Profesor Guía**



---

Dr. Freddy Soto Bravo  
**Lector**



---

Dr. Luis Losilla Solano  
**Lector**



---


M.A.E. Carlos Díaz Gutiérrez.  
**Director**

**Programa de Posgrado en Gerencia Agroempresarial**



---

Gerardo Fonseca Brenes  
**Sustentante**



---

Roger Salazar Araya  
**Sustentante**

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
HOJA DE APROBACIÓN .....	iv
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT.....	x
LISTA DE TABLAS .....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
1. Introducción.....	1
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Descripción del problema:.....	3
1.3 Justificación .....	5
2. Objetivos.....	6
2.1 Objetivo General.....	6
2.2 Objetivos específicos .....	6
3. Marco Teórico-conceptual.....	7
3.1 Lechuga.....	7
3.2 Estudio de mercado.....	9
3.2.1 Producto.....	9
3.2.2 Precio.....	9
3.2.3 Plaza.....	10
3.2.4 Promoción.....	10
3.2.5 Análisis de la demanda.....	10
3.2.6 Análisis de la oferta.....	10
3.3 Estudio técnico.....	11

3.3.1	Tamaño del proyecto. ....	11
3.3.2	Requerimientos de materias primas e insumos.....	11
3.3.3	Plagas y enfermedades potenciales a nivel foliar y a nivel de raíz.....	13
3.3.4	Descripción de la infraestructura civil para la producción. ....	14
3.3.5	Descripción caracterización de equipamiento. ....	15
3.3.6	Definición de la localización (macro y micro). ....	17
3.3.7	Diagrama del proceso productivo.....	17
3.3.8	Inversiones y costos de operación del proyecto.....	17
3.4	Estudio organizacional y legal.....	18
3.5	Estudio ambiental. ....	18
3.6	Estudio financiero.....	18
3.6.1	Flujo de caja puro. ....	19
3.6.2	Flujo de caja con financiamiento. ....	19
3.6.3	Indicadores financieros.....	19
4.	Metodología.....	20
4.1	Fuentes primarias.....	21
4.2	Fuentes secundarias.....	21
4.3	Recopilación de datos.....	21
4.4	Análisis de datos.....	23
4.4.1	Estudio de mercado.....	23
4.4.2	Estudio técnico.....	23
4.4.3	Estudio organizacional.....	23
4.4.4	Estudio Legal.....	24
4.4.5	Estudio ambiental.....	24
4.4.6	Estudio financiero.....	24

4.5	Operacionalización de las variables.....	26
5.	Capitulo I. Estudio de Mercado .....	32
5.1	Características del producto.....	32
5.2	Características nutricionales .....	32
5.3	Descripción y estimación de la muestra de la población en estudio.....	34
5.4	Caracterización del mercado de lechuga en Costa Rica. ....	35
5.5	Identificación del segmento de mercado que cubrirá el proyecto. ....	37
5.6	Análisis de oferta y demanda.....	39
5.7	Determinación del precio.....	41
5.8	Caracterización de los productos complementarios y sustitutos. ....	43
5.8.1	Clasificación de la lechuga. ....	43
5.9	Productos sustitutos y complementarios.....	47
5.10	Estrategia de comercialización. ....	51
5.11	Determinación de los canales de comercialización. ....	52
5.12	Estrategia de gerencia de promoción.....	53
6.	Capitulo II. Estudio Técnico.....	55
6.1	Tamaño del proyecto (volumen a producir en unidades). ....	55
6.2	Estudio del Clima de la Zona.....	55
6.3	Requerimientos de materias primas e insumos.....	56
6.4	Requerimientos y características de la mano de obra operativa. ....	57
6.5	Ingeniería del proyecto .....	57
6.6	Descripción y caracterización de maquinaria, equipos, herramientas y vehículo requeridos.58	
6.7	Definición de la localización. ....	60
6.8	Diagrama y explicación de proceso productivo.....	61

6.9	Escogencia y plan de manejo de la solución nutritiva .....	63
6.10	Diagrama de distribución de planta y su explicación. ....	65
6.11	Resumen de inversiones y costos de operación del proyecto. ....	65
6.12	Equipos .....	67
6.13	Estructura de costos aplicada (fijos y variables).....	68
6.14	Depreciaciones.....	69
6.15	Costos variables .....	70
7.	Capitulo III. Estudio Organizacional-Legal.....	73
7.1	Estudio Organizacional.....	73
7.2	Estudio Legal .....	74
8.	Capitulo IV. Estudio Ambiental .....	80
8.1	Descripción del proyecto: .....	80
8.2	Identificación de los Impactos Ambientales:.....	81
8.3	Matriz de Leopold.....	86
8.4	Análisis de los impactos .....	86
8.5	Mitigación de riesgos.....	87
9.	Capitulo V. Estudio Financiero .....	90
9.1	Supuestos del estudio.....	90
9.2	Flujo de caja puro del proyecto.....	91
9.3	Flujo de caja del proyecto con financiamiento. ....	95
9.4	Análisis de sensibilidad. ....	96
10.	Conclusiones .....	98
11.	Recomendaciones .....	99
12.	Bibliografía .....	101
13.	Anexos .....	106

## **RESUMEN**

El objetivo del estudio fue evaluar la prefactibilidad de la producción y comercialización de lechuga en invernadero utilizando el sistema de producción hidropónico NFT en la zona de Pejibaye, Jiménez, Cartago.

Se analizaron y evaluaron los aspectos relacionados con la producción de lechuga, las técnicas de cultivo, los rendimientos esperados, los insumos necesarios y la calidad del producto final, por lo que se consideró las partes de la evaluación de un proyecto, a saber, mercadeo, técnico, organizacional- legal, ambiental y financiero.

En el estudio de mercado, se analizó la viabilidad de mercado, aplicando una encuesta en la zona de interés para obtener información de primera mano acerca del mercado y obteniendo que los compradores de la lechuga hidropónica, no valoran a la hora de comprar el producto, la diferenciación que ofrece la lechuga hidropónica respecto de la tradicional, lo que nos indica que se debe enfocar el trabajo, en aspectos como calidad del producto y buen servicio al cliente, precios estables y ajustándose al comportamiento del mercado.

Es factible que se llegue a niveles de venta suficientes, dado el interés de los potenciales consumidores para utilizar productos más saludables, más higiénicos, con menos pesticidas, precios estables.

En el estudio técnico se evaluó la viabilidad técnica del sistema de producción hidropónico NFT en invernadero para el cultivo de lechuga en la zona, partiendo de los datos obtenidos en el estudio de mercado.

La localización estaba establecida, pero se determinó que el tamaño del invernadero es 600 m<sup>2</sup>, costos de los insumos y donde obtenerlos, el diseño de las unidades de producción hidropónica NFT, los costos variables y fijos.

Con el estudio organizacional - legal se determinaron los aspectos organizacionales y legales necesarios para establecer una producción de lechuga hidropónica en la zona, así como los requisitos para establecer una empresa en Costa Rica, concluyendo que, en la parte organizacional, no tiene alta complejidad, por el poco personal que se requiere, y en el aspecto legal, las leyes lo permiten y es relativamente sencillo cumplir con los requisitos necesarios para operar.

En el estudio ambiental, se analizó el impacto ambiental de la producción de lechuga en invernadero utilizando el sistema de producción hidropónico, determinando que es un proyecto de muy bajo impacto.

Con el estudio financiero se evaluó la viabilidad financiera del cultivo de lechuga en invernadero utilizando el sistema de producción hidropónico NFT y se estableció que es viable, partiendo del escenario con financiamiento y el escenario con recursos propios, ya que de las dos formas que se pueden obtener utilidades con los índices VAN y TIR positivos. Se analizó las sensibilidades del proyecto respecto a los costos de los insumos y a la variación de los precios, que son las más sensibles a afectar las utilidades, ya que dependen de la situación política internacional, y de variaciones en el mercado nacional no controlables.

Finalmente, se concluye que el proyecto es factible.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the pre-feasibility of producing and commercializing lettuce in a greenhouse using the Nutrient Film Technique (NFT) hydroponic system in the Pejibaye, Jiménez, Cartago area.

Aspects related to lettuce production, cultivation techniques, expected yields, necessary inputs, and the quality of the final product were analyzed and evaluated. Therefore, the marketing, technical, organizational-legal, environmental, and financial aspects of a project evaluation were considered.

In the market study, market viability was analyzed by conducting a survey in the area of interest to obtain first-hand information about the market. The results showed that hydroponic lettuce purchasers do not value the differentiation that hydroponic lettuce offers compared to traditional lettuce when making a purchase. This indicates that efforts should focus on aspects such as product quality, good customer service, stable prices, and adjusting to market behavior.

It is feasible to reach sufficient sales levels, given the interest of potential consumers in using healthier, more hygienic, and less pesticide-intensive products. In the technical study, we evaluated the technical feasibility of the NFT hydroponic system in a greenhouse for lettuce cultivation in the area, based on the data obtained in the market study.

The location was established, but the size of the greenhouse, the costs of inputs and where to obtain them, the design of the NFT hydroponic production units, and the variable and fixed costs were determined.

With the organizational-legal study, the organizational and legal aspects necessary to establish hydroponic lettuce production in the area were determined, as well as the requirements for establishing a company in Costa Rica. It was concluded that, organizationally, it is not highly complex due to the limited personnel required, and legally, the laws allow it and it is relatively easy to comply with the necessary operating requirements. In the environmental study, the environmental impact of greenhouse lettuce production using the hydroponic system was analyzed, determining that it is a very low-impact project.

With the financial study, the financial viability of greenhouse lettuce cultivation using the NFT hydroponic system was evaluated. It was determined to be viable, based on scenarios with financing and scenarios with own resources, since in both cases profits can be obtained with positive NPV and IRR indices. The project's sensitivities to input costs and price variations were analyzed, as these are the most sensitive to affecting profits, as they depend on the international political situation and uncontrollable variations in the domestic market. Finally, it is concluded that the project is feasible.

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Fórmulas comunes de soluciones nutritivas para hidroponía .....	12
Tabla 2 <i>Cálculo de la muestra con un 10% de desviación estándar tolerada y un 90% de nivel de confianza.</i> .....	22
Tabla 3 <i>Operacionalización de las variables para el estudio de prefactibilidad.</i> .....	27
Tabla 4 <i>Contenidos nutricionales de la Lechuga (Lactuca Sativa).</i> .....	33
Tabla 5 <i>Total de fincas en Costa Rica con cultivo de hortalizas por extensión sembrada y cosechada en hectáreas, según cultivo 2014.</i> .....	36
Tabla 6 <i>Total, de fincas con cultivo de lechuga por extensión sembrada y cosechada en hectáreas, según provincia 2014.</i> .....	37
Tabla 7 <i>Demanda mensual y anual proyectada de lechugas para el proyecto.</i> .....	54
Tabla 8 <i>Datos meteorológicos para el cantón de Jiménez, provincia de Cartago, Costa Rica, correspondientes al año 2023.</i> .....	56
Tabla 9 <i>Cálculo de la mano de obra semanal para el proyecto.</i> .....	57
Tabla 10 <i>Inversión en obras civiles.</i> .....	66
Tabla 11 <i>Inversión en mobiliario.</i> .....	66
Tabla 12 <i>Inversión en equipo.</i> .....	67
Tabla 13 <i>Presupuesto de insumos para un ciclo productivo de 6 semanas.</i> .....	68
Tabla 14 <i>Concentración de nutrientes y conductividad eléctrica (CE) de la solución nutritiva del INA utilizada en la nutrición del cultivo de lechuga hidropónica en invernadero.</i> .....	68
Tabla 15 <i>Costos fijos del proyecto.</i> .....	69
Tabla 16 <i>Depreciaciones de los bienes que se utilizarán en el proyecto.</i> .....	69
Tabla 17 <i>Determinación del costo variable de producción de lechuga hidropónica.</i> .....	70
Tabla 18 <i>Capital de trabajo requerido para el proyecto.</i> .....	71
Tabla 19 <i>Identificación de impactos ambientales de la producción de lechuga hidropónica NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago.</i> .....	81
Tabla 20 <i>Flujo de caja puro de la producción de lechuga hidropónica en sistema NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago.</i> .....	91
Tabla 21 <i>Tabla de Amortización del préstamo bancario de 25 .000.000 millones al 8% anual, plazo de 96 meses (8 años).</i> .....	92

Tabla 22 <i>Flujo de caja con financiamiento para la producción de lechuga hidropónica NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago</i> .....	95
Tabla 23 <i>Análisis de sensibilidad de la producción de lechuga hidropónica generando variación en el precio.</i> .....	96
Tabla 24 <i>Análisis de sensibilidad de la producción de lechuga hidropónica generando variación en costo de los insumos.</i> .....	97

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 <i>Diagrama del proceso productivo y de comercialización de Lechuga hidropónica.</i> .....	17
Figura 2 <i>Cantidad de Sodas, bares, restaurantes y minisúper encuestados en los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.</i> .....	35
Figura 3 <i>Edad de los propietarios de Sodas, bares, restaurantes y minisúper ubicados en los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.</i> .....	38
Figura 4 <i>Género de los encuestados en sodas, bares, restaurantes y minisúper de los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.</i> .....	39
Figura 5 <i>Precio de venta de lechuga americana en Costa Rica desde el año 2012 hasta el 2023. (colones nominales).</i> .....	41
Figura 6 <i>Precio máximo unitario que están dispuestos a pagar por la lechuga las sodas, bares, restaurantes y minisúper de los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.</i> .....	41
Figura 7 <i>Precio que pagan actualmente por lechuga las sodas, bares, restaurantes y minisúper de los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.</i> .....	42
Figura 8 <i>Tipos de lechuga según forma de crecimiento.</i> .....	44
Figura 9 <i>Lechuga tipo americana.</i> .....	44
Figura 10 <i>Lechuga tipo Vulcan.</i> .....	45
Figura 11 <i>Lechuga variedad Bergam's Green.</i> .....	45
Figura 12 <i>Lechuga variedad Bohemia.</i> .....	46
Figura 13 <i>Variedades de lechuga preferidas por sodas, bares, restaurantes y minisúper de los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.</i> .....	47

Figura 14 <i>Productos sustitutos de la lechuga utilizados según sodas, bares, restaurantes y minisúper de los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.</i> .....	49
Figura 15 <i>Productos complementarios a la lechuga que utilizan las sodas, bares, restaurantes y minisúper de los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.</i> .....	50
Figura 16 <i>Grado de satisfacción que han generado los actuales proveedores de lechuga de las sodas, bares, restaurantes y minisúper de los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.</i> .	51
Figura 17 <i>Disposición de las sodas, bares, restaurantes y minisúper a incluir con nuevos proveedores de lechuga en los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.</i> .....	52
Figura 18 <i>Cantidad de lechuga semanal que compran las sodas, bares, restaurantes y minisúper de los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.</i> .....	53
Figura 19 <i>Unidad productiva que se implementará en la producción de lechuga hidropónica.</i> .....	59
Figura 20 <i>Prototipo de vehículo que se utilizará en el proyecto.</i> .....	60
Figura 21 <i>Imagen satelital de la finca donde se ubicará el proyecto.</i> .....	60
Figura 22 <i>Flujograma del proceso de producción de lechuga hidropónica.</i> .....	61
Figura 23 <i>Croquis del invernadero que se implementará en el proyecto.</i> .....	65

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>abreviatura</b>	<b>significado</b>
ATV	Administración Tributaria Virtual
CCSS	Caja Costarricense del Seguro Social
cf	costo fijo
cm	centímetro
CNP	Consejo Nacional de Producción
CR	Costa Rica
ct	capital de trabajo
cv	costo variable
DR	doctor
EIA	estudio de impacto ambiental
et al	y otros
FAO	Organización para la Agricultura y la Alimentación".
g	gramo
go	gobierno
html	HyperText Markup Language
http	protocolo de transferencia de hipertexto
https	protocolo seguro de transferencia de hipertexto
IEP	Instituto Europeo de Posgrado
INA	Instituto Nacional de aprendizaje
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censo
Ing.	ingeniero
INS	Instituto Nacional de Seguros
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

IVA	impuesto al valor agregado
km	kilómetro
m	metro
m <sup>2</sup>	metro cuadrado
m <sup>3</sup>	metro cúbico
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MEIC	Ministerio de Economía, Industria y Comercio
mg	miligramo
MICITT	Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transportes
NFT	Nutrient Fluid Technique
Pág.	página
pdf	Portable Document Format (Formato Portátil de Documento)
ph	potencial de hidrógeno
PIMA	Programa Integral de Mercadeo Agropecuario
PROPYME	fondo para mejorar la competitividad de las pymes
PYME	Pequeña y mediana Empresa
PYMPA	pequeño y mediano productor agropecuario
tir	Tasa interna de retorno
ufc/g	unidad formadora de colonias por gramo
UNED	Universidad Estatal a Distancia
van	Valor Actual Neto
www	world wide web

## **1. Introducción**

Elementos como el crecimiento de los límites urbanos, una planificación deficiente en la utilización del terreno y la implementación de métodos agrícolas poco adecuados, han llevado a la disminución de las extensiones de tierras destinadas a la agricultura. Los invernaderos han generado la aparición de una perspectiva diferente sobre la agricultura. Esta práctica ofrece la oportunidad de obtener mejores resultados, supervisar efectivamente los cultivos, emplear los recursos de manera más eficiente y cultivar sin depender tanto de las temporadas climáticas. Esto a su vez permite aprovechar las crecientes demandas tanto en el mercado local como en el internacional (Robles, 1994).

Fundamentalmente, la agricultura en invernaderos se enfoca en lograr el máximo aprovechamiento mediante un control más preciso del cultivo y de su entorno, con el objetivo de optimizar al extremo la utilización del espacio disponible. Sin embargo, esta estrategia demanda inversiones más significativas en términos de infraestructura y equipamiento, así como cambios en los métodos agrícolas y una planificación cuidadosa en lo que respecta al diseño y la utilización de recursos, con el propósito de prevenir impactos negativos en el entorno natural (Serrano, 2005).

Dentro del sector de hortalizas en Costa Rica, la lechuga juega un papel de gran relevancia desde el punto de vista económico. Posee una alta demanda y los consumidores tienen altas expectativas en términos de calidad. Desde el año 2000, su producción ha experimentado un aumento notable, impulsado tanto por sus atributos específicos como por la diversificación de sus variedades. Con un enfoque principal en ensaladas, esta planta es reconocida por sus cualidades relajantes y su contenido en vitaminas, lo que la convierte en un componente muy valorado en la alimentación saludable actual (Alfaro, 2011).

La provincia de Cartago representa la zona de mayor área sembrada (516,3 ha) y cosechada (490,8 ha) de lechuga en el país (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2014). Adicionalmente según datos del Programa Integral de Mercadeo Agropecuario PIMA, esta hortaliza se coloca como parte de las 10 de mayor consumo en los hogares costarricenses

(Programa Integral de Mercadeo Agropecuario, 2016). Partiendo de lo anterior, radica la importancia de la elección del lugar y el cultivo seleccionado para este estudio.

En particular, el cultivo de lechuga ha experimentado un incremento en su demanda debido a su alto valor nutricional y su amplio consumo tanto en el mercado local como en el mercado internacional (FAO, 2019). Sin embargo, el cultivo tradicional de lechuga enfrenta diversos desafíos en términos de disponibilidad de terrenos cultivables, condiciones climáticas variables, problemas fitosanitarios y uso eficiente de recursos naturales como el agua y los fertilizantes. Estos desafíos pueden afectar negativamente la productividad, la calidad del cultivo y la rentabilidad de los emprendedores (FAO, 2019).

Ante este panorama, los sistemas de producción hidropónica han surgido como una alternativa prometedora para superar las limitaciones de la agricultura tradicional. El sistema de producción hidropónico NFT se destaca por su capacidad para cultivar plantas en una solución acuosa enriquecida con nutrientes esenciales, permitiendo un control preciso de las condiciones ambientales y un uso eficiente del agua y los fertilizantes.

Dado lo anterior, el presente proyecto tiene como objetivo principal analizar el perfil de implementar un sistema de producción hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) y comercialización para el cultivo de lechuga en la región de Pejibaye, ubicada en el cantón de Jiménez, Cartago, durante el año 2023.

### **1.1 Antecedentes**

En el caso específico de la región de Pejibaye, se ha observado un potencial favorable para la implementación de proyectos agrícolas innovadores debido a su clima tropical húmedo, suelos poco fértiles y acceso a fuentes de agua confiables (Nuñez & Madrigal, 2023).

Sin embargo, hasta la fecha, no se ha realizado un estudio exhaustivo que evalúe la viabilidad y los beneficios potenciales de la producción de lechuga mediante el sistema de producción hidropónico NFT en esta localidad.

Por lo tanto, este proyecto busca llenar ese vacío de conocimiento al realizar un estudio de perfil que permita evaluar la situación actual, identificar los recursos disponibles, analizar los aspectos técnicos y económicos, y determinar la viabilidad de establecer un sistema de producción hidropónico NFT para el cultivo de lechuga en Pejibaye, Jiménez, Cartago.

La implementación de un sistema de producción hidropónico NFT para el cultivo de lechuga en Pejibaye tiene el potencial de ofrecer múltiples beneficios, dentro de los cuales se pueden citar como un mejor control de las condiciones de cultivo, se disminuye el consumo de agua y se optimiza el uso de fertilizantes.

### **1.2 Descripción del problema:**

Según Núñez & Madrigal (2023), el cultivo tradicional de lechuga en Pejibaye, Jiménez, Cartago, enfrenta una serie de desafíos que limitan su productividad y rentabilidad.

Estos desafíos incluyen:

- Limitación de terrenos fértiles cultivables: la fertilidad de tierras aptas para la agricultura en la región es limitada, lo que dificulta la expansión de los cultivos tradicionales. La falta de terrenos adecuados restringe el crecimiento y la diversificación de las actividades agrícolas en la zona.
- Variabilidad climática: la región de Pejibaye experimenta cambios climáticos significativos, incluyendo periodos de sequía y lluvias intensas. Estas condiciones climáticas impredecibles pueden afectar negativamente el crecimiento y la calidad de los cultivos, aumentando el riesgo de pérdidas para los emprendedores.
- Problemas fitosanitarios: los cultivos tradicionales de lechuga en la región están expuestos a diversas enfermedades y plagas que pueden reducir la producción y la calidad de los productos. Los productores enfrentan desafíos para controlar y prevenir estas enfermedades de manera efectiva, lo que puede resultar en pérdidas económicas significativas.
- Uso ineficiente de recursos naturales: la agricultura tradicional en Pejibaye realiza un uso intensivo de fertilizantes químicos y es una zona con gran capacidad hídrica.

El estudio de prefactibilidad propuesto tiene como objetivo abordar estos desafíos identificados y aprovechar las oportunidades potenciales que ofrece la producción de lechuga bajo el sistema de producción hidropónico NFT en Pejibaye.

Al implementar este sistema, se espera lograr los siguientes beneficios:

- Aprovechamiento eficiente del espacio: el sistema de producción hidropónico NFT permite el cultivo vertical y en espacios reducidos, lo que podría aumentar significativamente la capacidad de producción por unidad de área cultivada.
- Esto ayudaría a maximizar el uso de los terrenos disponibles y aumentar la producción de lechuga en el sitio.
- Control climático y reducción de riesgos: mediante el uso de invernaderos y sistemas de control ambiental, el cultivo hidropónico NFT permite un mayor control sobre las condiciones climáticas, minimizando los efectos adversos de la variabilidad climática y reduciendo los riesgos asociados a las condiciones meteorológicas extremas.
- Manejo integrado de plagas y enfermedades: el cultivo hidropónico en un ambiente controlado disminuye la exposición de las plantas a enfermedades y plagas comunes en el cultivo tradicional.
- Esto puede reducir la necesidad de utilizar pesticidas y facilitar la implementación de estrategias de manejo integrado de plagas más sostenibles.
- Uso eficiente de recursos hídricos y nutrientes: el sistema de producción hidropónico NFT utiliza una cantidad significativamente menor de agua en comparación con el riego por gravedad.
- Además, al suministrar los nutrientes directamente a las raíces de las plantas, se reduce la pérdida de nutrientes y se optimiza su absorción, lo que puede contribuir a una gestión más eficiente de los recursos naturales y reducir los costos de producción.

El estudio de prefactibilidad propuesto busca aprovechar las oportunidades ofrecidas por el sistema de producción hidropónico NFT para resolver los problemas y desafíos identificados en el cultivo tradicional de lechuga.

Al evaluar la viabilidad y los beneficios potenciales de esta alternativa de producción, se espera impulsar el desarrollo sostenible de la comunidad agrícola local, mejorar la rentabilidad de los emprendedores y promover la seguridad alimentaria en la región.

### **1.3 Justificación**

En este caso, el proyecto se clasifica como un proyecto de tipo productivo. A continuación, se presentan las razones que respaldan esta clasificación:

El proyecto se centra en aspectos técnicos y operativos relacionados con la producción de lechuga hidropónica. Las variables como la selección de las variedades de lechuga más adecuadas, el diseño y la instalación de los sistemas hidropónicos, el manejo del riego y la nutrición de las plantas, y el monitoreo de las condiciones ambientales son parte de los aportes de esta investigación para establecer un proyecto de esta naturaleza en la zona, ya que al ser estas características propias de los proyectos productivos no se encuentra información específica para la zona.

El objetivo principal del proyecto es realizar un estudio de la producción y comercialización de lechuga hidropónica bajo sistema NFT en invernadero, utilizando el sistema de producción hidropónico NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago. El enfoque consiste en evaluar los aspectos relacionados con la producción de lechuga, como las técnicas de cultivo, los rendimientos esperados, los insumos necesarios y la calidad del producto final. Por lo tanto, el proyecto dará como resultados, información necesaria para tomar la decisión sobre si proceder o no con el establecimiento de la explotación.

Adicionalmente, en los cantones de Turrialba y Jiménez se requiere contar con lechugas frescas disponibles en cantidad y tiempo ya que la calidad ofrecida de estos vegetales en la zona es muy baja. Se hipotetiza que se debe a los traslados y condiciones de transportes que hacen que la lechuga llegue con una calidad disminuida a estos cantones. Dado lo anterior, este proyecto propone una explotación que significará una proveeduría de cercanía a Turrialba y a Jiménez, con lo cual se acortan los tiempos de traslado, se mejora la calidad de la lechuga ofrecida y se acorta la cadena de intermediación, lo cual a su vez tiene impactos positivos medio ambientales.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

- Evaluar la prefactibilidad de la producción y comercialización de lechuga en invernadero utilizando el sistema de producción hidropónico NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago 2023.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Analizar la viabilidad de mercado de la producción de lechuga hidropónica en invernadero utilizando el sistema de producción hidropónico NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago.
- Evaluar la viabilidad técnica del sistema de producción hidropónico NFT en invernadero para el cultivo de lechuga en Pejibaye, Jiménez, Cartago.
- Determinar los aspectos organizacional-legal necesarios para establecer una producción de lechuga en invernadero bajo el sistema de producción hidropónico NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago.
- Analizar el impacto ambiental de la producción de lechuga en invernadero utilizando el sistema de producción hidropónico NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago.
- Evaluar la viabilidad financiera del cultivo de lechuga en invernadero utilizando el sistema de producción hidropónico NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago.

### **3. Marco Teórico-conceptual.**

Para evaluar la prefactibilidad de la producción y comercialización de lechuga en invernadero utilizando el sistema de producción hidropónico NFT en Pejibaye de Jiménez, Cartago, 2023, se utilizaron los conceptos de la preparación y evaluación de proyectos, que nos indica que un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema que tiende a resolver, entre tantos, una necesidad humana (Sapag et al., 2014). Más adelante los mismos autores amplían:

La definición de las alternativas de modelo de negocio es crucial para poder preparar y evaluar el proyecto, pues sin estrategia ni modelo no hay trazabilidad de lo que se va a realizar y, por consiguiente, resulta imposible poder evaluar. Por ello, hay que definir alternativas, las cuales en gran medida dependerán de la posición competitiva que tenga el administrador del proyecto (p.18).

A partir de lo cual, se desarrollaron diversos estudios para determinar la prefactibilidad del proyecto. Cabe mencionar los estudios desarrollados para conformar la prefactibilidad fueron: el estudio de mercado, técnico, organizacional-legal, ambiental y financiero. Estos y otros conceptos se desarrollaron en este apartado.

#### **3.1 Lechuga**

Es una hortaliza que se cultiva en casi todo el mundo, sus grandes hojas en algunos casos se aprietan formando repollos más o menos compactos. Existen muchísimas variedades de esta hortaliza, las propiedades nutritivas son escasas, siendo un alimento bajo en calorías que aporta algunas vitaminas y minerales. En Costa Rica su consumo es muy popular.

La lechuga, *Lactuca sativa* L., es una planta de la familia Asteraceae, originaria de Oriente Medio, especialmente Egipto e Irán. Es considerada la especie más importante entre las hortalizas de hoja (Monge Pérez, s.f.). Parte de su popularidad se debe a que se puede producir de muchas formas, en diferentes sustratos, una de las cuales es la hidroponía.

La hidroponía es una forma de cultivo de plantas, a las que se alimentan por medio de nutrientes suministrados a través de agua. La siembra se lleva a cabo en sustratos inertes o en medios acuosos por lo que, en hidroponía, por definición, no se usa tierra para sembrar las

plantas. Semánticamente, la palabra se deriva del griego “Hydro” (agua) y “Ponos” (labor o trabajo). Sin embargo, el origen de la hidroponía es impreciso, los jardines colgantes de Babilonia, los jardines flotantes de los aztecas, en México, y los de la China imperial son ejemplos de cultivos «hidropónicos», existiendo también jeroglíficos egipcios fechados cientos de años antes de Cristo que describen el cultivo de plantas en agua (Resh, 2001).

Las ventajas de la producción hidropónica las enumera Gilsanz, (2007)

- 1- Menor número de horas de trabajo y labores que requieran menor esfuerzo físico que en los sistemas convencionales de producción, por lo que puede existir un ahorro sensible en mano de obra y por lo tanto en costos.
- 2- No es necesaria la rotación de cultivos: no es necesaria la rotación de cultivos con fines de remediación o recuperación del suelo, esto se debe básicamente por la no existencia de suelo.
- 3- No existe la competencia por nutrientes
- 4- Las raíces se desarrollan en mejores condiciones de crecimiento
- 5- Mínima pérdida de agua: se aporta agua en las cantidades necesarias y en forma controlada. Además, en sistemas hidropónicos se minimizan las pérdidas por infiltración y evaporación. Si a lo anterior se le suma algún sistema computarizado, el ahorro puede ser inclusive mayor.
- 6- Mínimo problema con las malezas: al tratarse sustratos estériles esto ayuda a tener menos incidencia de malezas. Además, el problema de formación de algas en el sistema puede ser minimizado por medio de aplicación de insumos para tal fin.
- 7- Reducción en Aplicación de Agroquímicos: en general la aplicación de agroquímicos se reduce en estos sistemas,
- 8- El Sistema se ajusta a áreas de producción no tradicionales,
- 9- La implementación de estos sistemas permite ampliar el horizonte agrícola y la inclusión de áreas urbanas y suburbanas para la producción.

Algunos otros autores, proponen diferentes ventajas, dado que según la latitud en donde se ubiquen, pueden variar.

### **3.2 Estudio de mercado.**

La investigación de mercados es la forma en que las empresas pueden obtener datos del mercado que quieren trabajar, analizar los competidores, qué cantidad, a qué precio, de donde traen el producto, sistematizar los datos, y usar esta información para decidir una mezcla de mercadeo.

De acuerdo con Kotler, (2013), la mezcla de mercado es:

el conjunto de herramientas de marketing que la empresa combina para producir la respuesta que desea en el mercado meta. La mezcla de marketing consiste en todo lo que la empresa puede hacer para influir en la demanda de su producto. Las múltiples posibilidades pueden ser agrupadas en cuatro grupos de variables: las cuatro P's (p.52).

Para este caso es de suma importancia conocer la demanda potencial en la zona de influencia del proyecto, así como otras características de los demandantes y competidores directos e indirectos.

#### **3.2.1 Producto.**

En la estrategia de marketing es importante definir adecuadamente el producto, el cual lo define Kotler (2013), como la combinación de bienes y servicios que la empresa ofrece al mercado meta. En este caso el producto a ofrecer es la lechuga, sin embargo, este puede tener varias características intrínsecas que se esclarecieron en el estudio de mercado, como, por ejemplo, peso, variedad, color, textura, entre otros.

#### **3.2.2 Precio.**

Es la cantidad de dinero que los clientes deben pagar para obtener el producto (Kotler, 2013). El valor del producto que se venderá es fundamental; si para la gente comprar lo que ofreceremos es caro, puede ser que no lo haga. Es necesario comparar precios con aquellos productos semejantes al nuestro, deberemos ser competitivos, hay que ofrecer un precio adecuado. Al fijar un precio para el producto, será necesario considerar realizar estudios sobre cuánto están dispuestos a pagar los consumidores, estudiar comparativamente los precios fijados por la competencia para productos iguales o similares, calcular muy bien las ganancias netas que se van a obtener con cada precio, entre muchas otras.

### **3.2.3 Plaza.**

Plaza incluye actividades de la empresa encaminadas a que el producto esté disponible para los clientes meta (Kotler, 2013)

Hay que decidir donde venderemos nuestro producto, a mayor cantidad de sitios donde el consumidor pueda encontrar lo que ofrecemos, mayor cantidad de ventas. De muy poco servirá tener un producto de excelente calidad y precio, cuando es difícil conseguirlo.

También debe considerarse donde se almacenará el producto, como se transportará, si habrá costos de envíos, y en general, que canales de distribución se deberán utilizar, ventas directas, distribuidores, etc.

### **3.2.4 Promoción.**

Promoción se refiere a las actividades que comunican los méritos del producto y persuaden a los clientes meta a comprarlo (Kotler, 2013).

Se deberá determinar de qué forma se puede de realizar una buena promoción para que los consumidores conozcan el producto y que presupuesto se va a necesitar para hacerlo.

### **3.2.5 Análisis de la demanda.**

Sapag (2014) menciona que:

El análisis de la demanda cuantifica el volumen de bienes o servicios que el consumidor podría adquirir de la producción del proyecto. La cantidad demandada se asocia con distintos niveles de precio y condiciones de venta, entre otros factores, y se proyecta en el tiempo, diferenciando claramente la demanda deseada de la real (p.34)

Determinar si el producto se va a vender y en qué condiciones, proporcionará información para realizar los estudios financieros y así decidir si es viable el proyecto desde el punto de vista financiero.

### **3.2.6 Análisis de la oferta.**

El proceso que se persigue mediante el análisis de la oferta es determinar o medir las cantidades y las condiciones en que una economía puede y quiere poner a disposición del mercado un bien o servicio (Baca, 2013).

Se podría identificar cantidad de producto que se podrá ofrecer a partir de una demanda esperada, también valorar si se puede producir lo que se necesita, con la capacidad de planta

instalada y si es necesario que la planta trabaje a un cien por ciento, para ofertar lo necesario para el mercado. Esta demanda esperada se determinará por medio del estudio de mercado, haciendo un análisis macroeconómico, obteniendo la producción, las importaciones y las exportaciones de lechuga y obteniendo información que provee el Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA)

### **3.3 Estudio técnico.**

Este estudio provee información para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertinentes a esta área (Sapag et al., 2014). Como parte del estudio técnico se trabajarán los siguientes apartados.

#### **3.3.1 Tamaño del proyecto.**

Baca (2013); “plantea que el tamaño de un proyecto es su capacidad instalada, y se expresa en unidades de producción por año” (p.100).

Determinar qué tamaño de planta se necesitaría para producir la parte de la demanda que queremos abastecer es importante para conocer si es viable el proyecto.

Se construirá un invernadero con base en los requerimientos de unidades a producir, obtenidos en el estudio de mercado, adicionalmente se tomará en cuenta el aporte de expertos en la construcción de invernaderos.

#### **3.3.2 Requerimientos de materias primas e insumos.**

La existencia de materias primas e insumos, deberán ubicarse cerca de donde se va a localizar el proyecto o de forma tal que se puedan proveer de forma eficiente y a precios razonables.

Sapag et al. (2014), manifiesta que el cálculo de los materiales se realiza a partir de un programa de producción que define, en primer término, el tipo, la calidad y la cantidad de materiales requeridos para operar en los niveles de producción esperados.

La producción del proyecto será con el sistema hidropónica NFT.

De acuerdo con Soto, (2015), con la técnica de la película nutriente (NFT): Las plantas se alimentan de una delgada lámina de solución nutritiva que circula continuamente a través de las raíces, en el fondo del canal de cultivo.

Estos canales de cultivo son construidos como una unidad productiva, para cultivar plantas con un flujo constante de líquido nutritivo.

En Costa Rica se usa una modificación del sistema, según señala, Soto, (2018) “el cual consiste en mantener en el canal de cultivo, previamente nivelado, una reserva de agua de 3 a 5 centímetros de altura, la cual se recircula periódicamente para mantener una adecuada concentración de oxígeno en el estanque” (p.1).

Para la alimentación y adecuado crecimiento de las plantas en sistemas hidropónicos, se han creado diversas fórmulas para la solución, tales como la de Resh, Morgan y varias más, siendo la más utilizada en Costa Rica, la conocida como la fórmula del INA, que utilizan gran cantidad de productores. Dichas fórmulas nutritivas se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Fórmulas comunes de soluciones nutritivas para hidroponía*

<b>Nutriente</b>	<b>Fórmula INA (ppm)<sup>a</sup></b>	<b>Fórmula Resh (ppm)<sup>b</sup></b>	<b>Fórmula Morgan (ppm)<sup>c</sup></b>	<b>Fórmula Hoagland (ppm)<sup>d</sup></b>	<b>Fórmula Steiner (ppm)<sup>e</sup></b>
Nitrógeno (N)	150	200	150	210	180
Fósforo (P)	50	60	40	31	30
Potasio (K)	200	250	200	235	210
Calcio (Ca)	150	200	150	160	180
Magnesio (Mg)	50	60	50	48	50
Azufre (S)	60	80	60	64	60
Hierro (Fe)	2.5	3.0	2.5	2.0	2.5
Manganeso (Mn)	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5
Boro (B)	0.3	0.4	0.3	0.5	0.3
Zinc (Zn)	0.2	0.3	0.2	0.05	0.2
Cobre (Cu)	0.1	0.1	0.1	0.02	0.1
Molibdeno (Mo)	0.05	0.05	0.05	0.01	0.05

Nota. Fuentes: <sup>a</sup>Soto & Ramírez (2016). <sup>b</sup>Resh (2013). <sup>c</sup>Morgan (2007). <sup>d</sup>Hoagland & Arnon (1950). <sup>e</sup>Steiner (1961).

La solución nutritiva se prepara disolviendo cantidades determinadas de sales minerales en agua, con el propósito de obtener una solución balanceada que contenga todos los nutrientes necesarios para el óptimo desarrollo de los cultivos (Soto Bravo & Ramírez, 2016).

### 3.3.3 Plagas y enfermedades potenciales a nivel foliar y a nivel de raíz.

Según Godoy. et al. (2018), las plagas más comunes en la producción de lechuga en invernadero son

1. **Trips** (*Frankliniella occidentalis* y otras especies): prosperan en ambientes cálidos y secos, comunes en invernaderos, y causan daños en hojas y flores al succionar la savia.
2. **Pulgones** (*Aphididae*): se adaptan bien a condiciones protegidas como los invernaderos, y suelen proliferar cuando hay exceso de humedad y temperaturas cálidas.
3. **Mosca blanca** (*Trialeurodes vaporariorum*): este insecto se reproduce rápidamente en ambientes húmedos y cálidos, siendo una de las plagas más difíciles de controlar en invernaderos.
4. **Araña roja** (*Tetranychus urticae*): se ve favorecida en climas cálidos y secos, y causa daño en las hojas al succionar su contenido celular.
5. **Minador de hojas** (*Liriomyza spp.*): ataca el tejido de las hojas, especialmente en condiciones de invernadero donde las temperaturas son cálidas y la humedad moderada.
6. **Nemátodos** (por ejemplo, *Meloidogyne spp.*): aunque son menos visibles, pueden afectar las raíces, siendo comunes en cultivos hidropónicos que no están bien manejados sanitariamente

## Enfermedades:

1. **Mildiu veloso** (*Bremia lactucae*):
  - Hongo que afecta hojas, dejando manchas amarillas y esporulación blanca en el envés.
  - Favorecido por alta humedad y bajas temperaturas.
2. **Pudrición gris** (*Botrytis cinerea*):
  - Ataca hojas y tallos, causando podredumbre con una capa de moho gris.
  - Favorecida por condiciones húmedas y poca ventilación.
3. **Esclerotinia** (*Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotinia minor*):
  - Provoca pudrición en la base de la planta, con desarrollo de un micelio blanco y esclerocios oscuros.
  - Común en suelos húmedos y mal drenados.
4. **Pythium (Pythium spp.):** Es la enfermedad más común.
  - Causa pudrición de raíces, limitando el crecimiento de la planta.
  - Asociado a sistemas de riego contaminados y suelos encharcados.
5. **Fusariosis** (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae*):
  - Hongo que causa marchitez y necrosis vascular.
  - Favorecido por altas temperaturas y suelos infectados.

### 3.3.4 Descripción de la infraestructura civil para la producción.

Desde el punto de vista de Sapag. et al. (2014), los cálculos de requerimientos de obra física para la planta, más los estudios de vías de acceso, circulación, bodegas, estacionamientos, áreas verdes, ampliaciones proyectadas y otros, serán algunos de los factores determinantes en la definición del tamaño y las características del terreno.

El proyecto contempla producir en ambiente protegido, para lo cual se construirá un invernadero. El invernadero es una estructura que protege al cultivo de la lluvia y el viento mediante una cubierta transparente, en forma de membrana plástica o de vidrio, que permite el paso de la radiación solar y dificulta la pérdida de calor (Flores & Ojeda, 2015).

Los invernaderos permiten controlar varios factores productivos como el consumo de agua, la exposición de las plantas al sol, reduce las diferencias en los extremos de la temperatura,

el control de plagas es más eficiente. Para determinar su tamaño, se deberá consultar con expertos en construcción y operación de éstos

### **3.3.5 Descripción caracterización de equipamiento.**

Para Sapag et al. (2014), “por inversión en equipamiento se entenderán todas las inversiones que permitan la operación normal de la planta de la empresa creada por el proyecto, por ejemplo: maquinaria, herramientas, vehículos, mobiliario y equipos en general” (p.133).

Se deberá listar todos los requerimientos de equipos, maquinaria, vehículos y en general activos fijos que se necesitarán para la correcta marcha del proyecto.

#### **Tanques de Almacenamiento**

**Capacidad y Material:** La capacidad del tanque depende de la escala del sistema y el número de plantas, pero comúnmente se utilizan tanques de 500 a 1000 litros para pequeñas y medianas instalaciones. Es esencial que los tanques sean de material resistente a la corrosión (polietileno o fibra de vidrio) y opacos para evitar el crecimiento de algas (Resh, 2001).

**Función de Mezcla:** Los tanques deben tener algún sistema de agitación o recirculación para mantener homogénea la mezcla de nutrientes, ya sea mediante bombas internas o sistemas de burbujeo (Jensen, M.H., 1997).

#### **Bombas de Agua**

- **Capacidad de Bombeo:** Las bombas en sistemas NFT deben permitir un flujo constante de solución nutritiva a una tasa que garantice que todas las raíces reciban nutrientes sin interrupción. Para un sistema de tamaño mediano, una bomba de 2 caballos de fuerza (HP) es común, con un caudal ajustable según el tamaño de la red de distribución.
- **Tipos de Bombas:** Se recomiendan bombas sumergibles o de diafragma, especialmente diseñadas para el manejo de soluciones nutritivas, ya que son resistentes a la corrosión y pueden funcionar durante largos periodos (Morgan, L., 2007).

### **Tuberías de Conducción**

- **Material y Diámetro:** Las tuberías principales suelen ser de PVC debido a su resistencia y durabilidad. Para sistemas NFT, los diámetros varían; típicamente, las tuberías principales son de 75 a 100 mm para asegurar un flujo adecuado, mientras que las secundarias o de entrada a cada canal pueden ser de 12 mm.
- **Configuración:** El diseño debe asegurar un flujo uniforme y constante en cada canal de cultivo para evitar estancamientos, que pueden reducir la oxigenación y causar problemas en el sistema radicular (Saviozzi, M., et al., 2004).

### **Boquillas de Descarga**

- **Distribución:** Las boquillas deben asegurar que la solución se distribuya de manera uniforme en cada canal, generalmente ubicadas a una altura y en una posición que eviten la formación de charcos o flujo excesivo en un punto del canal.
- **Control de Caudal:** Las boquillas y los tubos de entrada pueden incluir válvulas ajustables para regular la cantidad de solución, especialmente si se tienen varias unidades de producción conectadas a una sola bomba (Massantini, F., et al., 2003).

### **Control de Caudales**

- **Temporizadores y Solenoides:** Los temporizadores permiten establecer ciclos de flujo que pueden variar durante el día. En sistemas NFT, es crucial un flujo casi continuo, por lo que los temporizadores y válvulas solenoides aseguran que la solución se distribuya en intervalos consistentes.
- **Medición y Ajuste de Caudal:** En sistemas medianos y grandes, el caudal suele ajustarse para mantener una película delgada de solución en el canal (1-2 mm), logrando un equilibrio entre el suministro de nutrientes y la oxigenación radicular (Sikawa, D.C., & Yakupitiyage, A., 2010).

### 3.3.6 Definición de la localización (macro y micro).

Como afirma Baca (2013), el objetivo general de este punto es por supuesto, llegar a determinar el sitio donde se instalará la planta (pág.110).

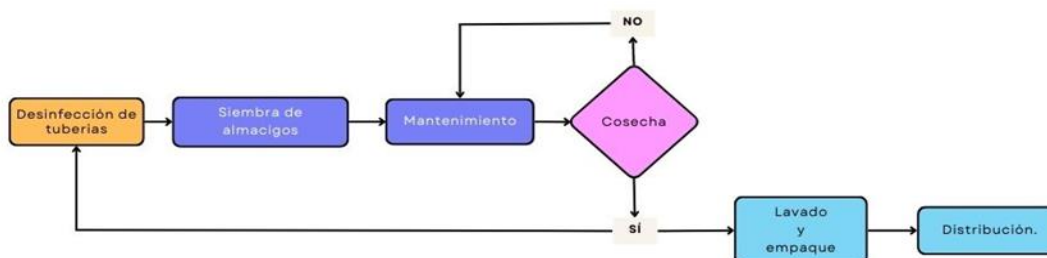
En el concepto macro es la provincia, cantón, distrito y barrio, en el concepto micro, será la posición en la propiedad, por ejemplo, las posiciones en que se colocarán los invernaderos.

### 3.3.7 Diagrama del proceso productivo.

La manera en la que se ordene la producción hará más eficiente y eficaz la misma, como se muestra en la figura 1.

#### Figura 1

*Diagrama del proceso productivo y de comercialización de Lechuga hidropónica.*



### 3.3.8 Inversiones y costos de operación del proyecto.

Las inversiones efectuadas antes de la puesta en marcha del proyecto pueden agruparse en tres tipos: inversiones en activos fijos, en activos intangibles y en capital de trabajo (Sapag et al., 2014).

Determinar cada tipo de inversiones, y su monto específico o estimado proveerán la información necesaria para establecer el estudio financiero aunado a la estimación de costos y necesidades de capital, cuando esté en marcha el proyecto. Así mismo, el determinar estos montos de inversión, permitirá la estimación de gastos no desembolsables como depreciaciones o amortizaciones de intangibles, los cuales son entradas necesarias para el flujo de efectivo.

### **3.4 Estudio organizacional y legal.**

Una organización existe cuando las personas interactúan entre sí para realizar funciones esenciales que ayudan a alcanzar las metas (Daft, 2010).

Además, toda estructura puede definirse en términos de tamaño, tecnología administrativa y complejidad de la operación. Conociendo dicha situación, podrán estimarse la dimensión física necesaria para la operación, las necesidades de equipamiento de las oficinas, las características del recurso humano que desempeñará las funciones y los requerimientos de materiales, entre otras cosas. La cuantificación de estos elementos en términos monetarios y su proyección en el tiempo son los objetivos que busca el estudio organizacional (Sapag et al., 2014)

El estudio legal es en el cual se investigarán los permisos requeridos para poder poner en marcha la comercialización y producción del producto. En todo proyecto se requiere cumplir con requisitos de diferentes entidades, en este caso se identificarán las obligaciones con la Municipalidad, la Caja Costarricense del Seguro Social, el Ministerio de Hacienda. Entre estos documentos se deberá gestionar la constitución de una sociedad jurídica.

### **3.5 Estudio ambiental.**

El estudio de Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento administrativo científico-técnico que permite identificar y predecir cuáles efectos ejercerá sobre el ambiente, una actividad, obra o proyecto, y en Costa Rica, está contemplado en la ley 7554 y lo realiza el Servicio técnico ambiental (SETENA).

Un estudio de impacto ambiental es el análisis de las posibles consecuencias ambientales de una actividad humana propuesta. Su fin específico es el tomar en cuenta los aspectos ambientales al planear e implementar proyectos de desarrollo. La función de los estudios de impacto ambiental es el evitar o minimizar los impactos negativos a la vez que se aumentan los positivos (Blanco, 2004).

### **3.6 Estudio financiero.**

En este estudio se determinarán la necesidad de capital de trabajo, posibles requerimientos de financiamiento y la rentabilidad del proyecto por medio de indicadores financieros.

### **3.6.1 Flujo de caja puro.**

El flujo de caja puro aporta información que ayuda a determinar si es necesario nuevos recursos en el futuro, si se deben solicitar fondos externos ya sea de los accionistas o financiamientos bancarios y es una medición independiente del origen de los recursos.

Cuando se conoce el flujo de caja puro, los directivos, inversionistas, acreedores y socios de una compañía pueden analizar exhaustivamente su situación y saber si los flujos de ingresos y egresos que se generan como resultado de la actividad de esa empresa son o no positivos (Van Horne & Wachowicz, 2010).

### **3.6.2 Flujo de caja con financiamiento.**

Este flujo considera el costo de los intereses del financiamiento del proyecto y las erogaciones por la amortización de este.

Uno de los factores de la importancia del análisis de este flujo es, en la opinión de Van Horne y Wachowicz (2010), “es determinar el tiempo y la magnitud de las necesidades financieras prospectivas de manera que se pueda utilizar el método de financiamiento más adecuado” (p.210).

### **3.6.3 Indicadores financieros.**

Para analizar la parte financiera del proyecto se utilizarán los siguientes indicadores financieros.

#### **3.6.4.1. Valor Actual Neto (VAN).**

“Se calcula restando la inversión inicial de un proyecto del valor presente de sus flujos de entrada de efectivo descontados a una tasa equivalente al costo de capital de la empresa” (Gitman et al., 2012, p.368)

También conocida como VPN (Valor Presente Neto), tiene el objetivo de arrojar un monto a la fecha actual, para comparar si la suma de flujos de efectivo del proyecto es mayor a la inversión por realizar.

#### **3.6.4.2. Tasa Interna de Retorno (TIR).**

Según Gitman et al. (2012) “es la tasa de rendimiento que ganará la empresa si invierte en el proyecto y recibe las entradas de efectivo esperadas” (p.372). Dado cierto capital a invertir esta tasa da la entrada de flujos de efectivo neta, descontada al valor actual, para determinar qué porcentaje es la ganancia que se va a obtener.

### **3.6.4.3. Análisis de Sensibilidad.**

“El análisis de sensibilidad considera varias alternativas posibles (o escenarios) para obtener una percepción del grado de variación de los rendimientos” (Gitman et al., 2012, p.290).

El análisis de sensibilidad nos ayudará a entender como varía el valor del proyecto mediante cambios en alguna de sus variables clave, manteniendo las demás constantes. Se altera una a la vez y se estudia cómo afecta el valor del proyecto. Se parte del hecho que se trabajarán las variables a las cuales el proyecto tenga mayor sensibilidad.

### **3.6.4.4. Tasa de Rendimiento Mínima Aceptable (TREMA).**

La tasa de rendimiento mínima aceptable o TREMA es la medida de rentabilidad mínima que exigen los inversores a un proyecto al que han destinado capital. Con ella determinan qué tan viable es la inversión a futuro. Para estimarla se tienen en cuenta la inflación, la prima de riesgo y el estado financiero de la empresa.

Van Horne y Wachowicz (2010), postulan que el criterio de aceptación que se usa en general con el método de tasa interna de rendimiento es comparar la tasa interna de rendimiento con la tasa de rendimiento requerida, conocida como la tasa de rendimiento mínimo aceptable. Esta determinará si el proyecto es rentable o no desde un punto de vista financiero en donde si la TIR es menor a la TREMA, entonces el proyecto se rechaza.

## **4. Metodología**

El enfoque de este estudio de prefactibilidad es una investigación mixta. El alcance de la investigación es exploratorio de tipo no experimental y transversal.

La investigación es descriptiva, y se enfoca en la observación y cuantificación de cómo se produce y comercializan la lechuga hidropónica en invernadero en los cantones de Turrialba y Jiménez.

Los instrumentos que se utilizan son los siguientes:

- Entrevistas a los administradores o encargados de proveeduría del mercado meta.
- Entrevistas para obtener criterio de experto de investigadores que se desempeñan en el tema.
- Entrevistas a profesionales en producción y comercialización de legumbres hidropónicas en NFT.
- Entrevistas para obtener el criterio de experto con proveedores de diferentes insumos relacionados con hidroponía en NFT y producción de lechuga.

Adicionalmente se llevó a cabo la recopilación de datos esenciales para establecer los fundamentos teóricos que darán inicio al proyecto.

#### **4.1 Fuentes primarias**

Se realizó consultas con los especialistas en producción de legumbres en hidroponía utilizando el método NFT.

Dr. Freddy Soto Bravo. Especialista en producción de hortalizas en invernadero y en hidroponía, autor de diversos libros en la materia.

Ing. Jesús Bejarano. Productor y comercializador de legumbres producidas hidropónicamente

Ing. Randall Barquero. Experto en diseño y construcción de invernaderos.

Además de cotizaciones a proveedores de materiales y equipo.

#### **4.2 Fuentes secundarias**

Se realizó revisiones de bibliografía que se enfocan en documentos, tales como: tesis de maestría sobre producción y comercialización de lechuga hidropónica, manuales de producción de lechuga en hidroponía, manuales de hidroponía utilizando el método NFT.

Adicionalmente, se consultaron los requisitos legales y administrativos que se requieren para el establecimiento de un agronegocio en Costa Rica y propiamente en el cantón de Jiménez, Cartago. Estas consultas se van a dirigir a instituciones como el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Ministerio de Salud, Municipalidad de Jiménez, Bancos estatales y privados, sobre disponibilidad de sistemas de financiamiento acorde al proyecto.

#### **4.3 Recopilación de datos**

En el caso de la información que se requiere para el estudio de mercado, se realizaron encuestas a administradores o encargados de proveeduría de sodas, bares, restaurantes y Minisúper en la cabecera del cantón de Turrialba y en los distritos del cantón de Jiménez (Pejibaye, Tucurrique y Juan Viñas), la muestra se determinó mediante un barrido, por lo tanto, como se conoce la población en estudio, se utilizó la fórmula para una población finita.

Por lo tanto, la muestra se dividió en una submuestra para cada uno de los tipos de establecimientos, como se aprecia en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Cálculo de la muestra con un 10% de desviación estándar tolerada y un 90% de nivel de confianza.*

<b>Tipo de negocio</b>	<b>Población total</b>	<b>Tamaño de la muestra</b>
Bar	37	24
Minisúper	52	30
Restaurante	55	31
Soda	58	31
<b>Total</b>	<b>202</b>	<b>116</b>

En el caso del estudio técnico, se recopiló información mediante visitas a productores hidropónicos en NFT de diferentes zonas del país. Adicionalmente de entrevistas a expertos en producción y comercialización de lechuga hidropónica en invernadero. Adicionalmente, se recopilaron datos de avíos del cultivo existentes en el país, así como, obtención de costos de construcción de invernaderos mediante entrevistas con expertos en la materia. Además, consulta a productores sobre costos de establecimiento de sistemas NFT, costos de producción y comercialización de lechuga hidropónica.

En temas organizacionales-legales relacionados al proyecto, se analizaron documentos como reglamentos, leyes obtenidas de las diferentes instituciones públicas emisoras, entrevistas con especialistas en temas legales del área pecuaria.

En lo relacionado con el estudio ambiental, se recopiló la legislación vigente que aplica para la producción y comercialización de lechuga hidropónica en invernadero. Así como la implementación de un programa de mitigación del impacto ambiental.

En lo referente al estudio financiero, se evaluó el flujo de caja puro y con financiamiento del proyecto mediante indicadores financieros y realizó la sensibilización de variables a las que el proyecto puede ser susceptible.

## **4.4 Análisis de datos**

### **4.4.1 Estudio de mercado**

En este estudio se pretende determinar el potencial mercado que existe para la lechuga hidropónica en los bares, sodas, restaurantes y minisúper ubicados en los cantones de Turrialba y Jiménez.

Por lo tanto, se va realizaron encuestas a los proveedores o administradores de bares, sodas, restaurantes y minisúper ubicados en los cantones de Turrialba y Jiménez, para determinar la demanda de lechugas, la frecuencia de consumo, el precio.

Dicha información se tabuló en Excel, se generaron los gráficos y se procedió a realizar el respectivo análisis de la información, la información obtenida alimentó el estudio técnico y financiero.

### **4.4.2 Estudio técnico**

Para elaborar este estudio se utilizó la información técnica suministrada por los expertos en producción de lechuga hidropónica y la demás información técnica recopilada en las visitas a fincas de productores que se dedican a la producción de lechuga hidropónica en NFT en invernadero.

La información que se recopiló son los costos del almácigo, variedades de lechuga, tamaño de las unidades productivas, tipos de fertilizantes y frecuencia de las fertilizaciones.

De las conversaciones con expertos en construcción de invernaderos se determinaron, los materiales, equipos y requerimientos de mano de obra para el establecimiento de un invernadero adecuado para la producción de lechuga hidropónica.

Otra información del manejo del cultivo se obtuvo de manuales enfocados en producción de lechuga hidropónica.

Los costos de mano de obra se obtuvieron a partir de información suministrada por los productores, esta información principalmente se enfoca en horas requeridas para cada una de las labores de siembra, mantenimiento y cosecha de las lechugas hidropónicas. En lo relacionado a los salarios de los colaboradores la información se obtiene del Ministerio de trabajo de Costa Rica

### **4.4.3 Estudio organizacional**

En el caso del estudio organizacional, se realizó un análisis de la cantidad de personas que se requieren en las diferentes labores operativas, administrativas y comerciales de la empresa,

para lograr que todos los procesos fluyan adecuadamente. Se tomó en cuenta la eficiencia técnica para determinar la cantidad de puestos y otras características de estos tales como requisitos de los puestos, horarios, entre otras características

El proyecto inicialmente está conformado por un operario de invernaderos y un distribuidor.

#### **4.4.4 Estudio Legal**

La información referente a este estudio se recopiló de documentos oficiales del Ministerio de Salud, Municipalidad de Jiménez, Ministerio de Trabajo, Caja Costarricense del Seguro Social, Instituto Nacional de Seguros, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y SETENA para la parte ambiental.

#### **4.4.5 Estudio ambiental**

Este estudio se desarrolló siguiendo las disposiciones ambientales establecidas por SETENA y Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), para la producción de lechugas hidropónica en invernadero. Así mismo, se utilizó la matriz de Leopold para evaluar el impacto ambiental.

#### **4.4.6 Estudio financiero**

Este estudio se elaboró con base en la demanda de lechugas hidropónicas, precio unitario de las lechugas hidropónicas obtenido en el estudio de mercado, adicionalmente se utilizará la información de costos de operación, producción y comercialización obtenidos del estudio técnico, lo anterior generará tanto ingresos como egresos desembolsables. Para obtener egresos no desembolsables, se estimará la depreciación y otros gastos pertinentes. Uniendo los componentes desembolsables y no desembolsables se obtendrán los flujos de caja netos del proyecto en escenario con financiamiento y sin financiamiento.

La tasa del costo de capital, para calcular el Valor Actual Neto (VAN), se obtuvo utilizando como referencia la tasa básica pasiva del Banco Central de Costa Rica.

La determinación del Valor Actual Neto (VAN) se verá influenciada por la tasa de costo de capital empleada para ajustar los flujos de efectivo, lo que implica el valor proyectado que un proyecto generaría en caso de variar la tasa de interés mínima requerida por la empresa (Instituto Europeo de Posgrado, 2020). La fórmula siguiente se utilizó para calcular este parámetro:

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

Donde:

Vt: flujos de caja en cada periodo t

I<sub>0</sub>: valor del desembolso inicial de la inversión

n: número de periodos considerado

k: costo del capital utilizado

En el caso tasa interna de retorno (TIR), realiza el mismo cálculo llevando el VAN a cero y así se obtiene el porcentaje, que se comparará con el porcentaje de interés definido como más seguro (Instituto Europeo de Posgrado, 2020). La fórmula de la TIR es la siguiente:

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0 \quad (2)$$

F<sub>n</sub>: flujo de caja en el periodo n

n: número de períodos

I: valor de la inversión inicial

i: Tasa de interés

Para el caso de la TREMA (Tasa de Rendimiento Mínima Aceptable), determinó de la siguiente manera:

$$TREMA = \text{Tasa de Inflación} + \text{Riesgo de la Inversión} \quad (3)$$

La tasa de inflación se tomará de datos emitidos por el Banco Central de Costa Rica. Así mismo, el riesgo de la inversión se realizará mediante consulta con especialistas o inversionistas con experiencia en proyectos similares.

Los costos de inversión se obtuvieron de la consulta con expertos y visitas a productores dedicados a la producción de lechuga hidropónica, así como al experto en construcción de invernaderos. La tasa impositiva para utilizar en los flujos de caja para el proyecto se obtendrá consultando la Ley N°7092 de Impuesto sobre la Renta del Ministerio de Hacienda de Costa Rica. Las depreciaciones de los activos del estudio se determinaron por medio del método denominado en línea recta.

Para el caso de los pagos de las amortizaciones e intereses por los financiamientos que se solicitaron, se utilizó la información de tasas de interés del sistema de banca para el desarrollo (Ley 8634 del 2008), el cual en Costa Rica es un mecanismo para financiar e impulsar proyectos productivos viables y factible técnica y económicamente.

Por último, para el análisis de sensibilidad se consideró las variaciones en los precios de los materiales requeridos para las unidades productivas, las variaciones en los precios de los insumos como el fertilizante, variaciones en el precio de la lechuga hidropónica utilizando información histórica del CNP y CENADA.

#### **4.5 Operacionalización de las variables**

La operacionalización de las variables en cada uno de los objetivos específicos, se muestran en la tabla 3

**Tabla 3**

*Operacionalización de las variables para el estudio de prefactibilidad.*

<b>Objetivo</b>	<b>Variables de estudio</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Interpretación del indicador</b>	<b>Fuentes de información</b>
Analizar la viabilidad de mercado de la producción de lechuga hidropónica en invernadero utilizando el sistema de producción hidropónico NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago.	Demanda de lechuga hidropónica en el mercado.  Oferta de lechuga hidropónica en el mercado.	Número de sodas, bares, restaurantes y minisúper. que requieren lechuga.  Consumo semanal de lechuga por parte de las sodas, bares, restaurantes y minisúper.  Precio unitario de lechuga hidropónica.  Plaza, promoción y producto.	Determinar la cantidad de sodas, bares, restaurantes y minisúper que son potenciales clientes en los cantones de Turrialba y Jiménez.  Establecer la demanda potencial de lechuga en las sodas, bares, restaurantes y minisúper en Turrialba y Jiménez.  Definir el criterio adecuado para asignar el precio unitario de la lechuga	Primarias: Mediante encuestas en los establecimientos.  Primarias: Mediante encuestas en los establecimientos  Primarias: Mediante encuestas en los establecimientos
Evaluar la viabilidad técnica del sistema de producción hidropónico NFT en	Costos de producción de lechuga hidropónica en NFT.	Costo unitario de la lechuga hidropónica y sus respectivos costos totales.	Definir el costo unitario de la lechuga hidropónica, aunado	Primarias: Entrevistas con expertos en producción de

<p>invernadero para el cultivo de lechuga en Pejibaye, Jiménez, Cartago.</p>	<p>Costos de instalaciones, como invernadero y unidades productivas NFT.</p> <p>Capacidad de producción de lechuga hidropónica en NFT que debe tener el proyecto.</p> <p>Equipo necesario para la producción de lechuga hidropónica en NFT</p>	<p>Cantidad óptima de unidades productivas NFT.</p> <p>Costo de cada una de las unidades productivas NFT y el invernadero.</p> <p>Estimación de la producción semanal de lechuga hidropónica.</p> <p>Cantidad y tipos de equipos que se requieren para la producción de lechuga hidropónica en NFT</p>	<p>con los costos de producción semanales.</p> <p>Definir la cantidad de lechugas hidropónicas semanales que puede producir el proyecto, según la cantidad de unidades productivas.</p> <p>Total, de los equipos que se requieren en el proyecto para la producción y comercialización de lechuga hidropónica</p>	<p>lechuga hidropónica en invernadero.</p> <p>Secundarias: Revisión bibliográfica de manuales de producción de lechuga.</p> <p>Primarias: Entrevistas con expertos en producción de lechuga hidropónica en invernadero.</p> <p>Secundarias: Revisión bibliográfica de manuales de producción de lechuga.</p>
<p>Determinar los aspectos organizacional-legal necesarios para establecer una producción de lechuga en</p>	<p>Requerimiento del personal operativo, administrativo y comercial.</p>	<p>Organigrama de la empresa</p>	<p>Determinar la cantidad de colaboradores requerido para la producción y comercialización de</p>	<p>Fuentes primarias: Encargados de fincas hidropónicas</p>

<p>invernadero bajo el sistema de producción hidropónico NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago.</p>	<p>Definir las funciones de cada puesto.</p> <p>Establecer la estructura organizativa del proyecto.</p> <p>Determinar los respectivos aspectos legales de funcionamiento del proyecto.</p>	<p>Elaboración de manual de puestos</p> <p>Permiso de funcionamiento del Ministerio de Salud</p> <p>Permiso de uso de suelo.</p> <p>Patentes municipales</p> <p>Certificados del MAG</p>	<p>lechuga hidropónica.</p> <p>Describir las funciones de cada uno de los puestos requeridos.</p> <p>Elaborar el organigrama de la organización.</p> <p>Descripción de los artículos y reglamentos de la ley de salud de costa Rica que aplican al proyecto.</p> <p>Requisitos para obtener el permiso de uso de suelo requerido para el proyecto.</p> <p>Requisitos para obtener las patentes municipales.</p> <p>Requisitos para obtener el</p>	<p>Fuentes primarias: Consulta con funcionarios del Ministerio de salud, Municipalidad, CCSS, INS y MAG</p> <p>Fuentes secundarias: Consulta de los diferentes leyes y reglamentos que aplican para el proyecto.</p>
---	--	--	---	--

			<p>certificado de PYMPA del MAG.</p> <p>Inscripción de los colaboradores en la CCSS y en el INS</p>	
<p>Analizar el impacto ambiental de la producción de lechuga en invernadero utilizando el sistema de producción hidropónico NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago.</p>	<p>impactos ambientales que genere el proyecto</p>	<p>m<sup>3</sup> de agua utilizados.</p> <p>Toneladas de residuos biológicos desechados.</p> <p>otros</p>	<p>Propuesta de un plan de manejo de residuos generados por el proyecto, que permitan mitigar el impacto de las operaciones que generan el proyecto</p>	<p>Primarias: consultas a funcionarios de SETENA y gestores ambientales.</p> <p>Secundarias: Revisión bibliográfica que trate sobre planes de mitigación ambientales para proyectos de producción hidropónica.</p>
<p>Evaluar la viabilidad Financiera del cultivo de lechuga en invernadero utilizando el sistema de producción hidropónico NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago.</p>	<p>Evaluar el requerimiento de financiamiento para el proyecto</p> <p>Desarrollar el respectivo análisis financiero del proyecto</p>	<p>Pago de intereses y amortizaciones anuales.</p> <p>VAN, TIR, Análisis de sensibilidad y TREMA</p>	<p>Determinar los montos que se deben cancelar por concepto de amortizaciones e intereses.</p> <p>Calcular los indicadores financieros indicados para</p>	<p>Primarias: Asesoramiento con encargados de crédito de los bancos</p> <p>Secundarios: Recopilar información de los sitios web y documentos</p>

	Elaboración del flujo de caja real del proyecto	Costos, gastos e ingresos del proyecto	<p>determinar la rentabilidad del proyecto.</p> <p>Elaborar los flujos de caja, que permitirán determinar los flujos netos de efectivo del proyecto</p>	<p>oficiales de los entes bancarios.</p> <p>Primarias: Consulta con docentes de la UCR expertos en la materia.</p> <p>Primarias: Uso de datos generados en el estudio técnico y las entrevistas con expertos</p>
--	---	--	---	--

## **5. Capítulo I. Estudio de Mercado**

### **5.1 Características del producto**

Las lechugas cultivadas bajo el método hidropónico NFT, cumplen con los estándares de agricultura limpia, utiliza prácticas orgánicas y evita el uso de insecticidas nocivos, su presentación en los anaqueles le permite una mayor longevidad, superando las lechugas cultivadas en tierra, su forma de producción garantiza ofrecer el producto continuamente, a precios estables, incluso en temporadas difíciles por la afectación de cambios climáticos, asegurando una entrega puntual en los establecimientos, cumpliendo con el objetivo de ofrecer productos de alta calidad de forma constante.

La lechuga americana es una variedad de lechuga crujiente, fresca y versátil, muy utilizada tanto en consumo doméstico como en el sector de alimentos y bebidas. Su característica principal es su textura crujiente y su forma esférica, con hojas compactas (ver figura 9 en página 45).

El producto que se comercializará con un peso entre 250 y 350 gramos, que es el tamaño óptimo para mantener una excelente calidad. La producción de esta lechuga bajo el método NFT, proporciona una mayor frescura e inocuidad para el cliente final, esto lo respalda (Saavedra et al., 2024), el cual menciona que la lechuga hidropónica no solo mantiene su frescura por más tiempo, sino que también ofrece ventajas en términos de seguridad alimentaria debido a su menor carga microbiana.

### **5.2 Características nutricionales**

La lechuga tiene un alto contenido de agua, nutricionalmente no tiene aportes significativos, pero es muy apetecida en ensaladas y en dietas de adelgazamiento. Los valores que se presentan en la tabla 4, son importantes para comprender la composición nutricional de la lechuga y su contribución a la dieta diaria.

**Tabla 4***Contenidos nutricionales de la Lechuga (Lactuca Sativa).*

Parámetro	Por 100g de muestra
Energía (Kcal)	17
Proteínas (g)	1,5
Lípidos totales (g)	0,3
AG saturados (g)	0,039
AG monoinsaturados (g)	0,012
AG poliinsaturados (g)	0,16
Hidratos de carbono (g)	1,4
Fibra (g)	1,5
Agua (g)	95,3
Calcio (mg)	40
Hierro (mg)	0,6
Yodo (pg)	5
Magnesio (mg)	12
Zinc (mg)	0,3
Sodio (mg)	9
Potasio (mg)	240
Fósforo (mg)	30
Selenio (pg)	1
Tiamina (mg)	0,06
Riboflavina (mg)	0,06
Equivalentes niacina (mg)	0,6
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	0,07
Folatos (pg)	34
Vitamina C (mg)	12
Vitamina A: Eq. Retinol (pg)	29
Vitamina E (mg)	0,5

*Nota.* Fuente: (Gobierno de España, 2007)

Por ejemplo, contiene una cantidad moderada de proteínas y carbohidratos, baja en grasas y calorías, pero rica en agua y fibra. Además, proporciona una variedad de vitaminas y minerales, aunque algunos nutrientes como la vitamina B12 y la vitamina D están ausentes o presentes en cantidades muy pequeñas.

### 5.3 Descripción y estimación de la muestra de la población en estudio.

La población que se consideró para el estudio de mercado de este proyecto, son las sodas, bares, minisúper y restaurantes ubicados en el cantón central de Turrialba y Jiménez (Pejibaye, Tucurrique y Juan Viñas) de Cartago. Para delimitar el estudio se describieron los establecimientos antes mencionados:

1. Sodas: Establecimiento, por lo general más pequeño que un restaurante, donde se venden comidas y bebidas.
2. Bar: es un lugar en donde se sirven bebidas alcohólicas, refrescos o infusiones.
3. Minisúper: Establecimiento de menor tamaño que un supermercado donde se venden artículos de consumo básico.
4. Restaurantes: Establecimiento gastronómico de expendio de alimentos y bebidas, de acuerdo con un menú de comida nacional e internacional.

El tipo de muestreo que se implementó fue de un barrido de los diferentes tipos de establecimientos antes mencionados en la cabecera del cantón de Turrialba y en los distritos del cantón de Jiménez (Pejibaye, Tucurrique y Juan Viñas). Este método nos permite cuantificar todos los establecimientos que son de interés en los diferentes cantones en estudio. Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula para una población finita (Instituto Europeo de Posgrado, 2020). Debido a que se va a obtener la información de la totalidad de establecimientos potenciales mediante el censo por barrido, la fórmula algebraica es la siguiente:

$$n = \frac{N(z_{\alpha/2})^2 PQ}{(e^2(N - 1)) + ((z_{\alpha/2})^2 PQ)} \quad (4)$$

Z: Nivel de confianza

N: Población

p: Probabilidad a favor

q: Probabilidad en contra

e: error de estimación

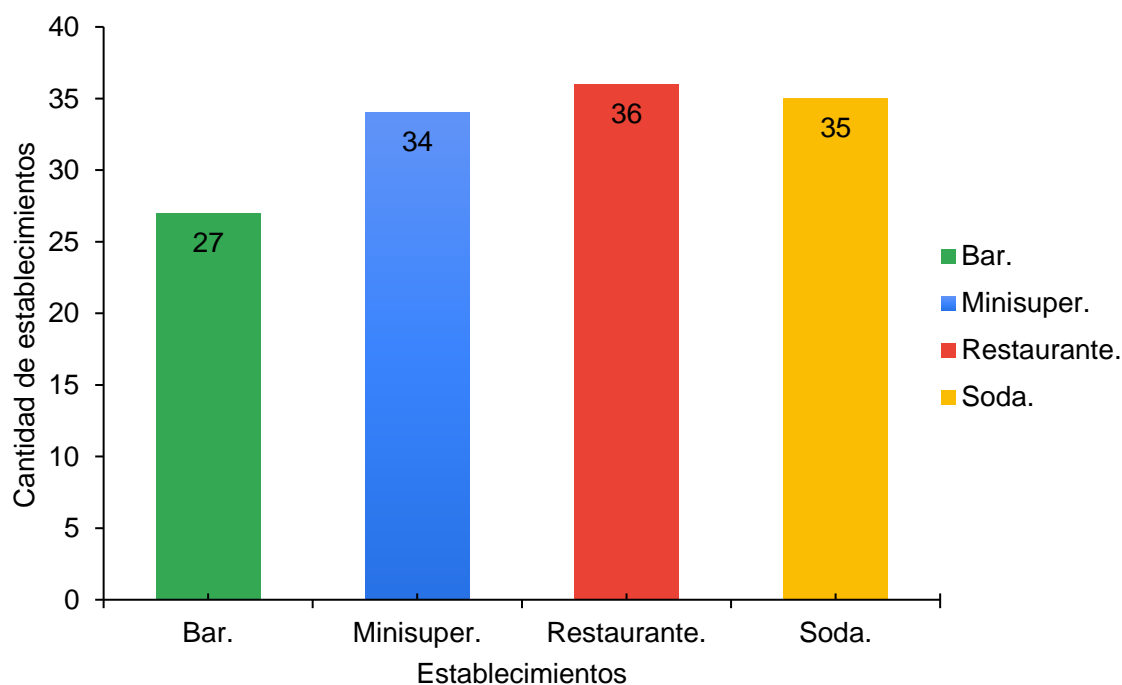
n: Tamaño de la muestra

En este caso el tamaño de la población obtenida por el barrido fue de 202 establecimientos entre sodas, bares, restaurantes y minisúper en el cantón de Turrialba y Jiménez, por lo tanto, al aplicar la fórmula de la población finita, el valor obtenido con nivel de confianza del 10%, la muestra es de 116 establecimientos.

No obstante, al momento de aplicar las encuestas, se lograron encuestar 132 establecimientos, como se aprecia en la figura 2. y se subdividen de la siguiente manera, 27 bares, 35 sodas, 36 restaurantes y 34 minisúper.

### Figura 2

*Cantidad de Sodas, bares, restaurantes y minisúper encuestados en los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.*



### 5.4 Caracterización del mercado de lechuga en Costa Rica.

Como se muestra en la tabla 5, el último censo agropecuario realizado en el 2014 se menciona que existían un total de 2012 fincas dedicadas a la producción de lechuga. Adicionalmente,

se muestra que de esas fincas; 817 hectáreas fueron sembradas con lechuga, pero solamente 774 hectáreas fueron cosechadas.

**Tabla 5**

*Total de fincas en Costa Rica con cultivo de hortalizas por extensión sembrada y cosechada en hectáreas, según cultivo 2014.*

Cultivo	Total de fincas	Extensión	
		Sembrada(ha)	Cosechada(ha)
Arroz	4 467	58 540	52 012
Frijol	14 707	19 471	17 784
Maíz	17 756	15 769	14 299
Yuta	9 506	15 045	12 090
Melón	121	5 913	5 910
Papa	1 554	3 747	3 430
Tiquisque	2 824	2 402	1 919
Sandía	428	2 357	2 254
Ñampí	3 255	2 261	1 845
Ñame	1 076	1 859	1 517
Cebolla	1 300	1 634	1 431
Tomate	1 759	1 251	1 141
Ayote	1 359	1 099	989
Chile	2 365	1 086	979
Lechuga	2 012	817	774

*Nota.* Fuente: INEC. VI Censo Nacional Agropecuario, 2014.

Es importante, destacar que las fincas aquí mencionadas son de producción convencional de lechuga, no obstante, los datos se utilizan de referencia al existir tan poca información en literatura sobre las fincas dedicadas a la producción de lechuga hidropónica.

En la tabla 6, se muestra la información detalla por provincia, siendo de mayor interés para el estudio, la provincia de Cartago con 491 fincas dedicadas a la producción de lechuga convencional.

**Tabla 6**

*Total, de fincas con cultivo de lechuga por extensión sembrada y cosechada en hectáreas, según provincia 2014.*

Provincia	Total de fincas	Extensión	
		Sembrada (ha)	Cosechada (ha)
Costa Rica	2 012,00	817,30	774,30
San José	822,00	68,40	66,20
Alajuela	314,00	158,30	149,10
Cartago	491,00	516,30	490,80
Heredia	148,00	18,50	17,70
Guanacaste	59,00	11,60	8,80
Puntarenas	164,00	40,90	38,40
Limón	14,00	3,30	3,30

*Nota.* Fuente: INEC. VI Censo Nacional Agropecuario, 2014.

Cabe recalcar que, si bien Jiménez y Turrialba son de Cartago, la mayoría de la producción hortícola de Cartago no se encuentra en estos cantones y por lo tanto se tiene que dar un transporte, lo cual afecta la calidad del producto.

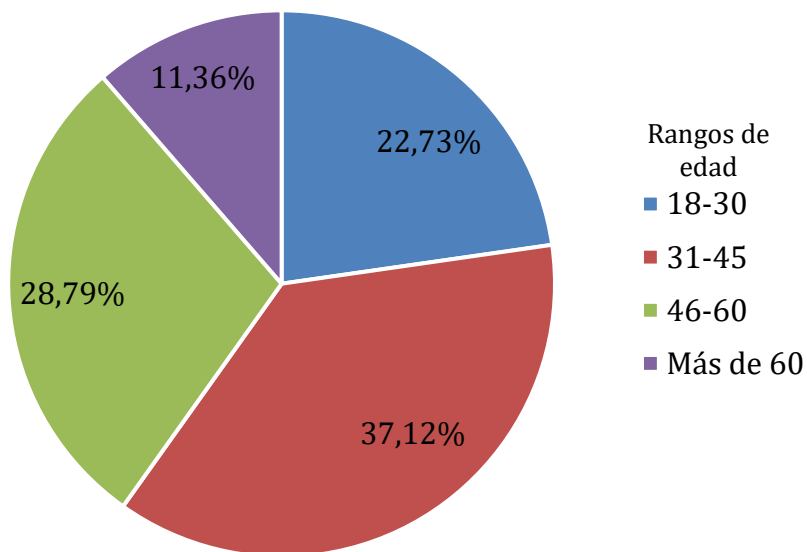
### **5.5 Identificación del segmento de mercado que cubrirá el proyecto.**

El segmento de mercado al cual va dirigido el estudio de prefactibilidad es a las sodas, bares, minisúper y restaurantes ubicados en los cantones de Turrialba y Jiménez de Cartago. La segmentación es la que se muestra a continuación:

1. Necesidad: alimentación.
2. Deseo: comer saludable.
3. Consumidor: en este caso se trata de un consumidor institucional el cual inclusive va a generarle cierto procesamiento para su posterior reventa. Va dirigido a sodas, bares, minisúper y restaurantes. Características como los rangos de edad y género de los propietarios de las sodas, bares, restaurantes y minisúper se muestran en la figura 3.
4. Usuario: personas que frecuentan, sodas, bares, minisúper y restaurantes.

**Figura 3**

*Edad de los propietarios de Sodas, bares, restaurantes y minisúper ubicados en los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.*

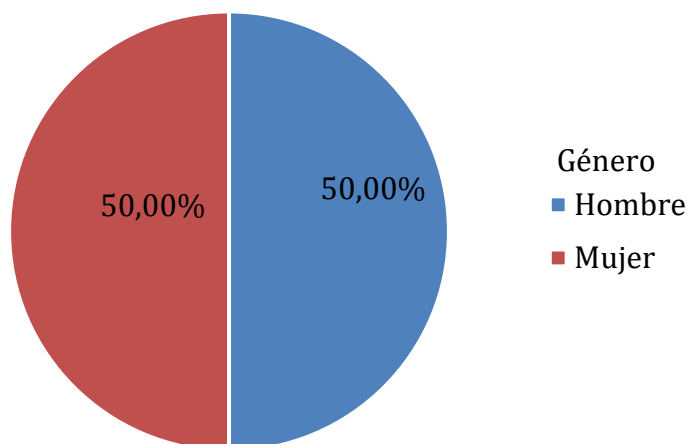


Se observa que un el porcentaje más importante (37,12%) lo representa aquellas personas que se encuentran entre los 31-45 años, siendo estos considerados adultos jóvenes. Sin embargo, un porcentaje también importante (28,79%) lo representan personas que se encuentran en la adultez madura.

Así mismo es interesante recalcar que se encuentra una paridad en la tenencia de estos negocios en cuanto a género (figura 4).

**Figura 4**

*Género de los encuestados en sodas, bares, restaurantes y minisúper de los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.*

**5.6 Análisis de oferta y demanda**

Según consulta al Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), en el cantón de Jiménez y Turrialba, existen un total de 124 fincas dedicadas al cultivo de Lechuga, de los cuales 49 fincas se ubican en el cantón de Jiménez y 75 fincas en el cantón de Turrialba, para un total de área de cultivo de 14.91 hectáreas. En su mayoría son fincas manejadas bajo sistema de producción convencional (Nuñez & Madrigal, 2023).

Debido a la poca área cultivada con lechuga en dichos cantones, se debe satisfacer la demanda por medio de revendedores que adquieren la lechuga en otros cantones y la comercializan casa por casa o en ferias del agricultor.

Estos revendedores principalmente comercializan lechugas, producidas bajo el modelo convencional, es decir, son producidas en suelo y con el uso de agroquímicos. En ocasiones estas lechugas son comercializadas días posteriores a la cosecha, es decir, no son frescas.

Esta característica de la poca frescura en las lechugas es una ventaja competitiva que se debe aprovechar, ya que la producción de lechugas hidropónicas al ser local se puede asegurar la frescura con mayor facilidad.

Otra característica de los competidores es que, al no contar con producción local, la comercialización la realizan en días específicos y no cuentan con disponibilidad para ofrecer el producto siempre que el consumidor lo requiera; al igual que la característica anterior, existe oportunidad para competir.

Como se adelantó anteriormente, la calidad de la lechuga ofrecida por los revendedores en los cantones de Turrialba y Jiménez es de baja calidad, poca frescura y de corta vida útil, ya que esta lechuga no se cultiva en estos cantones, sino que proviene de otros cantones del país y en su mayoría es producida bajo un modelo convencional (en suelo y con agroquímicos). Estos aspectos de calidad se relacionan con que el 91.7% de los comercios encuestados indican que conocen sobre la calidad que ofrece la lechuga hidropónica.

Cabe destacar que de acuerdo con el estudio titulado “Comparación de la calidad bacteriológica de la lechuga (*Lactuca sativa*) producida en Costa Rica mediante cultivo tradicional, orgánico o hidropónico” realizado en el Área Metropolitana de San José, Costa Rica, los productos cultivados por hidroponía fueron los que presentaron los promedios más bajos de coliformes fecales (102 UFC/g). De la misma manera, fueron las lechugas de origen hidropónico las que resultaron negativas para este indicador mayor número de veces, seguidas por las lechugas cultivadas de manera tradicional. Esto demuestra que se produce con mayor inocuidad en medios hidropónicos (Monge y otros, 2011).

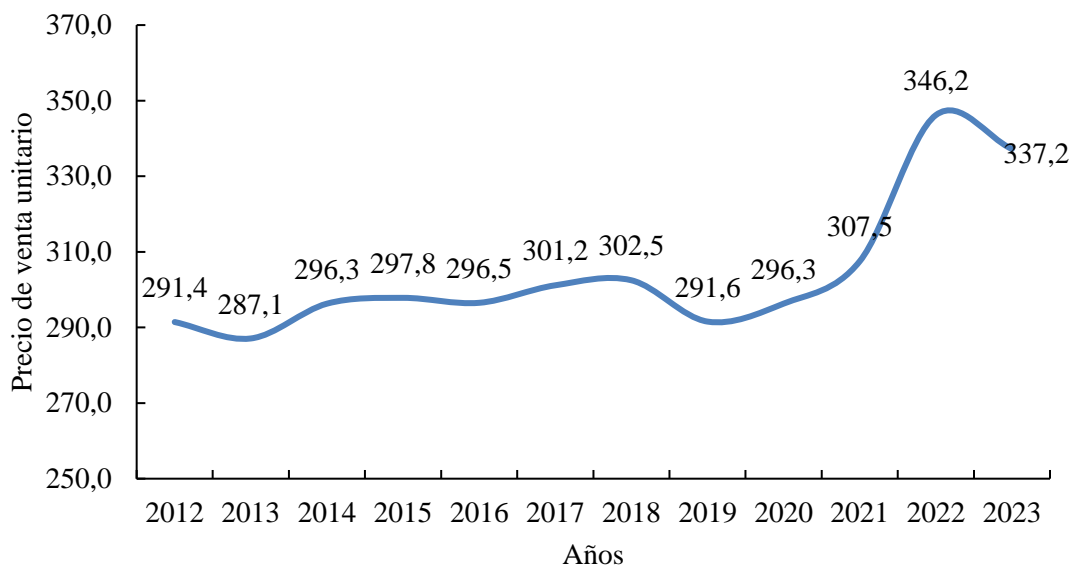
El 100% de los encuestados indicaron que conocen que existe la producción hidropónica de lechuga, esto complementa los datos mencionados anteriormente sobre los aspectos positivos de la producción hidropónica.

En la figura 5, se aprecia el comportamiento del precio de la lechuga americana para el mercado costarricense en los últimos 12 años.

Se puede observar un comportamiento estable del precio a través de los años, no obstante, a partir del 2021 y hasta el 2022 se presenta un incremento exponencial del precio, en el caso del 2023, se presenta una caída del precio, lo cual resulta lógico luego de la subida repentina de los años anteriores. Esta información del precio respalda los resultados obtenidos a través de la encuesta que se realizó a los diferentes establecimientos. La definición del precio se analizará en gráficos posteriores.

### Figura 5

Precio de venta de lechuga americana en Costa Rica desde el año 2012 hasta el 2023. (colones nominales).



Nota. Fuente: Consejo Nacional de Producción (CNP)

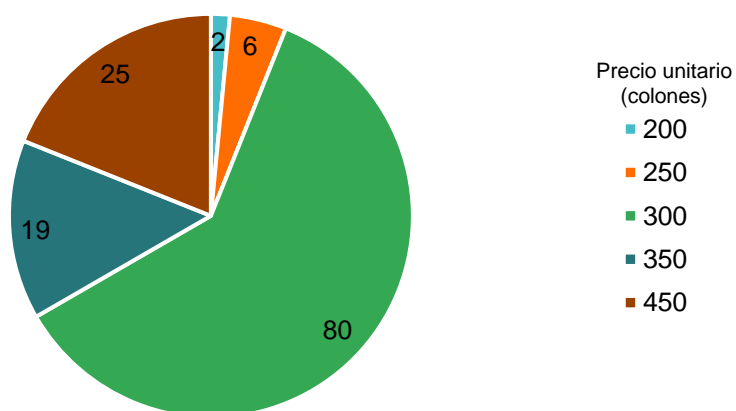
El precio máximo que el comprador estaría dispuesto a pagar por el producto se recopiló en los establecimientos consultados. En la figura 6 se muestra la información compilada.

#### 5.7 Determinación del precio

En el presente trabajo para determinar el precio, se le realizó la consulta a los establecimientos del precio máximo que estaban dispuestos a pagar y esta información, se comparó con el histórico de precios brindados por el CNP, que se muestran en el gráfico 5. En la figura 6, se aprecia que, de los 132 establecimientos encuestados, 25 establecimientos están dispuestos a pagar por una lechuga hidropónica un precio máximo de 450 colones, además 19 establecimientos estarían dispuestos a pagar un precio de 350 colones, estos dos grupos de establecimientos se encuentran por encima del precio promedio que se paga por una lechuga convencional americana durante los último seis años el cual ronda los 305 colones. Los resultados están alineados con los precios expuestos en la figura 5.

### Figura 6

*Precio máximo unitario que están dispuestos a pagar por la lechuga las sodas, bares, restaurantes y minisúper de los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.*



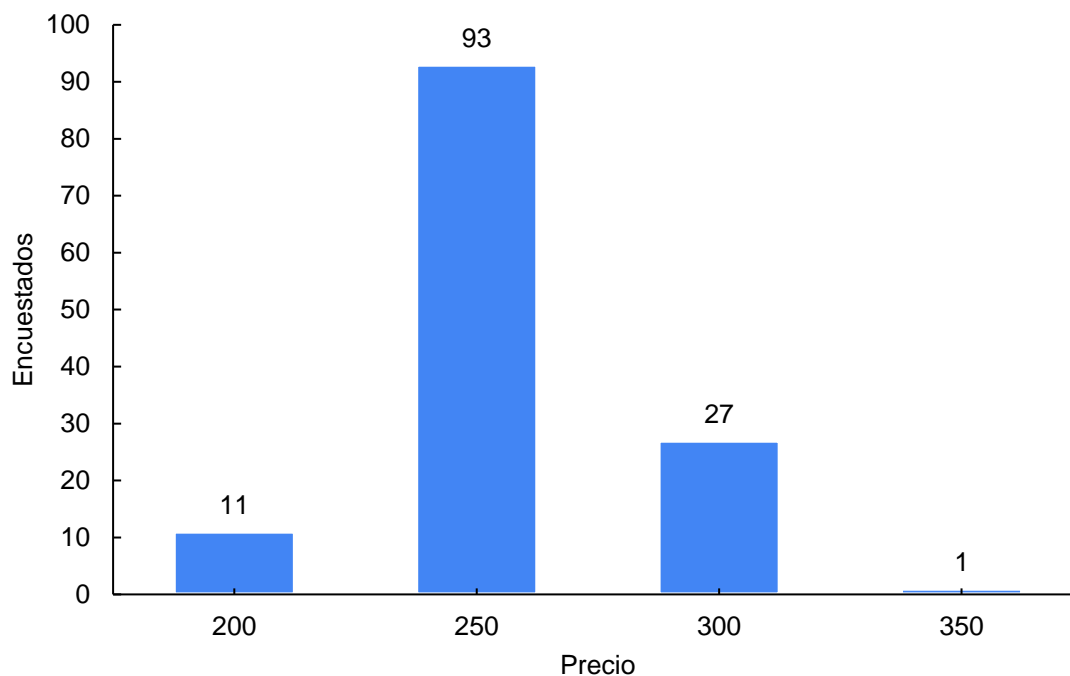
En la figura 7, se muestra que el precio de 250 colones por lechuga fue seleccionado por 93 establecimientos como el precio que pagan actualmente, lo que representa un 70% de los encuestados, este precio se establece como base para realizar el estudio financiero y determinar si financieramente es factible el proyecto.

Además, permite determinar si se requiere realizar ajustes en el manejo proyectado para la lechuga hidropónica, esto para lograr hacer más rentable el sistema de producción, siempre y cuando se mantenga la calidad del producto final.

La figura 6 se diferencia de la 7, porque los encuestados en la figura 6, indican lo máximo que pagarían por una lechuga, mientras que en la 7, se le consultó a los encuestados lo que ellos realmente pagarían por una lechuga. Se observa que podría existir aproximadamente una brecha de 50 colones entre ambas respuestas en promedio.

### Figura 7

*Precio que pagan actualmente por lechuga las sodas, bares, restaurantes y minisúper de los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.*



## 5.8 Caracterización de los productos complementarios y sustitutos.

### 5.8.1 Clasificación de la lechuga.

En la figura 8, se pueden distinguir tres tipos de lechugas según su forma de crecimiento: las lechugas de cabeza, las de hoja suelta y las de tipo cos. Las lechugas de cabeza, también conocidas como "lechugas arrepolladas", son las más comunes en el mercado. Por otro lado, las lechugas de hoja suelta no forman una cabeza compacta, mientras que las lechugas cos, también llamadas orejonas, presentan una cabeza ovalada que se sitúa entre la lechuga de cabeza y la de hoja suelta (Vásquez, 2015).

**Figura 8**

*Tipos de lechuga según forma de crecimiento.*



*Nota.* Fuente: <https://semillasisla.mx/products/lechuga-parris-island-cos>

En Costa Rica, la lechuga de tipo americana, que se aprecia en la figura 9, es ampliamente cultivada, y algunas de las variedades más comunes incluyen Lucy Brown, la cual forma una cabeza compacta y tiene un buen rendimiento potencial, con pesos que oscilan entre 330 y 690 gramos. También muestra resistencia a la floración y se adapta bien a diversas zonas del país (Vásquez, 2015).

**Figura 9**

*Lechuga tipo americana.*



*Nota.* Fuente: <https://www.suplijardines.com/product-page/vigrow-seeds-lechuga-americana>

Otra variedad popular es Vulcan, que se muestra en la figura 10, esta variedad presenta un color rojo brillante sobre un fondo verde pálido. Es una lechuga de cabeza abierta, de tamaño considerable y una maduración intermedia (Vásquez, 2015).

**Figura 10**

*Lechuga tipo Vulcan.*



*Nota.* Fuente: <http://hidroponiaperfecta.weebly.com/lechuga.html>

También se utiliza la variedad Bergam's Green, que se observa en la figura 11, que es de hoja abierta, se caracteriza por su gran tamaño, uniformidad y maduración temprana. Es adecuada tanto para épocas secas como lluviosas y alcanza un peso promedio de 450 gramos a las 5 o 6 semanas después del trasplante (Vásquez, 2015).

**Figura 11**

*Lechuga variedad Bergam's Green.*



*Nota.* Fuente: <https://www.enzazaden.com/mx/products-and-services/our-products/Bergams%20Green>

Asimismo, se encuentra la variedad Bohemia que se muestra en la figura 12, que también es de hoja abierta, tiene un volumen significativo y muestra una gran resistencia a los cambios climáticos y la floración. Su peso promedio es de 300 gramos y se recomienda su producción tanto en campo abierto como en invernadero (Vásquez, 2015).

### **Figura 12**

*Lechuga variedad Bohemia.*



*Nota.* Fuente: <https://www.ramiroarnedo.com/categorias/lechuga-mantecosa/>

Otras variedades utilizadas son Tropical Emperor, adaptada a latitudes bajas y tolerante al calor y la lluvia, de tipo Iceberg con coloración verde y bordes dentados.

Gator, otra variedad tipo Iceberg, destaca por su uniformidad y altos rendimientos de peso, ideal para altitudes entre 900 y 1300 metros sobre el nivel del mar (Vásquez, 2015).

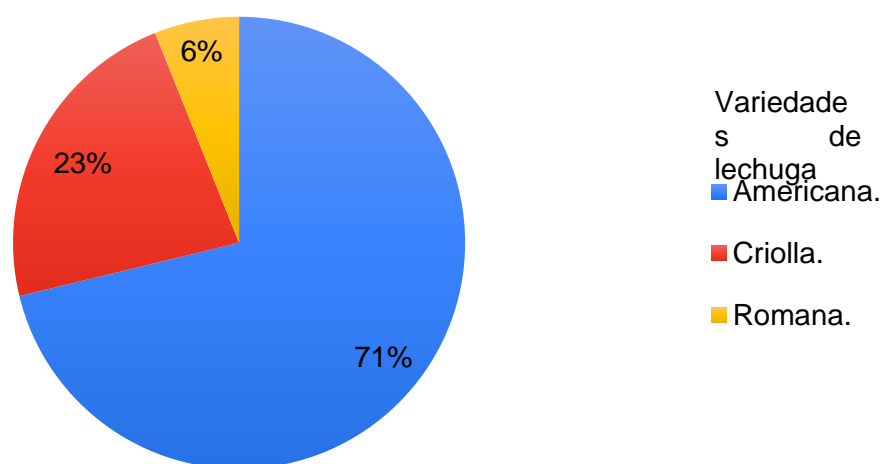
La variedad Gulf Stream es tropical y puede formar una cabeza compacta incluso bajo condiciones de calor y humedad. Posee una excelente textura y el tiempo de cosecha es de 65 días (Vásquez, 2015).

En cuanto a la variedad Sargasso, no hay información disponible en la literatura, pero algunos productores ya la están utilizando, siendo distribuida por la empresa Almacigos San Juan S.A (Vásquez, 2015).

De acuerdo con la figura 13, la variedad de lechuga más utilizada por las sodas, bares, restaurantes y minisúper en los cantones de Turrialba y Jiménez; es la americana con un 71%, seguida de criolla con un 23% y por último, la Romana con un 6%.

### Figura 13

*Variedades de lechuga preferidas por sodas, bares, restaurantes y minisúper de los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.*



### 5.9 Productos sustitutos y complementarios.

La lechuga, es un alimento versátil y ampliamente consumido. Los productos complementarios y sustitutos de la lechuga pueden variar según la región, preferencias culturales y hábitos alimenticios. Según Grupo Trisan Agro (2014), se muestran descripciones de productos complementarios y sustitutos comunes de *Lactuca sativa*. Como productos sustitutos, se pueden desglosar en sustitutos directos e indirectos:

#### Productos sustitutos directos:

Por otro lado, por producto sustituto de la lechuga se entiende aquel que puede satisfacer la misma necesidad o deseo que otro producto, pero de una manera diferente. Estos productos

compiten entre sí en el mercado porque los consumidores pueden optar por comprar uno en lugar del otro según factores como el precio, la calidad, la conveniencia, la marca, entre otros.

Dentro de esta categoría destacan los siguientes productos:

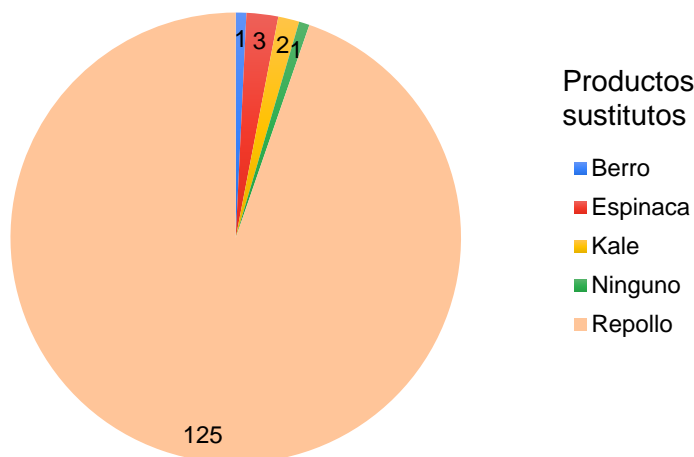
1. Repollo: ofrece una opción versátil y nutritiva que puede usarse en varias preparaciones. Aunque tiene una textura más densa y crujiente que la lechuga, el repollo aporta un toque refrescante similar en ensaladas y platos fríos
2. Espinaca: es un sustituto popular de la lechuga en ensaladas y otros platos. Ofrece una textura similar y es rica en nutrientes.
3. Rúcula: es otra hoja verde que puede sustituir a la lechuga en ensaladas y aporta un sabor ligeramente picante.
4. Kale (col rizada): el kale es una opción cada vez más popular como sustituto de la lechuga en ensaladas debido a su alto contenido de nutrientes y sabor único.

#### **Productos sustitutos indirectos:**

1. Berro: es un sustituto indirecto interesante de la lechuga, ya que aporta un sabor más fuerte y picante, además de una textura más delicada y tierna. Este vegetal de hojas pequeñas es una opción refrescante y llena de nutrientes, ideal para ensaladas y como acompañamiento en platos fríos.
2. Zanahoria: Las zanahorias ralladas o en rodajas finas son una adición colorida y crujiente a las ensaladas, que se combina bien con la lechuga.
3. Pepino: El pepino es otro ingrediente común en las ensaladas y complementa la lechuga con su sabor refrescante y crujiente.
4. Chayote: Aunque es una hortaliza de textura más densa y crujiente que las hojas de lechuga, el chayote aporta un sabor suave y ligeramente dulce, que combina bien con otros ingredientes frescos. Suele rallarse o cortarse en tiras finas para lograr una textura más ligera que se asemeje a la de las hojas.

### Figura 14

*Productos sustitutos de la lechuga utilizados según sodas, bares, restaurantes y minisúper de los cantones de Turrialba y Jiménez, 2023.*



Según lo que se muestra en la figura 14, el repollo es el producto sustituto más utilizado por las sodas, bares, restaurantes y minisúper en los cantones de Turrialba y Jiménez.

Si bien es cierto, al momento de consultar a los encuestados por los productos que consumían cuando no tenían lechuga, muchos mencionan productos que anteriormente en este documento se pueden considerar también complementarios, esto debido a que son productos que generalmente se consumen en ensaladas, de acuerdo con los gustos y preferencias de las personas.

#### **Como productos complementarios se exponen los siguientes:**

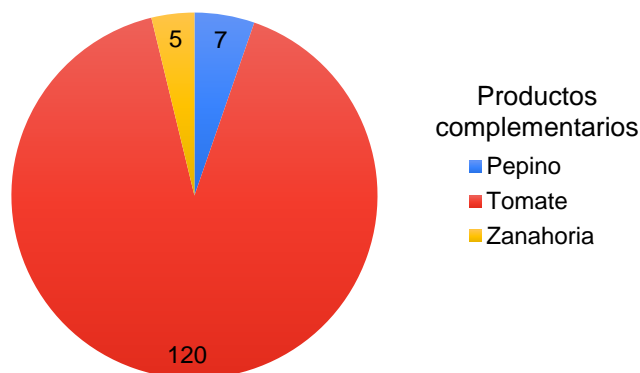
1. Tomate: El tomate es un complemento popular en ensaladas junto con la lechuga. Aporta un sabor jugoso y ácido que se combina bien con la textura y el frescor de la lechuga.
2. Chiles: Los chiles de diferentes colores aportan dulzura y un toque vibrante a las ensaladas que complementa el sabor de la lechuga.

3. Aguacate: El aguacate es una adición cremosa y rica a las ensaladas, que equilibra la frescura de la lechuga con su textura y sabor únicos.
4. Maíz dulce: es un excelente complemento de la lechuga en ensaladas y platos frescos, gracias a su color vibrante, textura jugosa y sabor naturalmente dulce. Este grano aporta contraste y equilibrio en recetas con lechuga, brindando un toque de dulzura que complementa la frescura y suavidad de las hojas verdes.

Según lo que se muestra en la figura 15, el tomate es el producto complementario más utilizado por las sodas, bares, restaurantes y minisúper en los cantones de Turrialba y Jiménez. Esto permite definir que a mediano y largo plazo se puede ofrecer tomate hidropónico, diversificando la línea de productos y lograr aprovechar que 120 establecimientos complementan la lechuga con el tomate.

### Figura 15

*Productos complementarios a la lechuga que utilizan las sodas, bares, restaurantes y minisúper de los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.*



Los resultados anteriores proporcionan información importante a la hora de tener en cuenta los precios de tanto los productos sustitutos como complementarios, lo cual ayuda para adaptar el precio de la lechuga según el comportamiento de estos.

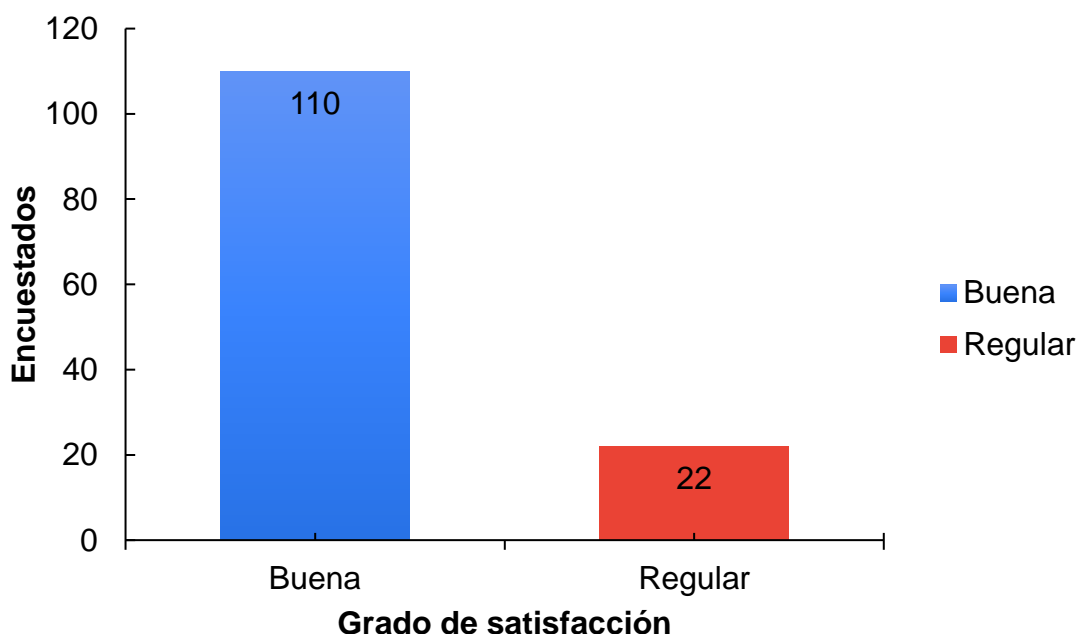
### 5.10 Estrategia de comercialización.

La presentación de las lechugas hidropónicas sería en unidades de 250-350 gramos y a un precio de 250 colones por unidad.

Es importante considerar en la estrategia de comercialización que los actuales proveedores de lechuga convencional han generado un grado positivo de satisfacción, como se muestra en la figura 16. Por lo tanto, la calidad y el servicio al cliente debe ser superior a la ofrecida por la competencia directa, no obstante, se debe someter a estudio la estrategia de la competencia.

**Figura 16**

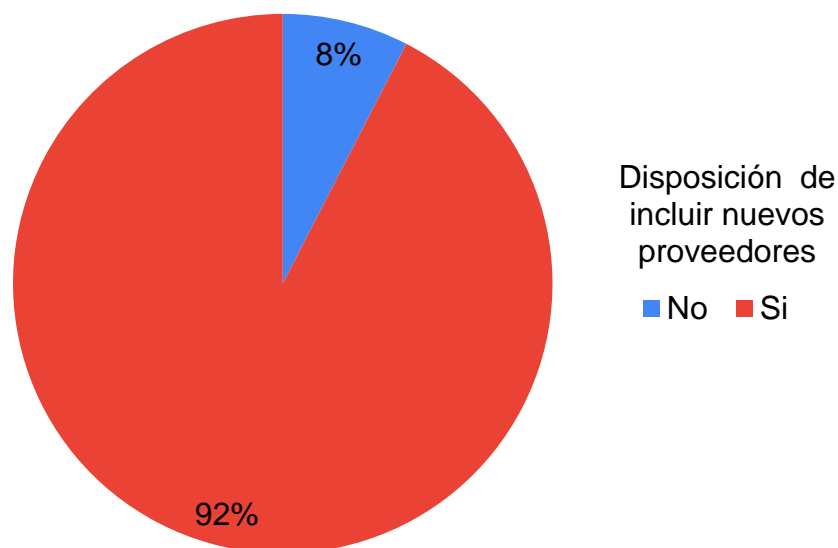
*Grado de satisfacción que han generado los actuales proveedores de lechuga de las sodas, bares, restaurantes y minisúper de los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.*



Es de suma importancia denotar y considerar en la estrategia de mercado, de acuerdo con la figura 17, que los encargados de sodas, bares, restaurantes y minisúper en su mayoría estarían dispuestos a comprar lechuga a nuevos proveedores, lo que genera expectativa positiva hacia este proyecto.

**Figura 17**

*Disposición de las sodas, bares, restaurantes y minisúper a incluir con nuevos proveedores de lechuga en los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.*



### **5.11 Determinación de los canales de comercialización.**

Como la empresa Hidropónica es una empresa emergente, se van a utilizar canales de comercialización tradicionales, es decir, que no utilizan una tecnología muy sofisticada para lograr su fin.

Se utilizaría un canal directo de comercialización; para esto se contratará un colaborador como distribuidor y se le va a asignar un automóvil con capacidad de transporte de 100 cajas y cada caja con una capacidad de 10 matas de lechuga. Esta persona va a seguir una ruta establecida por la gerencia comercial. La ruta se repetiría cada tres días y la forma de pago sería a crédito a 3 días. Esto ofrecería una mayor frecuencia que los proveedores actuales, los cuales presentan una ruta de un día por semana.

Conforme, la empresa crezca y aumente sus ventas se analizarán otros canales de comercialización, que se adapten a las nuevas necesidades comerciales de la empresa.

### 5.12 Estrategia de gerencia de promoción

Segmento: dueños de sodas, bares, restaurantes y minisúper de los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.

Se definieron tres rutas, para la distribución de la lechuga, a saber:

Ruta 1: Pejibaye, Tucurrique y cantón central de Turrialba, sector sur (recorrido de 82.4 km), para esta ruta los días de entrega serían los lunes y jueves.

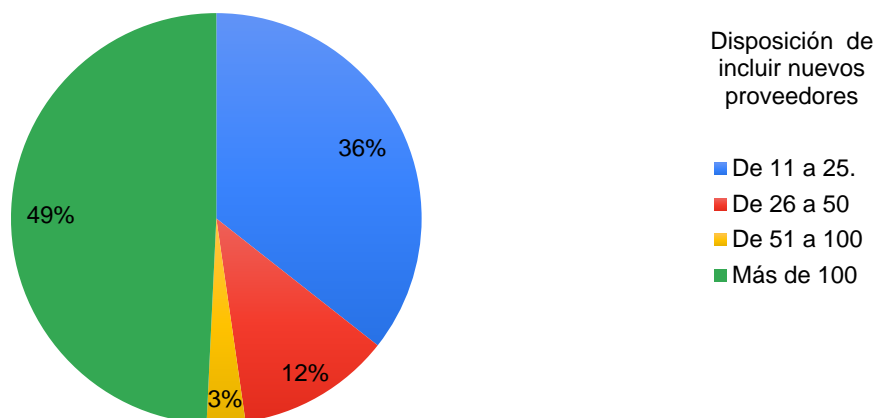
Ruta 2: Distrito central de Turrialba, sector central (recorrido de 66 km), para esta ruta los días de entrega serían los martes y viernes.

Ruta 3: Distrito central de Turrialba, sector norte y Juan Viñas (recorrido de 89 km), para esta ruta los días de entrega serían los miércoles y sábado.

Estas rutas se definieron con la finalidad de asegurar frescura en el producto ofrecido, de manera tal, que cuando se aplicó la encuesta, se consultó directamente el consumo de lechuga semanal, la información obtenida se muestra en la figura 18.

#### Figura 18

*Cantidad de lechuga semanal que compran las sodas, bares, restaurantes y minisúper de los cantones de Turrialba y Jiménez 2023.*



En la figura 18, se muestra que un 49% de los establecimientos estarían dispuestos a comprar semanalmente más de 100 lechugas, mientras que, un 36% compraría entre 11 a 25 lechugas de manera semanal. Estos datos, son fundamentales para la planificación de producción y la definición de las rutas de reparto, la información detallada que se recopiló mediante la encuesta se utilizará como complemento para optimizar la ruta de entregas.

Para complementar lo expuesto en la figura 18, se muestra la demanda mensual y anual proyectada del proyecto en la tabla 7, se considera como premisa que los meses son de 30 días y se considera el tamaño del invernadero y de la unidad productiva. Se considera una demanda constante por mes.

**Tabla 7**

*Demanda mensual y anual proyectada de lechugas para el proyecto.*

<b>Meses</b>	<b>Demanda mensual de lechugas</b>
Enero	7 367
Febrero	7 367
Marzo	7 367
Abril	7 367
Mayo	7 367
Junio	7 367
Julio	7 367
Agosto	7 367
Septiembre	7 367
Octubre	7 367
Noviembre	7 367
Diciembre	7 367
<b>Total</b>	<b>88400</b>

## **6. Capítulo II. Estudio Técnico**

### **6.1 Tamaño del proyecto (volumen a producir en unidades).**

La propiedad está situada en Barrio Zapote, Pejibaye, Jiménez, Cartago, Costa Rica. Tiene un área de 2.5 hectáreas, la parte que se necesita utilizar será de 600 m<sup>2</sup>. Es una propiedad de uso de suelo agrícola y cuenta con nacimiento de agua permanente.

La Topografía es irregular al 5 %, actualmente no produce nada agrícola para la venta, solo para uso familiar. Posee servicios de agua potable, electricidad, teléfono e internet. Tiene 2 cabañas para uso familiar.

Se requiere usar 600 metros cuadrados, para construir un invernadero, con que se espera producir 1.700 lechugas por semana, con un peso de entre 300 y 350 gramos por unidad.

### **6.2 Estudio del Clima de la Zona**

Los requerimientos agroclimáticos para la lechuga en Costa Rica son los siguientes:

- Temperatura máxima entre 22-28 °C. (FAO, 2006).
- Temperatura mínima entre 7-15 °C. (IICA, 2018).
- Radiación solar entre 12-18 MJ/m<sup>2</sup>/día. (Hernández & Vargas, 2017).
- Humedad relativa entre 60-80%. (MAG, 2015).

A continuación, en la tabla 8, se presentan los datos meteorológicos para el cantón de Jiménez, provincia de Cartago, Costa Rica, correspondientes al año 2023.

**Tabla 8**

*Datos meteorológicos para el cantón de Jiménez, provincia de Cartago, Costa Rica, correspondientes al año 2023.*

<b>Mes</b>	<b>Temperatura Máxima Promedio</b>	<b>Temperatura Mínima Promedio</b>	<b>Radiación Solar Promedio (MJ/m<sup>2</sup>/día)</b>	<b>Humedad Relativa Promedio (%)</b>
Enero	25.0	15.0	18.0	80
Febrero	26.0	15.5	19.0	78
Marzo	27.0	16.0	20.0	75
Abril	26.5	16.5	19.5	78
Mayo	25.5	17.0	18.0	82
Junio	24.5	17.5	17.0	85
Julio	24.0	17.0	17.0	86
Agosto	24.0	17.0	17.0	86
Septiembre	24.5	17.5	16.5	87
Octubre	24.0	17.0	16.0	88
Noviembre	24.5	16.5	17.0	85
Diciembre	25.0	16.0	17.5	82

Nota. Fuente: IMN (2024).

Según la información descrita en la tabla 8 y lo mencionado en los requerimientos agroclimáticos de la lechuga, se muestra claramente que el lugar donde se va a realizar el proyecto cumple a cabalidad con lo requerido por el cultivo, por lo tanto, es técnicamente factible.

### **6.3 Requerimientos de materias primas e insumos.**

La siembra inicia con la compra de almácigos que deberán tener 28 días de crecimiento. Los almácigos se compran a empresas especializadas (ver anexo 3) en producirlos, lo cuales se tienen identificados en varios lugares del país

Las fórmulas hidropónicas se preparan en el sitio, con base en fórmulas desarrolladas en el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA).

Los nutrientes se adquieren en bolsas de 25 kilos, por separado de cada producto según la fórmula, a varios proveedores también identificados (Ver Anexo 3).

#### **6.4 Requerimientos y características de la mano de obra operativa.**

Una vez iniciado el proyecto, se requiere la siguiente mano de obra operativa que se muestra en la tabla 9.

**Tabla 9**

*Cálculo de la mano de obra semanal para el proyecto.*

<b>Labor</b>	<b>Horas / día</b>	<b>Horas/semana</b>
Revisión de plantas, mangueras, formula y tanques	0,5	3
Cosecha	0,5	3
Lavado	0,5	3
Empacado	0,5	3
Lavado y desinfección unidades producto.	0,5	3
Siembra	0,5	3
Distribución	5	30
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>48</b>

El Ministerio de trabajo en su lista semestral de salarios mínimos, indica que a un peón agrícola se le debe pagar un salario de 11.934 por jornada, con cargas sociales por seguro CCSS, póliza de INS, vacaciones, aguinaldo y cesantía por un 52% adicional. Los gastos de venta y administración se estiman en un 10 % del total de las ventas.

#### **6.5 Ingeniería del proyecto**

Se requieren las siguientes construcciones civiles

1- un invernadero, cuya medida será de 30 metros de ancho por 20 metros de largo con una altura central de 6 metros

2- una oficina para la parte administrativa, con baño y una bodega para los insumos y herramientas, para lo que se utilizará un contenedor para transporte marítimo, cuyas medidas son de dos metros de ancho por 1,5 metros de largo, el mismo se adquiere remodelado para el uso que se le va a dar.

## **6.6 Descripción y caracterización de maquinaria, equipos, herramientas y vehículo requeridos.**

### **Mobiliario y Equipo**

#### **Mobiliario**

La oficina administrativa tendrá un escritorio, silla y una computadora con acceso a internet. En el área postcosecha, que estará en el invernadero, se requiere una mesa postcosecha, con una medida de 1,2 metros de ancho y 3 metros de largo, será de acero inoxidable en su cubierta, con estructura de hierro en sus soportes, en la cual se deshojan y empacan las lechugas. Aquí también se necesita una pila de lavado, de 70 cm de ancho con un metro de largo, para el lavado de las lechugas, una vez que entran en esta área.

El empaque de las lechugas se hará en cajas plásticas agrícolas, para su transporte a los comercios, cada caja, transporta 10 lechugas.

#### **Unidades productivas**

Las unidades productivas que muestran en la figura 19, son estructuras construidas con hierro y tubos de PVC, en las que se hará la siembra de las plántulas.

Esta se compone de 10 tubos de PVC de 3 pulgadas, que son los canales de cultivo, con huecos de 50 mm a cada 20 cm de distancia entre centros, y cada tubo separado 20 cm del otro, desde el centro, para un total de 300 huecos por unidad productiva, estos tubos se colocan sobre estructuras de soporte fabricadas en hierro, con altura de 80 cm, de manera que queden con una inclinación a lo largo de 1.5 por ciento para que la solución nutritiva circule. Estos tubos, tendrán tapones de PVC de 3 pulgadas, en sus extremos, los tapones de un extremo tendrán un orificio donde se colocará una manguera de riego de 3 mm que va

conectada a una tubería de alimentación de agua que viene de los tanques en tubo PVC de ½ pulgada. En el otro extremo, el tapón llevará un orificio de salida para drenaje de la fórmula nutritiva, la cual regresará a los tanques.

### **Figura 19**

*Unidad productiva que se implementará en la producción de lechuga hidropónica.*



### **Equipo**

Se requerirán cinco tanques de 1.000 litros para la preparación y posterior distribución del líquido que alimentará las tuberías de las unidades productivas. Este líquido se impulsará con una bomba de agua eléctrica de dos caballos de potencia, la cual puede abastecer 200 litros por minuto a las unidades productivas, trabajando a un nivel de 80 %, abastecerá 160 litros por minuto de solución nutritiva hacia los canales.

La fórmula nutritiva, debe mantener una electro-conductividad promedio de 1.600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la cual se mide con un conductímetro, que estima la concentración de sales disueltas en el agua, permitiendo evaluar la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica; además es necesario un medidor de pH, que mide el grado de acidez del agua de riego.

### **Vehículos**

Es necesaria la compra de un vehículo, similar al que se muestra en la figura 20, para el reparto a los establecimientos, tipo pick up o camión pequeño, con un presupuesto estimado en 6.000.000 de colones.

**Figura 20**

*Prototipo de vehículo que se utilizará en el proyecto.*

**6.7 Definición de la localización.****Localización**

El proyecto estará situado en Barrio Zapote, distrito Pejibaye, cantón Jiménez, de la provincia de Cartago, 200 metros antes de la Calle hacia el Refugio de vida silvestre La Marta.

**Figura 21**

*Imagen satelital de la finca donde se ubicará el proyecto.*



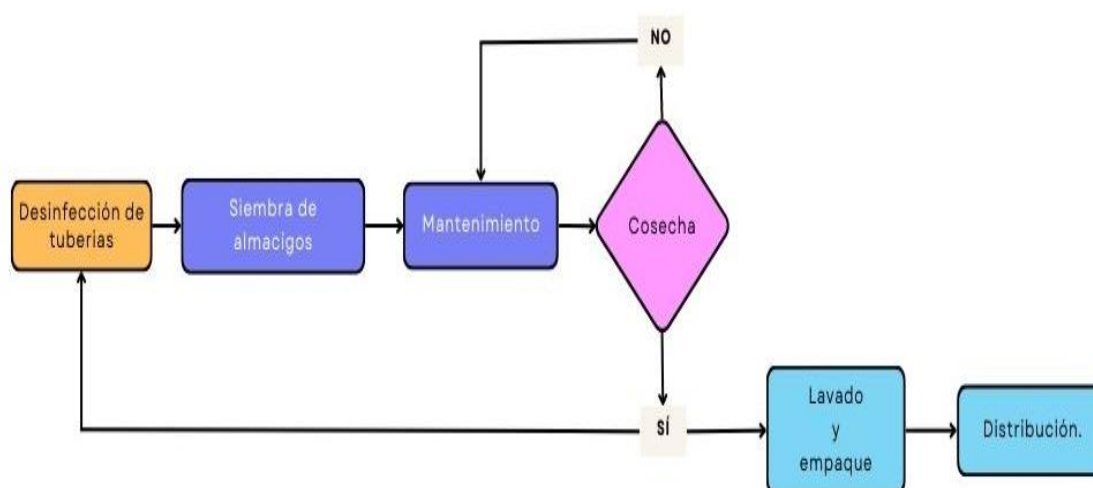
En la figura 21, se aprecia la imagen satelital de la totalidad de la finca, en el recuadro azul, se muestra donde se ubicará el invernadero del proyecto, esta propiedad se ubica en Pejibaye, Jiménez, Cartago.

### 6.8 Diagrama y explicación de proceso productivo.

#### Flujograma del proceso

#### Figura 22

Flujograma del proceso de producción de lechuga hidropónica.



En la Figura 22, se muestra que el primer paso a realizar en la siembra de lechuga con NFT, es preparar el sistema, limpiando y desinfectando las tuberías y los canales de cultivo antes de iniciar cada ciclo, para prevenir el crecimiento de algas y la acumulación de patógenos.

Luego se prepara la solución nutritiva, disolviendo las sales nutritivas de acuerdo con la fórmula específica para lechuga.

Se revisan las bombas y el sistema de riego, verificando su funcionamiento y el de los temporizadores para asegurar un flujo constante, y se hace una prueba de flujo para evitar bloqueos.

En la fase de siembra, cuando los almácigos ingresan a la empresa, se revisan las plántulas y se transfieren a los canales NFT en el invernadero

En la fase de Mantenimiento, durante las siguientes 5 semanas se realizan las siguientes actividades:

- **Control de Nutrientes:** Monitorear diariamente la solución nutritiva con medidores de EC y pH. Ajustar según sea necesario para mantener los niveles óptimos. Reponer la solución cada semana para evitar la acumulación de sales.
- **Manejo del Ambiente:** Controlar la temperatura y humedad en el invernadero (temperatura ideal entre 18-24°C, y humedad relativa entre 60-70%). Implementar sistemas de ventilación y, si es necesario, cortinas de sombra para evitar el estrés térmico.
- **Poda y Mantenimiento de Plantas:** Realizar podas de hojas dañadas o enfermas para prevenir enfermedades y mejorar la circulación de aire. Inspeccionar plantas semanalmente para detectar cualquier señal de plagas o enfermedades.
- **Mantenimiento Preventivo:** Revisar y ajustar componentes eléctricos y mecánicos como temporizadores y válvulas. Inspeccionar cualquier signo de desgaste en las tuberías y conexiones y reemplazarlas si es necesario
- **Monitoreo de Plagas y Enfermedades:** Instalar trampas adhesivas amarillas para detección de mosca blanca y trips. Realizar inspecciones semanales de las hojas y el sistema radicular en busca de signos de enfermedades como el mildiu. Ver Anexo 4.
- **Control Preventivo:** Utilizar controladores biológicos, para mosca blanca y para trips. Además, aplicar productos biológicos o extractos naturales.
- **Riego y Oxigenación de Raíces:** De ser necesario aumentar la frecuencia de flujo de la solución nutritiva para mejorar la oxigenación. Ajustar el temporizador para garantizar un flujo constante y evitar que las raíces se sequen.

**En la fase de Cosecha:** a las 5 semanas después del trasplante, se corta la planta desde la base con herramientas desinfectadas y se transportan inmediatamente a la zona de empaque.

En la fase de lavado y empaque, se lavan las lechugas con agua limpia o una solución ligeramente clorada para eliminar cualquier residuo, y se dejan escurrir antes del empaque. Se controla la temperatura para prolongar la frescura durante el almacenamiento y transporte.

**En la fase de reinicio del ciclo:** se realiza una limpieza profunda del sistema de canales, tanques y tuberías para evitar acumulación de residuos.

#### **Fase de distribución**

Colocar las lechugas en las cajas para distribución y enviarlas a los comercios.

### **6.9 Escogencia y plan de manejo de la solución nutritiva**

Con base en lo datos mostrados en la tabla 1, se escogió para este proyecto la solución nutritiva propuesta por el INA, ya que es ampliamente utilizada por muchos productores hidropónicos del país con éxito.

El plan de manejo de la solución nutritiva asegura un ciclo de cultivo eficiente en el sistema NFT, optimizando la producción y minimizando los riesgos de plagas y enfermedades, mientras se maximiza la calidad del producto final.

Para manejar un programa de recirculación, monitoreo de Potencial de Hidrogeno (pH) y Conductividad Eléctrica (CE), y recambio de la solución nutritiva en un sistema NFT, se trabajará con el siguiente plan técnico:

#### **Programa de Recirculación de la Solución Nutritiva**

La solución nutritiva en sistemas NFT debe se va a manejar con el sistema de recirculación modificado, donde se va a mantener la solución nutritiva a diferentes alturas, según las semanas después del trasplante. En la primera semana, se mantendrá en 4 cm de altura respecto a la posición horizontal del tubo, para un aproximado de 15 litros de solución en el tubo, la segunda semana se baja a 3 cm, la tercera a 2 y la cuarta y quinta a 1 cm, para volúmenes de solución de 10, 6 y 2 litros de solución respectivamente.

La solución se recircula 8 veces diarias. La bomba, junto con válvulas solenoides, llenan las unidades de primera semana, luego las de segunda y así consecutivamente, para un tiempo total de trabajo de la bomba de alrededor de 20 minutos (anexo de cálculos) La recirculación constante permite que la solución se oxigene en cada ciclo, asegurando un entorno radicular saludable. En casos de clima cálido o alta densidad de plantas, es beneficioso añadir una bomba de aire o un sistema de burbujeo en el tanque de solución para incrementar la oxigenación.

Se monitoreará el pH y la CE diariamente para asegurar que los niveles se mantengan dentro de los rangos óptimos, especialmente al inicio de cada ciclo de recirculación. En la fase de crecimiento activo, la frecuencia puede aumentarse a dos veces por día para mayor precisión.

El pH ideal para la lechuga deberá estar entre 5.5 y 6.5, el cual se medirá con un medidor de pH digital para obtener lecturas precisas y ajustar con ácidos (para bajar el pH) o soluciones de bases (para subir el pH) según sea necesario.

La CE para lechuga en NFT varía entre 1.5 y 2.0 mS/cm, esta se controlará. Para aumentar la CE, agregar sales minerales disueltas en pequeñas cantidades. Si la CE es demasiado alta, diluir la solución con agua pura para evitar quemaduras en las raíces.

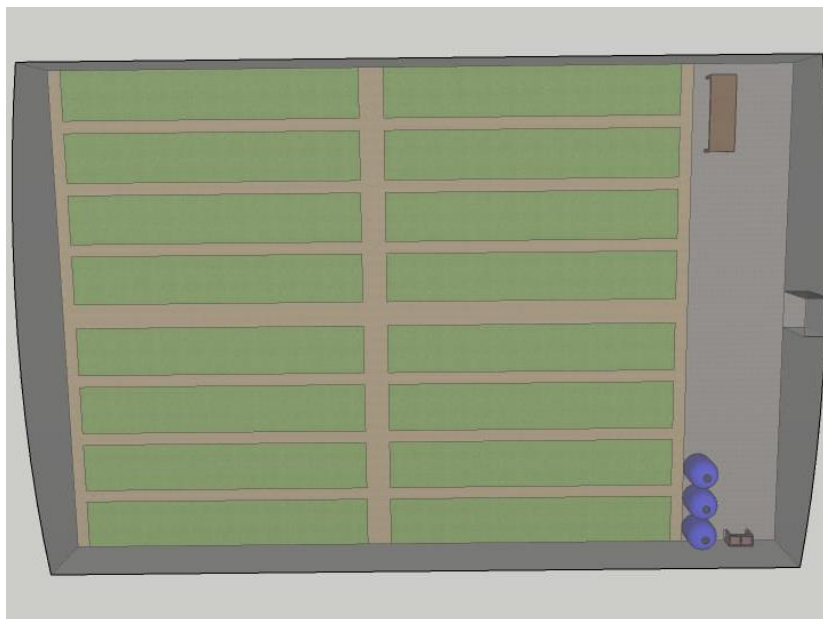
Adicionalmente se llevará un registro de datos de las mediciones de pH y CE para monitorear las tendencias y detectar cualquier cambio que pueda indicar problemas con la absorción de nutrientes o el desequilibrio de la solución.

La Solución Nutritiva se va a recambiar cada 3 ciclos productivos, drenando completamente la solución del sistema y limpiar el tanque y las tuberías con una solución con peróxido de hidrógeno y pasándoles un hisopo para eliminar durezas existentes.

## 6.10 Diagrama de distribución de planta y su explicación.

**Figura 23**

*Croquis del invernadero que se implementará en el proyecto.*



En la Figura 23, se muestra un croquis del invernadero a utilizar en el proyecto. El área necesaria se estima en 600 metros cuadrados, un rectángulo de 30 metros de ancho y 20 metros de largo.

En el invernadero, se colocarán 30 unidades productivas, con un pasillo central de un metro, con distancias de lado de 0.5 metros entre unidades y 0.5 al final de cada largo. El invernadero tendrá una entrada de protección al ingresar con pediluvio.

En la figura 23, se observa un área para los tanques y sistema de riego, y otra área para el tratamiento postcosecha y empaque.

## 6.11 Resumen de inversiones y costos de operación del proyecto.

### Cédulas presupuestarias

#### Obras civiles

Dado el tamaño del mercado, solo se necesitará un invernadero el cual se construye todo bajo un mismo techo. Como se mencionó anteriormente dentro de este invernadero se colocarán 30 unidades productivas y adicionalmente un área donde van a estar los tanques y sistema de

riego, lo cual también estará dentro del invernadero, los costos de estas obras civiles se muestran en la tabla 10.

**Tabla 10**

*Inversión en obras civiles.*

<b>Bien</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>	<b>Total</b>
Unidades productivas (Ver anexo 5)	30	340.000	10.200.000
Invernadero (Ver anexo 6)	1	6.500.000	6.500.000
Tanques y sistema riego	1	1.000.000	1.000.000
<b>Total</b>			<b>17.700.000</b>

Dentro de la inversión se debe tomar en cuenta el mobiliario, el cual representa inversiones menores para el acondicionamiento y equipo necesario; para que los trabajadores se desempeñen en sus labores administrativas y operativas básicas, el costo de mobiliario se presenta en la tabla 11.

**Tabla 11**

*Inversión en mobiliario.*

<b>Artículo</b>	<b>Costo</b>
Escritorio	100.000
Silla	100.000
Computadora	300.000
Mesa de trabajo postcosecha	300.000
<b>Total</b>	<b>800.000</b>

Así mismo se necesita equipo técnico especializado para la producción de lechugas hidropónicas por medio de la técnica NFT. Dentro de las inversiones que destacan se encuentra la bomba de agua, la cual debe ser de dos caballos de fuerza, la inversión en esta asciende a 300.000 colones. Los costos de los equipos se aprecian en la tabla 12.

## 6.12 Equipos

**Tabla 12**

*Inversión en equipo.*

<b>Artículo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>	<b>Total</b>
Balanzas nutrientes	1	20.000	20.000
Bomba agua	1	300.000	300.000
Temporizadores	2	25.000	50.000
Válvulas de riego	6	15.000	90.000
Tanques	5	125.000	625.000
Mangueras de 5 mm	100	500	50.000
Conector de tubo a manguera	420	200	84.000
Cajas agrícolas	150	1500	225.000
Medidor de pH	1	50.000	50.000
Medidor de electroconductividad	1	200.000	200.000
Canasta para plántulas	8500	60	510.000
<b>Total</b>			<b>2.204.000</b>

Según las especificaciones técnicas, se necesitarán insumos físicos (Bandejas de almácigo) e insumos químicos (agroquímicos). Se espera invertir por lo menos en 54 bandejas de almácigo en las seis primeras semanas, ya que cada bandeja viene con 200 plántulas. Por otro lado, el fosfato monopotásico, el nitrato de potasio, el sulfato de magnesio, el ácido bórico y el nitrato de calcio que vienen en presentación de 25 kilogramos, y el Fertilón combi en presentación de 250 gramos son los insumos que más importe representan para un ciclo de seis semanas. El costo y la presentación de los insumos se muestran en la tabla 13.

**Tabla 13**

*Presupuesto de insumos para un ciclo productivo de 6 semanas.*

<b>Artículo</b>	<b>Presentación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo /unidad</b>	<b>Total</b>
Bandejas de almácigo	200 plántulas	54	4.000	216.000
Fosfato monopotásico	25 kilogramos	1	32.583	32.583
Nitrato de potasio	25 kilogramos	2	29.727	59.454
Sulfato de magnesio	25 kilogramos	2	4.346	8.692
Fertilón combi 1	250 gramos	10	4.245	42.454
Ácido bórico	25 kilogramos	1	21.568	21.568
Nitrato de calcio	25 kilogramos	2	14.432	28.864
<b>Total</b>				<b>409 615</b>

*Nota.* El ciclo productivo de la lechuga hidropónica en NFT es de 5 semanas, pero se consideran 6 semanas para los cálculos, por motivo del capital de trabajo.

En la tabla 14, se muestra detalladamente la concentración de cada uno de los nutrientes que conforman la solución nutritiva del INA la cual se va a utilizar en este proyecto.

**Tabla 14**

*Concentración de nutrientes y conductividad eléctrica (CE) de la solución nutritiva del INA utilizada en la nutrición del cultivo de lechuga hidropónica en invernadero.*

<b>Macronutrientes (mg L<sup>-1</sup>)</b>						<b>Micronutrientes (mg L<sup>-1</sup>)</b>						<b>CE</b>
<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca</b>	<b>S</b>	<b>Fe</b>	<b>Cu</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>	<b>Mo</b>	<b>(dS m<sup>-1</sup>)</b>
150	50	200	50	150	60	2,5	0,1	0,5	0,2	0,3	0,05	

*Nota.* Fuente: Soto & Ramírez (2016).

### **6.13 Estructura de costos aplicada (fijos y variables).**

#### Costos fijos

En la tabla 15, se detallan los costos fijos asociados al proyecto de cultivo hidropónico de lechuga en sistema NFT. Estos costos son indispensables para operar de manera eficiente y

sostenible, asegurando la calidad y la estabilidad del sistema de cultivo. El valor que se le asigna el vehículo corresponde al monto que se debe pagar para adquirirlo.

**Tabla 15**

*Costos fijos del proyecto.*

<b>costos fijos</b>	<b>Valor</b>
Mano de obra	5 694 000
Vehículo	1 200 000
Cloro	260 000
Peróxido de hidrógeno	90 000
Servicios públicos	600 000
Manejo de plagas	360 000
<b>Total</b>	<b>8 204 000</b>

#### **6.14 Depreciaciones**

**Tabla 16**

*Depreciaciones de los bienes que se utilizarán en el proyecto.*

<b>Bien</b>	<b>valor</b>	<b>Años de vida</b>	<b>Depreciación anual</b>
Invernaderos	6.500.000	10	650.000
Unidades productivas	10.200.000	5	2.040.000
Mobiliario	800.000	5	160.000
Equipo	2.204.000	5	440.800
Vehículo	6.000.000	5	1.200.000
<b>Depreciación anual</b>			<b>4.490.800</b>

*Nota.* Los cálculos fueron realizados, conforme a la tabla de depreciaciones del Ministerio de Hacienda de Costa Rica.

En la tabla 16, se muestran las depreciaciones de los bienes que se utilizarán en el proyecto de producción hidropónica; se utilizaron valores de vida útil reportados por el Ministerio de Hacienda, para realizar los cálculos.

Adicionalmente, una vez que se alistan las lechugas, estas deben llevarse a los lugares donde se venderán o se consumirán, el cual se realizará en vehículo de la empresa, cuyo costo fijo, será, por tanto, de 120.000 colones mensuales.

## 6.15 Costos variables

Para la producción de la lechuga, se escogió la fórmula del INA, la cual es preferida en Costa Rica por su adaptación a las condiciones locales y su balance ideal para la producción de lechuga en sistemas NFT. Esta fórmula ha demostrado ser eficiente, permitiendo un control preciso del pH y la electroconductividad, que son críticos para el éxito de los cultivos hidropónicos. Con base en dicha fórmula se determinan los costos mostrados en la tabla 17.

**Tabla 17**

*Determinación del costo variable de producción de lechuga hidropónica.*

Cantidad de plántulas por bandeja	200		
Costo de la bandeja	4.000		
Costo por plántula	20		
Preparación para 1 litro de solución concentrada que se diluye en 200 litros de agua para la solución			
<b>Nutrientes requeridos</b>	<b>gramos/litro</b>	<b>precio/gramo</b>	<b>total, por litro de solución concentrada</b>
Fosfato monopotásico	49,40	1,30	64,38
Nitrato de potasio	115,60	1,19	137,46
Sulfato de magnesio	106,60	0,17	18,53
Fertilón combi 1	8,00	16,98	135,85
Ácido bórico	1,00	0,86	0,86
Nitrato de calcio	160,00	0,58	92,37
<b>Costo Total de la solución concentrada</b>			<b>449,45</b>
precio por litro de solución final			2,25
costo de solución por los 7 litros de consumo de 1 lechuga			15,73
costo variable por lechuga			35,73
costo variable por lechuga con 5% de pérdida			37,52

En la tabla 17, se aprecian los cálculos para determinar el costo variable de producir una lechuga hidropónica. En los costos variables se considera el valor de los nutrientes necesarios para preparar la solución de riego para las unidades productivas. Cada lechuga consume 7 litros de solución, desde el día uno de siembra, hasta el final de su desarrollo lista para cosecha, con un peso promedio de entre 350 g y 400 g de peso, cada litro tiene un costo de nutrientes y agua de 2,24 colones, para un total de 15,73 colones por lechuga

El otro rubro importante es el almácigo, el cual se compra en bandejas de 200 plántulas con 28 días de haberse sembrado. Cada plántula tiene un costo de 20 colones por unidad.

El costo variable por lechuga es de 37,52 colones estimando una pérdida de 5 % a través del ciclo productivo

Con respecto al capital de trabajo, se calcula en función de tres rubros. El primero sería el costo semanal por insumos, costo de mano de obra por semana e imprevistos, donde los dos primeros se calculan para seis semanas ya que este periodo corresponde al proceso de producción, estos costos se muestran en la tabla 18.

**Tabla 18**

*Capital de trabajo requerido para el proyecto.*

<b>Rubro</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Costo de insumos para seis semanas	1	409.615	409.615
Costo de mano de obra para seis semanas	6	109.500	657.000
imprevistos	1	500.000	500.000
<b>Capital de Trabajo</b>			<b>1.566.615</b>

Se necesita un capital de trabajo para las primeras 6 semanas de trabajo, dado que, en la sexta semana, ya se va a vender y a tener ingresos, pero al inicio de esa semana, se debe sembrar, antes de la primera venta.

Igual ocurre con la mano de obra, que se paga al finalizar esa sexta semana, pero que podría atrasarse unos días los ingresos por ventas.

La desinfección de las unidades productivas se realizará con cloro, circulando por los canales de cultivo agua clorada al 5%, durante 20 minutos antes del inicio de cada ciclo productivo. Diariamente, a la solución nutritiva, se le añadirá 5 ml de peróxido de hidrogeno como medida preventiva contra enfermedades. Para prevención de plagas, se utilizarán trampas de pegamento amarilla no tóxica, a razón de 3 trampas por cada 12 metros de unidad productiva. Los costos para el manejo de plagas y enfermedades se consideran dentro de la cédula de costos fijos. Finalmente, se establece un rubro para imprevistos, lo cuales son gastos no proyectados.

## **7. Capítulo III. Estudio Organizacional-Legal**

### **7.1 Estudio Organizacional**

La empresa inicialmente se conformará por un operario que se hará cargo del invernadero y de distribución. El perfil de los puestos y las funciones de cada uno de los integrantes de la empresa se describen a continuación:

Administrador:

- Planificar la producción.
- Compra de los materiales e insumos.
- Funciones de mercadeo
- Control de inventarios
- Control de ingresos y egresos
- Funciones administrativas (pago servicios públicos, planilla, entre otros.)

Operario de invernadero:

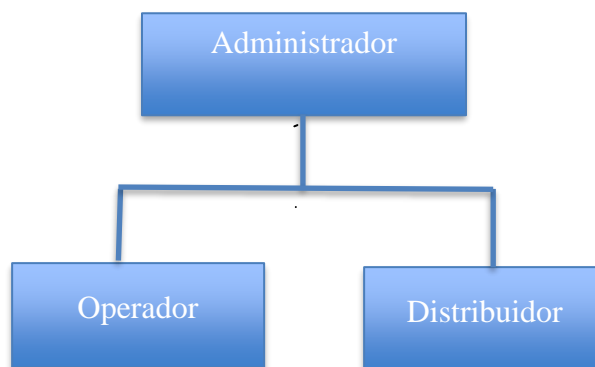
- Horario: lunes a sábado de 6 am a 9 am.
- Requisitos del puesto: Mayor de edad, saber leer y escribir, preferible con experiencia en producción de legumbres, curso de manipulación de alimentos.
- Preparación de fórmulas y el mezclado con agua conforme al procedimiento establecido y revisión de mangueras
- Revisión de matas (hojas, insectos)
- Cosecha
- Lavado de lechugas
- Empacado de lechugas
- Lavado y desinfección de unidades productivas
- Siembra de lechugas

Vendedor-Distribuidor:

- Horario: lunes a sábado de 10 am a 3 pm.
- Requisitos del puesto: Mayor de edad, saber leer y escribir, licencia B1 al día, experiencia en ventas.
- Colaborar en el lavado de lechugas

- Colaborar en el empaqueo de lechugas
- Distribuir en el vehículo
- Toma de pedidos
- Cobro y facturación

El organigrama se muestra a continuación:



Se estima que inicialmente todas las actividades debe ejercerlas una sola persona, pero las mismas se deben establecer como actividades de administración, de operación y de distribución.

## 7.2 Estudio Legal

Para ejercer una actividad comercial en Costa Rica, no es necesaria la creación de una empresa a nivel jurídico, la misma se puede realizar a nivel de persona física.

Los trámites que se deben realizar para la formalización de una empresa involucran diversas instituciones, que a continuación se detallan:

### **Registro Nacional de la Propiedad.**

Para constituir una empresa, ya sea como sociedad anónima o una empresa de Responsabilidad limitada se debe acudir ante un notario para que las constituya, se requiere un mínimo de 2 socios, el trámite tarda un mes y tiene un costo que ronda entre 300.000 y

400.000 colones. (Consulta con notario Alberto Ortega, 15 de enero 2024). El notario va a solicitar la siguiente información de los socios:

- Ser mayores de 18 años
- Número de cédula
- Estado civil
- Domicilio
- Capital social que se aporta
- Número de acciones de cada socio, en el caso de las sociedades anónimas o número de cuotas de cada uno, cuando es una sociedad de responsabilidad limitada.
- El proceso culmina con la inscripción de la sociedad en el registro público, a la que le asignarán un número de cédula jurídica y la emisión de los libros Legales: Registro de accionistas, Asamblea de Socios y Asamblea de Junta Directiva

### **Ministerio de hacienda**

Se debe inscribir como contribuyente tanto una empresa física o jurídica ante el Ministerio de Hacienda, llenando un formulario que está en línea en la página web de este.

Se ingresa a la página del Ministerio de Hacienda, luego al portal de Administración Tributaria Virtual (ATV), aquí en la opción "Crear cuenta de usuario" se digita la información que se solicita, así queda la empresa inscrita como contribuyente. Se deben legalizar en este ministerio tres libros: libro de inventarios, libro mayor y libro diario. (Ministerio de Hacienda, 2024)

Luego debe inscribir la actividad que realiza, para el caso de la producción de hortalizas, es la actividad código 11201

A partir de este momento, todos los meses se debe realizar una declaración mensual del impuesto al valor agregado, IVA, con el formulario D-104 al cierre de cada mes y pagarlo en los primeros días del mes siguiente.

Anualmente, se debe realizar una declaración jurada del impuesto sobre la renta, con el formulario D-101, esta se realiza con cierre al 31 de diciembre de cada año, y se paga dentro de los dos meses y quince días naturales siguientes al término del periodo fiscal. Para las declaraciones y llevar ordenadamente los registros de las actividades contables de la empresa, lo óptimo es contar con la colaboración de un contador.

Las empresas jurídicas deben en el mes de enero de cada año cumplir con el pago del Impuesto a las Personas Jurídicas, cuya fecha límite es el 31 de enero de cada año, y el monto va respecto a los ingresos brutos reportados.

### **Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS)**

Si se va a trabajar como empresa física, los propietarios deben inscribirse como trabajadores independientes antes de poder inscribir empleados. (Caja Costarricense del Seguro Social,2024)

En los dos casos, empresa física y jurídica, se debe reportar a CCSS, el inicio de labores, la institución envía un inspector para realizar la inscripción de trabajadores.

Todos los meses, se debe reportar a la CCSS, los salarios de los empleados y hacer las liquidaciones correspondientes que, al mes de abril de 2024, son de un 26.67 % del monto total de salarios mensuales Caja Costarricense del Seguro Social,2024).

### **Instituto Nacional de Seguros (INS)**

Al contratar empleados, se debe solicitar el seguro obligatorio de riesgos del trabajador, en los primeros tres días de contratado y cada mes se debe presentar la planilla y pagar. (Instituto Nacional de Seguros, 2024).

Las tarifas varían según el tipo de empleados, si son administrativos, agrícolas o de otro tipo. Oscilan en un 2% y un 5% del total de la planilla del mes.

### **Municipalidad de Jiménez**

Se debe solicitar un permiso de construcción para el invernadero, el cual debe ser firmado por un ingeniero civil, cuyos honorarios son incluidos en el costo del invernadero, por parte del constructor, así como llenar el formulario disponible en la página web de la Municipalidad de Jiménez (Municipalidad de Jiménez, 2024).

Solicitar un permiso de “uso de suelo”, el cual nos indicará que el terreno puede ser apto para uso agrícola. El formulario está disponible en la página web de la Municipalidad.

### **Ministerio de Economía, Industria y Comercio**

Al ser una pequeña empresa, es conveniente que se registre en el ministerio de economía, industria y comercio como una PYME, lo que le permitirá obtener los siguientes beneficios, citados en la página Web del ministerio (Ministerio de Economía, Industria y Comercio 2024)

Según el MEIC, las empresas que se registren contarán con los siguientes beneficios:

- Participar como Proveedor PYME del Estado
- Financiamiento, avales y garantías Fodemipyme (Banco Popular)
- Fondos no reembolsables para innovación Propyme (MICITT)
- Servicios de Desarrollo Empresarial, charlas, capacitaciones
- Ferias empresariales y encuentros de negocio
- Sello PYME y Constancia de Condición PYME gratuitos
- Recursos financieros del Sistema de Banca para Desarrollo
- Exoneración impuesto personas jurídicas Micro y Pequeñas empresas
- Exoneración IVA alquiler micro y pequeñas, monto menor a ¢669,000
- Pago escalonado nuevas microempresas: Cargas Sociales CCSS – Impuesto Renta Ministerio de Hacienda
- Permiso sanitario de funcionamiento Microempresas \$20
- Tarifa diferenciada en registro sanitario (20%) para Microempresas

Los requisitos que se deben cumplir son dos de tres que se citan a continuación:

1. Tener póliza de Riesgos del trabajo
2. Estar inscrito como contribuyente en el ministerio de Hacienda
3. Estar inscrito en la CCSS, como patrono o como trabajador independiente

Con estos tres requisitos, se llena un formulario en línea para inscribirse como PYME. (Ministerio de Economía, Industria y Comercio, 2024).

### **Ministerio de Agricultura y Ganadería**

Según Ministerio de Agricultura y Ganadería (2024). Ante el Ministerio de Agricultura y Ganadería, puede acreditarse conforme a la ley Fodea, como pequeño y mediano productor agropecuario (PYMPA).

La página WEB del ministerio nos indica que:

“Un productor con la acreditación PYMPA puede optar por:

- 1) Exención al pago del Impuesto al Valor Agregado para los arrendamientos de PYMPAS con montos menores a 1,5 salarios base.
- 2) Exoneración del pago del Impuesto a las Personas Jurídicas establecido en la Ley 9428.
- 3) Valoración del impuesto de Bienes Inmuebles para Terrenos de Uso Agropecuario con base en lo establecido en la Ley 9071
- 4) Dispensa de la prueba para el control de emisiones en RTV a los vehículos de los Pequeños y Medianos Productores Agropecuarios.
- 5) Tarifa Diferenciada para el Registro de Pozos de los Pequeños y Medianos Productores Agropecuarios (PYMPA)
- 6) Pagar con una Base Ajustada al Salario durante los primeros cuatro años de vida del PYMPA con una tasa reducida y con progresividad de aplicación con base en el “Reglamento para la aplicación de la Base Ajustada al Salario para Microempresas en el Seguro de Salud”.

Condiciones del incentivo:

- Máximo de trabajadores: 5
- Periodo del incentivo: 4 años
- No tener deudas pendientes con la CCSS
- Certificarse como PYME o PYMPA”

### **Secretaría Técnica Ambiental (SETENA)**

En la parte legal, respecto al SETENA, el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental decretado en el año 2022, en el artículo 2, menciona que: “Las actividades, obras o proyectos de mejora, reconstrucción y reparación, que se ejecuten en infraestructura pública o privada y las obras menores definidas en las disposiciones municipales, y que no impliquen obras constructivas mayores a los 1000m<sup>2</sup> o movimientos de tierra superiores a los 999m<sup>3</sup>, ni manipulen, almacenen o trasieguen productos peligrosos” y a continuación en el punto 3,

establece que “... La construcción y operación de edificaciones y los proyectos de construcción de edificios industriales y de almacenamiento cuando no tengan relación directa con su operación, menores de 1000 m<sup>2</sup>”, por lo cual no es necesario tramitar la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), que emite esta institución. (SETENA, 2024).

## **8. Capítulo IV. Estudio Ambiental**

De acuerdo con el Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), del 28 de junio del 2004, regido por el Decreto Ejecutivo Número 31849 – MINAE – SALUD – MOPT –MAG – MEIC.

Se consideran, los siguientes elementos básicos y necesarios para la elaboración de un estudio de impacto ambiental, tales como, la descripción del proyecto, identificación de: impactos ambientales, medidas de mitigación.

### **8.1 Descripción del proyecto:**

El proyecto descrito en este documento es una iniciativa de producción de lechugas hidropónicas en la propiedad ubicada en Barrio Zapote, Pejibaye, Jiménez, Cartago, Costa Rica. La propiedad cuenta con un área total de 2.5 hectáreas, de las cuales se utilizará una superficie de 600 metros cuadrados para la producción de lechugas hidropónicas.

El proceso de producción se llevará a cabo en un invernadero de 20 metros de ancho por 30 metros de largo, en el cual se colocarán 30 unidades productivas con un pasillo central de un metro.

Cada unidad productiva tendrá una distancia de lado de 0.5 metros entre unidades y 0.5 metros al final de cada largo.

El invernadero contará con una entrada de protección adicional. El proceso productivo se llevará a cabo mediante la técnica de hidroponía, utilizando fórmulas nutricionales específicas para el cultivo de lechugas. En cuanto a la capacidad del proyecto, se espera producir un total de 1700 lechugas por semana, con un peso de entre 350 y 400 gramos por unidad.

## 8.2 Identificación de los Impactos Ambientales:

**Tabla 19**

*Identificación de impactos ambientales de la producción de lechuga hidropónica NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago.*

Factores Ambientales	Lista de chequeo	Si/No	Identificación de Impactos
Aire	¿Se producirán emisiones por la actividad?	NO	
	¿Se incrementará el nivel de ruidos de la zona por la actividad?	NO	
Medio Físico	¿Se encuentra la actividad cercana a aguas superficiales?	NO	
	Agua	¿Podría la actividad contribuir a modificar la profundidad de las capas freáticas?	NO

Factores Ambientales	Lista de chequeo	Si/No	Identificación de Impactos
	¿Podría la actividad producir alteraciones en la calidad de las aguas subterráneas aprovechables?	NO	
	¿Podría la actividad modificar la calidad del recurso hídrico al descargar las aguas grises en el sistema de desagüe?	NO	
	¿Existiría a raíz de la actividad riesgo de anegamiento de otros sectores colindantes al sitio?	NO	
Suelo	¿La actividad producirá e intensificará la erosión del área?	NO	

Factores Ambientales	Lista de chequeo	Si/No	Identificación de Impactos
	¿Genera la actividad residuos sólidos?	SÍ	200 bandejas para almácigos y hojas de lechuga dañadas, (5 kilogramos mensuales)
	¿Generará la actividad algún tipo de efluente líquido que afecte al suelo	NO	
	¿Podría la actividad afectar el uso actual de la tierra?	NO	
	¿Podría la actividad afectar el valor de la propiedad en la zona?	NO	
	¿Podría la actividad afectar vegetación natural?	NO	
Medio Biótico	Fauna		
	¿Afecta la actividad alguna especie?	NO	
	¿Podría la actividad afectar la fauna silvestre?	NO	

Factores Ambientales	Lista de chequeo	Sí/No	Identificación de Impactos
	¿Alteraría la actividad algún hábitat de especies en peligro de extinción?	NO	
	¿Podría la actividad afectar sitios de valor histórico-cultural?	NO	
Paisaje	¿Podría la actividad causar cambios en las características visuales?	SÍ	Podría modificar en parte el paisaje del sitio donde se construirá el invernadero, y que es una finca cercana a un refugio de vida silvestre
	¿Podría la actividad interferir la vista o el acceso a vistas de factores naturales y/o culturales del paisaje?	NO	
Medio Socio-económico	Económico		
	¿Producirá la actividad generación de empleos?	SÍ	Se prevé generar nuevos puestos, durante la construcción del

Factores Ambientales	Lista de chequeo	Si/No	Identificación de Impactos
			invernadero y posterior operación del proyecto
Seguridad	¿Afecta la actividad las condiciones de seguridad de la zona?	SÍ	De forma Positiva por la circulación de gente
	¿Podría la actividad afectar la condición, el uso o acceso a algún espacio y/o área de recreación?	NO	
Interés social	¿Podría la actividad causar eliminación o relocalización de actividades existentes?	NO	
	¿Afecta la actividad a valores históricos-culturales?	NO	

En la tabla 19, se identifican los impactos ambientales que provoca la producción de lechuga hidropónica en la localidad de Pejibaye, La Marta, esta identificación sirve como base para aplicar la matriz de Leopold.

### **8.3 Matriz de Leopold**

Cada uno de los impactos en aire, agua, suelo, fauna, paisaje, aspectos económicos, seguridad e interés social se analizaron por medio de una matriz de Leopold (Anexo 2). Dada la baja dimensión física del proyecto (600m<sup>2</sup>), se obtuvieron solo algunas acciones que son las que generan mayor impacto, las cuales son.

Durante la construcción.

- Nivelación del terreno.
- Traslado de materiales
- Almacenamiento de los materiales
- Construcción

Durante el funcionamiento del proyecto.

- Traslado del personal hacia el lugar del trabajo
- Transporte de las materias primas
- Transporte del producto final
- Ruido de motores y bombas (el ruido que emite este equipo se encuentra entre 60 y 80 decibeles, no obstante, el lugar más cercano se encuentra a 500 metros de distancia respecto al invernadero, por lo cual el ruido percibido a esa distancia es nulo).

### **8.4 Análisis de los impactos**

Social: brindar a los cantones de Turrialba y Jiménez lechugas de buena calidad y con bajo uso de agroquímicos. Si bien esto no es un bien de primera necesidad, el ofrecer alimentos frescos y de calidad mejora la calidad de vida de las personas que los consumen. Así mismo, aunque en baja escala se ofrecerán tres puestos de trabajo directos.

Económico: se genera nuevas fuentes de empleo en la zona, esto genera un encadenamiento, que beneficio a otros comercios de la zona. Si bien la generación de empleo directo es baja (solo dos plazas), los encadenamientos de producción de hortalizas según la metodología de

insumo producto estimaron, para localidad del Carchi en Colombia, un efecto multiplicador de 1,184, lo cual indica que por cada colón invertido en producción de lechuga la economía genera 1,184 colones en riqueza a lo largo de los encadenamientos producidos (Fundación Alianza Estratégica, 2015).

**Paisaje:** se afecta el paisaje de naturaleza con la construcción de invernadero y áreas administrativas. Sin embargo, la afectación es de solamente el área del invernadero (600m<sup>2</sup>), además el área no es una zona turística por lo que no va a tener afectaciones escénicas que disminuyan la visitación turística.

**Fauna:** el impacto es relativamente bajo, ya que el área de construcción es poco, respecto a la demás área boscosa, lo que se afecta el corredor biológico ya existente.

**Suelo:** el proyecto solamente contempla que se hará movimiento de suelo en la instancia de construcción, sin embargo, es un proceso similar al de cualquier tipo de construcción, es decir, no se considera un impacto relevante.

**Agua:** el uso del agua para la producción es de vital importancia, además la actividad productiva no genera ningún tipo de efluente que afecte la calidad del agua superficial o terrestre y el vertido en áreas de pasturas. Se consumirá 50 m<sup>3</sup> de agua por mes.

## **8.5 Mitigación de riesgos**

### **Mitigación de Ruidos y vibraciones.**

#### **Durante la nivelación del terreno:**

- Utilizar equipos y maquinaria modernos y bien mantenidos que cumplan con las normativas de emisión de ruido y vibración.
- Establecer horarios de trabajo que minimicen la exposición al ruido en áreas residenciales cercanas.
- Emplear barreras acústicas y otras medidas de mitigación para reducir la propagación del ruido.

#### **Durante la construcción del invernadero:**

- Priorizar el uso de materiales de construcción que absorban el sonido y minimicen las vibraciones.

- Capacitar al personal en el manejo adecuado de equipos y maquinaria para reducir el impacto del ruido y las vibraciones durante la construcción.
- Programar las actividades de construcción de manera que minimicen el impacto en las horas de mayor sensibilidad, como la noche o los fines de semana.

**Durante el transporte de materias primas y producto final:**

- Utilizar vehículos y equipos de transporte con tecnología de reducción de ruido y vibración. Inicialmente para este proyecto se va a adquirir el vehículo mencionado en el estudio técnico, no obstante, conforme avance el proyecto y las utilidades aumenten se va a evaluar la opción de comprar un vehículo eléctrico, para reducir el impacto ambiental.
- Planificar rutas de transporte que eviten áreas sensibles, como zonas residenciales o escuelas, en la medida de lo posible.
- Implementar medidas de carga y descarga que minimicen el ruido y las vibraciones, como el uso de almohadillas de goma debajo de las maquinarias.

**Operación del proceso de producción de lechugas hidropónicas en NFT:**

- Mantener los equipos y sistemas de producción correctamente ajustados y lubricados para reducir el ruido y las vibraciones.
- Incorporar dispositivos de absorción de vibraciones en equipos críticos para minimizar la transmisión de vibraciones a la estructura del invernadero.
- Establecer programas de mantenimiento preventivo para identificar y corregir problemas de ruido y vibración antes de que se conviertan en mayores riesgos. Por ejemplo, evaluar la necesidad de encapsular la maquinaria.

**Manejo de residuos sólidos y líquidos:**

**Planificación y diseño del invernadero:**

- Utilizar materiales de construcción reciclables y de bajo impacto ambiental en la medida de lo posible.
- Diseñar sistemas de recolección de aguas pluviales y de condensación para su reutilización en el riego de las lechugas hidropónicas.

- Incorporar sistemas de tratamiento de aguas residuales para minimizar la contaminación y el vertido de líquidos al medio ambiente.

**Gestión de residuos durante la construcción:**

- Implementar un plan de manejo de residuos que incluya la separación en origen, la reutilización y el reciclaje de materiales tanto como sea posible.
- Establecer áreas designadas para el almacenamiento temporal de residuos sólidos y líquidos, asegurando que estén adecuadamente cubiertas y protegidas para prevenir la contaminación.
- Contratar servicios de recolección y disposición final de residuos certificados para garantizar su manejo adecuado y cumplir con las regulaciones ambientales locales.

**Transporte de materias primas y producto final:**

- Utilizar envases y embalajes reutilizables y reciclables para reducir la generación de residuos durante el transporte.
- Implementar prácticas de carga y descarga seguras para prevenir derrames de líquidos y la generación de desechos no deseados.
- Capacitar al personal encargado del transporte en el manejo adecuado de residuos y en la identificación de posibles fugas o derrames.

**Operación del proceso de producción de lechugas hidropónicas en NFT:**

- Establecer procedimientos de manejo de nutrientes y soluciones nutritivas para minimizar el desperdicio y la contaminación del agua.
- Implementar un sistema de monitoreo continuo para detectar y corregir cualquier fuga o derrame de líquidos de manera oportuna.
- Capacitar al personal en la separación y disposición adecuada de residuos sólidos, así como en el mantenimiento adecuado de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- Si bien los impactos de este tipo de producción son bajos las medidas anteriormente mencionadas colaborarán en la mitigación de los posibles impactos ambientales.

## **9. Capítulo V. Estudio Financiero**

### **9.1 Supuestos del estudio.**

Se utilizaron determinados supuestos, que tienen influencia en el estudio financiero del proyecto.

El estudio financiero parte de los siguientes supuestos:

1. El precio se determinó por el estudio de mercado realizado en la zona de estudio en el mes de octubre de 2023 y considerando los avíos proporcionados por el CENADA. El precio base unitario por lechuga es de 250 colones.
2. La cantidad de venta se determinó con una estimación del mercado, con base en encuestas realizadas en la zona de estudio durante el mes de octubre 2023 (tabla 6).
3. Los impuestos se determinan con la tabla de impuesto de renta para personas jurídicas de ministerio de Hacienda 2024.
4. La tasa de descuento que se aplicó en el VAN del flujo de caja puro es del 15%, esperando obtener una mejor tasa de interés que la que proporcionan los bancos, calculado a partir del interés bancario a depósitos a plazo fijo a un año, más un rendimiento esperado por el riesgo que lleva un proyecto.
5. Para el flujo de caja del inversionista, se supone un préstamo de 25.000.000 millones de colones a un plazo de 8 años, con una tasa de interés de 8% anual sobre saldos, con base en información proporcionada por el Sistema de Banca para el desarrollo. Por lo tanto, se ponderó la tasa de descuento del VAN del flujo puro con respecto a la tasa de interés del préstamo bancario.
6. Las depreciaciones se calcularon con base en la información dada por el ministerio de Hacienda.
7. Para estimar los precios y los costos fijos en los flujos de caja, se utilizó un 2.5% de inflación anual.

En la tabla 20, se muestra que el proyecto empieza a dar flujos positivos desde el año 1, debido a que es un cultivo de ciclo corto, lo que va a permitir que ya el primer año, se pueda hacer frente a los gastos operativos e ir recuperando el capital inicial.

## 9.2 Flujo de caja puro del proyecto.

**Tabla 20**

*Flujo de caja puro de la producción de lechuga hidropónica en sistema NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago.*

PROYECTO HIDROPONIA						
FLUJO DE CAJA PURO						
RUBRO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
PRODUCCION DE LECHUGAS		88 400	92 820	97 461	102 334	107 451
PRECIO POR UNIDAD		250	256	263	269	276
INGRESO		22 100 000	23 785 125	25 598 741	27 550 645	29 651 381
COSTO VARIABLE		-3 316 768	-3 416 271	-3 518 759	-3 624 322	-3 733 052
COSTO FIJO		-8 204 000,00	-8 409 100	-8 619 328	-8 834 811	-9 055 681
DEPRECIACION		-4 490 800	-4 490 800	-4 490 800	-4 490 800	-4 490 800
gastos de ventas y administración		-2 210 000	-2 378 513	-2 559 874	-2 755 064	-2 965 138
· UAIR		3 878 432	5 090 441	6 409 980	7 845 648	9 406 711
IMPUESTO DE RENTA		-193 922	-254 522	-320 499	-423 493	-690 807
· UTILIDAD NETA		3 684 510	4 835 919	6 089 481	7 422 155	8 715 904
· DEPRECIACION		4 490 800	4 490 800	4 490 800	4 490 800	4 490 800
· FLUJO OPERATIVO		8 175 310	9 326 719	10 580 281	11 912 955	13 206 704
· INVERSION OBRA CIVIL	-1 000 000					
· INVERNADEROS	-6 500 000					
EQUIPO	-2 204 000					
INVERSION MOBILIARIO	-800 000					
INVERSION EN UNIDADES PRODUCTIVAS	-10 200 000					
INVERSION VEHICULO	-6 000 000					
INVERSION CAPITAL DE TRABAJO	-1 566 615					
RECUPERACIÓN DE CAPITAL DE TRABAJO						1 566 615
VALOR LIBROS BIENES DEL PROYECTO						3 250 000
<b>FLUJO NETO DE EFECTIVO</b>	<b>-28 270 615</b>	<b>8 175 310</b>	<b>9 326 719</b>	<b>10 580 281</b>	<b>11 912 955</b>	<b>18 023 319</b>
Recuperación por año		8 175 310	9 326 719	10 580 281	11 912 955	18 023 319
acumulado		8 175 310	17 502 030	28 082 311		
· saldo sin cubrir al tercer año				-188 304		
Periodo de Recuperación	3 años	6	días			
VAN (15%):	8 619 442					
TIR:	25,67%					

En la tabla 21, se muestran los cálculos de amortización del préstamo bancario que se va a utilizar para en el flujo de caja con inversionista que se muestra en la tabla 22, en este caso como se finaliza el proyecto a los 5 años, el saldo final que se utilizará para liquidar el préstamo es de 11.278.174 millones de colones.

**Tabla 21**

*Tabla de Amortización del préstamo bancario de 25 .000.000 millones al 8% anual, plazo de 96 meses (8 años).*

<b>Pagos</b>	<b>Saldo Inicial</b>	<b>Intereses</b>	<b>Cuota</b>	<b>Amortización</b>	<b>Saldo vivo o Final</b>
1	25.000.000	166.667	353.417	186.750	24.813.250
2	24.813.250	165.422	353.417	187.995	24.625.254
3	24.625.254	164.168	353.417	189.249	24.436.006
4	24.436.006	162.907	353.417	190.510	24.245.495
5	24.245.495	161.637	353.417	191.780	24.053.715
6	24.053.715	160.358	353.417	193.059	23.860.656
7	23.860.656	159.071	353.417	194.346	23.666.310
8	23.666.310	157.775	353.417	195.642	23.470.669
9	23.470.669	156.471	353.417	196.946	23.273.723
10	23.273.723	155.158	353.417	198.259	23.075.464
11	23.075.464	153.836	353.417	199.581	22.875.883
12	22.875.883	152.506	353.417	200.911	22.674.972
13	22.674.972	151.166	353.417	202.250	22.472.722
14	22.472.722	149.818	353.417	203.599	22.269.123
15	22.269.123	148.461	353.417	204.956	22.064.167
16	22.064.167	147.094	353.417	206.323	21.857.844
17	21.857.844	145.719	353.417	207.698	21.650.146
18	21.650.146	144.334	353.417	209.083	21.441.064
19	21.441.064	142.940	353.417	210.477	21.230.587
20	21.230.587	141.537	353.417	211.880	21.018.707
21	21.018.707	140.125	353.417	213.292	20.805.415
22	20.805.415	138.703	353.417	214.714	20.590.701
23	20.590.701	137.271	353.417	216.146	20.374.555
24	20.374.555	135.830	353.417	217.587	20.156.969
25	20.156.969	134.380	353.417	219.037	19.937.931
26	19.937.931	132.920	353.417	220.497	19.717.434
27	19.717.434	131.450	353.417	221.967	19.495.467
28	19.495.467	129.970	353.417	223.447	19.272.019

29	19.272.019	128.480	353.417	224.937	19.047.083
30	19.047.083	126.981	353.417	226.436	18.820.646
31	18.820.646	125.471	353.417	227.946	18.592.700
32	18.592.700	123.951	353.417	229.466	18.363.234
33	18.363.234	122.422	353.417	230.995	18.132.239
34	18.132.239	120.882	353.417	232.535	17.899.704
35	17.899.704	119.331	353.417	234.086	17.665.618
36	17.665.618	117.771	353.417	235.646	17.429.972
37	17.429.972	116.200	353.417	237.217	17.192.755
38	17.192.755	114.618	353.417	238.799	16.953.956
39	16.953.956	113.026	353.417	240.391	16.713.565
40	16.713.565	111.424	353.417	241.993	16.471.572
41	16.471.572	109.810	353.417	243.606	16.227.966
42	16.227.966	108.186	353.417	245.231	15.982.735
43	15.982.735	106.552	353.417	246.865	15.735.870
44	15.735.870	104.906	353.417	248.511	15.487.359
45	15.487.359	103.249	353.417	250.168	15.237.191
46	15.237.191	101.581	353.417	251.836	14.985.355
47	14.985.355	99.902	353.417	253.515	14.731.840
48	14.731.840	98.212	353.417	255.205	14.476.636
49	14.476.636	96.511	353.417	256.906	14.219.730
50	14.219.730	94.798	353.417	258.619	13.961.111
51	13.961.111	93.074	353.417	260.343	13.700.768
52	13.700.768	91.338	353.417	262.079	13.438.689
53	13.438.689	89.591	353.417	263.826	13.174.864
54	13.174.864	87.832	353.417	265.585	12.909.279
55	12.909.279	86.062	353.417	267.355	12.641.924
56	12.641.924	84.279	353.417	269.137	12.372.786
57	12.372.786	82.485	353.417	270.932	12.101.855
58	12.101.855	80.679	353.417	272.738	11.829.117
59	11.829.117	78.861	353.417	274.556	11.554.561
60	11.554.561	77.030	353.417	276.387	11.278.174
61	11.278.174	75.188	353.417	278.229	10.999.945
62	10.999.945	73.333	353.417	280.084	10.719.861
63	10.719.861	71.466	353.417	281.951	10.437.910
64	10.437.910	69.586	353.417	283.831	10.154.079

65	10.154.079	67.694	353.417	285.723	9.868.356
66	9.868.356	65.789	353.417	287.628	9.580.728
67	9.580.728	63.872	353.417	289.545	9.291.182
68	9.291.182	61.941	353.417	291.476	8.999.706
69	8.999.706	59.998	353.417	293.419	8.706.287
70	8.706.287	58.042	353.417	295.375	8.410.912
71	8.410.912	56.073	353.417	297.344	8.113.568
72	8.113.568	54.090	353.417	299.327	7.814.242
73	7.814.242	52.095	353.417	301.322	7.512.920
74	7.512.920	50.086	353.417	303.331	7.209.589
75	7.209.589	48.064	353.417	305.353	6.904.236
76	6.904.236	46.028	353.417	307.389	6.596.847
77	6.596.847	43.979	353.417	309.438	6.287.409
78	6.287.409	41.916	353.417	311.501	5.975.908
79	5.975.908	39.839	353.417	313.578	5.662.330
80	5.662.330	37.749	353.417	315.668	5.346.662
81	5.346.662	35.644	353.417	317.773	5.028.890
82	5.028.890	33.526	353.417	319.891	4.708.999
83	4.708.999	31.393	353.417	322.024	4.386.975
84	4.386.975	29.246	353.417	324.170	4.062.805
85	4.062.805	27.085	353.417	326.332	3.736.473
86	3.736.473	24.910	353.417	328.507	3.407.966
87	3.407.966	22.720	353.417	330.697	3.077.269
88	3.077.269	20.515	353.417	332.902	2.744.367
89	2.744.367	18.296	353.417	335.121	2.409.245
90	2.409.245	16.062	353.417	337.355	2.071.890
91	2.071.890	13.813	353.417	339.604	1.732.286
92	1.732.286	11.549	353.417	341.868	1.390.417
93	1.390.417	9.269	353.417	344.148	1.046.270
94	1.046.270	6.975	353.417	346.442	699.828
95	699.828	4.666	353.417	348.751	351.076
96	351.076	2.341	353.417	351.076	- 0

En la tabla 22, se muestra que, con un eventual financiamiento, el van es positivo y la TIR reafirma que el proyecto va a generar ganancias. Al comparar las opciones de trabajar con recursos propios o solicitar crédito, esta última, genera mejores rendimientos.

### 9.3 Flujo de caja del proyecto con financiamiento.

**Tabla 22**

*Flujo de caja con financiamiento para la producción de lechuga hidropónica NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago*

<b>RUBRO</b>	<b>AÑO 0</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
PRODUCCION DE LECHUGAS		88 400	92 820	97 461	102 334	107 451
PRECIO POR UNIDAD		250	256	263	269	276
INGRESO		22 100 000	23 785 125	25 598 741	27 550 645	29 651 381
COSTO VARIABLE		- 3 316 768	- 3 416 271	- 3 518 759	- 3 624 322	- 3 733 052
- COSTO FIJO		- 8 204 000	- 8 409 100	- 8 619 328	- 8 834 811	- 9 055 681
- GASTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS		- 2 210 000	- 2 378 513	- 2 559 874	- 2 755 064	- 2 965 138
- DEPRECIACION		- 4 490 800	- 4 490 800	- 4 490 800	- 4 490 800	- 4 490 800
- INTERESES		- 1 915 976	- 1 723 000	- 1 514 007	- 1 287 668	- 1 042 542
UAIR						
=		1 962 456	3 367 441	4 895 973	6 557 980	8 364 169
- IMPUESTO DE RENTA		- 98 123	- 168 372	- 244 799	- 327 899	- 418 208
= UTILIDAD NETA		1 864 333	3 199 069	4 651 174	6 230 081	7 945 960
+ DEPRECIACION		4 490 800	4 490 800	4 490 800	4 490 800	4 490 800
+ FLUJO OPERATIVO		6 355 133	7 689 869	9 141 974	10 720 881	12 436 760
+ INVERSION OBRA CIVIL	- 1 000 000					
+ INVERNADEROS	- 6 500 000					
= EQUIPO	- 2 204 000					
- INVERSION MOBILIARIO	- 800 000					
- INVERSION EN UNIDADES PRODUCTIVAS	- 10 200 000					
- INVERSION VEHICULO	- 6 000 000					
- INVERSION CAPITAL DE TRABAJO	- 1 566 615					
+ RECUPERACIÓN DE CAPITAL DE TRABAJO						1 566 615
+ VALOR LIBROS BIENES DEL PROYECTO						3 250 000
- Préstamo bancario	25 000 000					
- Amortización préstamo		- 2 325 028	- 2 518 004	- 2 726 997	- 2 953 336	- 14 476 636
<b>- FNE</b>	<b>- 3 270 615</b>	<b>4 030 105</b>	<b>5 171 866</b>	<b>6 414 978</b>	<b>7 767 545</b>	<b>2 776 740</b>
Periodo de recuperación		4 030 105	5 171 866			
ACUMULADO		4 030 105				
SALDO						
PR	296 días					
VAN (8,81%):	17 142 753					
TIR:	142%					

#### 9.4 Análisis de sensibilidad.

Se analizó la sensibilidad del proyecto sin financiamiento, se hizo variando los escenarios, es decir, aumentando y disminuyendo el precio de la lechuga, así como, variando el costo de los insumos; dado que son los aspectos que pueden afectar significativamente las utilidades, por ende, tienden a provocar las mayores variaciones en los costos de las producciones agrícolas.

##### 9.4.1 Sensibilidad respecto al precio de la lechuga

**Tabla 23**

*Análisis de sensibilidad de la producción de lechuga hidropónica generando variación en el precio.*

Años	8 619 442	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	VAN	Tir
Precio por lechuga		250	256	263	269	276		
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-28 270 615	8 175 310	9 326 719	10 580 281	11 912 955	18 023 319	8 619 442,32	25,67%
Precio punto de equilibrio		220	226	231	237	243		
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-28 270 615	5 902 333	6 880 427	7 947 459	8 930 245	15 294 699	0,00	15,00%
Precio es menor en un 5%		238	243	250	256	262		
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-28 270 615	7 231 535	8 427 812	9 724 841	11 055 397	17 332 935	5 723 045,20	22,11%
Precio es menor en un 10%		225	231	236	242	248		
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-28 270 615	6 286 760	7 410 998	8 630 494	9 815 618	16 198 769	2 140 365,19	17,70%
Precio es menor en un 15%		212,5	217,8	223,3	228,8	234,6		
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-28 270 615	5 340 985	6 276 277	7 297 243	8 193 618	14 620 823	-2 128 596,72	12,24%
Aumento de precio en un 5 %		263	269	276	283	290		
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-28 270 615	9 121 085	10 461 440	11 913 533	13 534 955	19 601 265	12 888 404,23	30,61%
Aumento de precio en un 10 %		275	282	289	296	304		
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-28 270 615	10 065 860	11 478 255	13 007 879	14 774 734	20 735 431	16 471 084,24	34,73%
Aumento de precio en un 15 %		288	295	302	310	317		
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-28 270 615	11 010 635	12 495 069	14 102 225	16 014 513	21 869 596	20 053 763,75	38,77%

Se muestra en la tabla 23, que el proyecto es sensible financieramente cuando el precio de venta disminuye en un 12% del precio base. Esto hace que un precio de 220 colones por lechuga provoque que el VAN sea cero, por lo tanto, el proyecto por debajo de ese precio no es rentable.

## 9.4.2 Sensibilidad respecto al costo de los insumos

**Tabla 24**

*Análisis de sensibilidad de la producción de lechuga hidropónica generando variación en costo de los insumos.*

	Costo de insumos	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	VAN	TIR
Costo variable unitario		37,52	38,65	39,80	41,00	42,23		
FLUJO NETO DE EFECTIVO	- 28 270 615	8 175 310	9 326 719	10 580 281	11 912 955	18 023 319	8 619 442	25,67%
costo máximo de insumos para punto de equilibrio		66,81	68,81	70,88	73,01	75,20		
FLUJO NETO DE EFECTIVO en equilibrio	- 28 270 615	5 715 536	6 793 152	7 970 707	9 083 627	15 546 242	-	15,00%
flujo con aumento de costo de 25 %		46,90	48,31	49,76	51,25	52,79		
FLUJO NETO DE EFECTIVO	- 28 270 615	7 387 494	8 515 269	9 744 487	11 006 778	17 229 961	5 858 714	22,31%
flujo con aumento de costo de 50 %		56,28	57,97	59,71	61,50	63,34		
FLUJO NETO DE EFECTIVO	- 28 270 615	6 599 846	7 703 991	8 908 870	10 100 794	16 436 772	3 098 574	18,90%
flujo con aumento de costo de 75 %		65,66	67,63	69,66	71,75	73,90		
FLUJO NETO DE EFECTIVO	- 28 270 615	5 812 113	6 892 626	8 073 165	9 194 713	15 643 499	338 140	15,43%

En la tabla 24, se presenta el análisis de sensibilidad considerando variaciones en el costo de los insumos, para este proyecto se muestra que el costo de los insumos puede aumentar de valor hasta en un 78%, lo que indica que el proyecto es más sensible a los cambios en el precio de venta que a los cambios en el costo de los insumos.

## 10. Conclusiones

- A nivel de mercado, es posible comercializar lechuga producida en invernadero utilizando el sistema de producción hidropónico NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago, y es factible que se llegue a niveles de venta suficientes, dado el interés de los potenciales consumidores para utilizar productos más saludables, más higiénicos y con menos pesticidas.
- Se observa en el estudio de mercado, la baja fidelidad de los compradores con los proveedores ya existentes, ya que la lechuga hidropónica presenta poca diferenciación.
- El estudio de mercado, indica que se debe enfocar el trabajo, en aspectos como calidad del producto, buen servicio al cliente, precios estables y ajustado al comportamiento del mercado, así como, generar confianza en los clientes.
- El estudio de mercado realizado evidencia que, si bien los clientes actuales (como sodas, restaurantes, entre otros) manifiestan conformidad con sus proveedores, presentan una alta disposición a cambiar hacia nuevas opciones, incluyendo nuestra propuesta de lechuga hidropónica en sistema NFT. Esto sugiere una baja fidelización en el mercado, lo que constituye tanto una oportunidad como un desafío para el proyecto.
- El proyecto es técnicamente es viable producir lechuga con el sistema de producción hidropónico NFT en invernadero en Pejibaye, Jiménez, Cartago.
- En los aspectos organizacional-legal se puede establecer una producción de lechuga en invernadero bajo el sistema de producción hidropónico NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago, dado que las leyes lo permiten y es relativamente sencillo cumplir con los requisitos necesarios para operar.
- Según lo mostrado en el estudio ambiental, el proyecto es viable, ya que, en la calificación realizada a través de la matriz de Leopold, los impactos fueron en su mayoría positivos y los que son negativos, el plan de mitigación los subsana.
- La producción de lechuga en invernadero utilizando el sistema de producción hidropónico NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago, desde la óptica financiera, es viable

dentro de los escenarios con financiamiento y si financiamiento, ya que en ambos casos se obtiene utilidades.

- Se observa que el proyecto es más sensible a precios que a costos, en donde una disminución del 20% en precios ya genera rentabilidades no aceptables por los inversionistas. Sin embargo, aumentos equivalentes en costos exhiben valores aún aceptables de rentabilidad.

## **11. Recomendaciones**

- Se recomienda que, en el mediano plazo, se extienda la comercialización de lechugas hidropónicas a otros cantones vecinos a Turrialba y Jiménez, esta decisión se respaldaría en un estudio de mercado.
- En el mediano plazo, se debe diversificar la cartera de productos hidropónicos, esto con la finalidad de atraer más clientes, por ende, aumentar las utilidades.
- Realizar un estudio costo-beneficio, para valorar el impacto que puede tener la automatización 100% del invernadero, esto con la finalidad de aumentar calidad y bajar costos de operación.
- Incluir recomendaciones claras sobre los pasos necesarios para implementar el sistema NFT, como asegurar proveedores confiables y programas de capacitación técnica.
- Resaltar cómo los cambios en costos y precios pueden afectar la rentabilidad, sugiriendo estrategias como contratos de insumos a precios fijos y diversificación en la comercialización.
- Proponer estrategias de marketing y campañas de concientización para aumentar la percepción de valor de la lechuga hidropónica y fidelizar a los clientes.
- Sugerir un plan de seguimiento para evaluar el uso del agua y la gestión de desechos, garantizando la sostenibilidad ambiental del proyecto.
- Recomendar la expansión futura del sistema hidropónico a otras regiones, una vez estabilizada la producción en Pejibaye, para aumentar la rentabilidad.
- Implementar un sistema de desinfección de la solución nutritiva recirculada tales como ozono, radiación UV o ultrafiltración, para reducir el elevado riesgo de infestación con patógenos como por ejemplo Pythium en sistemas recirculantes como

el NFT, asegurando una mayor protección sanitaria y evitando pérdidas de productividad. La experiencia en el trópico ha sido de grandes riesgos y problemas de contaminación que han llevado al cierre de muchos proyectos.

- La posibilidad de hacer almácigos propios para tener un mayor control sobre el elevado riesgo de infestación con patógenos como por ejemplo *Pythium* en sistemas recirculantes como el NFT. Se ha demostrado que el riesgo es alto cuando se compra en empresas de almácigos ya que no controlan al 100% la posibilidad de una contaminación cruzada.
- La implementación de un programa de Manejo integrado de plagas (MIP) que combine métodos biológicos, físicos y químicos para la prevención de plagas y enfermedades, minimizando la carga de agroquímicos y mejorando la calidad y diferenciación del producto.
- Implementar sensores avanzados que monitoreen continuamente parámetros ambientales como humedad, temperatura, niveles de nutrientes y pH, permitirá un control más preciso de las condiciones del invernadero, mejorando la eficiencia operativa y optimizando el uso de insumos.
- Establecer un programa de capacitación continua para el personal de producción con Instituciones dedicadas a la capacitación y extensión agrícola como el INA o MAG para mantenerlos actualizados en las nuevas tecnologías hidropónicas y gestión de invernaderos, garantizando el éxito del proyecto mediante un manejo eficiente del sistema y mayor productividad y calidad.

## 12. Bibliografía

- Alfaro, M. (2011). Utilización del balance energético en la evaluación de la sostenibilidad ecológica del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en campo abierto y bajo invernadero en Cartago, costa rica [UNED].  
<https://www.uned.ac.cr/ecologiaurbana/images/pdf/Tesis-Marianela-Alfaro.pdf>
- Baca Urbina, G. (Ed.). (2013). Evaluación de proyectos (7 ed.). McGraw-Hill.
- Blanco Cordero, M. B. (2004). Gestión ambiental: Camino al desarrollo sostenible. EUNED.
- Caja Costarricense del Seguro Social (2024). Calculadora. Consultado el 20 de abril de 2024
- Caja Costarricense del Seguro Social (2024). Trámites. Consultado el 20 de abril de 2024
- Daft, R. L. (2010). Organization theory and design (10th ed). South-Western Cengage Learning.
- FAO (2019). Agricultura mundial: Hacia los años 2015/2030.  
<https://www.fao.org/3/y3557s/y3557s06.htm>
- Flores Velázquez, J., & Ojeda Bustamante, W. (2015). Consideraciones agronómicas para el diseño de invernaderos típicos de México (primera). Instituto Mexicano de Tecnología de Agua.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2006). *Good agricultural practices for horticultural crops*. Recuperado de <http://www.fao.org>.
- Fundación Alianza Estratégica. (21 de febrero de 2015). Matriz Insumo Producto Gobierno Provincial del Carchi. [carchi.gob.ec](http://www.carchi.gob.ec):  
[https://www.carchi.gob.ec/2016f/images/matriz\\_insumo\\_producto/MATRIZ\\_INSUMO\\_PRODUCTO.pdf](https://www.carchi.gob.ec/2016f/images/matriz_insumo_producto/MATRIZ_INSUMO_PRODUCTO.pdf)
- Gilsanz, J. C. (2007). HIDROPONIA. Juan C. Gilsanz Setiembre Sitio Argentino de Producción Animal—PDF Descargar libre (primera). Instituto Nacional de Producción Agropecuaria. <https://docplayer.es/69380303-Hidroponia-juan-c-gilsanz-setiembre-sitio-argentino-de-produccion-animal.html>
- Gitman, L. J., Zutter, C. J., & Gitman, L. J. (2012). Principios de administración financiera (12. Ed.). Pearson Educación.

- Gobierno de España. (11 de setiembre de 2007). mapa.gob.es. Lechuga: [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/plataforma\\_conocimiento/alimentos/fichas%20de%20alimentos/verduras/LECHUGA.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/plataforma_conocimiento/alimentos/fichas%20de%20alimentos/verduras/LECHUGA.pdf)
- Godoy C., Paulo, Zolezzi V., Marcelo, Sepúlveda R., Paulina, Estay P., Patricia, Chacón C., Gustavo (2018). Manual de Campo: principales plagas y enfermedades en lechuga, tomate y cebolla [en línea]. Santiago: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 388. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6718> (Consultado: 22 de noviembre de 2024).
- Hernández, A., & Vargas, J. (2017). *Condiciones climáticas óptimas para cultivos hortícolas en Costa Rica*. Revista Agronomía Tropical, 45(3), 35-47.
- Hoagland, D. R., & Arnon, D. I. (1950). *The water-culture method for growing plants without soil* (Circular 347). University of California, College of Agriculture, Agricultural Experiment Station.
- IICA. (2018). *Manual técnico para el manejo de hortalizas en la región tropical*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Recuperado de <https://www.iica.int>
- INEC. (10 de octubre de 2013). inec.cr. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2013: <https://admin.inec.cr/estadisticas-fuentes/encuestas/encuesta-nacional-ingresos-gastos-los-hogares>
- Instituto Europeo de Posgrado. (2020). Cómo calcular la Tasa Interna de Retorno (TIR) | IEP. <https://www.iep-edu.com.co/como-calcular-la-tasa-interna-de-retorno-tir/>
- Instituto Meteorológico Nacional. (2024). *Datos climáticos para la zona de Jiménez de Cartago durante el 2023*. <https://www.imn.ac.cr/web/imn/estaciones-automaticas>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2014). Censo Agropecuario 2014. INEC. <https://inec.cr/estadisticas-fuentes/censos/censo-agropecuario-2014>
- Instituto Nacional de seguros. (2024). Seguro de riesgos del trabajo. INS. <https://www.grupoins.com/seguros-para-personas/riesgos-del-trabajo/>
- Jensen, M. H. (1997). Hydroponics. *HortScience*, 32(6), 1018–1021. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.32.6.1018>
- Kotler, P. (2013). Fundamentos de Marketing (décimo primera edición).

- Massantini, F., & Antognozzi, E. (2003). *Greenhouse engineering*. Edizioni Agricole.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (2024). PYMPA. <https://wiki.mag.go.cr/doku.php?id=sisdnea:beneficiospympa>.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2015). *Guía técnica para el cultivo de lechuga en Costa Rica*. Recuperado de <https://www.mag.go.cr>
- Ministerio de Economía, Industria y Comercio (2024). Registro de PYME. <https://www.meic.go.cr/comunicado/1244/meic-le-explica-como-registrarse-como-pyme-o-emprendedor-para-obtener-beneficios.php>.
- Ministerio de Economía, Industria y Comercio (2024). Trámites. <https://www.meic.go.cr/web/220/tramites-y-servicios/registros/registro-de-empresas-pyme.php>.
- Ministerio de Hacienda (2024). Generalidades de Inscripción. <https://www.hacienda.go.cr/docs/GeneralidadesInscripcionModifDesinsc.pdf>.
- Ministerio de Hacienda (2024). Guía para facturar. <https://www.hacienda.go.cr/docs/GuiaParafacturarconelFacturadorGratuitoenATV.pdf>.
- Monge Pérez, J. E. M. (sf). Guía ilustrativa de tipos de lechuga (*Lactuca sativa*).
- Monge, C., Chaves, C., & Arias, M. (2011). Comparación de la calidad bacteriológica de la lechuga (*Lactuca sativa*) producida en Costa Rica mediante cultivo tradicional, orgánico o hidropónico. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 61(1), 69-73.
- Morgan, L. (2007). *Hydroponic lettuce production: A comprehensive, practical and scientific guide to commercial hydroponic lettuce production* (Revised ed.). Casper Publications.
- Municipalidad de Jiménez. (2024). Formularios para trámites. <https://www.munijimenez.go.cr/>.
- Núñez, D., & Madrigal, M. (12 de julio de 2023). Consulta de fincas cultivados con lechuga en la región de Turrialba y Jiménez. (G. F. Brenes, Entrevistador).
- Programa Integral de Mercadeo Agropecuario. (2016). Análisis del consumo de frutas, hortalizas, pescado y mariscos en los hogares costarricenses. <https://www.pima.go.cr/wp-content/uploads/2017/07/Analisis-Consumo.pdf>

- Resh, H. (2001). *Cultivos Hidropónicos (quinta)*. Ediciones Mundi Prensa.
- Resh, H. M. (2013). *Hydroponic food production: A definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower* (7th ed.). CRC Press.
- Resh, H.M., *Hydroponic Food Production*, (2001). Resh, H. M. (2001). *Hydroponic food production*. Woodbridge Press Publishing Company.
- Robles, J. (1994). *Como se cultiva en invernadero*. DE VECCHI.  
<https://www.casadellibro.com/libro-como-se-cultiva-en-invernadero/9788431501112/444551>
- Saavedra, J., Gualan, M., Ramon, X., Pardo, D., Jiménez, J & Cueva, A. (2024). El impacto de las verduras hidropónicas a la salud. *Revista Ciencia Latina*, vol. 8(2), 2588.  
[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i2](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2)
- Sapag, N., Sapag, R., & Sapag, J. (2014). *PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS* (sexta). Mac Graw Hill.
- Saviozzi, F., Calucci, L., Capocchi, A., Galleschi, L., Ghiringhelli, S., Pinzino, C., & Zandomenighi, M. (2004). Antioxidants, free radicals, storage proteins, puroindolines, and proteolytic activities in bread wheat (*Triticum aestivum*) seeds during accelerated aging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(13), 4274–4281. <https://doi.org/10.1021/jf0353741>
- Secretaría Técnica Ambiental (2024). *Evaluación Ambiental*.  
<https://www.setena.go.cr/es/FAQs#:~:text=Documento%20de%20Evaluaci%C3%B3n%20Ambiental%20D2,de%20bajo>.
- Serrano, Z. (2005). *Construcción de invernaderos*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Sikawa, D. C., & Yakupitiyage, A. (2010). The hydroponic production of lettuce (*Lactuca sativa L.*) by using hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* × *C. gariepinus*) pond water: Potentials and constraints. *Agricultural Water Management*, 97(9), 1317–1325. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.03.012>
- Soto Bravo, F. (2018). Técnica de lámina de nutrientes NFT. *Revista Kerwá*.

Soto Bravo, F., & Ramírez Azofeifa, M. (2016). NÚCLEO DE FORMACIÓN Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS AGROPECUARIO (segunda). Instituto Nacional de Aprendizaje.


Steiner, A. A. (1961). The universal nutrient solution. *Plant and Soil*, 15(2), 134–154. <https://doi.org/10.1007/BF01347224>.

Van Horne, J. C., & Wachowicz, J. M. (2010). Fundamentos de Administración Financiera (decimotercera). Pearson.

Vásquez, J. (2015). Características y producción de variedades de lechuga en Costa Rica. *Revista Agrícola de Costa Rica*, 12. (3), 45-56 p.

## 13. Anexos

### Anexo 1. Encuesta aplicada por medio de la plataforma Google forms.



Sección 1 de 2

## Encuesta

Estimable encuestado: La siguiente consulta, es parte del trabajo final de graduación y que forma parte del Programa de Maestría Profesional en Gerencia Agroempresarial del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de Costa Rica. El objetivo de esta encuesta es evaluar la prefactibilidad de la producción y comercialización de lechuga en invernadero utilizando el sistema de producción hidropónico NFT en Pejibaye, Jiménez, Cartago 2023.

Por esta razón, le solicitamos que responda las siguientes preguntas, las cuales le tomará no más de 10 min.

Agradecemos su colaboración. Atentamente, Estudiantes: Roger Salazar y Gerardo Fonseca.

1. Nombre de la persona que llena la encuesta \*

Texto de respuesta corta

2. Número de teléfono \*

Texto de respuesta corta

3. Edad \*

18-30

31-45

46-60

4. Género \*

- Hombre
- Mujer
- Otro

5. Nombre del Negocio. \*

Texto de respuesta corta

.....

6. ¿ En cuál distrito se encuentra ubicado el establecimiento?. \*

1. Turrialba
2. Santa Cruz
3. Santa Rosa
4. La Isabel
5. Pejibaye
6. Tucurrique
7. Juan Viñas

7. Tipo de establecimiento: \*

- Bar.
- Soda.
- Restaurante.
- Minisuper.

8. ¿Conoce usted lo que es producción hidropónica? \*

- Sí
- No

9. Las lechugas hidropónicas en comparación con las lechugas convencionales tienen: \*

- Inferior calidad
- La misma calidad
- Mayor calidad

10. Cuando no hay disponibilidad de lechuga, ¿Por cuales productos lo sustituye? \*

- Repollo
- Espinaca
- Kale
- Berro
- Rúcula
- Otra...

11. Cuando hay disponibilidad de lechuga. ¿Con cuáles productos lo complementa? \*

- Tomate
- Pepino
- Zanahoria
- Chile dulce
- Aguacate
- Cebolla
- Otra...

12. ¿Qué variedad de lechuga compra más en el negocio? \*

- Romana.
- Criolla.
- Americana.

13. ¿Cuántas lechugas compra por semana?. SI INDICA QUE COMPRA MÁS DE 100, COLOQUE EL NÚMERO DE LECHUGAS EN LA OPCIÓN OTRO. \*

- De 11 a 25.
- De 26 a 50
- De 51 a 100
- Otra...

14. ¿Cuál es el grado de satisfacción con los proveedores de lechuga actual? \*

- Buena
- Regular
- Mala

15. ¿Estaría dispuesto a probar con otro proveedor que le ofrezca una buena calidad de lechuga? \*

- Sí
- No

16. A este nuevo proveedor ¿Cuántas lechugas como mínimo le compraría por semana? \*

Texto de respuesta corta  
.....

17. A este nuevo proveedor ¿Cuántas lechugas como máximo le compraría por semana? \*

Texto de respuesta corta  
.....

18. Hace dos años, con respecto a hoy en día compraba: \*

- Menos lechuga
- La misma cantidad de lechuga
- Más lechuga

19. Con respecto a la pregunta anterior, indique cuántas lechugas compraba hace dos años. \*

Texto de respuesta corta  
.....

20. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por lechuga? (colones) \*

200

250

300

350

400

21. ¿Cuánto sería el precio mínimo a pagar por una lechuga? (colones) \*

200

250

300

350

400

22. Cuánto sería el precio máximo a pagar por una lechuga (colones) \*

200

250

300

350

450

Anexo 2. Matriz de Leopold para la producción y comercialización de lechuga bajo el sistema de producción hidropónico NFT en pejibaye, Jiménez, Cartago 2023

Componentes	Factores ambientales	Durante la construcción					Durante el funcionamiento del proyecto					Afectaciones		Total Afecciones	Agregado del Impacto
		Nivelación del terreno	Traslado de materiales	Almacenamiento de materiales	Construcción	Traslado del personal hacia el lugar de trabajo	Transporte de las materias primas	Producción de la lechuga hidropónica	Transporte del producto final	Ruido de motores y bombas	+	-			
Medio Físico	Aire	Calidad del aire	-1	-2	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	0	9	9	-17
		Ruido y vibraciones	-3	-2	-2	-4	-3	-3	-1	-3	-4	0	9	9	-91
	Agua	Calidad del agua superficial	-2	-1	-1	-2	-1	-1	-2	-1	-1	0	9	9	-20
		Calidad del agua subterránea	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	9	9	-9
	Suelo	Erosión	9	1	1	1	1	1	-1	1	1	8	1	9	60
		Residuos sólidos y líquidos	1	1	1	-4	-3	-2	-6	-5	-1	3	6	9	-100
		Afectación al uso de suelo	-5	1	1	-5	1	1	1	1	1	7	2	9	-13
Medio Biótico	Fauna	Especies en peligro de extinción	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	7	2	9	4
		Paisaje	Variación de las características visuales del lugar	-4	1	1	-2	1	1	1	1	1	7	2	9
Medio Socioeconómico	Económico	Generación de empleo	1	6	6	6	6	6	6	6	6	9	0	9	254
		Uso más eficiente de los recursos	1	5	5	5	5	5	5	5	5	9	0	9	177
	Interés social	Condiciones de seguridad del lugar	1	3	1	3	3	3	1	3	1	9	0	9	79
		Afectación del uso o acceso a algún espacio o área de recreación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	0	9	0
	Afectación de actividades con valores históricos-culturales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	0	9	0	
Afectaciones		+	9	11	11	7	10	10	9	10	9	86	49	135	418
		-	6	4	4	8	5	5	6	5	6	49			
Total de afectaciones			15	15	15	15	15	15	15	15	135				
Agregado del impacto			47	68	59	71	51	56	36	41	-11	418			

Anexo 3. Proveedores de materias primas que se utilizarán para la producción de lechuga hidropónica en NFT.

<b>Proveedor</b>	<b>Servicio que ofrece</b>
Vivero Exorna	Venta de almácigo
Villaplants	Venta de almácigo
Colono Agropecuario	Venta de insumos agrícolas
Cámara de cañeros del Pacífico	Venta de insumos agrícolas
Coopelibertad RL	Venta de insumos agrícolas
KAF Internacional	Accesorios para invernaderos
Coverttech	Accesorios para invernaderos
Ferretería EPA	Materiales de construcción
Ferretería El lagar	Materiales de construcción

#### Anexo 4. Plan de Manejo Integrado de Plagas

Para establecer un plan de Manejo Integrado de Plagas (MIP) en el cultivo hidropónico de lechuga bajo el sistema NFT, se pueden desarrollar estrategias adaptadas a las plagas identificadas anteriormente (trips, pulgones, mosca blanca, araña roja, minador de hojas y nematodos). Aquí tienes un esquema basado en **monitoreo regular y programas preventivos semanales**, que puede ayudar a mantener un ambiente controlado y saludable en el invernadero.

#### Estrategias de MIP por Plaga

##### 1. **Trips** (*Frankliniella occidentalis*)

- **Monitoreo:** Colocar trampas adhesivas azules para detectar la presencia de adultos y monitorear semanalmente. Revisar flores y hojas para detectar larvas.
- **Programa Preventivo:** Liberar semanalmente depredadores como *Amblyseius swirskii* en pequeñas cantidades para mantener la población bajo control.
- **Acción Correctiva:** Si se detectan niveles elevados de trips, aplicar un biopesticida, como extracto de neem, con una frecuencia máxima de dos veces por mes.

##### 2. **Pulgones** (*Aphididae*)

- **Monitoreo:** Colocar trampas adhesivas amarillas y realizar revisiones visuales semanales de hojas jóvenes, donde suelen agruparse.
- **Programa Preventivo:** Introducir *Aphidius colemani*, una avispa parasitoide específica de pulgones, cada dos semanas en pequeñas cantidades.
- **Acción Correctiva:** Aplicar jabón potásico en caso de una infestación leve a moderada y realizar un segundo monitoreo en 48 horas.

##### 3. **Mosca Blanca** (*Trialeurodes vaporariorum*)

- **Monitoreo:** Usar trampas adhesivas amarillas a nivel de las plantas y revisar las hojas inferiores semanalmente en busca de larvas.

- **Programa Preventivo:** Liberar parasitoides *Encarsia formosa* cada dos semanas para mantener baja la población.
  - **Acción Correctiva:** En caso de incremento en la población, aplicar jabón potásico o aceite de neem en intervalos de 10 días para romper el ciclo de vida.
4. **Araña Roja** (*Tetranychus urticae*)
- **Monitoreo:** Inspeccionar el envés de las hojas con lupa cada semana, en especial durante épocas de calor.
  - **Programa Preventivo:** Aumentar la humedad en el invernadero y liberar depredadores naturales como *Phytoseiulus persimilis* cada dos semanas.
  - **Acción Correctiva:** Aplicar un acaricida biológico solo si los niveles de araña roja superan los umbrales aceptables y repetir el tratamiento a los 7 días si persiste.
5. **Minador de Hojas** (*Liriomyza spp.*)
- **Monitoreo:** Realizar inspecciones semanales de las hojas, en busca de galerías visibles.
  - **Programa Preventivo:** Liberar *Diglyphus isaea*, una avispa parasitoide del minador, cada dos semanas.
  - **Acción Correctiva:** Remover hojas afectadas y aplicar un biopesticida si la infestación es alta.
6. **Nematodos** (*Meloidogyne spp.*)
- **Monitoreo:** Examinar raíces cada dos semanas para detectar agallas o deformaciones, especialmente al final de cada ciclo.
  - **Programa Preventivo:** Esterilizar el sustrato y añadir hongos antagonistas, como *Paecilomyces lilacinus*, al agua de riego cada mes.
  - **Acción Correctiva:** Si la infestación es severa, considerar un cambio completo del sustrato o aplicar un nematicida biológico.

1. **Monitoreo Semanal:** Realizar inspecciones visuales semanales de las hojas y raíces, y revisar trampas adhesivas para evaluar las poblaciones de plagas. Esto permite ajustar el control en función de la presencia de cada plaga.
2. **Liberación de Controladores Biológicos:** Realizar la liberación de depredadores y parasitoides de manera regular (cada dos semanas o mensualmente, según la plaga) como medida preventiva.
3. **Aplicaciones Preventivas Semanales:** Aplicar tratamientos biológicos, como jabón potásico o extracto de neem, de manera preventiva en baja concentración para reducir el riesgo de infestaciones en sus fases iniciales.
4. **Registro de Datos:** Llevar un registro de las observaciones de plagas, la eficacia de los tratamientos y las condiciones ambientales para ajustar el MIP en función de patrones estacionales o del ciclo de cultivo.

Esta estrategia combina **monitoreo semanal** con **programas preventivos**, asegurando un equilibrio entre intervención oportuna y control natural, y minimizando el uso de tratamientos químicos, lo que es **ideal** en sistemas de cultivo hidropónico en invernadero.

## Anexo 5. Cotización para construcción de unidades de producción NFT.

**CONSTRUCCIONES SAN FRANCISCO**TEL 83821420 [Correo:construccionessanfrancisco1989@gmail.com](mailto:construccionessanfrancisco1989@gmail.com)15 de junio 2024

Señor

Gerardo Fonseca

**Cotización para construcción de unidades de producción NFT****DESCRIPCION**

Confeccionar una unidad de producción para hidroponía NFT, compuesta por 10 tubos de pvc de 3 pulgadas, con 30 huecos de 1 pulgada y 7/8 de diámetro a cada 20 cm centro y una separación entre tubos de 20 cm.

Los tubos van sobre 5 bases en hierro tipo burra, a 80 cm de altura.

Llevarán un tubo de alimentación de agua y 10 llaves pvc de  $\frac{1}{2}$ , una para cada inicio de tubo, para regular el caudal.

Mano de obra y materiales por unidad 340.000 colones

Estamos para servirle,

Gracias

Roger Salazar

Tel 83 82 14 20

Anexo 6. Estimación de costos para construir un invernadero de 600 m<sup>2</sup> (Elaboración propia)

## Características de un invernadero de techo curvo

Material	Cantidad
Largo	30 m
Ancho	20 m
Altura de paredes laterales	4 m
Altura de techo al centro	6 m
Columnas para el perímetro	30
Columnas internas de soporte de estructura del techo	36
Cerchas de arco	11
Tensores del arco	8

- Columnas de tubo cuadrado galvanizado de 2 x2 en 1,5 mm a 3 metros entre una y otra en paredes laterales y 4 metros en paredes del frente y trasera, todas ancladas 80 cm en el suelo con concreto y pines en varilla #3.
- Estructura de techo en tubo redondo galvanizado de 1 pulgada en 1,8 mm.
- Columnas internas de soporte de estructura de techo en tubo las 4 paredes forradas en malla antiafido.
- Cubierta del techo en plástico para invernadero tipo 175 MIC difuso C881.
- Entrada al invernadero en cubículo 2 x 2 forrado igual al invernadero con pediluvio.

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>	
concreto seco	35	saco	3 350	117 250	*
varilla #3	22	6 metros	1 995	43 890	*
tubo cuadrado de 2" galvanizado	70	6 metros	9 995	699 650	*
tubo redondo de 1" galvanizado	110	6 metros	7 595	835 450	*
soldadura	20	kilo	5 168	103 359	*
malla antiafido	1	rollo de 100 m	2 500	322 328	**
plástico invernadero	1	rollo de 100 m	500	338 468	**
perfiles de sujeción			2 373	94 290	**
resortes de sujeción			480	28 815	**
mano de obra		horas	3 730 000	3 730 000	
póliza INS		5% de mano de obra		186 500	
<b>Total</b>				<b>6 500 000</b>	

<b>Cálculo de mano de obra</b>	<b>Horas</b>	<b>Costo /hora</b>	<b>Total</b>
Nivelar suelo back hoe 15 horas			500 000
Huecos para columnas 70 huecos a 80 cm	160	3 000	480 000
Parar columnas con concreto	160	3 000	480 000
Armar soldadura 11 cerchas	100	4 000	400 000
Montar cerchas	90	4 000	360 000
Armar estructura pediluvio	30	3 000	90 000
Instalar malla antiafido	80	3 000	240 000
Instalar plástico techo	120	4 000	480 000
Diseño e Inspección civil	1	400 000	400 000
Alquiler de equipo	1	300 000	300 000
<b>Total</b>			<b>3 730 000</b>