

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA



**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UNA PLANTA DE EXTRACCIÓN DE
LECITINA A PARTIR DE LA PULPA RESIDUAL DE LA PRODUCCIÓN DE
LECHE DE SOYA**

TRABAJO DE DIPLOMA PRESENTADO POR:

Jairo Bayardo Silva Corea

Sara Cristela Martínez Baquedano

TUTOR:

Ing. José Francisco Vílchez

Managua, Nicaragua 2022

Agradecimientos

¡Gracias Oh Dios mío! Por la vida, sabiduría, perseverancia y la fortaleza que nos has regalado para poder hoy, culminar este trabajo de diploma, que es el culmen de la etapa de estudios universitarios de pregrado.

A mi madre Karla Corea, mis abuelos Bayardo Corea y Olga Ampié y tía Patricia Corea, quienes guiados por el amor incondicional me han conducido por el camino del bien y me han inculcado tanto valores académicos como valores morales, mismos que me han ayudado a perseverar en la búsqueda personal de ser un profesional que aporte al desarrollo del país.

A nuestro tutor de tesis Ing. José Vílchez quien de manera atenta e ininterrumpida nos brindó sus conocimientos y su apoyo para poder sacar adelante este trabajo monográfico.

¡Finalmente, a todos ustedes, infinitas gracias!

Jairo Bayardo Silva Corea

Dedicatoria

Dedico este trabajo de culminación de estudios principalmente a Dios, que ha sido mi luz y mi guía en mi caminar, por haberme llevado de su mano por la senda de la luz aún en los momentos más oscuros.

A mis padres y familiares que siempre me brindaron el apoyo y la motivación para que pudiera iniciar, continuar y culminar mis estudios superiores.

A mi compañera de tesis Sara Martínez, quien forma parte esencial de mi vida, un apoyo y complemento incondicional. Por siempre creer en el potencial de ambos y no declinar ante las dificultades.

A todos aquellos compañeros y amigos que han sido parte integral de mi camino académico y personal y que de una forma u otra han influido en la realización de este trabajo monográfico.

A los docentes que desde mis inicios en la carrera me brindaron una mano amiga, les dedico este logro en nombre de su valioso esfuerzo por brindarnos una educación de calidad con los medios disponibles.

Jairo Bayardo Silva Corea

Agradecimientos

Principalmente a Dios por darnos perseverancia, paciencia y la sabiduría necesaria para culminar esta gran meta; a nuestras familias, por la comprensión y el apoyo incondicional que nos han brindado a lo largo de este camino.

A todos aquellos colegas, amigos y compañeros, que de una u otra manera aportaron con sus conocimientos y experiencia.

A nuestro tutor de tesis Ing. José Francisco Vílchez por brindarnos la información requerida, apoyo absoluto en todo el proceso de tesis

Sara Cristela Martínez Baquedano

Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios, que me acompaña en mí caminar por la vida y que me da ha dado las fuerzas necesarias para culminar esta meta.

A mis padres, Inés Baquedano y Carlos Martínez, quienes creen en mí y siempre están apoyándome incondicionalmente en mi crecimiento personal y profesional.

A mi compañero de tesis, Jairo Silva, por su apoyo, paciencia y aportes en todo momento.

A cada uno de los docentes e involucrados en mi crecimiento académico durante la carrera, por compartir sus conocimientos y apoyo en las gestiones necesarias para la obtención del título.

Sara Cristela Martínez Baquedano

Resumen

En el contexto actual de crear industrias sostenibles y amigables con el medio ambiente, se ha propuesto aprovechar la pulpa que los fabricantes de leche de soya generalmente desechan, para extraer lecitina de soya, compuesto que tiene propiedades tensioactivas debido a que está compuesta por dos partes, una hidrófila y otra lipofílica.

El estudio de prefactibilidad se ha dividido en 3 partes o estudios, estudio de mercado, técnico y financiero, todos relacionados bajo un mismo eje y tratando de responder la pregunta ¿Es rentable el proyecto?

El estudio de mercado se realizó en base a la población de la franja del pacífico y para calcular la población, se utilizó la tasa de crecimiento poblacional y el número de años en que se hará la estimación. Se realizó un análisis de la demanda considerando la demanda histórica, actual y potencial, partiendo del perfil del consumidor.

Se ha planteado un proceso de extracción de lecitina a partir de la pulpa residual de la producción de leche de soya, que permite separar el aceite contenido en la pulpa a través de un solvente y facilita su posterior separación. Los métodos de extracción del aceite a partir del bagazo y de la lecitina a partir del aceite son similares, por lo cual su metodología de cálculo es parecida. Respecto a la localización de la planta, se han considerado variables como la distribución geográfica del mercado, los costos de servicios y distribución de insumos y producto terminado.

El estudio financiero se basa en criterios como la tasa de retorno, beneficio extra y tiempo de recuperación de capital para determinar la rentabilidad del proyecto a corto y mediano plazo.

Opinión del Catedrático Guía

Estimados miembros del jurado.

A medida que las tecnologías avanzan, todos los sectores se encuentran con la necesidad de buscar nuevas materias primas, opciones de uso de los residuos de otros procesos, con el propósito de reducir los desechos, bajar costos para los consumidores. Estos plantean nuevos retos para la industria ya que implica emplear nuevos procedimientos que se ajusten adecuadamente a las funciones requeridas dentro de un proceso, sean más duraderos.

En este sentido un par de estudiantes han propuesto el tema: **Estudio De Prefactibilidad de una Planta de Extracción de Lecitina a partir de la Pulpa Residual de la Producción de Leche de Soya**. Dicho estudio tiene como finalidad determinar la rentabilidad técnico-económica de la planta de extracción de lecitina utilizando la pulpa residual proveniente de la elaboración de leche de soya. En este estudio se contemplaron el diseño de los equipos a utilizar para el proceso considerando los principios de funcionamiento y los resultados de los balances de materia y energía realizados tomando en cuenta los datos experimentales planteados al principio del acápite.

Después de hacer la revisión completa del documento final presentado, les solicito la **mayor calificación posible** para: **Br. Jairo Bayardo Silva Corea y Bra. Sara Cristela Martínez Baquedano**, por la dedicación, esfuerzo, perseverancia en este proceso, en que los Bres. demostraron sus destrezas, capacidades de búsqueda de información, generación de ideas, análisis, síntesis y gestión de la información aquí presentada. Cabe destacar que este informe de investigación ha completado varias fases, desde las asignaturas de Metodología de la Investigación, Diseño de Equipos, Diseño de Plantas, culminando con el trabajo monográfico. En este proceso de muchos años y empeño he sido testigo y principal apoyo de los Bres. **Silva Corea y Martínez Baquedano**.

Sin más que agregar y agradeciendo su fina atención, me despido, deseándole mayores éxitos en sus funciones.

Atentamente



*Ing. José Francisco Vilchez M. Tutor
Profesor Titular
79212009*

Índice

Agradecimientos	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos	iii
Dedicatoria.....	iv
Resumen	v
Opinión del Catedrático Guía.....	vi
Índice de Figuras	x
Índice de Tablas	xi
1. Introducción	1
2. Objetivos.....	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. Marco Teórico.....	4
3.1. Descripción de la materia prima	4
3.2. Lecitina.....	4
3.2.1. Definición	4
3.2.2. Propiedades fisicoquímicas	5
3.2.3. Usos e importancia.....	6
3.3. Propuesta de diseño para la extracción de Lecitina	6
3.3.1. Extracción Sólido-Líquido	7
3.3.2. Extracción Líquido-Líquido	8
3.3.3. Selección de los solventes	9
3.3.4. Condiciones de operación	9
3.3.5. Recuperación del solvente	10
3.4. Aspectos de diseño	11
3.4.1. Estudio de mercado	12
3.4.2. Estudio técnico	12
3.4.3. Estudio financiero	13
4. Diseño metodológico.....	15
4.1. Estudio de Mercado	15
4.2. Estudio Técnico.....	16

4.2.1.	Extracción del aceite de soya.....	16
4.2.2.	Extracción de la lecitina.....	18
4.2.3.	Evaluación experimental.....	19
4.2.4.	Ingeniería del proyecto	20
4.3.	Estudio Financiero	21
5.	Presentación y Discusión de Resultados	24
5.1.	Estudio de mercado	24
5.2.	Estudio técnico	27
5.3.	Estudio financiero	31
6.	Conclusiones.....	33
7.	Recomendaciones	34
8.	Bibliografía	35
9.	Apéndice	1
A.	Encuesta y resultados	A.1
A.1.	Encuesta aplicada	A.1
A.2.	Estimación poblacional.....	A.3
A.3.	Consumo anual de Lecitina	A.3
A.4.	Marcas y precios de otras marcas de lecitina.....	A.4
B.	Balances de las extracciones	B.1
B.1.	Extracción sólido-líquido.....	B.1
B.2.	Extracción líquido-líquido.....	B.2
C.	Ingeniería del proyecto	C.1
C.1.	Localización del proyecto.....	C.1
C.2.	Requerimientos del proyecto	C.7
D.	Costos asociados al proyecto	D.1
D.1.	Materia prima y equipos.....	D.1
D.2.	Costos de vehículos y mantenimiento automotriz e industrial ..	D.3
D.3.	Costos de agua y luz	D.4
D.4.	Costos de mobiliario, oficina y varios	D.5
D.5.	Costos de salarios a colaboradores	D.7
D.6.	Costos de producción, administrativos y de ventas	D.9
D.7.	Costos de obras civiles.....	D.9

E.	Inversiones fijas y diferidas	E.1
F.	Depreciación y amortización.....	F.1
F.1.	Tablas de depreciación	F.1
F.2.	Amortización.....	F.2
G.	Ingresos	G.1
H.	Financiamiento del proyecto.....	H.1
I.	Estados de resultados	I.1
J.	Análisis de sensibilidad.....	J.1

Índice de Figuras

Figura 3.1: Proceso de extracción de lecitina de soya, a partir de pulpa residual de la producción de la leche de soya. Fuente: Elaboración propia.	7
Figura 3.2: Esquema detallado del proceso de extracción de lecitina. Fuente: Elaboración propia.	7
Figura 3.3: Cascada de lixiviación en contracorriente. Fuente: Figura 23. 2 de (McCabe, Smith, & Harriot, 2007) y adaptación de Figura 8.13 de (Seader, Henley, & Roper, 2011).....	10
Figura 3.4: Esquema de la extracción sólido-líquido. Adaptado de la figura 8.7(a) de (Dutta, 2009).	10
Figura 3.5: Esquema de una unidad de extracción con recuperación de producto y arreglos de limpieza del refinado; A: Portador, B: Solvente y C: Solute. Adaptado y traducido de (Dutta, 2009).....	11
Figura 4.1: Esquema de extracción Soxhlet. Fuente: (Práctica 5: Determinación del Contenido Graso de Leche en Polvo: Extracción Soxhlet, 2004).....	17
Figura 4.2: Esquema de decantación. Fuente: (UNLP, 2020).....	18
Figura 4.3: Esquema del rotavapor. Fuente: (UNLP, 2020).	19
Figura 5.1: Consumo y frecuencia de ingesta de suplementos.	24
Figura 5.2: Total de personas que conocen y consumirían lecitina.....	25
Figura 5.3: Demanda Potencial Insatisfecha proyectada desde el año cero hasta el 2027.	26
Figura 5.4: Diagrama de equilibrio McCabe-Thiele para extracción sólida.	28
Figura 5.5: Diagrama de equilibrio McCabe-Thiele para extracción de lecitina.....	28
Figura C.1: Mapa político de la ciudad de Managua. Fuente: (Mapas Owje, s.f.).C.1	
Figura C.2: Mapa de distritos de Managua. Fuente: (Wikipedia, s.f.).....	C.2
Figura C.3: Mapa climático de Nicaragua. Fuente: (INETER, 2021).....	C.2
Figura C.4: Mapa topográfico de la ciudad de Managua. Fuente: (Topographic, s.f.).....	C.3
Figura C.5: Mapa de vías principales de Managua. Fuente: (Google Inc., 2023) .C.3	
Figura C.6: Matriz SPL.....	C.4
Figura C.7: Diagrama de hilos.	C.4
Figura C.8: Simbología del diagrama de hilos.	C.5
Figura C.9: Plano general de la planta.....	C.6
Figura C.10: Plano general de la planta.....	C.6

Índice de Tablas

Tabla A-1: Estimación poblacional (2022 - 2027).....	A.3
Tabla A-2: Consumo anual de Lecitina	A.4
Tabla A-3: Precios y marcas de lecitinas en el mercado	A.4
Tabla B-1: Balance de masa en la entrada	B.1
Tabla B-2: Datos de equilibrio del sistema sólido-líquido	B.1
Tabla B-3: Balance de masa en la salida	B.2
Tabla B-4: Balance de masa en la entrada.	B.2
Tabla B-5: Balances de masa en la salida.	B.2
Tabla B-6: Datos de equilibrio del sistema líquido-líquido.....	B.3
Tabla C-1: Matriz de evaluación para localización de la planta.....	C.1
Tabla C-2: Equipos requeridos y costos totales.	C.7
Tabla C-3: Materia prima requerida por día.....	C.7
Tabla D-1: Consumo de materias primas anuales.	D.1
Tabla D-2: Costo de las materias primas anuales.....	D.1
Tabla D-3: Costos de equipos para la planta de producción.....	D.1
Tabla D-4: Costos de equipo para laboratorio de control de calidad.....	D.2
Tabla D-5: Costos de cristalería para laboratorio de control de calidad.....	D.2
Tabla D-6: Costo de vehículos.	D.3
Tabla D-7: Consumo estimado de combustible de los vehículos.	D.3
Tabla D-8: Mantenimiento de los equipos industriales.	D.3
Tabla D-9: Costos de mantenimiento automotriz.	D.4
Tabla D-10: Consumo y costos de energía eléctrica.....	D.4
Tabla D-11: Consumo y costos de agua potable.....	D.5
Tabla D-12: Costos de equipos de oficina.....	D.5
Tabla D-13: Costo de materiales de oficina.....	D.6
Tabla D-14: Costo de materiales varios.	D.6
Tabla D-15: Costos de sanitarios.	D.7
Tabla D-16: Costos de formación legal.	D.7
Tabla D-17: Salarios del área de ventas.	D.7
Tabla D-18: Salarios del área de producción.	D.8

Tabla D-19: Salarios del área administrativa.....	D.8
Tabla D-20: Costos de producción.	D.9
Tabla D-21: Costos del administrativo.....	D.9
Tabla D-22: Costos de ventas.	D.9
Tabla D-23: Costos de obras civiles.....	D.9
Tabla E-1: Inversiones fijas.	E.1
Tabla E-2: Inversiones diferidas.	E.1
Tabla F-1: Depreciación de equipos industriales.....	F.1
Tabla F-2: Depreciación de equipos de laboratorio.....	F.1
Tabla F-3: Depreciación de vehículos.	F.1
Tabla F-4: Depreciación del mobiliario de oficina.....	F.1
Tabla F-5: Depreciación de obras civiles.	F.2
Tabla F-6: Depreciación de la inversión diferida.	F.2
Tabla F-7: Amortización.	F.2
Tabla G-1: Ingresos por ventas de frascos de lecitina.	G.1
Tabla G-2: Ingresos por venta de aceite de soya.....	G.1
Tabla G-3: Ingresos por venta de bagazo agotado.	G.1
Tabla H-1: Tabla de pagos.....	H.1
Tabla I-1: Estado de resultado con capital propio.	I.1
Tabla I-2: Estado de resultados con financiamiento del 50%.	I.1
Tabla J-1: Análisis con un aumento en los costos de producción del 20%.	J.1
Tabla J-2: Análisis con una disminución en ingresos del 20%	J.1
Tabla J-3: Análisis con eventos combinados (20% en aumento de costos de producción y 20% de disminución de ganancias).....	J.2

1. Introducción

En el contexto mundial actual en donde se busca crear industrias sostenibles y amigables con el medio ambiente, se propone aprovechar la pulpa que los fabricantes de leche de soya que desechan para producir lecitina.

La lecitina por su naturaleza lipídica es un componente de un alto valor para la salud humana, además de ser muy diverso en cuanto a su aplicación, sirviendo como emulsionante en diversos alimentos, funge como un suplemento alimenticio y también en otras áreas como la industria cosmética.

La extracción de diversas sustancias de origen vegetal, principalmente aceite ha sido objeto de estudio durante años; ya que estos representan un gran aporte a las necesidades ya sean humanas o industriales, pues contienen una menor o nula cantidad de contaminantes y en cambio contienen muchos nutrientes que hacen que se puedan utilizar como suplementos alimenticios, siendo el problema principal el coste de extracción y el rendimiento que se obtiene en esta operación,

El fármaco francés Theodore Gobley pudo aislar la lecitina en el año 1846, que se encontraba en la yema del huevo, descubrimiento que describió en (*Recherches chimiques sur le jaune d'œuf* (Chemical researches on egg yolk), 1846), siendo este el primer fosfolípido en ser reconocido, posteriormente, se encontró en la soya y desde entonces la lecitina que se utiliza comercialmente, se extrae de la soya. Desde que Gobley aisló la lecitina se han realizado estudios más enfocados a optimizar este proceso o bien, enfocados a obtener una máxima pureza de lecitina como por ejemplo el de (Patil, Galge, & Thorat, 2010) quienes proponen un método extractivo por solventes inorgánicos y se propone separar la lecitina del aceite mediante la cromatografía, mismo método que proponen (Kane, 1992) para separar la lecitina del aceite.

(Van Nieuwenhuyzen, 1976) expone a detalle el proceso de producción de Lecitina, así como las propiedades de esta, que son indispensables para determinar que solvente utilizar en las extracciones, esta teoría se puede complementar con el artículo del cual propone la separación fraccionada de la lecitina utilizando etanol a

varias concentraciones (90, 95 y 100%) para obtener un mejor rendimiento y pureza de la lecitina.

Otros investigadores como (Peter, Schneider, Weidner, & Ziegelitz, 1987) proponen mejorar el proceso de separación de la lecitina del aceite que la contiene, del mismo modo (Espinoza & Martínez, 2006) a través de un sistema de extracción sólido-líquido y líquido-líquido para separar el insecticida del aceite del NIM, misma metodología que fue aplicada a este estudio.

La importancia de este estudio radica en el aprovechamiento del subproducto de la producción de leche de soya, para obtener un producto de un alto valor agregado con una demanda exponencial como lo es el consumo de leche de soya. En la actualidad en Nicaragua no existe ninguna empresa que se dedique a extraer lecitina de la soya ya que esta se importa de Costa Rica, más sin embargo el producto que más se elabora es la leche de soya en polvo y la carne de soya de la marca Delisoya, perteneciente a Café Soluble S.A., las semillas son comercializadas libremente para realizar refrescos naturales.

El residuo de la producción de leche de soya se podría aprovechar como forraje para ganado, sin embargo, al ser la lecitina un componente que se utiliza cada vez más en la fabricación de diversos productos, se propone el diseño y evaluación de una planta de extracción de lecitina a partir de la pulpa residual de la elaboración de la leche de soya, para un aprovechamiento más eficiente de los residuos de los demás procesos. El objetivo de este estudio es diseñar y evaluar una línea de extracción de lecitina, a partir de la pulpa residual de la fabricación de la leche de soya, para una planta productiva, abordando los estudios de mercado, técnicos y económicos para determinar si el proyecto es viable económicamente.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Realizar un estudio de prefactibilidad para la producción de lecitina utilizando la pulpa residual proveniente de la elaboración de leche de soya.

2.2. Objetivos específicos

- Estimar la demanda potencial insatisfecha y el nivel de aceptación de la lecitina a través de un estudio de mercado.

- Determinar la viabilidad técnica del proceso de obtención de lecitina a partir de la pulpa residual proveniente de la elaboración de leche de soya.

- Determinar la prefactibilidad económica de la planta de extracción de lecitina mediante los indicadores financieros.

3. Marco Teórico

3.1. Descripción de la materia prima

La revista (Nutrición, 2006) define la soya como una legumbre de ciclo anual, cuyo nombre científico es *Glycine Max (L.)*, perteneciente a la familia de las papilionáceas y es una oleaginosa muy completa, pues los granos poseen un 40% de proteína de excelente calidad, además de contener todos los aminoácidos esenciales requeridos en la nutrición humana, es una excelente fuente de grasas monoinsaturadas, omega-3, vitaminas y minerales.

Las semillas de soya tienen un contenido medio de entre 17% y 20% de aceite comestible e industrializable, este aceite a su vez, según (Peter, Schneider, Weidner, & Ziegelitz, 1987) contiene un 60% de lecitina cruda. Una vez abordado la soya y sus propiedades, corresponde hablar acerca de la pulpa residual que será utilizada como materia prima, esta es obtenida en nuestro caso como un subproducto de la producción de leche de soya.

La pulpa residual se puede emplear para elaboración de diversos productos secundarios, en nuestro caso la extracción de lecitina de soya a partir de este residuo, para aprovecharlo de una mejor manera y darle un valor agregado, ya que este en la mayoría de los casos debido a la gran cantidad de residuo que se obtiene en las empresas termina como alimento para ganado.

3.2. Lecitina

3.2.1. Definición

La lecitina es una sustancia orgánica de naturaleza lipídica que se encuentra generalmente en el huevo, y en cereales como la soya. Este complejo es un conglomerado de fosfolípidos obtenidos en este caso a partir de las semillas de soya, tienen un rango de aplicación bastante amplio, ya que se puede usar como agente emulsionante, como producto para la panificación o también para mejorar la textura de los dulces y algunos alimentos cremosos como por ejemplo el chocolate y la margarina.

Según (Van Nieuwenhuyzen, 1976) la lecitina contiene aproximadamente un 60% de fosfolípidos, principalmente la fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina y fosfatidil inositol. El resto de los componentes de la lecitina son los triglicéridos y en menor proporción los ácidos fosfatídicos, carbohidratos y esteroides. Los ácidos grasos presentes en la lecitina al igual que el glicerol, no están libres, sino que se encuentran unidos a las moléculas fosfolipídicas.

Los ácidos grasos identificados por (Patil, Galge, & Thorat, 2010) mediante un análisis de cromatografía de gases, son el ácido palmítico (16:0) y el ácido esteárico (18:0) en lo que respecta a los ácidos grasos saturados y los ácidos grasos insaturados tenemos el ácido oleico (18:1), ácido linoleico (18:2) y el ácido linolénico (18:3).

3.2.2. Propiedades fisicoquímicas

Químicamente la lecitina es soluble en hidrocarburos halogenados, aromáticos y alifáticos, así como en aceite mineral y ácidos grasos; igualmente, resulta prácticamente insoluble en aceites vegetales y animales, solventes polares y agua. Se descompone en pH ácido y a altas temperaturas; igualmente, es higroscópica¹, está sujeta a degradación microbiana y se oxida con facilidad a temperatura ambiente.

Las propiedades tensioactivas de la lecitina de soja provienen de estar constituido por dos partes: uno se siente atraído por el agua (hidrófilo) y el otro es repelido por el agua (lipohílico o hidrofóbico). Tiene baja solubilidad en agua, pero es un excelente emulsionante al hidratarse, de ahí que esta sea su característica química más importante. En solución acuosa, sus fosfolípidos pueden formar liposomas, bicapas lipídicas, micelas o estructuras lamelares, según la hidratación y la temperatura.

La fuerza de sus enlaces lipídicos y de humedad ejerce influencia directa en la viscosidad. Lecitinas con insolubles en acetona encima de 70%, en general son semisólidas; y encima de 95% pueden ser obtenidas en forma de polvo o gránulos.

¹ Absorbe humedad del ambiente

En sus características físicas, tenemos que físicamente es altamente viscoso, comportándose reológicamente como un fluido newtoniano y por ser derivada de la soya tiene un sabor parecido al aceite de la soya; no tiene olor y puede variar en color (de moreno a amarillo claro).

3.2.3. Usos e importancia

Desde el descubrimiento de la lecitina se ha utilizado en muchas industrias, ya que, por sus propiedades, es un excelente emulsificante, estabilizador alimenticio y aditivo, además es una gran fuente de antioxidantes.

Como emulsificante, puede utilizarse en la fabricación de espumas comestibles como por ejemplo los helados, cremas para pastelería, chocolates, margarinas, entre otros productos alimenticios. Como estabilizador en emulsiones que contienen fases acuosas y fases líquidas como algunos aderezos, mayonesa, etc. además se utiliza como aditivo y antioxidante por sus propiedades fisicoquímicas.

La lecitina es muy importante, dentro y fuera de la industria alimenticia ya que tiene aplicaciones en la industria farmacéutica, no solo como un producto terminado, sino también como un emulsificante. Tiene aplicaciones también en la industria cosmética al utilizarse principalmente en la elaboración de maquillajes y bálsamos.

3.3. Propuesta de diseño para la extracción de Lecitina

El proceso de extracción de la lecitina que se propone involucra dos operaciones principales, que son la extracción del aceite de soya, la cual se puede realizar mediante extracción sólido-líquido y la separación de la lecitina del aceite obtenido en la etapa anterior, esta separación se lleva a cabo mediante la extracción líquido-líquido. Dentro de estas dos grandes operaciones se pueden incluir las respectivas separaciones en ambas extracciones

El proceso completo (Figura 3.1) inicia con la extracción del aceite, en esta operación se mezclan el solvente y la pulpa, en este caso no se necesita un tratamiento previo, pues la pulpa ya está lo suficientemente triturada para esta operación,

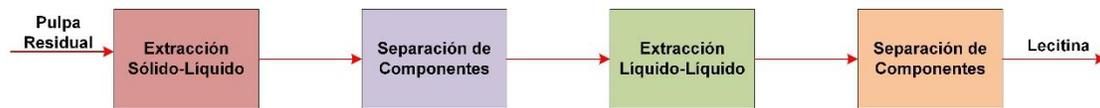


Figura 3.1: Proceso de extracción de lecitina de soja, a partir de pulpa residual de la producción de la leche de soja. Fuente: Elaboración propia.

Una vez separado el aceite, se pone en contacto con un solvente polar para extraer la lecitina del aceite, posteriormente para separar la lecitina del solvente, se puede recurrir a la destilación flash que ocurre en una sola fase y se da gracias al gradiente de presión aplicado a como se muestra en la Figura 3.2, conservando así las propiedades de la lecitina, la cual es un compuesto termosensible.

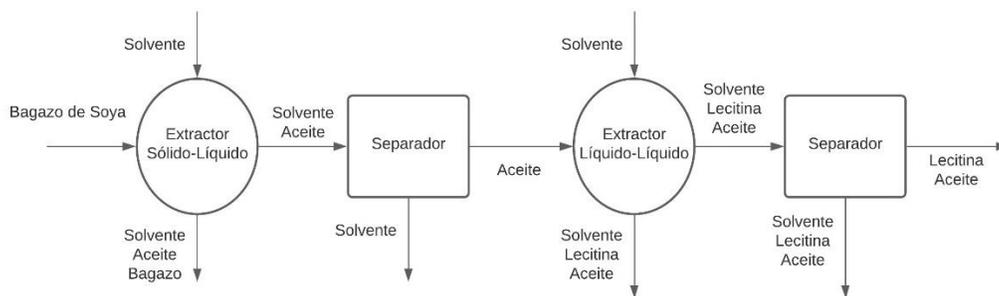


Figura 3.2: Esquema detallado del proceso de extracción de lecitina. Fuente: Elaboración propia.

Extracción Sólido-Líquido

3.3.1. Extracción Sólido-Líquido

Esta operación según (Dutta, 2009) es el proceso de separación de los componentes solubles de un material sólido utilizando un solvente adecuado, usualmente el material soluble es el producto objetivo, y el residuo sólido o inerte es un subproducto o simplemente un residuo.

En algunos casos, los materiales solubles indeseables se eliminan del sólido usando un solvente y el sólido extraído es el producto. El proceso general de extracción de sólido-líquido comprende básicamente cuatro pasos:

1. Contacto íntimo entre el sólido del cual se va a extraer el soluto, con el solvente.
2. Separación de la solución (o extracto) del sólido agotado.
3. Separación del solvente (y el sólido arrastrado, si lo hubiera) del extracto seguido de purificación del producto.

4. Recuperación del solvente del sólido húmedo (exprimiendo o presionando y secando para obtener una torta seca).

La consideración de esta operación para el proceso se da debido a que permite la separación del aceite (soluto) contenido en la pulpa (sólido) a través de un solvente y la fácil separación de estos.

3.3.2. Extracción Líquido-Líquido

La extracción líquido-líquido es una operación unitaria que consiste en separar una mezcla o solución compuesta por un líquido portador (equivalente al inerte en extracción sólida) y el soluto, por medio de una sustancia llamada solvente que puede ser inmisible o ligeramente miscible.

Físicamente, lo que ocurren a nivel molecular es muy similar a lo que ocurre en la operación anterior, pues el solvente entra en contacto con la solución y arrastra consigo el soluto, de esta operación salen dos corrientes que son el refinado y el extracto, el refinado contiene la mayoría de portador, una pequeña fracción de soluto y un poco de solvente, mientras que el extracto contiene la mayoría de soluto y de solvente que entra al equipo, además de contener un pequeño porcentaje de portador.

Según (Dutta, 2009), el proceso de extracción líquido-líquido involucra cuatro pasos o etapas:

1. Poner la alimentación y el solvente en íntimo contacto dispersando una fase en la otra como gotitas.
2. Separación del extracto y la fase de refinado que tienen diferentes densidades.
3. Eliminación y recuperación del soluto de la fase de extracto en una forma relativamente pura (por destilación, evaporación, cristalización, etc.).
4. Eliminación y recuperación del solvente de cada fase, generalmente por destilación.

Esta operación es clave para el proceso pues es en esta parte que finalmente se separará la lecitina del aceite por medio de un solvente.

3.3.3. Selección de los solventes

Al escoger un solvente para esta operación unitaria se debe tomar en cuenta la naturaleza química tanto del solvente como del soluto, ya que es preferible (y más rentable) un solvente en el cual el soluto tenga una alta solubilidad, pero no debe disolver el sólido que lo contiene como en el caso de la extracción del aceite.

(Dutta, 2009) y (Seader, Henley, & Roper, 2011), convergen en que los solventes más utilizados para la extracción de aceite de oleaginosas como la soya, son el hexano y otros solventes derivados de hidrocarburos ligeros como por ejemplo el éter y la propanona.

Para la extracción de la lecitina a partir del aceite, previamente obtenido (Nelson & Cox, 2008) y (Wu & Wang, 2003) coinciden en que los solventes orgánicos tales como el cloroformo o el benceno son muy utilizados para este proceso, sin embargo, los alcoholes de cadena corta como el metanol, etanol y en menor medida el propanol, son más eficientes a la hora de interactuar con las membranas lipídicas que contienen la lecitina.

Con base a la literatura revisada, se han seleccionado el hexano y el etanol como solventes para la extracción del aceite y la posterior extracción de la lecitina, respectivamente, esto tomando en cuenta los criterios que propone (Treybal, 1951) en el capítulo 4, como baja viscosidad, densidad, punto de ebullición, entre otros. Además de considerar artículos como el de (Espinoza & Martínez, 2006), (Wu & Wang, 2003) y (Van Nieuwenhuyzen, 1976).

3.3.4. Condiciones de operación

Para realizar una separación efectiva de los componentes, es necesario delimitar ciertas condiciones o factores que posibiliten esta operación, como, por ejemplo, la influencia de la temperatura sobre la difusión del soluto a través del sólido (en la extracción del aceite) o a través del aceite (en la extracción de la lecitina).

Para obtener un máximo rendimiento en la extracción del aceite, también se debe tomar en consideración un sistema de extracción de etapas continuas a contracorriente (Figura 3.3), en donde el sólido no se desplaza físicamente de una

etapa a la otra, sino que la carga de una celda se trata por una sucesión de líquidos de concentración constantemente decreciente como si se fuese desplazando de una etapa a otra en un sistema en contracorriente.

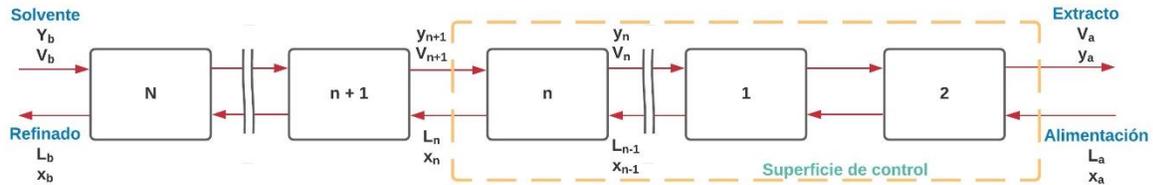


Figura 3.3: Cascada de lixiviación en contracorriente. Fuente: Figura 23. 2 de (McCabe, Smith, & Harriot, 2007) y adaptación de Figura 8.13 de (Seader, Henley, & Roper, 2011)

En la extracción de la lecitina, no es necesario una operación por etapas, ya que el aceite queda lo suficientemente agotado en la primera extracción, sin embargo, la temperatura sí podría influir en el rendimiento ya que esta aumenta la solubilidad de la lecitina en el etanol lo que facilitaría su extracción, también es importante tener en cuenta que la agitación puede contribuir a tener un mayor contacto entre el soluto y el solvente.

3.3.5. Recuperación del solvente

La recuperación del solvente es una de las etapas más caras del proceso extractivo, pues, esta se puede hacer por diversos métodos que, en su mayoría, no son económicos. Los métodos tanto para la extracción del aceite y la extracción de la lecitina son similares, por lo tanto, se pueden abordar de igual manera en esta sección.

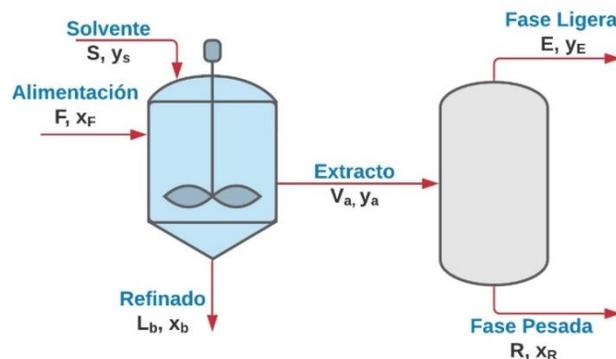


Figura 3.4: Esquema de la extracción sólido-líquido. Adaptado de la figura 8.7(a) de (Dutta, 2009).

Según lo propuesto en el diseño del proceso (Figura 3.4) cada extracción conlleva su proceso de separación, por lo tanto, para la extracción sólido-líquido, podemos separar el hexano del aceite, mediante destilación simple, en la cual el extracto va hacia la columna y por efectos de la temperatura y la presión se logra una separación completa del hexano, el cual se puede recircular. La fase de refinado al contener los sólidos inertes puede separarse mediante sedimentación.

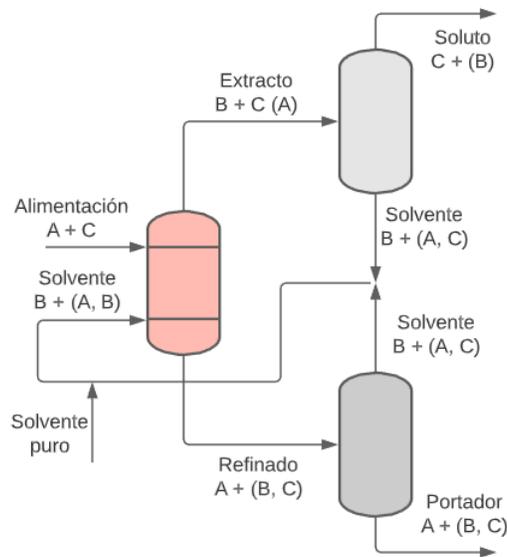


Figura 3.5: Esquema de una unidad de extracción con recuperación de producto y arreglos de limpieza del refinado; A: Portador, B: Solvente y C: Solutos. Adaptado y traducido de (Dutta, 2009).

La recuperación del etanol en la extracción líquido-líquido, si bien es un poco más larga que la extracción sólido-líquido se realiza mediante destilación del extracto (Figura 3.5), el cual se puede obtener por centrifugación o decantación, tomando en cuenta la diferencia notable de densidades entre los tres componentes. El refinado, puede separarse de igual forma mediante destilación, puesto que sigue siendo una mezcla binaria con puntos de ebullición muy distantes.

3.4. Aspectos de diseño

Un proyecto de inversión se compone de tres estudios o aspectos muy cohesionados entre sí estos son el estudio de mercado, tecnológico y financiero, los cuales se abordarán a continuación.

3.4.1. Estudio de mercado

En un proyecto de inversión es necesario el estudio de mercado, es la primera parte de investigación formal del estudio, consta básicamente de la determinación y cuantificación de la oferta y la demanda, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización. La cuantificación de la oferta y la demanda puede obtenerse fácilmente de fuente de información secundarias. Un estudio de mercado es útil para conocer la situación del producto de forma histórica, permite también estimar la demanda.

(Baca Urbina, 2010) establece que para efectos de análisis existen varios tipos de demanda como lo son la demanda satisfecha e insatisfecha que tienen relación con la oportunidad de comerciar un producto, pero a su vez entra en juego la necesidad de los consumidores a través de los datos de la demanda de bienes necesarios y de bienes no necesarios, también podemos analizar la temporalidad a través de la demanda continua o estacional.

Por último, para que un estudio de mercado aplicado a evaluación de proyectos sea exitoso y brinde datos certeros, se debe considerar que la información debe ser sistemática, el método de recopilación debe ser objetivo y no tendencioso, los datos recopilados siempre deben ser información útil y adicionalmente a esto, el objeto de la investigación siempre debe tener como objetivo final servir como base para la toma de decisiones

3.4.2. Estudio técnico

El estudio técnico es una continuación del estudio de mercado, en el cual se busca dimensionar la planta en base a los datos obtenidos y estimaciones realizadas, decidiendo también el sobre diseño de la planta, adelantándose un poco a la demanda futura, pero no solo se enfoca en el diseño y dimensionamiento, sino también en la macro y micro localización del proyecto, así como el estudio ingenieril de este.

La importancia de definir el tamaño y la ubicación del proyecto, radica principalmente en su incidencia sobre el nivel de las inversiones y de los costos que se calculen y, por lo tanto, sobre la estimación de la rentabilidad que podría generar

su implementación, así mismo el tamaño limitará la operación que determinará las ganancias del proyecto, todo esto de conformidad con (Sapag Chain, Sapag Chain, & Sapag Puelma, 2014).

Para considerar el tamaño de una planta se deben hacer tres distinciones como lo son la capacidad de diseño, que es la capacidad máxima de producción en condiciones ideales, sin embargo, a esta se le asigna un factor de seguridad de entre 10 y 20%, la capacidad instalada que será la capacidad máxima disponible de forma permanente hasta que se cambien los equipos y la capacidad utilizada que es una fracción de la capacidad instalada que se utilizará.

Para la localización de la planta deben ser consideradas dos variables como lo son la distribución geográfica del mercado, los costos de operación y distribución de los insumos y productos. Para ello se puede realizar una selección en dos etapas, en donde la primera etapa será enfocada a la zona en la cual se planea ubicar la planta (macrolocalización) y la segunda es la elección de la ubicación específica de la planta considerando aspectos como topografía, clima, situación de los terrenos entre otros.

3.4.3. Estudio financiero

Como conclusión de todo el trabajo de análisis tanto de mercado como de ingeniería enfocado al proyecto está el estudio financiero que no es otra cosa más que la determinación del monto de los recursos económicos que se emplearán para llevar a cabo en su totalidad el proyecto. Según (Peters & Timmerhaus, 1991) un diseño aceptable para una planta de procesos debe operar en condiciones que generen un beneficio a los socios o accionistas del proyecto.

El estudio financiero según (Gutiérrez, 2003) se nutre de ciertos criterios para determinar si un proyecto será rentable en el corto y mediano plazo, estos criterios son la tasa de retorno, beneficio extra y tiempo de recuperación de capital. Sumado a lo anterior, también debe realizarse un análisis de los costos, que pueden ser de producción, administrativos, de venta y financieros.

Por último, también se debe realizar un análisis del capital, así como el impacto que tendría utilizar financiación a diferentes tasas de interés variando la relación capital propio-financiamiento.

4. Diseño metodológico

4.1. Estudio de Mercado

En este estudio de mercado, se realizó la descripción del producto con la información relevante para dar a conocer el producto, a la vez que se realizó el perfil del consumidor a partir de una encuesta detallada en línea, utilizando la plataforma Microsoft Forms, detallada en el apéndice A-1, acerca de los hábitos alimenticios, posición socioeconómica, ubicación geográfica, rango de edades, sexo, entre otros parámetros.

La estimación de la población se determinó mediante la ecuación 4.1:

$$Población\ 2022 = P_o(1 + t)^n \quad (4.1)$$

En el cálculo de la población t es la tasa de crecimiento poblacional y n es el número de años en que se hará la estimación.

El número de encuestas se calculó con la ecuación 4.2:

$$n = \frac{NZ_{\alpha}^2pq}{e^2(N + 1) + Z_{\alpha}^2pq} \quad (4.2)$$

En donde N es el tamaño de la muestra, Z es el valor de la tabla de distribución, p es la probabilidad de aceptación, q es la probabilidad de rechazo y e es el error que se comete respecto a la media.

Partiendo del perfil del consumidor, se realizó el análisis de la demanda partiendo de la demanda histórica, pasando por la demanda actual y se predijo la demanda potencial con la ecuación 4.3:

$$DPF = Demanda\ potencial\ local(1 + t)^n \quad (4.3)$$

Se realizó además un análisis de la oferta teniendo en cuenta la oferta local y se proyectó la oferta nacional.

El cálculo de la demanda potencial insatisfecha se realizó con la ecuación 4.4:

$$DPI = Demanda\ futura - Oferta\ futura \quad (4.4)$$

Al final del estudio de mercado se realizó un análisis de precios y comercialización, en el cual se analizó primeramente el precio del producto de la competencia que, aunado con los resultados de la encuesta, permitieron tener un precio del producto a elaborar más razonable y finalmente, se analizó el canal de distribución más adecuado para comercializar el producto.

4.2. Estudio Técnico

Para la extracción de la lecitina se ha optado por utilizar la pulpa de soya que se obtiene como subproducto de la producción de la leche de soya, que tradicionalmente se utiliza para alimentación de ganado, esta es una propuesta para obtener un mayor valor agregado a un subproducto que después de pasar por este proceso puede seguir siendo utilizado como alimento para ganado.

El estudio técnico considera no solo el tamaño de la planta como función de los datos obtenidos en el estudio de mercado si no también la localización de la planta según criterios geográficos y/o por conveniencia, en este caso, es conveniente que la planta se ubique cerca de otra planta que produzca leche de soya para disminuir costos de envío de materia prima.

Se ha contemplado el diseño de los equipos a utilizar para el proceso considerando los principios de funcionamiento y los resultados de los balances de materia y energía realizados tomando en cuenta los datos experimentales planteados al principio del acápite. También es necesario realizar un plano general de la planta, teniendo en consideración la distribución de los equipos en el área de proceso, oficinas para las distintas áreas, laboratorios, bodegas, silos, entre otros espacios vitales para el correcto funcionamiento de la planta.

4.2.1. Extracción del aceite de soya

Antes de iniciar la extracción sólido-líquido, se preparó una muestra de 300g, esta preparación consistió en secar la muestra en un horno de secado convectivo a 70°C hasta alcanzar un nivel de humedad de 2.3% (humedad aceptable en un rango menor o igual a 7%), luego se procedió a tamizar la muestra a fin de utilizar el sólido con un mayor diámetro de partícula de entre 2.36 mm y 500 µm y de esa forma

evitar que las partículas más finas se filtrasen en los dedales a la hora de la extracción.

La metodología empleada para la extracción sólido-líquido fue la propuesta por (Wingard & Shand, 1949) utilizando como solvente hexano adquirido a GTM Caldic. Para replicar este procedimiento, se procesaron los 300 gramos de la muestra ya procesada, los cuales se dividieron en 6 dedales (de 50 gramos cada uno) y se procesaron primero 150 gramos y luego, los restantes 150 gramos. Teniendo esto en cuenta, se inició pesando los dedales, se pesaron 50 gramos de muestra y se pesó un pedazo de algodón para usarlo como tapón, posteriormente se midieron 250 mL de hexano fresco en cada matraz volumétrico ubicado en la manta de calentamiento.

Se procedió a montar el sistema de extracción Soxhlet a como se muestra en la Figura 4.1 y se inició la extracción, luego, se comenzó a medir el tiempo de extracción, que fue de 8 horas, desde el inicio de la operación.



Figura 4.1: Esquema de extracción Soxhlet. Fuente: (Práctica 5: Determinación del Contenido Graso de Leche en Polvo: Extracción Soxhlet, 2004)

Luego de la extracción, se procedió a desmontar el equipo para retirar los matraces volumétricos que contenían la mezcla de aceite + hexano, así como los dedales que contenían el sólido agotado. Una vez realizado esto, se secaron los dedales en un horno de secado convectivo a una temperatura de 70°C, a fin de evaporar el hexano que aún tenían retenido y posteriormente se pesaron, para determinar la cantidad total de aceite.

El aceite y el hexano se separaron en un rotavapor, a una temperatura de 60°C y a una presión de 300 mm Hg, en un balón de 500 mL, el cual luego de separar casi todo el aceite, fue cambiado por uno de 250 mL y el balón anterior fue limpiado con un poco de hexano fresco, para arrastrar la mayor cantidad de aceite que pudiera haber retenido y así concentrar el aceite total, sin rastros de hexano, este aceite se dejó enfriar y posteriormente fue pesado.

4.2.2. Extracción de la lecitina

La extracción de la lecitina a partir del aceite de soya previamente extraído se realizó por medio de la extracción líquido-líquido, para lo cual, se utilizó etanol al 100% puro como solvente para esta operación.

Como paso inicial, se vertió el aceite extraído en un embudo de separación de 200 mL (Figura 4.2) y se adicionaron 40 mL de etanol, se selló el embudo con un tapón y se agitó vigorosamente durante 2 minutos. Posteriormente, se adicionaron 40 mL más en dos partes de 20 mL para tener un mejor contacto del aceite con el solvente.

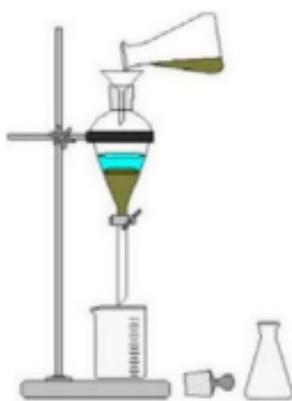


Figura 4.2: Esquema de decantación. Fuente: (UNLP, 2020)

Se dejó reposar por aproximadamente 30 minutos, con el fin de que ambas fases se separaran correctamente, para luego decantar el aceite sin lecitina que se había depositado en el fondo del embudo.

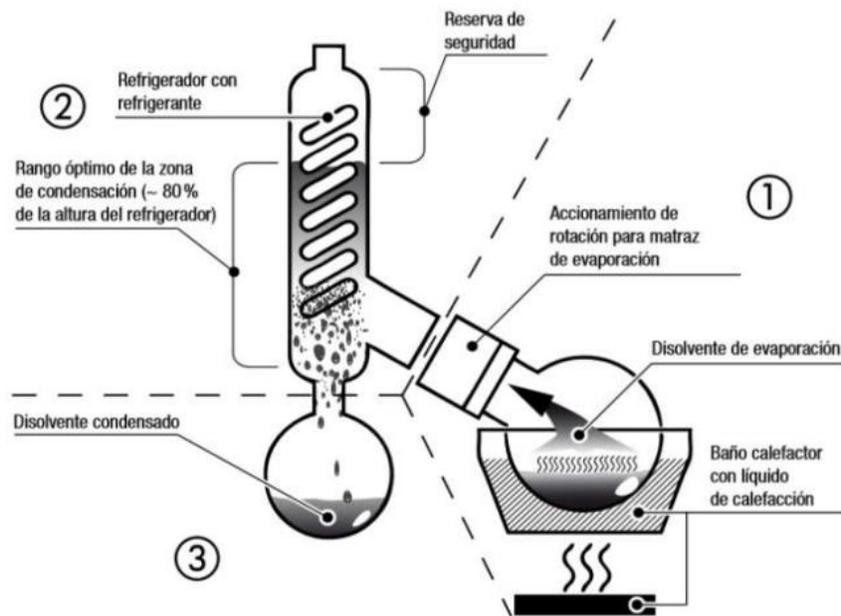


Figura 4.3: Esquema del rotavapor. Fuente: (UNLP, 2020).

Luego de haber separado el aceite, se procedió a destilar la mezcla el Etanol - Lecitina en el rotavapor (Figura 4.3) a una temperatura de 83° C y una presión de 400 mm Hg para finalmente pesar la lecitina extraída.

4.2.3. Evaluación experimental

Para la evaluación experimental de los valores de equilibrio obtenidos en las extracciones anteriores, se tomó como referencia el procedimiento de (McCabe, Smith, & Harriot, 2007), cuyo análisis parte del planteamiento de un balance másico global, con la ecuación (4.5).

$$Y_b + L_a = V_a + L_b \quad (4.5)$$

Adoptando la notación de (McCabe, Smith, & Harriot, 2007), L_a es el solvente de la alimentación, V_a es el valor de la alimentación sólida, L_b es el extracto y Y_b el refinado. Luego, se realizó un balance por componentes, tomando como referencia el soluto, descrito en la ecuación (4.6)

$$L_a x_a + Y_b = V_a y_a + L_b x_b \quad (4.6)$$

Finalmente, se despejó la ecuación anterior en función del soluto y se obtuvo la línea de operación a como se describe en la ecuación (4.7):

$$y_{n+1} = \left(\frac{L_b}{V_{n+1}} \right) x_n + \frac{V_a y_a + L_a x_a}{V_{n+1}} \quad (4.7)$$

Una vez conocidas las relaciones másicas, se determinaron los puntos por los cuales pasa la línea de operación y posteriormente se graficó para determinar la cantidad de etapas requeridas para la extracción sólido-líquido, ya que los requerimientos de solvente y materia prima fueron determinados en los balances másicos. Cabe destacar que el procedimiento de la evaluación experimental se aplicó tanto para la extracción sólida como para la extracción líquida.

4.2.4. Ingeniería del proyecto

Una vez determinados los requerimientos de materias primas de la planta, se determinó la capacidad real de la planta:

$$\text{Capacidad real} = \text{Capacidad de diseño} \times 0.9 \quad (4.8)$$

Capacidad de diseño

$$\text{Capacidad de diseño} = \frac{\text{Capacidad real}}{0.9} \quad (4.9)$$

Capacidad del sistema

$$\text{Capacidad de sistema} = \text{Capacidad calculada} \times 0.95 \quad (4.10)$$

La macro localización de la planta fue realizado mediante el método cualitativo por puntos, (Baca Urbina, 2010), el cual consiste en realizar una lista con factores de relevancia para la ubicación de la planta, los cuales tienen una calificación en función de su importancia, luego se le asignó una escala común, (en este caso de 0 a 10) y se calificó cada sitio potencial con la escala designada, para finalmente sumar la puntuación de cada sitio y se escogió el de máxima puntuación.

Una vez seleccionado el departamento en el cual se ubicará la planta, se procedió con la microlocalización, la cual se determinó teniendo en cuenta la topografía del terreno, clima y cercanía a las líneas de distribución principales.

En lo referente a la distribución y cálculo de áreas de la planta, se empleó el método SPL (Systematic Layout Planning) método que comprende 4 pasos, los cuales fueron, la construcción de una matriz diagonal tomando en cuenta la recepción de

la materia prima, silos y tanques de almacenamiento, bodega de químicos fabricación, almacén de producto terminado, área de control de calidad, oficinas, servicios higiénicos, comedor y parqueo, posteriormente se llenó la matriz con el código de proximidades (Figura C.6), indicado en (Baca Urbina, 2010),(Cap. 3, pág. 98) con base a la necesidad de cercanía entre áreas, luego de tener la matriz SPL, se procedió a realizar un diagrama de hilos a partir del código de proximidad, para luego proponer la distribución de la planta, Finalmente, se realizó la lista de equipos, materia prima y mano de obra que requiere la planta para la producción diaria estimada.

4.3. Estudio Financiero

Una vez conocida la demanda potencial que será determinada en el estudio de mercado, la capacidad de producción y tamaño de la planta se procedió a determinar los costos asociados a la compra del terreno, labores de construcción de la planta, servicios básicos (agua, energía eléctrica, teléfono), maquinaria y equipo de proceso, equipos laboratorio, indumentaria, materia prima e insumo, empaque y embalaje, salarios y prestaciones de los trabajadores, impuestos sobre la renta y otros.

Luego de determinar todos estos costos, es necesario calcular el capital de trabajo, que es la aritmética entre el activo circulante y el pasivo circulante. Desde el punto de vista práctico, está representado por el capital adicional (distinto de la inversión en activo fijo y diferido) con que hay que contar para que empiece a funcionar una empresa.

El cálculo para la depreciación fue utilizando el método SMARC, descrito en (Leland Blank & Anthony Tarquin, 2012), en el cual se calculan los montos de la depreciación anual mediante la relación

$$D_i = d_i B \tag{4.11}$$

En donde d es la tasa de depreciación dada por el gobierno y B es el costo inicial o base no ajustada.

El valor en libros en el año t se determina al restar el monto de depreciación del valor en libros del año anterior.

$$VL_t = VL_{t-1} - D_t \quad (4.12)$$

Para construir el estado de resultados fue necesario determinar el valor presente neto de la inversión, el cual fue determinado con una tabla de pagos de capital e intereses al final de los 5 años que dure el préstamo, el cual está dado por la relación:

$$\text{Pago de fin de año} = \text{Pago a principal} + \text{Intereses}$$

Lo cual se representa mediante la ecuación 4.13

$$F = P(1 + i)^n \quad (4.13)$$

Siendo F el valor futuro a pagar y P el valor presente actual.

Habiendo determinado los costos financieros que corresponden a la viabilidad y rentabilidad para el funcionamiento de la planta se realizó una evaluación económica que partió de un estado de resultados a 5 años, considerando los costos de producción (costo de transformación + costo de la materia prima), costos de administración, ventas y demás factores que merman el flujo neto de efectivo.

Se determinó una TMAR para proceder con el cálculo del valor presente neto (VPN), el cual se determina en función al valor actual neto (VAN), con la siguiente ecuación:

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \dots + \frac{FNE_n + VS}{(1+i)^n} \quad (4.14)$$

Siendo P el valor del flujo neto de efectivo, VS el valor de salvamento e i el valor de la TMAR.

También se calculó la relación costo/beneficio del proyecto, de la siguiente manera:

$$\frac{B}{C} = \frac{VP \text{ de los beneficios}}{VP \text{ de los costos}} = \frac{VF \text{ de los beneficios}}{VF \text{ de los costos}} \quad (4.15)$$

A partir de los resultados, según (Leland Blank & Anthony Tarquin, 2012), la decisión es tomada a partir de los siguientes criterios:

- **Si B/C ≥ 1:** Se determina que el proyecto es económicamente aceptable.

- **Si $B/C < 1$:** El proyecto no es económicamente factible.

Como último paso para la construcción del estado de resultados, se calcula la TIR, la cual se determina mediante la siguiente ecuación:

$$TIR = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] + \frac{VS}{(1+i)^s} \quad (4.16)$$

Si la TIR es mayor que la TMAR, se acepta el proyecto, ya que este será rentable, en caso contrario, se rechaza el proyecto, ya que se encontraría por debajo de la tasa mínima aceptable.

Finalmente, luego de la evaluación económica, se procedió a realizar una nueva evaluación económica con un financiamiento del 50% y posteriormente un análisis de sensibilidad. El análisis de sensibilidad se realizó considerando un aumento en costos de producción, disminución de ingresos y con eventos simultáneos de aumento en los costos de producción y disminución de los ingresos.

5. Presentación y Discusión de Resultados

5.1. Estudio de mercado

Como primer paso en la realización del estudio de mercado, se definió la región del pacífico de Nicaragua como población sujeta a encuestar, sin embargo, se suprimió a la población de menos de 20 años de edad, ya que esta porción de la población, poco o nada podría consumir este producto.

Una vez seleccionada la muestra se estimó la población del año 2022 (Tabla A-1) con la ecuación (4.1) tomando una tasa de crecimiento que según (Datos Macro, 2022) es de 1.66% (actualizada en mayo de 2020) y luego, se determinó la muestra a partir de la ecuación (4.2) cuyo resultado fue de 384 encuestas a realizar, en base a la población actual de 2,215,081 habitantes mayores de 20 años en la región del pacífico, tomando como base los datos proporcionados por (INIDE, 2022).

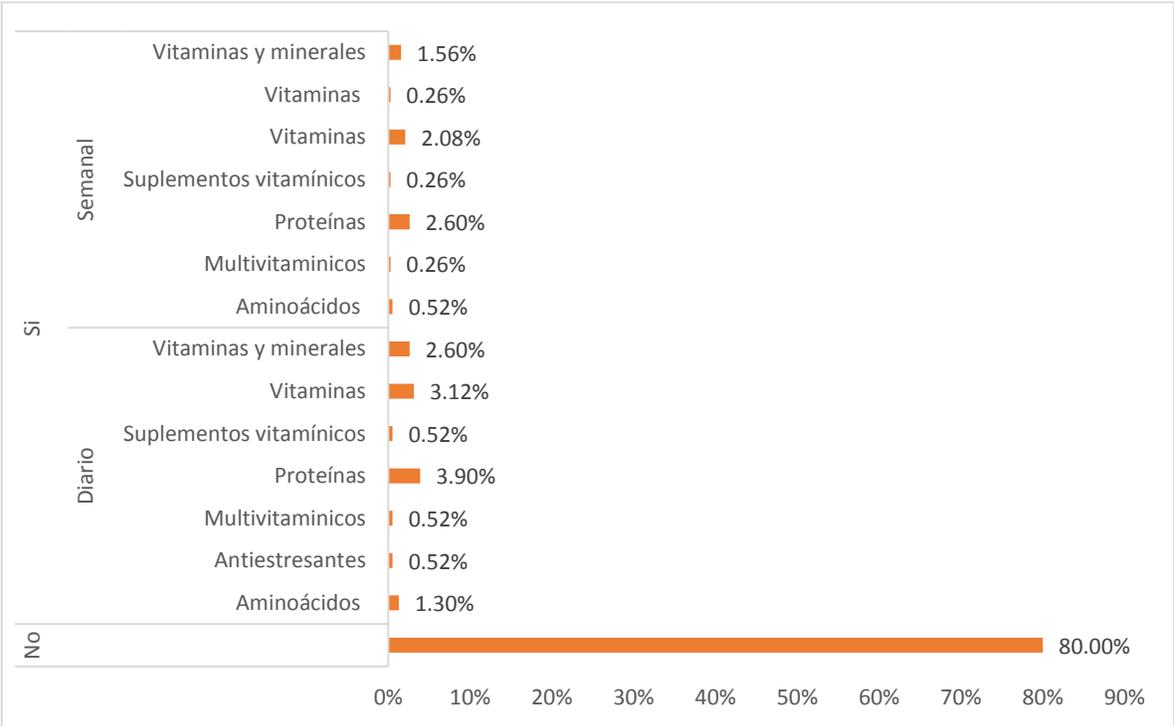


Figura 5.1: Consumo y frecuencia de ingesta de suplementos.

Conforme a los resultados de la encuesta se pudo determinar que el 80% de personas no consumen suplementos y que entre los suplementos que consume el

restante 20% están las vitaminas, minerales, proteínas, aminoácidos, entre otros, adicionalmente, se descubrió que de este 20%, el 63.16% de personas consumían suplementos diariamente, a como se muestra en la Figura 5.1.

El 72.73% de los encuestados no conoce o no ha escuchado acerca de este producto, sin embargo, se determinó que el porcentaje total de la muestra encuestada que conoce y consumiría lecitina es de un 43.33%, sumado al 22.50% que no conoce y consumiría lecitina (Figura 5.2), siendo un 56% el nivel de aceptación de la muestra total. De la población que consumiría lecitina, el 90% estaría dispuesta a pagar entre 300 y 500 córdobas por una caja de 60 unidades de 1.2 g o bien por un frasco de 100 mL.

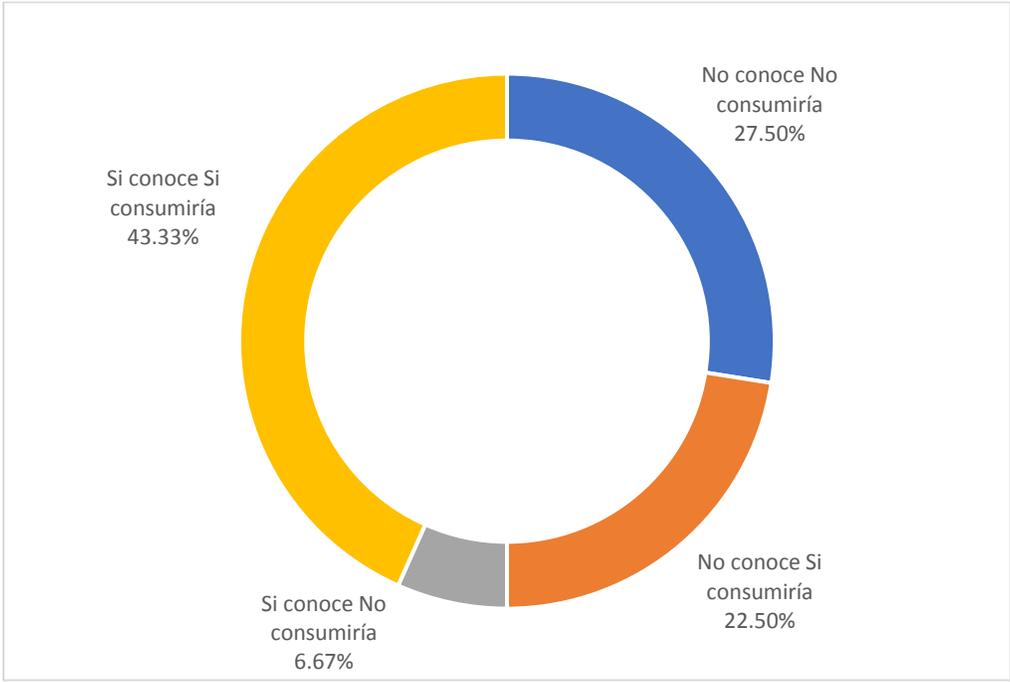


Figura 5.2: Total de personas que conocen y consumirían lecitina.

En lo referente a la demanda histórica de la lecitina no se cuenta con información oficial de la cantidad de producto importado a lo largo del tiempo, únicamente se conoce el rango de precios oscila entre los 300 y 900 córdobas por caja o frasco de 60 cápsulas de 1.2 g, en dependencia de su marca y presentación.

Para realizar el análisis de la demanda actual de la lecitina se utilizaron los resultados de la encuesta y la proyección de la población para el año 2022.

Tomando en cuenta que este es un suplemento que se debe consumir dos veces al día con una dosificación de 1.2 g por cápsula, se determinó la cantidad de consumidores potenciales actuales que es de 1,134,933 personas y el consumo estimado fue de 980,582 kg/año.

La demanda futura se determinó con la ecuación (4.3) y la DPI con la ecuación (4.4), los resultados se muestran en la Tabla A-2 y se muestra en la Figura 5.3

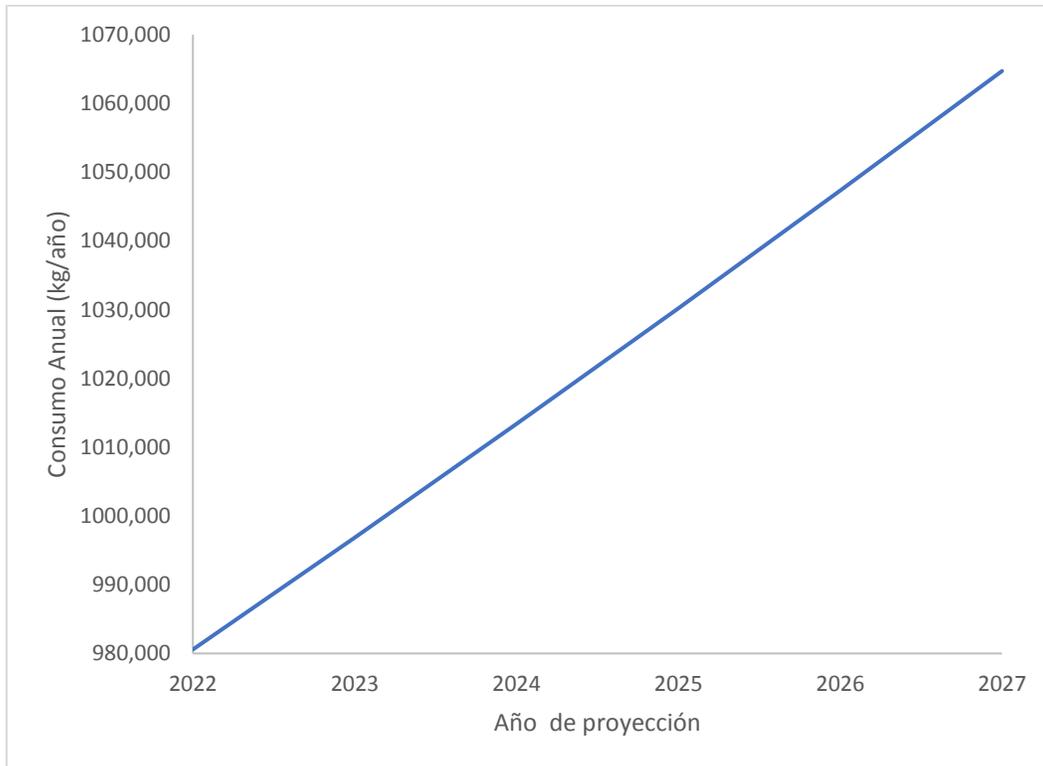


Figura 5.3: Demanda Potencial Insatisfecha proyectada desde el año cero hasta el 2027.

El precio al que se debe vender la lecitina debe oscilar entre los C\$ 450 y C\$ 550 córdobas y se determinó en el estudio financiero, que es un rango de precios intermedio en comparación con la lecitina de diferentes marcas que se consultaron en la (Tabla A-3).

El canal de distribución que se utilizará para la comercialización del producto, debido a la naturaleza de este, será a través de una agencia distribuidora, es decir, un distribuidor tercerizado, ya que estos ofrecen una mayor facilidad con la colocación del producto y acortan la cadena de distribución, este distribuidor puede ser una empresa como la Compañía Distribuidora Nicaragüense (CDN), cadenas de

supermercados como los de la cadena Walmart y la Colonia, además de las cadenas de farmacias como las Farmacias Xolotlán y FarmaValue, entre otros.

5.2. Estudio técnico

Partiendo de los valores obtenidos en las pruebas realizadas, se procedió a elaborar las relaciones másicas para poder realizar los balances correspondientes, siendo la obtención de aceite de 10.25g de aceite por cada 300g de pulpa de soya y un rendimiento del 87.28% en la extracción de lecitina, obteniendo 14.34g por cada 27.38g de aceite. Todo esto, teniendo en cuenta que la materia prima utilizada es un sólido agotado, al que se le puede extraer casi todo el aceite que contiene, que es en muchos casos menor al 50% del porcentaje original, sin embargo, con la extracción de la lecitina se obtiene un mejor resultado, ya que esta está contenida en el aceite, obteniendo así un mejor rendimiento en las extracciones de este componente.

Partiendo de las relaciones ya mencionadas, se procedió a realizar el balance másico para así determinar la composición de cada uno de los flujos de entrada y salida (Tabla B-1 y Tabla B-3), con ayuda de las ecuaciones (4.5) y (4.6) posteriormente, se tabularon los datos (Tabla B-2) para obtener la línea de operación.

A partir de la gráfica Figura 5.4 se determinó que la extracción del aceite se puede realizar en una etapa, en lo referente a las composiciones de las corrientes de entrada y salida (Tabla B-4 y Tabla B-5), en la extracción del aceite.

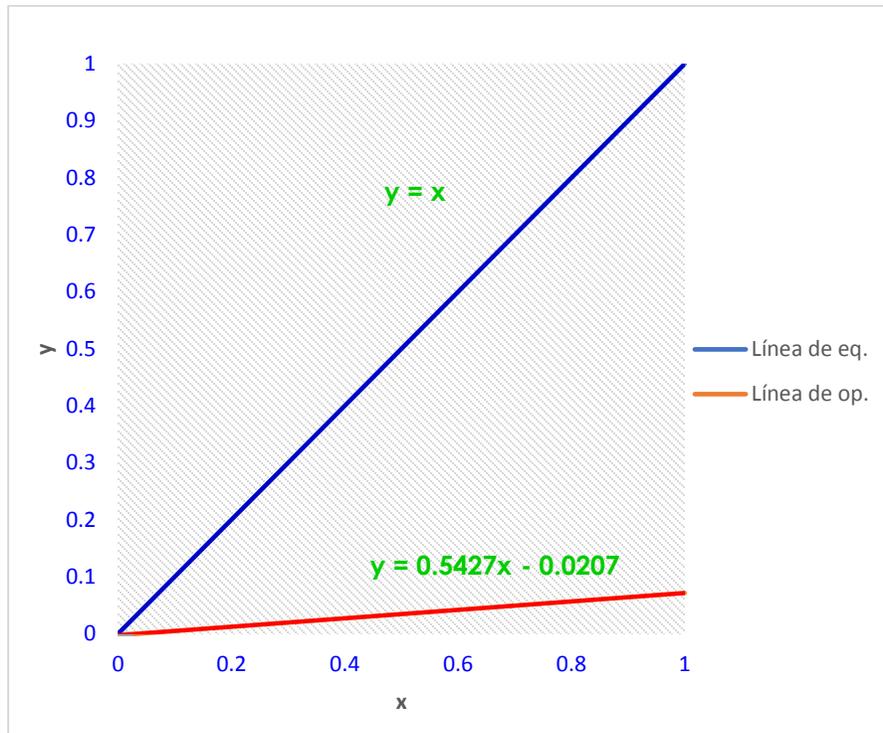


Figura 5.4: Diagrama de equilibrio McCabe-Thiele para extracción sólida.

Se determinaron las composiciones en la extracción de la lecitina, a su vez estos datos (Tabla B-6) se utilizaron para construir la gráfica de equilibrio, la cual se muestra a continuación:

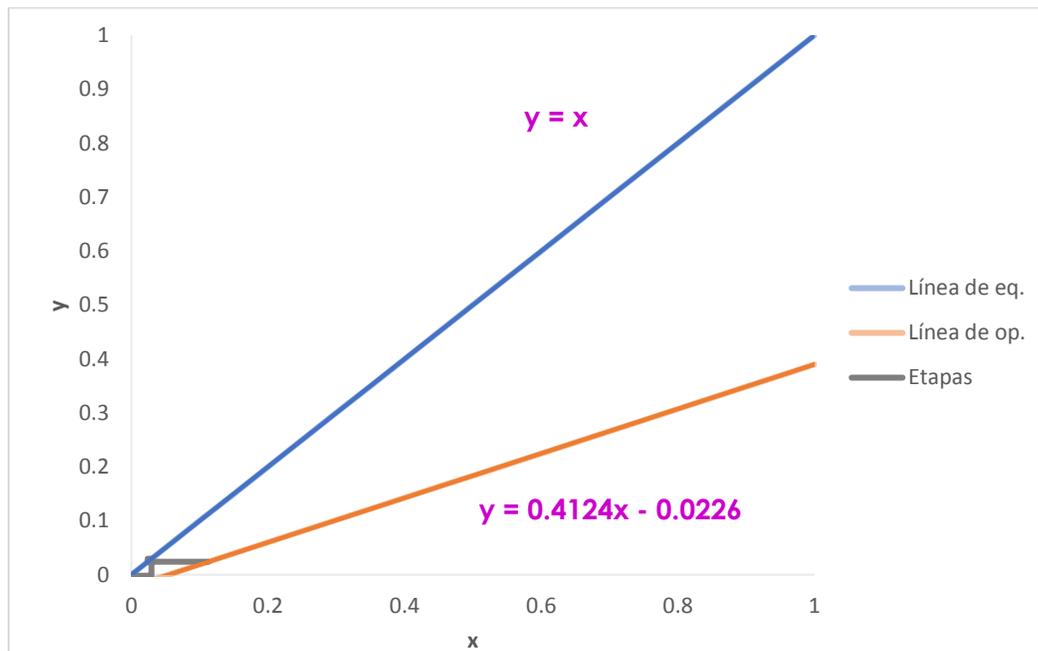


Figura 5.5: Diagrama de equilibrio McCabe-Thiele para extracción de lecitina.

De la gráfica anterior se concluyó que se necesitan 2 etapas, sin embargo, al ser la composición de la segunda etapa muy pobre en soluto, se decidió que el proceso se realizaría en una sola etapa.

Con base en las relaciones másicas obtenidas de los experimentos realizados y a partir de las gráficas de equilibrio, se calcularon nuevas relaciones másicas, con la finalidad de utilizar los datos de la proyección anual (Tabla A-2) para poder determinar las cantidades de solventes a utilizar, así como la cantidad de bagazo de soya a utilizar para cumplir con la demanda diaria de lecitina, que se determinó en el estudio de mercado, así mismo se determinó la capacidad real, de diseño y del sistema, tomando como base, las ecuaciones (4.8), (4.9) y (4.10).

Una vez determinadas las capacidades de la planta, se procedió a realizar la macrolocalización, utilizando el método cualitativo por puntos, análisis mediante el cual se seleccionó la ciudad de Managua por obtener el puntaje mayor en comparación con las otras tres ciudades analizadas (Granada, Masaya y Carazo), la cual obtuvo un porcentaje de 84.55% (Tabla C-1).

Con base en el mapa político (Figura C.1) del departamento de Managua, se determinó que el municipio que tienen más ventajas respecto a los mismos criterios con los que fue seleccionado el departamento, es el municipio de Managua, ya que este conecta con las carreteras principales, indispensables para las operaciones logísticas de distribución y cadena de suministros, así mismo, teniendo en cuenta el mapa de distritos del municipio (Figura C.2), se decidió ubicar la planta en el distrito IV, ya que este está sobre la carretera norte y tiene una gran accesibilidad para el transporte.

Según el mapa climático (Figura C.3) de la ciudad de Managua, la temperatura media anual es de unos 28°C, lo cual es una temperatura aceptable para las condiciones en la planta, sumado a ello, se revisó de igual forma el mapa de relieve (Figura C.4), teniendo una elevación promedio (en el distrito IV) de entre 32 y 47 msnm, además de tener un terreno altamente regular, lo que facilitaría las obras civiles al momento de la construcción de la planta, finalmente se revisó el mapa de

vías principales (Figura C.5) y se constató lo beneficioso que es para la logística de la distribución la ubicación en el distrito IV de la ciudad de Managua.

En lo referente a la distribución de la planta, se partió del método SPL para crear la matriz de correlación, (Figura C.6), en base a esto se realizó un diagrama de hilos (Figura C.7) y un flujograma del proceso (Figura C.9) el cual fue la base para realizar el plano de distribución de la planta (Figura C.10).

Finalmente, se revisaron los equipos requeridos y sus costos (Tabla C-2), determinando así que el proceso sería de tipo continuo, iniciando operaciones con el secado en un secador de tambor rotatorio, que será almacenado en silos y posteriormente transportado en bandas transportadoras y luego alimentados a un extractor tipo Bollman en donde se pondría en contacto con el hexano para extraer el aceite, el cual luego, sería tratado en una columna de extracción líquido líquido de agitación con paletas rotatorias para extraer la lecitina, adicionando etanol, la mezcla lecitina-etanol será destilada en una columna flash para finalmente pasar a envasarse en una envasadora de cápsulas softgel.

Se determinaron también los requerimientos diarios de materia prima para el proceso (Tabla C-3), esto con la finalidad de determinar los requerimientos más básicos del proyecto y empezar a determinar los costos, a como se muestra en el siguiente apartado.

5.3. Estudio financiero

Como primer paso en la elaboración del estudio financiero, se realizó un análisis de costos, partiendo de los costos más básicos, como lo son los costos de materia prima, para lo cual se realizó un consolidado del consumo diario y anual, considerando el sobre consumo y algunas perdidas (Tabla D-1), para luego hacer un consolidado de los costos de las materias primas anuales durante los años del proyecto, considerando el impuesto al valor agregado (Tabla D-2).

A fin de tener un análisis integral de costos, se determinó también el costo de los vehículos necesarios para cubrir operaciones en la planta (Tabla D-6), adicionalmente, se determinó el consumo de combustible de los vehículos requeridos (Tabla D-7), así como el costo del mantenimiento de los equipos necesarios y de los vehículos (Tabla D-8 y Tabla D-9). En base a las capacidades y necesidades de los equipos industriales y de oficina, se determinaron los consumos de energía eléctrica y agua (Tabla D-10 y Tabla D-11). Se determinaron los costos del mobiliario (Tabla D-12), papelería (Tabla D-13), materiales de usos varios (Tabla D-14) y sanitarios (Tabla D-15) así como los costos de constitución legal (Tabla D-16).

Luego de tener los costos de materiales diversos, se procedió a calcular los costos del salario de las áreas que participan en la compañía, como lo son el área de ventas (Tabla D-17), producción (Tabla D-18) y administración (Tabla D-19), costos con los cuales se determinó el costo de producción (Tabla D-20), costos administrativos (Tabla D-21) y costos de ventas (Tabla D-22).

Se determinó en el apartado anterior que la dimensión de la planta debería ser de 1,640 m² y en la Tabla D-23 se detalla por área las dimensiones, sin embargo (Baca Urbina, 2010), detalla que se debe tener un porcentaje de terreno adicional, para futuras ampliaciones, porcentaje que puede ser a criterio de cada estudio, en nuestro caso se decidió dejar un área adicional del 30% del área tota calculada, siendo el costo total de terreno de US\$ 1,066,00.00.

Se procedió una vez que se habían determinado los costos directos e indirectos, a calcular el activo y pasivo circulante, el valor del activo circulante fue de US\$

236,574.35 y el del pasivo circulante de US\$ 94,629.74, por lo que el capital de trabajo es de US\$ 141,944.61. Se decidió que la mejor opción sería con el 50% de financiamiento, sobre el valor de la inversión principal, además se propone que sea el banco Banpro, el cual ofrece una tasa de interés del 18% y se trabajaría para un plazo de 5 años (Tabla H-1).

Para estructurar el estado de resultados base (sin financiamiento), se procedió a construir una tabla en la cual se resumen de manera explícita todos los costos asociados al negocio, ingresos, utilidades, amortización, entre otros elementos que se detallan en la Tabla I-1, luego de esto, se procedió a determinar los indicadores económicos que nos muestran si un proyecto es rentable o no, siendo los resultados del ER sin financiamiento una TIR de 278% y una B/C de 4.57, según lo enunciado en la sección 4.3. el proyecto se acepta si la $TIR > TMAR$ y también si la relación $B/C \geq 1$, que en este caso es mucho mayor.

Luego se procedió a determinar los indicadores con un financiamiento del 50%, a como se muestra en la Tabla I-2, cuya TIR fue de 167% y su B/C de 4.61, de igual forma se acepta el proyecto a como se analizó en el estado de resultados sin financiamiento.

Para concluir el estudio financiero, se procedió a realizar un análisis de sensibilidad, en el cual se variaron el aumento en los costos de producción y disminución en ingresos, manteniendo la financiación del 50% para los 3 escenarios, para el primer caso, aumentando en un 20% los costos de producción (Tabla J-1) se obtuvo una TIR de 289% y una B/C de 3.87, en el segundo caso, disminuyendo en un 20% los ingresos (Tabla J-2), se obtuvo una TIR de 227% y una B/C de 3.68 y en el último escenario se analizaron los eventos simultáneos, siendo estos un 20% del aumento en los costos de producción y un 20% de disminución en los ingresos (Tabla J-3), se obtuvo una TIR de un 200% y una B/C de 3.09. En todos y cada uno de los escenarios planteados en el análisis de sensibilidad la propuesta de negocio sigue siendo rentable, dados los criterios antes enunciados.

6. Conclusiones

Con la presente investigación se logró determinar el potencial mercado de la lecitina, así como también el perfil del consumidor que son personas mayores de 20 años y que consumen suplementos diariamente, demostrando así una gran aceptación del producto. Por otro lado, se encontró que no existen plantas a nivel nacional que lo elaboren este producto, si no que este proviene de países como Costa Rica o Estados Unidos.

Con el estudio técnico, que contempla toda la ingeniería del proyecto, los balances, localización y distribución de la planta, se determinó que la planta producirá 1,608 frascos diarios de 60 cápsulas de 1.2 g cada una, trabajando de forma continua, además mediante el método de análisis por puntos, se realizó la ubicación de la planta, que resultó ser en el distrito IV de Managua, con un tamaño de planta de 1,640 m², en esta ubicación la planta tiene facilidad de acceso a recursos y servicios, además de situarse en una zona estratégica en lo que a distribución se refiere, ya que esta será tercerizada.

El monto de la inversión financiera para el proyecto se calculó en US\$ 1,285,306.72, con un financiamiento del 50% mediante el banco BANPRO, a una tasa de interés del 18% anual, durante 5 años. La rentabilidad obtenida mediante el cálculo del VAN fue de US\$ 7,920,378.52, la TIR de 167% y la B/C de 4.61, indicadores que demuestran que la formulación de este proyecto es sumamente rentable.

7. Recomendaciones

A fin de construir un perfil más enriquecido del consumidor, se sugiere ampliar el estudio de mercado a las zonas del centro y caribe del país, para evaluar la aceptación que tendría este producto en estas zonas que no fueron objeto de estudio de esta investigación.

En el caso de la metodología empleada para la extracción de solventes, se determinó que el hexano al ser un componente muy volátil se evapora muy rápido, ocasionando pérdidas de hasta un 20% del total de hexano suministrado, se recomienda investigar los demás solventes que comparten similitudes con el hexano, pero que no son tan volátiles y que además sean más económicos. En este mismo marco de evaluación de rendimientos, se propone también analizar mezclas de bagazo + frijol de soya nuevo, para evaluar la viabilidad de un proceso de extracción de dos o más etapas, con la finalidad de obtener un mayor rendimiento en la extracción del aceite.

Referente al estudio económico, se propone también recurrir a otras opciones de financiamiento, tales como la capitalización a través de nuevos socios o bien, evaluar el financiamiento de 2 o más entidades bancarias.

8. Bibliografía

- Baca Urbina, G. (2010). *Evaluación de Proyectos* (6ta. ed.). México D. F., México: McGraw-Hill.
- Banquez, J. J., & Ferreira, R. A. (2008). *Estudio de la Influencia de la Temperatura y la Humedad en un Proceso de Extracción de Aceite de Semillas y Vegetales*. Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga.
- Datos Macro. (07 de julio de 2022). *Expansion/Datosmacro.com*. Obtenido de <https://datosmacro.expansion.com/paises/nicaragua>
- Dutta, B. K. (2009). *Principles of Mass Transfer and Separation Processes*. New Delhi, India: PHI Learning: Private Limited.
- Espinoza, R., & Martínez, J. (Enero de 2006). Diagramas de Equilibrio para la Extracción con Solvente de Aceite e Insecticida de Semilla Molida de Nim. *Nexo*, 19(1), 10 - 17.
- Gobley, T. (1846). Recherches chimiques sur le jaune d'œuf (Chemical researches on egg yolk). *Journal de Pharmacie et de Chemie*, 9(3), 81 - 91.
- Google Inc. (12 de agosto de 2023). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/@12.1336301,-86.2639921,11738m/data=!3m1!1e3!5m1!1e1?entry=ttu>
- Gutiérrez, A. J. (2003). *Diseño de Procesos en Ingeniería Química*. Barcelona, España: Reverté S. A.
- INETER. (2021). *INETER*. Obtenido de <https://webserver2.ineter.gob.ni/mapas/Nicaragua/clima/atlas/index.html>
- INIDE. (2022). *Anuario Estadístico 2020*. Managua, Nicaragua. Obtenido de <https://www.inide.gob.ni/Home/Anuarios>
- Kane, R. E. (1992). Separation of Soy Lecithin using Gel Permeation Chromatography. *Journal of Chromatography*, 23(589), 165 - 170.

- Karnofsky, G. (August de 1986). Design of Oilseed Extractors. I. Oil Extraction. *The Journal of the American Oil Chemist Society* , 63(8), 1011 - 1014.
- Karnofsky, G. (August de 1986). Design of Oilseed Extractors. II. Multicomponent Extraction. *The Journal of the American Oil Chemist Society*, 63(8), 1015 - 1016.
- Karnofsky, G. (November de 1987). Design of Oilseed Extractors I. Oil Extraction (Supplement). *The Journal of the American Oil Chemist Society*, 64(11), 1533 - 1637.
- Kuhl, E. D. (2001). *Determinación de las Curvas de Equilibrio en la Lixiviación del Aceite y del Insecticida de la Semilla de Nim*. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Química, Managua.
- Leland Blank, P. E., & Anthony Tarquin, P. E. (2012). *Ingeniería Económica* (7ma ed.). México D. F., México: McGraw-Hill.
- Mapas Owje. (s.f.). *Mapas Owje*. Obtenido de <https://mapas.owje.com/7345/managua.html>
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriot, P. (2007). *Unit Operations of Chemical Engineering* (7th ed.). Singapore: McGraw-Hill.
- Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2008). *Lehninger: Principios de Bioquímica* (5ta ed.). Madison Avenue, New York, United States of America: W. H. Freeman and Company.
- Nutrición, S. A. (2006). *Soja: Propiedades Nutricionales y su Impacto en la Salud* (1ra ed.). Buenos Aires, Argentina.
- Patil, V. V., Galge, R. V., & Thorat, B. N. (10 de august de 2010). Extraction and Purification of Phosphatidylcholine from Soybean Lecithin. *Separation and Purification Technology*(75), 138 - 144.

- Peter, S., Schneider, M., Weidner, E., & Ziegelitz, R. (1987). The Separation of Lecithin and Soya Oil in a Countercurrent Column by Near Critical Fluid Extraction. *Chemical Engineering Technology*, 10, 37 - 42.
- Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D. (1991). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers* (4th ed.). Singapore: McGraw-Hill.
- (2004). *Práctica 5: Determinación del Contenido Graso de Leche en Polvo: Extracción Soxhlet*. Guía de Laboratorio, Ciencias Ambientales. Obtenido de https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/TAQ/curso0405/TAQP5_0405.pdf
- Riaz, M. N. (2006). *Soy Applications in Food*. Boca Raton , Florida, United States of America: CRC Press: Taylon & Francis Group.
- Rizo, M. A., & López, S. G. (2017). *Desarrollo de Productos a partir de de los Residuos Sólidos Generados por la Fabricación de Leche de Soya en la PYME Natugreen*. Trabajo de Diploma, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Química, Managua.
- Sapag Chain, N., Sapag Chain, R., & Sapag Puelma, J. M. (2014). *Preparación y Evaluación de Proyectos* (6ta. ed.). México, D.F., México: McGraw-Hill.
- Seader, J. D., Henley, E. J., & Roper, D. K. (2011). *Separation Process Principles: Chemical and Biochemical Operations* (3rd ed.). New York, United States of America.
- Topographic. (s.f.). *Topographic-map.com*. Obtenido de <https://es-ni.topographic-map.com/map-1prvm2/Departamento-de-Managua/>
- Treybal, R. E. (1951). *Liquid Extraction* (1st ed.). New York, United States of America: McGraw-Hill.
- Treybal, R. E. (1981). *Mass-Transfer Operations* (3rd ed.). New York, United States of America: McGraw-Hill.

- Treybal, R. E. (2008). *Operaciones de Transferencia de Masa* (2da ed. ed.). Ciudad de México, México: McGraw-Hill.
- UNLP. (2020). *Extracción*. Química Orgánica.
- Van Nieuwenhuyzen, W. (june de 1976). Lecithin Production and Properties. *Oil Chemistry Society*, 53, 425 - 427.
- Wankat, P. C. (2012). *Separation Process Engineering Includes Mass Transfer Analysis* (3rd. ed.). Westford, Massachusetts, United States of America: Pearson Education.
- Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia*. Recuperado el 2013 de mayo de 13, de https://es.wikipedia.org/wiki/Distritos_de_Managua
- Wingard, M. R., & Shand, W. C. (August de 1949). The Determination of the Rate of Extraction of Crude Lipids From Oil Seeds With Solvents. *The Journal of the American Oil Chemists' Society*, 422 - 426.
- Wu, Y., & Wang, T. (april de 2003). Soybean lecithin fractionation and functionality. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80(4), 319 -326.
- Yeo, Y. K. (2018). *Chemical Engineering Computation with MATLAB®*. Boca Raton, Florida, United States of America: CRC Press: Taylor & Francis Group.
- Yunda, O. T. (2000). Factores que Influyen en el Rendimiento y Eficiencias para la Extracción de Aceite de Palmiste. *PALMAS*, 21(2), 312 - 320.

9. Apéndice

A. Encuesta y resultados

A.1. Encuesta aplicada

1. Seleccione su departamento:

- Managua
- Carazo
- León
- Masaya
- Chinandega
- Rivas
- Granada

2. Seleccione su género

- Hombre
- Mujer

3. Rango de edades

- 21 – 30
- 31 – 40
- 41 – 50
- 51 – 60
- 61 a más

4. ¿Consumes algún suplemento alimenticio?

- Si
- No

5. ¿Qué tipo de suplemento alimenticio consumes? (Escriba 3 palabras máximo)

6. ¿Con qué frecuencia consumes este producto?

- Diario
- Semanal

7. ¿Por qué lo consumes?

- Salud
- Belleza
- Incremento de rendimiento en tareas físicas y/o mentales

8. Del 1 al 5, ¿con qué facilidad encuentra usted los suplementos alimenticios?

- 1 – Solo por encargo
- 2 – Muy escaso
- 3 – Se consigue en tiendas especializadas
- 4 – Se consigue en cualquier farmacia/tienda de suplementos
- 5 – Se consigue en supermercados, tiendas de conveniencia y en cualquier lugar en general

9. ¿Ha escuchado acerca de la lecitina?

- Si
- No

10. ¿Consumiría lecitina?

- Si
- No

11. ¿Dónde le gustaría adquirirlo?

- Farmacias
- Supermercados
- Tiendas deportivas

12. ¿En qué rango de precio se sentiría más cómodo para adquirir la lecitina de soya?

- 300 – 400
- 401 – 500
- 501 – 600
- 601 – 700
- 701 a más

A.2. Estimación poblacional

Para determinar la cantidad de personas a encuestar, se utilizó el método geométrico para estimación poblacional, descrito en la ecuación (4.1), expresada en el estudio de mercado, el resultado, es el siguiente:

Tabla A-1: Estimación poblacional (2022 - 2027)

Población 2021	2215,081
Población 2022	2251,851
Población 2023	2289,232
Población 2024	2327,233
Población 2025	2365,865
Población 2026	2405,139
Población 2027	2445,064

A.3. Consumo anual de Lecitina

El consumo anual, se determinó en función de las estimaciones poblacionales y del nivel de aceptación, que es del 56%, posterior a ello, se ajustó el 10% como porcentaje de error. El consumo anual de lecitina, o también DPI está dado por la siguiente ecuación:

$$\text{Consumo anual} = (\text{Población} \times 0.072) \times 12 \quad (\text{A.1})$$

En donde 0.072 es la cantidad en kg de lecitina que contiene cada frasco y 12 es la cantidad de meses del año, esto es debido a que cada frasco en teoría rinde para 30 días (1 mes).

Para el consumo diario, se empleó la siguiente ecuación

$$\text{Consumo diario} = [(\text{DPI})_{10\%} \times 0.9 \times 0.95] \times 0.504 \quad (\text{A.2})$$

En donde 0.9 y 0.95 corresponde a las variaciones en las capacidades de diseño y del sistema, mientras que 0.504 es el porcentaje de las personas encuestadas que consumirían lecitina diariamente.

La cantidad de frascos diarios se calculó con la ecuación siguiente:

$$\text{Fracos diarios} = \frac{\text{Consumo diario}}{0.072} \quad (\text{A.317})$$

En donde 0.072, es el peso en kg de cada frasco de Lecitina.

Tabla A-2: Consumo anual de Lecitina

Años a proyectar	Año	Personas	Población real	Consumo Anual (kg/año)	10% DPI	Consumo diario (kg/día)	Frascos diarios	Frascos anuales
0	2022	1261,037	1134,933	980,582	98,058	115.7678	1,608	586,878
1	2023	1281,970	1153,773	996,860	99,686	117.6895	1,635	596,621
2	2024	1303,251	1172,926	1013,408	101,341	119.6432	1,662	606,525
3	2025	1324,885	1192,396	1030,230	103,023	121.6293	1,689	616,593
4	2026	1346,878	1212,190	1047,332	104,733	123.6483	1,717	626,828
5	2027	1369,236	1232,312	1064,718	106,472	125.7009	1,746	637,234

A.4. Marcas y precios de otras marcas de lecitina

Se hizo una revisión de marcas y precios en diferentes farmacias y centros de distribución, obteniendo los resultados que se muestran a continuación:

Tabla A-3: Precios y marcas de lecitinas en el mercado

Marca	Cantidad mg	Cantidad de pastillas/Presentación	Precios	Precio por Unidad	Lugar
Lecitina (Laboratorio El Maná) Costa Rica	1200 mg	100 cápsulas /10 cápsulas cada blíster	C\$ 460.00	C\$ 5.00	Súper Natural Salud y Vida
Mason Natural	1200 mg	100 softgels (perlas)	C\$ 704.60	C\$ 8.00	Centro Naturista Naturaleza
Puritan's Pride	1200 mg (420 mg fosfadilcolina)	101 softgels (perlas)	C\$ 704.60	C\$ 7.00	Centro Naturista Naturaleza
GNC (General Nutrition Center)	1200 mg	100 softgels (perlas)	C\$ 1,850.00	C\$ 19.00	Centro Naturista Naturaleza
Biósfera	1200 mg	60 softgels (perlas)	C\$ 405.00	C\$ 7.00	Biósfera suplementos alimenticios
Swanson	1200 mg	180 softgels (perlas)	C\$ 936.00	C\$ 6.00	Vitaminas y suplementos Nicaragua

B. Balances de las extracciones

B.1. Extracción sólido-líquido

Balances de masa en la entrada y salida del extractor

Tabla B-1: Balance de masa en la entrada

Entrada de sólidos			2,422.1096
	Sólidos inertes	2,173.7297	
	Aceite	248.3800	
Corriente de solvente			9,688.4354
	Hexano	9,688.4354	

Tabla B-2: Datos de equilibrio del sistema sólido-líquido

x_n	Línea de eq.	Línea de op.
0.0500	0.0500	0.0009
0.1000	0.1000	0.0046
0.1500	0.1500	0.0083
0.2000	0.2000	0.0120
0.2500	0.2500	0.0157
0.3000	0.3000	0.0194
0.3500	0.3500	0.0231
0.4000	0.4000	0.0268
0.4500	0.4500	0.0305
0.5000	0.5000	0.0342
0.5500	0.5500	0.0379
0.6000	0.6000	0.0416
0.6500	0.6500	0.0453
0.7000	0.7000	0.0490
0.7500	0.7500	0.0527
0.8000	0.8000	0.0564
0.8500	0.8500	0.0601
0.9000	0.9000	0.0638
0.9500	0.9500	0.0675
1.0000	1.0000	0.0712

Tabla B-3: Balance de masa en la salida

Refinado total			2,774.7040
	Sólidos inertes	2,173.7297	
	Aceite	27.3218	
	Hexano	573.6526	
Extracto total			9,335.8410
	Hexano	9,114.7828	
	Aceite	221.0582	

B.2. Extracción líquido-líquido

Balances de masa en la entrada y salida del extractor

Tabla B-4: Balance de masa en la entrada.

Entrada de aceite			221.058196
	Aceite	221.058196	
	Lecitina	123.79259	
Corriente de solvente			663.174587
	Etanol	663.174587	

Tabla B-5: Balances de masa en la salida.

Refinado total			258.173528
	Aceite	97.2656061	
	Lecitina	8.0244125	
	Etanol	152.8835	
Extracto total			626.059254
	Lecitina	115.768177	
	Etanol	510.291077	

Tabla B-6: Datos de equilibrio del sistema líquido-líquido.

x_n	Línea de eq.	Línea de op.
0.1	0.1	0.018664585
0.15	0.15	0.039283523
0.2	0.2	0.05990246
0.25	0.25	0.080521397
0.3	0.3	0.101140334
0.35	0.35	0.121759271
0.4	0.4	0.142378208
0.45	0.45	0.162997146
0.5	0.5	0.183616083
0.55	0.55	0.20423502
0.6	0.6	0.224853957
0.65	0.65	0.245472894
0.7	0.7	0.266091832
0.75	0.75	0.286710769
0.8	0.8	0.307329706
0.85	0.85	0.327948643
0.9	0.9	0.34856758
0.95	0.95	0.369186517
1	1	0.389805455



Figura C.2: Mapa de distritos de Managua. Fuente: (Wikipedia, s.f.)

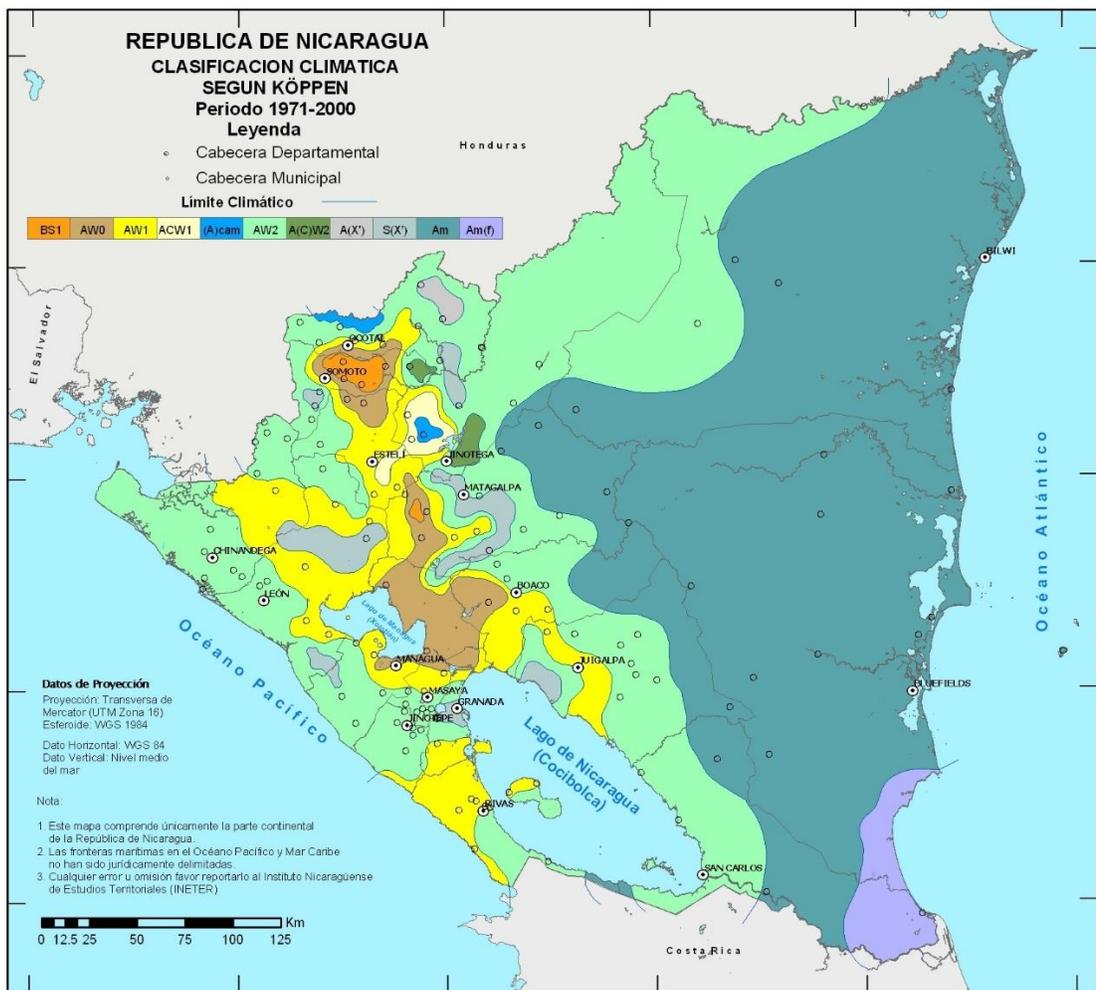


Figura C.3: Mapa climático de Nicaragua. Fuente: (INETER, 2021)

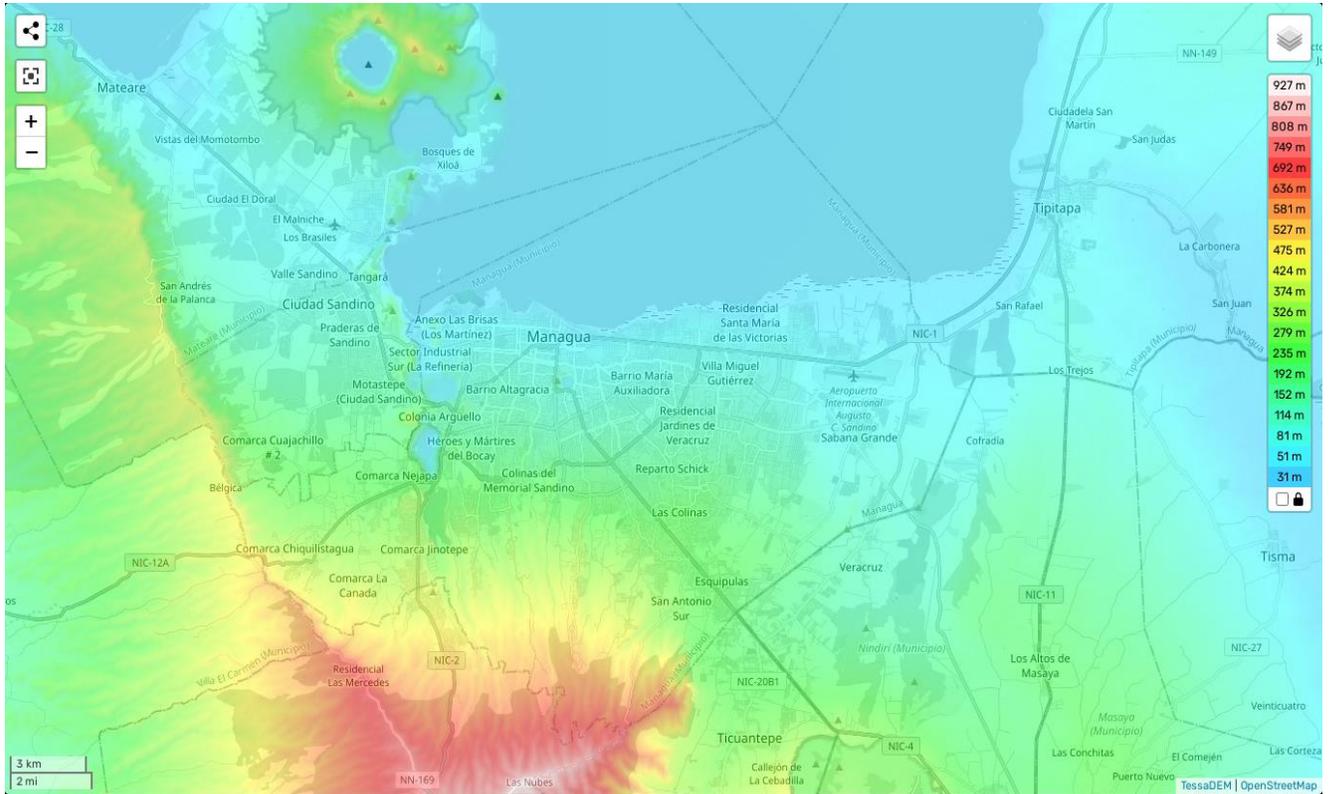


Figura C.4: Mapa topográfico de la ciudad de Managua. Fuente: (Topographic, s.f.)

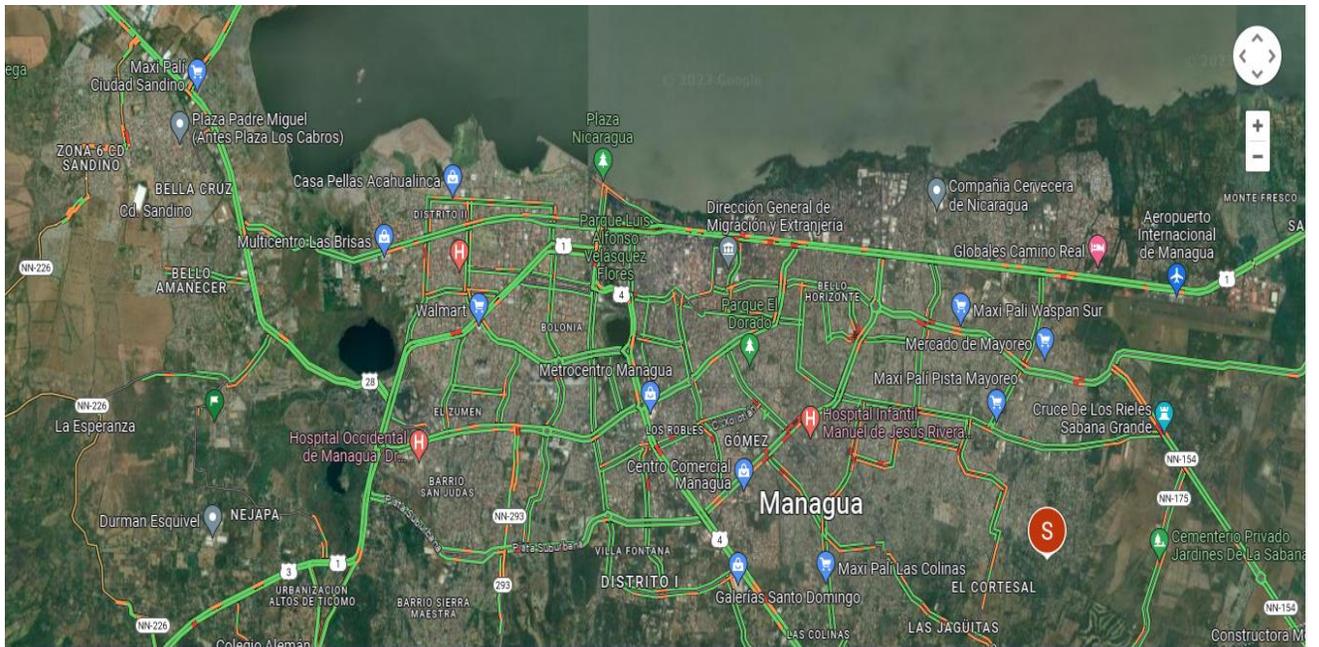


Figura C.5: Mapa de vías principales de Managua. Fuente: (Google Inc., 2023)

Letra	Orden de proximidad	Valor en líneas
A	<u>A</u> bsolutamente necesaria	=====
E	<u>E</u> specialmente importante	===== ===== =====
I	<u>I</u> mportante	===== =====
O	<u>O</u> rdinaria o normal	=====
U	<u>U</u> nimportant (sin importancia)	=====
X	<u>X</u> ndeseable	=====
XX	<u>XX</u> uy indeseable	=====

Figura C.8: Simbología del diagrama de hilos.

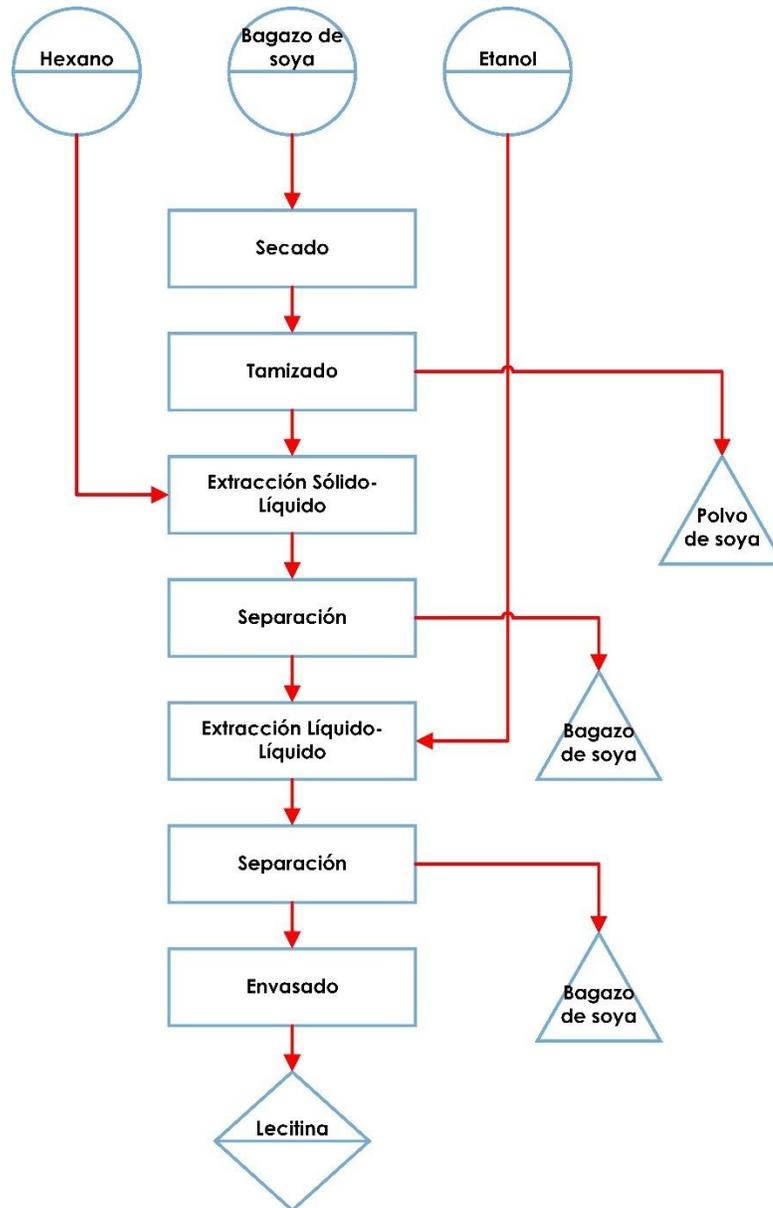


Figura C.9: Diagrama de flujo del proceso.

C.2. Requerimientos del proyecto

Tabla C-2: Equipos requeridos y costos totales.

Equipo	Capacidad requerida	Capacidad instalada	Sobre dimensionamiento	Equipos requeridos	UMB	Precio Individual	Precio total
Silo para granos	7,266.3265	9,000.0000	24%	2	Kg	\$ 2,177.02	\$ 4,354.04
Tanque de Hexano	44,407.9188	50,000.0000	13%	1	Kg	\$ 3,518.00	\$ 3,518.00
Tanque de Etanol	4,131.5734	5,000.0000	21%	1	Kg	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
Tanques CIP	5,000.0000	10,000.0000	100%	1	Kg	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
Extractor Sólido-Líquido	12,110.5450	18,000.0000	49%	2	Kg/día	\$ 12,000.00	\$ 24,000.00
Extractor Líquido-Líquido	722.1971	1,000.0000	38%	1	L/día	\$ 78,000.00	\$ 78,000.00
Secador de tambor rotatorio	2,422.1088	7,200.0000	197%	1	Kg/día	\$ 5,000.0000	\$ 5,000.00
Envasadora	1,608	2,000.0000	24%	1	Frascos/día	\$ 30,000.00	\$ 30,000.00
Total						\$ 135,695.02	\$ 149,872.04

Tabla C-3: Materia prima requerida por día.

Materia Prima	Cantidad requerida	Cantidad suministrada	Sobre consumo	UMB	Costo por UMB	Costo total + IVA
Bagazo de soya	2,422.11	2,500.00	3%	kg	\$ 0.27	\$ 787.67
Hexano	9,688.44	10,000.00	3%	kg	\$ 2.05	\$ 23,575.00
Etanol	663.17	700.00	5%	kg	\$ 1.37	\$ 1,102.74
NaOH al 50%	100.00	100.00	0%	kg	\$ 0.64	\$ 73.60
Frascos y material de empaque	1,608	1,700.00	5%	UN	\$ 0.27	\$ 535.62
Soft Gel	96,473.17	100,000.00	4%	UN	\$ 0.01	\$ 776.25
Total					\$ 4.61	\$ 26,850.88

D. Costos asociados al proyecto

D.1. Materia prima y equipos

En este apéndice se detallan todos los costos asociados al proyecto, en cuyos casos, la merma de sobreconsumo y/o pérdidas ya fueron consideradas.

Tabla D-1: Consumo de materias primas anuales.

MP (UMB/año)	0	1	2	3	4	5
Bagazo de soya (kg/año)	0.00	912,500.00	927,647.50	943,046.45	958,701.02	974,615.46
Hexano (kg/año)	0.00	218,400.00	222,025.44	225,711.06	229,457.87	233,266.87
Etanol (kg/año)	0.00	61,152.00	62,167.12	63,199.10	64,248.20	65,314.72
NaOH [50%] (kg/año)	0.00	36,500.00	37,105.90	37,721.86	38,348.04	38,984.62
Material de empaque (un/año)	0.00	620,500	630,800	641,272	651,917	662,739
Soft gel (kg/año)	0.00	36500,000.00	37105,900.00	37721,857.94	38348,040.78	38984,618.26

Tabla D-2: Costo de las materias primas anuales.

Materia prima (US\$/año)	0	1	2	3	4	5
Bagazo de soya (kg/año)	\$0.00	\$287,500.00	\$292,272.50	\$297,124.22	\$302,056.49	\$307,070.62
Hexano (kg/año)	\$0.00	\$514,878.00	\$523,424.97	\$532,113.83	\$540,946.92	\$549,926.64
Etanol (kg/año)	\$0.00	\$96,335.34	\$97,934.51	\$99,560.22	\$101,212.92	\$102,893.06
NaOH [50%] (kg/año)	\$0.00	\$26,864.00	\$27,309.94	\$27,763.29	\$28,224.16	\$28,692.68
Material de empaque (un/año)	\$0.00	\$195,500.00	\$198,745.30	\$202,044.47	\$205,398.41	\$208,808.02
Soft gel (kg/año)	\$0.00	\$283,331.25	\$288,034.55	\$292,815.92	\$297,676.67	\$302,618.10
Total	\$0.00	\$1404,408.59	\$1427,721.78	\$1451,421.96	\$1475,515.56	\$1500,009.12

Tabla D-3: Costos de equipos para la planta de producción.

Equipos Industriales	Capacidad	Cantidad requerida	Costo/Unidad (US\$)	Costo/Total (US\$)
Silo para granos	9,000.00	2	\$2,177.02	\$4,354.04
Tanque de hexano	50,000.00	1	\$3,518.00	\$3,518.00
Tanque de etanol	5,000.00	1	\$2,000.00	\$2,000.00
Tanques CIP	10,000.00	1	\$3,000.00	\$3,000.00
Extractor Sólido-Líquido	18,000.00	2	\$12,000.00	\$24,000.00
Extractor Líquido-Líquido	1,000.00	1	\$78,000.00	\$78,000.00

Secador de tambor rotatorio	7,200.00	1	\$5,000.00	\$5,000.00
Envasadora	2,000.00	1	\$30,000.00	\$30,000.00
Total		10	\$135,695.02	\$149,872.04

Tabla D-4: Costos de equipo para laboratorio de control de calidad.

Equipos de laboratorio de control de calidad	Cantidad	Costo/Unidad (US\$)	Costo/Total (US\$)
Espectrofotómetro	1	\$1,900.00	\$1,900.00
Detector de contaminación (KlennCheck)	1	\$640.00	\$640.00
Balanza analítica	2	\$820.00	\$1,640.00
pH-metro	2	\$580.00	\$1,160.00
Viscosímetro	2	\$975.00	\$1,950.00
Microscopio	2	\$785.00	\$1,570.00
Filtro Kleenoil	2	\$310.00	\$620.00
Densímetro	2	\$475.00	\$950.00
Campana de extracción de gases	1	\$1,200.00	\$1,200.00
Total	15	\$7,685.00	\$11,630.00

Tabla D-5: Costos de cristalería para laboratorio de control de calidad.

Instrumentos y cristalería de laboratorio de control de calidad	Cantidad	Costo/Unidad (US\$)	Costo/Total (US\$)
Beaker (50 ml)	3	\$6.75	\$20.25
Beaker (100 ml)	2	\$8.95	\$17.90
Beaker (250 ml)	2	\$12.50	\$25.00
Beaker (500 ml)	2	\$22.25	\$44.50
Matraz Erlenmeyer (50 ml)	3	\$6.30	\$18.90
Matraz Erlenmeyer (100 ml)	2	\$9.25	\$18.50
Matraz Erlenmeyer (250 ml)	2	\$14.75	\$29.50
Matraz Erlenmeyer (500 ml)	2	\$18.95	\$37.90
Espátulas	3	\$3.95	\$11.85
Batas	3	\$13.65	\$40.95
Gafas protectoras	3	\$5.20	\$15.60
Bureta (10 ml) graduada de 0.05 ml	2	\$13.95	\$27.90
Bureta (50 ml) graduada de 0.1 ml	3	\$10.50	\$31.50
Navecillas de vidrio	4	\$14.65	\$58.60
Goteros	4	\$1.95	\$7.80
Pipeta (10 ml) graduada de 0.1 ml	2	\$11.35	\$22.70
Kit de Micropipetas graduadas (100, 200, 500 y 1000)ul	1	\$350.75	\$350.75
Probeta (50 ml)	3	\$8.90	\$26.70
Probeta (100 ml)	2	\$11.45	\$22.90
Soporte universal	2	\$8.30	\$16.60

Tubos de ensayo	8	\$2.00	\$16.00
Piseta (500 ml)	3	\$6.25	\$18.75
Termómetros de Galisntano	2	\$40.00	\$80.00
Máscara con filtro de carbón activado	2	\$275.80	\$551.60
Total	65	\$878.35	\$1,512.65

D.2. Costos de vehículos y mantenimiento automotriz e industrial

Tabla D-6: Costo de vehículos.

Vehículos	Cantidad	Costo por unidad (US\$)	Costo de Total (US\$)
Camioneta Toyota Hilux GR-S-II	2	\$28,880.00	\$57,760.00
Montacargas	3	\$17,750.00	\$53,250.00
Camión Volquete International HV60G 6x4	2	\$144,000.00	\$288,000.00
Camión Freightliner M11-09	1	\$98,625.00	\$98,625.00
Camión distribuidor HINO Dutro 4 ton	3	\$23,700.00	\$71,100.00
Total	11	\$312,955.00	\$568,735.00

Tabla D-7: Consumo estimado de combustible de los vehículos.

Vehículos	Consumo (Km/gal) Aprox.	Recorrido Prom. Km/día	Costo de combustible (US\$/Gal)	Costos por día (US\$)	Costos Anual (US\$)
Camioneta Toyota Hilux GR-S-II	35.00	45.00	\$5.08	\$6.54	\$2,386.17
Montacargas	3.50	9.00	\$5.08	\$13.07	\$4,772.35
Camión Volquete International HV60G 6x4	15.00	40.00	\$4.46	\$11.88	\$4,336.74
Camión Freightliner M11-09	12.00	75.00	\$4.46	\$27.85	\$10,164.23
Camión distribuidor HINO Dutro 4 ton	30.00	30.00	\$4.46	\$4.46	\$1,626.28
Total				\$63.80	\$23,285.77

Tabla D-8: Mantenimiento de los equipos industriales.

Equipos Industriales	Costo de Adquisición (US\$)	Costo anual de Mantenimiento (US\$)
Silo para granos	\$4,354.04	\$174.16
Tanque de hexano	\$3,518.00	\$140.72
Tanque de etanol	\$2,000.00	\$80.00
Tanques CIP	\$3,000.00	\$120.00
Extractor Sólido-Líquido	\$24,000.00	\$960.00
Extractor Líquido-Líquido	\$78,000.00	\$3,120.00

Secador de tambor rotatorio	\$5,000.00	\$200.00
Envasadora	\$30,000.00	\$1,200.00
Total	\$149,872.04	\$5,994.88

Tabla D-9: Costos de mantenimiento automotriz.

Vehículos	Costo de Adquisición (US\$)	Costo anual de Mantenimiento (US\$)
Camioneta Toyota Hilux GR-S-II	\$57,760.00	\$2,310.40
Montacargas	\$53,250.00	\$2,130.00
Camión Volquete International HV60G 6x4	\$288,000.00	\$11,520.00
Camión Freightliner M11-09	\$98,625.00	\$3,945.00
Camión distribuidor HINO Dutro 4 ton	\$71,100.00	\$2,844.00
Total	\$568,735.00	\$22,749.40

D.3. Costos de agua y luz

Tabla D-10: Consumo y costos de energía eléctrica.

Equipos	Cantidad	Potencia consumida Kw/h	Uso horas/día	Eficiencia	Consumo Kw/día	Consumo Kw/ año	Costo Kw/h (US\$)	Costo Anual (US\$)
Tanques CIP	1	7.50	8.00	0.90	54.00	19,710.00	\$ 0.18	\$ 3,567.51
Extractor Sólido-Líquido	2	3.00	24.00	0.90	129.60	47,304.00	\$ 0.18	\$ 8,562.02
Extractor Líquido-Líquido	1	2.70	24.00	0.90	58.32	21,286.80	\$ 0.18	\$ 3,852.91
Secador de tambor rotatorio	1	3.80	24.00	0.95	86.64	31,623.60	\$ 0.18	\$ 5,723.87
Envasadora	1	2.30	24.00	0.95	52.44	19,140.60	\$ 0.18	\$ 3,464.45
Computadoras	12	0.30	24.00	0.90	77.76	28,382.40	\$ 0.18	\$ 5,137.21
Aire acondicionado	8	0.70	24.00	0.95	127.68	46,603.20	\$ 0.18	\$ 8,435.18
Impresora multifuncional	6	0.45	24.00	0.95	61.56	22,469.40	\$ 0.18	\$ 4,066.96
Lámparas LED	25	0.02	8.00	0.90	4.14	1,511.10	\$ 0.18	\$ 273.51
Modem ADSL	2	0.09	24.00	0.90	3.67	1,340.28	\$ 0.18	\$ 242.59
Teléfono	7	0.04	24.00	0.90	5.29	1,931.58	\$ 0.18	\$ 349.62
Total						241,302.96	\$ 1.99	\$ 43,675.84

Tabla D-11: Consumo y costos de agua potable.

Área de requerimiento de agua	Consumo m3/día	Costo m3 (\$)	Costo m3/día (\$)	Costo m3/año (\$)
Recepción de Materia Prima	0.75	\$ 1.25	\$ 0.94	\$ 342.19
Almacén de Materia Prima	0.50	\$ 1.25	\$ 0.63	\$ 228.13
Silos y tanques de almacenamiento	2.10	\$ 1.25	\$ 2.63	\$ 958.13
Bodega de Químicos	0.04	\$ 1.25	\$ 0.05	\$ 18.25
Fabricación y lavado de equipos	2.10	\$ 1.25	\$ 2.63	\$ 958.13
Laboratorio de Control de Calidad	0.06	\$ 1.25	\$ 0.08	\$ 27.38
Almacén de Producto Terminado	0.20	\$ 1.25	\$ 0.25	\$ 91.25
Oficinas	0.06	\$ 1.25	\$ 0.08	\$ 27.38
Sanitarios y Vestidores	0.35	\$ 1.25	\$ 0.44	\$ 159.69
Comedor y Cocina	0.20	\$ 1.25	\$ 0.25	\$ 91.25
Parqueo	0.08	\$ 1.25	\$ 0.10	\$ 36.50
Total				\$ 2,938.25

D.4. Costos de mobiliario, oficina y varios

Tabla D-12: Costos de equipos de oficina.

Equipos de oficina	Cantidad	Costo/Unidad (US\$)	Costo Total (US\$)
Escritorios	10	\$ 162.20	\$ 1,622.00
Sillas	15	\$ 55.00	\$ 825.00
Teléfono	7	\$ 25.50	\$ 178.50
Impresora multifuncional	6	\$ 138.00	\$ 828.00
Computadoras	12	\$ 493.55	\$ 5,922.60
Extintores	10	\$ 57.95	\$ 579.50
Sillas de espera	15	\$ 15.65	\$ 234.75
Archivadores	8	\$ 351.30	\$ 2,810.40
Papeleras	15	\$ 3.00	\$ 45.00
Aire acondicionado	8	\$ 355.25	\$ 2,842.00
Modem ADSL	2	\$ 50.90	\$ 101.80
Lámparas LED (alumbrado)	25	\$ 28.99	\$ 724.75
Total			\$ 16,714.30

Tabla D-13: Costo de materiales de oficina.

Materiales de oficina	Cantidad	Costo/Unidad (US\$)	Costo Total (US\$)
Resma de papel	24	\$ 9.02	\$ 216.48
Engrapadora	8	\$ 7.00	\$ 56.00
Sacagrapas	6	\$ 0.45	\$ 2.70
Calendario	10	\$ 1.85	\$ 18.50
Sello	10	\$ 5.68	\$ 56.80
Almohadilla	10	\$ 3.89	\$ 38.90
Lapicero	20	\$ 0.75	\$ 15.00
Lápiz mecánico	20	\$ 0.55	\$ 11.00
Caja de minas	12	\$ 1.97	\$ 23.64
Carpetas (caja de 100)	3	\$ 7.53	\$ 22.59
Libretas	12	\$ 0.72	\$ 8.64
Cinta para impresoras	13	\$ 0.70	\$ 9.10
Tinta para sellos	5	\$ 1.23	\$ 6.15
Borrador (paquete de 6 und)	4	\$ 1.29	\$ 5.16
Perforadoras	6	\$ 4.89	\$ 29.34
Calculadora	8	\$ 3.24	\$ 25.92
Binder clips (caja)	5	\$ 0.84	\$ 4.20
Total			\$ 550.12

Tabla D-14: Costo de materiales varios.

Otros materiales	Consumo anual	Costo/Unidad (US\$)	Costo Total (US\$)
Caja de guantes de nitrilo	12	\$ 17.50	\$ 210.00
Caja de mascarillas	24	\$ 3.25	\$ 78.00
Botas de hule (par)	10	\$ 35.75	\$ 357.50
Tapones auriculares	25	\$ 10.25	\$ 256.25
Papel higiénico	52	\$ 0.45	\$ 23.40
Jabón de manos (Gal)	8	\$ 9.20	\$ 73.60
Equipos de limpieza (Kit)	6	\$ 18.50	\$ 111.00
Desinfectante (Gal)	10	\$ 8.45	\$ 84.50
Agua destilada (Gal)	25	\$ 25.00	\$ 625.00
Cloro (Gal)	10	\$ 9.65	\$ 96.50
Total			\$ 1,915.75

Tabla D-15: Costos de sanitarios.

Sanitarios	Cantidad	Costo/Unidad (US\$)	Costo Total (US\$)
Inodoros	10	\$ 115.75	\$ 1,157.50
Lavamanos	8	\$ 65.17	\$ 521.36
Urinarios	5	\$ 126.30	\$ 631.50
Espejos	4	\$ 56.15	\$ 224.60
Dispensadores	8	\$ 19.05	\$ 152.40
Total	35	\$ 382.42	\$ 2,687.36

Tabla D-16: Costos de formación legal.

Concepto	Monto C\$	Monto (\$)
Escritura de Constitución de Sociedad	C\$ 1,192.51	\$ 32.57
Registro Mercantil	C\$ 4,145.48	\$ 113.23
Inscripción de Sustitución	C\$11,100.00	\$ 303.20
Solicitud de Comerciante	C\$ 201.65	\$ 5.51
Sellado de Libros Constantes	C\$ 201.65	\$ 5.51
Inscripción de Poder	C\$ 201.65	\$ 5.51
Dirección General de Ingresos (DGI)	C\$ 41.07	\$ 1.12
Fotocopias de Requisitos para RUC	C\$ 25.90	\$ 0.71
Timbres Fiscales Gestor	C\$ 41.44	\$ 1.13
Alcaldía de Managua	C\$ 3,345.54	\$ 91.38
Formato de Solicitud	C\$ 5.18	\$ 0.14
Matrícula	C\$11,100.00	\$ 303.20
Constancia (1% de Matrícula)}	C\$ 185.00	\$ 5.05
Permiso Sanitario	C\$ 879.86	\$ 24.03
Registro Sanitario	C\$ 476.93	\$ 13.03
Inscripción Sanitaria	C\$ 476.93	\$ 13.03
Desarrollo de Redes de Sociales	C\$ 1,096.50	\$ 29.95
Propiedad Intelectual	C\$ 526.14	\$ 14.37
Total	C\$35,243.43	\$ 962.67

D.5. Costos de salarios a colaboradores

Tabla D-17: Salarios del área de ventas.

Cargo	Ni de plazas	Salario mensual bruto (\$)	INSS Patronal 21.50% (\$)	INATEC 2% (\$)	Salario Total Mensual (\$)	13° Mes (\$)	Salario Anual (\$)
Jefe de ventas	1	\$ 1,500.00	\$ 322.50	\$ 30.00	\$ 1,852.50	\$ 1,500.00	\$ 23,730.00
Asistente de ventas	3	\$ 280.00	\$ 60.20	\$ 5.60	\$ 345.80	\$ 280.00	\$ 13,288.80
Distribuidores y vendedores	3	\$ 270.00	\$ 58.05	\$ 5.40	\$ 333.45	\$ 270.00	\$ 12,814.20
Total							\$ 49,833.00

Tabla D-18: Salarios del área de producción.

Cargo	N° de plazas	Salario mensual bruto (\$)	INSS Patronal 21.50% (\$)	INATEC 2% (\$)	Salario Total Mensual (\$)	13° Mes (\$)	Salario Anual (\$)
Gerente de producción	1	\$ 2,000.00	\$ 430.00	\$ 40.00	\$ 2,470.00	\$ 2,000.00	\$ 31,640.00
Técnicos electromecánicos (Mtto)	3	\$ 260.00	\$ 55.90	\$ 5.20	\$ 321.10	\$ 260.00	\$ 12,339.60
Auxiliares de producción	8	\$ 150.00	\$ 32.25	\$ 3.00	\$ 185.25	\$ 150.00	\$ 18,984.00
Operarios	4	\$ 250.00	\$ 53.75	\$ 5.00	\$ 308.75	\$ 250.00	\$ 15,820.00
Supervisor de producción	1	\$ 340.00	\$ 73.10	\$ 6.80	\$ 419.90	\$ 340.00	\$ 5,378.80
Responsable de control de calidad	1	\$ 315.00	\$ 67.73	\$ 6.30	\$ 389.03	\$ 315.00	\$ 4,983.30
Asistente de control de calidad	1	\$ 245.00	\$ 52.68	\$ 4.90	\$ 302.58	\$ 245.00	\$ 3,875.90
Coordinador de higiene y seguridad	1	\$ 320.00	\$ 68.80	\$ 6.40	\$ 395.20	\$ 320.00	\$ 5,062.40
Total							\$ 98,084.00

Tabla D-19: Salarios del área administrativa.

Cargo	N° de plazas	Salario mensual bruto (\$)	INSS Patronal 21.50% (\$)	INATEC 2% (\$)	Salario Total Mensual (\$)	13° Mes (\$)	Salario Anual (\$)
Gerente general	1	\$ 4,000.00	\$ 860.00	\$ 80.00	\$ 4,940.00	\$ 4,000.00	\$ 63,280.00
Secretaria de gerencia	1	\$ 225.00	\$ 48.38	\$ 4.50	\$ 277.88	\$ 225.00	\$ 3,559.50
Gerente de ventas	1	\$ 2,000.00	\$ 430.00	\$ 40.00	\$ 2,470.00	\$ 2,000.00	\$ 31,640.00
Gerente de operaciones	1	\$ 2,000.00	\$ 430.00	\$ 40.00	\$ 2,470.00	\$ 2,000.00	\$ 31,640.00
Gerente de finanzas	1	\$ 2,000.00	\$ 430.00	\$ 40.00	\$ 2,470.00	\$ 2,000.00	\$ 31,640.00
Administrador	1	\$ 300.00	\$ 64.50	\$ 6.00	\$ 370.50	\$ 300.00	\$ 4,746.00
Cajero	1	\$ 225.00	\$ 48.38	\$ 4.50	\$ 277.88	\$ 225.00	\$ 3,559.50
Contador	1	\$ 350.00	\$ 75.25	\$ 7.00	\$ 432.25	\$ 350.00	\$ 5,537.00
Encargado de inventario	1	\$ 200.00	\$ 43.00	\$ 4.00	\$ 247.00	\$ 200.00	\$ 3,164.00
Supervisor de almacén	1	\$ 275.00	\$ 59.13	\$ 5.50	\$ 339.63	\$ 275.00	\$ 4,350.50
Asistente de almacén	1	\$ 150.00	\$ 32.25	\$ 3.00	\$ 185.25	\$ 150.00	\$ 2,373.00
Personal de informática	3	\$ 295.00	\$ 63.43	\$ 5.90	\$ 364.33	\$ 295.00	\$ 14,000.70
Gerente de recursos humanos	1	\$ 2,000.00	\$ 430.00	\$ 40.00	\$ 2,470.00	\$ 2,000.00	\$ 31,640.00
Total							\$ 255,176.60

D.6. Costos de producción, administrativos y de ventas

Tabla D-20: Costos de producción.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Materia Prima	\$ 1404,408.59	\$ 1427,721.78	\$ 1451,421.96	\$ 1475,515.56	\$ 1500,009.12
Otros Materiales	\$ 1,915.75	\$ 2,107.33	\$ 2,318.06	\$ 2,549.86	\$ 2,804.85
Combustible	\$ 23,285.77	\$ 25,614.34	\$ 28,175.78	\$ 30,993.35	\$ 34,092.69
Mantenimiento	\$ 28,744.28	\$ 31,618.71	\$ 34,780.58	\$ 38,258.64	\$ 42,084.50
Consumo Energético	\$ 43,675.84	\$ 48,043.42	\$ 52,847.76	\$ 58,132.54	\$ 63,945.79
Consumo de Agua	\$ 2,938.25	\$ 3,232.08	\$ 3,555.28	\$ 3,910.81	\$ 4,301.89
Salario de Personal	\$ 98,084.00	\$ 103,478.62	\$ 109,169.94	\$ 115,174.29	\$ 121,508.88
Total	\$ 1603,052.47	\$ 1641,816.27	\$ 1682,269.36	\$ 1724,535.06	\$ 1768,747.72

Tabla D-21: Costos del administrativo.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Material de Oficina	\$ 550.12	\$ 605.13	\$ 665.65	\$ 732.21	\$ 805.43
Salario de Personal	\$ 231,130.20	\$ 231,130.20	\$ 231,130.20	\$ 231,130.20	\$ 231,130.20
Total	\$ 231,680.32	\$ 231,735.33	\$ 231,795.85	\$ 231,862.41	\$ 231,935.63

Tabla D-22: Costos de ventas.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Salario de Personal	\$ 49,833.00	\$ 52,573.82	\$ 55,465.37	\$ 58,515.97	\$ 61,734.35
Costos de Publicidad	\$ 1,200.00	\$ 1,320.00	\$ 1,452.00	\$ 1,597.20	\$ 1,756.92
Total	\$ 51,033.00	\$ 53,893.82	\$ 56,917.37	\$ 60,113.17	\$ 63,491.27

D.7. Costos de obras civiles

Tabla D-23: Costos de obras civiles.

Descripción de la obra	Área (m ²)	Costo m ² (US\$)	Costo Total (US\$)
Recepción de Materia Prima	30.00	\$ 500.00	\$ 15,000.00
Almacén de Materia Prima	300.00	\$ 500.00	\$ 150,000.00
Silos y tanques de almacenamiento	20.00	\$ 500.00	\$ 10,000.00
Bodega de Químicos	20.00	\$ 500.00	\$ 10,000.00
Fabricación	500.00	\$ 500.00	\$ 250,000.00
Laboratorio de Control de Calidad	30.00	\$ 500.00	\$ 15,000.00
Almacén de Producto Terminado	250.00	\$ 500.00	\$ 125,000.00
Oficinas	40.00	\$ 500.00	\$ 20,000.00
Sanitarios y Vestidores	30.00	\$ 500.00	\$ 15,000.00
Comedor y Cocina	20.00	\$ 500.00	\$ 10,000.00
Parqueo	400.00	\$ 500.00	\$ 200,000.00
Total	1,640.00		\$ 820,000.00

E. Inversiones fijas y diferidas

Tabla E-1: Inversiones fijas.

Inversiones Fijas Totales	Costos Totales (\$)	
Equipos Industriales	\$	149,872.04
Equipos, Instrumentos y Cristalería de Laboratorio	\$	13,142.65
Instrumentos y Cristalería de Laboratorio	\$	1,512.65
Vehículos	\$	568,735.00
Equipos de Oficina	\$	16,714.30
Obras Civiles	\$	820,000.00
Conformación Legal	\$	962.67
Terreno	\$	1066,000.00
Total	\$	2636,939.31

Tabla E-2: Inversiones diferidas.

Inversiones Diferidas Totales	Atribución	Valor del activo \$	Costo total \$
Planeación e integración del proyecto	1% de inversión fija	\$ 962.67	\$ 9.63
Ingeniería del proyecto	3.5% de obras civiles	\$ 820,000.00	\$ 28,700.00
Supervisión de la construcción	1.5% de obras civiles	\$ 820,000.00	\$ 12,300.00
Administración del proyecto	1.5% de obras civiles	\$ 820,000.00	\$ 12,300.00
Imprevistos	2% de obras civiles	\$ 820,000.00	\$ 16,400.00
Total			\$ 69,709.63

F. Depreciación y amortización

F.1. Tablas de depreciación

Tabla F-1: Depreciación de equipos industriales.

Años	Depreciación en el tiempo	Depreciación Acumulada	Valor en Libros (\$)
0	\$ -	\$ -	\$ 149,872.04
1	\$ 23,979.53	\$ 23,979.53	\$ 125,892.51
2	\$ 23,979.53	\$ 47,959.05	\$ 101,912.99
3	\$ 23,979.53	\$ 71,938.58	\$ 77,933.46
4	\$ 23,979.53	\$ 95,918.11	\$ 53,953.93
5	\$ 23,979.53	\$ 119,897.63	\$ 29,974.41

Tabla F-2: Depreciación de equipos de laboratorio.

Años	Depreciación en el tiempo	Depreciación Acumulada	Valor en Libros (\$)
0	\$ -	\$ -	\$ 11,630.00
1	\$ 1,860.80	\$ 1,860.80	\$ 9,769.20
2	\$ 1,860.80	\$ 3,721.60	\$ 7,908.40
3	\$ 1,860.80	\$ 5,582.40	\$ 6,047.60
4	\$ 1,860.80	\$ 7,443.20	\$ 4,186.80
5	\$ 1,860.80	\$ 9,304.00	\$ 2,326.00

Tabla F-3: Depreciación de vehículos.

Años	Depreciación en el tiempo	Depreciación Acumulada	Valor en Libros (\$)
0	\$ -	\$ -	\$ 568,735.00
1	\$ 90,997.60	\$ 90,997.60	\$ 477,737.40
2	\$ 90,997.60	\$ 181,995.20	\$ 386,739.80
3	\$ 90,997.60	\$ 272,992.80	\$ 295,742.20
4	\$ 90,997.60	\$ 363,990.40	\$ 204,744.60
5	\$ 90,997.60	\$ 454,988.00	\$ 113,747.00

Tabla F-4: Depreciación del mobiliario de oficina.

Años	Depreciación en el tiempo	Depreciación Acumulada	Valor en Libros (\$)
0	\$ -	\$ -	\$ 16,714.30
1	\$ 2,674.29	\$ 2,674.29	\$ 14,040.01
2	\$ 2,674.29	\$ 5,348.58	\$ 11,365.72
3	\$ 2,674.29	\$ 8,022.86	\$ 8,691.44
4	\$ 2,674.29	\$ 10,697.15	\$ 6,017.15
5	\$ 2,674.29	\$ 13,371.44	\$ 3,342.86

Tabla F-5: Depreciación de obras civiles.

Años	Depreciación en el tiempo	Depreciación Acumulada	Valor en Libros (\$)
0	\$ -	\$ -	\$ 1,066,000.00
1	\$ 95,940.00	\$ 95,940.00	\$ 970,060.00
2	\$ 95,940.00	\$ 191,880.00	\$ 874,120.00
3	\$ 95,940.00	\$ 287,820.00	\$ 778,180.00
4	\$ 95,940.00	\$ 383,760.00	\$ 682,240.00
5	\$ 95,940.00	\$ 479,700.00	\$ 586,300.00
6	\$ 95,940.00	\$ 575,640.00	\$ 490,360.00
7	\$ 95,940.00	\$ 671,580.00	\$ 394,420.00
8	\$ 95,940.00	\$ 767,520.00	\$ 298,480.00
9	\$ 95,940.00	\$ 863,460.00	\$ 202,540.00
10	\$ 95,940.00	\$ 959,400.00	\$ 106,600.00

Tabla F-6: Depreciación de la inversión diferida.

Años	Depreciación en el tiempo	Depreciación Acumulada	Valor en Libros (\$)
0	\$ -	\$ -	\$ 69,709.63
1	\$ 6,273.87	\$ 6,273.87	\$ 63,435.76
2	\$ 6,273.87	\$ 12,547.73	\$ 57,161.89
3	\$ 6,273.87	\$ 18,821.60	\$ 50,888.03
4	\$ 6,273.87	\$ 25,095.47	\$ 44,614.16
5	\$ 6,273.87	\$ 31,369.33	\$ 38,340.29
6	\$ 6,273.87	\$ 37,643.20	\$ 32,066.43
7	\$ 6,273.87	\$ 43,917.06	\$ 25,792.56
8	\$ 6,273.87	\$ 50,190.93	\$ 19,518.70
9	\$ 6,273.87	\$ 56,464.80	\$ 13,244.83
10	\$ 6,273.87	\$ 62,738.66	\$ 6,970.96

F.2. Amortización

Tabla F-7: Amortización.

Período (años)	Pago Anual \$	Interesé sobre saldo (\$)	Amortización \$ (Pago del Principal)	Saldo \$
0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 638,827.12
1	\$ 242,754.30	\$ 114,988.88	\$ 127,765.42	\$ 511,061.69
2	\$ 219,756.53	\$ 91,991.10	\$ 127,765.42	\$ 383,296.27
3	\$ 196,758.75	\$ 68,993.33	\$ 127,765.42	\$ 255,530.85
4	\$ 173,760.98	\$ 45,995.55	\$ 127,765.42	\$ 127,765.42
5	\$ 150,763.20	\$ 22,997.78	\$ 127,765.42	\$ -

G. Ingresos

Tabla G-1: Ingresos por ventas de frascos de lecitina.

Año	Producción Total (Kg/año)	Cantidad Anual de Frascos	Precio Unitario (\$/frasco)	Ingreso Anual Total (\$)
1 (2023)	980,582.18	586,878.43	\$ 13.51	\$ 7928,727.65
2 (2024)	996,859.84	596,620.62	\$ 13.61	\$ 8120,006.59
3 (2025)	1013,407.72	606,524.52	\$ 13.71	\$ 8315,451.15
4 (2026)	1030,230.28	616,592.83	\$ 13.81	\$ 8515,146.92
5 (2027)	1047,332.11	626,828.27	\$ 13.91	\$ 8719,181.18

Tabla G-2: Ingresos por venta de aceite de soya.

Año	Producción Total (Kg/año)	Precio Unitario de Aceite de Soya (\$/L)	Ingreso Anual Total (\$)
1 (2023)	38,430.86	\$ 3.22	\$ 123,747.36
2 (2024)	39,068.81	\$ 3.32	\$ 129,708.45
3 (2025)	40,376.66	\$ 3.42	\$ 138,088.17
4 (2026)	42,420.98	\$ 3.52	\$ 149,321.85
5 (2027)	45,308.65	\$ 3.62	\$ 164,017.31

Tabla G-3: Ingresos por venta de bagazo agotado.

Año	Producción Total (Kg/año)	Precio Unitario del bagazo (\$/L)	Ingreso Anual Total (\$)
1 (2023)	793,411.32	\$ 0.20	\$ 158,682.26
2 (2024)	806,581.95	\$ 0.20	\$ 161,316.39
3 (2025)	833,582.73	\$ 0.20	\$ 166,716.55
4 (2026)	875,788.07	\$ 0.20	\$ 175,157.61
5 (2027)	935,404.48	\$ 0.20	\$ 187,080.90

H. Financiamiento del proyecto

Tabla H-1: Tabla de pagos.

Período (años)	Pago Anual \$	Interesé sobre saldo (\$)	Amortización \$ (Pago del Principal)	Saldo \$
0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 642,635.80
1	\$ 244,201.61	\$ 115,674.44	\$ 128,527.16	\$ 514,108.64
2	\$ 221,066.72	\$ 92,539.56	\$ 128,527.16	\$ 385,581.48
3	\$ 197,931.83	\$ 69,404.67	\$ 128,527.16	\$ 257,054.32
4	\$ 174,796.94	\$ 46,269.78	\$ 128,527.16	\$ 128,527.16
5	\$ 151,662.05	\$ 23,134.89	\$ 128,527.16	\$ -

I. Estados de resultados

Tabla I-1: Estado de resultado con capital propio.

Concepto	0	1	2	3	4	5
Ingresos (+)	\$ -	\$ 8211,157.27	\$ 8411,031.42	\$ 8620,255.87	\$ 8839,626.38	\$ 9070,279.39
Costos de Producción (-)	\$ -	\$ (1706,028.07)	\$ (1746,501.26)	\$ (1788,692.12)	\$ (1832,724.44)	\$ (1878,733.05)
Utilidad Bruta	\$ -	\$ 6505,129.19	\$ 6664,530.16	\$ 6831,563.74	\$ 7006,901.94	\$ 7191,546.35
Costos de Administración (-)	\$ -	\$ (231,680.32)	\$ (231,735.33)	\$ (231,795.85)	\$ (231,862.41)	\$ (231,935.63)
Costos de Ventas (-)	\$ -	\$ (51,033.00)	\$ (53,893.82)	\$ (56,917.37)	\$ (60,113.17)	\$ (63,491.27)
Pago de Interés Bancarios (-)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Depreciación (-)	\$ -	\$ (253,781.99)	\$ (253,781.99)	\$ (253,781.99)	\$ (253,781.99)	\$ (253,781.99)
Amortización de Préstamo (-)	\$ -	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)
Utilidad Antes de Impuestos	\$ -	\$ 5840,106.72	\$ 5996,591.86	\$ 6160,541.37	\$ 6332,617.21	\$ 6513,810.30
Impuesto sobre la Renta (30%) (-)	\$ -	\$ (1752,032.02)	\$ (1798,977.56)	\$ (1848,162.41)	\$ (1899,785.16)	\$ (1954,143.09)
Utilidades Después de Impuestos	\$ -	\$ 4088,074.71	\$ 4197,614.31	\$ 4312,378.96	\$ 4432,832.05	\$ 4559,667.21
Amortización de Préstamo (-)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Depreciación (+)	\$ -	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99
Recuperación del Capital de Trabajo (+)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 149,561.98
Valor de Salvamento o Residual (+)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 613,751.02
Inversión Total Inicial (-)	\$ (1285,271.61)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Inversión Fija y Diferida (-)	\$ 2706,648.94	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo (-)	\$ (149,561.98)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Préstamo Bancario (+)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo Neto Efectivo	\$ 1271,815.35	\$ 4341,856.70	\$ 4451,396.29	\$ 4566,160.95	\$ 4686,614.04	\$ 4813,449.20

Tabla I-2: Estado de resultados con financiamiento del 50%.

Concepto	0	1	2	3	4	5
Ingresos (+)	\$ -	\$ 8211,157.27	\$ 8411,031.42	\$ 8620,255.87	\$ 8839,626.38	\$ 9070,279.39
Costos de Producción (-)	\$ -	\$ (1706,028.07)	\$ (1746,501.26)	\$ (1788,692.12)	\$ (1832,724.44)	\$ (1878,733.05)
Utilidad Bruta	\$ -	\$ 6505,129.19	\$ 6664,530.16	\$ 6831,563.74	\$ 7006,901.94	\$ 7191,546.35
Costos de Administración (-)	\$ -	\$ (231,680.32)	\$ (231,735.33)	\$ (231,795.85)	\$ (231,862.41)	\$ (231,935.63)
Costos de Ventas (-)	\$ -	\$ (51,033.00)	\$ (53,893.82)	\$ (56,917.37)	\$ (60,113.17)	\$ (63,491.27)
Pago de Intereses Bancarios (-)	\$ -	\$ (115,674.44)	\$ (92,539.56)	\$ (69,404.67)	\$ (46,269.78)	\$ (23,134.89)
Depreciación (-)	\$ -	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99
Amortización de Préstamo (-)	\$ -	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)
Utilidad Antes de Impuestos	\$ -	\$ 6231,996.26	\$ 6411,616.29	\$ 6598,700.69	\$ 6793,911.41	\$ 6998,239.39
Impuesto sobre la Renta (30%) (-)	\$ -	\$ (1869,598.88)	\$ (1923,484.89)	\$ (1979,610.21)	\$ (2038,173.42)	\$ (2099,471.82)

Utilidades Después de Impuestos	\$ -	\$ 4362,397.38	\$ 4488,131.40	\$ 4619,090.48	\$ 4755,737.99	\$ 4898,767.57
Amortización de Préstamo (-)	\$ -	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)
Depreciación (+)	\$ -	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99
Recuperación del Capital de Trabajo (+)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 149,561.98
Valor de Salvamento o Residual (+)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 613,751.02
Inversión Total Inicial (-)	\$ (1285,271.61)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Inversión Fija y Diferida (-)	\$ (2567,229.69)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo (-)	\$ (149,561.98)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Préstamo Bancario (+)	\$ 1285,271.61	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo Neto Efectivo	\$ (2716,791.67)	\$ 4487,652.21	\$ 4613,386.23	\$ 4744,345.31	\$ 4880,992.82	\$ 5024,022.40

J. Análisis de sensibilidad

Tabla J-1: Análisis con un aumento en los costos de producción del 20%.

Concepto	0	1	2	3	4	5
Ingresos (+)	\$ -	\$ 8211,157.27	\$ 8411,031.42	\$ 8620,255.87	\$ 8839,626.38	\$ 9070,279.39
Costos de Producción (-)	\$ -	\$ (2047,233.69)	\$ (2095,801.51)	\$ (2146,430.55)	\$ (2199,269.33)	\$ (2254,479.66)
Utilidad Bruta	\$ -	\$ 6163,923.58	\$ 6315,229.91	\$ 6473,825.32	\$ 6640,357.06	\$ 6815,799.74
Costos de Administración (-)	\$ -	\$ (231,680.32)	\$ (231,735.33)	\$ (231,795.85)	\$ (231,862.41)	\$ (231,935.63)
Costos de Ventas (-)	\$ -	\$ (51,033.00)	\$ (53,893.82)	\$ (56,917.37)	\$ (60,113.17)	\$ (63,491.27)
Pago de Intereses Bancarios (-)	\$ -	\$ (115,674.44)	\$ (92,539.56)	\$ (69,404.67)	\$ (46,269.78)	\$ (23,134.89)
Depreciación (-)	\$ -	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99
Amortización de Préstamo (-)	\$ -	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)
Utilidad Antes de Impuestos	\$ -	\$ 5890,790.64	\$ 6062,316.04	\$ 6240,962.26	\$ 6427,366.53	\$ 6622,492.78
Impuesto sobre la Renta (30%) (-)	\$ -	\$ 1767,237.19	\$ 1818,694.81	\$ 1872,288.68	\$ 1928,209.96	\$ 1986,747.83
Utilidades Después de Impuestos	\$ -	\$ 7658,027.84	\$ 7881,010.85	\$ 8113,250.94	\$ 8355,576.49	\$ 8609,240.61
Amortización de Préstamo (-)	\$ -	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)	\$ (128,527.16)
Depreciación (+)	\$ -	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99
Recuperación del Capital de Trabajo (+)	\$ -					\$ 149,561.98
Valor de Salvamento o Residual (+)	\$ -					\$ 613,751.02
Inversión Total Inicial (-)	\$ (1285,271.61)					
Inversión Fija y Diferida (-)	\$ (2567,229.69)					
Capital de Trabajo (-)	\$ (149,561.98)					
Préstamo Bancario (+)	\$ 1285,271.61					
Flujo Neto Efectivo	\$ (2716,791.67)	\$ 7783,282.66	\$ 8006,265.67	\$ 8238,505.77	\$ 8480,831.31	\$ 8734,495.44

Tabla J-2: Análisis con una disminución en ingresos del 20%

Concepto	0	1	2	3	4	5
Ingresos (+)	\$ -	\$ 6568,925.82	\$ 6728,825.14	\$ 6896,204.70	\$ 7071,701.11	\$ 7256,223.52
Costos de Producción (-)	\$ -	\$ (1706,028.07)	\$ (1746,501.26)	\$ (1788,692.12)	\$ (1832,724.44)	\$ (1878,733.05)
Utilidad Bruta	\$ -	\$ 4862,897.74	\$ 4982,323.88	\$ 5107,512.57	\$ 5238,976.67	\$ 5377,490.47
Costos de Administración (-)	\$ -	\$ (231,680.32)	\$ (231,735.33)	\$ (231,795.85)	\$ (231,862.41)	\$ (231,935.63)
Costos de Ventas (-)	\$ -	\$ (51,033.00)	\$ (53,893.82)	\$ (56,917.37)	\$ (60,113.17)	\$ (63,491.27)
Pago de Intereses Bancarios (-)	\$ -	\$ (115,677.60)	\$ (92,542.08)	\$ (69,406.56)	\$ (46,271.04)	\$ (23,135.52)
Depreciación (-)	\$ -	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99
Amortización de Préstamo (-)	\$ -	\$ (128,530.67)	\$ (128,530.67)	\$ (128,530.67)	\$ (128,530.67)	\$ (128,530.67)
Utilidad Antes de Impuestos	\$ -	\$ 4589,758.13	\$ 4729,403.96	\$ 4874,644.11	\$ 5025,981.36	\$ 5184,179.36
Impuesto sobre la Renta (30%) (-)	\$ -	\$ 1376,927.44	\$ 1418,821.19	\$ 1462,393.23	\$ 1507,794.41	\$ 1555,253.81

Utilidades Después de Impuestos	\$ -	\$ 5966,685.57	\$ 6148,225.15	\$ 6337,037.34	\$ 6533,775.77	\$ 6739,433.17
Amortización de Préstamo (-)	\$ -	\$ (128,530.67)	\$ (128,530.67)	\$ (128,530.67)	\$ (128,530.67)	\$ (128,530.67)
Depreciación (+)	\$ -	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99
Recuperación del Capital de Trabajo (+)	\$ -					\$ 149,597.10
Valor de Salvamento o Residual (+)	\$ -					\$ 613,751.02
Inversión Total Inicial (-)	\$ (1285,306.72)					
Inversión Fija y Diferida (-)	\$ (2567,229.69)					
Capital de Trabajo (-)	\$ (149,597.10)					
Préstamo Bancario (+)	\$ 1285,306.72					
Flujo Neto Efectivo	\$ (2716,826.78)	\$ 6091,936.89	\$ 6273,476.47	\$ 6462,288.65	\$ 6659,027.09	\$ 6864,684.49

Tabla J-3: Análisis con eventos combinados (20% en aumento de costos de producción y 20% de disminución de ganancias).

Concepto	0	1	2	3	4	5
Ingresos (+)	\$ -	\$ 6568,925.82	\$ 6728,825.14	\$ 6896,204.70	\$ 7071,701.11	\$ 7256,223.52
Costos de Producción (-)	\$ -	\$ (2047,233.69)	\$ (2095,801.51)	\$ (2146,430.55)	\$ (2199,269.33)	\$ (2254,479.66)
Utilidad Bruta	\$ -	\$ 4521,692.13	\$ 4633,023.63	\$ 4749,774.15	\$ 4872,431.78	\$ 5001,743.86
Costos de Administración (-)	\$ -	\$ (231,680.32)	\$ (231,735.33)	\$ (231,795.85)	\$ (231,862.41)	\$ (231,935.63)
Costos de Ventas (-)	\$ -	\$ (51,033.00)	\$ (53,893.82)	\$ (56,917.37)	\$ (60,113.17)	\$ (63,491.27)
Pago de Intereses Bancarios (-)	\$ -	\$ (115,677.60)	\$ (92,542.08)	\$ (69,406.56)	\$ (46,271.04)	\$ (23,135.52)
Depreciación (-)	\$ -	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99
Amortización de Préstamo (-)	\$ -	\$ (128,530.67)	\$ (128,530.67)	\$ (128,530.67)	\$ (128,530.67)	\$ (128,530.67)
Utilidad Antes de Impuestos	\$ -	\$ 4248,552.52	\$ 4380,103.71	\$ 4516,905.68	\$ 4659,436.47	\$ 4808,432.75
Impuesto sobre la Renta (30%) (-)	\$ -	\$ 1274,565.76	\$ 1314,031.11	\$ 1355,071.70	\$ 1397,830.94	\$ 1442,529.83
Utilidades Después de Impuestos	\$ -	\$ 5523,118.27	\$ 5694,134.82	\$ 5871,977.38	\$ 6057,267.42	\$ 6250,962.58
Amortización de Préstamo (-)	\$ -	\$ (128,530.67)	\$ (128,530.67)	\$ (128,530.67)	\$ (128,530.67)	\$ (128,530.67)
Depreciación (+)	\$ -	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99	\$ 253,781.99
Recuperación del Capital de Trabajo (+)	\$ -					\$ 149,597.10
Valor de Salvamento o Residual (+)	\$ -					\$ 613,751.02
Inversión Total Inicial (-)	\$ (1285,306.72)					
Inversión Fija y Diferida (-)	\$ (2706,648.94)					
Capital de Trabajo (-)	\$ (149,597.10)					
Préstamo Bancario (+)	\$ 1285,306.72					
Flujo Neto Efectivo	\$ (2856,246.03)	\$ 5648,369.59	\$ 5819,386.14	\$ 5997,228.70	\$ 6182,518.73	\$ 6376,213.90

