



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA

TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

Industrialización del aceite vegetal de la especie Sacha Inchi
(Plukenetia volubilis)

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTOR: Carrión Cabrera, Juan Diego

DIRECTOR: Valarezo Valdez, Benito Eduardo, PhD.

LOJA – ECUADOR

2019

APROBACION DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION

PhD

Benito Eduardo Valarezo Valdez

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: “Industrialización del aceite vegetal de la especie Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*)” realizado por Juan Diego Carrión Cabrera ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, diciembre del 2019

f) _____

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo, Juan Diego Carrión Cabrera declaro ser autor del presente trabajo de titulación:

Industrialización del aceite vegetal de la especie Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), de la titulación de Ingeniería Industrial, siendo Benito Eduardo Valarezo Valdez director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

f) _____

Autor: Juan Diego Carrión Cabrera

Cédula: 1150107298

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico principalmente con todo el amor y cariño a mi madre Gloria del Cisne Cabrera Cajamarca por su sacrificio y esfuerzo ya que sin su apoyo incondicional no estaría disfrutando de este inolvidable momento, y le doy gracias a Dios por darme las fuerzas, inteligencia para seguirme preparando como profesional y como persona.

Esta meta cumplida, se la dedico también a mi familia por brindarme apoyo emocional y palabras de aliento. Y a mis abuelos maternos Rodolfo y Mariana por educarme, criarme, e inculcarme por el camino del bien.

Diego Carrión

AGRADECIMIENTO

“Y yo que había jurado morir sin descendencia, como murió mi padre”

Juan Sabina

Agradecerle a Dios, a la Virgen del Cisne por ayudarme durante todo este camino que no ha sido fácil, pero con su ayuda he logrado cumplir con un escalón más, al culminar mi carrera.

A mi madre Gloria del Cisne, por los valores, educación inculcados durante todo este tiempo, ya que es un pilar fundamental en mi formación, quien durante todo este largo tiempo siempre ha estado allí para apoyarme, siempre estaré eternamente agradecido, te amo madre.

A mis abuelos y toda mi familia por su apoyo, consejos y ánimos para poder seguir adelante cumpliendo mis objetivos.

A mi tutor de tesis Ph.D Eduardo Valarezo, por su amistad y transmitir y compartir sus conocimientos, para formar buenos profesionales.

A mis primos hermanos; Bryan, Daniel, Steven, Santiago y amigos quienes son una parte importante en mi vida por su sincera amistad y su apoyo.

Gracias por aportar en mi vida

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA.....	i
APROBACION DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	5
1.1. Aceites vegetales.....	6
1.2. Usos y aplicaciones	6
1.2.1. Propiedades de los aceites vegetales.	7
1.2.2. Ácidos grasos omega 3 y 6.	7
1.2.3. Tipos de aceites vegetales.....	8
1.3. Extracción de aceite vegetal.....	9
1.3.1. Métodos de extracción de aceite vegetal.....	9
1.4. Familia Euphorbiaceae.....	11
1.5. El género Plukenetia	11
1.6. Especie Sacha inchi.....	12
1.7. Industria de los aceites vegetales.....	13
1.8. Distribución de la planta	14
1.8.1. Principios básicos de la distribución de la planta.....	14
1.8.2. Tipos de Distribución en planta	16
1.8.3. Ventajas de una buena distribución.....	16
1.9. Análisis financiero	17
CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS	18
2.1. Recolección del material vegetal.....	20
2.1.1. Extracción del aceite vegetal.....	20
2.1.2. Determinación del rendimiento.....	21
2.2. Determinación de las propiedades físicas	21
2.2.1. Densidad relativa	21

2.2.2. Índice de refracción.....	22
2.3. Cantidad de materia prima necesaria para la producción.....	23
2.4. Zonificación y distribución de la planta.....	23
2.4.1. Localización de la planta.....	24
2.4.2. Análisis Financiero.....	25
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
3.1. Recolección y transporte de materia vegetal.....	28
3.2. Extracción del aceite vegetal.....	29
3.2.1. Rendimiento del aceite vegetal.....	30
3.3. Propiedades físicas.....	31
3.3.1. Densidad relativa del aceite vegetal.....	31
3.3.2. Índice de refracción del aceite vegetal.....	31
3.4. Zonificación y distribución de la planta.....	32
3.5. Localización del proyecto.....	38
3.6. Flujograma del proceso de extracción.....	39
3.7. Capacidad de producción de la planta.....	40
3.8. Estructura Organizacional.....	40
3.9. Máquinas.....	40
3.10. Análisis financiero.....	41
3.10.1. Inversión total.....	41
3.10.2. Costos de producción.....	42
3.10.3. Gastos administrativos.....	42
3.10.4. Costo de kg de aceite vegetal.....	42
3.10.5. Costo unitario por botella de 250 ml de aceite vegetal.....	43
3.11. Aspectos de mercado.....	43
3.11.1. Identificación del mercado.....	43
3.11.2. Análisis de la demanda de aceite de sachá inchi.....	44
CONCLUSIONES.....	45
BIBLIOGRAFÍA.....	47
ANEXOS.....	49
ANEXO I. Determinación del porcentaje de rendimiento.....	50
ANEXO II. Determinación de la densidad relativa a 20 °C.....	51
ANEXO III. Determinación del índice de refracción.....	53
ANEXO IV. Cantidad de materia prima necesaria para la producción.....	55
ANEXO V. Inversión Total.....	56
ANEXO VI. Costo de producción anual.....	59

ANEXO VII. Gastos administrativos.....	60
ANEXO VIII. Maquinarias	62
ANEXO IX. Costo total.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes de la prensa hidráulica.....	10
Figura 2. Taxonomía de la familia Ramificación y frutos	11
Figura 3. Género Plukenetia	12
Figura 4. Elementos constituyentes del fruto de Sacha inchi	13
Figura 5. Esquema del desarrollo de la investigación	19
Figura 6. Muestra recolectada de la especie Plukenetia volubilis.....	20
Figura 7. Esquema de la prensa hidráulica utilizada	21
Figura 8. Balanza analítica.....	22
Figura 9. Refractómetro ABBE.....	22
Figura 10. Área de recolección de la especie vegetal Plukenetia volubilis	28
Figura 11. Extracción del aceite vegetal.....	29
Figura 12. Envasado del aceite vegetal	30
Figura 13. Zonificación de la planta de extracción del aceite vegetal	33
Figura 14. Levantamiento de la planta en 3D.....	34
Figura 15. Parte externa de la industria en 3D	35
Figura 16. Plano acotado de la planta de extracción del aceite vegetal	37
Figura 17. Macrolocalización de la planta	38
Figura 18. Microlocalización de la planta	38
Figura 19. Flujograma del proceso de producción.....	39
Figura 20. Organigrama estructural	40
Figura 21. Descapsuladora.....	62
Figura 22. Peladora	62
Figura 23. Trituradora	62
Figura 24. Prensa hidráulica	63
Figura 25. Filtro prensa.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aceites vegetales más importantes y comerciales	8
Tabla 2. Criterios para Evaluar Económicamente un proyecto	25
Tabla 3. Peso obtenido de la recolección de la muestra vegetal	28
Tabla 4. Rendimiento (% ml/kg) del aceite vegetal Plukenetia volubilis.....	30
Tabla 5. Densidad del aceite vegetal de la especie Plukenetia volubilis.....	31
Tabla 6. Índice de refracción del aceite vegetal de la especie Plukenetia	31
Tabla 7. Áreas de la planta de extracción de aceite vegetal de Sacha inchi.....	36
Tabla 8. Capacidad de producción.....	40
Tabla 9. Capacidad máxima en la línea de producción	41
Tabla 10. Inversión	41
Tabla 11. Costos de producción anual.....	42
Tabla 12. Gastos administrativos	42
Tabla 13. Inversión en terreno maquinaria y otros	56
Tabla 14. Inversión en terreno y construcción.....	56
Tabla 15. Inversión de maquinaria	57
Tabla 16. Muebles y equipos de oficina	57
Tabla 17. Activos diferidos	58
Tabla 18. Inventario de materia prima.....	58
Tabla 19. Mano de obra directa	59
Tabla 20. Mano de obra indirecta.....	59
Tabla 21. Depreciación	60
Tabla 22. Salarios administrativos	60
Tabla 23. Suministros administrativos.....	61
Tabla 24. Depreciación	61
Tabla 25. Costo total.....	64

RESUMEN

Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) es una especie perteneciente a la familia Euphorbiaceae, en el presente estudio se realizó la extracción del aceite vegetal de esta especie y la determinación de las propiedades físicas del mismo, también se diseñó una planta de extracción y se llevó a cabo el análisis financiero para el aprovechamiento del aceite de dicha especie. El aceite vegetal se obtuvo mediante presado frío a una temperatura que oscila entre 20°C a 30°C. Las propiedades físicas se determinaron mediante normas establecidas para los aceites vegetales. El rendimiento en aceite vegetal de la especie sacha inchi fue de 39,09 %, su densidad fue de 0,929 g/mL, y su índice de refracción fue de 1,477. La planta de extracción comprende 10 zonas, es de forma rectangular con medidas de 26.6 m x 13.90 m, dando un área total 369.74 m², con un costo de inversión de \$ 201.319,24. El costo de producción por Kg es de \$ 6,45.

PALABRAS CLAVES: *Plukenetia volubilis*, aceite vegetal, omega 3.

ABSTRACT

Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) is a species belonging to the family Euphorbiaceae, in this study was performed the extraction of the vegetable oil of this species and the determination of its physical properties. An extraction plant was also designed and the financial analysis for the exploitation of the oil of this species was carried out. The vegetable oil was obtained by cold pressing at a temperature ranging from 20 C to 30 C. The physical properties were determined by established standards for vegetable oils. The yield in vegetable oil of the species sacha inchi was 39,09 %, its density was 0,929 g/mL, and its refractive index was 1,477. The extraction plant comprises 10 zones, is rectangular with measures of 26.6 m x 13.90 m, giving a total area 369.74 m², with an investment cost of \$ 201.319,24. The cost of production per Kg is \$ 6,45.

KEYWORDS: *Plukenetia volubilis*, vegetable oil, omega 3.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto está enfocado en la industrialización del aceite vegetal de la especie Sacha inchi, el cual puede ser utilizado para venta directa, o como materia prima para formular diversos productos u otros fines.

El sachá inchi (*Plukenetia volubilis*). Es una planta nativa de la región amazónica de Perú, Colombia y Ecuador y es conocida por varios nombres, tales como “Inca Inchi” o “Maní del Inca”. Es la fuente vegetal más rica en ácido graso linolénico Omega-6 (32 – 37%) y alfa-linolénico Omega-3 (42 – 48%) los cuales el organismo humano no puede sintetizar, a pesar de que deben estar presentes en su dieta para mantener la salud. El aceite de Sacha inchi (ASI) por lo tanto ofrece importantes beneficios para la salud y la nutrición, tales como proporcionar protección contra enfermedades cardiovasculares (Guillén, 2015).

La presente investigación consiste en la industrialización del aceite vegetal de la especie Sacha inchi, se llevará a cabo en la Sección de Ingeniería de procesos del Departamento de Química y Ciencias Exactas de la Universidad Técnica Particular de Loja. La investigación se desarrolla en 3 capítulos, el primer capítulo titulado marco teórico trata sobre la información necesaria de la investigación, en el segundo capítulo titulado materiales y métodos se dan a conocer las técnicas y los materiales utilizados para lograr obtener los resultados deseados, en el tercer capítulo se exponen y analizan los resultados que se han logrado obtener después de haber desarrollado la metodología, finalmente se encuentran las conclusiones del trabajo, recomendaciones y referencias bibliográficas.

Esta investigación contribuye al estudio de la flora de la Región Sur del Ecuador y es un aporte a la investigación en este campo, además da a conocer la existencia de los aceites vegetales, sus propiedades y usos para aplicaciones en las diferentes industrias tales como: alimenticia, farmacéutica, misma que se desarrolla en la Sección de Ingeniería de procesos del Departamento de Química y Ciencias Exactas de la Universidad Técnica Particular de Loja.

La metodología usada para lograr los objetivos propuestos inicia con la recolección del material vegetal, al cual luego de un tratamiento post cosecha se le extrajo el aceite vegetal mediante prensado frío, para lo anteriormente expuesto se utilizó una prensa hidráulica. Para el diseño y la distribución de la planta se utilizó el software Autodesk AutoCAD, para lo cual se tomó en cuenta varios aspectos como es el tamaño de

producción diaria de aceite vegetal, por lo que se realizó la distribución por secciones de tal forma que su estructuración y organización comprenda todos los espacios necesarios dentro de la misma, las especificaciones técnicas para la puesta en marcha de la planta.

Finalmente se realizó el análisis financiero de la planta de extracción, el cual nos permitió conocer la inversión de poner en marcha una planta de operación para la extracción del aceite vegetal en este caso de Sacha inchi.

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

1.1. Aceites vegetales

El aceite vegetal es un compuesto orgánico obtenido a partir de semillas u otras partes de las plantas, está compuesta por lípidos, es decir, ácidos grasos de diferentes tipos. La proporción de estos ácidos grasos y sus diferentes características, son las que dan las propiedades a los distintos aceites vegetales existentes. Los aceites vegetales están constituidos por una molécula de glicerina y varios ácidos grasos, como el oleico y linoleico que son ácidos grasos esenciales en la dieta humana (Zavala & Catillo, 2008).

El consumo de aceites vegetales se ha incrementado en las últimas décadas en nuestra sociedad y son parte importante de la dieta en todo el mundo. Sudamérica es un gran productor de diferentes aceites vegetales. La composición de los aceites vegetales no es estándar, ya que varía considerablemente en el aporte de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados y particularmente en el aporte de ácidos grasos omega-6 y omega-3, asociado a la fuente de origen, ya sea especie vegetal, semilla, planta o fruto, aportando cada uno diferentes beneficios nutricionales (Durán, Torres, & Sanhueza, 2015).

Los aceites vegetales son los referidos para la alimentación, sobre todo para las dietas de adelgazamiento. Esto se debe a que son ricos en ácidos grasos mono o poliinsaturados, una cualidad muy importante para la transformación de grasa en el organismo humano.

La composición química de los aceites vegetales corresponde en la mayoría de los casos a una mezcla de 95 % de triglicéridos (triésteres formados por la reacción de los ácidos grasos) y el 5 % de ácidos grasos libres, esteroides, ceras y otros componentes minoritarios (Tabio *et al.*, 2017).

Solamente las semillas de Sacha inchi con la mejor pureza se seleccionan para ser prensadas en frío y filtradas para obtener aceite ligero. El aceite de Sacha inchi es un excelente sazonador dándole un mejor sabor a los platillos y ensaladas. Este es un buen complemento en los alimentos de la dieta diaria y baja en colesterol. No se aplican conservantes, aditivos o productos químicos para producir este aceite.

1.2. Usos y aplicaciones

Los aceites vegetales se utilizan como un ingrediente o componente en muchos productos manufacturados. Muchos aceites vegetales se utilizan para hacer jabones, productos para la piel, velas y otros cuidados personales y productos cosméticos. Algunos aceites son especialmente adecuados como aceites secantes, y se utiliza en la fabricación de pinturas.

Los aceites vegetales son utilizados en:

- **Industria cosmética:** Es muy amplia, tanto en productos para la piel como para el cuidado del cabello (que no deben confundirse con aceite de cocina vegetal).
- **Industria farmacéutica:** Cápsulas, suplementos vitamínicos, antioxidantes, cremas y pomadas que se utilizan con fines terapéuticos según su planta.
- **Industria alimentaria:** Mantequillas, suplementos nutricionales, aceite, mayonesa, oleomargarinas.

1.2.1. **Propiedades de los aceites vegetales.**

Las propiedades de los aceites vegetales varían de acuerdo con el aceite obtenido, el cual cuenta con propiedades específicas y distintas, cuyos componentes químicos servirán para diferentes fines. Por la existencia de una gran variedad de semillas oleaginosas, las propiedades son diferentes con propósitos en medicina, nutrición, otros.

1.2.2. **Ácidos grasos omega 3 y 6.**

Los ácidos grasos Omega 3 y 6 son grasas poliinsaturadas que aparecen como aceites. Linolénicos la omega 3, y linoleicos y araquidónicos la omega 6. La mayor concentración de los ácidos grasos Omega 3 y 6 se encuentran en altas concentraciones en los pescados, y en menor proporción semillas y aceites vegetales como lino, soja, zapallo y nueces (Medina, 2013).

Las grasas son de gran utilidad para nuestro organismo y por lo tanto es útil que estén presentes en el cuerpo en cantidades apropiadas. Entre los ácidos grasos existe una variedad de sustancias que se conocen como omega 3 y 6. Los ácidos grasos omega se encuentran dentro de los denominados como aceites esenciales debido a que el propio cuerpo humano no los produce. Esto hace que deban ser ingeridos a través de una alimentación adecuada. Investigaciones científicas han demostrado que, zonas geográficas donde se consumen estos ácidos en forma cotidiana, los niveles de aterosclerosis y las enfermedades cardiovasculares son apenas existentes. El análisis de la alimentación de esas zonas llevó a la conclusión de que los elementos en común de esas dietas regionales, los ácidos grasos Omega 3 y 6, son los responsables de tales virtudes (Medina, 2013).

1.2.3. Tipos de aceites vegetales.

Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Existe una gran variedad de semillas oleaginosas a nivel mundial y las más importantes son las que se indican en la tabla 1.

Tabla 1. Aceites vegetales más importantes y comerciales

Tipo	Característica
Aceite de coco	Se obtiene de la nuez del coco
Aceite de la semilla de algodón	Producido en China, EE. UU., India, Rusia.
Aceite de oliva	España, Italia y Grecia producen el 75% del total mundial de aceite, la demanda crece con rapidez en los países desarrollados, por sus cualidades nutritivas y saludables.(Fao & Ocde, 2014).
Aceite de palma	Rica en vitaminas A y E, originarias de África, en América, lo mayores productores son Colombia y Ecuador. (Fao & Ocde, 2014).
Aceite de maní	Se obtiene del maní
Aceite de colza	También llamado aceite de "canola". Cuyo contenido en ácido erúxico sea igual o menor al 5% Alrededor del 14% de producción mundial, en China, India, Canadá y Europa (Francia y Alemania).(Fao & Ocde, 2014).
Aceite de soya	Conserva sabor agradable, alrededor del 18-23% de la producción mundial, en EEUU (50%). Argentina Brasil y China. Contiene 20% de aceite aproximadamente y 35% de proteína.(Fao & Ocde, 2014).

Aceite de girasol	La producción mundial está representada por el 13%, en la UE, Rusia (25%), Argentina, China, India. Producción de cerca del 40% de aceite y 25% de proteína. (Fao & Ocde, 2014).
-------------------	--

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

1.3. Extracción de aceite vegetal

EL proceso de obtención del aceite vegetal a partir de una oleaginosa. La extracción se realiza físicamente por prensado; es una extracción del tipo frío, pues la temperatura no excede de los 20-30 °C. El gasto energético para el prensado equivale aproximadamente a un 4 % de la energía obtenida con el prensado. Esto hace que a producción de aceite como combustible sea una de las menos consumidoras en energía de proceso, pues no es necesaria ninguna transformación química. Después del prensado es necesaria una limpieza física por medio de un filtrado. El aceite vegetal de esta manera puede ser almacenado durante largo tiempo sin deteriorarse; y puede ser manipulado, transportado y distribuido sin peligro.

1.3.1. Métodos de extracción de aceite vegetal.

Para extraer el aceite es preciso romper las células vegetales mediante la trituración, y después aislar la parte grasa (aceite) de los otros componentes de las semillas o frutos.

Partiendo de la semilla limpia y lista para ser utilizada, el prensado en frío es más sano y como mucho más sabor. Con el presado en frío se obtiene menos proceso de aceite que otros métodos por eso es un método que usan pequeñas empresas especializadas.

1.3.1.1. *Extracción de aceite vegetal por prensado frío.*

Los grandes fabricantes de aceites vegetales suelen usar disolventes y prensas de gran presión y velocidad (figura 1). Así se produce mucho más pero también se genera calor que oscurece el aceite y disminuye su aroma y su valor nutritivo.

La prensa se mantiene por debajo de los 30 °C de ahí el nombre de prensado en frío, el operador debe ser cuidadoso al ajustar la velocidad, presión, temperatura. Pero no es tarea fácil ya que la prensa y las semillas producen calor y por ende se eleva la temperatura.

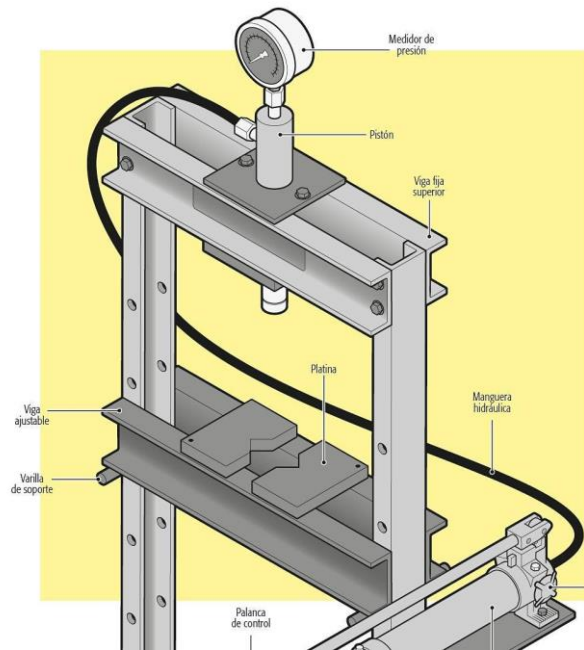


Figura 1. Partes de la prensa hidráulica
 Fuente: (Querol, 2018)
 Elaborado por: El autor

1.3.1.2. Extracción del aceite vegetal por prensado caliente.

Según (Calderón, 2009), la pasta se calienta antes de ser prensada. De esta manera se obtiene más aceite, pero se destruye una parte más o menos importante de las vitaminas y fitoesteroles que forman parte del aceite.

1.3.1.3. Extracción del aceite vegetal con solventes.

La extracción de muestras sólidas con solventes, generalmente conocida como extracción sólido-líquido o lixiviación, es un método muy utilizado en la separación de compuestos antioxidantes a partir de residuos sólidos. Estos residuos requieren la extracción con solventes convencionales y la posterior eliminación de estos para obtener un extracto concentrado. Los solventes más habituales son agua acidificada, etanol, metanol, isopropanol, hexano, ciclohexano, tolueno, xileno, éter etílico, éter isopropílico, acetato de etilo, acetona, cloroformo; no se usan clorados ni benceno por su peligrosidad a la salud. El hexano es el solvente más utilizado para extraer aceites comestibles de plantas. (Berbel, 2010).

1.4. Familia Euphorbiaceae

La familia Euphorbiaceae es la sexta familia más diversa entre las Angiospermas, después de las Orchidaceae, Compositae, Leguminosae, Gramineae y Rubiaceae. Presenta cinco subfamilias, abarca 317 géneros y cerca de 8100 especies, distribuidas en todo el mundo, con excepción de las zonas polares, estando mejor representadas en las regiones tropicales y subtropicales (Gordillo *et al.*, 2002). En la (figura 2) se muestra la taxonomía de la familia Euphorbiaceae que se caracteriza porque tienen hojas alternas, opuestas o verticiladas, a veces en espiral; lámina de hoja simple, lobulada o compuesta, flores solitarias. Presenta una gran amplitud morfológica, aunque la mayoría de los géneros pueden ser reconocidos por las flores unisexuales, la presencia de un disco, el fruto contiene 3–6 semillas; vegetativamente se reconocen por sus hojas generalmente alternas, estipuladas y frecuentemente con glándulas o apéndices (Gordillo *et al.*, 2002).

La familia Euphorbiaceae ha sido ampliamente usada en la medicina tradicional y varios de sus compuestos han sido reportados por su actividad antiviral reguladora del ciclo celular y de las funciones celulares (Tabares Avila *et al.*, 1995).

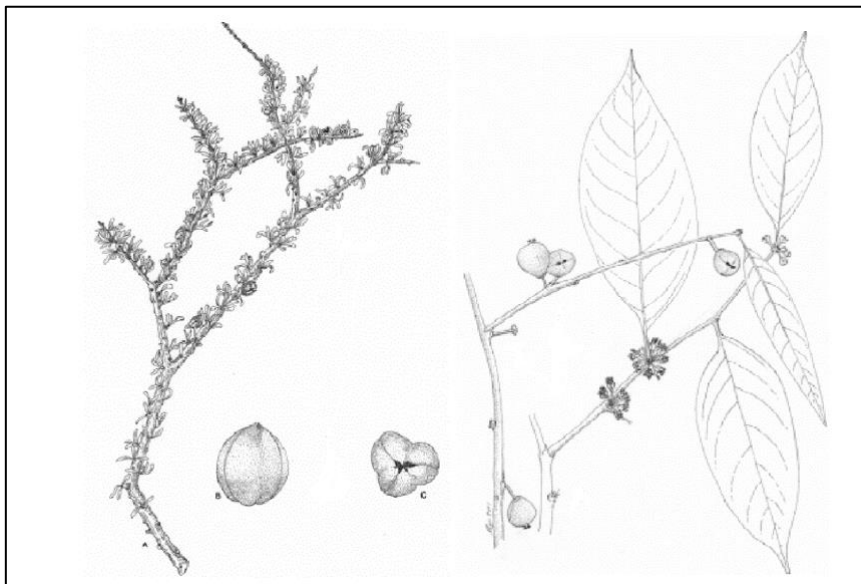


Figura 2. Taxonomía de la familia Ramificación y frutos

Fuente: (Gordillo *et al.*, 2002)

Elaborado por: El autor

1.5. El género Plukenetia

El género Plukenetia (figura 3), se la reconoce por ser lianas o bejucos con hojas aserradas, glándulas basilaminares, flores unisexuales, sin corola, 16-40 estambres, flores pistiladas con 4 sépalos, ovario con cuatro carpelos y frutos con 4 semillas. Las

especies de *Plukenetia* pueden dividirse en dos grupos: uno, con hojas pinnatinervias y estilos totalmente connatos y el otro, con hojas palmatinervias o triplinervias y estilo totalmente connato. Es importante la distinción entre las especies la del primer grupo; el tamaño del fruto el tipo de estambres (dimórficos o todos iguales), el segundo grupo, los caracteres que permiten diferenciarlas son el grado de connación de la columna estilar y su tamaño, la forma y tamaño del fruto (Jiménez, Martínez, & Cruz, 2000).

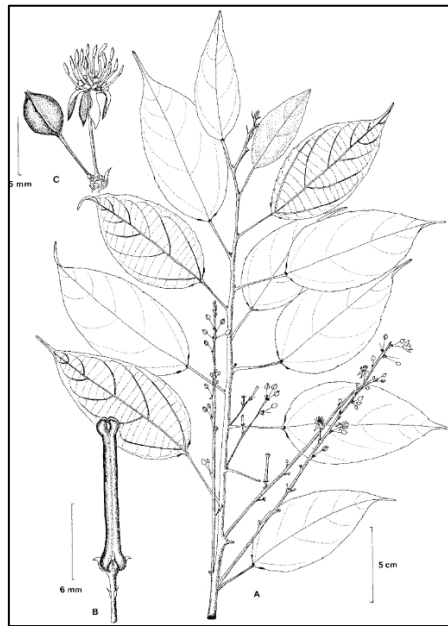


Figura 3. Género *Plukenetia*

Fuente: (Jiménez et al., 2000)

Elaborado por: El autor

1.6. Especie *Sacha inchi*

El *Sacha Inchi* (*Plukenetia volubilis*), es una planta generalmente trepadora, es una planta nativa de la Amazonía peruana. En la (figura 4), se puede observar los elementos constituyentes que contiene el *sacha inchi*, desde el fruto hasta su respectiva almendra que presentan altos contenidos de proteínas, ácidos grasos (esenciales: omega 3, 6; omega 9) y vitamina E (tocoferoles y tocotrienoles), en cantidades significativamente mayores que semillas oleaginosas como el maní, palma, soja, maíz, colza y girasol (Rodríguez et al., 2010).

Según (Mostacero, 2002), el *sacha inchi* se clasifica de la siguiente manera:

Reino: Plantae

Subreino: Fanerogamas

División: Angiospermae

Clase: Dicotyledoneae

Subclase: Archichlamydeae

Familia: Euphorbiaceae

Género: Plukenetia

Especie: Plukenetia volubilis

Nombres comunes: "Sacha inchi", "Sachinchi", "maní de mote", "sacha maní", "maní del inca".



Figura 4. Elementos constituyentes del fruto de Sacha inchi

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

1.7. Industria de los aceites vegetales

Según Perspectivas Agrícolas 2014-2023 (Fao & Ocede) la producción mundial de semillas oleaginosas aumento en el año de comercialización 2013-2014. El continente americano seguirá siendo la canasta de las semillas oleaginosas del mundo. Se espera que China consolide aún más su posición como principal importador de semillas oleaginosas, pero también que su participación en la trituration de semillas a nivel mundial se establezca en un 25 % del total mundial.

La producción de aceite vegetal del mundo seguirá siendo muy concentrada en la próxima década a medida que el crecimiento se origina en las principales regiones productoras de Indonesia y Malasia. La demanda de aceites vegetales para la alimentación aun es fuerte porque los ingresos globales y la población crecen, y el uso de aceites vegetales como combustible se apoya en los mandatos de consumo (Fao & Ocede, 2014).

Se prevé que la producción mundial de aceite vegetal aumente 28 %, en el periodo de las perspectivas, en relación con el promedio 2011-2013. Existe una probabilidad que se mantenga concentrado con ocho productores principales (Indonesia, Malasia, China, Unión europea, Estados Unidos de América, Argentina, Brasil e India), que representan casi 77 % de la producción total a lo largo del periodo de proyección (Fao & Ocede, 2014).

En el Ecuador según datos de la FAO en el 2013, en las últimas décadas el consumo de aceites vegetales ha sido creciente, con un promedio de 6.39 kg/persona/año de aceite vegetal, en la década de los 60, así, las cifras de 1961 datan 6.1 kg de aceite vegetal/persona/año, de los cuales el 60.7% fueron de aceite de palma (3.7 kg/persona), respectivamente en el 2009 el consumo de aceite vegetal ascendió a 15.3 kg/persona/año, de los cuales el 57.6 % provino de la palma (Maricela & Jaramillo, 2013).

1.8. Distribución de la planta

La distribución de la planta hace referencia a la ordenación física de los equipos. Esta ordenación debe comprender, tanto los espacios necesarios para el desplazamiento de materia prima, materiales, almacenamiento, seguridad y satisfacción de los trabajadores y todas las actividades o servicios dentro de la misma, para que no haya inconformidad al momento de producir. La distribución de las diferentes áreas se debe ejecutar de acuerdo con el tamaño de la producción, el número de equipos y las personas que intervienen en el proceso de producción, así como también se debe tomar en cuenta que la planta debe ser diseñada donde haya disponibilidad de recursos hídricos, eléctricos, entre otros (López & Carvajal, 2009).

1.8.1. Principios básicos de la distribución de la planta

1.8.1.1. *Principio de la satisfacción y de la seguridad.*

La distribución más efectiva que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores. La satisfacción del operario es un factor importante, la seguridad es un factor de gran importancia en la mayor parte de las distribuciones, y vital en algunas. Una distribución nunca puede ser efectiva si somete a los trabajadores a riesgos o accidentes (Mutther, 1970).

1.8.1.2. *Principio de la integración de conjunto.*

La mejor distribución es la que se integra a los hombres, materiales, maquinaria y cualquier otro factor, con el fin que resulte el compromiso mejor entre todas las partes.

No es suficiente conseguir una distribución que sea adecuada para los operarios directos. Debe ser también conveniente para el personal indirecto. Los obreros de mantenimiento; el personal de control de producción; los inspectores (verificadores) han de comprobar la calidad del trabajo en proceso. Además, debe existir la protección contra el fuego, humos y vapores, unas condiciones de ventilación apropiadas, así como otras muchas características de servicio que faciliten las operaciones. Todos estos factores deben estar integrados en una unidad de conjunto, de forma que cada uno de ellos esté relacionado con los otros (Mutther, 1970).

1.8.1.3. *Principio de la mínima distancia recorrida*

Reducir tiempos de desplazamiento entre operarios y materia prima aumentara las ganancias de producción. La mejor distribución permite que la distancia a recorrer por el material sea la menor posible. Al trasladar el material procurar ahorrar, reduciendo las distancias que éste deba recorrer. Esto significa que trataremos de colocar las operaciones sucesivas inmediatamente adyacentes unas a otras, puesto que cada una descargará el material en el punto en que la siguiente lo recoge (Mutther, 1970).

1.8.1.4. *Principio de la circulación o flujos de materiales*

Las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transformen. Evitar los cruces, interrupciones y cuellos de botellas. Este es un complemento del principio de la mínima distancia recorrida. Significa que el material se moverá progresivamente de cada operación o proceso al siguiente, hacia su terminación. No debe existir retrocesos o movimientos transversales; habrá un mínimo de congestión con otros materiales u otras piezas del mismo conjunto. El material se deslizará a través de la planta sin interrupción (Mutther, 1970).

1.8.1.5. *Principio del espacio cúbico*

Utilizar de manera efectiva todo el espacio disponible, tanto en horizontal como en vertical. Básicamente, una ordenación del espacio, esto es: la ordenación de los diversos espacios ocupados por los hombres, material, maquinaria, y los servicios auxiliares, aprovechar el espacio libre existente por encima de nuestras cabezas o bajo el nivel del suelo (Mutther, 1970).

1.8.1.6. *Principio de la flexibilidad*

Será siempre más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes. Este principio se va haciendo más importante día a día. A medida que los descubrimientos científicos, las comunicaciones, transportes, etc.,

evolucionan con mayor rapidez, esto exige a las industrias que sigan el ritmo de su avance. Ello implica cambios frecuentes, ya sea en el diseño del producto, proceso, equipo, producción. Las plantas pierden, a menudo, pedidos de los clientes a causa de que no pueden readaptar sus medios de producción con suficiente rapidez. Por este motivo podemos esperar notables beneficios de una distribución que nos permita obtener una planta fácilmente adaptable o ajustable con rapidez y economía (Mutther, 1970).

1.8.2. Tipos de Distribución en planta

1.8.2.1. *Distribución por posición fija*

El material o componente permanece en situación fija; todas las herramientas, maquinaria, hombres, y otras piezas del material concurren a ella. Todo el trabajo se hace o el producto se ejecuta con el componente principal estacionado en una misma posición.

1.8.2.2. *Distribución por proceso o funcional*

En ella todas las operaciones del mismo proceso o tipo de proceso están agrupadas. Por ej. la soldadura está en un área; todo el taladrado en otra, etc. Las operaciones del mismo tipo se realizan dentro del mismo sector, agrupadas según sus necesidades.

1.8.2.3. *Distribución por producto*

La materia prima se desplaza en secuencia por las actividades que se utilizan para llegar al producto terminado. (Líneas de producción, producción en cadena).

1.8.3. Ventajas de una buena distribución

El tiempo y costo del proceso general se minimizará reduciendo el manejo innecesario e incrementando en general la eficacia de todo el trabajo.

La producción total de una planta dada será lo más alta posible, empleando al máximo el espacio disponible.

La supervisión del personal y el control de la producción.

Se fomentará un sentimiento de unidad entre empleados.

1.9. Análisis financiero

La última etapa del análisis de la viabilidad financiera de un proyecto es el estudio financiero. Los objetivos de esta etapa son ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionaron las etapas anteriores, elaborar cuadros analíticos y datos adicionales para la evaluación del proyecto y estudiar los antecedentes para determinar su rentabilidad (Sapag, 2014).

Dentro del análisis financiero, las cadenas de valor comprenden varios rubros, es así que para la cadena de valor del proceso de recolección se desglosan 4 rubros tales como; personal, movilización, materiales de recolección y gastos administrativos e indirectos. En la cadena de valor para el proceso de producción tenemos los siguientes rubros: materia prima, personal, equipos, material, movilización, servicios básicos, control de calidad y gastos administrativos e indirectos (Uribarri, 2004).

El precio es una variable que está determinada por la demanda, especialmente en un mercado como el ecuatoriano, donde el factor determinante de compra es el precio sobre otros factores como es la calidad, garantía o servicio post venta. El precio de los aceites vegetales se rige de acuerdo con la competencia de los productos que puedan resultar sustitutos, variando de una marca u otra y de acuerdo al país de origen que de manera subjetiva supone cierta calidad del producto (Marí Vidal & Mateos Ronco, 2013).

CAPÍTULO II
MATERIALES Y MÉTODOS

La caracterización física del aceite vegetal del sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) se llevó a cabo en el Departamento de Química y Ciencias Exactas, Sección Departamental de Ingeniería de Procesos de la Universidad Técnica Particular de Loja, siguiendo la metodología que se presenta en la (figura 5).



Figura 5. Esquema del desarrollo de la investigación

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

2.1. Recolección del material vegetal

La recolección del material vegetal sachá inchi de la especie *Plukenetia volubilis*, se llevó a cabo en la parroquia rural Pachicutza del cantón El Pangui de la provincia de Zamora Chinchipe, ubicada al Sur del Ecuador en la región Amazónica que presenta las siguientes coordenadas: 30° 37'09" de Latitud sur y 78° 35'0" de longitud Oeste, a una altitud que oscila entre 748 y 2150 m.s.n.m.

Los frutos recolectados, se los transportó en un saco de lona, para evitar el deterioro de los mismos durante el transporte, luego se trasladó hasta los laboratorios del Departamento de Química Y Ciencias Exactas de la UTPL para su tratamiento post cosecha el cual consistió en seleccionar el material vegetal en mejor estado, se puede observar en la (figura 6), con el fin de evitar posibles contaminaciones y que estos interfieran en nuestros resultados.



Figura 6. Muestra recolectada de la especie *Plukenetia volubilis*

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

2.1.1. Extracción del aceite vegetal

Una vez realizada la post cosecha, la mejor almendra de sachá inchi se utiliza para la extracción del aceite vegetal, para ello se utiliza el método de extracción de prensado en frío el proceso se llevó a cabo mediante una prensa hidráulica (Figura 7). Consiste en colocar las almendras en bolsas de lona de 25 cm x 14 cm, está a su vez introducirla en una matriz cilíndrica de acero inoxidable la cual posee orificios que le permite la salida del aceite. Luego colocamos la matriz en la parte inferior del pistón, sobre la plantina de la prensa. Haciendo uso de la palanca de control se ejerce la fuerza necesaria para extraer el aceite.

Una vez finalizada la extracción se recoge el aceite vegetal en una probeta para determinar el volumen del mismo, que es muy importante considerar para la determinación del rendimiento, seguidamente se procede a almacenar el aceite vegetal libre de agua en frascos de vidrio de color oscuro.

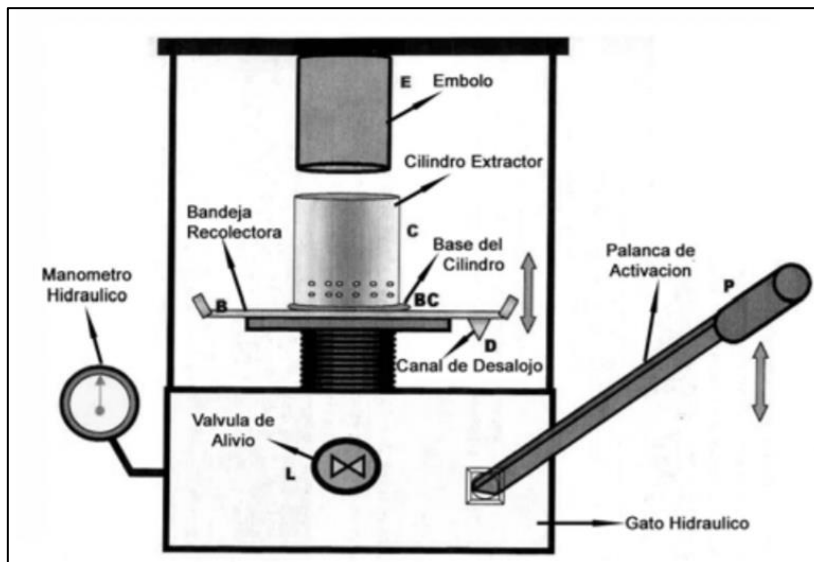


Figura 7. Esquema de la prensa hidráulica utilizada
Fuente: (Hernández & Pitre, n.d.)
Elaborado por: El autor

2.1.2. Determinación del rendimiento

La determinación del rendimiento se realizó por cada una de las extracciones de prensado en frío, relacionando el volumen obtenido y la cantidad de materia vegetal empleada en cada extracción (Anexo I).

2.2. Determinación de las propiedades físicas

Las propiedades físicas que se determinaron para el aceite vegetal de sachá inchi fueron: densidad relativa, índice de refracción.

2.2.1. Densidad relativa

La densidad relativa del aceite se efectuó mediante la norma (CODEX STAN 210-1999) indicada en el (Anexo II). Para ello se utilizó un picnómetro de vidrio de 1 mL y una balanza analítica.

Se trabajó con el aceite obtenido de la extracción en frío, el primer paso es pesar el picnómetro vacío de 1 mL con el tapón en una balanza analítica como se muestra en la (figura 8), luego se llenó el picnómetro con agua destilada y se pesó con el tapón como

el caso anterior, finalmente se realizó el mismo procedimiento con el aceite vegetal en lugar del agua, registrando los pesos de cada una de las muestras.

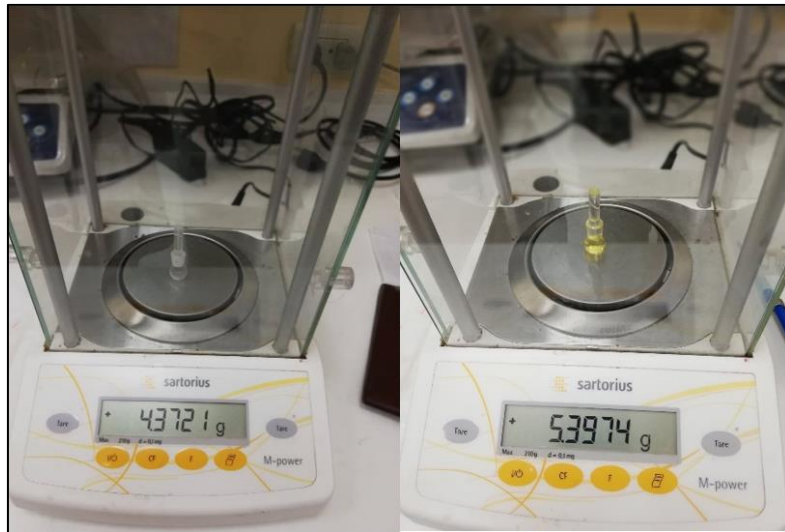


Figura 8. Balanza analítica

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

2.2.2. Índice de refracción

El índice de refracción se realizó mediante la norma NTE INEN 42 (Anexo III); Para ello se empleó un refractómetro ABBE, marca BOECO GERMANY mostrado en la (figura 9), es un dispositivo electrónico que mide la velocidad de propagación de luz en el aceite vegetal a una temperatura determinada que oscila en 20°C.



Figura 9. Refractómetro ABBE

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

Para la lectura de las muestras inicialmente se efectuó con la calibración del refractómetro, utilizando agua destilada como líquido conocido, la cual debe arrojar un resultado de 1,333. Después se colocó una gota de aceite sobre el prisma inferior, regulando la luz y con la perilla de dispersión se realizó el ajuste cromático para que la línea de separación que fue enfocada quede perfectamente definida.

2.3. Cantidad de materia prima necesaria para la producción

La cantidad de material vegetal para la producción de un 1 kg de aceite vegetal se calcula con la formula descrita a continuación.

$$\rho c = \frac{mab(Kg)}{Vn(m^3)}$$

Donde:

ρc : Densidad del aceite vegetal. (Kg/m³)

mab : Cantidad de aceite vegetal a obtener. (kg)

Vn : Volumen necesario para producir 1 Kg de aceite vegetal (m³) ó (mL)

A partir de la formula anterior se obtiene el volumen y a partir de este se calcula la cantidad de materia prima necesaria para producir 1kg de aceite vegetal basados en el rendimiento.

$$Mp = \frac{Vn}{\eta}$$

Donde:

Mp : Materia prima necesaria en el proceso de producción. (g)

Vn : Volumen necesario para producir 1 Kg de aceite de aceite vegetal. (g)

η : Rendimiento del aceite vegetal de Sacha inchi. (mL/g)

Los resultados se los visualiza en el (Anexo IV).

2.4. Zonificación y distribución de la planta

Una vez realizado el análisis de proximidad se define la superficie necesaria para cada zona de la planta de extracción y finalmente se realiza la distribución en planta (Casp, 2005).

Para la zonificación de la planta se tomaron en cuenta los espacios, ergonomía, donde se van a realizar las diferentes actividades, teniendo en cuenta las entradas, proceso de

transformación, salidas, también se consideraron áreas suplementarias para el correcto funcionamiento de la planta.

Para la correcta distribución se consideró la relación que existe entre las diferentes zonas, de tal manera que el flujo de la materia prima o de los productos, no se vean afectados por cuellos de botellas en el proceso de producción, y los tiempos de transporte sean mínimos. Para la distribución de la planta se estudió el proceso productivo desde el ingreso de la materia prima, transformación del producto y la obtención del producto terminado, para lo cual se tomó en cuenta los siguientes aspectos (Casp, 2005) :

Recepción de la materia prima

Limpieza de la materia prima

Condiciones óptimas de almacenamiento de materia prima.

Se determinó la producción diaria de aceite vegetal.

Equipos necesarios

Movilidad del personal y el acceso para el respectivo mantenimiento de los equipos.

Se seleccionó el tipo de distribución en planta a utilizar.

Embarque (parqueadero de despacho de producto terminado).

El diseño, zonificación y acotación de planta industrial se realizó con el Software AutoCAD 2016.

2.4.1. Localización de la planta.

La localización del proyecto permitió determinar el sitio en donde se instalará la planta, para ello se trabajó con una macro y micro localización.

Según (Gabriel, 2001), para decidir cuál es la localización óptima del proyecto se puede utilizar el método cualitativo, que consiste en determinar factores que consideramos importantes para la localización del proyecto; o método cuantitativo de Vogel que tiene como objetivo reducir los costos de transporte satisfaciendo la demanda y abastecimiento de materiales.

Para el desarrollo del proyecto estos métodos no se considerarán debido a que bajo ordenanza No. 18- 2011 la planta estará ubicada en el parque industrial.

2.4.2. Análisis Financiero

Con la elaboración del análisis financiero se pretende determinar el costo total de la inversión del proyecto, para ello se consideró los costos fijos y variables, activos fijos, obra civil y costo del talento humano.

2.4.2.1. Inversión Total

Según (Kelety, 1992) la inversión es el proceso en donde se vinculan recursos financieros líquidos a cambio de la expectativa de obtener beneficios líquidos dentro de un período de tiempo estimado.

Para calcular la inversión se tomó en cuenta los criterios planteados en la tabla 2.

Tabla 2. Criterios para Evaluar Económicamente un proyecto

Criterio para considerar	
Inversiones fijas	Inversión fija o activo tangible son los bienes de la empresa, como terrenos, edificios, maquinarias. Son fijos porque la empresa no puede desprenderse de ellos sin tener retrasos en sus actividades productivas (Gabriel, 2001).
Inversiones diferidas	Inversión diferida o intangible se denomina al conjunto de viene propiedad de la empresa necesarios para su funcionamiento, como marcas, diseños, asistencia técnica (Gabriel, 2001).

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

2.4.2.2. Costo de un kg de aceite vegetal

Para la determinación del costo de un kg de aceite vegetal se utilizará la fórmula descrita a continuación.

$$C. uni = \frac{CT}{Q}$$

Dónde:

C.uni: Costo por kg

CT: Costo total

Q: Cantidad de kg (Salvatore, 1995).

2.4.2.3. Costo de una botella de 250 ml de aceite vegetal

El costo unitario de la botella de aceite vegetal estará determinado por la cantidad en ml que se obtiene por kg de aceite vegetal. Para ello se consideró el rendimiento del mismo y las horas de trabajo de la maquinaria.

Posterior a ello se utilizará la fórmula descrita por Salvatore.

$$C.uni = \frac{CT}{Q}$$

Dónde:

C.uni: Costo por botella de 250 ml

CT: Costo total

Q: Cantidad de botellas a producir.

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Recolección y transporte de materia vegetal

La muestra de la especie de *Plukenetia volubilis* fue recolectada en la parroquia rural Pachicutza del cantón El Pangui de la provincia de Zamora Chinchipe, ubicada al Sur del Ecuador en la región Amazónica que presenta las siguientes coordenadas: 30° 37'09" de Latitud sur y 78° 35'0" de longitud Oeste, a una altitud que oscila entre 748 y 2150 m.s.n.m. En la (figura 10) se puede evidenciar la ubicación geográfica de recolección de dicha especie.

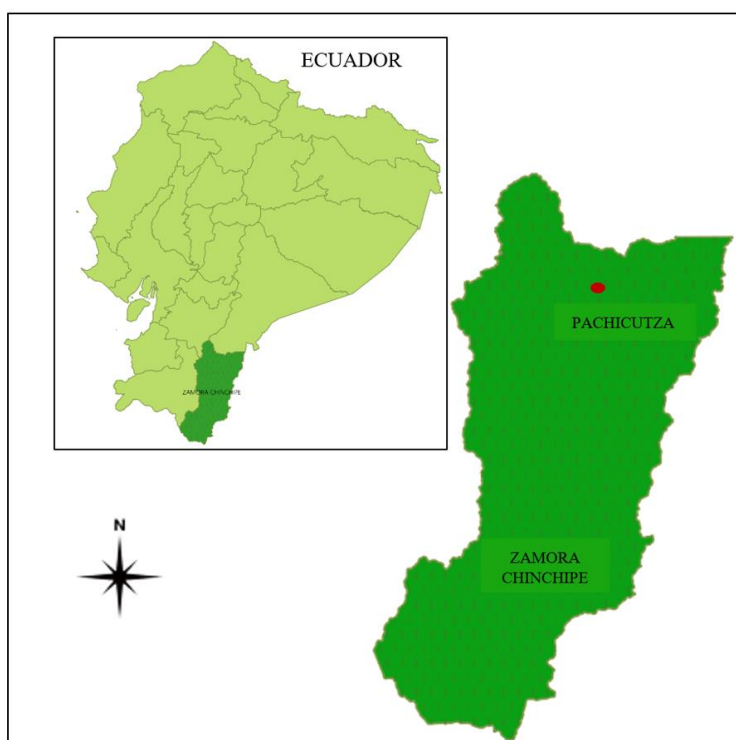


Figura 10. Área de recolección de la especie vegetal *Plukenetia volubilis*
Fuente: El autor
Elaborado por: El autor

En la tabla 3 se detalla el peso y fecha de cada recolección de la muestra vegetal de la especie *Plukenetia volubilis*.

Tabla 3. Peso obtenido de la recolección de la muestra vegetal.

Recolección	Peso semilla (kg)	Almendras (kg)	Fecha de recolección
SI1	5,19 kg	3,38 kg	22 de abril del 2018
SI2	3,08 kg	1,33 kg	22 de mayo del 2018
SI3	1,73 kg	1,13 kg	22 de mayo del 2018

SI1: Sacha inchi: 1 Primera recolección; 2 Segunda recolección; 3 Tercera recolección, Peso (kg): peso de cada recolección.

Fuente: El autor
Elaborado por: El autor

3.2. Extracción del aceite vegetal

El método que se utilizó para la extracción del aceite vegetal de la especie *Plukenetia volubilis* fue prensado frío. Se realizaron tres extracciones: la primera fue para el primer ciclo de extracción de aceite vegetal de Sacha inchi la cantidad de materia vegetal de la primera recolección fue alrededor de 3 kg, peso que fue distribuido en porciones de 156,31 gr, cada porción es colocada en la funda de tela que posee un diámetro de 23,5 cm x 10,5 cm y está, a su vez colocada en la matriz, como se muestra en la (figura 11), Este proceso se lo realiza hasta culminar por completo las almendras. De la primera recolección se pudo obtener un total de 1387 mL, de la segunda un total de 546 mL, mientras que en la tercera 450 mL.



Figura 11. Extracción del aceite vegetal

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

El aceite vegetal extraído se trasvasó a frascos de 150 mL como se indica en la (figura 12), con el fin de protegerlo de la luz.



Figura 12. Envasado del aceite vegetal
Fuente: El autor
Elaborado por: El autor

3.2.1. Rendimiento del aceite vegetal

En la tabla 4 se indica la media del porcentaje de rendimiento que fue de 39,09 % con una desviación estándar de 1,98. Estos datos indican que el rendimiento del aceite vegetal de Sancha inchi se encuentran en un valor.

Tabla 4. Rendimiento (% ml/kg) del aceite vegetal *Plukenetia volubilis*.

Extracción	Peso (gr)	Volumen (mL)	Rendimiento (mL/kg)	\bar{x} (mL/kg)	σ
M1. SI	3380	1387	41,04	39,09	1,98
M2. SI	1328	520	39,16		
M3. SI	1133	420	37,09		

M1. SI, muestra de la primera extracción; M2. SI, muestra de la segunda extracción; M3. SI, muestra de la tercera extracción.

\bar{x} : Promedio de porcentaje rendimiento

σ : Desviación estándar

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

De los porcentajes expuestos en la tabla 4, el rendimiento más alto es de 41,04 % que se obtuvo a partir de 3380 gr de materia vegetal con un volumen de 1387 mL de aceite vegetal y el rendimiento más bajo obtenido fue de 37,09 % a partir de 1133 gr con 420 mL.

3.3. Propiedades físicas

La evaluación de las propiedades físicas se realiza con el fin de evaluar la pureza y calidad de aceite. Las variables están sujetas a factores que pueden alterar el resultado final del producto, como manejo de la especie, condiciones de cultivo, etc.

3.3.1. Densidad relativa del aceite vegetal

En la tabla 5 se expone el valor promedio de la densidad relativa de las tres muestras de aceite vegetal analizadas, dándonos como resultado un valor medio de 0,929 (g/mL) con una desviación estándar de 0,005.

Tabla 5. Densidad del aceite vegetal de la especie *Plukenetia volubilis*.

Extracción	Densidad (g/ml)	\bar{x} (g/mL)	σ
M1. SI	0,923		
M2. SI	0,933	0,929	0,005
M3. SI	0,931		

M1. SI, muestra de la primera extracción; M2. SI, muestra de la segunda extracción; M3. SI, muestra de la tercera extracción.
 \bar{x} : Promedio de porcentaje rendimiento
 σ : Desviación estándar

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

La densidad relativa calculada del aceite de Sacha inchi se encuentra dentro del rango registrado para aceites vegetales entre 0,926 y 0,931 g/mL (Innen, 2014). Resultados similares han sido reportados por (Paucar *et al.*, 2015) quienes obtuvieron una densidad comprometida de 0,9283 g/mL.

3.3.2. Índice de refracción del aceite vegetal

Tabla 6. Índice de refracción del aceite vegetal de la especie *Plukenetia*

Extracción	Índice de Refracción	\bar{x}	σ
M1. SI	1,4743		
M2. SI	1,4740	1,477	0,004
M3. SI	1,4817		

M1. SI, muestra de la primera extracción; M1. SI, muestra de la segunda extracción; M3. SI, muestra de la tercera extracción.
 \bar{x} : Promedio de porcentaje rendimiento
 σ : Desviación estándar

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

El promedio del índice de refracción calculado fue de 1,477 (20°C) con una desviación estándar de 0,004 que se detalla en la tabla 6. Según Innen, (2014), el intervalo del índice de refracción de los aceites vegetales es de 1,478 a 1,481. Datos similares y experimentales reportados por los autores Paucar-Menacho *et al.*, (2015) que reportan en su estudio un índice de refracción correspondiente a 1,475.

3.4. Zonificación y distribución de la planta

Se dimensionó arquitectónicamente la planta (Ver figura 13) de forma rectangular con medidas de 26,6 m x 13,90 m (369,74 m²) que comprende todos los espacios. Se recurrió a menudo al uso de paredes a media altura en ciertas áreas como la de producción, para mayor claridad y visualización del proceso de producción. Se optó también por algunas puertas corredizas para ahorrar espacio, principalmente en el área de recepción de la materia prima, como también en el área de almacenamiento de producto terminado, Se recurrió a la colocación de amplios ventanales para permitir el paso de la luz y por ende crear un ambiente más amigable y aprovechando al máximo los recursos naturales. Esta ordenación, debe incluir, tanto los espacios necesarios para el correcto movimiento ergonómico de materiales o materia prima, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las tareas, actividades o servicios. Se utilizo columnas de hormigón para la estructura, la cobertura está hecha de mampostería de ladrillo visto. Como se muestra en la (figura 14).



Figura 13. Zonificación de la planta de extracción del aceite vegetal

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

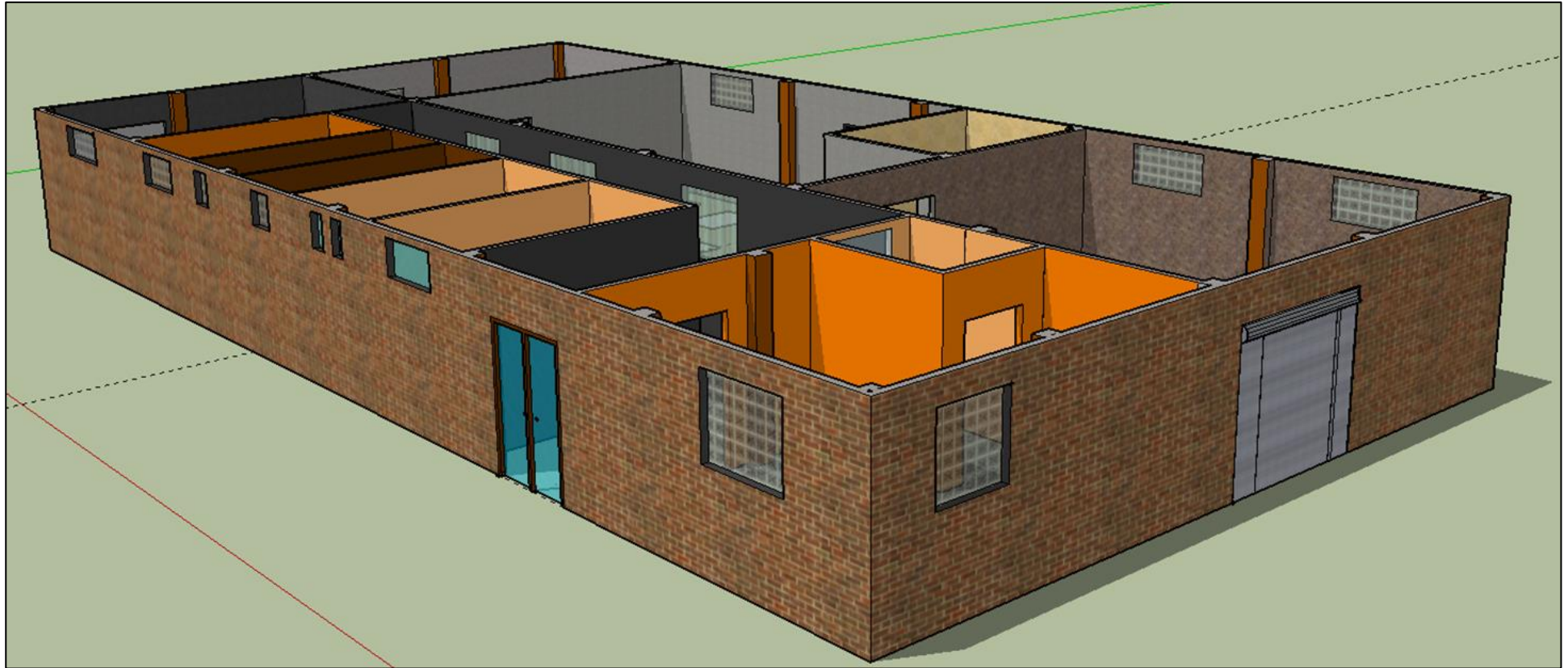


Figura 14. Levantamiento de la planta en 3D

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor



Figura 15. Parte externa de la industria en 3D

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

El plano de la planta de extracción del aceite vegetal de Sacha inchi fue diseñada de tal forma que las diferentes áreas y su distribución permitió una buena organización y acoplándose a medidas ergonómicas para facilitar el desplazamiento de los operarios, materia prima, máquinas.

En el plano acotado de la planta (figura 16) se puede visualizar las diferentes áreas que conforma la empresa teniendo en cuenta la ergonomía, como el área destinada para la carga y descarga de la materia vegetal, zona externa que consta de (18 m²). Además, existe un área que constara para la recepción de la materia prima de (39 m²), la cual esta contigua a el área de producción, aquí se realizara la extracción del aceite vegetal, por medio de prensado frío que comprende (58,5 m²), diseñada considerando el espacio adecuado para la maquinaria necesaria y dentro de esta área existe una cámara de secado de (7,825 m²).

En efecto se considera un área de control de calidad y etiquetado de (24,9 m²), la misma que está perfectamente delimitada para evitar cualquier tipo de contaminación. El área de producto terminado comprende (20,75 m²). Adicional, la planta contara con una oficina destinada para la parte administrativa (22,50 m²), baños (14,7 m²), Bodega (7,35 m²), vestidores (11,20 m²), pasillos (25,5 m²). Dando un área total de (224,4 m²) de área interna de la empresa. El detalle de cada área se presenta en la tabla 7.

Tabla 7. Áreas de la planta de extracción de aceite vegetal de Sacha inchi.

ÁREA	CANTIDAD	UNIDAD
Construcción total	369,74	m²
Construcción interna de la industria	224,4	m²
Recepción de materia prima	39	m ²
Producción	58,5	m ²
Cámara de secado	7,8	m ²
Control de calidad	24,9	m ²
Producto terminado	20,75	m ²
Administración	22,5	m ²
Baños	14,7	m ²
Bodega	7,35	m ²
Vestidores	11,2	m ²
Pasillos	25,5	m ²
Construcción externa de la industria	145,34	m²

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor



Figura 16. Plano acotado de la planta de extracción del aceite vegetal

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

3.5. Localización del proyecto

La Macrolocalización del proyecto es en la provincia de Loja dirigida a la ciudad del mismo nombre, con la finalidad de contribuir al cambio en la matriz productiva y promover la industrialización e incentivar a la creación de empleos.

La ciudad de Loja cuenta con el Parque industrial tal como expreso Ximena Aguirre, responsable de este, “es un proyecto normado bajo ordenanza pública con la finalidad de regularizar el sector industrial en la ciudad”

El terreno en donde se instalará la planta de industrialización tendrá un costo de \$ 43.000, 00 el mismo cuenta con los servicios básicos y vías de fácil acceso.

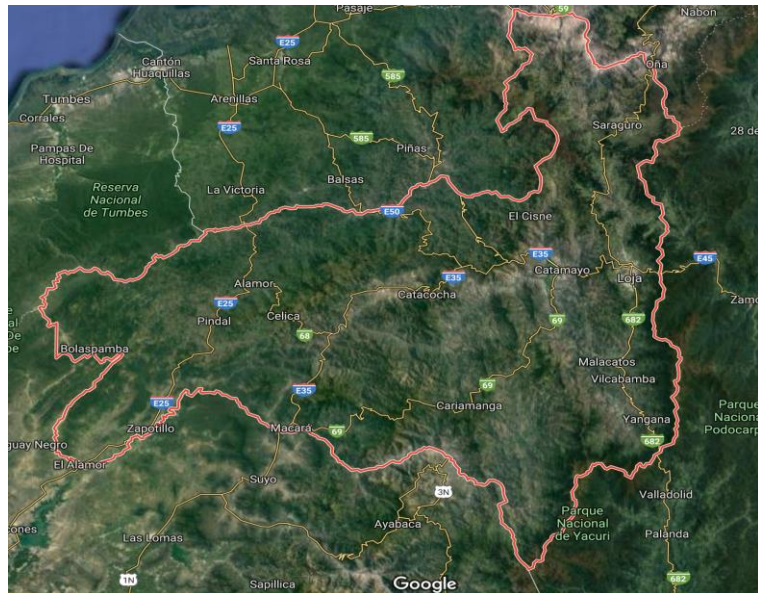


Figura 17. Macrolocalización de la planta

Fuente: Google Maps

Elaborado por: El autor

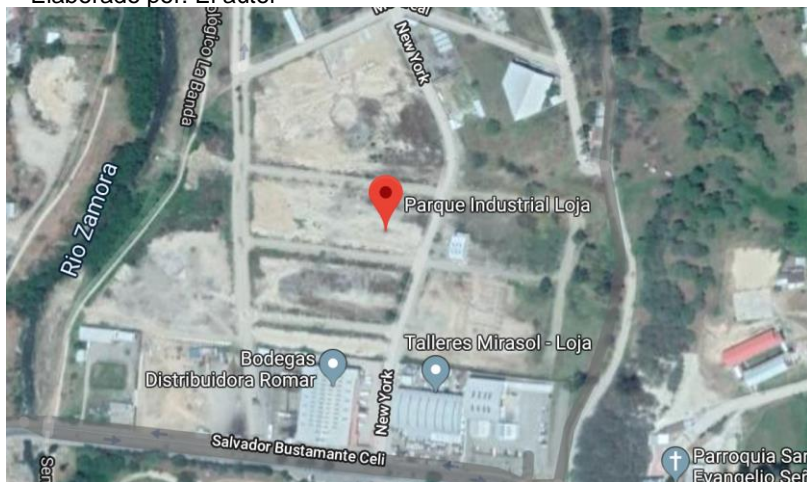


Figura 18. Microlocalización de la planta

Fuente: Google Mas

Elaborado por: El autor

3.6. Flujograma del proceso de extracción

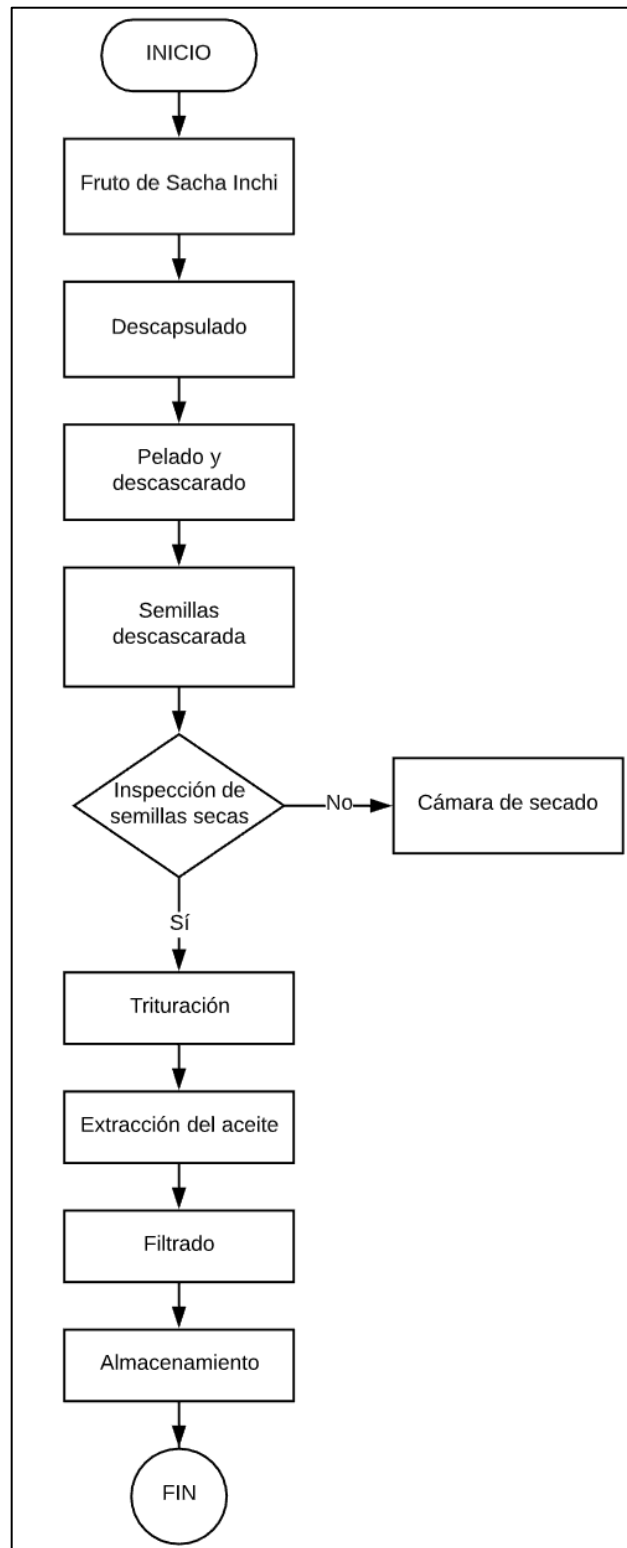


Figura 19. Flujograma del proceso de producción

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

3.7. Capacidad de producción de la planta

La planta tendrá una capacidad de producción 16473 kg de aceite/año que se envasarán en botellas de 250 ml de aceite sachá inchi, como se muestra en la tabla 8.

La producción anual de aceite de sachá inchi se calculó a razón de 8 horas diarias laborando durante 22 días mensuales en el periodo de un año. Cabe recalcar que para el cálculo de la capacidad de la producción se consideró la capacidad teórica de la maquinaria.

Tabla 8. Capacidad de producción

CANTIDAD	DÍA	MES	AÑO
20 kg semillas	160	3520	42240
Rendimiento 39%	62.4 kg aceite	1372.28 kg aceite	16473.6 kg aceite
Almacenamiento m ³	0.27 m ³	5.87 m ³	70.4 m ³
Botellas de 250 ml	250	5489	65892

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

3.8. Estructura Organizacional

La estructura organizacional que se propone se muestra en la (figura 20).

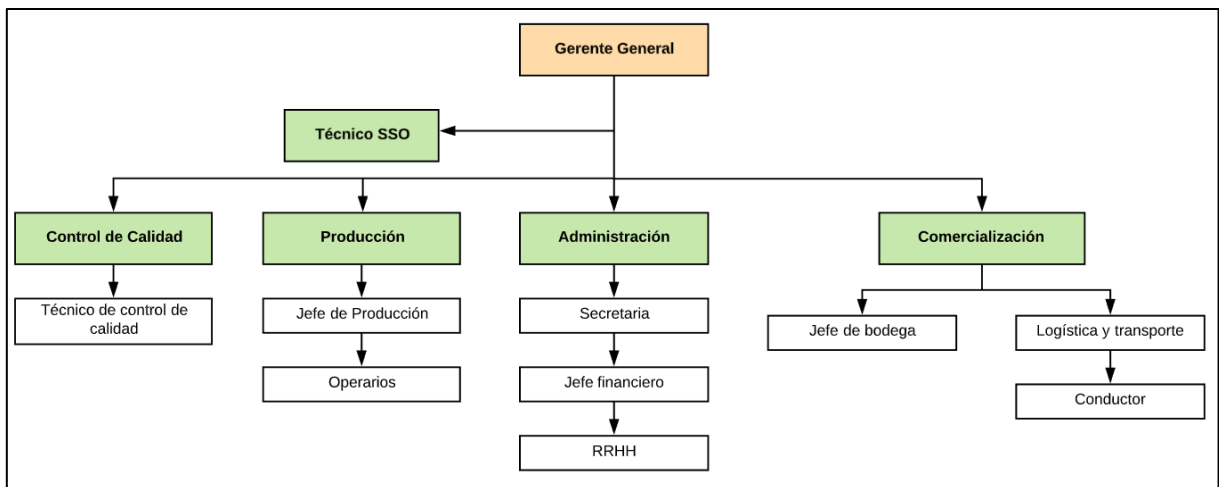


Figura 20. Organigrama estructural

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

3.9. Máquinas

A continuación, en la tabla 9 se presenta una relación de maquinaria que se requiere para instalar la planta.

Tabla 9. Capacidad máxima en la línea de producción

MAQUINARIA	CAPACIDAD MÁXIMA
Descapsuladora	300kg/h
Peladora	50kg/h
Trituradora	45kg/h
Prensa hidráulica	20 kg/h
Filtro prensa	300 lt/h

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

En el (Anexo VIII), se detallan las máquinas y sus respectivas características.

3.10. Análisis financiero

Se determino el coste total del proyecto de \$ 201.319,24, en los cuales consta los costos fijos y variables, activos fijos; obra civil coste de talento humano.

3.10.1. Inversión total

La inversión del proyecto se determinó calculando los activos, activos diferidos y capital de trabajo. En la siguiente tabla 10 se indica los valores de la inversión.

Tabla 10. Inversión

PRESUPUESTO DE INVERSIONES	
DENOMINACIÓN	Año 0
Terreno	\$ 43.000,00
Subtotal	\$ 43.000,00
DEPRECIABLES	
Construcciones y obras civiles	\$ 55.500,00
Maquinarias	\$ 18.500,00
Equipos de producción	\$ 302,00
Muebles y enseres	\$ 1.043,00
Vehículos	\$ 7.000,00
Equipos de oficina	\$ 1.114,98
Subtotal	\$ 83.459,98
INVERSIONES DIFERIDAS	
Estudios	\$ 1.000,00
Registro sanitario	\$ 104,53
Gastos de organización	\$ 1.000,00
Gastos de montaje	\$ 2.000,00
Puesta en marcha	\$ 1.200,00
Capacitación	\$ 500,00
Imprevistos	\$ 290,23
Subtotal	\$ 6.094,76
CAPITAL DE TRABAJO	
Inventario de M.P	\$ 68.764,50

TOTAL DE COSTOS	\$ 201.319,24
-----------------	----------------------

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

En el (Anexo V), se detallan los valores empleados para el cálculo de las inversiones.

3.10.2. Costos de producción

Se consideraron los gastos por materiales, mano de obra y costos generales de fabricación.

En la tabla 11 se detallan los valores considerados para determinar el costo de producción.

Tabla 11. Costos de producción anual

DETALLE	COSTO
Materiales directos	\$ 68.764,50
Mano de Obra directa	\$ 33.037,94
Costo de fabricación	\$ 16.987,34
TOTAL	\$ 118.789,78

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

Los valores empleados en la realización de este valor son expresados en el (Anexo VI).

3.10.3. Gastos administrativos

Los costos administrativos fueron calculados en función a salarios, suministros y depreciación, se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. Gastos administrativos

DETALLE	ANUAL
Salarios	\$ 13.419,51
Suministros	\$ 1.020,00
Depreciación	\$ 327,30
TOTAL	\$ 14.766,81

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

El detalle para el desarrollo de este cálculo se presenta en el (Anexo VII).

3.10.4. Costo de kg de aceite vegetal

Este valor fue calculado con la siguiente fórmula:

$$C.uni = \frac{CT}{Q}$$

Dónde:

C.uni: Costo por kg

CT: Costo total

Q: Cantidad de kg

El costo total del proyecto es de \$ 106.250,78 se calculó sumando los costos fijos y los costos variables (Anexo IX). Aplicando la fórmula mencionada se obtiene un costo unitario \$ 6,45 por kg de aceite vegetal.

$$C. uni = \frac{106.250,78}{16.473,6}$$

$$C. uni = \$ 6,45$$

3.10.5. Costo unitario por botella de 250 ml de aceite vegetal

El costo unitario está determinado por el costo total entre las cantidades a producir. Al producir 65892 botellas se estima un costo unitario de:

$$C. uni = \frac{106.250,78}{65892}$$

$$C. uni = \$ 1.61$$

El costo unitario estimado por botella es de \$ 1.61, conociendo que el precio promedio de venta del mercado es de \$13,00 nuestro margen de utilidad será de 11% para tener un precio de venta similar al mercado.

El cálculo del precio de venta por botella de aceite vegetal se lo realiza aplicando la siguiente fórmula:

$$P. venta = C. uni + Margen de utilidad$$

$$P. venta = 1.61 + 11.39$$

$$P. venta = \$13.00$$

3.11. Aspectos de mercado

3.11.1. Identificación del mercado

La planta industrial, procesará aceite virgen de Sacha inchi que se pretende ofertar en el mercado nacional e internacional; en el mercado nacional se sabe que el principal comprador es la industria alimentaria, para enriquecer los diversos productos alimenticios con omega 3; en menor escala el mercado es el consumo doméstico distribuido principalmente por cadenas de supermercados. En el mercado internacional se tiene expectativa para el mercado de Estados Unidos, Japón y la Comunidad Europea para la industria alimentaria y farmacéutica (Herquínigo, 2013).

3.11.2. Análisis de la demanda de aceite de sachá inchi

Según el Banco Central del Ecuador el aceite es un alimento básico requerido y consumido por toda la población mundial; en el Ecuador el consumo de aceite es insuficiente desde los niveles recomendados por la Organización Mundial de la salud y diversas entidades internacionales especializadas en el tema. A este bajo consumo se agrega el bajo nivel de la producción de aceites del Ecuador, es ampliamente deficitaria.

Actualmente el Ecuador exporta Sacha Inchi en una cantidad muy baja motivo por el cual se plantean proyectos por parte del MAGAP, para incentivar a los agricultores aumentar su producción y a la vez mejorar la calidad de los procesos de siembra y cultivo para obtener una semilla de alta calidad (Vargas & Eden, 2016).

CONCLUSIONES

La planta estará diseñada para una extracción por prensado en frío el cual garantiza que el producto obtenido conserve todo su valor nutricional y tenga un efecto positivo en la salud de quienes lo consuman.

Se determinó que el rendimiento del aceite vegetal de Sacha Inchi es de 39,09 % v/m, la densidad relativa fue de 0,929 g/mL, finalmente el índice de refracción 1,477.

El área total, que se propone para la instalación de una planta de Sacha Inchi es de 369,74 m².

La planta industrial tendrá una capacidad de producción de 16473.6 kg aceite/año equivale a botellas de 250 ml por año, requiriéndose para ello contar con maquinaria específica para cada etapa del proceso y mano de obra directa como indirecta.

El costo de un kg de aceite vegetal de sacha inchi será de \$ 6,45.

El precio de venta por botella de 250 ml del mercado es de \$ 13,00 obteniéndose una utilidad de 11.44%

En la planta de extracción de aceite estarán considerados las siguientes máquinas: Descapsuladora, peladora, Prensa hidráulica, filtro prensa y un tanque de almacenamiento.

La inversión total que se requiere para la implementación del proyecto es de \$ 201.319,24.

RECOMENDACIONES

Durante el proceso de producción para la extracción de aceite de sachá inchi, se obtiene como subproducto una masa prensada llamada torta, que contiene un alto contenido de proteínas, se recomienda realizar estudios para formular y elaborar productos alimenticios y también para la elaboración de alimentos balanceados para animales.

Realizar una caracterización de las semillas nativas procedentes de diferentes provincias del país.

Se recomienda promover el consumo de aceite de sachá inchi por ser altamente nutritivo debido a su alto contenido de ácidos omega 3,6,9.

Ampliar el proyecto con una evaluación económica, con el objetivo de determinar la viabilidad de este.

BIBLIOGRAFÍA

- Calderón, L. (2009). Proceso de Extracción De Aceites. Retrieved May 7, 2019, from <https://www.slideshare.net/janoac/proceso-d-extraccion-de-aceites>
- Casp, V. (2005). Diseño de industrias Agroalimentarias. Retrieved October 21, 2019, from <https://es.slideshare.net/FanychanCosplayer/diseo-de-industrias-agroalimentarias-71705196>
- Durán, S., Torres, J., & Sanhueza, J. (2015). Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades. *Nutricion Hospitalaria*, 32(1), 11–19. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.1.8874>
- Fao, & Oede. (2014). OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2014-2023. https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2014-es
- Gabriel, B. U. (2001). Evaluación de proyectos (7th ed.).
- Gordillo, M. M., Ramírez, J. J., Durán, R. C., Arriaga, E. J., García, R., Cervantes, A., & Mejía Hernández, R. (2002). Los géneros de la familia Euphorbiaceae en México (Vol. 73). Retrieved from <http://www.ejournal.unam.mx/bot/073-02/BOT73205.pdf>
- Hernández, C., & Pitre, A. M. (n.d.). RENDIMIENTO DE LA EXTRACCIÓN POR PRENSADO EN FRÍO Y REFINACIÓN FÍSICA DEL ACEITE DE LA ALMENDRA DEL FRUTO DE LA PALMA COROZO (*Acrocomia aculeata*). Retrieved from http://www.ciiq.org/varios/peru_2005/Trabajos/IV/7/4.7.02.pdf
- Herquínigo, E. (2013). Memoria descriptiva.
- Innen. (2014). Ecuatoriana Nte Inen 1108. 2–3. Retrieved from www.inen.gob.ec
- Jiménez, J., Martínez, M., & Cruz, R. (2000). El género *Plukenetia* (Euphorbiaceae) en México. In *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica* (Vol. 71). Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40071102>
- Kelety, A. (1992). Análisis y evaluación de inversiones. Gestión.
- López, E., & Carvajal, J. (2009). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES CON CAPACIDAD PARA 300 kg DE MATERIAL VEGETAL.
- Maricela, Y., & Jaramillo, C. (2013). IMPACTO ECONÓMICO DE LAS INVERSIONES REALIZADAS POR EL INIAP EN INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN PALMA AFRICANA (UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS). Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2038/1/T-UCE-0004-31.pdf>
- Medina, G. (2013). Aceites y grasas comestibles. Universidad de Antioquia. *Bromatología*, 1–25.
- Mutther, R. (1970). Distribución en planta. Tratado sobre la ordenación de los elementos de producción industrial. 2, 482. Retrieved from <http://hpcinc.com/wp-content/uploads/2016/07/Spanish-PPL.pdf>
- Paucar-Menacho, L. M., Salvador-Reyes, R., Guillén-Sánchez, J., Capa-Robles, J., & Moreno-Rojo, C. (2015). Estudio comparativo de las características físico-químicas del aceite de

- sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.), aceite de oliva (*Olea europaea*) y aceite crudo de pescado. *Scientia Agropecuaria*, 6(4), 279–290. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357643270005>
- Querol, L. (2018). Partes de la prensa hidráulica. Retrieved May 30, 2019, from <https://alumlq.blogspot.com/2018/>
- Rodríguez, Á., Corazon-Guivin, M., Cachique, D., Mejía, K., Del Castillo, D., Renno, J.-F., & García-Dávila, C. (2010). Diferenciación morfológica y por ISSR (Inter simple sequence repeats) de especies del género *Plukenetia* (Euphorbiaceae) de la Amazonía peruana: propuesta de una nueva especie (Universidad Nacional Mayor de San Marcos; Vol. 17). Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195019027007>
- Salvatore, D. (1995). Microeconomía. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Sapag, N., Sapag, R., & Sapag, J. (2014). Preparación y evaluación de proyectos (Vol. 6).
- Tabares, P., Avila, L., & Torres, Fernando Cardona, Diana Quiñones, Wiston Forero, Jorge E. Rugeles, Maria Teresa Echeverri, F. (1995). *Scientia et Technica*. In *Scientia Et Technica*. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84903325>
- Tabio, D., Díaz, Y., Rondón, M., Fernández, E., & Piloto, R. (2017). Extracción de aceites de origen vegetal. *Universidad Tecnológica de La Habana*, (May). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11047.55201>
- Vargas, L., & Eden, C. (2016). UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS EMPRESARIALES CARRERA DE COMERCIO INTERNACIONAL MACHALA 2016 PLAN DE EXPORTACIÓN DE SACHA INCHI DE LA ASOCIACIÓN 28 DE SEPTIEMBRE DE LA PARROQUIA CHACRAS ARENILLAS HACIA MERCADO ALEMÁN.
- Zavala, F., & Catillo, F. (2008). Obtención del aceite virgen de la semilla de ajonjolí (Vol. 49). *Universidad de Guayaquil*.

ANEXOS

ANEXO I

Determinación del porcentaje de rendimiento

Para calcular el porcentaje de rendimiento del aceite vegetal, se correlacionó el volumen de aceite vegetal obtenido en cada extracción con la cantidad de materia vegetal.

Cálculo:

$$\% R = \frac{V \text{ (mL)}}{P \text{ (g)}} * 100$$

Dónde:

% R: porcentaje de rendimiento;

V: volumen del aceite vegetal extraído (mL);

P: peso de la materia vegetal empleada en la destilación (g).

ANEXO II

Determinación de la densidad relativa a 20 °C

Según la norma AFNOR NF T 75-111 (ISO 279:1998)

Fundamento:

La densidad relativa a 20 °C de un aceite se define como la masa de un determinado volumen de aceite vegetal a 20 °C sobre la masa de un volumen igual de agua destilada a 20°C.

Nota:

- Si es necesario, operar a una temperatura diferente debido a la naturaleza del aceite, indicar la norma referente al aceite vegetal. La corrección para 20 °C es de 0,007 a 0,0008 por grado centígrado.
- La masa volumétrica a 20 °C de un aceite vegetal se reporta como la masa de un cierto volumen de aceite vegetal a 20°C.

Materiales:

- Picnómetro de vidrio
- Baño termostático, mantenido a temperatura ambiente de 20 °C ± 0,2.
- Termómetro de precisión graduado de 10 a 30 °C, con una variación de 0,2 °C a 0,1 °C.
- Balanza analítica.

Procedimiento:

- **Preparación del picnómetro:** limpiar rigurosamente y luego enjuagar el picnómetro, lavar con etanol y luego con acetona, pasarlo por una corriente de aire seco, si es necesario secar el exterior del picnómetro con un trapo seco o con papel filtro. Cuando se equilibre la temperatura en el cuarto de balanzas, pesar el picnómetro con el tapón en su sitio con 1 mg de precisión.
- **Peso de agua destilada:** llenar el picnómetro con agua recién destilada que se encuentre a una temperatura de 20 °C. Coloque el picnómetro en el baño termostático. Durante 30 minutos ajustar el nivel de agua hasta la marca, poner el tapón del picnómetro en su sitio,

secar el exterior del picnómetro con un trapo seco o papel filtro. Cuando se equilibre la temperatura del cuarto de balanza pesar el picnómetro lleno con el tapón en su sitio con 1 mg de presión.

- **Peso del aceite vegetal:** vaciar el picnómetro, luego enjuagar y secar. Efectuar las mismas operaciones, pero con aceite en lugar de agua.

Cálculos:

La densidad relativa se obtiene con la siguiente formula:

$$d = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

d: densidad relativa a 20 °C, referido al agua a 20 °C;

m₀: masa en gramos del picnómetro vacío;

m₁: masa en gramos del picnómetro con agua;

m₂: masa en gramos del picnómetro con aceite vegetal.

ANEXO III
Determinación del índice de refracción
Según la norma AFNOR NF T 75-112 (ISO 280: 1998)

Fundamento:

Según el tipo de aparato que utilice, la medida directa del ángulo de refracción o la observación del límite de refracción total. El aceite se mantendrá dentro de las condiciones de iso-tropismo y de transparencia.

Definición:

El índice de refracción de un aceite vegetal es el producto entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción de un rayo luminoso de longitud de onda determinada, que pasa desde el aire a través del aceite vegetal, manteniendo la temperatura constante.

La longitud de onda específica es $589,3 \pm 0,3$ nm, correspondiente a la radiación D1 y D2 del espectro de sodio.

La temperatura de referencia es de 20 °C, salvo para los aceites vegetales que no son líquidos a esa temperatura. En este caso se deben adoptar las temperaturas de 25°C y 30°C según el punto de fusión del aceite considerado.

Materiales:

Refractómetro: utilice un refractómetro clásico que permita la lectura de los índices de refracción entre 1,300 y 1,700 con una precisión de $\pm 0,0002$.

Ajuste el aparato de manera que a una temperatura de 20 °C se tengan los siguientes índices de refracción, según:

- 1,3330 para agua destilada
- 1,4906 para el p-cimeno
- 1,5685 para el benzoato de bencilo
- 1,6585 para el 1-bromo naftaleno

Los productos patrón deben ser puros, de calidad para refractometría, deben también ajustarse con una lámina de índice de refracción conocida, según las indicaciones de fabricación del equipo.

Procedimiento:

Pasar una corriente de agua en un refractómetro, a fin de mantener el aparato a la temperatura de referencia de 20 °C salvo para los aceites vegetales que no son líquidos a esa temperatura. En ese caso deben adoptarse las temperaturas de 20 °C y 30 °C, según el punto de fusión del aceite vegetal considerado. Esta temperatura no debe diferir de la temperatura de referencia más de $\pm 0,2$ °C y debe mantenerse a $\pm 0,2$ °C.

Antes de poner la muestra en el instrumento, llevarla a una temperatura igual a la que se realizará la medida. Para efectuar la lectura esperar que la temperatura sea estable.

Cálculos:

$$n_D^t = n_D^{20} + F(t' - 20)$$

n_D^t : valor de la lectura obtenida a temperatura 20 °C o aquella a la que se ha efectuado la determinación;

F: factor de corrección 0,0004;

t' : temperatura a la que se efectuó la lectura;

t: temperatura a 20 °C.

Nota:

Expresar los resultados con cuatro cifras decimales.

La precisión de la determinación es de $\pm 0,0002$.

ANEXO IV

Cantidad de materia prima necesaria para la producción

La cantidad de material vegetal utilizada para la producción de un 1 kg de aceite vegetal se describe a continuación. En primer lugar, se calcula el volumen de aceite vegetal, en función de la densidad.

$$\rho c = \frac{mab(Kg)}{Vn(m^3)}$$

Donde:

ρc : Densidad del aceite vegetal. (kg/m³)

mab : Cantidad de aceite vegetal a obtener. (kg)

Vn : Volumen necesario para producir 1 Kg de aceite vegetal (m³) ó (mL)

$$Vn = \frac{1 \text{ Kg}}{929 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}}$$

$$Vn = 0,001076426 \text{ m}^3 = 1076 \text{ mL}$$

A partir del volumen se calcula la cantidad de materia prima necesaria para producir 1 Kg de aceite vegetal basados en el rendimiento:

$$Mp = \frac{Vn}{\eta}$$

Donde:

Mp : Materia prima necesaria en el proceso de producción. (g)

Vn : Volumen necesario para producir 1 Kg de aceite de aceite vegetal. (g)

η : Rendimiento del aceite vegetal de Sacha inchi. (mL/g)

Rendimiento de 39,09 mL/kg

$$Mp = \frac{1076 \text{ ml}}{0,03909 \frac{\text{ml}}{\text{g}}}$$

$$Mp = 27526,22 \text{ g}$$

$$Mp = 27,53 \text{ Kg}$$

ANEXO V. Inversión Total

v.1. Inversión en activo fijo

Los activos fijos son necesarios para la operación de la empresa; por lo general es un bien que no puede convertirse en líquido a corto plazo dentro del proyecto se consideró la compra del bien inmueble, adquisición de maquinarias y equipos, adecuación del lugar de trabajo; entre otros entre otros. En la tabla 13, se presentan los valores utilizados para calcular este costo.

Tabla 13. Inversión en terreno maquinaria y otros

Activos	Valor total
Terreno	\$ 43.000,00
Maquinaria	\$ 18.500,00
Equipos de producción	\$ 302,00
Equipo de oficina	\$ 1.114,98
Vehículo	\$ 7.000,00
Muebles y enseres	\$ 1.043,00
TOTAL	\$ 70.959,98

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

v.1.1. Inversión en terreno y construcción

El total de inversión necesaria para comprar y adecuar el terreno será de \$ 98.500,00. En la tabla 14. Se presentan el cálculo de este apartado.

Tabla 14. Inversión en terreno y construcción

Detalle	Área	P.U.	Total
Terreno			
Área de terreno	500	\$ 86,00	\$43.000,00
CONSTRUCCIONES			
Adecuación de la planta	224,4	\$ 160,43	\$36.000,00
Zona exterior	145,34	\$ 134,17	\$19.500,00
Total			\$98.500,00

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

v.1.2. Inversión de maquinaria

Las inversiones en maquinaria para el funcionamiento de la planta se detallan en la siguiente tabla 15.

Tabla 15. Inversión de maquinaria

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Descapsuladora	1	\$4.500,00	\$ 4.500,00
Peladora	1	\$3.800,00	\$ 3.800,00
Trituradora	1	\$3.000,00	\$ 3.000,00
Prensa hidráulica	1	\$4.200,00	\$ 4.200,00
Filtro Prensa	1	\$3.000,00	\$ 3.000,00
Total			\$18.500,00

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

v.1.3. Muebles y equipos de oficina

Tabla 16. Muebles y equipos de oficina

Muebles y Enseres	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Escritorio	3	\$ 129,00	\$ 387,00
Sillas de oficina	3	\$ 27,00	\$ 81,00
Sillas de oficina	3	\$ 45,00	\$ 135,00
Archivador	3	\$ 115,00	\$ 345,00
Papeleras	5	\$ 5,00	\$ 25,00
Material de Oficina Consumible	1	\$ 70,00	\$ 70,00
Subtotal			\$1.043,00
Equipos de Oficina			
Computadora	3	\$ 530,00	\$ 1.590,00
Calculadora	4	\$ 15,00	\$ 60,00
Impresora	3	\$ 169,00	\$ 507,00
Teléfono	3	\$ 21,67	\$ 65,01
Subtotal			\$ 2.222,01
Total			\$ 3.265,01

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

v.2. Inversión en activos diferidos

Dentro de las inversiones diferidas en este proyecto se consideró la adquisición de licencias y constitución de la organización; obteniendo un monto estimado de \$ 6,094,76. en la siguiente tabla 17 se especifica los valores.

Tabla 17. Activos diferidos

Detalle	Costo
Estudio del Proyecto	\$ 1.000,00
Registro Sanitario	\$ 104,53
Gastos organizacionales	\$ 1.000,00
Gastos de montaje	\$ 2.000,00
Instalación y Puesta en Marcha	\$ 1.200,00
Capacitación	\$ 500,00
Subtotal	\$ 5.804,53
Imprevistos 5 %	\$ 290,23
Total	\$ 6.094,76

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

v.3. Capital de trabajo

Se entiende como capital de trabajo a la cantidad de dinero que permite cubrir con las necesidades triviales de la empresa; en este caso se buscará solventar el costo de materia prima, mano de obra directa, reposición de activos fijos; entre otros.

v.3.1. Inventario de materia prima

Dentro del proyecto se incluyó como materia prima directa al fruto sachá inchi, botellas ámbar de 250 ml y etiquetas, que será utilizada de acuerdo con la cantidad propuesta por el fabricante como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18. Inventario de materia prima

Descripción	Cantidad	C.U	Costo total
Sachá Inchi	42.240 kg	\$ 0,75	\$ 31.680
Botellas ámbar 250 ml	90.450 Uni	\$ 0,40	\$ 36.180
Etiquetas	90.450 Uni	\$ 0,01	\$ 905
Total			\$ 68.764,50

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

ANEXO VI. Costo de producción anual

VI.1. Mano de obra directa

Ya que estamos trabajando con una producción en línea se contará con 3 operarios, un jefe de producción y uno de control de calidad. Los sueldos serán determinados en base a la tabla de mínimos sectoriales, en la tabla 19 se indica la provisión con todos los beneficios de ley.

Tabla 19. Mano de obra directa

Denominación	Operarios	Jefe de Producción	Control de Calidad
Remuneración Unificada	\$ 395,00	\$ 419,00	\$ 413,00
Décimo Tercero	\$ 32,92	\$ 34,92	\$ 34,42
Décimo Cuarto	\$ 32,83	\$ 32,83	\$ 32,83
Aporte patronal (11,15%)	\$ 44,04	\$ 46,72	\$ 46,05
Fondos de reserva	\$ 32,90	\$34,90	\$ 34,40
Número de obreros	3	1	1
TOTAL MENSUAL	\$ 1.622,09	\$ 569,37	\$ 561,70
TOTAL ANUAL	\$ 19.465,06	\$ 6.832,45	\$ 6.740,443
TOTAL DE SUELDO			\$ 33.037,94

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

VI.2. Costos generales de fabricación

VI.2.1. Mano de obra indirecta

Tabla 20. Mano de obra indirecta

Denominación	Conductor	Jefe de Bodega
Remuneración Unificada	\$ 400,00	\$ 412,00
Décimo Tercero	\$ 33,33	\$ 34,33
Décimo Cuarto	\$ 32,83	\$ 32,83
Aporte patronal (11,15%)	\$ 44,60	\$ 45,94
Fondos de Reserva	\$ 33,32	\$ 34,32
Número de obreros	1	1
TOTAL MENSUAL	\$ 545,09	\$ 560,42
TOTAL ANUAL	\$ 6.541,04	\$ 6.725,09
TOTAL DE SUELDOS		\$ 13.266,13

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

VI.2.2. Depreciación

Para determinar el rubro por depreciación se tomó en cuenta los años de vida útil de los bienes empleados en el proceso productivo.

Tabla 21. Depreciación

Descripción	Valor de compra	Cantidad	Valor de Compra Total	Vida Contable	Depreciación Anual	Depreciación	Depreciación Mensual
Edificaciones	55.500,00	1,00	55.500,00	45,00	1.110,00	0,02	92,50
Equipos	302,00	1,00	302,00	10,00	9,06	0,03	0,76
Muebles	1.043,00	1,00	1.043,00	10,00	52,15	0,05	4,35
Vehículo	7.000,00	1,00	7.000,00	10,00	700,00	0,10	58,33
Maquinarias	18.500,00	1,00	18.500,00	10,00	1.850,00	0,10	154,17
VALOR TOTAL DEPRECIACION					3.721,21		310,10

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

ANEXO VII. Gastos administrativos

VII.1. Salarios administrativos

Para el cálculo de estos gastos se consideró la tabla sectorial y las funciones del puesto a desempeñar. En la tabla 22 se detalla.

Tabla 22. Salarios administrativos

Detalle	Secretaria	Gerente
Remuneración Unificada	\$ 402,00	\$ 420,00
Décimo Tercero	\$ 33,50	\$ 35,00
Décimo Cuarto	\$ 32,83	\$ 32,83
Aporte patronal (11,15%)	\$ 44,82	\$ 46,83
Fondos de Reserva	\$ 33,49	\$ 34,99
Número de obreros	1	1
TOTAL MENSUAL	\$ 547,64	\$ 570,65
TOTAL ANUAL	\$ 6.571,72	\$ 6.847,79
TOTAL DE SUELDOS		\$ 13.419,51

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

VII.2. Sumistros administrativos

El cálculo de este valor se lo determinó en función del costo por consumo de electricidad,

Tabla 23. Suministros administrativos

Detalle	Mensual	Anual
Luz eléctrica	\$ 35,00	\$ 420,00
Agua potable	\$ 20,00	\$ 240,00
internet/ teléfono	\$ 30,00	\$ 360,00
TOTAL		\$ 1.020,00

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

VII.3. Depreciación

Este valor fue calculado en función del tiempo de vida fiscal de los muebles y equipos de oficina.

Tabla 24. Depreciación

Descripción	Valor de compra	Cantidad	Valor de Compra Total	Vida Contable	Depreciación Anual	Depreciación	Depreciación Mensual
Equipos de oficina	1.114,98	1,00	1.114,98	5,00	223,00	0,20	18,58
Muebles de oficina	1.043,00	1,00	1.043,00	10,00	104,30	0,10	8,69
VALOR TOTAL DEPRECIACIÓN					327,30		27,27

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

ANEXO VIII. Maquinarias



Figura 21. Descapsuladora

Fuente: Alibaba

Elaborado por: El autor



Figura 22. Peladora

Fuente: Alibaba

Elaborado por: El autor



Figura 23. Trituradora

Fuente: Alibaba

Elaborado por: El autor



Figura 24. Prensa hidráulica

Fuente: Alibaba

Elaborado por: El autor



Figura 25. Filtro prensa

Fuente: Alibaba

Elaborado por: El autor

ANEXO IX. Costo total

El costo total fue determinado por la suma de los activos fijos y costos variables. Dentro del proyecto el costo total estimado es de \$ 106.250,78 para el primer año como se muestra en la tabla 25.

Tabla 25. Costo total

CUADRO N° 90										
Distribución de Costos										
DETALLE	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo Fijos	Costo Variable	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Fijo	Costo Variable
COSTOS PRIMOS										
Materia Prima Directa		\$ 3.438,23		\$ 4.091,49		\$ 4.680,57		\$ 5.281,11		\$ 5.885,10
Materiales directos		\$ 41.258,70		\$ 49.097,85		\$ 56.166,84		\$ 63.373,36		\$ 70.621,14
Mano de Obra Directa		\$ 19.822,76		\$ 23.589,09		\$ 26.985,39		\$ 30.447,76		\$ 33.929,96
Total costos primos	\$ -	\$ 64.519,69	\$ -	\$ 76.778,43	\$ -	\$ 87.832,80	\$ -	\$ 99.102,24	\$ -	\$ 110.436,20
GASTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN										
Materiales Indirectos	\$ 1.078,00		\$ 1.120,90		\$ 1.165,18		\$ 1.165,18		\$ 1.210,86	
Mano de Obra indirecta	\$ 13.266,13		\$ 13.794,12		\$ 14.338,99		\$ 14.338,99		\$ 14.901,08	
Depreciaciones de Fabrica	\$ 3.721,21		\$ 3.721,21		\$ 3.721,21		\$ 3.721,21		\$ 3.721,21	
Servicios Básicos		\$ 2.028,00		\$ 2.108,71		\$ 2.192,01		\$ 2.277,94		\$ 2.366,55
Amortización de Diferidos	\$ 1.218,95		\$ 1.218,95		\$ 1.218,95		\$ 1.218,95		\$ 1.218,95	
Total Costos de Fabricación	\$ 23.484,29	\$ 2.028,00	\$ 24.222,35	\$ 2.108,71	\$ 20.444,33	\$ 2.192,01	\$ 21.663,28	\$ 2.277,94	\$ 22.271,05	\$ 2.366,55
COSTOS DE OPERACIÓN										
GASTO ADMINISTRATIVA										
Sueldos	\$ 13.419,51		\$ 13.953,60		\$ 14.504,77		\$ 15.073,36		\$ 15.659,71	
Depreciaciones Administrativas	\$ 327,30		\$ 327,30		\$ 327,30		\$ 327,30		\$ 327,30	
Impuestos	\$ 2.472,00		\$ 2.570,39		\$ 2.671,92		\$ 2.776,65		\$ 2.884,67	
Total Gastos Administrativos	\$ 16.218,80	\$ -	\$ 16.851,29	\$ -	\$ 17.503,98	\$ -	\$ 18.177,31	\$ -	\$ 18.871,67	\$ -
TOTAL COSTOS DE PROD	\$ 39.703,10	\$ 66.547,69	\$ 41.073,63	\$ 78.887,14	\$ 37.948,32	\$ 90.024,81	\$ 39.840,59	\$ 101.380,18	\$ 41.142,72	\$ 112.802,75
Total de Costos	\$	106.250,78	\$	119.960,78	\$	127.973,13	\$	141.220,77	\$	153.945,47

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor