



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA PLANTA  
AGROINDUSTRIAL PARA EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE  
CANNABIDIOL (CBD) DE PLANTAS CANNÁBICAS.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros Industriales

**Autores:**

Saavedra Valencia Brayan Marcelo

Viracocha Cajia Danny Ariel

**Tutor:**

MSC. ING. Lilia Cervantes Rodríguez

Latacunga – Ecuador

Marzo 2021



- **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

“Nosotros SAAVEDRA VALENCIA BRAYAN MARCELO Y VIRACOCCHA CAJIA DANNY ARIEL declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA PLANTA AGROINDUSTRIAL PARA EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE CANNABIDIOL (CBD) DE PLANTAS CANNÁBICAS**, siendo la MSC. Ing. LILIA CERVANTES RODRÍGUEZ tutora, del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi 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.

.....  
Saavedra Valencia Brayan Marcelo  
C.I. 172517584-6

.....  
Viracocha Cajia Danny Ariel  
C.I. 1725119125



- **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA PLANTA AGROINDUSTRIAL PARA EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE CANNABIDIOL (CBD) DE PLANTAS CANNÁBICAS”**, de SAAVEDRA VALENCIA. BRAYAN MARCELO Y VIRACocha CAJIA DANNY ARIEL, de la carrera Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Marzo, 2021

---

MSC. ING. Lilia Cervantes Rodríguez

C.I. 175727437-6



• **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA APLICADAS**; por cuanto, los postulantes: **SAAVEDRA VALENCIA BRAYAN MARCELO Y VIRACOCCHA CAJIA DANNY ARIEL** con el título de Proyecto de titulación: **“ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA PLANTA AGROINDUSTRIAL PARA EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE CANNABIDIOL (CBD) DE PLANTAS CANNÁBICAS”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto. ✓

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 3 de marzo del 2021

**Para constancia firman:**

**Lector 1 (Presidente)**  
**Nombre: Ing. MSc. Gabriel Pazmiño**  
**CC: 060204160-0**

**Lector 2**  
**Nombre: Ing Msc. Medardo Ulloa**  
**CC: 100097032-5**

**Lector-3**  
**Nombre: Ing. Msc. Marcelo Tello**  
**CC: 050151855-9**

- **AGRADECIMIENTO**

A mis padres Marcelo Saavedra y Janeth Valencia por el gran esfuerzo, consejos y apoyo que me han dado no solo a lo largo de mi carrera sino a lo largo de toda mi vida, ellos han estado en los días buenos y malos siendo el principal pilar de vida y metas a alcanzar.

Agradezco a la vida por otorgarme una familia esplendida que me ha enseñado a ser feliz a pesar de las dificultades a desarrollarme como persona y me ha brindado el apoyo necesario para avanzar con mis estudios.

A mi novia Estefanía Toaquiza que me acompañado en este proceso brindándome su apoyo incondicional, por sus maravillosos consejos y su ejemplo de superación y dedicación.

A mi amigo Danny Viracocha, que gracias su constancia, dedicación y sabiduría a echo posible el desarrollo de este trabajo.

Finalmente, a la MSC Ing. Lilia Cervantes, que ha sido una gran mentora al guiarme y apoyarme mi desarrollo profesional.

**Brayan Saavedra**

- **DEDICATORIA**

Este trabajo es dedicado con mucho amor a mis padres quienes son el centro de mi vida y me han apoyado de manera incondicional durante todos estos años.

A mi familia, por estar conmigo en cada uno de los pasos que he dado y todas las cosas buenas que han llegado a mi vida.

A todos mis amigos que de u otra manera estuvieron a mi lado, haciendo de la vida un poco mejor, dándome el mejor de los ánimos para continuar.

A mis docentes quienes nunca desistieron al enseñarme y continuaron depositando su esperanza en mí.

**Brayan Saavedra**

- **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, por ser el inspirador y brindarme las fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres Martha Cajia Y Galo Soto, por estar conmigo en todos los momentos difíciles, por apoyarme a alcanzar mis sueños.

A mi compañero de tesis Brayan Saavedra, gracias a la constancia, paciencia y los cuidados que sin ellos no habiéramos terminado.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad técnica de Cotopaxi, a toda la Facultad de ciencias de la ingeniería aplicadas, de la carrera de ingeniería industrial, a todos los docentes, quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional.

Finalmente, a la MSC Ing. Lilia Cervantes, tutor de tesis, por su valiosa guía asesoramiento a realización de la misma.

**Danny Viracocha**

- **DEDICATORIA**

A dios, por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A Mis padres Martha Cajia Y Galo Soto, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, los amo.

A mis abuelitos Maria Cajamarca y Dario Cajia, por su apoyo incondicional y por demostrarme la gran fe que tienen en mí, los amo.

A mis hermanas Kerly y Samantha por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, las amo.

A todas las personas que de u otra manera estuvieron a mi lado, que me enseñaron y me dieron ánimos.

**Danny viracocha**

•	<b>ÍNDICE</b>	
•	<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA</b> .....	ii
•	<b>AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN</b> .....	iii
•	<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN</b> .....	iv
•	<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	v
•	<b>DEDICATORIA</b> .....	vi
•	<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vii
•	<b>DEDICATORIA</b> .....	viii
•	<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xii
•	<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xiii
•	<b>RESUMEN</b> .....	xv
•	<b>ABSTRACT</b> .....	xvi
•	<b>AVAL DE TRADUCCIÓN</b> .....	xvii
1.	<b>INFORMACIÓN GENERAL</b> .....	1
2.	<b>JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	3
3.	<b>BENEFICIARIOS DEL PROYECTO</b> .....	4
4.	<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	4
5.	<b>OBJETIVOS</b> .....	6
6.	<b>ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS</b> .....	6
7.	<b>FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA</b> .....	7
	7.1. Antecedentes del uso del cannabidiol con fines medicinales .....	7
	7.2. Marco legal del cannabis con enfoque medicinal .....	8
	7.3. Composición química de las plantas cannábicas .....	10
	7.3.1. Cannabinoides o fitocannabinoides .....	10
	7.3.2. Terpenos .....	11
	7.3.3. Flavonoides.....	12
	7.4. Cannabidiol principios activos .....	13
	7.5. Métodos para determinar la composición química de las plantas cannábicas .....	13
	7.6. Tipos de cromatografía que sirve para estudiar la composición química .....	14
	7.6.1. Cromatografía de exclusión molecular .....	14
	7.6.2. Cromatografía de intercambio iónico .....	14
	7.6.3. Cromatografía de interacción hidrofóbica .....	14
	7.6.4. Cromatografía de fase reversa.....	15

7.7.	<b>Efectos medicinales que se le atribuye al cannabidiol</b> .....	15
7.8.	<b>Enfermedades que se puede tratar con el cannabidiol</b> .....	16
7.8.1.	<b>Antieméticos</b> .....	16
7.8.2.	<b>Estimular el apetito</b> .....	17
7.8.3.	<b>Dolor neuropático y la espasticidad en la esclerosis múltiple</b> .....	17
7.8.4.	<b>Dolor crónico</b> .....	17
7.8.6.	<b>Síndrome de Tourette</b> .....	18
7.8.7.	<b>Parkinson</b> .....	19
7.8.8.	<b>Glaucoma</b> .....	19
7.8.9.	<b>Depresión</b> .....	20
7.8.10.	<b>Trastornos del sueño</b> .....	20
7.9.	<b>Métodos y procedimientos para la extracción de cannabidiol de plantas cannábicas</b> ..	21
7.9.1.	<b>Extracción por fluidos supercríticos</b> .....	21
7.9.2.	<b>Extracción de CBD sin solventes (Manual)</b> .....	23
7.9.3.	<b>Extracción de CBD con aceite de oliva</b> .....	24
7.9.4.	<b>Extracción de CBD básica con solventes</b> .....	25
7.10.	<b>Descripción del proceso industrial para la producción de cannabidiol</b> .....	25
7.10.1.	<b>Cadena productiva</b> .....	26
7.10.2.	<b>Producción de semilla</b> .....	27
7.10.3.	<b>Cultivo</b> .....	27
7.10.4.	<b>Extracción de materia prima</b> .....	28
7.10.5.	<b>Fabricación de productos terminados</b> .....	28
7.11.	<b>Recursos, costo y financiamiento de plantas industriales para la obtención de cannabidiol</b> .....	29
7.11.1.	<b>Capital de inversión</b> .....	29
7.11.2.	<b>Fuentes de inversión</b> .....	30
7.11.3.	<b>Plan de amortización</b> .....	31
8.	<b>PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS</b> .....	33
	<b>CAPÍTULO II</b> .....	33
9.	<b>METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL</b> .....	33
9.1.	<b>Metodologías</b> .....	33
10.	<b>DESARROLLO DE LA PROPUESTA (ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS)</b> .....	34
10.1.	<b>Selección de la técnica de extracción</b> .....	34
10.2.	<b>Equipamiento técnico para la planta de cannabidiol</b> .....	35
10.2.1.	<b>Cámara de secado</b> .....	35

10.2.2.	Moledor .....	36
10.2.3.	Máquina de fluidos supercríticos .....	37
10.2.4.	Equipo de winterización .....	37
10.2.5.	Evaporador rotativo .....	38
10.3.	Diagramas de procesos y de flujo para la obtención del cannabidiol .....	39
10.4.	Procesos fundamentales del diagrama .....	40
10.4.1.	Variedad de semillas ricas en CBD .....	40
10.4.2.	Desarrollo y crecimiento de la planta .....	41
10.4.3.	Floración y maduración .....	43
10.4.4.	Cosecha de cogollos ricas en CBD .....	43
10.5.	Diagrama de procesos dentro de la empresa .....	45
10.6.	Cómo se conserva el aceite CBD .....	49
10.7.	Parámetros de control .....	49
10.7.1.	Parámetros de control del proceso .....	49
10.7.2.	Temperatura en el proceso de destilación .....	50
10.8.	ANÁLISIS DE LOS COSTOS .....	51
10.8.1.	Costo directos o variables .....	51
	Salarios del personal administrativo y operarios .....	51
	Costo de materia prima .....	52
	Costos unitarios para el proceso de envasado y etiquetado .....	52
	Costo de maquinaria .....	53
	Costos de servicios básicos .....	53
	Costo de terreno para la construcción de la industria .....	53
	Costo de construcción de la agroindustrial procesadora de CBD .....	54
	Costo de implementos para el proceso de extracción del CBD .....	55
	Costo muebles y enseres .....	55
	Costos diferidos .....	55
	Total, de costos fijos y variables .....	56
10.9.	Recursos para la inversión. análisis financiero .....	56
10.9.1.	Tamaño de mercado .....	56
10.9.2.	Estimación y crecimiento del mercado potencial de la empresa .....	57
10.9.3.	Diseño de la capacidad proyectada .....	58
10.9.4.	Procesos de inicio para la operación de la empresa .....	60
10.9.5.	Construcción de la planta. Aspectos técnicos .....	60
10.9.6.	Adquisición de terreno .....	61

10.9.7.	Construcción de áreas de trabajo, laboratorio y oficinas .....	61
10.9.8.	Adquisición de muebles y enseres he implementos de laboratorio.....	61
10.9.9.	Adquisición de materia prima (cogollos de CBD) .....	62
10.9.10.	Proceso de Cámara de secado .....	62
10.9.11.	Proceso de Molienda.....	62
10.9.12.	Proceso de extracción de la resina .....	62
10.9.13.	Proceso de winterización .....	63
10.9.14.	Proceso evaporador rotativo .....	63
10.9.15.	Envasado y etiquetado.....	63
10.10.	Evaluación financiera .....	64
10.10.1.	Presupuesto de ingresos.....	64
10.10.2.	Presupuesto de costos .....	64
10.10.3.	Presupuesto de gastos .....	65
10.11.	Estado de resultados.....	66
10.12.	Flujo de efectivo.....	66
11.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	68
12.	PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA.....	69
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
14.	BIBLIOGRAFÍA .....	72

• **ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b>	Beneficiarios directos .....	4
<b>Tabla 2</b>	Beneficiarios indirectos .....	4
<b>Tabla 3</b>	Total de beneficiarios .....	4
<b>Tabla 4</b>	Sistema de tereas en relación a los objetivos planteados.....	6
<b>Tabla 5</b>	Fármacos cannabinoides sintéticos y fitocannabinoides .....	15
<b>Tabla 6</b>	Activos fijos.....	30
<b>Tabla 7</b>	Fuentes de inversión .....	31
<b>Tabla 8</b>	Plan de amortización de corporación financiera nacional .....	32
<b>Tabla 9</b>	Salario del personal administrativo y operarios .....	52
<b>Tabla 10</b>	Costo de materia prima.....	52
<b>Tabla 11</b>	Costo para el proceso de envasado .....	52
<b>Tabla 12</b>	Costo de maquinaria .....	53

<b>Tabla 13</b> Costo de servicios básicos .....	53
<b>Tabla 14</b> Costo de terreno.....	54
<b>Tabla 15</b> Costo de construcción.....	54
<b>Tabla 16</b> Costo implementos de laboratorio .....	55
<b>Tabla 17</b> Costo de muebles y enseres .....	55
<b>Tabla 18</b> Costos diferidos .....	56
<b>Tabla 19</b> Costos fijos y variables.....	56
<b>Tabla 20</b> Tamaño del mercado .....	57
<b>Tabla 21</b> Crecimiento del mercado potencial de la empresa .....	57
<b>Tabla 22</b> Capacidad proyectada.....	59
<b>Tabla 23</b> Gastos de inversión.....	60
<b>Tabla 24</b> Costo de materia prima en 5 años.....	62
<b>Tabla 25</b> Costo anual del CO <sub>2</sub> .....	62
<b>Tabla 26</b> Costos de envases .....	63
<b>Tabla 27</b> Costo anual de los envases .....	63
<b>Tabla 28</b> Presupuesto de ingresos.....	64
<b>Tabla 29</b> Costos de producción.....	65
<b>Tabla 30</b> Gastos administrativos.....	65
<b>Tabla 31</b> Estado de resultados .....	66
<b>Tabla 32</b> Flujo de caja.....	67
<b>Tabla 33</b> Tasa de inflación promedio .....	68
<b>Tabla 34</b> Tasa mínima aceptable de rendimiento .....	68
<b>Tabla 35</b> VAN; TIR.....	68
<b>Tabla 36</b> Presupuesto para la propuesta.....	69

- **ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b> Molécula de cannabidiol, CBD .....	11
<b>Figura 2</b> Molécula de terpenos .....	11
<b>Figura 3</b> Molécula de flavonoides .....	12
<b>Figura 4</b> Proceso de extracción de fluidos supercríticos .....	22
<b>Figura 5</b> Extracción sin solventes.....	24
<b>Figura 6</b> Extracción de aceite de oliva .....	24

<b>Figura 7</b> Extracción básica con solventes.....	25
<b>Figura 8</b> Cadena productiva del CBD .....	27
<b>Figura 9</b> Características genéricas de los fluidos supercríticos .....	34
<b>Figura 10</b> Cámara de secado.....	36
<b>Figura 11</b> Moledor.....	36
<b>Figura 12</b> Máquina de fluidos supercríticos .....	37
<b>Figura 13</b> Equipo de winterización.....	38
<b>Figura 14</b> Evaporador rotativo.....	38
<b>Figura 15</b> Diagrama de procesos .....	40
<b>Figura 16</b> Diagrama de procesos de extracción del cannabidiol .....	45
<b>Figura 17</b> Procesos de inicio para la operación de la empresa .....	60
<b>Figura 18</b> Ubicación del terreno .....	61

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA

### TITULO: ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA PLANTA AGROINDUSTRIAL PARA EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE CANNABIDIOL (CBD) DE PLANTAS CANNÁBICAS.

**Autores:** Saavedra Valencia Brayan Marcelo

Viracocha Cajia Danny Ariel

#### • RESUMEN

En pocas regiones del mundo y en Ecuador, es poco estudiado el tema del Cannabis medicinal compuesto conocido como CBD (cannabidiol) es uno de los componentes más importantes de la planta de cannabis que actúa como ansiolítico, relajante y antiinflamatorio es beneficioso para diferentes tipos de enfermedades y sus síntomas, este producto no es producido en el país con un enfoque industrial o medicinal. La planta tiene múltiples usos tales como en la industria textil, fibras, semillas, aceites y productos medicinales siendo este último el que brinda beneficios para el tratamiento de enfermedades, con mayor margen de aplicación terapéutico para reducir los síntomas asociados con ciertos padecimientos como Epilepsia, Esclerosis, Parkinson y Dolor crónico. El proyecto de investigación tiene como objetivo determinar la factibilidad técnica y económica para buscar una solución al problema de su producción y uso medicinal, se utilizó el tipo de investigación exploratoria y explicativa donde se realizó un análisis y registro con respecto al cannabidiol, la caracterización de la planta en cuanto a su composición química y física para el estudio de cómo extraer el CBD, se investigó la maquinaria necesaria y su proceso de extracción, con el fin de poder cumplir con objetivos en el trabajo teórico. Los resultados del estudio técnico y económico permiten fundamentar que el proceso estudiado para la extracción de CBD y su producción industrial no son factibles las proyecciones y al análisis financiero realizados no generan los ingresos necesarios para la sostenibilidad económica a largo plazo. Es necesario tener en cuenta que en Latinoamérica la demanda de este producto es baja por eso es factible tener el apoyo financiero por parte de inversionistas y farmacéuticas interesadas dentro del campo de investigación del CBD.

**Palabras clave:** Cannabidiol, factibilidad, técnica, económica, medicinal.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**

**ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES SCHOOL**

**THEME: TECHNICAL-ECONOMIC FEASIBILITY STUDY OF AN AGROINDUSTRIAL PLANT FOR THE CANNABIDIOL (CBD) EXTRACTION PROCESS FROM CANNABIS PLANTS.**

**Authors:** Saavedra Valencia Brayan Marcelo

Viracocha Cajia Danny Ariel

**ABSTRACT**

In few regions of the world and in Ecuador, there are few studies about of medical Cannabis Which is known as CBD (cannabidiol), it is one of the most important components of the cannabis plant that acts as an anxiolytic, relaxing and anti-inflammatory medicine, which is beneficial for different types of diseases and their symptoms, this product is not produced in the country with an industrial or medicinal approach. The plant has multiple uses such as in the textile industry, fibers, seeds, oils and medicinal products, the last one is which provides benefits for the treatment of diseases, with a greater margin of therapeutic application to reduce the symptoms associated with certain ailments such as Epilepsy, Sclerosis, Parkinson's and chronic pain. The research project has as aim to determine the technical and economic feasibility to find a solution to the problem of its production and medicinal use, the type of exploratory and explanatory research was used where an analysis and record was made with respect to cannabidiol, the characterization of the plant in terms of its chemical and physical composition for the study of how to extract CBD, the necessary machinery and its extraction process were investigated, in order to meet objectives in the theoretical work. The results of the technical and economic study show that the process studied for the extraction of CBD and its industrial production are not feasible, the projections and the financial analysis carried out do not generate the necessary income for long-term economic sustainability. It is necessary to take into account that in Latin America the demand for this product is low, so it is feasible to have financial support from investors and pharmaceutical companies interested in the field of CBD research.

**Keywords:** Cannabidiol, feasibility, technical, economic, medicinal.



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS: Saavedra Valencia Brayan Marcelo y Viracocha Cajia Danny Ariel**, cuyo título versa “**ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA PLANTA AGROINDUSTRIAL PARA EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE CANNABIDIOL (CBD) DE PLANTAS CANNÁBICAS.**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, marzo del 2021

Atentamente,

**M.Sc. ERIKA CECILIA BORJA SALAZAR**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
**0502161094**

180302793 Firmado  
5 VICTOR digitalmente por  
HUGO 1803027935  
ROMERO VICTOR HUGO  
ROMERO GARCIA  
GARCIA Fecha: 2021.03.04  
12:31:22 -05'00'

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del proyecto:**

ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA PLANTA AGROINDUSTRIAL PARA EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE CANNABIDIOL (CBD) DE PLANTAS CANNÁBICAS.

**Fecha de inicio:**

07 de diciembre de 2020

**Fecha de finalización:**

9 de marzo del 2021

**Lugar de ejecución:**

San Martín, Quitumbe, Quito, Pichincha

**Facultad que auspicia:**

Unidad académica de ciencias de la ingeniería y aplicadas (CIYA)

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería Industrial

**Equipo de trabajo:**

Tutor: Msc. Ing. Lilia Cervantes Rodríguez

Integrantes:

Nombres completos: Saavedra Valencia Brayan Marcelo

Dirección: San Martín de Porras calle V, intersección F, lote 8, manzana 34 Quito, Pichincha

Teléfono: 022683452

Celular: 0998564657

Correo electrónico: brayan.saavedra5846@utc.edu.ec

Firma:



Nombres completos: Viracocha Cajia Danny Ariel

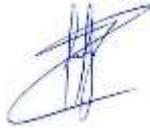
Dirección: Tréboles del sur

Teléfono: 23816835

Celular: 0998334311

Correo electrónico: danny.viracocha9125@utc.edu.ec

Firma:



**Área de Conocimiento:**

**Campo amplio:** 07 Ingeniería Industrial y construcción

**Campo específico:** 02 Industria y producción

**Campo detallado:** 05 Producción industrial

07 Diseño Industrial y de procesos

**Línea de investigación:**

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local, Procesos Industriales.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Calidad, Diseño de procesos productivos e Ingeniería de métodos, Producción para el desarrollo sostenible.

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El siguiente proyecto de investigación pretende determinar la factibilidad de extracción del CBD (cannabidiol) de plantas cannábicas ya que dicho extracto es utilizado como materia prima para diversas aplicaciones como aceites esenciales, resinas, cremas, bio-comestibles, bebidas, alimentos, etc. Pero con singular importancia dentro del ámbito medicinal debido a sus propiedades que actúan como ansiolítico, relajante y antiinflamatorio.

En Ecuador no existen plantaciones, industrias extractoras de CBD o empresas que se beneficien de los subproductos que dicha extracción ofrece para el tratamiento farmacológico. Es decir, Ecuador con su biodiversidad sería un potencial productor del mejor CBD gracias a sus suelos fértiles y su clima trópico será un factor fundamental tanto para la economía como para la salud de varias personas.

Estudios teóricos acerca del cannabidiol abordan el problema de su expansión pues existe una gran demanda económica en el mundo de más 12.000 miles de millones de dólares y Ecuador no es la excepción ya que existen las enfermedades que los derivados de la extracción del cannabidiol puede tratar, por eso podemos mencionar que este es un problema socio-económico.

Ya que este proyecto tendrá como base al CBD químico conocido como cannabinoide, cuyo principio activo es el cannabidiol componente utilizados farmacológicamente para casos de esclerosis múltiple, epilepsia, esquizofrenia, depresión o dolor crónico, siendo así los beneficiarios personas que padecen aquellas enfermedades, por otro lado, la investigación obtenida ayudará a ver a este producto de otra manera, con la información recopilada se obtendrán datos acerca del cultivo, la cosecha, la extracción del aceite y sus subproductos.

Se abordará el tema de la expansión del mercado y cuál es su situación legal, además de su aprobación en cuanto a la sociedad sus beneficiarios en varios ámbitos económicos como los agricultores mismos que podrán generar empleo en cuanto se emprenda a producirlo, abrirá varias plazas de trabajo en este nuevo tipo de industria y atraerá empresarios que estén dispuestos a invertir en este producto que es considerado una economía emergente.

### 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

**Tabla 1** Beneficiarios directos

<b>BENEFICIARIOS DIRECTOS</b>	
Inversionistas	10
Trabajadores dentro de la empresa	6
Agricultores	15
Distribuidores	20
Micro mercados	30
Farmacias	141
<b>TOTAL</b>	<b>222</b>

**Elaborado:** Autores

**Tabla 2** Beneficiarios indirectos

<b>BENEFICIARIOS INDIRECTOS</b>	
<b>ENFERMEDADES</b>	<b>PERSONAS</b>
Antieméticos	6132
Depresión	314
Epilepsia	1764
Alzheimer	1294
Esclerosis múltiple	159
Parkinson	486
Dolor crónico	2400
<b>TOTAL</b>	<b>12549</b>

**Fuente:** (Access Medicina, 2019) (pública, 2015)

**Elaborado:** Autores

**Tabla 3** Total de beneficiarios

<b>TOTAL, DE BENEFICIARIOS</b>	
<b>BENEFICIARIOS DIRECTOS</b>	222
<b>BENEFICIARIOS INDIRECTOS</b>	12549
<b>TOTAL</b>	<b>12771</b>

**Elaborado:** Autores

### 4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El cannabis medicinal, y por lo tanto el CBD, es legal en varios países, existen alrededor de 30 países que producen CBD, pero no para fines recreativos lo utilizan de insumo medicinal y en otras aplicaciones industriales. Los grandes productores mundiales son la Unión Europea, China, Corea del Sur, Rusia y Canadá. Solo se permite cultivar ciertas genéticas, todas ellas con un contenido inferior al 0,2% de THC. La Unión Europea es el mercado productivo del cáñamo más grande en el mundo, produciendo cerca de 120,000 toneladas, varias empresas de este continente usan cáñamo industrial como fuente para fabricar extractos y concentrados de

CBD, Canadá legalizó recientemente el cannabis sobre una base recreativa, lo que significa que el CBD es fácil de obtener y es completamente legal para que los consumidores recreativos y medicinales puedan disfrutarlo. Además las ventas anuales canadienses de productos hechos a base de cáñamo constaron entre los 20 y 40 millones de dólares y el número de negocios ha crecido con el paso de los años.

El presente proyecto se hará un estudio de la viabilidad técnico económica que permita obtener la mejor relación beneficio, las condiciones adecuadas para su ejecución, recientemente en el país se desarrollaron leyes que respaldan la producción del cáñamo para la extracción del CBD con lo que esta materia prima está en planes de explotación ya varias industrias del ámbito medicinal y alimenticia entre otras están interesadas para el estudio y producción de productos a base de CBD ya que es un campo no explorado en Ecuador además productores pequeños como grandes podrán saber si existirá beneficio económico para la producción de cáñamo y la extracción del CBD.

En la sociedad actual se observa y analiza que existen varias enfermedades que pueden ser tratadas terapéuticamente, para que aquellos síntomas o dolencias sean tratadas es necesario de analgésicos que ayudan a disminuir aquellos padecimientos, en algunos casos estos analgésicos no hacen ningún efecto o son demasiado caros, o en otras ocasiones por tanta medicación se producen efectos secundarios que desfavorecen a la salud del tratante, por ello que podrían optar por cannabis medicina como aceites esenciales, resinas, cremas, comestibles, bebidas que contienen CBD un producto terapéutico que ayuda de manera prometedora al alivio de los dolores según las diferentes enfermedades, no es peligrosa ni tampoco adictiva, ya que se ha realizado investigaciones respectivas acerca del CBD para poder conocer su definición de una forma medicinal y legal. Además, en Ecuador existen campos de estudio a disposición para generar la cadena productiva tales como: Medicina, bioquímica, farmacia, agricultura, sociología y alimenticia, la idea es que el país entre no solo en el cultivo, sino en la industria como ya está instalada en otros países.

Los argumentos planteados acerca de la situación actual para la producción de cannabidiol en diferentes regiones a partir de plantas cannábicas lleva a la declaración del siguiente problema científico.

¿Cómo extraer cannabidiol de las plantas cannábicas para su uso con fines medicinales?

## 5. OBJETIVOS

### General

- Analizar la viabilidad técnica y económica de una planta agroindustrial para la extracción de cannabidiol (CBD) a partir de las plantas cannábicas.

### Específicos

- Realizar un estudio de los métodos y técnicas utilizadas para la extracción de cannabidiol (CBD) de plantas cannábicas y su uso en el tratamiento de diferentes enfermedades.
- Analizar la viabilidad técnica para una planta de producción de cannabidiol.
- Realizar un estudio de factibilidad económica de una planta de producción de cannabidiol.

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 4** Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Técnica, método y herramientas utilizadas
Realizar un estudio de los métodos y técnicas utilizadas para la extracción de cannabidiol (CBD) de plantas cannábicas y su uso en el tratamiento de diferentes enfermedades.	Análisis de la composición fitoquímica de las plantas cannábicas y la relación con los efectos medicinales que poseen.	Composición fitoquímica de las plantas cannábicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuentes bibliográficas, libros, sitios web, etc.</li> <li>• Microsoft Word.</li> <li>• Análisis FODA.</li> <li>• Investigación Descriptiva: Especificar y describir características del tamaño del proyecto.</li> <li>• Análisis bibliográfico.</li> </ul>
	Estudio de métodos y técnicas utilizados para la extracción de cannabidiol de las plantas cannábicas.	Métodos y técnicas para extraer cannabidiol.	
	Valoración de la relación que existe entre los principios activos del cannabidiol en las plantas cannábicas y los efectos medicinales que se les atribuye.	Efectos medicinales del principio activo	

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método ponderado.</li> </ul>
Analizar la viabilidad técnica para una planta de producción de cannabidiol	Evaluación del equipamiento técnico, reactivos a ser utilizado en la extracción del CBD.	Equipamiento técnico y reactivos necesarios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuentes bibliográficas, libros, sitios web, etc.</li> <li>• Microsoft Word.</li> <li>• Análisis bibliográfico.</li> <li>• Diagramas de proceso.</li> <li>• Flujogramas.</li> <li>• Control de calidad.</li> </ul>
	Identificación de los procesos y etapas que interviene en la extracción del CBD.	Procesos identificados para producir cannabidiol.	
	Representación de los diagramas de procesos y de flujos de la planta de producción de cannabidiol.	Diagramas de proceso y de flujos.	
	Descripción de los parámetros de control para cada proceso de la planta el funcionamiento de la planta.	Parámetros de control para cada proceso.	
Realizar un estudio de factibilidad económica de una planta de producción de cannabidiol	Análisis y valoración de inversión de activos	Costos directos e indirectos. Costos fijos y variables.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuentes bibliográficas, libros, sitios web, etc.</li> <li>• Microsoft Word.</li> <li>• Análisis bibliográfico.</li> <li>• VAN.</li> <li>• TIR.</li> <li>• Costos fijos y variables.</li> <li>• Inversión.</li> </ul>
	Valoración de los recursos para la inversión para la construcción de la planta.	Recursos de inversión	
	Análisis financiero para construcción y puesta en marcha de la planta agroindustrial para la extracción de CBD.	Análisis financiero. Gastos de operación	

Elaborado: Autores

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

### 7.1. Antecedentes del uso del cannabidiol con fines medicinales

Según (Durán, 2005) El uso de estos compuestos podrían ser una alternativa para el tratamiento sintomático de diversas indicaciones terapéuticas en pacientes que no responden a los tratamientos habituales y que el cannabis, su principal principio activo (el CBD) y algunos de sus derivados han sido objeto de una amplia investigación básica, que ha permitido caracterizar

el sistema endocannabinoide y su participación en la regulación de diversas funciones fisiológicas básicas.

Según (Kairuz, 2005 ) Los efectos de los cannabinoides evidenciados en estudios preclínicos en humanos sugieren que estos podrían producir menos efectos adversos que los fármacos disponibles para tratar la epilepsia y se toleran de manera adecuada después de una prolongada administración.

Según (Rodríguez, 2005) concluye que “Los cannabinoides se han utilizado con múltiples indicaciones, incluyendo el tratamiento de las náuseas y el vómito, la anorexia, el dolor, alteraciones del movimiento, epilepsia, glaucoma, espasticidad muscular, asma, insomnio y como inmunosupresores.”

Según (Tchilibon, 2000) “El cannabidiol produce varios efectos terapéuticos en pacientes con enfermedades neurológicas, en particular con epilepsia.”

Según (Lipiello, 2016) Los cannabinoides han sido estudiados durante mucho tiempo para su posible uso terapéutico y, más recientemente, los fitocannabinoides han sido considerados una valiosa herramienta para el tratamiento de varios trastornos neurológicos, incluida la epilepsia. Entre esta clase amplia, el más estudiado es el cannabidiol (CBD), considerando su falta de efectos psicotrópicos y sus propiedades anticonvulsivantes.

Varios fármacos antiepilépticos (DEA), unos 25, están clínicamente disponibles para el tratamiento de pacientes con epilepsia. A pesar de esto, no se han logrado avances importantes considerando el número de pacientes resistentes a fármacos, mientras que se han obtenido muchos beneficios para otros resultados clínicos (por ejemplo, mejor tolerabilidad, menos interacciones). Los cannabinoides han sido estudiados durante mucho tiempo para su posible uso terapéutico y, más recientemente, los fitocannabinoides se han considerado una valiosa herramienta para el tratamiento de varios trastornos neurológicos, incluida la epilepsia. Entre esta clase amplia, la más estudiada es el cannabidiol (CBD), considerando su falta de efectos psicotrópicos y sus propiedades anticonvulsivantes (Lipiello, 2016).

## **7.2. Marco legal del cannabis con enfoque medicinal**

En la reformatoria al COIP aprobada por la Asamblea Nacional, el artículo 48 se modifica el artículo 220 del COIP y ahora la tenencia o posesión de fármacos que tengan el principio activo del cannabis o derivados no será punible si es con fines terapéuticos, paliativos,

medicinales o para el ejercicio de la medicina alternativa, siempre que se demuestre con un diagnóstico profesional que padece una enfermedad (Asamblea nacional del Ecuador, 2020).

En la reformatoria al COIP aprobada por la Asamblea Nacional, el artículo 49 se sustituye el texto del artículo 222 del COIP permitiendo la tenencia o posesión de fármacos que tengan el principio activo del cannabis o derivados no será punible si es con fines terapéuticos, paliativos, medicinales o para el ejercicio de la medicina alternativa, siempre que se demuestre con un diagnóstico profesional que padece una enfermedad (Asamblea nacional del Ecuador, 2020).

En el artículo 127 de la reforma al COIP, se indica que se añade a la disposición general 3 de la Ley de Prevención de Drogas que se excluye al cannabis no psicoactivo o cáñamo como sustancia catalogadas sujetas a fiscalización (cuyo contenido de delta-9-tetrahidrocannabinol sea inferior a 1% en peso seco) (Asamblea nacional del Ecuador, 2020).

19 de octubre del 2020 El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), emitió el reglamento para la producción, comercialización y exportación del cannabis no psicoactivo y cáñamo industrial en Ecuador (Ministerio de agricultura y ganaderia Ecuador, 2020). De acuerdo a lo establecido por el MAG, desde ahora, y por un plazo de 5 años, las licencias se otorgarán para una producción en lotes de mínimo dos hectáreas, lo que busca estimular la reinversión y evitar la apertura de empresas de forma especulativa. “Una vez confirmado que existe un mercado insatisfecho a nivel local, regional o mundial, podremos emitir licencias para áreas menores (Ministerio de agricultura y ganaderia Ecuador, 2020).

El 24 de diciembre pasado la Asamblea Nacional despenalizó el cannabis no psicoactivo con menos de 1% de THC, lo que abrió dos líneas de cultivo: el cáñamo no psicoactivo y el cáñamo industrial, así como su aprovechamiento en el ámbito medicinal, en el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas, así como en el uso industrial en fibras y otros productos (Ministerio de agricultura y ganaderia Ecuador, 2020).

### **Licencias vigentes**

- Para la importación y venta de semillas
- Para la producción y venta de semillas y esquejes
- Para producción de cannabis no psicoactivo y cáñamo industrial
- Para producción de cáñamo industrial
- Para fitomejoramiento y bancos de germoplasma
- Para producción y procesamiento de derivados

- Para comercialización y exportación (cbdenecuador, 2020)

Las licencias se otorgarán para una producción en lotes de mínimo dos hectáreas. Dichas licencias son válidas durante 5 años. Entre la documentación que deberán presentar los productores o comercializadores está: un certificado de antecedentes penales (cbdenecuador, 2020).

### **Requisitos para obtener Licencia**

Las 7 licencias podrán ser solicitadas únicamente por: personas jurídicas, entidades públicas, cooperativas o asociaciones para pequeños y medianos productores residentes en el país, mismos que deberán presentar la respectiva documentación sobre las inversiones y estados financieros que demuestren la legalidad de los recursos que se emplearán.

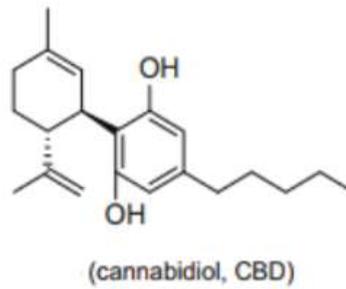
Un punto importante a tratar es que cada representante legal, directores y accionistas que posean el 6% o más de participación dentro de los negocios, deberán presentar antecedentes penales para el trámite, con el fin de llevar la legalidad correspondiente y evitar actos de corrupción por parte de personas que quieran sacar provecho de la nueva normativa (cbdenecuador, 2020).

## **7.3. Composición química de las plantas cannábicas**

Según: (McPartland & Russo, 2001) la composición química de esta especie se ha estudiado ampliamente. Se han identificado aproximadamente 500 compuestos, entre los que se encuentran.

### **7.3.1. Cannabinoides o fitocannabinoides**

En la actualidad se han logrado descubrir más de 120 fitocannabinoides, siendo los más abundantes y relevantes el tetrahidrocannabinol (THC), cannabidiol (CBD), cannabigerol (CBG), cannabicromeno (CBC), y cannabinol (CBN). Esta sustancia suele tener una estructura carbocíclica con 21 carbonos, y están formados generalmente por tres anillos, ciclohexeno, tetrahidropirano y benceno estos cannabinoides han sido utilizados para tratar trastornos neurológicos como el dolor y la epilepsia (Mudigoudar, 2016).

**Figura 1** Molécula de cannabidiol, CBD

**Autor:** (Fraguas Sánchez, Fernández Carballido, & Torres Suárez, 2014)

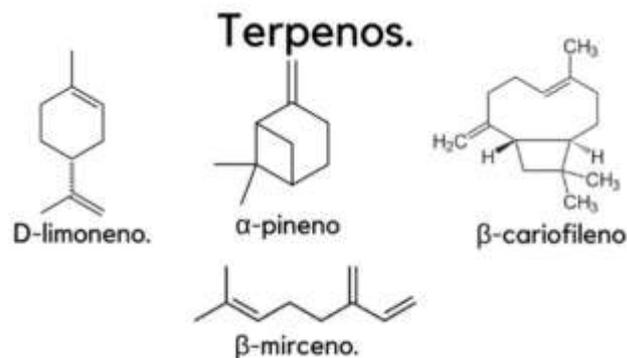
### 7.3.2. Terpenos

Son una vasta y diversa clase de compuestos orgánicos derivados del isopreno (o 2-metilbuta-1,3-dieno), un hidrocarburo de 5 átomos de carbono.

**Cariofileno o (-)- $\beta$ -Cariofileno:** es un sesquiterpeno bicíclico natural, un componente de muchos aceites esenciales, especialmente el aceite de clavo de olor, el aceite de los tallos y las flores de *Syzygium aromaticum* (clavo de olor), el aceite esencial de cáñamo *Cannabis sativa*, romero *Rosmarinus officinalis*, y el lúpulo.

**Eucalipto:** El aceite de eucalipto se obtiene de las hojas de las diversas especies de eucalipto. Su principal compuesto es el eucaliptol (1,8-cineol).

**Limoneno:** es una sustancia natural que se extrae del aceite de las cáscaras de los cítricos y que da el olor característico a los mismos, pertenece al grupo de los terpenos, posee un carbono asimétrico como estereocentro.

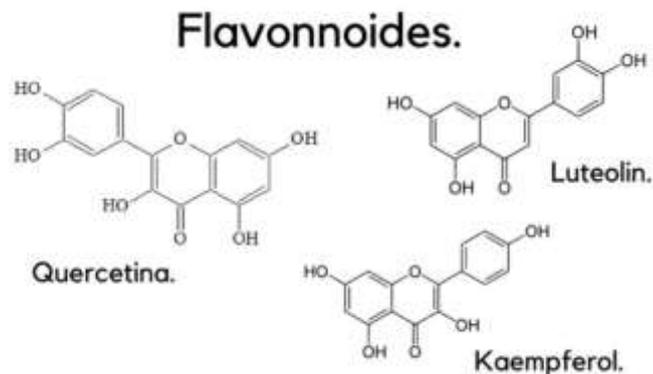
**Figura 2** Molécula de terpenos

**Autor:** (Fraguas Sánchez, Fernández Carballido, & Torres Suárez, 2014)

### 7.3.3. Flavonoides

Habiéndose identificado alrededor de 20 flavonoides en el cannabis este es el tercer grupo de componentes más abundantes, los cuales pertenecen principalmente a las subclases de flavonol y flavona, entre los cuales resaltan las cannasflavinas A y B, luteolina, kaempferol y quercetina.

**Figura 3** Molécula de flavonoides



**Autor:** (Fraguas Sánchez, Fernández Carballido, & Torres Suárez, 2014)

Entre otros compuestos tales como alcaloides, estilbenos, amidas fenólicas y lignanamidas, se reconoce que no existe tan solo una planta farmacéutica que es utilizada para la extracción y a la vez es enlazada con el cannabidiol y conformar una esencia para el consumo de enfermedades crónicas.

El efecto psicotrópico de estos compuestos se encuentra bien documentado, aunque también se les han atribuido otros efectos farmacológicos, tales como: antinociceptivo, antiepiléptico, cardiovascular, inmunosupresivo, antiemético, estimulante del apetito, antimicrobiano, antiinflamatorio, neuroprotector; y efectos positivos en síndromes psiquiátricos, tales como depresión, ansiedad y desórdenes del sueño. Estos efectos pueden ser producirse por la naturaleza agonista o antagonista de algunos de estos cannabinoides sobre los receptores CB1 y/o CB2.

Según: (Ángeles López, Brindis, Niizawa, & Ventura Martínez, 2015) mencionan que los cannabinoides son los metabolitos más abundantes y exclusivos de esta especie. Se conocen alrededor de 70, de los cuales el THC es el más estudiado. Es por eso que hemos realizado búsquedas exhaustivas en cuanto a THC siendo un componente de mayor calidad además de importancia.

El rendimiento de ésta depende de cada especie y variedad; además de otras variables como si la planta se encuentra fresca o seca; o si son hojas, tallos o inflorescencias. (Mediavilla & Steinemann, 1997). Mencionan que se pueden obtener alrededor de 1.3 litros de aceite esencial por tonelada métrica de material vegetal recién cosechado. Algunos de estos terpenos son farmacológicamente activos y podrían producir efectos sinérgicos con los cannabinoides.

#### **7.4. Cannabidiol principios activos**

Según: (Mónica Hinojosa Becerra & Marín-Gutiérrez, 2017) El cannabidiol (CBD) es un cannabinoide que se encuentra en la planta de cannabis. Es el principal componente de la marihuana y representa casi el 40% de los extractos que se pueden sacar de ella. Pero no es tan famosa como el THC (tetrahidrocannabinol). Comparándola con el THC el cannabidiol no es psicoactivo y tiene un alcance más amplio en aplicaciones terapéuticas que el THC. Se utiliza como alivio en los tratamientos de epilepsia, encefalopatías epilépticas como el síndrome de West, convulsiones, esclerosis múltiple, inflamaciones, desórdenes de ansiedad, esquizofrenia, náusea o para inhibir el crecimiento de células cancerígenas. Provoca un efecto sedativo que inhibe la transmisión de señales nerviosas asociadas al dolor. Se observó también que el CBD reducía el crecimiento de las células agresivas de cáncer de mama en humanos. Representa el primer agente exógeno no-tóxico que puede conllevar a una inhibición de la agresividad tumoral.

#### **7.5. Métodos para determinar la composición química de las plantas cannábicas**

El tamizaje fitoquímico es una de las etapas iniciales de la investigación fitoquímico, que permite determinar cualitativamente los principales grupos de constituyentes químicos presentes en una planta. Esta técnica se realiza con el objetivo de determinar la presencia de determinados productos naturales o metabolitos secundarios, en dependencia de sus características estructurales.

Para lo cual se desarrolla una serie de reacciones, que se describen a continuación:

- **Ensayo de Mayer y el de Wagner:** permiten identificar alcaloides. Si al añadir 2 o 3 gotas de la solución reactiva de Mayer o Wagner respectivamente, se observa opalescencia turbidez definida, precipitado, entonces se considera positiva la presencia de este tipo de metabolito.

- **Ensayo de Borntrager:** Si la fase acuosa alcalina se colorea de rosado a rojo, el ensayo se considera positivo. Para la identificación de quinonas.
- **Ensayo de Liebermann – Burchard:** debido a que ambos tipos de productos poseen un núcleo de androstano, generalmente insaturado en el anillo B y la posición 5-6. Para identificar triterpenos y/o esteroides
- **Ensayo de Shinoda:** El ensayo se considera positivo cuando el alcohol amílico se colorea de amarillo, naranja, carmelita o rojo, intensos en todos los casos. Permite reconocer la presencia de flavonoides
- **Ensayo de espuma:** permite reconocer la presencia de saponinas, tanto del tipo esteroideal como triterpénicas. (SOTO VÁSQUEZ, 2015).

## **7.6. Tipos de cromatografía que sirve para estudiar la composición química**

### **7.6.1. Cromatografía de exclusión molecular**

Según: (Garza, 2012) la cromatografía de exclusión molecular (Size Exclusion Chromatography, SEC) es el nombre general para los procesos de separación de biomoléculas de acuerdo a su tamaño cuando una solución fluye a través de una cama empacada con un medio poroso.

### **7.6.2. Cromatografía de intercambio iónico**

Según: (Garza, 2012) la cromatografía de intercambio iónico (Ion Exchange Chromatography, IEC) separa las moléculas en base a su carga iónica neta. La separación se lleva a cabo por la competencia entre proteínas con diferente carga superficial por grupos cargados opuestamente sobre un adsorbente o una matriz de intercambio iónico. Actualmente, IEC es una de las técnicas de purificación de proteínas más usadas.

### **7.6.3. Cromatografía de interacción hidrofóbica**

Según: (Garza, 2012) la cromatografía de interacción hidrofóbica (Hydrophobic Interaction Chromatography, HIC) es uno de los métodos de purificación de macromoléculas biológicas más utilizado, especialmente para proteínas terapéuticas.

#### 7.6.4. Cromatografía de fase reversa

Según: (Garza, 2012) la cromatografía de fase reversa (Reversed Phase Chromatography, RPC) describe un tipo de cromatografía en la cual la fase estacionaria es menos polar que la fase móvil. La RPC es una técnica de purificación capaz de separar componentes con características muy similares, como proteínas que difieren en solo un aminoácido e isómeros conformacionales de péptidos.

#### 7.7. Efectos medicinales que se le atribuye al cannabidiol

El uso medicinal de la marihuana es legal en algunos países, entre ellos Alemania, Austria, Canadá, España, Finlandia, Israel, Portugal y algunos estados de los Estados Unidos de América (EUA). En América Latina es legal en Uruguay, Colombia, Chile y Argentina (Catarina, 2017).

En EUA la investigación médica tiene apoyo y se puede conseguir marihuana con fines científicos. En 2016 hubo alrededor de 350 protocolos de estudio e investigaciones sobre las propiedades medicinales de la marihuana. Los expertos coinciden en que todavía se requiere más investigación y estudios clínicos estrictos, especialmente para establecer los efectos de su consumo a largo plazo (Catarina, 2017).

#### Fármacos cannabinoides sintéticos y fitocannabinoides

**Tabla 5** Fármacos cannabinoides sintéticos y fitocannabinoides

<b>Sustancia activa</b>	<b>Nombre comercial y presentación</b>	<b>Indicaciones</b>	<b>Efectos adversos</b>	<b>Aprobado en</b>
<b>Nabilona</b>	Cesamet Cápsulas de 0.5 y 1 mg, Valeant Pharmaceuticals International	Náusea y vómito asociados a quimioterapia en pacientes que no han respondido satisfactoriamente a otros tratamientos. Tratamiento de dolor crónico de difícil control.	Mareo Somnolencia Sequedad en la boca Visión borrosa	México (dolor), EUA, Canadá, Gran Bretaña, Irlanda, Australia, India. Otros países, sujeto al análisis de la situación clínica del paciente.
<b>Dronabinol</b>	Marinol Cápsulas de glicerina de 2.5, 5 y 10 mg. GW Pharmaceuticals	Náusea y vómito asociados a quimioterapia en pacientes que no han respondido satisfactoriamente a otros tratamientos.	Mareo Somnolencia Euforia Nausea Lentitud de los procesos	EUA, Canadá, Sudáfrica, Australia, Nueva Zelanda.

		Desnutrición, deterioro orgánico y gran debilitamiento físico en pacientes con VIH y/o cáncer.	psíquicos y de pensamiento	
<b>Extractos de Cannabis sativa (THC/ Cannabidiol)</b>	Sativex (Nabiximol) THC 2.7 mg Cannabidiol 2.6 mg GW Pharmaceuticals	Tratamiento coadyuvante para pacientes adultos con espasticidad moderada o grave debida a la esclerosis múltiple, que no han respondido de forma adecuada a otros medicamentos antiespásticos.	Mareos Fatiga Síntomas irritativos locales	Aprobado para su uso en 27 países (Naciones europeas y asiáticas, Nueva Zelanda, Canadá y Australia). No aprobado por la Food and Drug Administration (FDA), EUA.

Autor: (Catarina, 2017)

## 7.8. Enfermedades que se puede tratar con el cannabidiol

En el presente se han desarrollado gran número de investigaciones, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos aleatorizados y controlado para el tratamiento de diferentes enfermedades basadas en el uso del Cannabis como ingrediente clave ya actúa sobre receptores del sistema endocannabinoide los cuales tienen acción reguladora sobre diversos sistemas del cuerpo (sistema inmune, memoria, apetito, sueño, dolor, estado de ánimo, etc.).

### 7.8.1. Antieméticos

En ensayos clínicos controlados se han comparado los efectos antieméticos del CBD Y THC (administrado por vía oral) en pacientes con náuseas y vómitos relacionados con la quimioterapia contra el cáncer. Las revisiones sistemáticas de los ensayos (Smith, Azariah, Lavanda, Stoner , & Bettioli, 2015) han llegado a la conclusión de que el CBD y otros cannabinoides que producen efectos similares (conocidos como agonistas cannabinoides) fueron eficaces. Las revisiones exhaustivas más recientes difirieron en sus evaluaciones la solidez de la evidente eficacia respecto a los cannabinoides como antieméticos los ensayos demostraron que los pacientes inclinan una preferencia por los cannabinoides sobre los agentes disponibles.

### **7.8.2. Estimular el apetito**

El CBD fue aprobado en Estados Unidos para su uso como estimulante del apetito en pacientes con síndrome de emaciación relacionado con el SIDA. Esta aprobación se basó en pocos ensayos clínicos (Lutge, Gray, & Siegfried, 2013) dichos estudios encontraron que el cannabis aumentó la ingesta calórica en un 40 por ciento, y la mayor parte del aumento se produjo como bocadillos y no durante las comidas.

### **7.8.3. Dolor neuropático y la espasticidad en la esclerosis múltiple**

En ensayos clínicos se ha evaluado la eficacia de los cannabinoides en el tratamiento de los espasmos musculares y el dolor neuropático en pacientes con esclerosis múltiple, un trastorno neurodegenerativo. El producto que más se ha probado ha sido el nabiximol (Sativex), un extracto de cannabis normalizado con cantidades aproximadamente iguales de THC y CBD administrado en pulverización bucal.

En los ensayos clínicos aleatorizados, algunos pacientes que recibieron CBD (además de su tratamiento existente) comunicaron menos espasticidad muscular. Sin embargo, las valoraciones de la espasticidad muscular de las pacientes realizadas por los médicos solo mostraron reducciones marginales (Merlán, y otros, Cannabinoids for Medical Use: A Systematic Review and Meta-analysis, 2015). Describieron los datos de eficacia como de calidad «moderada». En la revisión de la NASEM se concluyó que los cannabinoides eran «probablemente eficaces» para reducir la espasticidad muscular notificada por los pacientes.

### **7.8.4. Dolor crónico**

El alivio del dolor crónico es, con mucho, la afección más común citada por lo que los pacientes consumen cannabis con fines médicos en los Estados Unidos es el tratamiento del dolor crónico que no está causado por el cáncer. Se incluyen aquí el dolor neuropático, la artritis, el dolor de espalda, el dolor de cuello y hombros y el dolor de cabeza.

Según: (Ilgen, y otros, 2013) informaron que el 87 por ciento de los participantes en su estudio buscaban marihuana medicinal para aliviar el dolor lo que sugiere que el uso de cannabis medicinal se asoció con una reducción del 64 por ciento en el uso de opioides estos informes recientes sugieren que varios pacientes con dolor están reemplazando el uso de opioides por cannabis.

### **7.8.5. Epilepsia**

La epilepsia se refiere a un espectro de trastornos neurológicos crónicos en los que grupos de neuronas en el cerebro a veces emiten señales anormales y causan convulsiones (Carpio, y otros, 2000) evaluaron que más de 300.000 ecuatorianos han presentado una crisis convulsiva, de los cuales aproximadamente 150.000 padecen epilepsia y cada año serán diagnosticados en nuestro país entre 12.000 a 18.000 nuevos casos de epilepsia de todos los rangos de edad y etnias.

Ensayos aleatorios evaluaron la eficacia del cannabis o los cannabinoides, utilizados como monoterapia o como complemento de otras terapias, para reducir la frecuencia de las convulsiones en personas con epilepsia. (Gloss & Vickrey, 2014) Publicó una revisión sistemática donde identificaron ensayos de cannabinoides, todos los cuales consideraron de baja calidad. Combinados, los ensayos incluyeron un total de 48 pacientes. El resultado principal preespecificado de la revisión sistemática fue la ausencia de convulsiones durante 12 meses o tres veces el intervalo sin convulsiones anterior más largo. En consecuencia, Gloss y Vickrey afirmaron que no se podían sacar conclusiones confiables sobre la eficacia de los cannabinoides para la epilepsia.

### **7.8.6. Síndrome de Tourette**

El síndrome de Tourette es un trastorno neurológico que se caracteriza por movimientos o vocalizaciones esporádicos comúnmente llamados "tics". Si bien actualmente no existe una cura para el síndrome de Tourette, los esfuerzos recientes han explorado si el cannabis puede ser eficaz para reducir los síntomas comúnmente asociados con el trastorno (Koppel , y otros, 2014).

Dos revisiones sistemáticas de buena calidad (Koppel , y otros, 2014) (Merlán, y otros, Cannabinoids for Medical Use: A Systematic Review and Meta-analysis, 2015) evaluaron el cannabis medicinal para el síndrome de Tourette. Ambas revisiones identificaron los mismos ensayos y nos centramos en la revisión más reciente de (Merlán, y otros, Cannabinoids for Medical Use: A Systematic Review and Meta-analysis, 2015) compararon cápsulas de CBD (dosis máxima de 10 mg al día) en 36 pacientes con síndrome de Tourette. La gravedad de los tics, evaluada mediante múltiples medidas, y los resultados clínicos globales mejoraron con las cápsulas de CBD.

### **7.8.7. Parkinson**

La enfermedad de Parkinson es un trastorno del sistema motor atribuido a la pérdida de células cerebrales productoras de dopamina. Se caracteriza clínicamente por temblor, rigidez, bradicinesia (lentitud de movimiento) y deterioro del equilibrio y la coordinación.

La revisión sistemática del cannabis en trastornos neurológicos seleccionados (Koppel , y otros, 2014) identificó ensayos de terapias con cápsulas de cannabinoides (que contienen THC 2,5 mg y 1,25 mg de CBD) hasta una dosis máxima de 0,25 mg / kg de THC al día, los criterios de valoración secundarios incluyeron el impacto de la discinesia en la función, los indicadores fisiopatológicos de la discinesia, la duración de la discinesia, la calidad de vida, el sueño, el dolor y la gravedad general de la enfermedad de Parkinson. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la variación entre la evaluación inicial y final.

### **7.8.8. Glaucoma**

El glaucoma es una de las principales causas de ceguera (Clinic, 2016). Este trastorno se caracteriza por ser un grupo de afecciones oculares que pueden producir daño al nervio óptico y provocar la pérdida de la visión. Este daño a menudo es causado por una presión intraocular anormalmente alta. Debido a que la presión intraocular alta es un factor de riesgo importante conocido que se puede controlar, la mayoría de los tratamientos se han diseñado para reducirla. La investigación sugiere que los cannabinoides pueden tener el potencial de ser un tratamiento eficaz para reducir la presión ocular (Tomida, Azuara-Blanco, Flint , Pertwewe, & Robson, 2006).

Una revisión sistemática de buena calidad (Merlán, y otros, Cannabinoides para uso médico: revisión sistemática y metanálisis, 2015) evaluó el cannabis medicinal para el tratamiento del glaucoma. El ensayo comparó THC (5 mg en aerosol bucal), cannabidiol (20 mg en aerosol bucal), cannabidiol en aerosol (40 mg en aerosol bucal), examinando la presión intraocular de forma intermitente hasta 12 horas después del tratamiento los estudios en pacientes con glaucoma han mostrado reducciones a corto plazo de la presión intraocular con gotas orales tópicas para los ojos y cannabinoides intravenosos, lo que sugiere el potencial de beneficio terapéutico.

### **7.8.9. Depresión**

La depresión es uno de los trastornos de salud mental más comunes del país existen características sintomáticas comunes de sentimientos de tristeza, vacío o estado de ánimo irritable, acompañados de cambios somáticos y cognitivos que afectan la capacidad del individuo para su función (APA (Asociación Americana de Psiquiatría), 2013). El sistema endocannabinoide juega un papel en la regulación del estado de ánimo, por lo tanto, se decidió explorar la asociación entre el consumo de cannabis y los trastornos o síntomas depresivos.

La revisión de (Merlán, y otros, Cannabinoides para uso médico: revisión sistemática y metanálisis, 2015) 634 participantes informaron sobre los síntomas leves de depresión, se compararon nabiximols (la dosis máxima varió de 4 a 48 dosis / día), cannabidiol (10 mg y 20 mg diarios) los resultados se evaluaron de 8 horas a 9 semanas demostrando efectos leves contra la depresión.

### **7.8.10. Trastornos del sueño**

Los trastornos del sueño se pueden clasificar en grupos principales que incluyen insomnio, trastornos respiratorios relacionados con el sueño, parasomnias, trastornos del movimiento relacionados con el sueño y trastornos del ritmo circadiano del sueño-vigilia (Sateia, 2014). Existe evidencia que sugiere que el sistema endocannabinoide puede tener un papel significativo en el sueño. El CBD se asocia de manera dependiente de la dosis con cambios en el sueño de ondas lentas, que es fundamental para el aprendizaje y la consolidación de la memoria. El cannabis también puede tener efectos sobre la latencia del sueño, disminuyendo el tiempo hasta el inicio del sueño en dosis bajas y aumentando el tiempo hasta el inicio del sueño en dosis más altas (García & Salloum, 2015). Por tanto, los cannabinoides podrían tener un papel en el tratamiento de los trastornos del sueño.

La revisión de (Merlán, y otros, Cannabinoides para uso médico: revisión sistemática y metanálisis, 2015) con una muestra de (54 participantes) evaluaron los cannabinoides para el tratamiento de los problemas del sueño. En el ensayo se consideró que tenía un alto riesgo de sesgo realizado en 22 pacientes con apnea obstructiva del sueño mostró un mayor beneficio del CBD (dosis máxima de 10 mg al día) a las 3 semanas de seguimiento se consideró que tenía un bajo riesgo encontrando mejoras y mayor descanso durante el sueño a las 2 semanas de seguimiento

## **7.9. Métodos y procedimientos para la extracción de cannabidiol de plantas cannábicas.**

A continuación, se muestra algunas de las técnicas de extracción más habituales, con sus principales ventajas e inconvenientes.

### **7.9.1. Extracción por fluidos supercríticos**

La extracción de derivados por medio de fluidos supercríticos es aquella que, por medio de la utilización de solventes, aplicación de una temperatura y presión deseada, se extraen productos o compuestos de materiales para su uso comercial, industrial, medicinal y científico.

Este proceso de extracción es de tipo sólido-líquido, el cual se realiza dentro de una cámara donde el solvente está en condiciones supercríticas. Una vez transcurrido el tiempo de extracción, la mezcla soluto-solvente que sale de la cámara, es separada en un recipiente donde el soluto extraído es recolectado en el fondo, y el solvente es retirado como gas; debido al cambio de fase generado con la despresurización (Caubet, y otros, 2018).

La ventaja de estos solventes es que cuando son sometidos a su fase crítica, estos no son considerados como gases o líquidos si no como un fluido supercrítico y por lo tanto tiene propiedades termodinámicas de ambos estados.

Los fluidos super críticos poseen 3 características:

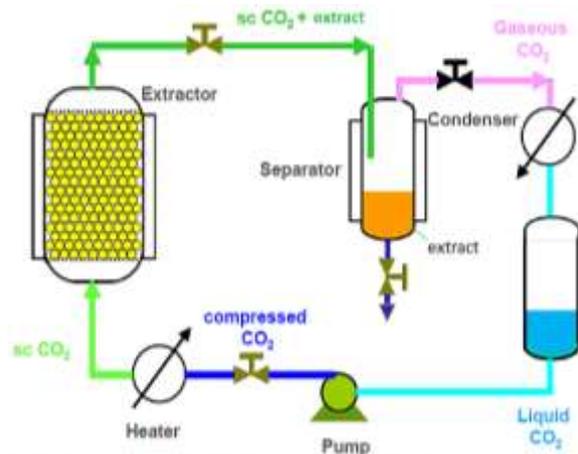
- Poseen alta difusividad
- Son comprensibles
- Tienen baja viscosidad

Además, la densidad de un fluido supercrítico es similar a la de los líquidos, lo que le brinda la característica de poseer un gran poder solvatante (pudiendo actuar con gran cantidad de solutos, al tiempo que la viscosidad es similar a la de los gases y la difusividad es superior a la de los líquidos, lo que favorece la capacidad de penetración en los poros de la muestra.

Para este tipo de extracción, el solvente comúnmente utilizado es el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) ya que, para convertirlo en un fluido supercrítico, su temperatura es cercana a una temperatura ambiente ( $31.1^\circ\text{C}$ ) y su presión no es tan alta ( $72.8 \text{ bar}$ ), en comparación con otros.

Los componentes básicos para realizar una extracción por fluidos supercríticos consisten en una bomba o compresor del solvente ( $\text{CO}_2$ ), una bomba modificadora, un reactor de extracción y un recipiente de fraccionamiento o recolección.

**Figura 4** Proceso de extracción de fluidos supercríticos



**Autor:** (Pngwing)

- Presurización: En esta etapa, la presión se eleva por encima de la presión crítica de la sustancia a emplear como solvente.
- Ajuste de temperatura: La temperatura se eleva o disminuye con el fin de llevar el solvente a la temperatura adecuada de extracción.
- Extracción: El fluido supercrítico entra en contacto con la muestra que contiene el soluto de interés en el extractor.
- Separación: El soluto se libera mediante la descompresión del solvente a una presión inferior.

La extracción de fluidos supercríticos puede realizarse mediante diferentes tipos de procesos: por lotes, flujo continuo o semicontinuo. El proceso por lotes es donde la cantidad de solvente/soluto se fija dentro de un recipiente de extracción y, después del procesamiento, el recipiente se despresuriza sin ninguna exposición adicional al disolvente SCF nuevo. En el proceso de flujo continuo, la cantidad de solvente de SCF no se fija y el SCF nuevo se alimenta continuamente al recipiente de extracción que contiene el soluto. La disposición del proceso semicontinuo implica una combinación de los tipos de extracción de SCF por lotes y continuos, donde el proceso se cambia entre los dos tipos con la misma muestra. Actualmente en el medio colombiano existen varios proveedores o importadores de equipos compactos que realizan todo el proceso.

### **Ventajas de la extracción con CO<sub>2</sub> supercrítico**

- Permite la extracción de concentrados limpios y seguros sin usar aditivos ni contaminantes adicionales.
- Ofrece unos resultados altamente eficientes, sacando el máximo partido a la planta de cáñamo.
- La extracción con CO<sub>2</sub> es sostenible y respetuosa con el medio ambiente

### **Inconvenientes de la extracción con CO<sub>2</sub> supercrítico**

- La extracción con CO<sub>2</sub> es un proceso industrial, lo que hace que sea muy cara.
- Hace falta experiencia para realizarla correctamente (Hernández, 2020).

#### **7.9.2. Extracción de CBD sin solventes (Manual)**

Se aplican calor y presión o un poco de fricción a las flores y hojas del cáñamo. Para realizar este proceso se debe congelar las flores en la cual se podrá agitarla para desprender los tricomas y juntarlos. Estos tricomas, contienen el espectro completo de cannabinoides y terpenos que están presentes en la planta de cáñamo.

### **Ventajas de la extracción sin solventes**

- No se necesitan herramientas adicionales.
- Se utiliza toda la planta.
- Es el método de extracción más barato.

### **Inconvenientes de la extracción sin solventes**

- El resultado es pobre y poco práctico.
- No se puede controlar la pureza con unos niveles mínimos de CBD.
- El extracto de CBD contiene material vegetal y cannabinoides no deseados (Hernández, 2020).

**Figura 5** Extracción sin solventes



**Autor:** (Hernández, 2020)

### **7.9.3. Extracción de CBD con aceite de oliva**

Utilizar aceites para extraer CBD es uno de los métodos más sencillos. Es popular entre los productores caseros. El proceso comienza con el uso de calor para descarboxilar la materia prima vegetal y activar así los cannabinoides, como el CBD. El siguiente paso es agregar aceite de oliva al cannabis, calentando la mezcla a 100°C durante 1-2 horas en total. Esto hace que el aceite de oliva se evapore, dejando un aceite de CBD altamente concentrado.

#### **Ventajas de la extracción con aceite de oliva**

- Se puede hacer fácilmente en casa.
- Es relativamente segura y no hace falta tener experiencia.
- Mayor grado de pureza en comparación con la extracción sin solventes.

#### **Inconvenientes de la extracción con aceite de oliva**

- Poco control sobre el extracto final.
- Contenido de CBD bajo y poco fiable en comparación con otros métodos más profesionales.
- No apta para la venta comercial (Hernández, 2020).

**Figura 6** Extracción de aceite de oliva



**Autor:** (Hernández, 2020)

#### 7.9.4. Extracción de CBD básica con solventes

La extracción con solventes es una práctica rudimentaria y arriesgada, pero tiene sus adeptos. Básicamente, consiste en hacer circular un solvente líquido a través de cáñamo descarboxilado para separar los cannabinoides y los terpenos. Los solventes más habituales son el butano, el etanol y el hexano, por lo que después de la extracción será necesario evaporar de forma segura cualquier resto de solvente con el fin de conseguir un extracto de CBD utilizable.

##### Ventajas de la extracción con solventes

- Es barata y solo se necesita una cantidad relativamente pequeña de utensilios.
- Los extractos de CBD obtenidos con solventes ofrecen un grado de pureza considerable.
- Fácil de ampliar para la producción comercial.

##### Inconvenientes de la extracción con solventes

- La manipulación de los solventes puede causar lesiones si no se hace correctamente, ya que son altamente inflamables.
- El aceite puede estar contaminado por el solvente, lo que es peligroso para el consumidor.
- Las temperaturas altas conllevan el riesgo de destruir algunos terpenos esenciales y otros compuestos minúsculos (Hernández, 2020).

**Figura 7** Extracción básica con solventes



**Autor:** (Hernández, 2020)

#### 7.10. Descripción del proceso industrial para la producción de cannabidiol

Según: (Ramírez J. M., 2019) La cadena productora del cannabis abarca un conjunto de acciones que van desde la fase de siembra, cultivo y cosecha de la planta, hasta la extracción de derivados que sirven como insumo principal para la elaboración de diversos productos más

sofisticados. La planta de cannabis tiene múltiples usos, entre los que se destaca además del medicinal el uso en sectores como el de alimentos, bebidas, y cosméticos. El uso industrial del cáñamo, una variedad del cannabis se utiliza también en la producción de papel, fibra, celulosa y materiales de construcción, entre otros.

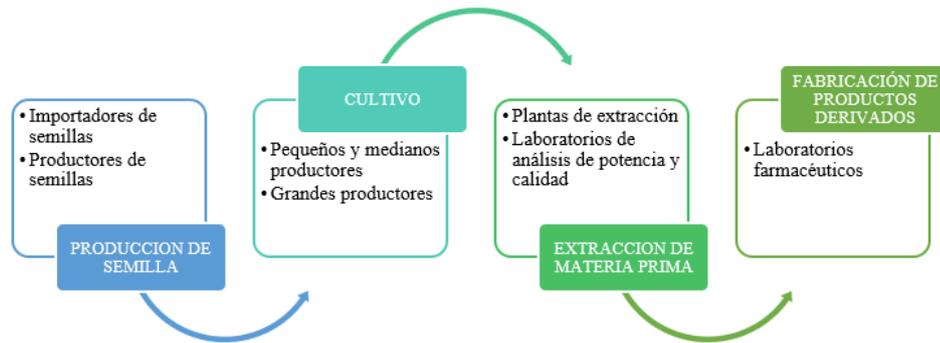
### **7.10.1. Cadena productiva**

En los países donde se ha regulado el cultivo y el dispndio de cannabis medicinal, se han desarrollado cadenas productivas con grado de integración vertical. Este fenómeno está presente en las cadenas de valor que deben realizar estrictos controles sobre todas las actividades y los procesos productivos. Por ejemplo, en la industria del cannabis medicinal, es común encontrar que las compañías tengan sus propios cultivos, operen las plantas de extracción y se encarguen de la fabricación y comercialización de sus productos. En relación con los productos derivados del cannabis, su calidad se determina en gran medida por la concentración de cannabinoides y por los métodos de extracción utilizados en la obtención de la materia prima (Ramírez J. M., 2019).

La cadena productiva del cannabis medicinal abarca:

- La obtención de semillas.
- El cultivo.
- La extracción de materia prima.
- La transformación en productos derivados.

La semilla se consigue de los métodos de propagación que hayan adoptado los productores, los cuales pueden ser sexuales o asexuales y son significativos porque aseguran la estandarización del material vegetal. Luego vienen las etapas de germinación y de crecimiento vegetativo de la planta, y se establece el momento propicio para la cosecha y postcosecha. Posteriormente, el cannabis seco es sometido a métodos de extracción que facilitan la obtención de resinas y aceites que constituyen la materia prima para la obtención de productos finales (Ilustración 8).

**Figura 8** Cadena productiva del CBD

**Elaborado:** Autores

### 7.10.2. Producción de semilla

La selección y mejoramiento del material vegetal en la industria del cannabis permite la generación de variedades acondicionadas a las condiciones agroecológicas de la zona de cultivo, y ha facilitado el desarrollo de variedades que sirven para la producción de cannabinoides no psicoactivos (CBD, CBN). El resultado final, es la existencia de múltiples variedades de la planta cuya composición varía en función de los usos industriales, medicinales y recreativos. La investigación requerida para la obtención de variedades y para la estandarización del material vegetal es imprescindible para el desarrollo de la industria y se debe llevar a cabo en ese primer eslabón de la cadena, que es la producción de semillas (Ramírez J. M., 2019).

### 7.10.3. Cultivo

La planta de cannabis se consigue a partir de la siembra de semillas o de esquejes. Los tipos de cultivo pueden ser exterior, interior o en invernadero. El cultivo en exterior involucra una actividad a gran escala, sin mucho equipamiento especial para su desarrollo y con producción de plantas de mayor tamaño. Por su parte, el cultivo en invernadero implica mayores inversiones en equipamiento e infraestructura principalmente para proteger a las plantas de las variaciones climáticas y de las afectaciones por plagas, al mismo tiempo que permite obtener un mayor número de cosechas al año. Por último, el cultivo interior se caracteriza por requerir de un equipamiento más sofisticado para controlar de manera artificial todas las condiciones del cultivo y obtener mayores rendimientos por planta (Ramírez J. M., 2019).

#### **7.10.4. Extracción de materia prima**

La extracción comprende desde la aceptación de la cosecha en el área de fabricación hasta la obtención de resinas y aceites, que son utilizados como insumo principal en la fabricación de productos terminados con cannabis. Usualmente, los grandes cultivadores cuentan con sus propias plantas de extracción y fabricación de derivados, por esta razón, es común que estén ubicadas relativamente cerca al lugar en el que se adelantan las actividades de cultivo, cosecha y postcosecha (Ramírez J. M., 2019).

Los tipos de extractos obtenidos difieren en sus características físicas y organolépticas dependiendo del método de extracción utilizado. Las técnicas más utilizadas son las extracciones por medio de solventes tales como hidrocarburos, etanol y CO<sub>2</sub> supercrítico. El resultado final de cada una de las técnicas varía en función del rendimiento total sobre la materia prima, de los costos de inversión y de la presencia de solventes residuales en el producto final. Los derivados que se obtienen en esta etapa pueden producirse y fabricarse para fines médicos nacionales, para exportación y/ para fines científicos.

#### **7.10.5. Fabricación de productos terminados**

Esta etapa comprende la fabricación de productos que contienen derivados de cannabis con fines médicos nacionales, para exportación y para fines científicos. Se considera producto terminado toda aquella preparación obtenida a partir de un derivado de cannabis, que vaya a ser comercializado o distribuido como un producto de consumo humano. Su elaboración requiere de equipos con alto grado de sofisticación, de controles de calidad y de medición de cannabinoides.

El mercado mundial del cáñamo (CBD) consta de más de 25.000 productos en nueve submercados: agricultura, textiles, reciclaje, automotriz, muebles, alimentos y bebidas, papel, construcciones materiales y cuidado personal. El cáñamo se puede cultivar como fibra, semilla o de doble propósito (EveryCRSReport, 2018). Las fibras de cáñamo se utilizan en telas y textiles, hilados y fibras hiladas, papel, alfombras, hogar mobiliario, materiales de construcción y aislamiento, autopartes y compuestos. Se utilizan en ropa de cama para animales, insumos de materiales, fabricación de papel y absorbentes de aceite. Las semillas de cáñamo y las tortas oleaginosas son utilizado en una variedad de alimentos y bebidas (por ejemplo, ensaladas y

aceite de cocina y alternativas a los lácteos de cáñamo) y puede ser una fuente alternativa de proteínas para alimentos. Se utiliza aceite de la semilla de cáñamo triturada en jabón, champú, lociones, geles de baño y cosméticos. En el campo de la nutrición, suplementos y en productos medicinales y terapéuticos, incluidos los productos farmacéuticos. También se utiliza como material aislante ligero y en plásticos de cáñamo y compuestos relacionados para su uso como una alternativa de fibra de vidrio por la industria automotriz y sectores de la aviación. Se promueve como una materia prima potencial para biodiésel y como cultivo de cobertura. Estos tipos de usos comerciales están ampliamente documentados en un rango de factibilidad y marketing.

### **7.11. Recursos, costo y financiamiento de plantas industriales para la obtención de cannabidiol**

Se determinará las necesidades del proyecto para su correcto arranque, es por eso que los recursos de financiamiento es una de las partes esenciales del mismo. El financiamiento permite acceder al capital necesario y analiza las fuentes de las cuáles se conseguirá este monto. Se realiza un plan de amortización y se analiza la conveniencia de las fuentes de financiamiento.

#### **7.11.1. Capital de inversión**

Para determinar el capital de inversión necesario es principal determinar los activos fijos en los cuales se debe realizar adquisiciones o poner a disposición activos que permitan el correcto desarrollo del negocio. El total de los activos fijos necesarios para la ejecución del proyecto se detalla en la siguiente tabla.

El terreno ubicado en el sur de Quito cuenta con 1 hectáreas de terreno con un costo de 250.000, además de la construcción que incluyen las áreas de Descarga, Molienda y Descarboxilación, Extracción de Fluidos, Winterización, Destilación, Envase, Baños, Recepción, Vestidores, Mantenimiento, Almacenamiento, laboratorio y oficinas que son un total de 151m<sup>2</sup> de construcción es la principal inversión que asciende a los \$ 115.364.

**Tabla 6** Activos fijos

<b>ACTIVOS FIJOS</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Terreno	\$ 250.000
Construcción	\$ 115.364
Maquinaria y Equipo	\$ 14.580
Implementos	\$ 1.105,5
Muebles y enseres	\$ 4.394
Activos Diferidos	\$ 3.545
<b>TOTAL, INVERSIÓN</b>	<b>\$ 388.988,5</b>

Elaborado: Autores

La maquinaria necesaria para el cumplimiento del proceso productivo asciende a los \$115.364 mil, las cuales serán adquiridas totalmente nuevas con capacitación incluida a un determinado número de personas.

Los implementos necesarios para la producción y bienestar de los empleados dentro de las labores que se cumplen llegan a un total de \$ 1.105,5. Los muebles y enseres para las oficinas y áreas de producción son de \$ 4.394. Por último, existen activos diferidos en donde se encuentran los gastos de constitución de la empresa y también los registros de marca para la empresa.

### **7.11.2. Fuentes de inversión**

Una vez analizado el costo de producción este se aumenta para el cálculo de inversión necesaria para el primer año de funcionamiento del negocio. Así se llega a determinar un valor específico a invertir y determinar cuáles serán las fuentes para la obtención de la inversión mínima requerida.

Las principales fuentes de financiamiento son tres. Primero el capital inicial generado con el aporte de cada socio que será de \$ 25.000 que por los 2 socios principales da un valor de \$ 50.000. Además, será necesario de un terreno en donde se desarrollarán las actividades comerciales este terreno tiene un avalúo de \$ 250.000 y cuenta con 1 hectáreas de terreno. Se requiere de un valor total de \$ 338.988,5 que equivale al 87,15 % del total de la inversión requisito para las instituciones financieras puedan otorgar crédito si el proyecto presenta rentabilidad y oportunidad de negocio sería de una entrada del 32%.

Hace falta un valor de \$ 108.467,32 por lo que se ha recurrido como segunda fuente de financiamiento rondas de inversión en diferentes zonas de extranjero por parte de redes

internacionales de inversionistas y entusiastas de la industria del CBD. El capital de \$ 108.467,32 está abierto a los interesados que son en primer orden los empresarios de la industria en EEUU y Europa que conocen el potencial del cultivo y su amplia gama de productos. Por otro lado, se encuentran interesados emprendedores ecuatorianos interesados en la industria y las oportunidades que se abren en el país para su producción.

Una vez que se obtenga el 32% del capital de inversión requerida es necesaria la presentación del proyecto de inversión para la obtención de crédito por parte de entidades financieras. Es así que llegamos a nuestra tercera fuente de financiamiento, las entidades financieras.

Dentro de las actividades financiables de la Corporación Financiera Nacional se encuentra con una calificación de Alto Impacto en el sector de la manufactura la fabricación de derivados del CBD con enfoque medicinal. El porcentaje de financiamiento para este tipo actividades es del 68% para la adquisición de activos fijos hasta 180 meses plazo.

El financiamiento será destinado para a la obtención de activos fijos para el correcto funcionamiento del proyecto. De manera específica a la infraestructura necesaria para el proyecto. El valor que se busca financiar es el 68% por un valor total de \$ 230.512,18.

**Tabla 7** Fuentes de inversión

<b>TABLA DE FUENTES</b>				
<b>DETALLE</b>	<b>MONTO DE INVERSIÓN</b>	<b>RECURSOS PROPIOS</b>	<b>INVERSIONISTAS</b>	<b>FINANCIAMIENTO</b>
Terreno	\$ 250.000	\$ 50.000	\$ 108.476,32	\$ 91.523,68
Construcción	\$ 115.364			\$ 115.364
Maquinaria y equipo	\$ 145.80			\$ 14.580
Implementos	\$ 1.105,50			\$ 1.105,50
Muebles y enseres	\$ 4.394			\$ 4.394
Activos diferidos	\$ 3.545			\$ 3.545
Total, inversión	\$ 388.988,50			
Total, de fuentes		\$ 50.000	\$ 108.476,32	\$ 230.512,18
Porcentaje		12.85%	27.89%	59.26%

Elaborado: Autores

### **7.11.3. Plan de amortización**

El plan de amortización del préstamo a ser realizado será realizado por el 59.26 % del proyecto para cubrir con los gastos de construcción compra de maquinaria, implementos, muebles etc. El monto capital solicitado es de \$ 230.512,18 se pagará en un plazo de 5 años con cuotas

trimestrales. La tasa de interés nominal es del 10.33%, mientras que la tasa efectiva del 10.74%. El total de cuotas de pago en el plazo solicitado es de 20 pagos y el valor de la cuota es de \$ 14.902,16. El cargo financiero total del crédito es un total de \$ 67.531,23.

**Tabla 8** Plan de amortización de corporación financiera nacional

CONDICIONES GENERALES DE LA SIMULACIÓN DE CRÉDITO		
Segmento Crédito	Crédito Productivo	Subsegmento de Crédito Productivo Pymes
Sistema de Amortización	Francesa	
Producto	Activo Fijo (Inmuebles Hasta 180 meses)	
DATOS DE FINANCIAMIENTO		
Monto Capital Solicitado	\$230,512.00 dólares	Monto de crédito solicitado por el cliente
Monto de Capital a Desembolsar	\$230,512.00 dólares	Monto de crédito a ser desembolsado
Plazo	60 meses	Plazo solicitado del préstamo
Periodicidad de Pago	Trimestral	
Tasa de Interés Nominal	10.33%	Es la tasa básica que se nombra o declara en la operación; es decir, tipo de interés que se causa sobre el valor nominal de una transacción financiera.
Tasa de Interés Efectiva	10.74%	Es la tasa de interés que se obtiene como resultado del período de capitalización (mensual, trimestral o semestral) que se calcula para el pago de la cuota a lo largo del plazo de vigencia del préstamo.
Valor de Cuota	\$14,902.16	Es el valor a cancelar de acuerdo a la periodicidad de capital e intereses.
Número de Cuotas	20	Número de cuotas a cancelar en el transcurso del crédito.
Suma de Cuotas	\$298,043.23	Es el valor total del capital e intereses por la vigencia del crédito.
Carga Financiera	\$67,531.23	Es el valor correspondiente a los intereses generados en el transcurso del crédito.
Relación Valor Total/Monto Solicitado de Capital	1.29	Es la relación entre el valor total (capital e intereses) y el monto solicitado.

NOTAS EXPLICATIVAS E INFORMATIVAS
Los valores presentados en esta simulación de crédito son solamente una guía de carácter informativo con valores aproximados. No conlleva responsabilidad alguna de la Corporación Financiera Nacional S.P. para la entrega de recursos sobre esta simulación.
Esta información cambia sin previo aviso, los pagos periódicos al tener tasa reajutable cada 90 días, pueden aumentarse o reducirse, según la tasa vigente.
Los gastos financieros no incluyen pagos adicionales a terceros, ni valores de comisiones u otros gastos de instrumentación de crédito.
Monto mínimo de financiamiento.- Desde USD 50.000 por cada cliente.
<b>CONCEPTOS BÁSICOS</b>
<b>1. Tasa de Interés:</b> Precio que se paga por el uso del dinero durante determinado período. Es el porcentaje de rendimiento o costo, respecto al capital comprometido por un crédito.
<b>2. Tasa de Interés activa:</b> Es el porcentaje que las instituciones bancarias, de acuerdo con las condiciones de mercado y las disposiciones del Banco Central, cobran por los diferentes tipos de servicios de crédito (comercial, consumo, vivienda y microcrédito). Son activas porque son recursos a favor de la banca.
<b>3. Tasa activa de interés nominal:</b> Es la tasa básica que se nombra o declara en la operación; es decir, tipo de interés que se causa sobre el valor nominal de una transacción financiera.
<b>Tipo de tabla de amortización</b>
<b>Francés o dividendos iguales:</b> Aquel que genera de pagos periódicos iguales, cuyos valores de amortización del capital son crecientes en cada período, y los valores de intereses sobre el capital adeudado son decrecientes.
<b>Álemán o cuotas de capital iguales:</b> Aquel que genera dividendos de pago periódicos decrecientes, cuyos valores de amortización del capital son iguales para cada período y los valores de intereses sobre el capital son decrecientes.

Número_Cuota	Fecha	Saldo_Capital	Capital	Interés	Valor_Cuota
0	28/02/2021	230,512.00			
1	29/05/2021	227,562.81	8,949.19	5,952.97	14,902.16
2	27/08/2021	212,382.51	9,180.30	5,721.86	14,902.16
3	26/11/2021	202,969.12	9,417.38	5,484.78	14,902.16
4	23/02/2022	193,204.54	9,660.58	5,247.57	14,902.16
5	24/05/2022	183,294.47	9,910.07	4,992.09	14,902.16
6	22/08/2022	173,228.47	10,166.00	4,736.34	14,902.16
7	20/11/2022	162,998.93	10,428.54	4,473.83	14,902.16
8	18/02/2023	152,603.08	10,697.85	4,204.31	14,902.16
9	19/05/2023	141,927.95	10,974.53	3,928.04	14,902.16
10	17/08/2023	129,879.42	11,257.53	3,644.83	14,902.16
11	15/11/2023	118,522.16	11,546.26	3,353.90	14,902.16
12	13/02/2024	106,475.67	11,840.49	3,055.87	14,902.16
13	13/05/2024	94,323.24	12,152.42	2,749.73	14,902.16
14	11/08/2024	81,896.58	12,480.26	2,435.90	14,902.16
15	09/11/2024	68,968.73	12,828.21	2,113.36	14,902.16
16	07/02/2025	55,950.31	13,196.46	1,783.70	14,902.16
17	06/05/2025	42,493.07	13,587.24	1,444.92	14,902.16
18	06/08/2025	28,688.29	13,804.78	1,097.38	14,902.16
19	04/11/2025	14,527.00	14,161.29	748.88	14,902.16
20	02/02/2026	0.00	14,527.00	375.16	14,902.16
	TOTAL:		230,512.00	67,531.23	298,043.23

Fuente: CFN

Elaborado: Autores

## 8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

- ¿Qué propiedades tiene el cannabidiol que permite atribuirle propiedades medicinales?
- ¿Qué métodos hacen posible la extracción de cannabidiol para un alto porcentaje de (CBD)?
- ¿Cómo fundamentar la viabilidad de una planta para la obtención de cannabidiol a partir de la investigación realizada?
- ¿Es factible económicamente una planta para la producción de cannabidiol a partir de realizar una investigación donde se indicará con claridad el estudio económico?

## CAPÍTULO II

### 9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

#### 9.1. Metodologías

##### TIPO DE INVESTIGACIÓN APLICADA

Los tipos de investigación necesarios para la realización del proyecto de investigación, se detalla a continuación:

**Investigación descriptiva:** Este tipo de investigación recolecta y registra datos de componentes y fuentes secundarias que fundamentaran la viabilidad de una planta agroindustrial valorando las condiciones para el estudio de la composición química y su método de extracción la maquinaria necesaria, además de los parámetros de control para la producción industrial de la sustancia a utilizar y así justificar los objetivos planteados ya que describiremos la información bibliográfica referente.

**La metodología de investigación cuantitativa:** Se utilizó para realizar los cálculos financieros y factibilidad económica de la planta productora de cannabidiol, además para el análisis de las proporciones en que se encuentran los diferentes metabolitos con principios activos en plantas cannábicas.

**La metodología cualitativa:** Se utilizó para caracterizar los diferentes metabolitos con principios activos en las plantas cannábicas, para describir los procesos que se proponen para la producción industrial de cannabidiol y sus parámetros de control.

**Métodos de investigación**

**Análisis y síntesis:** Para la valoración de los métodos de extracción factibles para la obtención de cannabidiol, además para la elaboración y análisis de los diagramas de procesos, su fundamentación y el análisis de la factibilidad técnica y económica de la planta que se propone para producir cannabidiol.

**Inductivo –deductivo:** Se aplicó en la valoración de cada etapa del proceso productivo de la planta y el proceso en general, su funcionamiento, los materiales a utilizar y determinación de los parámetros de control en cada parte del proceso y en su generalidad.

## 10. DESARROLLO DE LA PROPUESTA (ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS)

### 10.1. Selección de la técnica de extracción

La técnica más utilizada para la extracción de los cannabinoides es en la que se manipula disolvente de alcohol o etanol, sin embargo, las condiciones de rendimiento, eficiencia, condiciones de seguridad y cuidado con el medio ambiente, requieren la utilización de un método que reduzca la obtención de residuos, siendo la técnica de fluidos supercríticos la más favorable para procesos a nivel industrial.

Según: (Cotera Curi & Yauri Cantorin, 2018), la eficacia de la técnica de fluidos supercríticos radica en su poder de disolución en forma controlada, puesto que, en estado compresible, los fluidos se comportan como un gas denso que ha inducido que esta práctica de extracción despierte altos intereses científicos para aplicación en procesos farmacéuticos y ambientales, que requieren disolventes compresibles, con densidades variables y tensión superficial muy baja y baja viscosidad. En la siguiente ilustración se ilustran las condiciones expuestas por (Cotera.Yanet & Fiorela, 2018).

**Figura 9** Características genéricas de los fluidos supercríticos



**Autor:** (Valcárcel Cases, Luque de Castro, & Tena Vázquez de la Torre, 1993)

Una circunstancia favorable de los fluidos supercríticos es la posibilidad de manejar CO<sub>2</sub> como disolvente, puesto que en estado supercrítico el dióxido de carbono admite la extracción sin el manejo de disolventes orgánicos lo que los convierte en un magnífico disolvente en métodos de extracción de productos farmacéuticos y cosméticos.

Según: (Velásquez Valderrama, 2008), la tecnología de fluidos supercríticos actualmente tiene un gran recibimiento dentro del sector industrial, puesto que es esta técnica desarrolla procesos innovadores que son conocidos y divulgados dentro del medio de la investigación con un alto impacto tecnológico y ambiental que es amigable con las tecnologías verdes, factor determinante, puesto que otros métodos convencionales utilizados para la extracción de resinas vegetales resultan costosas y tóxicas, debido a los solventes y las temperaturas utilizadas. Además, los aspectos más trascendentales para una producción a nivel industrial, como la calidad y cantidad del extracto en contenido de CBD, característico del Cannabis no psicoactivo, el rendimiento y seguridad del proceso, la extracción utilizando fluidos supercríticos resulta ser la técnica más conveniente.

## **10.2. Equipamiento técnico para la planta de cannabidiol**

El equipo principal utilizado para el proceso de extracción del CBD es el aparato de extracción por fluidos supercríticos. Pero no solo interviene un solo equipo sino es una gama de componentes que representan cada fase en la que el cannabidiol deberá tomar para así transformarse en extracto de CBD.

### **10.2.1. Cámara de secado**

El curado del cannabidiol es tan importante como el cuidado que recibe la planta antes de ser cortada y por lo general esta parte del proceso es evadido en ciertas industrias, pero al contrario es la clave para producir CBD de la mejor calidad, el secado adecuado detiene el proceso de degradación antes de que los compuestos volátiles se evaporen o se transformen ya que no pueden ser expuestas a temperaturas superiores a 27 °C, pues disminuirá la calidad del producto final. Así que la temperatura ideal para el curado está entre 19 - 24 °C. en donde es cannabidiol estará totalmente curado cuando su humedad esté entre el 8 % y el 10 % de humedad esté relativamente seco, crujiente y esponjoso al mismo tiempo podrá ser almacenado a largo plazo.

**Figura 10** Cámara de secado

**Fuente:** <https://pdf.directindustry.es/pdf/binder/binder-catalogo-productos/36327-716699.html#open>

### 10.2.2. Moedor

Desmenuza la planta para sacar mayor provecho de ella, evitando tener pérdida de otros componentes de la planta como la resina o tricoma pues son muy valorados ya que son las glándulas de la resina de cannabidiol donde quedan varios componentes de los aceites esenciales de la planta, son fáciles operar y de mantener con adecuada higiene sin proliferar bacterias en la hierba.

El moedor consta de cuchillas cortantes giratorias. En la parte inferior de la cámara donde se encuentran las cuchillas se encuentra una rejilla para regular el tamaño de corte del material, las rejillas empleadas para el trabajo se pueden regular. En la parte superior del equipo se encuentra la tolva de alimentación la cual se realiza de forma manual.

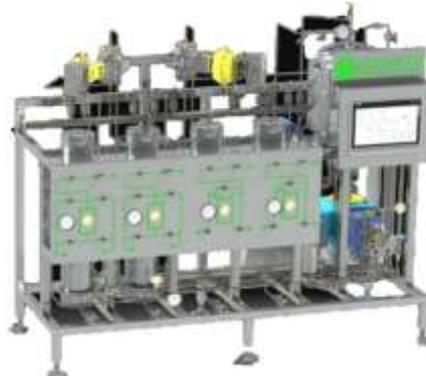
**Figura 11** Moedor

**Fuente:** [https://www.alibaba.com/product-detail/Industrial-Spice-and-Grain-PurverlizerSugar\\_60382187888.html?spm=a2700.7724838.2017115.92.2d9c354eJf0ici](https://www.alibaba.com/product-detail/Industrial-Spice-and-Grain-PurverlizerSugar_60382187888.html?spm=a2700.7724838.2017115.92.2d9c354eJf0ici)

### 10.2.3. Máquina de fluidos supercríticos

Este aparato separa los componentes activos de la planta como el CBD, se trata de fluidos que, sujetos a altas presiones y temperaturas, poseen la capacidad de disolver solutos, tal proceso es sencillo se coloca la materia prima, ya sea cannabidiol o cualquier matriz vegetal que contenga un aceite para extraer, y el CO<sub>2</sub> en forma de hielo seco, que es económico y fácil de conseguir todo el proceso depende en gran medida de la presión y la temperatura, variables que pueden ser modificadas. En términos generales, los procesos de extracción con CO<sub>2</sub> supercrítico se ejecutan a temperaturas de 35-40 °C, excepto en procesos donde el soluto está fuertemente adsorbido. En esos casos, se requieren temperaturas más altas para ayudar a la desorción (hasta 70-80°C). La presión oscila entre 10,0 y 50,0 MPa, dependiendo del extracto. Finalmente, tras un lapso que puede ir desde 15 minutos a unas cinco horas según el proceso, se obtiene el aceite de CBD listo para usar.

**Figura 12** Máquina de fluidos supercríticos



Fuente: <https://aesi.biz/>

### 10.2.4. Equipo de winterización

El proceso de winterización tiene por objeto separar aquellos glicéridos de más alto punto de fusión que originan enturbiamiento y aumento de viscosidad en los aceites como en CBD, al bajar la temperatura es una verdadera cristalización fraccionada, donde los tres factores, temperatura, tiempo y agitación tienen una importancia fundamental sobre la naturaleza y formación de los cristales, la hibernación, se efectúa mediante un enfriamiento rápido hasta una temperatura entre 15 y 20 °C que va acompañado de una agitación para favorecer la producción de cristales pequeños, e incrementa la vida útil del producto hasta de un año (Felipe, 2013).

**Figura 13** Equipo de winterización

**Fuente:** [https://www.alibaba.com/product-detail/Palm-oil-refinery-equipment-foodgrade\\_62459801425.html?spm=a2700.7724857.normalList.175.2176167crvoLrI](https://www.alibaba.com/product-detail/Palm-oil-refinery-equipment-foodgrade_62459801425.html?spm=a2700.7724857.normalList.175.2176167crvoLrI)

### 10.2.5. Evaporador rotativo

Según: (CIS-LAB, 2020) Es un dispositivo utilizado en los laboratorios químicos para la eliminación eficaz y suave de disolventes por evaporación. Básicamente, consiste en un motor eléctrico, que causa la rotación de un tubo unido a un tubo guía de junta de vidrio esmerilado. Sobre este último se le acopla un matraz de fondo redondo que contiene la disolución. Este matraz se sumerge parcialmente en un baño de agua, manteniendo la rotación. La temperatura del baño no debe exceder los 35–40 °C para la manipulación de los disolventes orgánicos más comunes. Junto al sistema hay un refrigerante que hace circular un líquido (agua o anticongelante). Esto produce la condensación del disolvente, que se recupera en un colector. El conjunto es un sistema cerrado conectado a una bomba de vacío.

**Figura 14** Evaporador rotativo

**Fuente:** [https://www.usalab.com/usa-lab-50l-explosion-proof-rotary-evaporator-rotovap-exr1050-180-c-](https://www.usalab.com/usa-lab-50l-explosion-proof-rotary-evaporator-rotovap-exr1050-180-c-220v/)

Este último equipo es utilizado para retirar el etanol, refinar el producto y recuperar cierta cantidad de etanol que queda en el aceite filtrado en el proceso de winterización.

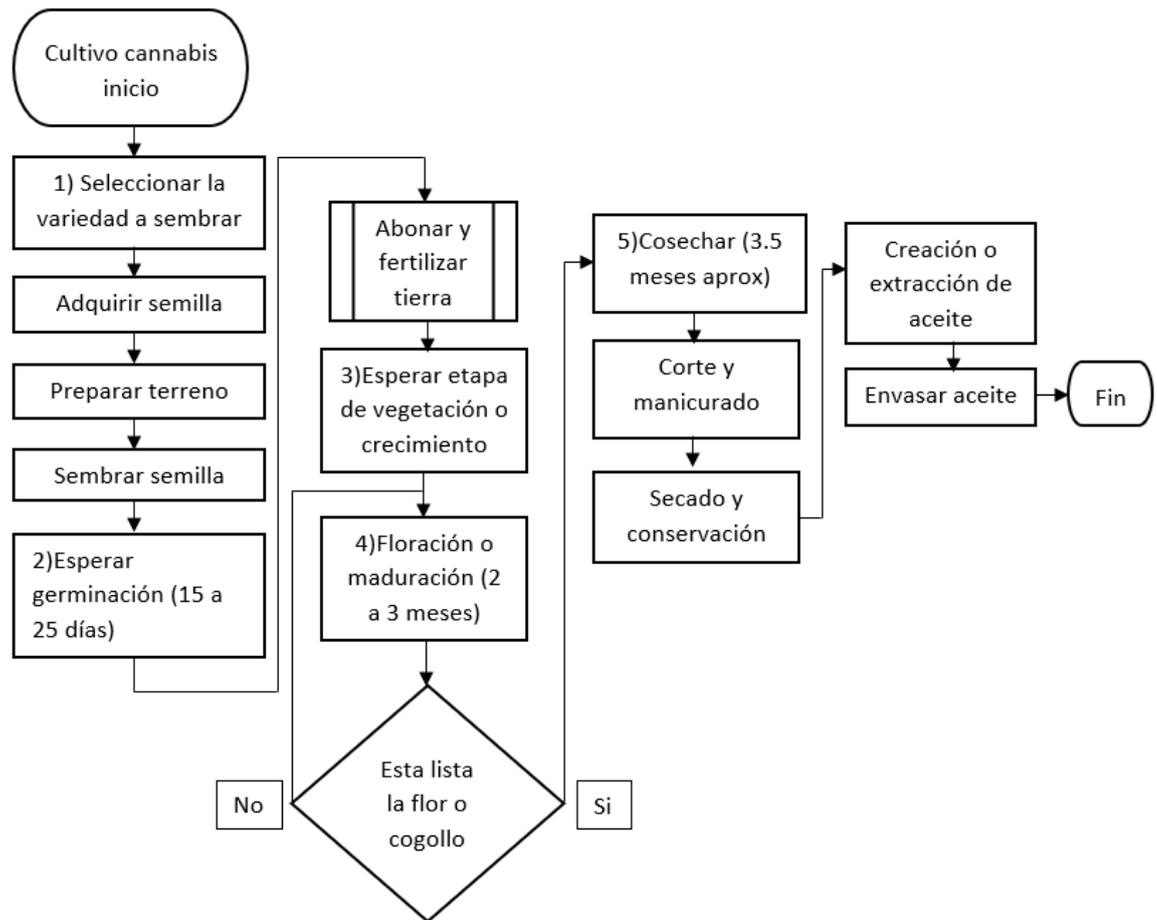
Según: (Chavez Plasencia, Pérez Sánchez, Tuesta Franciskovic, & Vargas Rodríguez, 2018) finalmente se debe realizar una actividad llamada testeo, que hace parte de los procedimientos de calidad, donde garantiza la ausencia de elementos residuales que certifican la pureza y el contenido de los aceites extraídos de la flor del cannabis, para dar la seguridad al cliente de la calidad general del proceso.

(ROJAS BERNAL, GIL, & RODRIGUEZ CARMONA, 2017) Relacionan el siguiente equipo como complementario y necesario en el proceso de extracción de aceite de cannabis medicinal:

- Neveras: Es indispensable “para refrigerar el cannabis, garantizando que la planta mantendrá intactas sus cualidades”.
- Autoclaves de Laboratorio: Es un “dispositivo que sirve para esterilizar material de laboratorio, utilizando vapor de agua a alta presión y temperatura”.
- Instrumentales: Como embudos, Frasco de Erlenmeyer (frasco de vidrios), Pipetas y Tubos de Ensayo.

### **10.3. Diagramas de procesos y de flujo para la obtención del cannabidiol**

El cultivo de cannabis engloba los procesos de preparación, siembra, cultivo, producción y extracción de aceite de cannabis a continuación se presenta el siguiente diagrama:

**Figura 15** Diagrama de procesos

Fuente: (PERCY & DUARTE, 2015)

Las actividades inician desde la selección de las semillas hasta adquirir la materia prima la planta (flor de cannabis) hasta que es procesada y almacenada es en lo que se centra este trabajo. De acuerdo con lo anterior se muestra el diagrama de proceso de extracción de aceite de cannabidiol.

#### 10.4. Procesos fundamentales del diagrama

##### 10.4.1. Variedad de semillas ricas en CBD

Según: (Kushka, 2018) El mercado se está llenando de nuevas versiones de semillas ricas en CBD que permiten un consumo que no entorpece o bloquea al usuario en sus actividades diarias. Nuevas variedades que, además, combinan los beneficios del cannabidiol con otras características propias de las genéticas más valoradas a nivel mundial.

Cada variedad de marihuana tiene sus particularidades y dependiendo de los gustos de cada usuario unas pueden ser más recomendables que otras. A continuación, te explicamos cuáles son las mejores semillas de CBD para cada caso:

- **Dinamed CBD Plus**

Dinamed CBD Plus es una opción más acertada, pues alcanza hasta un 15% - 20% de CBD. Eso sí, es una variedad que no tiene los efectos del THC, pues sus niveles son inferiores al 0.5% - 1%. Esto la convierte en una buena genética para uso medicinal, pues se pueden utilizar las propiedades medicinales del CBD sin los efectos secundarios que provoca el THC. Además, sin requerir cantidades excesivas de nutrientes, produce hasta 500g/m<sup>2</sup> de cogollos en solo 55 días de floración.

- **Dinamed CBD auto floreciente**

Dinamed CBD, la primera variedad de CBD puro feminizada y estable de la historia versión auto floreciente, para facilitar el acceso a una buena cosecha de CBD a todos los cultivadores se pueden obtener cogollos con hasta un 14% - 16% de CBD y niveles de THC inferiores al 0.6% - 1%, la planta puede producir al menos 450g de cogollos en solo 65 días.

#### **10.4.2. Desarrollo y crecimiento de la planta**

1. Las semillas se humedecen en agua durante una noche, es recomendable no alargar el tiempo que están en agua más de 48 horas pues podrían pudrirse, después de que la radícula se hace visible, emerge el hipocótilo y los cotiledones se despliegan por encima de la superficie. La temperatura óptima para la germinación es 24°C. Temperaturas menores demoran el proceso, que usualmente lleva de tres a siete días, la temperatura mínima de germinación es 0°C (Fassio, Rodríguez, & Ceretta, 2013).
2. Una vez humedecidas, ponerlas entre servilletas de papel empapadas de agua. Se debe mantener un ambiente cálido (21-32°C) y oscuro. Se deben humedecer las servilletas diariamente y mantenerlas húmedas, pero sin exceso de agua. Una vez que es visible el brote blanco (raíz) de las semillas, es el momento de plantarlas, con mucho cuidado de no dañarlas.
3. Lo más cómodo y seguro es sembrarlas en cubos de enraizamiento. Cubrir las semillas germinadas con unos dos centímetros de enraizamiento con el brote blanco, la raíz, hacia abajo. Al poco tiempo saldrá el tallo principal, con el par de hojas redondas.
4. Ya plantado, es aconsejable regar con pulverizador ya que con esto conseguiremos no afectar el estado en que hemos colocado las semillas ni su profundidad ya que si regamos a chorro o sin mucho cuidado golpearemos con demasiada fuerza el sustrato

con el agua y desenterrara las semillas o las hundirá demasiado pudiendo hacer esto que se dañen y no terminen de nacer.

5. El estado vegetativo se caracteriza por el crecimiento del tallo y las hojas, siendo lento al principio, cuando se forman hasta cinco pares de hojas verdaderas y sus espacios entre nudos son cortos. Más tarde el tallo crece rápidamente, y los espacios entre nudos aumentan. Durante el estado vegetativo, la planta forma entre siete y hasta doce pares de hojas (La Marihuana, 2012). El primer par de hojas tiene un solo folíolo, el segundo tiene tres, el tercero cinco y así sucesivamente hasta alcanzar usualmente once folíolos. Una hoja se considera desplegada cuando sus folíolos tienen al menos un cm de largo.
6. El trasplante es una operación difícil para la planta. Los minúsculos pelos de las raíces son muy delicados a la luz, el aire o la manipulación los dañan con facilidad. Las plantas necesitan tiempo para asentarse y restablecer el flujo de líquidos desde las raíces hacia toda la planta. Necesitan poco nitrógeno y potasio y grandes cantidades de fósforo. Se recomienda trasplantar por la tarde para que las plantas tengan toda la noche para recuperarse.

**Paso a paso para el trasplante:**

1. Fortalece y aclimata las plantas dejándolas en el exterior durante unas horas cada día. Durante la noche, las dejaremos bajo cubierta y así en una semana estarán aclimatadas.
2. Regar las plantas uno o dos días antes de trasplantarlas.
3. Preparar el agujero de plantación.
4. Regar la tierra hasta que esté saturada.
5. Con cuidado, coge la planta junto con el cubo de enraizamiento procurar que las raíces se mantengan en un bloque.
6. Plantar el cubo de enraizamiento en el agujero de plantación. Asegúrese de que todas las raíces estén creciendo hacia abajo.
7. Rellena el agujero alrededor de las raíces. Con delicadeza, afirma la tierra en contacto con las raíces.
8. Regar hasta que la tierra esté completamente saturada, pero no encharcada.
9. La tierra orgánica fértil aportará los nutrientes necesarios para un mes o más de crecimiento antes de que sea necesario fertilizar.
10. Una vez que se ha creado un sistema de raíces fuerte, el crecimiento del follaje aumenta con rapidez, las plántulas entran en el estado de crecimiento vegetativo. Cuando la producción de clorofila va a toda velocidad, una planta producirá tanto follaje verde

como permitan la luz, el CO<sub>2</sub>, los nutrientes y el agua. Con cuidados adecuados, puede crecer entre 3 y 6 centímetros al día. (La Marihuana, 2012).

### **10.4.3. Floración y maduración**

La aparición de los primordios florales, así como el proceso de floración comienza desde la base de la planta hacia arriba, hasta la parte superior de la inflorescencia. La planta en período de floración consume menor cantidad de agua que en el período vegetativo, efectuar riegos adecuados durante la floración es importante para que las plantas puedan desarrollar los procesos químicos internos y la producción de resina, no restringir el agua.

Hay que ser capaz de percibir si la flor está lo suficientemente desarrollada y en su punto de maduración. En el inicio de la floración, a partir de la segunda o tercera semana (tras el cambio de fotoperiodo a 12/12h en interior, o tras el estallido natural en exterior cuando los días se acortan), se observa el desarrollo progresivo de los pistilos blancos, que se hacen más densos, y cómo los cálices se multiplican y se hinchan poco a poco.

A medida que avanza el ciclo de floración, las flores engordan, los cálices se multiplican y se hinchan, los pistilos se alargan y se vuelven más densos, y empiezan a ser visibles los primeros tricomas de resina. Cualquier variedad, independientemente de que sea un híbrido Sativa o Indica, una variedad autoflorecente o rica en CBD, ha de haber completado la fase de maduración antes de la cosecha. Para verificarlo hay que observar el estado de los tricomas de resina presentes en las flores.

La fase de maduración habrá finalizado cuando se compruebe que las flores han alcanzado un volumen suficiente y tienen una cantidad importante de resina, incluso sobre las pequeñas hojas, que los pistilos dejan de reproducirse progresivamente y que el desarrollo de la flor se detiene.

Si buscas flores de marihuana con un efecto estimulante y agradable, que produzca cierta euforia, incluso en variedades Indica, será necesario cosechar cuando un 15 – 20 % de los tricomas estén de color ámbar. Si por el contrario buscas flores con un efecto relajante y narcótico, que favorezca el sueño o el relax, hay que cosechar cuando un 80 – 100 % de los tricomas estén de color ámbar (Worms, 2018).

### **10.4.4. Cosecha de cogollos ricos en CBD**

Hay que observar el estado de maduración de los tricomas de resina y cosechar en el momento idóneo con el objetivo de obtener el efecto deseado. En este tipo de variedad el efecto psicoactivo no será nunca tan fuerte como en el caso de una variedad rica en THC, pero según

el contenido y la ratio de cannabinoides presentes en la planta (equilibrio entre el THC y CBD) el efecto será más o menos moderado.

#### **10.4.5. Secado de los cogollos de CBD**

- **Antes del secado se debe manicurar el CBD**

Según: (Weediid Academy , 2020) Manicurar la cosecha de cannabis consiste en quitar las hojas y ramas con el fin de que los cogollos queden lo más limpios posible. Cuanto más libre de materia vegetal esté, más ventilación tendrá y mejor secará. Se recomienda hacer dos manicurados cuando la planta está recién cortada y fresca. Así resultará más fácil su manipulación y conseguir un mejor aspecto final.

El material se separa en tres grupos:

- ✓ Material de rechazo: hojas con peciolos, tallos y ramas sin resina
- ✓ Material para extracciones: pequeñas flores inmaduras y hojas de los cogollos repletas de resina
- ✓ Material para consumo directo: flores maduras limpias de hojas

- **Sistemas para secar los cogollos de CBD medicinal**

Tan pronto se tengan limpios los cogollos de CBD se puede empezar con el proceso de secado. Para secar bien se necesita una habitación a oscuras y ventilada destinada solo a este fin. No es necesaria una gran corriente de aire, solo que el aire no se estanque.

Puedes usar diferentes métodos de secado:

- ✓ **Un tendedero plegable o los tendederos con cuerdas enrollables.** Solo se tiene que sujetar el extremo de cada rama a la cuerda de tender con una pinza.
- ✓ **Las mallas de secado.** Estas mallas son ideales cuando se dispone de poco espacio. Están fabricadas con un tejido muy fino que permite una ventilación perfecta de todo el contenido. Se recomienda dar la vuelta cada día a los cogollos para un secado aún más uniforme. Se puede poner en el piso inferior papel de aluminio o plástico para recoger la resina.

- **Temperatura y humedad ideales para secar los cogollos de marihuana**

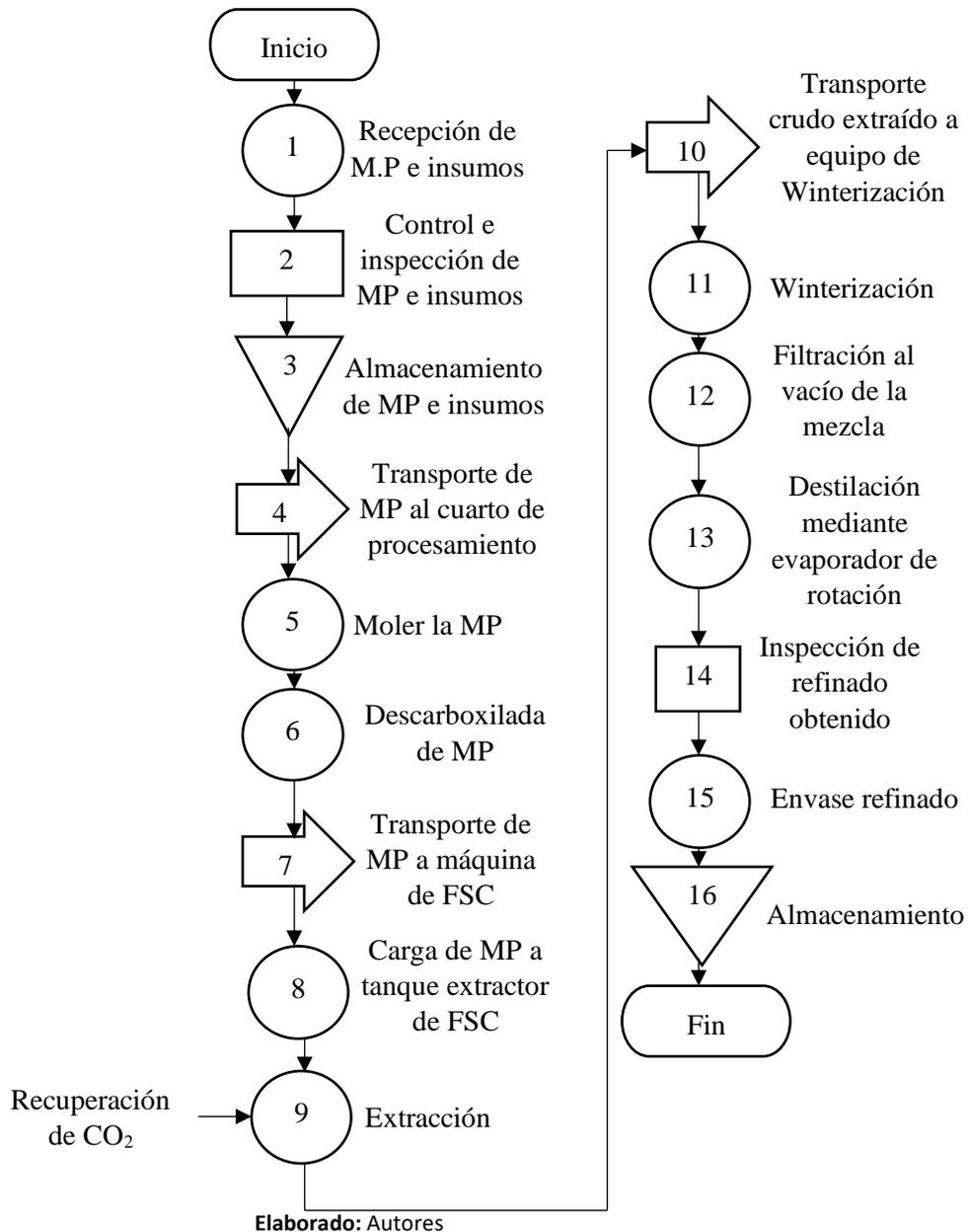
Para conseguir un excelente secado y conservación de las propiedades, el proceso de secado ha de ser lento y a oscuras. La temperatura ideal para un secado perfecto se situaría entre los 18°C y los 24°C, con una humedad entorno al 45% - 55%. Estos niveles son importantes porque si la temperatura es inferior a 18°C, aumentará la humedad relativa y con ello la amenaza de

enmohecimiento. Si la temperatura es superior a 24°C, los cogollos secarán demasiado rápido y se volverán quebradizos.

Se tendrá que disponer de higrómetros y termómetros que indicarán con precisión las máximas y las mínimas para asegurar que tanto la temperatura como la humedad se mantienen en el rango ideal. Se puede usar extractores, ventiladores, calefacción y aparatos de aire acondicionado para controlarlos. Se tendrá cuidado con el flujo de aire y comprobará que no incida directamente sobre el material que estás secando, ya que será difícil tener un secado uniforme (Weediid Academy , 2020).

### 10.5. Diagrama de procesos dentro de la empresa

Figura 16 Diagrama de procesos de extracción del cannabidiol



### **1. Recepción de materia prima e insumos**

En este proceso se recibirá todos los insumos necesarios para realizar la extracción de CBD tales como:

- Cogollos de CBD
- CO<sub>2</sub>
- Etiquetas de 10ml y 25ml
- Caja por 12 unidades (envase 10ml y 25ml)

### **2. Control e inspección de materia prima e insumos**

En este proceso se examinará que el proveedor cumpla todos los requisitos de calidad de todas las materias primas que se utilizará para la extracción de CBD caso contrario no se recibirá la orden de entrega del proveedor.

### **3. Almacenamiento de materia prima e insumos**

Al contar con la materia prima inspeccionada, se procederá al almacenamiento dependiendo de qué tipo de materia prima se reciba, llevando un registro donde se emitirá una nota de entrega al almacén correspondiente.

### **4. Transporte de materia prima al cuarto de procesamiento**

En este proceso la materia prima almacenada, los (Cogollos CBD) serán transportados al área de procesamiento donde será proceda para así obtener el compuesto (CBD) de igual manera otros insumos que serán parten para la verificación de calidad.

### **5. Moler la materia prima**

En este proceso se molera los cogollos de CBD con la maquina moledora industrial, para que sea procesada.

### **6. Descarboxilada de materia prima**

En este proceso se llevará los cogollos molidos a la cámara de secado la cual se conoce como descarboxilación, en donde la temperatura será entre los 18 y 24 C° con una humedad entorno al 45% y 55% para así obtener un compuesto rico en CBD.

## **7. Transporte de materia prima a máquina de fluidos súper críticos**

Al tener los cogollos molidos y descarboxilados se le llevara la materia prima a la máquina de fluidos super críticos para poder extraer el compuesto.

## **8. Carga de materia prima al tanque extractor de FSC**

En este proceso se utilizar el CO<sub>2</sub> como solvente para así disolver la sustancia deseada conocida como CBD en cual se requiere unas temperaturas más altas para ayudar a la desorción (hasta 70-80°C). La presión oscila entre 10,0 y 50,0 MPa, dependiendo del extracto. Finalmente, tras un lapso que puede ir desde 15 minutos a unas cinco horas según el proceso, se obtiene el aceite de CBD listo para usar.

## **9. Extracción (recuperación del CO<sub>2</sub>)**

Según: (Calvo, 2019) el proceso de extracción supercrítica de sólidos consiste en dos etapas: la extracción y la separación del extracto del disolvente. En la extracción, el CO<sub>2</sub> supercrítico fluye a través del sólido y disuelve los componentes extraíbles. El disolvente cargado con el extracto se evacúa del extractor y se alimenta al separador, donde se reduce la presión de manera que el soluto no es soluble y precipita.

Generalmente, se requiere una etapa de pre-tratamiento del material sólido. Es frecuente la adición de agua para facilitar la extracción. Esta cantidad oscila entre 10% y 40%. Otras veces es importante ajustar el pH. Si el soluto extraído es el producto de interés, la materia prima puede requerir molienda para aumentar la tasa de extracción.

En términos generales, los procesos de extracción con CO<sub>2</sub> supercrítico se ejecutan a temperaturas de 35-40°C, excepto en procesos donde el soluto está fuertemente adsorbido. En esos casos, se requieren temperaturas más altas para ayudar a la desorción (hasta 70-80°C). La presión oscila entre 100 y 500 bar.

## **10. Transporte crudo extraído a equipo de Winterización**

El resultado extraído conocido como crudo será transportada hacia el equipo de Winterización

## **11. Winterización**

El proceso de winterización tiene por objeto separar aquellos glicéridos de más alto punto de fusión que originan turbulencia y aumento de viscosidad en los aceites como en CBD, al bajar la temperatura es una verdadera cristalización fraccionada, donde los tres factores, temperatura,

tiempo y agitación tienen una importancia fundamental sobre la naturaleza y formación de los cristales, la hibernación, se efectúa mediante un enfriamiento rápido hasta una temperatura entre 15 y 20 °C que va acompañado de una agitación para favorecer la producción de cristales pequeños, e incrementa la vida útil del producto hasta de un año (Felipe, 2013).

### **12. Filtración al vacío de la mezcla**

En este proceso se separa de mezclas sólido-líquido. La mezcla se introduce en un embudo Büchner con el papel de filtro acoplado al fondo. El embudo Büchner se coloca sobre un matraz. Desde el fondo del embudo se aplica con una bomba, un vacío que succiona la mezcla, quedando el sólido atrapado entre los poros del filtro, pero sin cubrirlos. El resto de la mezcla atraviesa el filtro y queda depositada en el fondo del recipiente. Esta técnica es más rápida que la filtración habitual por gravedad y está indicada cuando dichos procesos de filtración son muy lentos.

### **13. Destilación mediante evaporador de rotación**

Un evaporador rotativo eliminara eficiente y suave de los solventes de las muestras por evaporación. Básicamente, consiste en un motor eléctrico, que causa la rotación de un tubo unido a un tubo guía de junta de vidrio esmerilado. Sobre este último se le acopla un matraz de fondo redondo que contiene la disolución. Este matraz se sumerge parcialmente en un baño de agua, manteniendo la rotación. La temperatura del baño no debe exceder los 35–40 °C para la manipulación de los disolventes orgánicos más comunes. Junto al sistema hay un refrigerante que hace circular un líquido (agua o anticongelante). Esto produce la condensación del disolvente, que se recupera en un colector. El conjunto es un sistema cerrado conectado a una bomba de vacío.

### **14. Inspección de refinado obtenido**

En este proceso se examinará que el extracto cumpla todos los requisitos de calidad caso contrario no se recibirá la orden de envasado.

### **15. Envase refinado**

Los operarios envasaran los frascos de 10ml y 25ml y los sellaran para su posterior almacenamiento.

## **16. Almacenamiento**

Se colocará los envases de CBD en las cajas correspondientes y se almacenará para su posterior despacho.

### **10.6. Cómo se conserva el aceite CBD**

El CBD y los demás cannabinoides del cáñamo, son productos naturales. Y, como todos los productos naturales, se degradan con el tiempo. La mejor forma de prevenir y frenar este proceso en lo que respecta al aceite de CBD es almacenarlo en un lugar fresco y oscuro. Por ello, el mejor sitio para guardar el CBD entre tomas, es un frigorífico.

### **10.7. Parámetros de control**

El sistema de control nos permitirá una operación del proceso más fiable y sencilla, al encargarse de obtener unas condiciones de operación estables, y corregir toda desviación que se pudiera producir en ellas respecto a los valores de ajuste. Las principales características que se deben buscar en un sistema de control serán:

- Mantener el sistema estable, independiente de perturbaciones y desajustes.
- Conseguir las condiciones de operación objetivo de forma rápida y continua.
- Trabajar correctamente bajo un amplio abanico de condiciones operativas.
- Manejar las restricciones de equipo y proceso de forma precisa.

#### **10.7.1. Parámetros de control del proceso**

##### **Destilación de alta pureza**

El primer problema para obtener cannabidiol de alta pureza mediante destilación es el material de partida. El extracto de CBD, producido por dióxido de carbono supercrítico, presentan ceras en su composición y parte de la clorofila de la planta. Estas impurezas afectan al comportamiento de la mezcla, cambiando su punto de ebullición e impidiendo la correcta destilación. Por esto, es muy importante eliminarlos antes. Para ello se realiza un winterizado.

En este punto el aceite de CBD disuelto en etanol se congela hasta que las ceras y las proteínas de la mezcla pasan a estado sólido y pueden ser filtradas. Después de eliminar la cera, se debe eliminar el alcohol de la disolución de aceite de CBD empleando un rotavapor, obteniendo así un producto más limpio y preparado para ser destilado.

### 10.7.2. Temperatura en el proceso de destilación

Según: (Soft Secrets, 2018) Son compuestos con muy alto punto de ebullición, entre 160 y 220 grados centígrados. Por ello, este tipo de destilación debe llevarse a cabo al vacío. A temperaturas más bajas que a la que se volatilizan los cannabinoides se obtiene un destilado formado mayoritariamente por compuestos volátiles del aceite: terpenos y restos de etanol.

Cuando la columna de fraccionado alcanza una temperatura cercana a 160 grados centígrados empiezan a destilarse los cannabinoides, terminando de salir cuando esta alcanza unos 220 grados centígrados. Se suele repetir la destilación varias veces, dependiendo el número de repeticiones de la pureza del aceite original. A cada destilación va aumentando la pureza en cannabinoides del aceite y la destilación del CBD va siendo cada vez más rápida.

La destilación de cannabidiol se alcanza en el punto de ebullición es 160 grados centígrados. Con el aceite de cáñamo, la cual es una mezcla compleja de compuestos, no se puede separar los cannabinoides entre ellos en un solo paso. Una vez obtenido un aceite con un alto contenido en CBD, se pueden seguir realizando destilaciones para separar los cannabinoides entre ellos.

La implantación de un adecuado sistema de control de proceso, que se adapte a las necesidades de nuestro sistema, significará una sensible mejora de la operación. Principalmente los beneficios obtenidos serán:

- Incremento de la productividad.
- Mejora de los rendimientos.
- Mejora de la calidad.
- Ahorro energético.
- Control medioambiental.
- Seguridad operativa.
- Optimización de la operación del proceso/ utilización del equipo.
- Fácil acceso a los datos del proceso (Control de procesos, s/f).

## **10.8. ANÁLISIS DE LOS COSTOS**

### **10.8.1. Costo directos o variables**

Un costo directo es aquel costo que se puede identificar fácilmente dentro de la fabricación del producto o prestación del servicio, es decir reconocerlo es viable, beneficioso económicamente, necesario y de cierta manera cómodo.

- Compras de materia prima
- Compras de producto
- Compras de embalaje
- Coste por cobros
- Contratación de servicios profesionales
- Materia prima

Un costo indirecto es aquel costo que no se logra identificar fácilmente, no es viable cuantificar su valor con exactitud, o simplemente es complejo, demanda tiempo, esfuerzo y quizás puede salir costoso tratar de medir el valor que interviene en la elaboración del producto.

- Sueldo de los empleados
- Seguridad social empresarial
- Seguros
- Servicios bancarios
- Publicidad
- Suministros
- Impuestos
- Amortizaciones
- Servicios profesionales

### **Salarios del personal administrativo y operarios**

En la (tabla 9) se calculó los salarios, en la cual se tomó base nóminas de salarios de empresas de Quito, el costo total es de \$ 79.200.

**Tabla 9** Salario del personal administrativo y operarios

<b>Salarios</b>				
<b>Puesto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Remuneración Básica</b>	<b>Costo Mes</b>	<b>Costo Año</b>
Gerente General	1	\$ 1.200	\$ 1.200	\$ 14.400
Representantes de Ventas	1	\$ 600	\$ 600	\$ 7.200
Servicio Contable, tributario y legal	1	\$ 600	\$ 600	\$ 7.200
Supervisor de Laboratorio	1	\$ 600	\$ 600	\$ 7.200
Jefe de Control de Calidad	1	\$ 600	\$ 600	\$ 7.200
Jefe Producción	1	\$ 600	\$ 600	\$ 7.200
Operario de molienda	1	\$ 400	\$ 400	\$ 4.800
Operario de extracción	2	\$ 400	\$ 800	\$ 9.600
Operario de descarboxilación	1	\$ 400	\$ 400	\$ 4.800
Operario de envasado y empaque	2	\$ 400	\$ 800	\$ 9.600
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 79.200</b>

**Elaborado:** Autores

### Costo de materia prima

En la (tabla 10) se calculó los costos de materia prima, las cuales serán importantes para realizar la extracción de CBD, el costo total es de \$ 34.940 anuales.

**Tabla 10** Costo de materia prima

<b>Costo de materia prima</b>						
<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad mensual</b>	<b>Cantidad anual</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo anual</b>
Cogollos CBD	g	115.764,5	1.389.174	\$0,01	\$ 1.158	\$ 13.892
CO <sub>2</sub>	Kg	701,60	8.419,24	\$ 2,5	\$ 1.754	\$ 21.048
					<b>TOTAL</b>	<b>\$ 34.940</b>

**Elaborado:** Autores

### Costos unitarios para el proceso de envasado y etiquetado

En la (tabla 11) se calculó los costos unitarios para el proceso de envasado y etiquetado, el costo total es de \$ 6.054.

**Tabla 11** Costo para el proceso de envasado

<b>Descripción</b>	<b>Unidades Mensuales</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total mes</b>	<b>Costo año</b>
Costo de envases 10ml	288	\$ 0,40	\$ 115	\$ 1.381
Costo de envases 25ml	235	\$ 0,45	\$ 106	\$ 1.271
Costo de etiquetas 10ml	288	\$ 0,22	\$ 63	\$ 759

Costo de etiquetas 25m	235	\$ 0,22	\$ 52	\$ 621
Costo de caja por 12 unidades (envase 10 ml)	29	\$ 3	\$ 86	\$ 1.035
Costo de caja por 12 unidades (envase 25 ml)	24	\$ 3,50	\$ 82	\$ 988
<b>TOLTAL</b>				<b>\$ 6.054</b>

Elaborado: Autores

### Costo de maquinaria

En la (tabla 12) se calculó los costos de maquinaria que se va utilizar para extracción de CBD, el costo total es de \$ 14.580.

**Tabla 12** Costo de maquinaria

Costo de maquinaria		
Descripción	Unidades	Costo
Cámara de secado	1	\$ 1.580
Moedor	1	\$ 1.000
Máquina de fluidos supercríticos	1	\$ 1.000
Equipo de winterización	1	\$ 8.000
Evaporador rotativo	1	\$ 3.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 14.580</b>

Elaborado: Autores

### Costos de servicios básicos

En la (tabla 13) se calculó los costos de servicios básicos, el costo total es de \$ 5.559.

**Tabla 13** Costo de servicios básicos

Servicios básicos					
Descripción	Unidad	Consumo mensual	Costo Unitario	Costo mensual	Costo anual
Luz	KW	6552,00	\$ 0,04	\$ 262	\$ 3.145
Agua	m <sup>3</sup>	649	\$0,31	\$ 201	\$ 2.414
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 5.559</b>	

Elaborado: Autores

### Costo de terreno para la construcción de la industria

En la (tabla 14) se calculó los costos de m2 del terreno que se va utilizar para la industria, el costo total es de \$ 250.000.

**Tabla 14** Costo de terreno

<b>Costo de terreno</b>			
<b>Descripción</b>	<b>AREA (M2)</b>	<b>Costo de m2</b>	<b>Total, de costo m2</b>
Terreno sur de Quito	10.000	\$ 25	\$ 250.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 250.000</b>

Elaborado: Autores

**Costo de construcción de la agroindustrial procesadora de CBD**

En la (tabla 15) se calculó el costo de construcción, estas áreas fueron propuestas teniendo en cuenta las dimensiones de las máquinas y equipos a disponer en cada área y con el fin de que los trabajadores puedan movilizarse sin problema alguno dentro de la planta el, costo total es de \$ 115.364.

**Tabla 15** Costo de construcción

<b>Costo de construcción</b>			
<b>Descripción</b>	<b>AREA (M2)</b>	<b>costo de m2 de construcción</b>	<b>Total, de costo m2</b>
Área de descargue	11	\$ 764	\$ 8.404
Almacén de Materia prima e insumos	13	\$ 764	\$ 9.932
Laboratorio de Calidad	14	\$ 764	\$ 10.696
Área de Molienda y descarboxilación	3	\$ 764	\$ 2.292
Área de extracción por fluidos supercríticos	12	\$ 764	\$ 9.168
Área de winterización	2	\$ 764	\$ 1.528
Área de filtración/destilación	4	\$ 764	\$ 3.056
Área de envase y empaque	8	\$ 764	\$ 6.112
Almacén de producto terminado	6	\$ 764	\$ 4.584
Área de cargue/salida producto terminado	11	\$ 764	\$ 8.404
Área de baños	10	\$ 764	\$ 7.640
Área de recepción y auxiliar administrativo	21	\$ 764	\$ 16.044
Área de vestidores	8	\$ 764	\$ 6.112
Área de mantenimiento	8	\$ 764	\$ 6.112
Sala de reuniones	11	\$ 764	\$ 8.404
Oficina de gerencia	9	\$ 764	\$ 6.876
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 115.364</b>

Elaborado: Autores

### Costo de implementos para el proceso de extracción del CBD

En la (tabla 16) se calculó el costo de implementos de laboratorio que se va utilizar para extracción de CBD, el costo total es de \$ 1.106.

**Tabla 16** Costo implementos de laboratorio

<b>Implementos de laboratorio</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Nevera industrial	1	\$ 990	\$ 990
Embudos	5	\$ 2	\$ 10
Frasco de Erlenmeyer (frasco de vidrios)	5	\$ 13	\$ 66
Pipetas	5	\$ 5	\$ 25
Tubos de Ensayo	5	\$ 3	\$ 15
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 1.106</b>

Elaborado: Autores

### Costo muebles y enseres

En la (tabla 17) se calculó el costo muebles y enseres, el costo total es de \$ 4.394.

**Tabla 17** Costo de muebles y enseres

<b>Muebles y enseres</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Mesa de conferencias	1	\$ 400	\$ 400
Perchas	2	\$ 260	\$ 520
Archivador	1	\$ 16	\$ 16
Perforadora y Engrapadora	1	\$ 8	\$ 8
Computadora	4	\$ 700	\$ 2.800
Escritorios	5	\$ 130	\$ 650
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 4.394</b>

Elaborado: Autores

### Costos diferidos

En la (tabla 18) se calculó los costos diferidos, el costo total es de \$ 3.545.

**Tabla 18** Costos diferidos

<b>Costos diferidos</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>	<b>Costo total</b>
Licencia No. 5 para el Procesamiento de Cannabis no Psicoactivo o Cáñamo y Producción de Derivados de Cannabis no Psicoactivo o Cáñamo	1	\$ 1.100
Pago abogado por tramites	1	\$ 1.500
Página Web	1	\$ 945
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 3.545</b>

Elaborado: Autores

**Total, de costos fijos y variables**

En la (tabla 19) se calculó el total de costos fijos y variables, en la cual el total de costos es de \$ 511.021.

**Tabla 19** Costos fijos y variables

<b>COSTE TOTALES</b>	
<b>COSTO FIJOS</b>	\$ 374.409
<b>COSTO VARIABLES</b>	\$ 136.604
<b>TOTAL, DE COSTOS</b>	<b>\$ 511.021</b>

Elaborado: Autores

**10.9. Recursos para la inversión. análisis financiero**

Se detallarán los procesos necesarios para el desarrollo de las actividades de producción de aceite de cannabis. Primero, se establece el tamaño de mercado y estimación de mercado. Segundo, se realiza el diseño de la capacidad en base a la demanda proyectada en el periodo de análisis del proyecto. Tercero, se establecen los procesos de inversiones para el inicio de la operación de la empresa y los procesos de producción, con los costos asociados a cada actividad.

**10.9.1. Tamaño de mercado**

El mercado objetivo del estudio está compuesto por los decisores de compra en pacientes con condiciones patológicas que pueden tratarse con aceite de cannabis. En la (Tabla 20) se muestran las enfermedades y las cantidades de pacientes de acuerdo información secundaria

dentro de la provincia de Pichincha, alcanzando la cifra de 6.275 pacientes anuales para el mercado total.

**Tabla 20** Tamaño del mercado

Descripción	Cantidad pacientes potenciales
Parkinson	486
Antieméticos	6.132
Alzheimer	1.294
Depresión	314
Esclerosis múltiple	159
Dolor crónico	2.400
Epilepsia	1.764
Estimación de mercado total	12.549

**Elaborado:** Autores

### 10.9.2. Estimación y crecimiento del mercado potencial de la empresa

Se ha considerado una participación de mercado del 50%, por ser un producto nuevo y por la incertidumbre de la cantidad de futuros competidores en el mercado nacional, la participación de mercado se estima que ascenderá en 52% para el año 2; 54% para el año 3; 56% para el año 4 y 58% para el año 5. Se ha considerado que el mercado potencial será constante a lo largo de los 5 años, debido a que si bien es cierto cada año existe el ingreso de nuevos elementos al mercado, la mortalidad produce una reducción similar de la cantidad de consumidores potenciales del producto, manteniendo este número constante.

La OMS indica que en el 2019 se reportaron más de 6,000 casos de dolor crónico, trastorno del sueño, depresión en Quito, y el gobierno suma esfuerzos para la detección y prevención temprana de esta enfermedad, escenario que empeora aún más si se toma en cuenta los altos costos de los medicamentos y tratamientos, personal médico insuficiente, y el poco acceso a salud de calidad para los pacientes con escasos recursos. El escenario es similar si se habla del Parkinson enfermedad que, a consecuencia de la falta de acciones y las barreras generadas sobre esta enfermedad, agrava la situación con una cifra de más de 2,500 casos reportados en Ecuador.

**Tabla 21** Crecimiento del mercado potencial de la empresa

Descripción	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
Participación del mercado	50%	52%	54%	56%	58%
Mercado potencial	12.549	12.800	13.056	13.317	13.583
Pacientes	6.275	6.656	7.050	7.458	7.878

**Elaborado:** Autores

### 10.9.3. Diseño de la capacidad proyectada

En base a la demanda proyectada, se realizan los cálculos para el diseño de la capacidad, para lo cual se requiere como dato de entrada la cantidad de litros de aceite de cannabis que la empresa producirá mensualmente, a fin de establecer la cantidad de equipamiento de maquinaria, materiales y recursos humanos que se necesitarán

En la (Tabla 22) se detallan las cantidades obtenidas en función a los criterios de diseño para la determinación de la capacidad del proyecto. A continuación, se explican los criterios para cada punto:

Punto (1), según: (Ramírez J. , 2017) es aceptable considerar un consumo de 6 gotas de aceite de cannabis en promedio, que son equivalentes a 9 mililitros de producto.

Punto (2), el producto obtenido de la cantidad de mililitros consumidos por cada paciente al mes y la demanda estimada de pacientes para la empresa, detallada en la (Tabla 21). Demanda Proyectada de la empresa.

Punto (3) y (4), de acuerdo con la investigación de mercado, el 55% adquiriría envases de 10 ml y el 45% adquiriría envases de 25 ml. Se está considerando únicamente la comercialización de envases de 10 ml y 25 ml, por lo que, para el año 1, se requerirán, 3.451 envases de 10 ml y 2.824 envases de 25 ml.

Punto (5), la concentración de resina de cannabis disuelta, será del 10%. Es decir, la cantidad de resina requerida será el 10% de la cantidad mensual de aceite.

Punto (6), se ha asumido una merma del 5% en la producción, que incrementa la necesidad de resina por factores de desperdicio.

Punto (7), para producir un mililitro de resina, en una máquina de extracción de aceite a través del sistema de fluidos super críticos, se requiere 10 gramos de cogollo (fruto de cáñamo).

Punto (8), Cantidad de gramos totales que la empresa va a necesitar

Punto (9), se estima que la cantidad cogollo extraído en una planta de cáñamo, alcanza los 167 gramos.

Punto (10), la cantidad de plantas a cosechar mensualmente para satisfacer la demanda proyectada.

Punto (11), la cantidad de plantas que se pueden cultivar y cosechar en media hectárea de invernadero.

Punto (12), la cantidad de plantaciones anuales a realizar, para satisfacer la demanda proyectada.

Punto (13), la cantidad de invernaderos de media hectárea necesarios para satisfacer la demanda proyectada.

Punto (14), la cantidad anual de semillas necesarias para la siembra y cosecha de plantas de marihuana, especificada en el punto (11), considerando un índice de germinación del 95%.

Punto (15), se necesitan 400 ml de CO<sub>2</sub> por cada 30 gr. De flor, quiere decir que por cada gramo de flor a procesar se necesitan 13.3 ml de CO<sub>2</sub>.

**Tabla 22** Capacidad proyectada

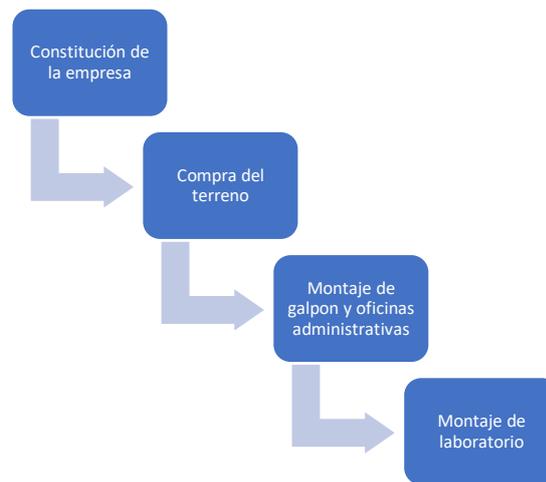
<b>Descripción</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Unidades</b>
(1) Consumo mensual por paciente	9	9	9	9	9	ml
(2) Consumo total	338.823	373.247	408.913	445.856	484.114	ml
(3) Número de envases de 10ml	3.451	3.796	4.176	4.593	5.053	envases
(4) Número de envases de 25ml	2.824	3.106	3.416	3.758	4.134	envases
(5) Cantidad de mililitros de resina (envases de 25ml + envases de 10 ml)	67.764,60	71.884,69	76.142,47	80.541,82	85.086,68	ml de resina
(6) Cantidad de mililitros de resina producidos (envases de 25ml + envases de 10 ml)	71.152,83	75.478,92	79.949,60	84.568,91	89.341,01	ml de resina
(7) Cantidad de Gramos de cogollo para producir 1 ml de resina	10	10	10	10	10	g
(8) Cantidad de gramos totales	1.389.174	1.473.636	1.560.921	1.651.107	1.744.277	g
(9) Cantidad de gramos por planta	167	167	167	167	167	g
(10) Número de plantas	8.318	8.824	9.347	9.887	10.445	plantas
(11) Cantidad de plantas por media Hectárea de Invernadero	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	plantas/Ha
(12) Número de plantaciones al año	2	2	2	2	2	
(13) Número de invernaderos de 1/2 Ha.	2	2	2	2	2	Invernadero
(14) Número de semillas por año	8.734	9.265	9.814	10.381	10.967	semillas
(15) Necesidad de CO <sub>2</sub>	8.419,24	8.931,13	9.460,13	10.006,71	10.571,37	kg

**Elaborado:** Autores

#### 10.9.4. Procesos de inicio para la operación de la empresa

Para el inicio de la empresa, se hace necesario establecer el punto de partida que sería la constitución de la empresa, y luego los siguientes procesos a desarrollar. En la (Ilustración 17). se muestra el flujo de inversiones en el proceso de inicio previos a la operación de planta.

**Figura 17** Procesos de inicio para la operación de la empresa



Elaborado: Autores

#### 10.9.5. Construcción de la planta. Aspectos técnicos

La empresa será una sociedad anónima el costo de implementación de la empresa tiene un estimado de \$388.988,5.

**Tabla 23** Gastos de inversión

<b>GASTOS DE INVERSIÓN</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Terreno	\$ 250.000
Construcción	\$ 115.364
Maquinaria y Equipo	\$14.580
Implementos	\$ 1.105,5
Muebles y enseres	\$ 4.394
Activos Diferidos	\$ 3.545
<b>TOTAL, INVERSIÓN</b>	<b>\$ 388.988,5</b>

Elaborado: Autores

El organigrama de la empresa se muestra que estará compuesta por 12 personas, cuyo detalle de puestos y costos se muestra en la (Tabla 9).

### 10.9.6. Adquisición de terreno

La ubicación del terreno será en el Sur de Quito en área industrial, el clima en esta provincia no es húmedo y en promedio tiene una temperatura de 19° C. Por lo que clima presenta las condiciones necesarias para poder ubicar la planta agroindustrial y no traer complicación alguna. El terreno consta de 10000 m<sup>2</sup> su costo es de \$ 250.000

**Figura 18** Ubicación del terreno



**Elaborado:** Autores

### 10.9.7. Construcción de áreas de trabajo, laboratorio y oficinas

Estas áreas son espacios destinados para la producción, control y funcionamiento de la empresa, los cuales serán utilizados para el proceso de extracción del cannabidiol. Según el Ingeniero Agrónomo Jorge Llanos Martínez (2018), el costo aproximado para el desarrollo de un galpón de 151 m<sup>2</sup> es de \$ 115.364 como se muestra en la (Tabla 15).

### 10.9.8. Adquisición de muebles y enseres he implementos de laboratorio

Los muebles y enseres se han estimado en \$ 4.394, mientras que los implementos de laboratorio se han estimado \$ 1.105,5, se muestra en la (Tabla 16).

### 10.9.9. Adquisición de materia prima (cogollos de CBD)

La materia prima será adquirida por proveedores de cogollos de CBD, el precio promedio de cada gramo de cogollo es de \$ 0,01 y la necesidad al año es de 1.389.174 g de cogollos de CBD llegando a un precio de \$ 13.892 para el primer año.

**Tabla 24** Costo de materia prima en 5 años

Concepto	Unidad	Cantidad Anual	Precio Unitario	Costo Año 1	Costo Año 2	Costo Año 3	Costo Año 4	Costo Año 5
Cogollos CBD	g	1.389.174	\$ 0,01	\$ 13.892	\$ 14.169,6	\$ 14.453	\$ 14.742,02	\$15.036,86

**Elaborado:** Autores

### 10.9.10. Proceso de Cámara de secado

El curado del cannabidiol es tan importante para producir CBD de la mejor calidad, el secado detiene el proceso de degradación el cannabidiol y así podrá ser almacenado a largo plazo (punto 11.2.1.). La cámara de secado tiene un costo de \$ 1.580. Se muestra en la (Tabla 12).

### 10.9.11. Proceso de Molienda

Desmenuza la planta para sacar mayor provecho de ella, el molidor corta el material de tamaño deseado, son fáciles de operar y de mantener con adecuada higiene sin proliferar bacterias en la hierba (punto 11.2.2.). La cámara de secado tiene un costo de \$ 1.000. Se muestra en la (Tabla 12).

### 10.9.12. Proceso de extracción de la resina

Es el proceso primordial, en el cual a través una máquina extractora de circuito cerrado, se utiliza el método de fluidos supercríticos, en el cual el CO<sub>2</sub> en estado gaseoso es sometido a altas presiones y en conjunto con el cogollo de cáñamo ejerce presión, generando la resina de CBD (punto 11.2.3.). La máquina tiene un costo de \$ 1.000. Además, se considera un costo promedio anual de \$ 21.048 en compra de gas de CO<sub>2</sub>.

**Tabla 25** Costo anual del CO<sub>2</sub>

Concepto	Unidad	Cantidad Anual	Precio Unitario	Costo Año 1	Costo Año 2	Costo Año 3	Costo Año 4	Costo Año 5
CO <sub>2</sub>	Kg	8419,24	\$ 2.5	\$ 21.048	\$ 21.469,1	\$ 21.898	\$ 22.336,41	\$ 22.783,14

**Elaborado:** Autores

### 10.9.13. Proceso de winterización

Tiene por objeto separar aquellos glicéridos que originan aumento de viscosidad en los aceites como en CBD, favorecen la producción de cristales pequeños, e incrementa la vida útil del producto hasta de un año (punto 11.2.4.). La máquina de winterización tiene un costo de \$ 8.000. Se muestra en la (Tabla 12).

### 10.9.14. Proceso evaporador rotativo

El dispositivo elimina eficaz y suavemente los residuos de etanol por evaporación produciendo la condensación del disolvente, que se recupera en un colector (punto 11.2.5.). El evaporador rotativo tiene un costo de \$ 3.000. Se muestra en la (Tabla 12).

### 10.9.15. Envasado y etiquetado

El proceso de envasado y etiquetado del producto, se realizará con dos operarios. Los costos unitarios de operación, por unidad producida, se detallan en la (Tabla 26).

**Tabla 26** Costos de envases

Descripción	Unidades Mensuales	Costo unitario	Costo total mes	Costo año
Costo de envases 10ml	288	\$ 0,40	\$ 115	\$ 1.381
Costo de envases 25ml	235	\$ 0,45	\$ 106	\$ 1.271
Costo de etiquetas 10ml	288	\$ 0,22	\$ 63	\$ 759
Costo de etiquetas 25m	235	\$ 0,22	\$ 52	\$ 621
Costo de caja por 12 unidades (envase 10 ml)	29	\$ 3	\$ 86	\$ 1.035
Costo de caja por 12 unidades (envase 25 ml)	24	\$ 3,50	\$ 82	\$ 988
			<b>TOLTAL</b>	<b>\$ 6.054</b>

Elaborado: Autores

Cálculos obtenidos luego de obtener los costos unitarios de envasado y etiquetado para la demanda proyectada para los siguientes años.

**Tabla 27** Costo anual de los envases

Descripción	Unidades Anuales	Costo unitario	Costo Año 1	Costo Año 2	Costo Año 3	Costo Año 4	Costo Año 5
Costo de envases 10ml	3.451	\$ 0,40	\$ 1.381	\$ 1.408	\$ 1.436	\$ 1.465	\$ 1.494
Costo de envases 25ml	2.824	\$ 0,45	\$ 1.271	\$ 1.296	\$ 1.322	\$ 1.348	\$ 1.375
Costo de etiquetas 10ml	3.451	\$ 0,22	\$ 759	\$ 774	\$ 790	\$ 806	\$ 822

Costo de etiquetas 25m	2.824	\$ 0,22	\$ 621	\$ 634	\$ 646	\$ 659	\$ 672
Costo de caja por 12 unidades (envase 10 ml)	345	\$ 3	\$ 1.035	\$ 1.055	\$ 1.076	\$ 1.098	\$ 1.120
Costo de caja por 12 unidades (envase 25 ml)	282	\$ 3,50	\$ 988	\$ 1.007	\$ 1.027	\$ 1.048	\$ 1.069
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 6.054</b>	<b>\$ 6.175</b>	<b>\$ 6.298</b>	<b>\$ 6.424</b>	<b>\$ 6.553</b>

Elaborado: Autores

### 10.10. Evaluación financiera

Se evaluará la factibilidad económico-financiera del proyecto mediante el análisis del valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) en un periodo de 5 años. Se realizó la proyección de ingresos calculando la demanda potencial, así como la estimación de la inversión y cálculo de egresos mediante la estimación de costos fijos y variables.

#### 10.10.1. Presupuesto de ingresos

Tomando en cuenta la (Tabla 27), especifica la demanda potencial y la demanda proyectada, se determinaron los requerimientos de envases de 10ml y 25 ml multiplicándolo por el precio propuesto: \$ 20 para los envases de 10ml al distribuidor. \$ 40 para los envases de 25ml al distribuidor. Los resultados se muestran en la (Tabla 28). Presupuesto de ingresos.

Tabla 28 Presupuesto de ingresos

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Ventas 10 ml</b>	\$ 69.020	\$ 75.921	\$ 83.514	\$ 91.865	\$ 101.051
<b>Venta 25 ml</b>	\$ 112.941	\$ 124.235,1	\$ 136.658,61	\$ 150.324,47	\$ 165.356,91
<b>Total, Ingresos</b>	\$ 181.980	\$ 200.178	\$ 220.195,80	\$ 242.215,38	\$ 266.436,92

Elaborado: Autores

#### 10.10.2. Presupuesto de costos

Será calculado por los costos operativos tanto del personal y otros necesarios para la producción de los 5 años del proyecto. El costo fijo será resultado del personal operativo destinado para la producción, se consideran también como costos fijos los costos incurridos en materia prima y suministros necesarios para la producción. En el plan de operaciones se consideran los costos de ventas. El valor de los mismos se basa en fuentes primarias y secundarias.

**Tabla 29** Costos de producción

<b>Costos</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Operario de molienda	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 4.800
Operario de extracción	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600
Operario de descarboxilación	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 4.800
Operario de envasado y empaque	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600
Cogollos CBD	\$ 13.892	\$ 14.170	\$ 14.453	\$ 14.742	\$ 15.037
CO2	\$ 21.048	\$ 21.469	\$ 21.898	\$ 22.336	\$ 22.783
Costo de envases 10ml	\$ 1.381	\$ 1.408	\$ 1.436	\$ 1.465	\$ 1.494
Costo de envases 25ml	\$ 1.271	\$ 1.296	\$ 1.322	\$ 1.348	\$ 1.375
Costo de etiquetas 10ml	\$ 759	\$ 774	\$ 790	\$ 806	\$ 822
Costo de etiquetas 25m	\$ 621	\$ 634	\$ 646	\$ 659	\$ 672
Costo de caja por 12 unidades (envase 10 ml)	\$ 1.035	\$ 1.055	\$ 1.076	\$ 1.098	\$ 1.120
Costo de caja por 12 unidades (envase 25 ml)	\$ 988	\$ 1.007	\$ 1.027	\$ 1.048	\$ 1.069
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 69.794</b>	<b>\$ 70.614</b>	<b>\$ 71.450</b>	<b>\$ 72.303</b>	<b>\$ 73.173</b>

Elaborado: Autores

### 10.10.3. Presupuesto de gastos

Obtenidos por el personal administrativo y gastos de tercerización de servicios Limpieza, Contabilidad, Legal y Tecnologías de Información, servicios de agua, luz, teléfono, conexión. (Tabla 9).

**Tabla 30** Gastos administrativos

<b>Gastos Administrativos</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Gerente General	\$ 14.400	\$ 14.400	\$ 14.400	\$ 14.400	\$ 14.400
Representantes de Ventas	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200
Servicio Contable, tributario y legal	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200
Supervisor de Laboratorio	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200
Jefe de Control de Calidad	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200
Jefe Producción	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200
Servicios básicos	\$ 1.800	\$ 1.800	\$ 1.800	\$ 1.800	\$ 1.800
Tercerización	\$ 3.545	\$ 3.545	\$ 3.545	\$ 3.545	\$ 3.545
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 55.745</b>				

Elaborado: Autores

### Estimación de inversiones

Las actividades se inician con la construcción de galpón, el cual requiere el montaje de laboratorio, construcción de oficinas, almacén y áreas de producción. También se consideran la compra de maquinaria y equipos para la producción. La inversión inicial asciende a \$ 388.988,5. Se detallan en la (Tabla 23).

### 10.11. Estado de resultados

El estado de resultados o cuenta de resultados es un estado financiero que muestra de manera ordenada y detallada como se debe obtener los resultados del año en un periodo determinado, implica los ingresos y gastos en los que se basa la rentabilidad del proyecto de inversión

**Tabla 31** Estado de resultados

<b>ESTADO DE RESULTADOS</b>					
<b>Estado de Resultados</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
Ventas de 10ml	3451	3796	4176	4593	5053
Ventas de 25ml	2824	3106	3417	3759	4135
Devolución en ventas	0	0	0	0	0
<b>VENTAS NETAS</b>	<b>\$181.980</b>	<b>\$200.178</b>	<b>\$220.195,80</b>	<b>\$242.215,38</b>	<b>\$266.436,92</b>
Costo de ventas	\$ 69.794,00	\$ 70.614,00	\$ 71.450,00	\$ 72.303,00	\$ 73.173,00
<b>UTILIDAD BRUTA</b>	<b>\$112.186,00</b>	<b>\$129.564,00</b>	<b>\$148.745,80</b>	<b>\$169.912,38</b>	<b>\$193.263,92</b>
Gastos operacionales	\$ 55.745	\$ 55.745	\$ 55.745	\$ 55.745	\$ 55.745,00
<b>UTILIDAD OPERACIONAL</b>	<b>\$ 56.441,00</b>	<b>\$ 73.819,00</b>	<b>\$ 93.000,80</b>	<b>\$114.167,38</b>	<b>\$137.518,92</b>
Otros ingresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>	<b>\$ 56.441,00</b>	<b>\$ 73.819,00</b>	<b>\$ 93.000,80</b>	<b>\$114.167,38</b>	<b>\$137.518,92</b>
Impuestos 30%	\$ 16.932,30	\$ 22.145,70	\$ 27.900,24	\$ 34.250,21	\$ 41.255,68
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>\$ 39.508,70</b>	<b>\$ 51.673,30</b>	<b>\$ 65.100,56</b>	<b>\$ 79.917,17</b>	<b>\$ 96.263,24</b>
Reserva legal 20%	\$ 7.901,74	\$ 10.334,66	\$ 13.020,11	\$ 15.983,43	\$ 19.252,65
Utilidades retenidas	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>UTILIDAD DISPONIBLE PARA LOS ACCIONISTAS</b>	<b>\$ 31.606,96</b>	<b>\$ 41.338,64</b>	<b>\$ 52.080,45</b>	<b>\$ 63.933,73</b>	<b>\$ 77.010,59</b>

Elaborado: Autores

### 10.12. Flujo de efectivo

El flujo de caja de fondos se entiende como la entrada y salida de efectivo, siendo así acumulación neta de activos circulantes, y por lo tanto constituye un indicador importante de la liquidez de la empresa.

El flujo de efectivo permite determinar el estadio de liquidez de la compañía, pues el ser rentable no significa necesariamente tener liquidez, una compañía o proyecto puede tener problemas de efectivo aun siendo rentable, por lo tanto, se puede anticipar los saldos de dinero. Determinar la viabilidad de un proyecto de inversión, los flujos de fondos son la base para el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

En el presente análisis se utilizará los flujos de efectivos para la determinación del VAN, TIR y un estimado de la relación beneficio / costo.

El VAN es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros originados por una inversión; la metodología consiste en descontar al momento actual todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto el proyecto.

En el análisis se obtuvo un VAN equivalente a -\$ 153.398,63 que es menor que cero lo que nos indica es el proyecto no es rentable.

La tasa interna de retorno de una inversión se define como el promedio de los retornos futuros esperados de la inversión, lo que significa que se asume que existen oportunidades de inversión. Este parámetro se utiliza para determinar la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión, para ello se compara la TIR con la tasa de interés mínima que se puede utilizar como tasa de descuento. Si la tasa interna de retorno excede la tasa mínima aceptable o tasa de descuento, se acepta la inversión, en caso contrario se rechaza.

En el análisis se presenta un TIR de -4% que comparado con la tasa mínima aceptable del 10.90% es inferior a esta, dando por hecho que el proyecto no es viable de implementarse financieramente.

**Tabla 32** Flujo de caja

<b>FLUJOS DE CAJA</b>						
<b>CONCEPTOS</b>	<b>AÑO 0</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
<b>INGRESOS</b>						
Ventas		\$ 181.980	\$ 200.178	\$ 220.195,80	\$242.215,38	\$266.436,92
<b>TOTAL, INGRESOS</b>		<b>\$ 181.980</b>	<b>\$ 200.178</b>	<b>\$ 220.195,80</b>	<b>\$ 242.215,38</b>	<b>\$ 266.436,92</b>
Gastos operativos		\$ 55.745	\$ 55.745	\$ 55.745	\$ 55.745,00	\$ 55.745,00
Costos de producción		\$ 69.794,00	\$ 70.614,00	\$ 71.450,00	\$ 72.303,00	\$ 73.173,00
Impuestos		\$ 16.932,30	\$ 22.145,70	\$ 27.900,24	\$ 34.250,21	\$ 41.255,68
Inversión	\$ 388.988,50					
<b>TOTAL, EGRESOS</b>	<b>\$ 388.988,50</b>	<b>\$142.471,30</b>	<b>\$148.504,70</b>	<b>\$155.095,24</b>	<b>\$ 162.298,21</b>	<b>\$170.173,68</b>

<b>FLUJOS DE CAJA POR PERIODO</b>	<b>-\$ 388.988,50</b>	\$ 39.508,70	\$ 51.673,30	\$ 65.100,56	\$ 79.917,17	\$ 96.263,24
---------------------------------------	-----------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Elaborado: Autores

**Tabla 33** Tasa de inflación promedio

<b>Años</b>	<b>Tasa de inflación</b>
2015	3,38%
2016	1,12%
2017	-0,20%
2018	0,27%
2019	-0,07%
<b>Promedio</b>	<b>0,90%</b>

Elaborado: Autores

**Tabla 34** Tasa mínima aceptable de rendimiento

Tasa de inflación	0,90%
Premio al riesgo	10%
<b>TMAR</b>	<b>10,90%</b>

Elaborado: Autores

**Tabla 35** VAN; TIR

<b>VAN</b>	-\$ 153.398,63
<b>TIR</b>	-4%

Elaborado: Autores

## 11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

### Impacto técnico

Se enfoca en el análisis de los procedimientos para la extracción del cannabidiol de las plantas cannábicas, sus principios activos y la relación que tienen en el tratamiento de varias enfermedades. En el estudio realizado sobre la factibilidad técnica para la producción de la extracción de CBD a partir del equipamiento y procesos a emplear, así como en la valoración de los parámetros de control para cada etapa del proceso.

### Impacto económico

La propuesta contribuirá a la producción industrial de medicamentos para el tratamiento de numerosas enfermedades, lo que significa la posibilidad de adquirir nuevas formulaciones a precios que podrían ser menos costosos significando un ahorro para la economía de muchas familias.

## Impacto social

La propuesta puede beneficiar a la población sensible al padecimiento de varias enfermedades, recibiendo mejoras en los estados de salud y mejoras efectos psicológicos, de bienestar y satisfacción de necesidades sociales y de salud.

## 12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA

Tabla 36 Presupuesto para la propuesta

<b>PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN</b>				
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>Recursos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>V. Unitario \$</b>	<b>Valor Total \$</b>
<b>MATERIALES DE OFICINA</b>				
Cuaderno	1	Unidades	\$ 1,25	\$ 1,25
Esferos	3	Unidades	\$ 0,45	\$ 1,35
<b>RECURSOS TÉCNICOS</b>				
Paquete de office	1	Unidades	\$ 10,00	\$ 10,00
Equipo de computación	80	Horas	\$ 0,70	\$ 56,00
<b>RECURSOS HUMANOS</b>				
<b>INVESTIGADOR 1</b>	60	Días	10 \$/día	\$ 600,00
<b>INVESTIGADOR 2</b>	60	Días	10 \$/día	\$ 600,00
<b>TOTAL, DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 1.268,60</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				
<b>Recursos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>V. Unitario \$</b>	<b>Valor Total \$</b>
Impresiones B/N	100	Unidades	\$ 0,04	\$ 4,00
Impresiones color	100	Unidades	\$ 0,15	\$ 15,00
Empastados	2	Unidades	\$ 1,00	\$ 2,00
CD	1	Unidades	\$ 0,50	\$ 0,50
Comida	60	Unidades	\$ 2,50	\$ 150,00
<b>TOTAL, DE COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>\$ 171,50</b>
<b>Sub Total</b>				<b>\$ 1.440,10</b>
<b>10%</b>				<b>\$ 144,01</b>
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 1.584,11</b>

Elaborado: Autores

## 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- 1) Con el estudio realizado de los métodos y técnicas utilizadas para la extracción de cannabidiol a partir de las plantas cannábicas se ha considerado que el método que tiene mayores posibilidades de ser usado en las condiciones de montaje de la planta industrial es el de extracción por fluidos super críticos ya que brindara mayor calidad del producto y menor costo de producción.
- 2) Los principios activos que propician el tratamiento de enfermedades como Antieméticos, Depresión, Epilepsia, Alzheimer, Esclerosis múltiple, Parkinson, Dolor crónico son los cannabinoides básicamente el CBD ya que es que brinda más beneficios, fácil de producir y económicamente conveniente comparado con otras alternativas de acuerdo con el estudio realizado en la bibliografía consultada.
- 3) El estudio realizado del equipamiento a utilizar, métodos de extracción del cannabidiol y otros procesos industriales a desarrollar para la obtención de la sustancia de CBD permiten considerar que la maquinaria elegida brinda beneficios al producto ya que lo hace más puro, duradero y libre de residuos, un producto industrialmente de calidad, además de disminuir los costos de producción ya que reduce la cantidad de desperdicios.
- 4) El estudio económico realizado con el análisis del VAN y TIR, permite plantear que la implementación del proyecto no es factible económicamente a escala industrial ya que está enfocada a un solo sector, es necesario abarcar un mercado mucho más amplio para así compensar la inversión realizada o su vez desarrollar el proyecto en otra zona económicamente factible así disminuir los costos de terreno, construcción y adquisición de materia prima.

## RECOMENDACIONES

1. Hacer estudio de tamizaje fitoquímico y toxicológico de las plantas cannabicas en las variedades que se pueden cultivar en Ecuador para el análisis comparativo de la composición y la selección de la más conveniente con fines medicinales.
2. Continuar estudios de factibilidad técnica y económica valorando la posibilidad de uso de diferentes equipos, maquinarias, reactivos, métodos experimentales y terreno para el cultivo de las plantas cannabicas que abaraten costos para poder implementar el proyecto que se presenta.
3. Hacer estudios clínicos con el uso de cannabidiol para el tratamiento de las enfermedades que permiten ser tratadas con esta sustancia.
4. Comprobar de forma experimental que con el método de CO<sub>2</sub> supercrítico propuesto para la extracción de los principios activos resulta efectivo en obtención de la cantidad necesaria para la preparación de fitofármacos.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

- Access Medicina. (15 de 02 de 2019). Meclizina: Antieméticos y antivertiginosos • Antihistamínicos. Obtenido de Access Medicina: <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1552&sectionid=90372561>
- Ángeles López, G. E., Brindis, F., Niizawa, S. C., & Ventura Martínez, R. (27 de Marzo de 2015). Cannabis sativa L., una planta singular. Obtenido de Redalyc: <https://www.redalyc.org/pdf/579/57940028004.pdf>
- APA (Asociación Americana de Psiquiatría). (2013). Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales. 5ª ed. Arlington: American Psychiatric Publishing.
- Asamblea nacional del Ecuador. (21 de 06 de 2020). LEY ORGÁNICA. Recuperado el 26 de 02 de 2021, de Pichinchacomunicaciones.: <http://www.pichinchacomunicaciones.com.ec/wp-content/uploads/2020/06/Reformas-al-COIP-2019-vigencia-21-06-2020.pdf>
- Calvo, L. (23 de Julio de 2019). EXTRACCIÓN MEDIANTE CO2 SUPERCRÍTICO. Obtenido de Universidad Complutense Madrid : <https://www.ucm.es/otri/complutransfer-extraccion-mediante-co2-supercritico>
- Carpio, A., Placencia, M., Román, M., Aguirre, R., Lisanti, N., & Pesantes, J. (6 de Septiembre de 2000). Perfil de la Epilepsia en el Ecuador. Obtenido de Medicos Ecuador: <http://revecuatneurolog.com/wp-content/uploads/2016/02/PERFIL-DE-LA-EPILEPSIA-EN-EL-ECUADOR.pdf>
- Catarina, S. (septiembre de 2017). El uso medicinal de la marihuana. Recuperado el 21 de 01 de 2021, de foroconsultivo: [https://www.foroconsultivo.org.mx/INCYTU/documentos/Completa/INCYTU\\_17-005.pdf](https://www.foroconsultivo.org.mx/INCYTU/documentos/Completa/INCYTU_17-005.pdf)
- Caubet, A., Immaculada, A., Immaculada , D., Núria , C., Núria , L., Muñoz Torrero, D., & Ernesto, N. (19 de Julio de 2018). Departamento de Química Inorgánica . Obtenido de Operaciones Básicas en el Laboratorio de Química : <http://www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/index1.html>

- cbdenecuador. (2020). Siete licencias para la industria del Cannabis Ecuador. Recuperado el 25 de 02 de 2021, de cbdenecuador: <https://cbdenecuador.com/licencias-de-marihuana-ecuador>
- Chavez Plasencia, S. R., Pérez Sánchez, F. E., Tuesta Franciskovic, Y., & Vargas Rodríguez, V. A. (10 de Diciembre de 2018). Plan de negocios para la implementacion de una empresa comercializacion de aceite de cannabis para uso medicinal . Obtenido de Universidad ESAN: [https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/1580/2019\\_MATP-WE\\_16-2\\_04\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/1580/2019_MATP-WE_16-2_04_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- CIS-LAB. (6 de Noviembre de 2020). Uso y funciones del rotavapor . Obtenido de CIS-LAB: <https://www.cislab.mx/uso-y-funciones-del-rotavapor/>
- Clinic, M. (1 de Diciembre de 2016). Glaucoma. Obtenido de Mayo Clinic: <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/glaucoma/symptoms-causes/syc-20372839>
- Control de procesos. (s/f). Recuperado el 22 de 01 de 2021, de pastranamoreno: [https://pastranamoreno.files.wordpress.com/2011/03/control\\_procesos-valvulas.pdf](https://pastranamoreno.files.wordpress.com/2011/03/control_procesos-valvulas.pdf)
- Cotera Curi, Y. R., & Yauri Cantorin, F. A. (2018). Influencia de la presión y temperatura en la extracción de aceite esencial inka muña (Satureja inkana) por CO2 supercrítico. Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Durán, M. (2005). Uso terapéutico de los cannabinoides. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- EveryCRSReport. (9 de Julio de 2018). El cáñamo como producto agrícola. Obtenido de EveryCRSReport.com: <https://www.everycrsreport.com/reports/RL32725.html>
- Fassio, A., Rodríguez, M. J., & Ceretta, S. (Febrero de 2013). Cáñamo (Cannabis sativa L.). Obtenido de MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA.: [https://catalogo.latu.org.uy/opac\\_css/doc\\_num.php?explnum\\_id=2348](https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/doc_num.php?explnum_id=2348)
- Felipe, L. (24 de Junio de 2013). WINTERIZACIÓN DE GRASAS Y ACEITES. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/doc/149707830/WINTERIZACION-DE-GRASAS-Y-ACEITES>

- Fraguas Sánchez, A. I., Fernández Carballido, A., & Torres Suárez, A. I. (2014). Cannabinoides: una prometedora herramienta para el desarrollo de nuevas terapias. Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4896141>
- García, A. N., & Salloum, I. M. (8 de Septiembre de 2015). Alteraciones polisomnográficas del sueño en el consumo de nicotina, cafeína, alcohol, cocaína, opioides y cannabis: una revisión centrada. Obtenido de Biblioteca en línea de Wiley: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ajad.12291>
- Garza, E. (2012). Técnicas cromatográficas y su aplicación a estudios de cambios conformacionales, estabilidad y replegamiento de proteínas. *Revista mexicana de ingeniería química*, 15.
- Gloss, D., & Vickrey, B. (5 de Marzo de 2014). Cannabinoids for epilepsy. Obtenido de Cochrane Database Syst Rev: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD009270.pub3/full>
- Hernández. (30 de 06 de 2020). Extracciones de Cannabis. Recuperado el 21 de 01 de 2021, de elplanteo: <https://elplanteo.com/extraccion-de-concentrados-de-cannabis-empecemos-por-lo-basico/>
- Ilgen, M. A., Bohnert, K., Kleinberg, F., Jannausch, M., Bohnert, A. S., Walton, M., & Golpe, F. C. (1 de Octubre de 2013). Characteristics of adults seeking medical marijuana certification. Obtenido de Drug Alcohol Depend: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0376871613001488?via%3Dihub>
- Kairuz, F. (2005 ). Revisión sistemática de estudios clínicos sobre el consumo de cannabis con fines terapéuticos entre los años. Bogotá: Universidad Javeriana.
- Koppel , B. S., Brust, J. C., Fife , T., Bronstein, J., Youssof, S., Gronseth, G., & Gloss, D. (29 de Abril de 2014). Revisión sistemática: eficacia y seguridad de la marihuana medicinal en trastornos neurológicos seleccionados: informe del Subcomité de Desarrollo de Guías de la Academia Estadounidense de Neurología. Obtenido de Neurology: <https://n.neurology.org/content/82/17/1556>
- Kushka. (23 de Noviembre de 2018). Las 5 mejores semillas de marihuana ricas en CBD. Obtenido de Dinafem: <https://www.dinafem.org/es/blog/cbd-variedades-marihuana-cannabis-cannabidiol-thc-genetica-cannabinoide/>

- La Marihuana. (15 de Septiembre de 2012). La Marihuana. Obtenido de Fases en el Cultivo de la Marihuana o Cannabis (Germinación y Crecimiento): <https://www.lamarihuana.com/fases-en-el-cultivo-de-la-marihuana-o-cannabis-germinacion-y-crecimiento/>
- Lipiello. (2016). From cannabis to cannabidiol to treat epilepsy, where are we. Italia: Universidad de Catanzaro.
- Lutge, E. E., Gray, A., & Siegfried, N. (30 de Abril de 2013). The medical use of cannabis for reducing morbidity and mortality in patients with HIV/AIDS. Obtenido de The Cochrane database of systematic reviews: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005175.pub3>
- McPartland, J., & Russo, E. B. (Junio de 2001). Cannabis y extractos de cannabis: ¿mayor que la suma de sus partes? Obtenido de ResearchGate: [https://www.researchgate.net/publication/228897917\\_Cannabis\\_and\\_Cannabis\\_Extracts\\_Greater\\_Than\\_the\\_Sum\\_of\\_Their\\_Parts](https://www.researchgate.net/publication/228897917_Cannabis_and_Cannabis_Extracts_Greater_Than_the_Sum_of_Their_Parts)
- Mediavilla, V., & Steinemann, S. (1997). Aceite esencial de variedades de Cannabis sativa L. Obtenido de Internacional Hempassociation: <http://www.internationalhempassociation.org/jiha/jiha4208.html>
- Merlán, P. F., Wolff, R. F., Deshpande, S., Di Nisio, M., Duffy, S., Hernández, A. V., . . . Ryder, S. (23 de Junio de 2015). Cannabinoides para uso médico: revisión sistemática y metanálisis. Obtenido de JAMA: <https://doi.org/10.1001/jama.2015.6358>
- Merlán, P. F., Wolff, R. F., Deshpande, S., Nisio, M. D., Duffy, S., & Hernández, A. V. (23 de Junio de 2015). Cannabinoids for Medical Use: A Systematic Review and Meta-analysis. Obtenido de JAMA: <https://doi.org/10.1001/jama.2015.6358>
- Ministerio de agricultura y ganaderia Ecuador. (19 de 10 de 2020). Se emitirán siete tipos de licencias para cultivo y comercialización de cáñamo en Ecuador. Recuperado el 25 de 02 de 2021, de agricultura: <https://www.agricultura.gob.ec/se-emitiran-siete-tipos-de-licencias-para-cultivo-y-comercializacion-de-canamo-en-ecuador/>
- Mudigoudar, B. (2016). Medicamentos antiepilépticos emergentes para pacientes pediátricos con epilepsia graves . estados Unidos : Scielo, 497-516.

- PERCY, A. J., & DUARTE, R. A. (2015). ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA EL MONTAJE DE UNA EMPRESA DE CULTIVO Y COMERCIALIZACIÓN DE CANNABIS EN COLOMBIA. Obtenido de ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO: <https://docplayer.es/48586926-Elaboracion-del-estudio-de-pre-factibilidad-para-el-montaje-de-una-empresa-de-cultivo-y-comercializacion-de-cannabis-en-colombia.html>
- Pngwing. (s.f.). Dióxido de carbono supercrítico Extracción de fluidos supercríticos Secado supercrítico, tecnología, ángulo, electrónica, texto png. Obtenido de Pngwing: <https://www.pngwing.com/es/free-png-stcrf>
- pública, M. d. (2015). Este 7 de abril se celebra el Día Mundial de la Salud, con el tema “Depresión: Hablemos”. Obtenido de Ecuador en Cifras: <https://www.salud.gob.ec/este-7-de-abril-se-celebra-el-dia-mundial-de-la-salud-con-el-tema-depresion-hablemos/>
- Ramírez, J. (2017). Experiencia clínica del uso de cannabinoides en migraña . Obtenido de Sociedad Medica del Cannabis del Peru: <https://in.linkedin.com/company/sociedad-medica-del-cannabis-del-peru>
- Ramírez, J. M. (2019). LA INDUSTRIA DEL CANNABIS MEDICINAL EN. Bogotá: FEDESARROLLO.
- Rodríguez. (2005). Cannabinoides: neurobiología y usos médicos. México: Universidad Autónoma de Puebla.
- ROJAS BERNAL, E. G., GIL, G. P., & RODRIGUEZ CARMONA, J. (20 de Abril de 2017). PRODUCTOS MEDICINALES A BASE DE CANNABIS. Obtenido de BOGOTA, D.C.: [https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/001/295/1/ABA-spa-2017-Productos\\_medicinales\\_a\\_base\\_de\\_Cannabis.pdf](https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/001/295/1/ABA-spa-2017-Productos_medicinales_a_base_de_Cannabis.pdf)
- Sateia, M. J. (1 de Noviembre de 2014). Clasificación internacional de los trastornos del sueño - tercera edición: aspectos destacados y modificaciones. Obtenido de Chestnet Journal: [https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692\(15\)52407-0/fulltext](https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692(15)52407-0/fulltext)
- Smith, L. A., Azariah, F., Lavanda, V. T., Stoner , N. S., & Bettiol, S. (12 de Noviembre de 2015). Cochrane Library. Obtenido de Cannabinoides para las náuseas y los vómitos en

adultos con cáncer que reciben quimioterapia:  
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD009464.pub2>

Soft Secrets. (20 de Junio de 2018). Destilación de extractos de cannabis. Obtenido de Soft Secrets: <https://softsecrets.com/cl/2018/06/20/destilacion-extractos-de-cannabis/#:~:text=Por%20ejemplo%3A%20el%20THC%20alcanza,ellos%20en%20un%20solo%20paso.>

SOTO VÁSQUEZ, M. R. (2015). Estudio Fitoquímico y cuantificación de flavonoides totales de las hojas de *Piper peltatum* L. y *Piper aduncum* L. procedente de la región Amazonas . Obtenido de Dialnet: [file:///C:/Users/dnarv/Desktop/Dialnet-EstudioFitoquimicoYCuantificacionDeFlavonoidesTota-6181512%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/dnarv/Desktop/Dialnet-EstudioFitoquimicoYCuantificacionDeFlavonoidesTota-6181512%20(1).pdf)

Tchilibon, S. (2000). Synthesis of a Primary Metabolite of Cannabidio. Israel: Universidad de Jerusalén.

Tomida, I., Azuara-Blanco, A., Flint, M., Pertwee, R. G., & Robson, P. J. (Octubre de 2006). Efecto de la aplicación sublingual de cannabinoides sobre la presión intraocular: un estudio piloto. Obtenido de Glaucoma: [https://journals.lww.com/glaucomajournal/Abstract/2006/10000/Effect\\_of\\_Sublingual\\_Application\\_of\\_Cannabinoids.1.aspx](https://journals.lww.com/glaucomajournal/Abstract/2006/10000/Effect_of_Sublingual_Application_of_Cannabinoids.1.aspx)

Valcárcel Cases, M., Luque de Castro, M. D., & Tena Vázquez de la Torre, M. T. (01 de Enero de 1993). Extracción fluidos supercríticos proceso analítico. España: Reverté S.A. Obtenido de Reverté.

Velásquez Valderrama, Á. M. (28 de Mayo de 2008). La Tecnología de Fluidos Supercríticos, Un Proceso Limpio para el Sector Industrial. Obtenido de Fondo para el Desarrollo de la Investigación de la Corporación Universitaria Lasallista : <http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/vol3n2/88->

Weediid Academy . (15 de Marzo de 2020). El secado de los cogollos . Obtenido de Weediid Academy : <https://www.weediid.com/academy/cultivo-de-interior/el-secado-de-los-cogollos/#:~:text=Para%20conseguir%20un%20excelente%20sabor,e1%2045%20y%20e1%2055%25.&text=Si%20la%20temperatura%20es%20superior,r%C3%A1pido%20y%20se%20volver%C3%A1n%20quebradizos.>

Worms, B. (03 de Diciembre de 2018). 5 claves sobre la maduración y cosecha de la marihuana. Obtenido de Dinafem: <https://www.dinafem.org/es/blog/claves-maduracion-tipos-marihuana/>