



Propuesta de diseño de un centro de acopio y transformación del *cannabis* en aceites esenciales en Cundinamarca.

Autores

María José Combariza Umbasía

Emily Hitomi Gálvez Segura

Nicolás Cardona Ronderos

Tutor

Ingeniero Óscar Andrés Rodríguez.

Universidad El Bosque

Programa de Ingeniería Industrial

Diseño, Gestión e Ingeniería de Operaciones

Bogotá D.C., Colombia

Junio 2023

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a nuestros queridos padres, cuyo amor incondicional, apoyo constante y sacrificios han sido la inspiración detrás de nuestros logros académicos. Su constante aliento y ejemplo de perseverancia nos han motivado a alcanzar nuestras metas. Este trabajo es un testimonio de su dedicación y amor.

Agradecimientos

En el camino hacia la finalización de este trabajo, hemos sido afortunados de contar con el apoyo de varias personas que merecen nuestro sincero agradecimiento. En primer lugar, deseamos expresar nuestra gratitud a nuestro director Oscar Rodríguez, cuya orientación experta y dedicación nos han guiado en este proceso de investigación.

Asimismo, agradecemos a los profesores Mariluz Osorio, Sandra Valencia, José Bonilla y Óscar Vega por su valiosa contribución y conocimientos que enriquecieron nuestro trabajo. Su guía y consejos fueron esenciales para nuestro aprendizaje.

También queremos extender nuestro agradecimiento a nuestras familias, cuyo apoyo inquebrantable y amor han sido la fuerza impulsora detrás de nuestros esfuerzos. Este logro no habría sido posible sin su constante respaldo y comprensión.

Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en este proyecto, y estamos agradecidos por su confianza en nosotros. Este trabajo es el resultado de un esfuerzo colectivo y de la contribución de todos ustedes. Gracias por ser parte de este viaje.

Contenido

1. Resumen	13
2. Introducción	14
1 Formulación Del Proyecto	16
1.1 Problema De Investigación	16
1.1.1 Identificación	16
1.1.2 Descripción	17
1.1.3 Planteamiento	19
1.2 Justificación	19
1.3 Objetivos	20
1.3.1 Objetivo General	20
1.3.2 Objetivos Específicos	20
1.4 Marco Referencial	20
1.4.1 Antecedentes	21
1.4.2 Marco teórico	22
1.4.3 Marco legal	28
1.4.4 Marco ambiental	30
1.4.5 Marco conceptual	30
1.5 Metodología	31
1.6 Alcances y Resultados	33
1.7 Recursos y presupuesto	33
1.8 Cronograma	34
2 Requerimientos para el diseño	36
2.1 Pronóstico de la demanda	36
2.2 Elección del método de extracción	41
2.3 Definición de producto	43
2.4 Requerimientos sociales y ambientales	43
2.5 Cadena de suministro	45
2.6 Proceso productivo	46
2.7 Maquinaria	48
2.8 Capacidad de producción	50
2.9 Localización	53
2.10 Diseño de planta	58
2.10.1 Requerimientos de espacio	61
2.11 Hallazgos capítulo dos	65
3 Estrategia de operaciones	66

3.1 Misión	66
3.2 Visión	66
3.3 Principales competidores	66
3.4 Organigrama	67
3.5 Dimensiones y requerimientos competitivos	68
3.6 Metodología organizacional y productiva	68
3.7 Plan maestro de producción (MPS)	69
3.8 Requerimientos de material	70
3.9 Mano de obra productiva	71
3.9.1 Capacitación y desarrollo	73
3.9.2 Investigación y desarrollo	73
3.9.3 Mantenimiento y limpieza	74
3.9.4 Planeación y mejora continua	74
3.9.5 Tareas administrativas y documentación	74
3.10 Inventarios	74
3.10.1 Sistema de revisión periódica	75
3.11 Seguridad Industrial	76
3.12 Perfil del cargo	78
3.12.1 Gerente general	79
3.12.2 Coordinador de producción	80
3.12.3 Operarios	82
3.12.4 Analista de recursos humanos	83
3.12.5 Analista de calidad	85
3.12.6 Contador	87
3.13 Hallazgos capítulo tres	88
4 Costos y evaluación del proyecto	90
4.1 Costos de inversión	90
4.1.1 CAPEX	91
4.1.2 Costos mano de obra directa	92
4.1.3 Costos mano de obra indirecta	92
4.1.4 Costos fijos	93
4.1.5 Flujos de caja	96
5 Conclusiones	102
6 Recomendaciones	104
7 Referencias	105
8 Anexos	113

Lista de tablas

Tabla 1. Objetivos, actividades y herramientas aplicadas	32
Tabla 2. Presupuesto	33
Tabla 3. Cronograma de actividades	34
Tabla 4. Peso del <i>cannabis</i> medicinal en el sector farmacéutico en Colombia	37
Tabla 5. Ventas de aceites esenciales en Colombia en gramos	37
Tabla 6. Coeficiente de determinación R^2	38
Tabla 7. Valor óptimo de alfa para el pronóstico	40
Tabla 8. Estimación de ventas de aceites esenciales en Colombia en gramos	40
Tabla 9. Estimación de ventas de aceites en unidades de 5 ml	41
Tabla 10. Cuadro comparativo métodos de extracción	42
Tabla 11. Matriz de priorización métodos de extracción	42
Tabla 12. Factores sociales	43
Tabla 13. Matriz EIA	44
Tabla 14. Medidas de control	45
Tabla 15. Características Báscula	49
Tabla 16. Características Extractor de fluido	49
Tabla 17. Características Extractor de fluido supercrítico	50
Tabla 18. Producciones por hora para cada parte del proceso dada en kg/h	50
Tabla 19. Evaluación de factores ponderados	54
Tabla 20. Matriz comparativa para costos de transporte	55
Tabla 21. Análisis de la competencia	56
Tabla 22. Tipo de relaciones	58
Tabla 23. Códigos y causas	58
Tabla 24. Pautas diagrama relacional de actividades	59
Tabla 25. Evaluación de alternativas de distribución	61
Tabla 26. Espacio requerido para cada una de las áreas	62
Tabla 27. Características Natuaroma	67
Tabla 28. Características CBD Colombia	67
Tabla 29. Características Natural drops	67
Tabla 30. Plan maestro de producción primeros seis meses	69
Tabla 31. Plan maestro de producción en semanas	69
Tabla 32. Requerimiento de material	71
Tabla 33. Tiempo estándar procesos	72
Tabla 34. Cantidad de operarios	73
Tabla 35. Demanda y plazos de entrega para <i>cannabis</i> seco	75

Tabla 36. Elementos de seguridad	78
Tabla 37. Formato perfil de cargo gerente general	79
Tabla 38. Formato perfil de cargo coordinador de producción	80
Tabla 39. Formato perfil de cargo operarios	82
Tabla 40. Formato perfil de cargo analista de recursos humanos	84
Tabla 41. Formato perfil de cargo analista de calidad	85
Tabla 42. Formato perfil de cargo contador	87
Tabla 43. Premisas para el análisis financiero	90
Tabla 44. Amortización crédito	91
Tabla 45. CAPEX de producción en miles de pesos	91
Tabla 46. CAPEX de administración en miles de pesos	92
Tabla 47. Costos asociados a la mano de obra directa en miles de pesos	92
Tabla 48. Costos asociados a la mano de obra indirecta en miles de pesos	93
Tabla 49. Costos de energía de maquinaria y equipos	93
Tabla 50. Costos relacionados al servicio de energía	94
Tabla 51. Costos relacionados al servicio de acueducto	94
Tabla 52. Costos fijos en miles de pesos	95
Tabla 53. Gastos fijos	95
Tabla 54. Costos variables por unidad	96
Tabla 55. Flujo de caja mensual primer año	96
Tabla 56. Flujo de caja primeros ocho años	97
Tabla 57. Flujo de caja anualizado	98
Tabla 58. Indicadores de rentabilidad para el proyecto	100
Tabla 59. Ingresos para los cultivadores por la compra de su materia prima	100

Lista de figuras

Figura 1. Pronóstico para el mercado del <i>cannabis</i> medicinal año 2018-2032	17
Figura 2. Análisis ¿Por qué? ¿Por qué?	18
Figura 3. Diagrama de Ishikawa	18
Figura 4. Pronóstico mundial del mercado farmacéutico de <i>cannabis</i>	36
Figura 5 Correlograma	38
Figura 6. Cadena de suministro	46
Figura 7. Diagrama de flujo proceso productivo aceites esenciales	47
Figura 8. Cuadro de relaciones de actividades	59
Figura 9. Iteración #1 diagrama relacional de actividades	60
Figura 10. Iteración #2 diagrama relacional de actividades	60
Figura 11. Iteración #3 diagrama relacional de actividades	60
Figura 12. Diagrama relacional de espacios	64
Figura 13. Distribución en planta final	64
Figura 14. Organigrama	68
Figura 15. Balance de materia prima	70

Lista de ecuaciones

Ecuación 1. Primer estimador en t	39
Ecuación 2. Segundo estimador en t	39
Ecuación 3. Cálculo de a_t	39
Ecuación 4. Cálculo de b_t	40
Ecuación 5. Capacidad instalada	50
Ecuación 6. Cálculo de G1	51
Ecuación 7. Capacidad disponible	52
Ecuación 8. Cálculo superficie de gravitación	62
Ecuación 9. Cálculo superficie de evolución	62
Ecuación 10. Cálculo <i>Takt Time</i>	71
Ecuación 11. Consumo entrega	75
Ecuación 12. Días entre pedidos	76
Ecuación 13. Consumo entre pedidos	76
Ecuación 14. Stock máximo	76

UNIVERSIDAD EL BOSQUE
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
EVALUACION TRABAJO DE GRADO
FORMATO PGC-F11 - Última actualización 2016-2

FECHA: MIERCOLES 15 DE NOVIEMBRE 2023 2:00 PM		TG: 8
TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO: PROPUESTA DE DISEÑO DE UN CENTRO DE ACOPIO Y TRANSFORMACIÓN DEL CANNABIS EN ACEITES ESENCIALES EN CUNDINAMARCA.		
ESTUDIANTE 1: MARÍA JOSÉ COMBARIZA UMBASÍA	CÓDIGO:	
ESTUDIANTE 2: EMILY HITOMI GÁLVEZ SEGURA	CÓDIGO:	
ESTUDIANTE 3: NICOLÁS CARDONA RONDEROS	CÓDIGO:	
DIRECTOR TRABAJO DE GRADO: ÓSCAR ANDRÉS RODRÍGUEZ		
VEEDOR:	CÓDIGO:	
JURADO 1: RAY BELLO		
JURADO 2: NUBIA PATARROYO		
NOTA OBTENIDA	4.3	CUATRO PUNTO TRES

Coordinación Trabajo de Grado

1. Resumen

El presente trabajo de grado pretende contribuir al desarrollo en Colombia del creciente mercado del *cannabis*, por medio de una propuesta de diseño de un centro de acopio y transformación de *cannabis* en aceites esenciales. Colombia posee un gran potencial para el cultivo de *cannabis*, lastimosamente los pequeños cultivadores del país no cuentan con los recursos necesarios para transformar la materia prima y generar ganancias a partir de ello. La investigación se desarrolló a través de una colaboración entre Col-cáñamo, Cáñamo de Colombia S.A.S –Aso-cáñamo- y el Semillero de Investigación Pensar en Sistemas del programa de Ingeniería Industrial, con un interés común en aportar al sector agroindustrial de Cundinamarca.

El desarrollo del proyecto se realizó por medio de investigación de tipo cuantitativa con un enfoque descriptivo, principalmente orientado a los sistemas logísticos y de producción necesarios para el correcto funcionamiento del centro de acopio, teniendo en cuenta la normativa vigente en Colombia.

Asimismo, se abordan diversos aspectos cruciales para el desarrollo del mercado del *cannabis*. En primer lugar, se han definido con precisión las características técnicas y tecnológicas necesarias para el desarrollo del proyecto teniendo en cuenta pronósticos de crecimiento y asegurando una capacidad de producción adecuada para satisfacer la demanda durante un período mínimo de 10 años, evitando inversiones adicionales. Se analizó una estrategia operativa centrada en la calidad del producto, con un plan de producción mensual y un sistema de gestión de inventarios.

Finalmente, el proyecto cumple con su objetivo principal de apoyar a los cultivadores de *cannabis*, generando ingresos sustanciales, con aproximadamente 77 millones de pesos en el primer año y más de 2,600 millones de pesos proyectados para el año 2034.

Palabras clave

Cannabis, transformación, centro de acopio, cadena de productiva, sistemas logísticos

2. Introducción

El sector agrónomo es uno de los pilares fundamentales dentro de la economía colombiana. Según el Banco Mundial, para el 2020, este sector aportó el 6.5% del PIB y el 15% de la fuerza laboral del país, sin embargo, el bajo nivel de financiamiento, el nulo apoyo tecnológico por parte del gobierno y la compra a precios de costo por parte de las grandes empresas ha causado que los campesinos abandonen la agronomía y decidan desplazarse hacia las grandes metrópolis en busca de mejores oportunidades laborales.

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas -DANE-, para el 2019, el sector agrícola disminuyó en un 1.3% con respecto al año anterior, por lo cual, es evidente que el campesinado requiere de apoyo gubernamental, herramientas o proyectos que le permitan tener una remuneración digna y que este, continúe aportando al desarrollo de la economía nacional.

Asimismo, este proyecto tuvo un valor importante, debido a que en Colombia cultivadores y productores no cuentan con los recursos ni el espacio necesario para la producción y modificación de sus cosechas en otros productos derivados. El proyecto se desarrolló con foco en aceites esenciales que contengan Cannabidiol, debido a que es un mercado creciente y posee diferentes beneficios tanto económicos para el cultivador y de salud para el cliente final. Además, en el documento se incluye una síntesis de los antecedentes sobre el uso y transformación del *cannabis*, junto con diferentes marcos que respaldan la teoría, leyes, conceptos y procesos aplicados para el uso del *cannabis* en Colombia, su alcance y limitaciones, por tanto, se plantea de manera objetiva la pregunta, el objetivo general y específicos que permitieron la formulación, evaluación y desarrollo del proyecto.

Este proyecto tuvo como propósito desarrollar una propuesta de diseño de un centro de acopio y transformación del *cannabis* en aceites esenciales en Cundinamarca, que permita aprovechar de manera eficiente los recursos disponibles y satisfacer las demandas proyectadas en el mercado. Para alcanzar este propósito se plantearon tres objetivos específicos que guiarán el desarrollo de la propuesta.

En primer lugar, se definieron las características técnicas, tecnológicas, productivas, económicas y ambientales necesarias para el diseño del centro de acopio. Este análisis se basó en las demandas proyectadas y en la capacidad de cultivo disponible en la región, con el fin de establecer los requisitos mínimos indispensables para el funcionamiento óptimo del centro, la selección adecuada del método de producción, el tipo de maquinaria a utilizar, el proceso productivo que se llevará a cabo y la evaluación para la localización y diseño de planta. Esta información fue fundamental para garantizar la calidad y eficiencia en la producción de los aceites esenciales.

Posteriormente, se definió una estrategia de operaciones que esté en consonancia con las políticas y normativas actuales del país. A partir del diseño y la caracterización del proceso de producción de aceites esenciales con CBD, se establecieron las pautas y procedimientos que aseguran el cumplimiento de las regulaciones establecidas, así como se determinaron los principales competidores del mercado colombiano y se proporcionó la estructura organizacional de las personas que hacen parte del centro de acopio. Esto incluye aspectos relacionados con la seguridad, la trazabilidad y la calidad del producto final.

Por último, se llevó a cabo un análisis exhaustivo para establecer los beneficios y costos asociados al centro de acopio y transformación de *cannabis*. Esto implicó evaluar tanto los aspectos económicos, considerando la rentabilidad y los mercados potenciales, como los aspectos sociales y ambientales, en aras de garantizar la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

1 Formulación Del Proyecto

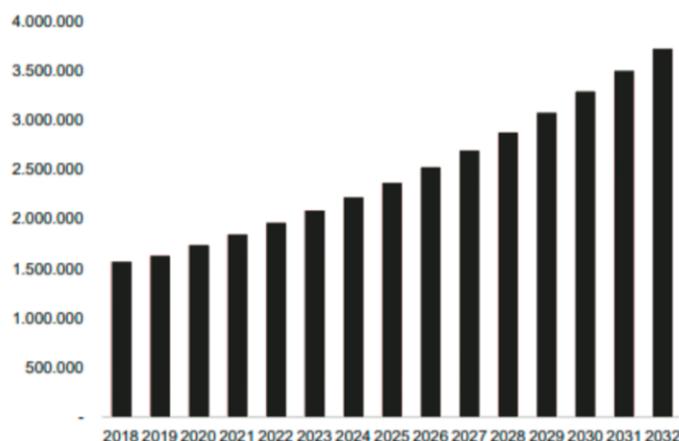
1.1 Problema De Investigación

Para desarrollar el problema de investigación de manera más amplia, se tiene una primera fase de identificación del entorno general del *cannabis* en Colombia y su crecimiento en el mercado, posteriormente se tiene la descripción la cual es más específica y da un contexto particular donde se expresa la relación del proyecto con las Asociaciones que ayudan a los cultivadores de *cannabis*, además se explican los desafíos a los que estos cultivadores se enfrentan y por último el planteamiento que da como resultado la pregunta de investigación.

1.1.1 Identificación

En 2021, el Gobierno Nacional expidió el Decreto 811, el cual permite el uso del *cannabis* dentro del marco legal en Colombia, es decir, el decreto no solamente limitó el uso medicinal y farmacéutico, sino que detallo los usos industriales de la planta, permitiendo la fabricación de alimentos, bebidas, fibras, productos cosméticos, suplementos dietarios y biocombustibles a base de cáñamo (Urrutia, 2022). Por otra parte, la resolución 227 de 2022 ha definido los requisitos y criterios para solicitar una licencia para el uso industrial del cáñamo. Por lo tanto, se demuestra que el gobierno colombiano está interesado en la regulación y en la estimulación de la industria del cáñamo y del *cannabis* medicinal.

A continuación, se presentan los pronósticos estimados para el mercado mundial del *cannabis* medicinal por *Price waterhouse coopers -PwC-*.

Figura 1. Pronóstico para el mercado del *cannabis* medicinal año 2018-2032

Fuente: Euro monitor – Reporte Prohibition Partners (2019)

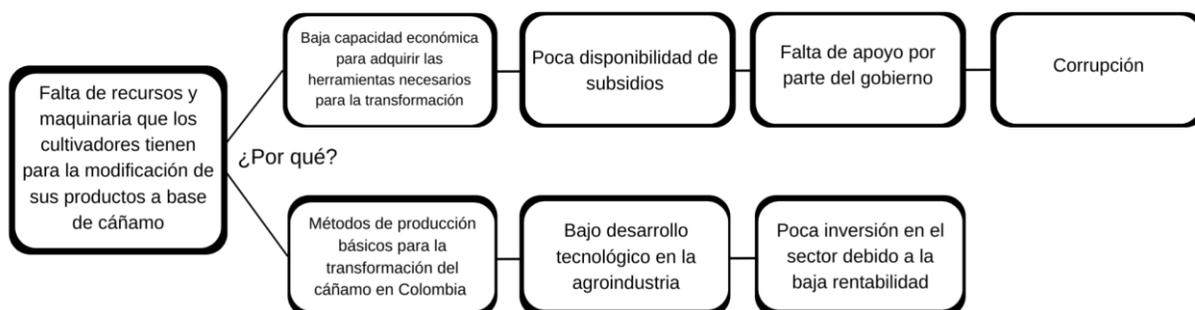
Con relación al actual crecimiento del mercado que se muestra en la figura 1 y a los 39,2 millones de hectáreas disponibles para la siembra, en donde, solo se utiliza el 13,5% del terreno (Rico, 2022), se evidencia el potencial de Colombia para incursionar en la industria del *cannabis*. Por otra parte, las condiciones climáticas favorables del país y el bajo costo de producción han permitido que países como Estados Unidos, Australia y Reino Unido hayan generado crecientes relaciones comerciales con Colombia, las cuales reportan exportaciones de 1.845.518 USD a marzo de 2022, donde Cundinamarca y Bogotá tienen una participación del 60% de exportaciones totales nacionales (Aso-colcanna, 2022).

1.1.2 Descripción

Actualmente, Aso-cáñamo, en cooperación con la Universidad El Bosque, viene adelantando el macroproyecto denominado “Cáñamo por Colombia” el cual consta de cinco áreas, a saber: modelo agro-eco-industrial, UNÁIS 4.0, modelo temático de transformación, 4.0 con trazabilidad ambiental y responsabilidad social. Asimismo, las dos entidades pertenecen a la recién conformada cadena productiva del *cannabis* medicinal y cáñamo industrial en Cundinamarca, permitiendo acercar las instituciones educativas en los procesos empresariales de la región. En este sentido, el Semillero de Investigación Pensar en Sistemas del programa de Ingeniería Industrial le apuesta a la construcción en el área denominada modelo temático de transformación, el cual se piensa como un centro de acopio del *cannabis*

para la transformación en otros productos con valor agregado. Dada la capacidad disponible en terreno, tipo de semilla, otros recursos para la producción (Amy, 2022) y a partir de cifras de crecimiento de hasta un 400% para el mercado mundial de aceites con CBD, se decide enfocarse en aceites esenciales en donde se encuentra una gran oportunidad de negocio para el mercado colombiano e internacional. En la Figura 2, se evidencia un análisis de las causas ante la baja infraestructura tecnológica y productiva para el sector del *cannabis* en Colombia.

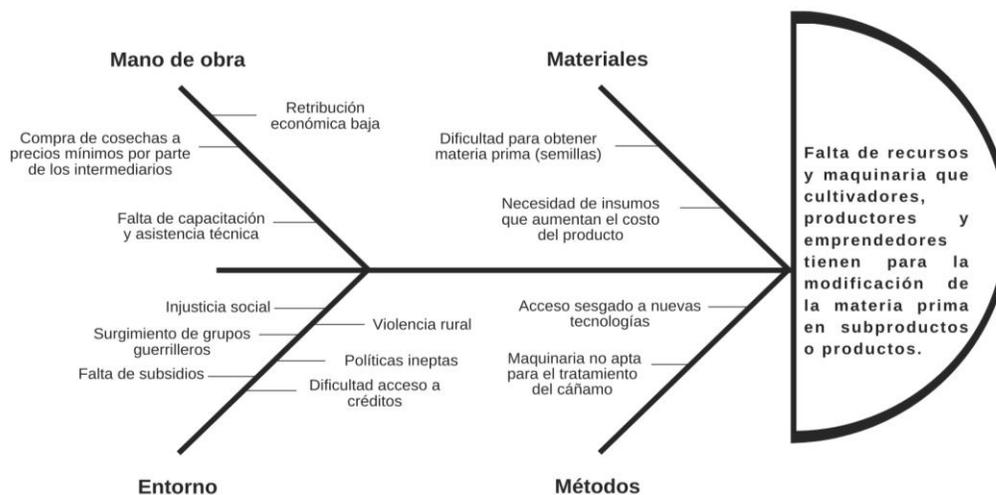
Figura 2. Análisis ¿Por qué? ¿Por qué?



Fuente: Elaboración propia a partir de DNP (2017)

Luego de ejecutar un análisis “¿Por qué? ¿Por qué?”, se evidenciaron causas relevantes dentro del proceso de transformación de cultivos de manera general, sin embargo, se considera importante indagar más a fondo cuáles son los principales inconvenientes en este proceso, con ese fin se desarrolló el diagrama Ishikawa que se muestra en la figura 3.

Figura 3. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia (2023)

En este sentido, con la información anterior, gracias al aumento en la producción del *cannabis* y la expansión que ha tenido el mercado del *cannabis* medicinal a lo largo de los años, se vislumbran oportunidades para el agro en Colombia, donde emprendedores y cultivadores serán beneficiados a partir de la transformación de sus productos en complemento con el Cannabidiol -CBD- para la producción de aceites esenciales. Sin embargo, para lograr el mayor potencial del mercado se debe tener en cuenta la problemática que expone Aso-cáñamo, la cual radica en la falta de recursos, maquinarias y métodos de producción que cultivadores, productores y emprendedores tienen para la modificación de sus productos, donde el centro de acopio tendrá gran potencial de desarrollo, debido a que brindará estos espacios e impactarán positivamente en aspectos económicos y sociales, ofreciendo empleo tanto directo como indirecto y permitiendo al cultivador obtener herramientas para su desarrollo social.

1.1.3 Planteamiento

¿Cuáles son los requerimientos técnicos, de producción, logísticos y legales para el diseño de un centro de acopio y transformación del *cannabis* en aceites esenciales en Cundinamarca?

1.2 Justificación

Este proyecto de investigación se desarrolla en el ámbito de colaboración con Col-cáñamo, Cáñamo de Colombia S.A.S –Aso-cáñamo- y el Semillero de Investigación Pensar en Sistemas del programa de Ingeniería Industrial. Es principalmente útil para los estudiantes, debido a que se demostrarán las habilidades y conocimientos adquiridos durante el pregrado, también es un reto el enfrentar problemas del mundo real a partir del método de investigación y las diferentes herramientas de la ingeniería industrial.

La investigación tiene un aporte importante para el sector agroindustrial de Cundinamarca y de Colombia, principalmente, puesto que se desarrollará el diseño de un centro de acopio que reúna diferentes actores de la cadena de suministro del *cannabis* con el objetivo de potenciar la industria. Un mercado que tiene gran potencial de crecimiento en

Colombia, con proyecciones para el año 2032 de la tasa de crecimiento anual, compuesto del 7,1%, según Euro monitor (Euro monitor, 2019).

Este estudio será de gran importancia para Aso-cáñamo, ya que actualmente en Colombia no existen centros de acopio enfocados a la transformación del *cannabis*, por ello, cultivadores y productores no cuentan con un espacio que les facilite este proceso ni que les brinde recursos para la producción y modificación de sus cosechas en aceites esenciales que contengan Cannabidiol y asimismo se realiza un estudio técnico y financiero del proyecto, brindando a la asociación datos e información relevante para decidir si implementar el centro de acopio y transformación.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Formular una propuesta de diseño de un centro de acopio y transformación del *cannabis*, para la conformación de la cadena productiva de aceites esenciales en Cundinamarca, teniendo en cuenta las políticas de desarrollo agroindustrial, marco legal y regulaciones por parte del Invima.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Definir las características técnicas, tecnológicas, productivas, económicas y ambientales en función de las demandas proyectadas y de la capacidad disponible de cultivos para establecer los mínimos necesarios para el diseño del centro de acopio.
- Definir una estrategia de operaciones conforme a las políticas y normativas actuales a partir del diseño y la caracterización del proceso de la producción de aceites esenciales con CBD.
- Establecer los beneficios y costos asociados al centro de acopio y transformación de *cannabis*.

1.4 Marco Referencial

En este capítulo se presentan los antecedentes de trabajos relacionados con el tema de investigación. Además, incluye diferentes tipos de marcos, como lo es el marco teórico

en donde principalmente se encuentra información de sistemas logísticos y de producción, posteriormente se encuentra el marco legal que es uno de los más importantes a tener en cuenta en el desarrollo del proyecto investigativo. Para finalizar el capítulo se expone el marco ambiental y conceptual.

1.4.1 Antecedentes

Roa y Rivera (2017), realizaron una propuesta de diseño y distribución de planta mediante técnicas de ingeniería, la cual desarrollaron principalmente por medio de la estimación de los recursos necesarios para esta implementación. Utilizaron diferentes herramientas de ingeniería, como lo son la jerarquización ABC y las siete técnicas de almacenaje. Además, en el trabajo de grado presentado por Pastrana (2020) “Diseño de una planta para la fabricación de derivados de *cannabis* en el mercado emergente colombiano y evaluación de eficiencia del *layout* propuesto”, se estudia las tecnologías, maquinarias, procesos además de analizar el mercado del *cannabis* medicinal, para establecer el diseño y distribución de la planta *-layout-*, considerando las proyecciones en capacidad de la misma.

Por su parte, Estupiñán y Lozano (2021) realizaron una investigación descriptiva del mercado nacional e internacional de *cannabis*, apoyándose en proyecciones para la demanda del *cannabis* medicinal y datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE- con respecto al aumento de población con cáncer, segmentando el mercado hacia esa población a nivel nacional. Luego de esto, procede a realizar el estudio técnico del proyecto, enfocándose en la capacidad diseñada e instalada, basándose en especificaciones técnicas de la planta, área de siembra y factores climatológicos de Colombia. Finalmente, se procede a realizar un estudio financiero donde, se evalúan los costos asociados al proyecto, proyecciones de ventas y rentabilidades esperadas, para así determinar la viabilidad del proyecto.

Por medio de una investigación descriptiva, se realizó la caracterización del entorno del mercado del *cannabis* a nivel mundial y nacional, además de un estudio aplicado en una empresa, para determinar y analizar la competencia de mercado, las licencias ambientales, el factor humano y el marketing empresarial, Pastrana (2020) determinó que el mercado del *cannabis* tiene proyecciones considerables además de una demanda exponencial, de igual

manera afirma que es necesario mejorar las técnicas en la obtención de semillas, cultivo y transformación a producto terminado, y se identifica que la amenaza más significativa es la negligencia del gobierno nacional para el trámite de procesos de exportación, dificultando la mayor oportunidad de negocio que se presenta en el mercado.

Aguilar et al. (2020) describen factores fundamentales para el desarrollo del proyecto tales como la planeación del alcance, establecimiento del presupuesto, planeación del cronograma, calidad del proyecto, gestión de riesgos, entre otros. Posteriormente, se elabora un estudio de mercados para los insumos requeridos para la producción, luego de esto se realiza un plan de cultivo, estableciendo el tamaño de los invernaderos y ejecutando su diseño. Más adelante, desarrollan una distribución de la planta de producción y una caracterización para los diferentes procesos productivos de la empresa. Finalmente, realizaron un BOM de los productos a fabricar y se elaboraron hojas de ruta para las tres líneas de productos planteadas.

1.4.2 Marco teórico

La macro localización es la localización general del proyecto, es decidir la zona general donde se instalará la empresa o negocio, la localización tiene por objeto analizar los diferentes lugares donde es posible ubicar el proyecto, con el fin de determinar el lugar donde se obtenga la máxima ganancia, si es una empresa privada, o el mínimo costo unitario, si se trata de un proyecto desde el punto de vista social. Así mismo consiste en la ubicación de la empresa en el país, en el espacio rural y urbano de alguna región (Yerko, s.f).

La estrategia de operaciones establece los planes para hacer uso de los recursos que tiene una empresa, buscando la eficacia de las operaciones, está presente en todos los procesos de la empresa. Se realiza por medio de tres conjuntos de actividades que se desarrollan de manera secuencial, el primer paso consiste en desarrollar la estrategia, definir misión, visión y objetivos, realizar un análisis y definir iniciativas. En la segunda parte se traduce la estrategia y se definen y/o revisan las iniciativas, los presupuestos, las medidas y las metas. Por último, se planean las operaciones, se elabora el plan de ventas y operaciones, se planea la capacidad de los recursos y se evalúa el presupuesto (Chase & Jacobs, 2014).

La administración de la cadena de suministro es fundamental para mejorar el desempeño de la organización y obtener una ventaja competitiva. Según Herrera et al. (2019) para lograr los mejores resultados se deben realizar o garantizar los siguientes cinco procesos básicos: la gestión de la demanda en la cual se incluyen diferentes actividades como el servicio al cliente, procesamiento de pedidos y métodos de pronósticos; la distribución que hace referencia principalmente a la unión de la producción con el mercado y se hace uso de operaciones logísticas; producción, la cual genera valor en el flujo de los productos y se incluyen actividades de inventario, transporte y tiempos de entrega; las compras, están enfocadas en adquirir materias primas para la producción; por último las devoluciones que se toman como el cierre de la cadena de suministro.

Según Lamb et al. (2002), la logística es el proceso de gestionar estratégicamente el flujo y el almacenamiento eficientes de materias primas, productos en proceso y artículos terminados desde el origen hasta el punto de consumo. Para Hurtado (2018), el objetivo de esta es lograr entregar un producto o servicio, en la cantidad correcta, en el tiempo que se concretó, en lugar adecuado con un costo racional, todo esto para obtener la satisfacción del cliente. Así mismo afirma que la logística depende de los objetivos de la empresa u organización, así mismo del manejo y herramientas que se utilicen en las diferentes subáreas de esta.

La distribución en planta tiene como objetivo, organizar los elementos físicos dentro de una planta industrial, la misma debe tener en cuenta espacios requeridos para el flujo de las materias primas, trabajadores, material almacenado, entre otros. Esto permite mejorar los recorridos dentro de la empresa que a su vez se traducen en aumento de la productividad, reducción de manejo de materias primas y productos terminados, mayor utilización de maquinarias y aprovechamiento del espacio disponible (Roa et al., 2017).

El *layout* hace parte de los métodos de planeación de distribución en planta, su desarrollo consta de 4 etapas con el objetivo de obtener una distribución válida, para este proceso el recurso de entrada son cinco tipos de datos los cuales son: producto, donde reúne todas las materias prima además de productos adquiridos por terceros, la cantidad, incluye la cantidad de los materiales y/o productos que se tiene en los diferentes tipos de procesos como

el transporte, transformación y demás, el recorrido se entiende como el orden y secuencia de los procesos donde el producto se encuentre involucrado, los servicios, todo lo relacionado con los servicios de producción, personal y más (Orozco et al., 2017).

Al tener las entradas, se desarrolla el *layout*, el punto de partida para este método es el análisis P-Q, hace referencia a la información de productos y cantidades, en esta etapa se utilizan herramientas como el histograma donde se representan los productos a elaborar y las cantidades de cada uno, por medio de esta gráfica permite identificar el tipo de distribución más adecuado. El siguiente análisis es el recorrido del producto, donde se determinan los movimientos involucrados en el proceso, las herramientas principalmente utilizadas son el diagrama de recorrido, tablas matriciales, etc. Una vez se conoce el recorrido del producto este se relaciona con las diferentes actividades que tienen interacciones con el proceso, al obtener esa información se debe plasmar en un diagrama relacional de recorridos y/o actividades. Por último, para completar el análisis se debe realizar el cálculo de las necesidades de espacio (Orozco et al., 2017).

Según (Chase & Jacobs, 2014), el plan maestro de producción -MPS- es un programa en donde, se determina la cantidad a producir en cierto tiempo. Se debe tener en cuenta los pronósticos de la demanda, los pedidos de los clientes, el inventario, capacidades de la planta y demás.

El inventario se define como la verificación y control de materias primas, productos en proceso o productos terminados, esto con el objetivo de tener una comparativa entre el *stock* real y el registrado en las bases de datos (Meana, 2017). Por su parte, Ballou (1991) define los inventarios como las “reservas de materias primas, suministros, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo de la producción y del canal logístico” (1999, p 308).

Para Triviño (2022) el *value stream mapping* es una herramienta visual que nos permite entender y analizar el flujo de producción desde la recepción de materia prima hasta la entrega del producto final al cliente, por medio del análisis permite encontrar puntos críticos y oportunidades de mejora, además de eliminar desperdicios de material y posibles actividades que no generen valor al proceso.

Para Baca (2002), la tasa interna de retorno -TIR- se define como la tasa de descuento que hace que la suma de los flujos descontados sea igual a la inversión inicial, y agrega si la -TIR- es mayor que la tasa mínima aceptable de retorno -TMAR- se acepta el proyecto. La -TIR- se usa comúnmente como una medida para comparar proyectos e identificar proyectos con tasas de retorno más atractivas. Un proyecto se considera aceptable si la TIR es superior a la tasa de descuento utilizada, es decir, si el proyecto genera más de la tasa mínima requerida.

El correlograma es una representación gráfica de los coeficientes de autocorrelación en función del retardo en una serie temporal, según Box et al. (2008). Proporciona información sobre la relación entre los valores pasados y presentes en los datos, permitiendo identificar patrones estacionales, tendencias y estructuras de dependencia. Los coeficientes de autocorrelación, que varían entre -1 y 1, son clave para la interpretación del correlograma. Un coeficiente cercano a 1 indica una fuerte autocorrelación positiva, mientras que un coeficiente cercano a -1 indica una fuerte autocorrelación negativa. Un coeficiente cercano a 0 indica una autocorrelación débil o inexistente.

La matriz de priorización, también conocida como matriz de jerarquía analítica (AHP), es una técnica de toma de decisiones basada en la comparación sistemática de elementos según múltiples criterios (Saaty, 2008). Esta matriz utiliza una escala numérica y un proceso de comparación para establecer las prioridades relativas de los elementos evaluados. El proceso implica definir los criterios de evaluación y asignar ponderaciones a cada uno de ellos, reflejando su importancia relativa (Belton y Stewart, 2002).

Una vez establecidos los criterios y las ponderaciones, se comparan los elementos entre sí en función de cada criterio, asignando valores numéricos que indican la preferencia relativa de un elemento sobre otro. Estos valores pueden provenir de expertos o de datos cuantitativos. Posteriormente, se realiza un cálculo matemático que utiliza las comparaciones realizadas para determinar las prioridades finales de los elementos evaluados, generando una clasificación ordenada que refleja su importancia relativa con base en los criterios establecidos.

La matriz de aspectos e impactos ambientales -EIA-, es una herramienta fundamental en la gestión ambiental, utilizada para identificar y evaluar los posibles efectos de las actividades humanas en el medio ambiente. De acuerdo con la norma ISO 14001:2015, esta matriz se emplea para identificar los aspectos ambientales significativos de una organización y evaluar los impactos resultantes en el entorno. Los aspectos ambientales representan los elementos de las actividades que interactúan con el medio ambiente, mientras que los impactos ambientales son los cambios que ocurren en el entorno debido a estos aspectos. La matriz permite clasificar y priorizar los aspectos ambientales según su importancia, considerando criterios como la magnitud, probabilidad y frecuencia de los impactos.

El diagrama relacional de actividades, también conocido como diagrama de flujo de actividades, es una herramienta utilizada en la gestión de procesos para visualizar y analizar las secuencias y relaciones entre las actividades de un proceso. Permite identificar tareas, decisiones y flujos de información, ayudando a mejorar la eficiencia y efectividad de los procesos. Es una representación gráfica que muestra las actividades interconectadas por flechas que indican la secuencia y flujo de trabajo, y puede incluir eventos, decisiones y bucles para capturar diferentes condiciones y rutas dentro del proceso. Este diagrama facilita la comunicación, comprensión y mejora de los procesos, y puede servir como base para la automatización o reingeniería de los mismos (Dumas et al. 2018).

El diagrama relacional de espacios es una herramienta utilizada en la planificación y diseño arquitectónico para representar la relación y distribución espacial entre diferentes áreas funcionales de un edificio o espacio (Lambert, 2001). Según Lambert (2001), este diagrama proporciona una visualización gráfica de cómo se interconectan y relacionan los distintos espacios, permitiendo una comprensión clara de la disposición y flujo entre ellos. Su uso facilita la toma de decisiones informadas sobre la ubicación y conexión de las áreas funcionales, considerando aspectos como la proximidad, accesibilidad y relación entre los espacios, lo que permite optimizar el uso del espacio y crear entornos funcionales y cómodos para los usuarios.

Casado (2018) menciona que la extracción de aceites esenciales por arrastre de vapor es el método más antiguo, consiste en el paso de flujo de vapor a través de la materia prima,

por ejemplo, flor de *cannabis*, de esta manera arrastra los aceites de la planta, después los vapores se enfrían y se condensan, como resultado se obtiene un líquido formado por hidrolato, por otra parte, aceite esencial. A causa de la diferencia en las densidades se separan los componentes por el método de decantación. Sin embargo, según Castillo y Rico (2020) es el método de extracción que menos se utiliza a nivel industrial debido a que no es eficiente, es difícil cuantificar los resultados y para algunas temperaturas se pueden perder ciertas propiedades. En cuanto al rendimiento de este tipo de extracción, de acuerdo con el estudio de Arango et al. (2012), es en promedio de 2,75% del peso seco de la materia prima.

Según Meléndez, Real y Rodríguez (2012), la extracción con aceites vegetales o método de enfleurage, es un proceso donde el material vegetal utilizado se sumerge en una grasa, que puede ser aceite de oliva, aceite de coco o aceite de aguacate. Se agrega alcohol caliente a la mezcla y a continuación esta se agita para su reposo posterior durante varios días, con el fin de que el aceite absorba los compuestos aromáticos.

Otro procedimiento mencionado por Castillo y Rico (2020) para este método, es un baño maría de la mezcla con un tiempo de una o dos horas que le permite al aceite obtener mayor cantidad de componentes beneficiosos. Esta técnica se considera exitosa, ya que permite obtener mayor concentración de cannabinoides, sin embargo, no tiene un rendimiento muy alto y al ser complicada la separación del aceite extractor, lo convierte en un método más costoso.

La extracción de aceite por fluido supercrítico -EAFS- es un proceso innovador y sostenible que se utiliza en la industria alimentaria y cosmética para la obtención de aceites esenciales de alta calidad. Este método de extracción utiliza CO₂ en estado supercrítico, el cual tiene propiedades similares a las de un líquido y un gas al mismo tiempo, para extraer los componentes deseados de una materia prima. El CO₂ supercrítico tiene una alta capacidad de disolución y puede penetrar profundamente en la materia prima, lo que permite una extracción más eficiente y selectiva (Gallego & Castañeda, 2004).

Las temperaturas utilizadas en este proceso varían según el tipo de materia prima y el tipo de aceite que se está extrayendo, pero generalmente se encuentran en el rango de 35-50°C. En este estado, el CO₂ tiene una baja viscosidad y una alta capacidad de penetración,

lo que permite la extracción eficiente de los componentes deseados sin dañar la estructura molecular del aceite.

Como lo mencionan Castillo y Rico (2020) en este proceso, la muestra seca y molida se pone en contacto con solventes como butano etanol, acetonitrilo, metanol, isopropanol, heptano, hexano, propano, éter dietílico, ácido acético o alguna combinación de estos.

Estos solventes orgánicos penetran el material vegetal y disuelven sus aceites volátiles, debido a la diferencia que existe entre el punto de ebullición del aceite esencial y el solvente. Según el SENA (2012), una de las principales ventajas de este método, es la baja temperatura con la que trabaja, por lo que no se evidencia termo destrucción ni alteraciones químicas de los componentes del aceite. Además, estos solventes se encargan de solubilizar la esencia y de extraer diferentes sustancias como ácidos grasos, ceras y pigmentos.

Este proceso requiere de una temperatura de entre -30°C a 80°C , con una agitación constante, a un tiempo de entre 1 min a 10 horas, dependiendo de la cantidad de aceite que se desee extraer, sin embargo, si este dura un tiempo prolongado, se puede evidenciar la extracción de otros compuestos que no son deseados, debido a la polaridad del solvente.

Para finalizar este proceso, el material vegetal se separa del solvente por medio de filtración y se aumenta la temperatura de la solución para que el solvente se evapore, con el fin de obtener un producto de cannabinoides concentrados.

1.4.3 Marco legal

En Colombia para el cultivo y transformación del *cannabis* es necesario el control y aprobación de distintas autoridades y a su vez estas se encargan de procesos específicos, los cuales se deben tener en cuenta, el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos -Invima-, el cual se encarga de expedir las licencias de fabricación de derivados de *cannabis* y de fabricación de derivados no psicoactivos de *cannabis*. El Ministerio de Justicia y del Derecho, en este caso, expida las licencias de semillas para siembra y grano, y de cultivo de plantas de *cannabis* psicoactivo y no psicoactivo. Si se desea importar semillas para siembra, derivados del *cannabis* y productos terminados, se deben supeditar al régimen

de importación de licencia previa por medio de la Ventanilla Única de Comercio Exterior - VUCE- (Legis xperta, 2021).

El Decreto 613 de 2017 (Ministerio de salud y protección social) tiene por objetivo la reglamentación, evaluación, seguimiento y control para actividades de cultivo, producción, fabricación, almacenamiento, transporte, comercialización, uso de semillas para siembra de planta de *cannabis*, así como los productos que los contengan en el marco de la Ley 1787 de 2016 en Colombia.

Por medio de la Resolución 579 de 2017 (Ministerio de Justicia y del Derecho) se establece el criterio de definición de los pequeños y medianos cultivadores, productores y comercializadores nacionales de *cannabis* medicinal, el mecanismo de verificación del mismo y la pérdida de tal calidad, para efectos de lo dispuesto por el Capítulo 10 del Título 11 de la Parte 8 del Libro 2 del Decreto 780 de 2016.

Para todos los procesos que involucran el tratamiento de *cannabis* se expidió el Decreto 811 de 2021 (Ministerio de salud y protección social), el cual regula actividades de exportación, importación, producción, comercialización, almacenamiento, cultivo, transporte, distribución y disposición final. En la Resolución 579 del 8 de agosto del 2018, se establece el criterio de definición de los pequeños y medianos cultivadores, productores y comercializadores nacionales de *cannabis* medicinal (Min justicia, 2017).

Para la implementación del centro de acopio se considera relevante el artículo 2.8.11.2.7.1. del decreto 811 del 2021, ya que determina las restricciones o regulaciones para la fabricación de derivados, en primer lugar, se deben registrar todos los procesos en la producción, además de tener disposición para las visitas de verificación y control que realicen las autoridades competentes.

La resolución 227 de 2022 regula y establece los aspectos en relación con las licencias, cupos y autorizaciones para el acceso seguro e informado al uso del *cannabis* y de la planta de *cannabis*, sus derivados y productos, y se establecen otras disposiciones.

La resolución 2891 de 2017 tiene como objetivo establecer tarifas para las licencias de fabricación para derivados del *cannabis*, por lo cual, una norma importante que otorga

información para que las aproximaciones y estimaciones del proyecto sean lo más conforme a la realidad.

1.4.4 Marco ambiental

El cultivo abierto del *cannabis* tiene un impacto en la provisión de recursos, debido a que los suelos, bosques y aguas se están viendo afectados por la deforestación, la erosión y la contaminación, derivados de fertilizantes, hormonas vegetales, combustibles de los generadores y plaguicidas. Por tanto, mantener un cultivo cerrado de máxima calidad para poder llevarlo al mercado, necesita la implementación de técnicas de iluminación que irradian demasiado calor, enormes cantidades de agua y el uso de gasoil, lo cual trae consecuencias al bienestar del medio ambiente (Flórez, 2022).

En el análisis del ciclo de vida del cultivo de *cannabis* de Aguilar (2020), se comprueba que se generan impactos positivos en el ambiente, es una planta que captura grandes cantidades de dióxido de carbono, logra adaptarse fácilmente a diferentes condiciones climáticas. Además, requiere poco o nada de pesticidas, reduciendo contaminaciones en el suelo y en la misma planta.

Para la disposición final de residuos generados en el proceso de transformación, se tiene en cuenta el artículo 2.8.11.2.6.4. del decreto 811 de 2021, en donde se define la manera adecuada para disponer de los residuos de *cannabis* no psicoactivo según el protocolo propio, además se considera que se debe reportar regularmente al Ministerio de Justicia y Derecho.

La resolución 1045 de 2003, tiene como objetivo presentar estrategias y metodologías para la disminución del impacto ambiental, por medio del correcto manejo de los residuos sólidos. Además, en conjunto con la resolución 1407 de 2018, en donde se determina la gestión ambiental de residuos de envases y empaques de diferentes materiales como, papel, vidrios, plástico, metal y cartón.

1.4.5 Marco conceptual

Centro de acopio: Un centro de acopio es una instalación física, permanente o temporal, destinada a la recepción de bienes o insumos adquiridos para la venta en donde se selecciona, empaqueta y prepara, para su venta (Sequera, 2014).

Cannabis sativa: Es una planta que se puede aprovechar casi en su totalidad, pues proporciona fibras textiles, combustible, alimento y también es utilizada como fuente de medicamentos (López et al., 2014).

Aceites esenciales: Producto oloroso, generalmente de composición compleja, obtenido a partir de una materia prima vegetal definida botánicamente, por destilación con vapor, por destilación seca, o por un proceso mecánico apropiado, sin calentamiento. Los aceites esenciales normalmente se separan de la fase acuosa mediante un proceso físico que no afecta significativamente a su composición (ISO 9235,2013).

Agroindustria: Agroindustria se refiere al establecimiento de vínculos entre empresas y cadenas de suministros para desarrollar, transformar y distribuir insumos específicos y productos en el sector agropecuario (Bonifaz, 2021).

Cannabidiol: El Cannabidiol es uno de los dos componentes cannabinoides más importantes de la planta de *cannabis*, que se encuentra en proporciones variables dependiendo de la cepa. Mientras que en algunas es mínimo, en otras puede ser el más abundante, o bien puede encontrarse en proporciones más o menos iguales que el THC (Fundación CANNA).

Cosecha: La cosecha es el fin de la etapa del cultivo y el inicio de la preparación o acondicionamiento para el mercado (López, 2003).

1.5 Metodología

La investigación realizada es de tipo cuantitativa con un enfoque descriptivo, puesto que se caracterizaron procesos de transformación, almacenamiento y transporte para el *cannabis* medicinal y el producto terminado, es decir, aceites esenciales. Así mismo, se diseñó el centro de acopio y transformación y su *layout*, definiendo maquinarias, estaciones de trabajo, ancho de pasillos y servicios requeridos por el personal operativo. Además, el enfoque descriptivo permite especificar las propiedades y características de las etapas más

relevantes dentro de los procesos que se intervienen en el centro de acopio, incluyendo procesos iniciales como el cultivo hasta la distribución y venta.

En cuanto a las fuentes de información utilizadas para el desarrollo de la investigación, se usan tanto fuentes primarias como secundarias, consecuencia de que se accedió a la normativa legal para el cultivo y producción de derivados del *cannabis*, informes sobre el comportamiento del mercado actual de la industria, modelos de operación para la industria en el exterior, libros y trabajos de grado relacionados con el área de estudio.

A continuación, se encuentra una tabla con los objetivos planteados para el proyecto, sus respectivas actividades y herramientas para su correcto desarrollo.

Tabla 1. Objetivos, actividades y herramientas aplicadas

Objetivos	Actividades	Herramientas
Definir las características técnicas, tecnológicas, productivas, sociales, económicas y ambientales en función de las demandas proyectadas y de la capacidad disponible de cultivos para establecer los mínimos necesarios para el diseño del centro de acopio.	<ul style="list-style-type: none"> ● Pronosticar la demanda de aceites esenciales. ● Calcular la cantidad de aceites a producir durante los 12 meses del 2024. ● Caracterizar el proceso productivo del aceite. ● Realizar la distribución en planta para el proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Previsión de la demanda y pronósticos de crecimiento. ● Correlograma ● Matriz de priorización métodos de extracción ● Matriz EIA ● Diagrama relacional de actividades ● Diagrama relacional de espacios
Definir una estrategia de operaciones conforme a las políticas y normativas actuales a partir del diseño y la caracterización del proceso de la producción de aceites esenciales con CBD.	<ul style="list-style-type: none"> ● Determinar la visión y misión del proyecto. ● Establecer la ventaja competitiva de los aceites esenciales. ● Realizar un plan de operaciones e inventarios. ● Definir la mano de obra necesaria y los requerimientos del cargo. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Plan maestro de producción (MPS). ● Balance de materia. ● Estrategia de operaciones.
Establecer los costos y beneficios asociados al centro de acopio y transformación de <i>cannabis</i> .	<ul style="list-style-type: none"> ● Calcular el costo unitario para los aceites esenciales. ● Establecer el costo de inversión para la implementación del centro de acopio. ● Hallar el precio de venta para el producto. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Análisis de costos ● Hojas de cálculo ● Estudio económico ● Indicadores financieros (VPN, TIR)

- | | | |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ● Estimar el tiempo aproximado para recuperar la inversión. | |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

Fuente: Elaboración propia (2023)

1.6 Alcances y Resultados

A continuación, se hallan los alcances del proyecto desarrollado:

- Conceptual: Se aplicarán conocimientos en ingeniería tales como la conformación de una cadena de suministros para el cáñamo, caracterización de los procesos, estimación de la posible demanda y la capacidad productiva, cálculos de costos para el centro de acopio y viabilidad financiera asociada al proyecto.
- Cronológica: El proyecto se desarrollará durante 12 meses.
- Geográfica: El trabajo investigativo se realizará en Cundinamarca.

1.7 Recursos y presupuesto

En la siguiente tabla se ven representados los recursos a utilizar para la elaboración y desarrollo del proyecto del centro de acopio para la transformación del *cannabis* en aceites esenciales.

Esta tabla tiene como objetivo la clasificación de los costos a pagar en un periodo mensual, exceptuando el lugar en el que se desarrollaran las actividades, el cual solo cuenta por una vez.

Tabla 2. Presupuesto

Recurso	Cantidad	Fuente	Costo
Investigación por parte de los estudiantes	3	Personal	\$4.500.000
Conexión a internet	3	Personal	\$216.000
Computador de uso personal	3	Personal	\$6.000.000
Licencia office	3	Universidad	\$310.000
Bases de datos	1	Universidad	\$12.000.000

Otros	-	Personal	\$1.000.000
-------	---	----------	-------------

Fuente: Elaboración propia (2023)

1.8 Cronograma

A partir de las actividades seleccionadas para el desarrollo de los objetivos, por medio de la herramienta *Project Professional*, se realizó el cronograma estimado correspondiente al proyecto de investigación. Destacando la estructura de desglose de trabajo (EDT), la duración de las actividades, el comienzo y fin de las mismas. Se contempla una duración aproximada de 187 días en total para su desarrollo.

Tabla 3. Cronograma de actividades

EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	Centro de acopio	187 días	12/12/22	16/06/23
1.1	Definir las características técnicas, tecnológicas, productivas, sociales, económicas y ambientales en función de las demandas proyectadas y de la capacidad disponible de cultivos para establecer los mínimos necesarios para el diseño del centro de acopio.	92 días	12/12/22	13/03/23
1.1.2	Calcular la cantidad de aceites a producir durante los 12 meses del 2024.	14 días	11/01/23	24/01/23
1.1.3	Caracterizar el proceso productivo del aceite.	15 días	28/01/23	11/02/23
1.1.4	Realizar la distribución en planta para el proyecto.	30 días	12/02/23	13/03/23
1.2	Definir una estrategia de operaciones conforme a las políticas y normativas actuales a partir del diseño y la caracterización del proceso de la producción de aceites esenciales con CBD.	53 días	14/03/23	5/05/23
1.2.1	Establecer el tipo de producción para los aceites esenciales.	15 días	14/03/23	28/03/23
1.2.2	Determinar las entradas y salidas del proceso.	12 días	29/03/23	9/04/23
1.2.3	Identificar los procesos de transformación para la obtención de aceites esenciales.	18 días	29/03/23	15/04/23

1.2.4	Establecer la cantidad de materias primas, operarios, máquinas y tumos para el cumplimiento de la demanda.	20 días	16/04/23	5/05/23
1.3	Establecer los costos y beneficios asociados al centro de acopio y transformación de cáñamo.	42 días	6/05/23	16/06/23
1.3.1	Calcular el costo unitario para los aceites esenciales.	10 días	6/05/23	15/05/23
1.3.2	Establecer el costo de inversión para la implementación del centro de acopio	17 días	6/05/23	22/05/23
1.3.3	Hallar el precio de venta para el producto.	5 días	23/05/23	27/05/23
1.3.4	Estimar el tiempo aproximado para recuperar la inversión.	20 días	28/05/23	16/06/23

Fuente: Elaboración propia (2023)

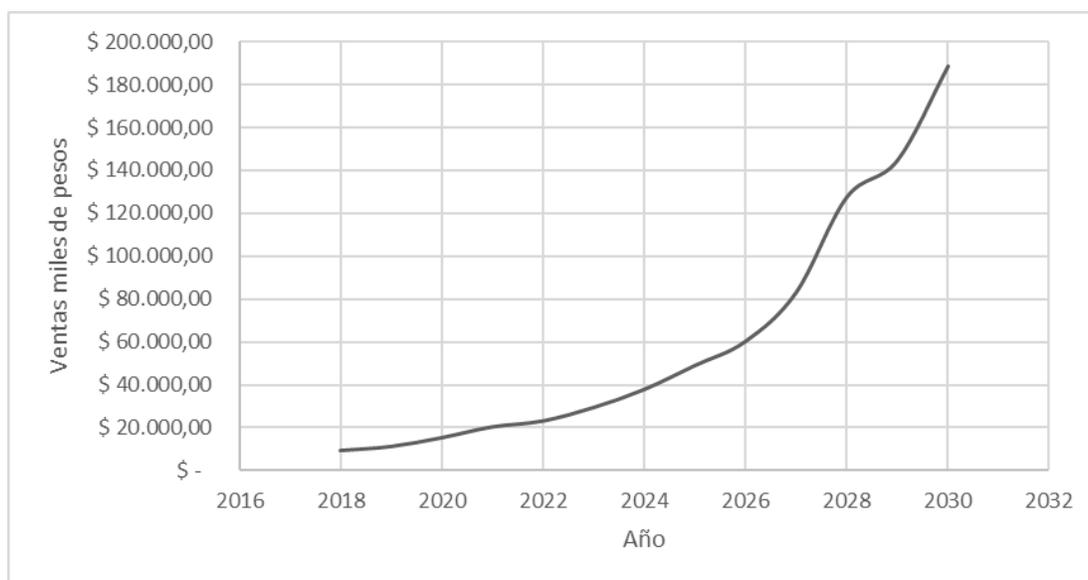
2 Requerimientos para el diseño

En el siguiente capítulo se presentan los requerimientos básicos para el diseño de centro de acopio, para ello, se estudia el estado actual del mercado de aceites esenciales a través de datos históricos de ventas y a partir de ellos, se realizan estimaciones para las ventas de los próximos diez años. Posteriormente, se definen las máquinas a utilizar y las capacidades de producción con base en la demanda esperada. Por último, con la información adquirida se determina la localización del centro de acopio y se elabora su distribución en planta.

2.1 Pronóstico de la demanda

Según el estudio de PricewaterhouseCoopers -PwC- el mercado del *cannabis* medicinal en el mundo y en Colombia continúa en crecimiento, en el año 2019 el tamaño del sector fue de 11,600 millones de dólares, PwC expone que el pronóstico para el año 2030 es positivo llegando a un valor aproximado de 188,700 millones de dólares, este crecimiento se evidencia a continuación en la figura 4.

Figura 4. Pronóstico mundial del mercado farmacéutico de *cannabis*



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de PwC (2019)

Por otra parte, PwC pronosticó el porcentaje de participación del *cannabis* medicinal dentro del sector farmacéutico en Colombia durante el período 2018-2030, sus cifras se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Peso del *cannabis* medicinal en el sector farmacéutico en Colombia

Año	Ventas (%)	Año	Ventas (%)
2019	0,5	2025	1,6
2020	0,6	2026	1,9
2021	0,8	2027	2,3
2022	0,9	2028	2,8
2023	1,1	2029	3
2024	1,3	2030	3,3

Fuente: PwC (2019)

A partir de las ventas históricas del mercado de aceites esenciales en Colombia registradas por el DANE en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) del año 2011 hasta el 2020 presentadas en la tabla 5.

Tabla 5. Ventas de aceites esenciales en Colombia en gramos

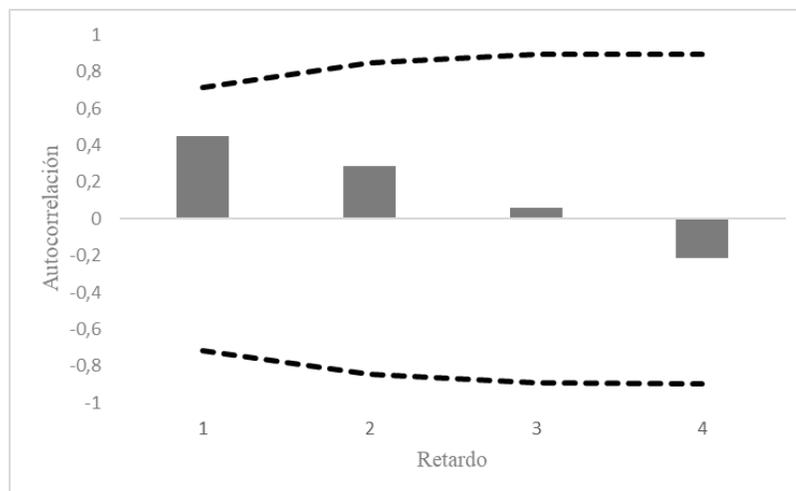
Año	Ventas
2011	352,000
2012	482,000
2013	277,000
2014	809,000
2015	192,899
2016	471,000
2017	1,001,000
2018	928,428
2019	1,369,322
2020	1,214,955

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del DANE 2011-2020

En primer lugar, se identificó el comportamiento de los datos, para hacer esto y analizar las relaciones entre los valores, se utilizó la autocorrelación simple, la cual según Hernández (2015) permite evidenciar la existencia de estacionalidades, tendencias y otros

patrones. Para identificar los patrones de estos datos se aplica la herramienta de análisis correlograma -ACF-.

Figura 5 Correlograma



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del DANE 2011-2020

Teniendo en cuenta el resultado obtenido, se evidencia que el gráfico presenta una tendencia representativa, debido a que las autocorrelaciones decaen en el tiempo, y para Pedroza de Anda (2021), esto quiere decir que la serie de tiempo presenta tendencia y no tiene estacionalidad.

Según el comportamiento de los datos se aplicaron los métodos de pronósticos que mejor se ajusten a una naturaleza de datos con tendencia y sin estacionalidad marcada, estos métodos son, promedio móvil doble, suavización exponencial simple, suavización exponencial doble y regresión lineal, el desarrollo de estos se puede evidenciar en el anexo A. Para la elección del método más adecuado se tomó el coeficiente de determinación R^2 como factor de decisión, debido a que según Rodríguez (2005) este hace referencia al grado de fiabilidad del ajuste del modelo al conjunto de datos. Los resultados de R^2 se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Coeficiente de determinación R^2

Método	R^2
--------	-------

Promedio móvil doble	0,2997
Suavización exponencial simple	0,4137
Suavización exponencial doble	0,8512
Regresión lineal	0,6506

Fuente: Elaboración propia (2023)

Según el coeficiente de determinación, el método de suavización exponencial doble es el más adecuado para realizar el pronóstico de las ventas para los próximos años hasta el año 2034. El suavizado exponencial doble consiste en realizar dos operaciones de suavizado exponencial para hallar el pronóstico. El cálculo consiste en atenuar los valores de la serie temporal y utilizar una segunda ecuación a la serie de datos suavizada obtenida en la primera ecuación (Macías, 2021).

Para realizar la primera suavización de los datos históricos, se asume un valor de $\alpha=0.4$, esto a partir de la ecuación:

Ecuación 1. Primer estimador en t

$$S'_t = \alpha X_t + (1-\alpha)S'_{t-1}$$

Fuente: Macías (2021)

Posteriormente, se realiza la segunda atenuación con base en la ecuación:

Ecuación 2. Segundo estimador en t

$$S''_t = \alpha S'_t + (1-\alpha)S''_{t-1}$$

Fuente: Macías (2021)

Luego de esto, se realiza el cálculo de a_t , ordenada de origen para un modelo lineal en el tiempo t y b_t la cual representa la pendiente de tendencia lineal en el tiempo t, calculando así:

Ecuación 3. Cálculo de a_t

$$a_t = 2 S'_t - S''_t$$

Fuente: Macías (2021)

Ecuación 4. Cálculo de b_t

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t)$$

Fuente: Macías (2021)

Finalmente, se realiza el cálculo de S_{t+m} , la cual representa el pronóstico de la demanda en el periodo $t+m$, y a través del cálculo del error medio absoluto y la herramienta de solver se estima el valor de α que representa el menor error, resultando así:

Tabla 7. Valor óptimo de alfa para el pronóstico

Alfa (α)	0.525
-------------------	-------

Fuente: Elaboración propia a partir de solver (2023)

Tabla 8. Estimación de ventas de aceites esenciales en Colombia en gramos

Año	Ventas
2023	3,261,654
2024	3,513,893
2025	3,766,132
2026	4,018,371
2027	4,270,611
2028	4,522,850
2029	4,775,089
2030	5,027,328
2031	5,279,567
2032	5,531,806
2033	5,784,045
2034	6,036,284

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del DANE 2011-2020

Garzosi et al. (2014) menciona que el porcentaje de participación de una empresa pequeña con muchos competidores similares solamente podría alcanzar de 5% a un 10% de

participación en el mercado. Por lo cual, se evalúa un escenario optimista del 7.5%, un escenario pesimista del 2% y un escenario esperado del 5% del mercado total. Para este caso, se toma el escenario pesimista de 2% debido a que, según Rico (2022) captar más de un 5% al ingresar a un mercado es un gran reto. Por otra parte, evaluar un escenario pesimista permite planificar el capital de trabajo y la financiación, además, esto posibilita tener una visión más realista a los inversores. Teniendo en cuenta esto, la demanda calculada representa 14.299 unidades de aceite de *cannabis* para el año 2024.

A partir de la estimación realizada, la demanda proyectada para el periodo 2024-2034 es la siguiente.

Tabla 9. Estimación de ventas de aceites en unidades de 5 ml

Año	Ventas
2024	14.299
2025	15.325
2026	16.351
2027	17.378
2028	18.404
2029	19.431
2030	20.457
2031	21.483
2032	22.510
2033	23.536
2034	24.563

Fuente: Elaboración propia a partir del porcentaje de participación estimado (2023)

2.2 Elección del método de extracción

A continuación, se muestra una tabla con información recolectada sobre los métodos de extracción de aceite basados en cuatro parámetros, los cuales son, rendimiento, costo de la maquinaria, costo de producción por gramo e impacto ambiental de cada método.

Tabla 10. Cuadro comparativo métodos de extracción

Método de extracción	Rendimiento (%)	Costos de maquinaria (USD)	Costos de producción (USD/g)	Impacto ambiental
Extracción por fluido supercrítico	75	\$ 49,696	1.5	Bajo
Extracción por solvente	20	\$ 1,500	1.5	Alto
Extracción por arrastre de vapor	2.2	\$ 556	3	Alto
Extracción con aceites vegetales	15	\$ 5,000.00	2.5	Bajo

Fuente: Elaboración propia a partir de Baser (2015)

A partir de los datos obtenidos, se realiza una matriz de priorización para analizar, comparar y elegir el método de extracción más adecuado para el proyecto. Teniendo en cuenta el enfoque biopsicosocial de la Universidad, se prioriza el impacto ambiental del proceso y también el rendimiento brindado por cada método, ya que, a largo plazo, este factor influye en mayor medida sobre los costos asociados a la producción del aceite u otros derivados.

Tabla 11. Matriz de priorización métodos de extracción

Método de extracción	Porcentaje de importancia	Extracción por fluido supercrítico		Extracción por solvente		Extracción por arrastre de vapor		Extracción con aceites vegetales	
		Puntaje	Ponderado	Puntaje	Ponderado	Puntaje	Ponderado	Puntaje	Ponderado
Rendimiento (%)	0.25	5	1.25	3	0.75	1	0.25	3	0.75
Costos de maquinaria	0.15	2	0.3	4	0.6	2	0.3	5	0.75
Costos de producción (\$/g)	0.2	3	0.6	3	0.6	4	0.8	4	0.8
Impacto ambiental	0.4	4	1.6	2	0.8	1	0.4	3	1.2
Total			3.75		2.75		1.75		3.5

Fuente: Elaboración propia a partir de Baser (2015)

Considerando que los factores de suma importancia son el impacto ambiental y el rendimiento del proceso, se brinda mayor porcentaje de importancia a estos. Adicionalmente,

el costo aproximado por kilogramo de materia prima es de alrededor de \$800.000 COP, por lo cual, es crucial extraer la mayor cantidad de aceite por cada kilogramo procesado con el objetivo de ser rentables. Por estos motivos, se elige el método de extracción por fluido supercrítico, ya que genera un impacto mucho menor que los otros métodos y también brinda una eficiencia mucho mayor.

2.3 Definición de producto

Una vez definido el método de extracción, se define el producto con sus características. El tamaño del aceite esencial de *cannabis* será de 5 ml con un nivel de pureza del 95%, según Morales et al. (2017) su concentración de CBD será de aproximadamente un 55% y de acuerdo con André et al. (2016) la concentración de THC será de 0,3% debido al extractor supercrítico. Logrando obtener los beneficios del cannabinoide CBD, pero sin ser psicoactivo por su despreciable porcentaje de THC. Además, según la resolución 227 de 2022, debido al bajo porcentaje de THC, no es necesaria la obtención de la licencia para la transformación de derivados de *cannabis*.

2.4 Requerimientos sociales y ambientales

El desarrollo de esta propuesta implica considerar diversos factores sociales. Estos factores son fundamentales para garantizar la aceptación social, el cumplimiento de las políticas y regulaciones, y la integración efectiva de la comunidad en el proyecto. En este sentido, se han identificado varios aspectos sociales clave que deben tenerse en cuenta durante el proceso de formulación de la propuesta, que se pueden observar en la tabla 12.

Tabla 12. Factores sociales

Factores Sociales	Consideraciones
Opinión pública y aceptación social	<ul style="list-style-type: none"> - Tener en cuenta la opinión y aceptación local. - Realizar consultas públicas y establecer un diálogo abierto con la comunidad.
Participación comunitaria	<ul style="list-style-type: none"> - Involucrar a la comunidad local en el proceso de diseño y toma de decisiones. - Realizar reuniones informativas y talleres de consulta.
Aspectos culturales y tradicionales	<ul style="list-style-type: none"> - Respetar y preservar la identidad cultural local. - Considerar la cultura y tradiciones arraigadas en la región.

Relaciones con los actores locales	- Establecer relaciones sólidas con agricultores, asociaciones agrícolas y otras partes interesadas. - Fomentar la colaboración y el intercambio de conocimientos.
Capacitación	- Promover programas de capacitación sobre el <i>cannabis</i> . - Brindar información sobre los beneficios y prácticas sostenibles del <i>cannabis</i> .
Creación de empleo y desarrollo económico	- Identificar oportunidades de empleo y desarrollo de habilidades. - Establecer estrategias para garantizar el acceso igualitario a estas oportunidades.
Responsabilidad ambiental	- Diseñar y operar el centro de manera ambientalmente sostenible. - Implementar medidas para minimizar el impacto ambiental. - Evaluar y mitigar impactos negativos potenciales.

Fuente: Elaboración propia a partir de Asocañamo (s.f.)

Con base a la información presentada, se debe evaluar la opinión pública y la aceptación social, involucrar a la comunidad local en el proceso de toma de decisiones, adaptar el diseño a los aspectos culturales de la región, establecer relaciones sólidas con los actores locales, promover la capacitación sobre el *cannabis*, buscar la manera de generar empleo equitativo y de manera responsable, y garantizar prácticas sostenibles y responsables con el medio ambiente. Al abordar estos aspectos sociales podemos tener en cuenta una propuesta de diseño que sea aceptada y beneficiosa para la comunidad (Brooks et al., 2019; Lutz, 2018; Munroe, 2019; Sullivan & Yocom, 2017).

Por otro lado, para el diseño del centro de acopio es necesario identificar los factores ambientales que se involucran en el proceso, para esto se utilizó una matriz de aspectos e impactos ambientales -EIA-, de acuerdo con Pérez (2021) permite determinar la mejor manera para controlar, minimizar los impactos e identificar las normas que se deben cumplir.

Tabla 13. Matriz EIA

Proceso	Actividad	Aspecto	Impacto	Criterios de valoración				
				Alcance	Sensibilidad pública	Duración	Severidad	Total
Recepción y revisión	Recepción materia prima	Generación de residuos (Bolsas de aluminio)	Contaminación del agua, suelo y aire	2	2	2	2	8
Molienda	Molienda de <i>cannabis</i>	Generación de residuos (Material Vegetal)	Contaminación del agua, suelo y aire	2	2	2	2	8

Extracción	Uso máquina de fluido supercrítico	Liberación de CO2	Contaminación atmosférica	1	2	2	2	7
	Uso máquina de fluido supercrítico	Fuga de CO2	Afectaciones en la salud	2	2	1	3	8

Fuente: Elaboración propia a partir de Benito (2016)

Para una mayor profundización de la matriz, la descripción de los criterios de valoración se encuentra en el anexo B. A partir de los resultados obtenidos se considera necesario determinar medidas de control para cada una de las actividades mencionadas.

Tabla 14. Medidas de control

Aspecto	Medidas de control
Generación de residuos (Bolsas de aluminio)	Separación en la fuente, tratamiento y/o disposición final, reutilización de residuos.
Generación de residuos (Material Vegetal)	Tratamiento y/o disposición final, según lo indica la norma.
Liberación de CO2	Recuperación para reutilizar en futuras extracciones, tratamiento de residuos, cumplimiento normativo.
Fuga de CO2	Capacitación del personal, uso de equipo de protección personal, ventilación adecuada, monitoreo de la exposición, mantenimiento y calibración del equipo.

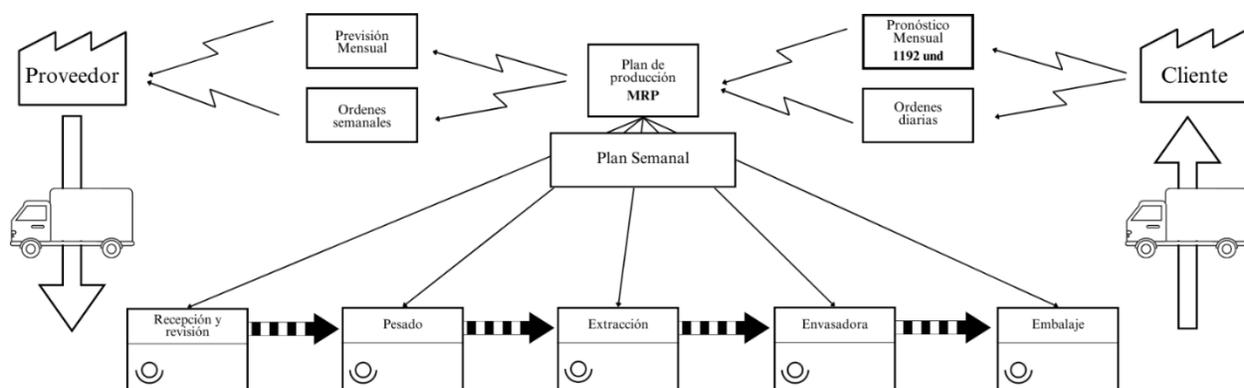
Fuente: Elaboración propia a partir de Benito (2016)

2.5 Cadena de suministro

En la figura 5 se presenta un VSM -*Value stream mapping*- en donde se encuentran las etapas y procesos que conforman la cadena de suministro a la que pertenece el centro de acopio. En cuanto a los proveedores del *cannabis* se realizó un sondeo a pequeños y medianos cultivadores de *cannabis* en Cundinamarca vinculados con Aso-cáñamo, estos son capaces de vender entre 50 y 150 Kg al mes. Es importante mencionar que dichos proveedores cuentan con las respectivas licencias y cupos para cultivos con fines medicinales, las cuales son emitidas por la Unidad Administrativa Especial de la Industria de *cannabis* -UAECIC- entidad encargada de regular la producción y el uso del *cannabis* en

el país. Para la revisión de la encuesta se puede encontrar en el anexo C. Se encontró que el precio medio del kilogramo de la planta está entre los \$270.000 y los \$800.000 dependiendo de la calidad de la misma.

Figura 6. Cadena de suministro



Fuente: Elaboración propia (2023)

2.6 Proceso productivo

El proceso productivo de los aceites esenciales de *cannabis* se plantea a partir de diferentes investigaciones que se mencionan a lo largo del documento y de la elaboración de aceites de distintas plantas aromáticas. Se consolida en los siguientes pasos:

Revisión de materia prima: De la planta *cannabis sativa* se reciben las hojas y la flor (cogollo). Para su correcto procesamiento se debe realizar un proceso de limpieza con el fin de eliminar impurezas y verificar su estado.

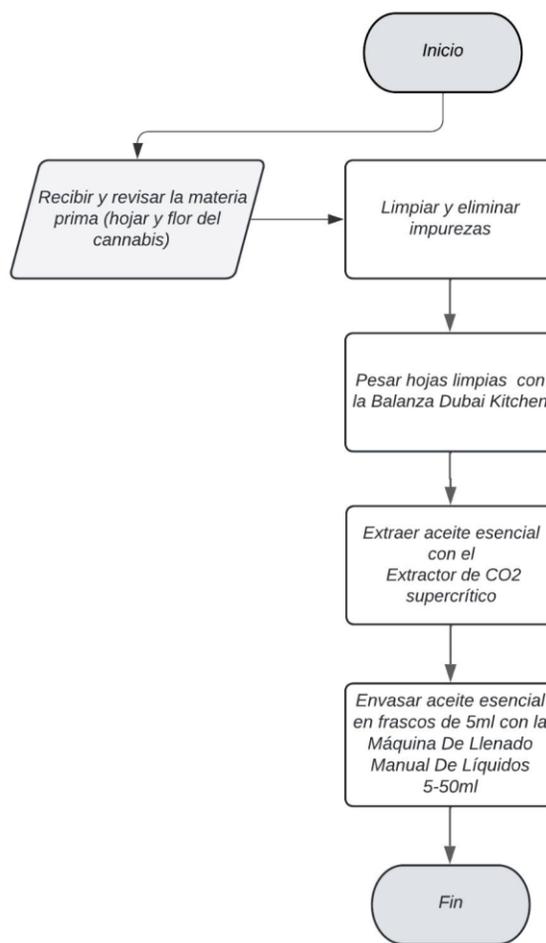
Extracción: Este se divide en diferentes momentos, pero se realizan en el mismo equipo, en primer lugar, se carga la máquina con *cannabis* seco, luego el CO₂ entra en estado supercrítico bajo la temperatura y presión óptimas, este disuelve el *cannabis*, posteriormente la mezcla se envía al separador, el CO₂ supercrítico vuelve a convertirse en gas y se almacena, el aceite esencial cae al fondo del separador para su debida recolección. El proceso que realiza el equipo se encuentra a continuación.

Envasado: Por medio de una máquina de llenado manual se realiza el envasado y posteriormente se etiqueta el recipiente. Para el aceite, el envasado debe realizarse en un frasco de vidrio oscuro, el cual no permite la entrada de luz ultravioleta, ya que esta puede afectar las propiedades del producto.

En Colombia, el etiquetado de productos de *cannabis* está regulado por el Instituto Nacional de Medicamentos y Alimentos -Invima-. Dentro de los requisitos para el etiquetado de este aceite se encuentran:

- **Identificación del producto:** Debe incluir el nombre del producto, tipo de producto, la concentración de cannabinoides y cualquier otro ingrediente relevante.
Información del fabricante: Debe incluir nombre de la empresa, dirección y número telefónico.
- **Contenido neto:** Debe informar la cantidad neta de aceite contenida por el envase (Por ejemplo, 5 ml).
- **Fecha de caducidad:** El etiquetado debe contener la fecha de producción o vencimiento y el periodo de vida útil luego de su apertura.
- **Instrucciones de uso:** Incluye, instructivo, dosificación y forma de aplicación del producto.
- **Advertencias:** Cualquier advertencia necesaria acerca del producto, como efectos secundarios, método de almacenamiento, temperatura y cualquier otra información relevante.

Figura 7. Diagrama de flujo proceso productivo aceites esenciales



Fuente: Elaboración propia a partir de Gallego & Castañeda (2004)

2.7 Maquinaria

A continuación, se presentan las máquinas a utilizar para cada proceso, para la toma de decisión se tuvo en cuenta la demanda proyectada y el porcentaje el cual quiere cubrir el centro de acopio. Las fichas técnicas de las respectivas maquinarias se encuentran en el anexo D.

Báscula: La báscula Dubai Kitchen es una herramienta de medición digital que se utiliza comúnmente en la industria del cannabis para medir el peso de las flores secas, extractos y otros productos derivados de la planta. Este modelo en particular tiene una capacidad máxima de 50 kg, con una precisión de 1 g, lo que lo hace ideal para su uso en pequeñas cantidades de cannabis.

Tabla 15. Características Báscula

Máquina	Cantidad	Características	Capacidad	Marca
Báscula	1	<p>Capacidad: Capaz de medir hasta 50 kg de hojas de <i>cannabis</i>.</p> <p>Funcionalidad: Permite la medición precisa de la masa de las hojas de <i>cannabis</i> sin incluir el peso del recipiente.</p> <p>Precisión: 1 g.</p>	Desde 1g hasta 50kg	Dubái Kitchen

Fuente: Elaboración propia a partir de Dubái Kitchen (s.f)

Extracción: El equipo que se utilizará para esta parte del proceso es el extractor de fluido de CO₂ supercrítico, distribuido por Quimicontrol, esta máquina utiliza el dióxido de carbono para extraer el aceite esencial de la hoja de cannabis. En un tanque de acero inoxidable se introduce la materia prima. Luego, se introduce el dióxido de carbono y se comprime hasta alcanzar su estado supercrítico, en este punto el compuesto se comporta con la fluidez de un líquido denso y con la fluidez de un gas.

A medida que el dióxido de carbono pasa a través del cannabis, se extrae el aceite esencial. Los compuestos extraídos se dirigen a una cámara de expansión, donde la presión se reduce y el CO₂ se evapora y se separa para un posterior uso.

Tabla 16. Características Extractor de fluido

Máquina	Cantidad	Características	Capacidad	Marca
Extractor de fluido de CO ₂ supercrítico	1	<p>Presiones: Hasta de 700 bar (10000 PSI).</p> <p>Temperatura: Hasta 150 °C.</p>	De 100mL a 2L	SFE process

Fuente: Elaboración propia a partir de QuimiControl (2023)

Envasado: La maquinaria escogida para esta operación es la envasadora VR-A03 de la marca VEVOR. Es una herramienta manual que proporciona un llenado eficiente y preciso. Su velocidad de llenado es de 10-20 veces por minuto, y el volumen de llenado es ajustable entre 5-50 ml. Su tolva de acero inoxidable es fácil de desmontar y limpiar. Además, su boquilla de llenado anti-goteo de alta calidad está hecha de acero resistente al desgaste y a altas temperaturas, lo que asegura un llenado preciso. Los interruptores

manuales controlan el volumen y la velocidad de llenado, su operación es fácil y conveniente. Esta máquina de llenado es adecuada para líquidos y aceites, y es ampliamente utilizada en las industrias farmacéutica, cosmética, pesticidas, entre otras industrias.

Tabla 17. Características Extractor de fluido supercrítico

Máquina	Cantidad	Características	Capacidad	Marca
Máquina De Llenado Manual De Líquidos	1	<p>Modelo: VR-A03</p> <p>Porcentaje de llenado: 1 %.</p> <p>Detalles: Llenado manual.</p> <p>Velocidad de llenado: 20-30 veces min.</p> <p>Volumen de llenado: 5-50ml (ajustable).</p>	De 5-50ml	VEVOR

Fuente: Elaboración propia a partir de *VEVOR ES* (s. f.)

2.8 Capacidad de producción

Con la información del pronóstico y con la maquinaria elegida para el proceso, se establecen sus capacidades por hora a partir de sus fichas técnicas.

Tabla 18. Producciones por hora para cada parte del proceso dada en kg/h

Operación	Producción por hora (Kg/h)
Recepción y selección	10
Extractor fluido supercrítico	0.1
Envasadora	4.5

Fuente: Elaboración propia a partir de fichas técnicas de cada máquina (2023)

Luego de contar con esta información, se continúa con el cálculo de la capacidad instalada y capacidad disponible, a partir de la siguiente ecuación:

Ecuación 5. Capacidad instalada

$$Ci = \sum_{i=1}^m ni \times hd \times dh - \sum_{i=1}^m ni \times gi$$

Fuente: Kalenatic (2001)

Donde:

i : Cantidad de sitios de trabajo

m : Sitios de trabajo agrupados por tipo; $i=1,2, 3, m$

ni : Cantidad de sitios de trabajo

gi : Pérdidas estándar por mantenimiento preventivo y correctivo de los sitios de trabajo de las Unidades Tecnológicas tipo i (hora/medio de trabajo)

hd : Horas día (24)

dh : Días hábiles en el año (365)

G_1 : Pérdidas estándar totales por mantenimiento preventivo de todos los sitios de trabajo activos en el sistema.

A su vez, para el cálculo de estas pérdidas, es válida la expresión:

Ecuación 6. Cálculo de G_1

$$G_1 = \sum_{i=1}^m ni \times gi$$

Fuente: Domínguez et al. (1995)

Palmer (2006) menciona que el tiempo de mantenimiento para una pequeña empresa representa alrededor del 10% del tiempo total disponible. Con base en estos referentes se procede a calcular la capacidad instalada para el proceso de producción, siendo así:

$$Ci = \sum_{i=1}^1 1 \times 24 \times 365 - \sum_{i=1}^1 1 \times 8760 \times 0.1$$

$Ci = 7884$ horas disponibles al año

Para este valor, se tuvieron en cuenta los suplementos sugeridos por la OIT – Organización Internacional del Trabajo-, según Yepes (2022) para los suplementos por

descanso se toma un estándar para condiciones normales del 5% del tiempo por necesidades personales y un 4% debido a fatiga y monotonía.

Por otra parte, Aquilano (2005) estima que las ausencias y otros factores externos pueden representar alrededor del 3% del tiempo total disponible. Teniendo en cuenta estas referencias, las pérdidas totales representan un 18% del tiempo total disponible. Una vez obtenidos dichos valores, se realiza el cálculo de la capacidad disponible para el 2024, disponiendo de 294 días hábiles y un solo turno de 8 horas para su producción.

Ecuación 7. Capacidad disponible

$$Cd = \sum_{i=1}^m ni \times ht \times nt \times dh - (G_1 + G_2 + G_3 + G_4) \frac{\text{horas}}{\text{periodo}}$$

Fuente: Chiavenato (1994)

Donde:

dh: Días hábiles en el año que se labora

ht: número de horas por turno

nt: Número de turnos de trabajo que se labora en el sitio

G2: Pérdidas estándar totales por la no asistencia de los trabajadores debido a vacaciones, incapacidades, permisos y otras ausencias justificadas y no justificadas (horas/año)

G3: Pérdidas estándar totales por factores externos organizacionales en el proceso de producción (horas/año)

G4: Pérdidas estándar totales por factores externos naturales, técnicos y económicos que conducen a paradas y esperas en los puestos de trabajo y que no dependen de los productores, sino de causas de fuerza mayor (falta de energía eléctrica, agua)

$$Cd = \sum_{i=1}^m (1 \times 8 \times 294) - (8 \times 294 \times 0.18) \frac{\text{horas}}{\text{periodo}}$$

$$Cd = 1929 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Una vez obtenidas las horas disponibles para el 2024, se procede a estimar la cantidad de mililitros de aceite esencial producido basados en la capacidad de producción de la operación cuello de botella, obteniendo así.

$$Producción\ anual = 1929 \frac{horas}{año} \times \frac{0.1kg}{hora} \times \frac{1000g}{1\ kg} \times \frac{1}{0.983g/ml} \times 75\%$$

$$Producción\ anual = 147.177\ ml$$

Posteriormente se calcula la cantidad de frascos de 5 ml obtenidos, realizando la siguiente operación:

$$Producción\ anual = \frac{147.177\ ml}{5\ ml} = 29.430\ unidades$$

2.9 Localización

Para determinar la localización se tuvieron en cuenta dos métodos; el primero es el método de factores ponderados, el cual se basa en la evaluación de distintos parámetros para determinar cuál de las locaciones permite un mejor rendimiento. Los puntos evaluados son:

- **Acceso a materias primas:** La ubicación de la planta debe ser tal que permita un fácil acceso a las materias primas necesarias para la producción. Dado que en Cundinamarca se encuentra gran parte de la oferta de *cannabis*, este será un factor clave para determinar la ubicación.
- **Cercanía al mercado:** La ubicación de la planta también debe ser tal que permita un fácil acceso a los mercados a los que se dirige la empresa, en este caso, se realiza la distribución y la localización de la planta con base en las ventas de aceites esenciales en Bogotá y Cundinamarca, por lo que, las posibles ubicaciones planteadas para el centro de acopio se encuentran en sus alrededores.
- **Costos de producción:** Se desea una ubicación donde los costos de producción sean lo más bajos posible. Esto incluye el costo de la mano de obra, el costo de los servicios públicos y otros recursos.
- **Vías de acceso:** Para el desarrollo de este y de cualquier proyecto, es fundamental tener una ubicación estratégica que permita un transporte rápido y eficiente entre los proveedores, la empresa y el mercado.

- Regulaciones políticas: Es fundamental para la empresa cumplir con las normativas, regulaciones y políticas locales, regionales y nacionales. Esto puede incluir consideraciones como las leyes de zonificación, los permisos de construcción y las normas de seguridad.
- Infraestructura y servicios: La ubicación de la planta también debe estar respaldada por una buena infraestructura y servicios, como el suministro de agua, energía eléctrica, telecomunicaciones, transporte público y servicios de emergencia.
- Disponibilidad de mano de obra: Por último, se toma en cuenta la calidad de vida de los colaboradores en estas zonas, la disponibilidad de mano de obra calificada y la facilidad para desplazarse hacia la planta de producción.

Considerando estos factores, se procede a asignar un porcentaje a cada uno de los parámetros con base en su importancia dentro del desarrollo del proyecto. La definición de los porcentajes quedó de la siguiente manera.

A partir de los valores asignados para cada factor, se procede a realizar la evaluación de tres posibles ubicaciones para la localización de la planta, los cuales son Toberín, Zona Franca Fontibón y el Parque Industrial de Siberia. Esta metodología considera la importancia de cada factor en la toma de decisión y asigna una puntuación relativa de 1 a 5 para cada uno de los ítems, lo que permite una comparación objetiva entre las opciones. En este contexto, se identificarán y evaluarán los factores críticos que afectan la ubicación de la planta de producción, y se determinará cuál de las opciones propuestas es la mejor en términos de los criterios establecidos.

Tabla 19. Evaluación de factores ponderados

Nº	Factor	Porcentaje	Toberín		Zona franca Fontibón		Parque industrial de Siberia	
			Puntaje	Ponderado	Puntaje	Ponderado	Puntaje	Ponderado
1	Acceso a materias primas	25	4	1	3	0.75	5	1.25
2	Cercanía a los mercados	15	4	0.6	3	0.45	2	0.3

3	Costos de producción	15	5	0.75	3	0.45	4	0.6
4	Vías de acceso	15	2	0.3	3	0.45	3	0.45
5	Disponibilidad de la mano de obra	12	4	0.48	3	0.36	2	0.24
6	Regulaciones políticas	10	3	0.3	5	0.5	4	0.4
7	Infraestructura y servicios	8	3	0.24	5	0.4	4	0.32
	Total			3.67		3.36		3.56

Fuente: Elaboración propia a partir de Saaty, T. L. (2008)

Según información brindada por Asocáñamo, la mayor parte de los cultivos registrados se encuentran situados en Sesquilé. Basándose en esto, se realizó una estimación sobre el costo del transporte desde Sesquilé, hasta los tres puntos a analizar, obteniendo así, menor coste de transporte en el desplazamiento hasta Toberín.

Tabla 20. Matriz comparativa para costos de transporte

Ubicaciones	Distancia a proveedor (Sesquilé)	Costo x kilómetro	Costo peajes	Costo por trayecto
Toberín	50.8	\$380	\$17,800	\$37,104
Parque Industrial Siberia	61.6	\$380	\$17,800	\$41,208
Zona Franca Fontibón	76.6	\$380	\$17,800	\$46,908

Fuente: Elaboración propia a partir Google Maps (2023)

Con base en los resultados obtenidos, la mejor opción para la localización de la planta es Toberín, esto principalmente debido a que la mayor cantidad de cultivos de *cannabis* se encuentran en Sesquilé, además de esto, la zona cuenta con opciones de arrendamiento con menores costos y con un estrato socioeconómico 2 y 3, permitiendo así que los costos asociados a los servicios públicos sean inferiores que en las otras dos opciones. Por último, la disponibilidad de mano de obra en Bogotá es mayor que en Siberia, y asimismo el transporte en esta zona es más económico y conlleva menos tiempo para los colaboradores.

A continuación, se aplicó el método de análisis de la competencia para evaluar en qué zona es mejor la macro localización para el desarrollo del centro de acopio. Para esta evaluación se tienen en cuenta diferentes factores frente a las ventajas competitivas que

tienen los competidores con base en su ubicación, y cómo esta influye en los costos y oportunidades de mercado.

En primer lugar, se tomaron en cuenta diferentes competidores dentro de la zona de Cundinamarca que se encargan de la producción y/o distribución de aceites esenciales de *cannabis*.

Identificación de la competencia:

- Khiron Life Sciences: Ubicado en Chía y Bogotá, Cundinamarca.
- Clever Leaves: Ubicado en Bogotá y Tocancipá, Cundinamarca.
- Pharma Cielo: Ubicado en Rionegro, Antioquia, con presencia en Cundinamarca.
- Medcann Colombia: Ubicado en Bogotá y Mosquera, Cundinamarca.

Recopilación y análisis de la información:

Tabla 21. Análisis de la competencia

Empresa	Ubicación	Capacidad de producción (anual)	Tamaño planta
Khiron Life Sciences	Chía y Bogotá	9 ton	9.800 m ²
Clever Leaves	Bogotá y Tocancipá	9 ton	10.000 m ²
Pharma Cielo	Rionegro, Antioquia, con presencia en Cundinamarca	12 ton	N/A
Medcann Colombia	Bogotá y Mosquera	3 ton	2.500 m ²

Fuente: Elaboración propia (2023)

Razones de ubicación:

Luego de realizar un análisis sobre la ubicación de las diferentes empresas o plantas de transformación de *cannabis* mencionadas anteriormente, se evidencia que la producción y mercado al que llegan es muy amplio y se encuentra ubicado cerca a diferentes cultivos de Cundinamarca, pero principalmente se evidencia que comercializan mucho más en estas zonas y por costos de transporte y distribución es mucho más factible ubicar sus plantas en estas localizaciones.

Por otro lado, tres de las empresas mencionadas se ubican en el norte de Bogotá, lo que hace referencia a la cercanía que esta puede tener con el mercado, ya que, se especializan principalmente en el uso de aceites de *cannabis* para tratamientos medicinales, y su público objetivo se encuentra mayormente ubicado en esta zona de la ciudad.

Evaluación:

Las zonas elegidas para posible localización del centro de acopio son: Toberín, Zona Franca en Fontibón y Parque industrial de Siberia. Estos lugares son estratégicos para la producción y distribución de los aceites esenciales de *cannabis*, ya que, se encuentran cerca tanto del mercado como de los cultivos de *cannabis*.

Teniendo en cuenta que los competidores se ubican al norte de la ciudad, se puede tomar como referente esta localización para el centro de acopio, puesto que existen otros factores como la distribución y transporte del producto final. Por otro lado, dado que los requerimientos en espacio del centro de acopio no son excesivamente altos, es mucho más fácil encontrar un lugar que cuente con las características adecuadas dentro de la ciudad, además, la distribución de la materia prima para su transformación no debe ser de cantidades muy grandes facilitando su movilidad y la de los proveedores.

Selección:

Teniendo en cuenta los factores evaluados anteriormente y a partir del análisis realizado a la competencia, se puede establecer que la mejor opción para la localización del centro de acopio es Toberín o sus alrededores, ya que se pueden encontrar diferentes alternativas para la ubicación del centro de acopio que permiten la producción y transformación del *cannabis* a aceites esenciales, además de ser una zona conveniente para comercializar el producto, por el hecho de que se encuentra cercana a otros competidores lo que facilita el alcance del mercado.

A partir del pronóstico realizado para el mercado de aceites esenciales en Colombia, se logró determinar la demanda esperada para el centro de acopio, representando así 14.299 unidades para el 2024 y 24.563 para el 2034. A pesar de que el producto no tiene características de consumo masivo, su alto precio de venta se traduce en una gran

oportunidad no solamente para ingresar al mercado de aceites esenciales, sino también para impactar otras líneas de negocio del sector del *cannabis* medicinal.

2.10 Diseño de planta

El método de producción en el cual se enfocó el proceso es la disposición en línea, puesto que según Casals et al. (2008) es la mejor opción al hacerse un solo producto continuamente. Con base en esto se utiliza la metodología de *layout* de productos y su desarrollo se presenta a continuación.

En primer lugar, se especifican las relaciones entre las actividades, incluyendo todos los procesos que necesitan de un espacio físico para su desarrollo. Para determinar esto se utiliza una tabla de códigos que ayuda a identificar el tipo de relación que se presenta.

Tabla 22. Tipo de relaciones

Código	Tipo de relación
A	Relación absolutamente importante
E	Relación especialmente importante
I	Relación importante
O	Relación ordinaria
U	Relación sin importancia
X	Relación no deseada

Fuente: Casals et al. (2008)

Cada tipo de relación se acompaña a una respectiva causa, que se determinan según el proyecto.

Tabla 23. Códigos y causas

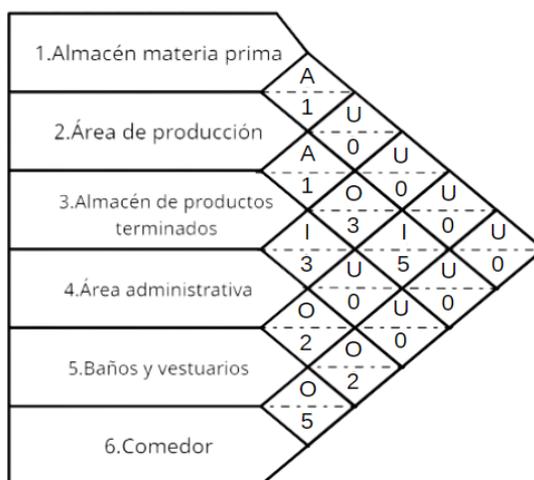
Código	Causa
1	Recorrido del material
2	Recorrido del personal
3	Inspección y control

4	Aporte de energía
5	Razones estéticas, ruidos, higiene y otras molestias

Fuente: Casals et al. (2008)

Al determinar las causas y los tipos de relaciones que se tienen entre las actividades, se presentan en el siguiente diagrama.

Figura 8. Cuadro de relaciones de actividades



Fuente: Elaboración propia (2023)

Luego de tener la relación entre las actividades se realizan diferentes diagramas relacionales para determinar cuál es la solución óptima, las respectivas iteraciones se realizaron de acuerdo con las siguientes pautas.

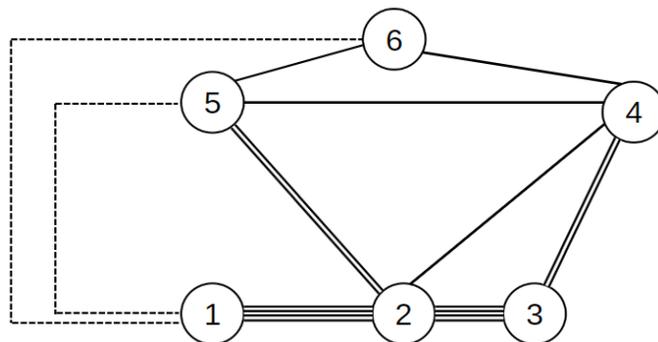
Tabla 24. Pautas diagrama relacional de actividades

Actividad	Líneas de trazado
A	4 rectas
E	3 rectas
I	2 rectas
O	1 rectas
U	-
X	Línea punteada

Fuente: Casals et al. (2008)

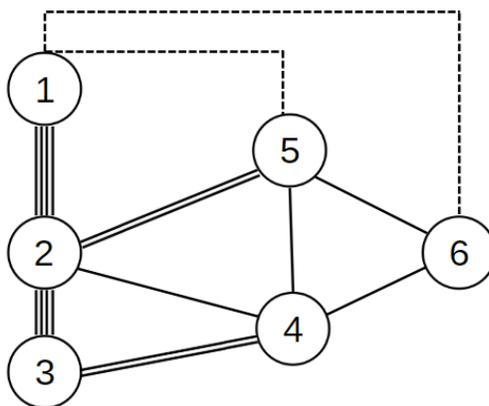
A continuación, se presentan las iteraciones de los diagramas relacionales.

Figura 9. Iteración #1 diagrama relacional de actividades



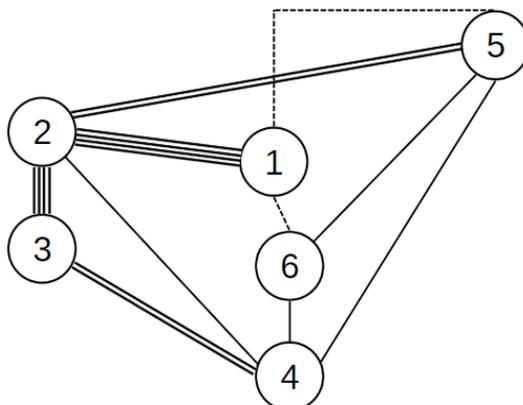
Fuente: Elaboración propia (2023)

Figura 10. Iteración #2 diagrama relacional de actividades



Fuente: Elaboración propia (2023)

Figura 11. Iteración #3 diagrama relacional de actividades



Fuente: Elaboración propia (2023)

Para la elección, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos presentados en la tabla 25, además, las actividades de tipo A y E deben ser las conexiones más cortas, las de tipo X sean las más largas y que se eviten al máximo los cruces entre líneas.

Tabla 25. Evaluación de alternativas de distribución

Criterio	Peso	Alternativas / Ponderado		
	%	1	2	3
Cercanía de materia prima con área de producción	40	4	5	4
Sencillez para el desplazamiento	20	3	4	2
Proximidad área de producción y almacén de productos terminados	40	4	4	5
Total	100	3,8	4,4	4,0

Fuente: Elaboración propia (2023)

A partir de estos requerimientos se consideró que la mejor opción para la distribución del centro de acopio es la iteración #2 brindando así un flujo adecuado de materiales durante el proceso de producción.

2.10.1 Requerimientos de espacio

Para determinar las necesidades de espacio de cada una de las áreas, se utilizó el método de Guerchet en donde según Flores (2020) se tienen en cuenta los siguientes factores:

Superficie estática (Ss): Área que ocupan las máquinas y/o muebles.

Superficie de gravitación (S_g): Superficie utilizada por el operador.

Ecuación 8. Cálculo superficie de gravitación

$$S_g = S_s * N$$

Fuente: Flores (2020)

Superficie de evolución (S_e): Espacio de reserva destinado al desplazamiento del personal, el flujo de materiales, etc. El valor de coeficiente constante -K- se tomó con base en valores establecidos para diferentes tamaños de proyecto.

Ecuación 9. Cálculo superficie de evolución

$$S_e = (S_s + S_g) * K$$

Fuente: Flores (2020)

Superficie total (S_t): Sumatoria de las anteriores superficies.

Para establecer el tamaño necesario para los diferentes espacios, se tuvo en cuenta el diseño del proceso, la demanda, y el pronóstico de producción y ventas. La superficie total se encuentra en metros cuadrados.

Tabla 26. Espacio requerido para cada una de las áreas

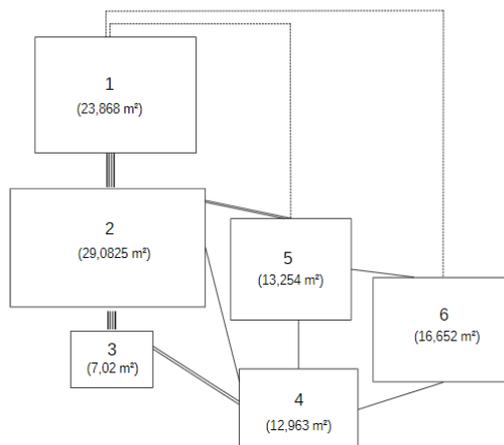
Elemento	Ss	Cantidad	N	Sg	K	Se
Almacén de materia prima						
Canastas plástico	0,56	3	2	3,36	1,5	5,04
Contenedores	0,36	5	2	3,551	1,5	5,327
Estanterías	0,27	4	2	2,16	1,5	3,24
Total	1,19		Total	9,071		13,607
St m ²				23,868		
Área de producción						
Báscula	0,2445	1	2	0,489	1,5	0,7335
Extractor	3,205	1	1	3,205	1,5	4,8075
Envasadora	2,16	1	1	2,16	1,5	3,24
Mesón	1,013	1	2	2,026	1,5	3,039
Silla laboratorio	0,46	2	1	0,92	1,5	1,38
Total	7,0825		Total	8,8		13,20

St m ²				29,0825		
Almacén de productos terminados						
Estanterías	0,27	5	2	0,27	1,5	4,05
Total	0,27		Total	0,27		4,05
St m ²				7,02		
Área administrativa						
Escritorio	1,026	1	2	2,052	1,5	3,078
Silla	0,35	3	1	1,05	1,5	1,575
Armarios de almacenamiento	0,81	1	1	0,81	1,5	1,215
Dispensador de agua	0,285	1	1	0,285	1,5	0,4275
Total	2,471		Total	4,197		6,2955
St m ²				12,963		
Baños y vestuarios						
Sanitario	0,2584	2	1	0,5168	1,5	0,7752
Lavamanos	0,1656	2	1	0,3312	1,5	0,4968
Casillero	0,96	2	1	1,92	1,5	2,88
Banca	0,45	2	2	1,8	1,5	2,7
Total	1,834		Total	4,568		6,852
St m ²				13,254		
Comedor						
Comedor	0,845	1	4	3,38	1,5	5,07
Silla	0,35	4	1	1,4	1,5	2,1
Mueble cocina	0,735	1	1	0,735	1,5	1,1025
Microondas	0,267	1	1	0,267	1,5	0,4005
Total	2,197		Total	5,782		8,673
St m ²				16,652		

Fuente: Elaboración propia (2023)

A partir de la determinación de espacios requeridos para cada área que tendrá el centro de acopio, se presenta el diagrama relacional de espacio en la figura 11, con un área total de 102,8395 metros cuadrados.

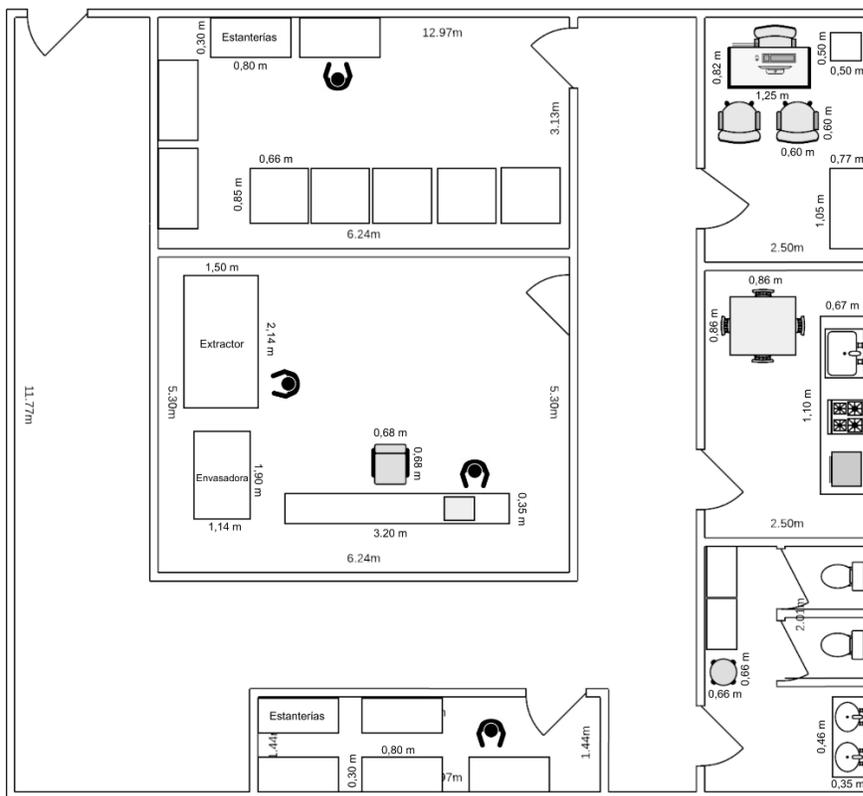
Figura 12. Diagrama relacional de espacios



Fuente: Elaboración propia (2023)

Gracias a los diferentes diagramas relacionales elaborados anteriormente, se logra establecer los mínimos necesarios en cuanto a organización y espacio de todas las áreas. A continuación, se presenta la distribución de planta final.

Figura 13. Distribución en planta final



Fuente: Elaboración propia (2023)

2.11 Hallazgos capítulo dos

Para concluir, en este capítulo se realizó un pronóstico de la demanda de aceites esenciales de *cannabis* en Cundinamarca que permitió obtener una visión clara del mercado y establecer los requerimientos básicos para el diseño de un centro de acopio y transformación. Por lo tanto, a partir del análisis de datos históricos de ventas y la aplicación de métodos de pronóstico, se proyectó la demanda para los próximos diez años. Esta información fue crucial para definir las capacidades de producción, determinar la ubicación del centro de acopio y elaborar su distribución en planta.

Además, se analizaron diferentes métodos de extracción de aceites esenciales de *cannabis*, y mediante una matriz de priorización se determinó que el método de extracción por fluido supercrítico era el más adecuado para el proyecto. Este método demostró ser altamente eficiente, ofreciendo un mayor rendimiento y un menor impacto ambiental en comparación con los otros métodos evaluados. A partir de esto, se logró establecer el producto final con sus características específicas.

Para determinar el precio medio del kilogramo de la planta y la capacidad de venta mensual de los proveedores, se realizó un sondeo entre pequeños y medianos cultivadores de *cannabis* en Cundinamarca. Estos datos fueron fundamentales para planificar la compra de la materia prima necesaria para el proceso de producción de los aceites esenciales. Además, se estableció un proceso productivo que incluía la revisión de la materia prima, el proceso de extracción y el envasado del producto final, siguiendo los lineamientos establecidos por los estándares de calidad y seguridad. Se establecieron medidas de control de calidad en cada etapa del proceso, desde la selección de la materia prima hasta el envasado final, garantizando la pureza y consistencia del producto. Además, se implementaron buenas prácticas de manufactura y se estableció un sistema de trazabilidad para asegurar la calidad y rastreabilidad del producto en cada lote producido.

3 Estrategia de operaciones

En el siguiente capítulo se realiza la estrategia de operaciones bajo la guía del libro “Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros” de Chase y Jacobs (2011), en donde en primer lugar se enmarca en la visión estratégica del centro de acopio, luego se identifican las dimensiones competitivas para posteriormente definir la producción con base a las capacidades de las operaciones junto a plataformas de apoyo, como lo es la administración de recursos humanos.

3.1 Misión

Desarrollar un centro de acopio para pequeños cultivadores de *cannabis* para la producción de aceites esenciales, permitiendo agregar valor por medio de la transformación de sus cultivos.

3.2 Visión

Para el año 2030, ser líderes en la producción de aceites esenciales de *cannabis* para pequeños cultivadores, y establecer un modelo de negocio sostenible que beneficie a Asocáñamo y a la comunidad.

3.3 Principales competidores

En el siguiente apartado se presentan los tres principales competidores dentro del mercado colombiano de aceites esenciales de *cannabis*, los cuales ofrecen productos con características similares al aceite que se producirá en el centro de acopio, ya que existen diferentes variaciones del producto como la concentración, la extracción de diferentes partes de la planta e incluso la semilla de la misma.

Natuaroma

Es una empresa colombiana, que tiene como fin mostrar el 100% de los productos naturales y orgánicos, como aceites esenciales de *cannabis*, que sirven para evitar la ansiedad, el estrés, problemas de sueño, y además ayuda a elevar el apetito, como analgésico, para prevenir el cáncer, dolores de cabeza y migraña.

Tabla 27. Características Natuaroma

Marca	Volumen	Precio
Natuaroma	5 ml	\$ 48.000

Fuente: Elaboración propia a partir de Natuaroma (s.f)

CBD Colombia

Es una empresa que mantiene la pureza y naturalidad de productos a través de un proceso de destilación y filtrado al vacío riguroso. Además, sus aceites destilados de espectro amplio contienen la mayor cantidad de cannabinoides lo que lo hace más medicinal y libre de THC, ceras, grasas y clorofila. Cuentan con disponibilidad de aceites destilados al 10%, 15%, 25%, 50% y 75%, en los siguientes tamaños: 10 ml, 30 ml, 50 ml y 100 ml.

Tabla 28. Características CBD Colombia

Marca	Volumen	Precio
CBD Colombia	10 ml	\$ 150.000

Fuente: Elaboración propia a partir de CBD Colombia (s.f)

Natural drops

Natural drops, es una empresa que se dedica a la venta de cremas y cosméticos a base de *cannabis* y otras plantas, cuenta con una gran variedad de productos con concentraciones y usos diferentes.

Tabla 29. Características Natural drops

Marca	Volumen	Precio
Natural drops	10 ml	\$ 125.000

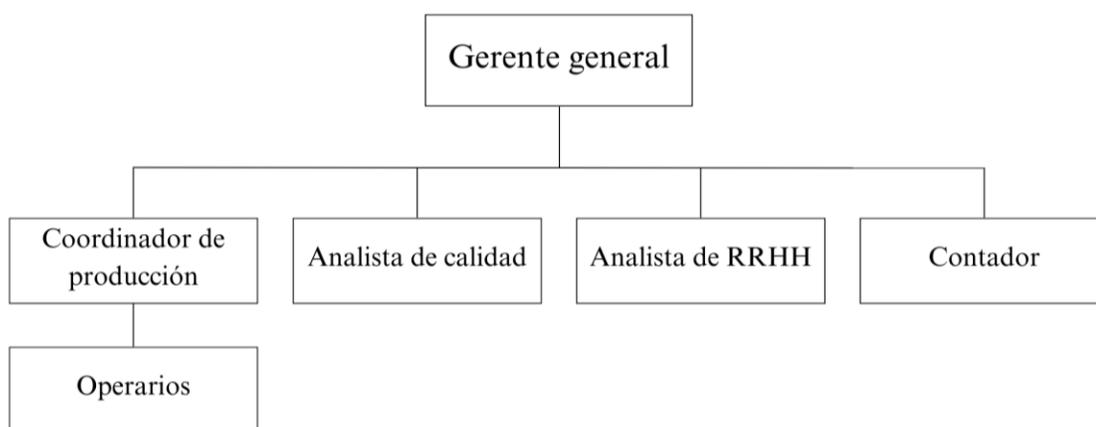
Fuente: Elaboración propia a partir de Natural drops (s.f)

3.4 Organigrama

Este organigrama tiene como objetivo proporcionar una visión clara y concisa de cómo se organiza el equipo, quiénes son los miembros clave y cómo se distribuyen las

responsabilidades. A través de este organigrama, se establece una guía para la toma de decisiones, la comunicación efectiva y el logro de los objetivos del proyecto. A continuación, se presenta una visualización clara de la jerarquía y las relaciones dentro del equipo.

Figura 14. Organigrama



Fuente: Elaboración propia (2023)

3.5 Dimensiones y requerimientos competitivos

Tradicionalmente, en el mercado de los productos cosméticos y de cuidado personal, se encontraban dos tipos de productos. Artículos masivos, los cuales se encuentran en supermercados, tiendas de cuidado personal, aseo y belleza, aquellos que representaban la mayor parte del mercado. Por otra parte, productos exclusivos, relacionados con marcas Premium, aquellos se encontraban en tiendas especializadas (Euromonitor, 2016). No obstante, en los últimos años, el poder adquisitivo y los niveles de educación de la sociedad colombiana aumentaron, lo que causó una mayor exigencia frente a la calidad entregada en cada producto. A raíz de este comportamiento del consumidor, se ha optado por diferenciar el producto principalmente por la calidad, esto alineado a las exigencias del mercado y a que el método de extracción elegido brinda una pureza mayor que la de otros métodos.

3.6 Metodología organizacional y productiva

Con base en la demanda calculada y la alta capacidad de respuesta del sistema de producción propuesto, se plantea una metodología mixta push-pull la cual permite planificar la producción con base en los pronósticos realizados, esto beneficia no solo al proyecto en temas de planificación de la producción, eficiencia del sistema y reducción de los plazos de entrega para el cliente, sino que también favorece a los proveedores, pues, podrán tener un flujo de pedidos más constantes y se podrán establecer mejores acuerdos con entre cultivadores y Aso-cáñamo (Ballou, 1991). Además de esto, teniendo en cuenta que no se cuenta con datos históricos de las ventas mensuales del sector, es posible que el mercado presente variabilidad a lo largo del año, por lo cual, tener comunicación con los clientes acerca de sus pedidos, ayudará al sistema a responder con agilidad ante estos cambios en la demanda y permitirá una reducción de inventarios que a su vez se relacionan con algunos costos del proyecto (Mecalux, s.f).

3.7 Plan maestro de producción (MPS)

A continuación, se presenta el plan maestro de producción -MPS- de los primeros seis meses del año 2024, en donde se tienen en cuenta la capacidad de producción del centro de acopio y el pronóstico de la demanda.

Tabla 30. Plan maestro de producción primeros seis meses

Meses	Aceite esencial (und)
1	1192
2	1192
3	1192
4	1192
5	1192
6	1192

Fuente: Elaboración propia (2023)

Como lo menciona Betancourt (2016) el MPS es dinámico y por lo tanto se debe realizar para horizontes de tiempo cortos, debido a eso se presenta en semanas en la tabla 31.

Tabla 31. Plan maestro de producción en semanas

Semanas	Aceite esencial (und)
1	298
2	298
3	298
4	298

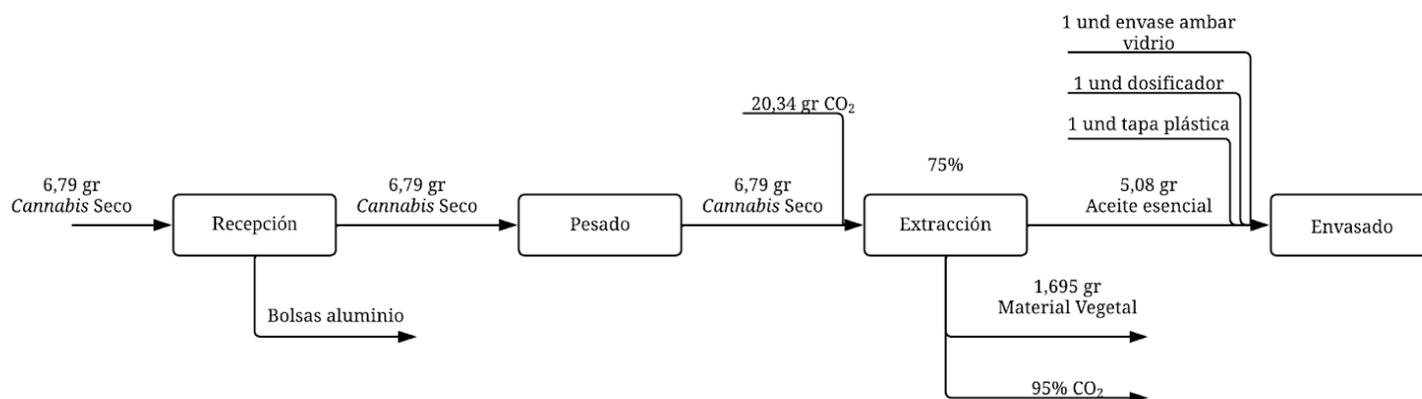
Fuente: Elaboración propia (2023)

3.8 Requerimientos de material

Con base en el proceso productivo y la demanda proyectada, se definen los requerimientos de material para la producción de los aceites esenciales. En primer lugar, se presenta el diagrama de balance de materia, el cual según Diaz (2017) es necesario para controlar las entradas y salidas del proceso, además, es de utilidad para controlar la materia prima y realizar los cálculos para la producción final.

El balance de materia muestra la cantidad necesaria para producir 5 ml de aceite esencial, lo cual es el contenido de una unidad. Este se realizó de acuerdo con diferentes referentes teóricos, como el estudio de Rovetto y Aieta (2017) en donde se indica que la cantidad de dióxido de carbono a utilizar debe ser según la relación 3:1 tres de CO₂ a uno de *cannabis*.

Figura 15. Balance de materia prima



Fuente: Elaboración propia a partir de Rovetto y Aieta (2023)

Una vez se cuenta con el balance de materia prima, se relaciona con el plan maestro de producción, definiendo los requerimientos de material para un horizonte de tiempo en semanas, con base en la demanda y producción proyectada de 298 unidades semanales.

Tabla 32. Requerimiento de material

Materia Prima	Semanas				
	Cantidad	1	2	3	4
<i>Cannabis seco</i>	6,79 gr	2023,42	2023,42	2023,42	2023,42
Dióxido de carbono	20,34 gr	6061,32	6061,32	6061,32	6061,32
Envase ámbar de vidrio	1 gr	298	298	298	298
Dosificador	1 gr	298	298	298	298
Tapa plástica	1 gr	298	298	298	298

Fuente: Elaboración propia (2023)

Es importante aclarar que para la producción de 5 ml de aceite esencial entran 20,34 gramos de dióxido de carbono, sin embargo, se recupera en el proceso el 95% de esta materia prima, por lo tanto, en el capítulo de costos únicamente se realizan los cálculos con el 5% de CO₂ que es lo que en realidad se consume.

3.9 Mano de obra productiva

En primer lugar, para calcular el número de operarios que se necesitan para la producción de los aceites esenciales se determina el *Takt Time*, para Gil (2022) es la velocidad ideal a la que se debe producir, para satisfacer todas las necesidades del mercado, luego se establecen los tiempos en segundos en los que el operario hace parte del proceso productivo, por último, con la información mencionada anteriormente se calcula la cantidad de trabajadores necesarios. El turno de trabajo se establece en 8 horas y según la proyección de la demanda se requiere una producción diaria de 74 unidades.

Ecuación 10. Cálculo *Takt Time*

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ Disponible\ por\ Turno}{Demanda\ Total\ por\ Turno}$$

$$Takt\ Time = \frac{8}{74} = 0,11\ horas$$

Fuente: Gil (2022)

Una vez se convierte el resultado en minutos, se establece que, para lograr cumplir con la demanda de 74 aceites esenciales diarios, se debe producir 1 aceite cada 6,6 minutos. A continuación, se presenta el tiempo estándar de la intervención del operario en los procesos.

Tabla 33. Tiempo estándar procesos

	Proceso	Tiempo (s)
Recepción y revisión	1	660
Pesado	2	300
Extracción	3	180
Envasadora	4	83,51
Etiquetado y embalaje	5	14,94
Total		1238,45

Fuente: Elaboración propia (2023)

Según Flores, F. (2021), un operario promedio tarda aproximadamente 11 minutos en el proceso de recepción, registro, análisis y apilamiento de la materia prima. Asimismo, el proceso de pesado y encendido de la máquina de extracción, tarda aproximadamente 5 y 3 minutos respectivamente. Por otro lado, el proceso de envasado de los frascos que contienen el aceite esencial toma un tiempo aproximado de 83,51 segundos, según Archila, H (2012), y el etiquetado y embalaje de estos tarda aproximadamente 14,94 segundos (Vera, 2018).

Se considera un tiempo total de 1238,45 segundos aproximadamente, lo que es igual a 20,64 minutos, la cantidad de operarios requeridos se obtiene del cociente entre el total del tiempo estándar y el takt time, es resultado se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 34. Cantidad de operarios

Operarios	3,13	4
-----------	------	---

Fuente: Elaboración propia (2023)

Para la producción adecuada de aceites esenciales de *cannabis* en el centro de acopio se considera necesario la existencia de 4 operarios para los diferentes procesos.

Teniendo en cuenta que el escenario previsto para las ventas del proyecto es pesimista, es posible que en algunos periodos del año se genere un incremento en la demanda de aceites, por lo cual, se propone trabajar con 4 operarios con el objetivo de contar con la capacidad de respuesta para estas situaciones. Tener esta cantidad de personal también permite una menor carga de trabajo para cada operario, lo cual puede contribuir a un ambiente laboral más saludable y reducir el estrés laboral, lo que a su vez podría traducirse en una mayor productividad general.

Con base en esta decisión, se define el siguiente plan de trabajo para los tiempos libres del cuarto operario:

3.9.1 Capacitación y desarrollo

- Mantenimiento básico de equipos: Se le proporciona entrenamiento en mantenimiento preventivo y tareas básicas de reparación en la maquinaria utilizada.
- Conocimiento de procesos: Profundizar en la comprensión de los procesos de extracción de aceites esenciales, desde una perspectiva técnica, pero con un enfoque práctico.
- Seguridad en el trabajo: Reforzar los conceptos básicos de seguridad en el trabajo, identificación de riesgos y procedimientos de emergencia.

3.9.2 Investigación y desarrollo

- Pruebas básicas de nuevos métodos: Invitar a la persona a participar en pruebas sencillas de calidad de los aceites producidos.
- Análisis de materiales y productos: Capacitar al operario para realizar pruebas sencillas de análisis de calidad, como pruebas de pureza o contenido de principios activos.

3.9.3 Mantenimiento y limpieza

- Procedimientos de limpieza y orden: Capacitar en los protocolos básicos de limpieza y organización de áreas de trabajo.
- Inspección visual de equipos: Enseñar a realizar inspecciones visuales básicas de los equipos para detectar signos de desgaste o problemas evidentes.

3.9.4 Planeación y mejora continua

- Participación en reuniones de mejora: Incluir a reuniones de mejora continua para que conozca los desafíos y las estrategias de la empresa.
- Aportes para la eficiencia: Incentivar a que el operario comparta sugerencias sencillas para mejorar procesos o reducir desperdicios basadas en su observación diaria.

3.9.5 Tareas administrativas y documentación

- Registros y reportes básicos: Enseñarle a mantener registros básicos de producción o mantenimiento, como registros de horas trabajadas, mantenimiento realizado, etc.
- Este plan se enfoca en aprovechar los conocimientos técnicos existentes de la persona mientras le proporciona oportunidades para aprender y crecer en áreas específicas relacionadas con la producción de aceites esenciales.

3.10 Inventarios

Para el inventario, se propone aplicar un sistema de revisión periódica que permita determinar el stock de seguridad, el punto de reorden y el stock máximo para las materias primas y productos terminados, esto con el objetivo de siempre tener producto terminado para la venta y con el fin de reducir los costos asociados al inventario.

3.10.1 Sistema de revisión periódica

Según Cavalcante y Martin (2017), el sistema de revisión periódica es una técnica que permite realizar recuentos y reabastecimientos de inventarios en momentos determinados y programados. Este sistema es apropiado en situaciones donde el costo de tener un control de un inventario es menor al costo de ordenar y al costo de mantener inventarios. Otro de los motivos para llevar a cabo un sistema de revisión periódica es el hecho de que el inventario a controlar es sencillo, el producto a producir cuenta con baja rotación y, además, el centro de acopio cuenta con recursos limitados para la administración de inventarios.

Para determinar el stock máximo del *cannabis* seco, se utilizaron los siguientes datos:

Tabla 35. Demanda y plazos de entrega para *cannabis* seco

Datos	Valor
Demanda anual	97.1 kg
Demanda diaria	330.24 g
Días de actividad	294
Plazo de entrega	5
Plazo máximo garantizado	10

Fuente: Elaboración propia a partir del pronóstico y del sondeo realizado (2023)

Primero se realiza el cálculo del consumo durante la entrega, resultando así:

Ecuación 11. Consumo entrega

$$\text{Consumo durante la entrega} = \text{Demanda diaria} \times \text{Plazo de entrega}$$

Fuente: Rodríguez (2011)

$$\text{Consumo durante la entrega} = 330,24 \times 5$$

$$\text{Consumo durante la entrega} = 1652 \text{ g de cannabis}$$

Teniendo en cuenta que se espera realizar 12 pedidos de *cannabis* durante el año, se realiza el cálculo de días entre pedidos a partir de la siguiente división:

Ecuación 12. Días entre pedidos

$$\text{Días entre pedidos} = \frac{\text{días hábiles}}{12 \text{ meses}}$$

Fuente: Rodríguez (2011)

$$\text{Días entre pedidos} = \frac{294 \text{ días}}{12 \text{ meses}} = 24.5 \text{ días}$$

Posteriormente, se realizó el cálculo de consumo de materia prima entre pedidos a partir de la ecuación:

Ecuación 13. Consumo entre pedidos

$$\text{Consumo entre pedidos} = \text{Demanda diaria} \times \text{Días entre pedidos}$$

Fuente: Rodríguez (2011)

$$\text{Consumo entre pedidos} = 330,24 \text{ g} \times 24 \text{ días} = 7926 \text{ g de cannabis}$$

Luego de esto, definiendo un stock de seguridad de 2 kilogramos de cannabis, se realiza la estimación del stock máximo de la materia prima, utilizando la ecuación:

Ecuación 14. Stock máximo

$$\text{Stock máximo} = \text{Stock de seguridad} + \text{consumo durante la entrega} + \text{consumo entre pedidos}$$

Fuente: Rodríguez (2011)

$$\text{Stock máximo} = 2000 \text{ g} + 1652 \text{ g} + 7926 \text{ g} = 11578 \text{ g de cannabis}$$

3.11 Seguridad Industrial

La seguridad industrial se refiere a la aplicación de medidas y prácticas para proteger la salud y seguridad de los trabajadores y prevenir accidentes y daños a la propiedad en el entorno de trabajo (*National Institute for Occupational Safety and Health* [NIOSH], 2019). En la producción de aceites esenciales por el método de extracción supercrítico, se deben seguir una serie de medidas de seguridad para garantizar la seguridad de los trabajadores y la calidad del producto. Estas medidas incluyen la implementación de protocolos de

seguridad, la capacitación de los trabajadores en el uso de equipos y la implementación de controles de calidad para asegurar la pureza del producto final. Se deben tener en cuenta los siguientes factores para la correcta implementación de seguridad industrial dentro del centro de acopio:

Evaluación de riesgos: Se debe realizar una evaluación exhaustiva de los riesgos potenciales asociados con la manipulación de *cannabis* y los productos químicos utilizados en el proceso de producción. Esto incluye la identificación de posibles riesgos de explosiones, incendios, exposición a sustancias tóxicas, entre otros (Vieira, de Oliveira, de Sá, y Lima, 2020).

Capacitación del personal: Es fundamental que el personal esté capacitado en el manejo seguro de los materiales y equipos utilizados en el proceso de producción, así como en la identificación y manejo de riesgos. Los trabajadores también deben estar familiarizados con los protocolos de emergencia en caso de accidentes o incidentes dentro de los procesos y manipulación de la materia prima (Siqueira, y da Silva, 2019).

Uso de equipos de protección personal (EPP): Se deben proporcionar y exigir el uso de equipos de protección personal adecuados para proteger a los trabajadores de sustancias químicas, vapores, humos y otros peligros asociados con la producción de aceites esenciales. Estos pueden incluir guantes, gafas de seguridad, mascarillas, entre otros (Rashid & Ramzan, 2021).

Manejo adecuado de residuos: Los residuos generados durante la producción deben ser manejados adecuadamente para evitar la contaminación y los riesgos para la salud. Se debe establecer un plan de manejo de residuos que incluya la identificación, clasificación, almacenamiento y disposición final adecuada de los residuos (Harris, 2018).

Mantenimiento regular de equipos: Es importante realizar mantenimiento y reparaciones regulares en los equipos utilizados en la producción para garantizar su seguridad y eficiencia. Los trabajadores también deben ser capacitados en el mantenimiento y la reparación de los equipos para garantizar un manejo adecuado (García et al., 2018).

Alarma de monitoreo de CO₂: Un sistema de monitoreo continuo es necesario para detectar cualquier fuga en caso de que los niveles de CO₂ se encuentren en un nivel peligroso.

Los elementos de seguridad necesarios para los procesos de manipulación y transformación del *cannabis* y aceites esenciales, así como para la prevención de accidentes o posibles riesgos, se pueden ver reflejados en la tabla 36.

Tabla 36. Elementos de seguridad

Elementos de seguridad	Descripción
Equipo de protección personal	Guantes de nitrilo Gafas de seguridad Batas de laboratorio Respiradores (si es necesario) para evitar la exposición a productos químicos.
Ventilación	Trabajar en un área bien ventilada, ya sea en un lugar al aire libre o en un laboratorio con extractores de aire o ventiladores.
Extintor de fuego	Contar con un extintor de fuego cerca en caso de emergencia. También se debe tener al alcance un extintor específicamente para CO ₂ .
Etiquetado y Señales	Etiquetado de todos los recipientes de sustancias químicas con su nombre, fecha de recepción y fecha de caducidad. Además de señales de advertencia y etiquetas de seguridad que indiquen el peligro del CO ₂ y las precauciones necesarias.
Manipulación y almacenamiento	Manipulación y almacenamiento de las sustancias químicas según las instrucciones de seguridad.
Eliminación	Desecho de las sustancias químicas según los procedimientos de eliminación adecuados y según las normas y reglamentos aplicables.

Fuente: Elaboración propia (2023)

3.12 Perfil del cargo

Dentro de los procesos de manipulación, transformación y producción de aceites esenciales de *cannabis*, se requieren diferentes conocimientos previos para que no existan accidentes o errores dentro de los procesos que se llevan a cabo. Esto teniendo en cuenta, que se deben desarrollar diferentes tareas y/o responsabilidades esenciales para la producción adecuada de aceites esenciales. Por lo tanto, a continuación, se presentan los diferentes perfiles de cargo que están involucrados en el proceso, ya que, según Chiavenato (2002) esto es de suma importancia debido a que permite mejorar las condiciones y desempeño del trabajo.

A continuación, se exponen las descripciones y formatos elaborados a partir de la información proporcionada por Ballesteros, Figueroa y Maldonado (2018), en estos se detallan los perfiles, incluyendo los requisitos principales y las responsabilidades asociadas, para los distintos cargos en el centro de acopio y transformación del cannabis.

3.12.1 Gerente general

Está a cargo de supervisar todas las operaciones, crear e implementar estrategias comerciales efectivas, debe asegurarse de que se cumplan las regulaciones y promover un entorno de trabajo colaborativo y productivo. Tiene como objetivo establecer al centro de acopio como un líder en el mercado y garantizar su éxito a largo plazo mediante el enfoque de la gestión financiera, calidad y recursos humanos.

Tabla 37. Formato perfil de cargo gerente general

Formato perfil de cargo				
Versión			1.0	
Identificación del cargo				
Organización	Asocañamo – Centro de Acopio			
Área	Gerencia			
Nombre del cargo	Gerente General			
Jefe inmediato	Ninguno			
Personal a cargo	Coordinador de producción, analista de recursos humanos, analista de calidad y contador			
Salario	\$4.000.000			
Tipo de cargo	Gerencial	Administrativo	Operativo	Comercial
	X			
Propósito general del cargo				
El gerente general debe dirigir y administrar eficientemente las operaciones del centro de acopio y transformación de cannabis. Tiene por objetivo desarrollar estrategias comerciales para alcanzar objetivos garantizando el cumplimiento normativo. Además, debe contratar, supervisar y capacitar al personal, estableciendo políticas operativas efectivas y manteniendo relaciones colaborativas con las autoridades reguladoras.				
Nivel académico				
Profesional	X	Bachiller		
Especialización		Técnico		
Maestría		Tecnólogo		
Nombre de la carrera	Administración de empresas-Ingeniería agrícola- Ingeniería industrial - Carreras Afines			
Experiencia laboral				

Profesional con 5 años de experiencia en roles de liderazgo en la industria de manufactura, preferiblemente en empresas relacionadas con la producción de derivados del <i>cannabis</i> o industria farmacéutica.				
Requisitos				
<ul style="list-style-type: none"> • Profesional en Administración de Empresas, Ingeniería Agrícola. • Habilidades de gestión, liderazgo y toma de decisiones. • Conocimiento de las regulaciones locales y nacionales relacionadas con el cannabis. • Capacidad para establecer y ejecutar estrategias comerciales. • Supervisión de todos los aspectos operativos de la planta, incluyendo producción, calidad, recursos humanos y finanzas. 				
Descripción de competencias				
#	Competencia	Nivel		
		Alto	Medio	Bajo
1	Gestión Operativa	X		
2	Planificación estratégica	X		
3	Cumplimiento normativo y conocimiento legal		X	
4	Gestión financiera		X	
5	Liderazgo	X		
Descripción de responsabilidades y funciones				
#	Responsabilidades/Funciones			
1	Supervisar y coordinar todas las operaciones de la planta.			
2	Desarrollar y ejecutar estrategias comerciales para alcanzar los objetivos de la empresa.			
3	Garantizar el cumplimiento de las regulaciones locales y estatales relacionadas con el cannabis.			
4	Administrar el presupuesto y los recursos financieros de la empresa.			
5	Mantener relaciones con las autoridades reguladoras.			
Condiciones laborales				
<ul style="list-style-type: none"> • Jornada laboral a tiempo completo (8 horas). • Ambiente de trabajo colaborativo enfocado en la excelencia de calidad. • Modalidad de trabajo híbrida. 				

Fuente: Elaboración propia (2023)

3.12.2 Coordinador de producción

Debe liderar eficientemente todas las fases del proceso productivo para garantizar la eficiencia operativa y el cumplimiento de los estándares de calidad. En sus responsabilidades se incluye la coordinación de inventario hasta el mantenimiento de los procesos, contribuyendo al éxito del centro de acopio y asegurándose de que todas las actividades de producción se realicen de manera segura y eficiente.

Tabla 38. Formato perfil de cargo coordinador de producción

Formato perfil de cargo

Versión			1.0	
Identificación del cargo				
Organización	Asocáñamo – Centro de Acopio			
Área	Producción			
Nombre del cargo	Coordinador de Producción			
Jefe inmediato	Gerente General			
Personal a cargo	Operarios			
Salario	\$2.000.000			
Tipo de cargo	Gerencial	Administrativo	Operativo	Comercial
		X		
Propósito general del cargo				
Liderar la planificación y ejecución de la producción, asegurando eficiencia y calidad. Supervisar al equipo, gestionar insumos, mantener registros, y garantizar el cumplimiento de normas de seguridad y calidad para contribuir al éxito general del centro de acopio y transformación de cannabis.				
Nivel académico				
Profesional	X	Bachiller		
Especialización		Técnico		
Maestría		Tecnólogo		
Nombre de la carrera	Ingeniería agrícola – Ingeniería industrial - Carreras Afines			
Experiencia laboral				
Profesional con 3 años de experiencia en roles de supervisión o coordinación de producción en empresas relacionadas con la industria farmacéutica, de alimentos o productos derivados del <i>cannabis</i> . Preferiblemente con conocimientos específicos sobre la extracción de aceites a partir de <i>cannabis</i> . Debe contar con experiencia en gestión de equipos, programación de líneas de producción, seguimiento de KPI y optimización de procesos.				
Requisitos				
<ul style="list-style-type: none"> • Título en Ingeniería agrícola, Ingeniería industrial o campo relacionado. • Conocimiento de técnicas de cultivo de cannabis y extracción de aceites esenciales. • Habilidades de programación y coordinación. • Asegurarse de que la producción se realice de manera eficiente y cumpla con estándares de calidad. 				
Descripción de competencias				
#	Competencia	Nivel		
		Alto	Medio	Bajo
1	Gestión de producción	X		
2	Liderazgo y supervisión	X		
3	Organización y planificación	X		
4	Gestión de recurso	X		
5	Seguridad y calidad	X		
Descripción de responsabilidades y funciones				
#	Responsabilidades/Funciones			
1	Planificar y programar la producción para cumplir con la demanda y los estándares de calidad.			
2	Supervisar el equipo de producción y garantizar la eficiencia en los procesos.			
3	Mantener registros de producción y reportar el progreso al gerente general.			

4	Coordinar la adquisición de insumos y materiales necesarios para la producción.
5	Asegurarse de que se cumplan las normas de seguridad y calidad.
Condiciones laborales	
<ul style="list-style-type: none"> • Jornada laboral a tiempo completo (8 horas). • Reporte directo al Gerente General. • Ambiente de trabajo colaborativo enfocado en la excelencia de calidad. • Modalidad de trabajo híbrida. 	

Fuente: Elaboración propia (2023)

3.12.3 Operarios

Será responsable de configurar, operar y mantener los equipos, optimizando constantemente los parámetros del proceso para garantizar la máxima eficiencia y el cumplimiento de los estándares de calidad. Debe cumplir con las reglas y normas de seguridad.

Tabla 39. Formato perfil de cargo operarios

Formato perfil de cargo				
Versión			1.0	
Identificación del cargo				
Organización	Asocáñamo – Centro de Acopio			
Área	Operativa			
Nombre del cargo	Operario			
Jefe inmediato	Coordinador de Producción			
Personal a cargo	Ninguno			
Salario	\$1.976.000			
Tipo de cargo	Gerencial	Administrativo	Operativo	Comercial
			X	
Propósito general del cargo				
Operar y mantener equipos y máquinas del centro de acopio en buen estado, realizar pruebas para optimizar procesos, ajustar parámetros para garantizar la eficiencia y seguridad, y cumplir con normas de calidad y seguridad. Contribuir al éxito del centro mediante la ejecución precisa y segura de las operaciones.				
Nivel académico				
Profesional		Bachiller		
Especialización		Técnico	X	
Maestría		Tecnólogo		
Nombre de la carrera	Técnico en operaciones – Técnicos en química industrial - Afines			
Experiencia laboral				
Experiencia de 2 años en entornos de producción, mantenimiento de equipos de producción, se valora la familiaridad con estándares de seguridad y salud en el trabajo.				
Requisitos				

	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos previos en química, producción o campos relacionados. • Conocimiento de las propiedades y características del CO2 supercrítico. • Conocimiento de los procesos de extracción de CO2 supercrítico y sus aplicaciones. • Conocimiento de las propiedades y características del cannabis y otros materiales vegetales. • Conocimiento de las normas y regulaciones de seguridad en el manejo de productos químicos. • Conocimiento de los principios de destilación y evaporación de líquidos. 			
Descripción de competencias				
#	Competencia	Nivel		
		Alto	Medio	Bajo
1	Operación de equipos	X		
2	Optimización de procesos		X	
3	Mantenimiento técnico	X		
4	Registro y documentación	X		
5	Seguridad y cumplimiento normativo	X		
Descripción de responsabilidades y funciones				
#	Responsabilidades/Funciones			
1	Configurar, operar y mantener las máquinas y equipos.			
2	Realizar pruebas y experimentos para determinar las condiciones óptimas de operación y maximizar el rendimiento del proceso.			
3	Monitorear y ajustar los parámetros de la máquina para garantizar un proceso seguro y eficiente.			
4	Realizar un mantenimiento regular de las máquinas y reparar los equipos si es necesario.			
5	Mantener registros precisos y detallados del proceso y los resultados de las pruebas.			
6	Cumplir con todas las normas y regulaciones de seguridad aplicables y seguir los procedimientos de seguridad.			
7	Ajustar los parámetros de las máquinas.			
Condiciones laborales				
	<ul style="list-style-type: none"> • Jornada laboral a tiempo completo (8 horas). • Reporte directo al Gerente General. • Empresa pequeña sin personal a cargo directo. • Ambiente de trabajo colaborativo enfocado en la excelencia de calidad. • Modalidad de trabajo presencial. 			

Fuente: Elaboración propia (2023)

3.12.4 Analista de recursos humanos

A través de una gestión eficiente de los recursos humanos, su objetivo es contribuir al éxito operativo y al cumplimiento normativo del centro de acopio. El analista de recursos humanos será responsable de supervisar todo el proceso de contratación, selección y capacitación del personal, así como de administrar políticas y procedimientos que promuevan un entorno de trabajo saludable y de cumplir con las regulaciones laborales y de

seguridad específicas de la industria del cannabis. Velará por un ambiente laboral pacífico que promueva el bienestar de los empleados.

Tabla 40. Formato perfil de cargo analista de recursos humanos

Formato perfil de cargo				
Versión			1.0	
Identificación del cargo				
Organización	Asocáñamo – Centro de Acopio			
Área	Recursos Humanos			
Nombre del cargo	Analista de recursos humanos			
Jefe inmediato	Gerente general			
Personal a cargo	Ninguno			
Salario	\$1.150.000			
Tipo de cargo	Gerencial	Administrativo	Operativo	Comercial
			X	
Propósito general del cargo				
Liderar y administrar de manera efectiva las actividades relacionadas con el capital humano y asegurarse de que se cumplan los requisitos normativos en la industria del cannabis. El objetivo, desde la contratación y selección hasta la resolución de conflictos laborales, es crear un entorno laboral conforme a las regulaciones, mejorando el bienestar de los empleados y contribuyendo al éxito continuo de la empresa.				
Nivel académico				
Profesional	X	Bachiller		
Especialización		Técnico		
Maestría		Tecnólogo		
Nombre de la carrera	Psicología – Ingeniería Industrial – Carreras Afines			
Experiencia laboral				
Profesional con 2 años de experiencia en procesos de reclutamiento, selección, contratación de personal y evaluaciones de desempeño. Además, en la creación e implementación de políticas de recursos humanos.				
Requisitos				
<ul style="list-style-type: none"> • Título universitario en psicología, ingeniería industrial o campos relacionado. • Conocimiento sólido de las regulaciones sobre seguridad y salud en el trabajo. • Habilidades de comunicación, resolución de problemas y toma de decisiones. • Capacidad para trabajar de manera autónoma y colaborativa. • Orientación al cumplimiento de objetivos y resultados. 				
Descripción de competencias				
#	Competencia	Nivel		
		Alto	Medio	Bajo
1	Conocimiento legal.	X		
2	Resolución de conflictos.	X		
3	Comunicación.	X		

4	Ética profesional.	X		
5	Adaptabilidad.		X	
6	Liderazgo.	X		
Descripción de responsabilidades y funciones				
#	Responsabilidades/Funciones			
1	Gestionar el proceso de contratación, selección y capacitación del personal.			
2	Coordinar y ejecutar el proceso de reclutamiento, selección y contratación de personal.			
3	Evaluar perfiles, realizar entrevistas y tomar decisiones informadas sobre la contratación.			
4	Administrar políticas y procedimientos de recursos humanos.			
5	Desarrollar, implementar y mantener políticas y procedimientos de recursos humanos.			
6	Garantizar que los empleados estén informados y cumplan con las políticas establecidas.			
7	Identificar y abordar problemas y conflictos laborales de manera efectiva.			
8	Colaborar con las personas para encontrar soluciones equitativas y satisfactorias ante problemas presentados.			
9	Mantenerse actualizado sobre las leyes laborales y regulaciones específicas de la industria del <i>cannabis</i> .			
10	Garantizar que la empresa cumpla con todas las normativas laborales y de seguridad aplicables.			
11	Gestionar registros actualizados de los empleados.			
12	Administrar y coordinar beneficios para empleados, asegurando la satisfacción y el cumplimiento normativo.			
Condiciones laborales				
	<ul style="list-style-type: none"> • Jornada laboral a tiempo completo (8 horas). • Reporte directo al Gerente General. • Empresa pequeña sin personal a cargo directo. • Ambiente de trabajo dinámico y enfocado en el cumplimiento normativo. • Modalidad de trabajo híbrida. 			

Fuente: Elaboración propia (2023)

3.12.5 Analista de calidad

Su objetivo principal es garantizar la integridad y conformidad de los aceites esenciales utilizando estándares y procesos de control de calidad rigurosos. Llevará a cabo pruebas y análisis para asegurar que se cumplan las normas de calidad y seguridad de la industria del cannabis. Debe garantizar la excelencia en la producción, el cumplimiento de las expectativas de los clientes y las normativas del sector, el objetivo es mantener y mejorar continuamente los estándares de calidad.

Tabla 41. Formato perfil de cargo analista de calidad

Formato perfil de cargo	
Versión	1.0

Identificación del cargo				
Organización	Asocáñamo – Centro de Acopio			
Área	Calidad			
Nombre del cargo	Analista de Calidad			
Jefe inmediato	Gerente general			
Personal a cargo	Ninguno			
Salario	\$1.150.000			
Tipo de cargo	Gerencial	Administrativo	Operativo	Comercial
			X	
Propósito general del cargo				
Asegurar la calidad y conformidad de los aceites esenciales de <i>cannabis</i> a través de la implementación de estándares rigurosos y análisis precisos. El analista de calidad se dedicará a mantener la excelencia en los procesos, identificar desviaciones y colaborar con otros para garantizar la entrega de productos que cumplen con las regulaciones y satisfacen las expectativas de calidad del centro de acopio y del mercado.				
Nivel académico				
Profesional	X	Bachiller		
Especialización		Técnico		
Maestría		Tecnólogo		
Nombre de la carrera	Ingeniería Química – Ingeniería Industrial – Carreras Afines			
Experiencia laboral				
Profesional con 2 años de experiencia en control y sistemas de gestión de calidad dentro de procesos productivos en la industria farmacéutica o afines.				
Requisitos				
<ul style="list-style-type: none"> • Título universitario en, química, ingeniería industrial o campo relacionado. • Conocimiento de las regulaciones de calidad y seguridad en la industria del <i>cannabis</i>. • Habilidades analíticas avanzadas. • Capacidad para interpretar resultados con precisión. • Autonomía y capacidad para trabajar de manera efectiva. 				
Descripción de competencias				
#	Competencia	Nivel		
		Alto	Medio	Bajo
1	Habilidades analíticas.		X	
2	Atención al detalle.	X		
3	Comunicación.	X		
4	Resolución de problemas.	X		
5	Adaptabilidad.		X	
6	Gestión de documentación.		X	
Descripción de responsabilidades y funciones				
#	Responsabilidades/Funciones			
1	Definir y mantener estándares de calidad para los productos de <i>cannabis</i> y aceites esenciales.			
2	Colaborar en la implementación de procesos que garanticen la consistencia y mejora continua.			
3	Realizar análisis y pruebas de calidad en los productos.			
4	Utilizar técnicas y metodologías específicas para asegurar la pureza, potencia y seguridad de los productos.			

5	Monitorizar los procesos de producción para identificar errores en la calidad.
6	Documentar los resultados de las pruebas y análisis realizados.
7	Generar informes periódicos sobre el estado de calidad de los productos.
8	Trabajar en colaboración con el área de producción para asegurar la calidad de los productos.
9	Proporcionar asesoramiento técnico relacionado con la calidad a los equipos de producción.
Condiciones laborales	
<ul style="list-style-type: none"> • Jornada laboral a tiempo completo (8 horas). • Reporte directo al Gerente General. • Empresa pequeña sin personal a cargo directo. • Ambiente de trabajo colaborativo y enfocado en la excelencia de calidad. • Modalidad de trabajo híbrida. 	

Fuente: Elaboración propia (2023)

3.12.6 Contador

Su objetivo es liderar las operaciones contables y financieras del centro de acopio de manera efectiva. Será responsable de administrar la contabilidad financiera, preparar y presentar declaraciones de impuestos, realizar auditorías internas y colaborar estrechamente con el gerente general para tomar decisiones financieras informadas. Además, se espera que supervise los gastos, controle los flujos de efectivo y garantice el cumplimiento estricto de las regulaciones fiscales y financieras.

Tabla 42. Formato perfil de cargo contador

Formato perfil de cargo				
Versión			1.0	
Identificación del cargo				
Organización	Asocáñamo – Centro de Acopio			
Área	Contabilidad			
Nombre del cargo	Contador			
Jefe inmediato	Gerente General			
Personal a cargo	Ninguno			
Salario	\$1.500.000			
Tipo de cargo	Gerencial	Administrativo	Operativo	Comercial
		X		
Propósito general del cargo				
Dirigir y ejecutar eficientemente la contabilidad financiera, gestionar el presupuesto y asegurar el cumplimiento de las regulaciones fiscales. Realizar auditorías internas para garantizar la integridad de la documentación financiera y colaborar estrechamente con el Gerente General para tomar decisiones financieras informadas, contribuyendo así al éxito financiero y operativo de la empresa.				
Nivel académico				

Profesional	X	Bachiller		
Especialización		Técnico		
Maestría		Tecnólogo		
Nombre de la carrera	Contabilidad – Finanzas -Carreras Afines			
Experiencia laboral				
Profesional con 2 años de experiencia en consolidación de estados financieros, normas internacionales de información financiera (NIIF), presentación de informes, impuestos, cierres financieros y reportes a entidades de control.				
Requisitos				
<ul style="list-style-type: none"> • Título en Contabilidad o Finanzas. • Conocimiento de las regulaciones fiscales y financieras relacionadas con el cannabis. • Llevar a cabo la contabilidad, declaraciones de impuestos y gestión financiera de la planta 				
Descripción de competencias				
#	Competencia	Nivel		
		Alto	Medio	Bajo
1	Contabilidad financiera	X		
2	Conocimiento fiscal		X	
3	Auditoría interna	X		
4	Asesoramiento financiero	X		
5	Gestión de flujos de efectivo	X		
Descripción de responsabilidades y funciones				
#	Responsabilidades/Funciones			
1	Llevar a cabo la contabilidad financiera y gestionar el presupuesto.			
2	Preparar y presentar declaraciones de impuestos y cumplir con las regulaciones fiscales.			
3	Realizar auditorías internas y gestionar la documentación financiera.			
4	Colaborar con el gerente general para tomar decisiones financieras informadas.			
5	Controlar los gastos y los flujos de efectivo de la empresa.			
Condiciones laborales				
<ul style="list-style-type: none"> • Jornada laboral a tiempo completo (8 horas). • Reporte directo al Gerente General. • Empresa pequeña sin personal a cargo directo. • Ambiente de trabajo colaborativo y enfocado en la excelencia de calidad. • Modalidad de trabajo híbrida. 				

Fuente: Elaboración propia (2023)

3.13 Hallazgos capítulo tres

Con base en los pronósticos de ventas calculados y el método de extracción elegido, se determinó la calidad como el diferencial del proyecto, puesto que el método de fluido supercrítico permite obtener una pureza superior al 95%.

Además de esto, el MRP permitió definir las cantidades a producir semanalmente, para posteriormente definir los tiempos estandarizados de cada operación y por medio del takt time determinar que han de ser cuatro los operarios requeridos para cumplir con la demanda esperada.

Teniendo en cuenta las principales labores a desarrollar para el correcto funcionamiento del proyecto, se definieron los cargos y responsabilidades dentro del equipo de trabajo, y posteriormente, se establecieron los perfiles de cada cargo.

4 Costos y evaluación del proyecto

4.1 Costos de inversión

Con el fin de calcular los costos totales, se deben considerar ciertas premisas, las cuales se presentan en la tabla 37. El valor de IPC, la tasa de impuestos y el factor de carga prestacional se toma según la normativa colombiana del año 2023. Según el pronóstico de ventas realizado anteriormente se determinaron las unidades vendidas del año 1 y se definió un porcentaje de crecimiento anual de 10,69%. El valor de la tasa de descuento anual es de 22% esta fue definida por Asocañamo.

Para determinar el precio de venta se analizó la demanda, los precios de los principales competidores mencionados anteriormente y los costos que se presentarán a continuación, esto según Mejía (2005) son los factores principales para la fijación del precio. Además, el incremento en el precio unitario va de la mano con el valor del IPC.

Tabla 43. Premisas para el análisis financiero

Premisas	Valor
Tasa de incremento anual IPC	12%
Factor Carga prestacional	1,52
Años depreciación CAPEX	10
Incremento anual en ventas unidades (%)	10,69%
Tasa de interés anual (Bancaria para préstamos)	33,00%
Tasa de descuento anual (Definida por el inversionista)	22%
Tasa de Impuestos	31%
Precio de venta por unidad (\$) año 1	\$ 60.000
Unidades vendidas año 1	14.299
Meses de Capital de Trabajo	3
Incremento anual en precio unitario	16%
Monto a financiar (miles de COP)	\$ 466.000
Plazo de financiación (años)	6

Fuente: Elaboración propia (2023)

Como inversión inicial se tomará un crédito de \$466.000.000 en el banco Davivienda, el cual fue seleccionado por una tasa de interés competitiva del 33% EA. Esto para cubrir las inversiones del *capital expenditure* -CAPEX- y tres meses de capital de trabajo, a continuación, se presenta la amortización del crédito.

Tabla 44. Amortización crédito

Año	Saldo Inicial	Abono Intereses	Abono Capital	Pago Anual	Saldo Final
1	\$ 466.000,00	\$ 153.780,00	\$ 33.910,33	\$ 187.690,33	\$ 432.089,67
2	\$ 432.089,67	\$ 142.589,59	\$ 45.100,74	\$ 187.690,33	\$ 386.988,92
3	\$ 386.988,92	\$ 127.706,34	\$ 59.983,99	\$ 187.690,33	\$ 327.004,93
4	\$ 327.004,93	\$ 107.911,63	\$ 79.778,71	\$ 187.690,33	\$ 247.226,23
5	\$ 247.226,23	\$ 81.584,66	\$ 106.105,68	\$ 187.690,33	\$ 141.120,55
6	\$ 141.120,55	\$ 46.569,78	\$ 141.120,55	\$ 187.690,33	\$ 0,00

Fuente: Elaboración propia (2023)

4.1.1 CAPEX

Para conocer la inversión requerida y llevar a cabo el proyecto, es necesario estimar los costos implicados en la adquisición o mantenimiento de bienes físicos y su capital de trabajo. A continuación, se encuentran datos de las principales máquinas y activos requeridos para la producción de los aceites.

Tabla 45. CAPEX de producción en miles de pesos

Activos	Valor	Depreciación
Máquina Supercrítica	\$220.000,00	\$1.833,33
Envasadora	\$881,55	\$7,35
Báscula de precisión	\$139,90	\$1,17
Estanterías	\$1.341,00	\$11,18
Canastas plásticas	\$54,00	\$0,45
Mesón	\$1.320,00	\$11,00
Silla laboratorio	\$655,80	\$5,47
Total	\$224.392,25	\$1.869,94

Fuente: Elaboración propia (2023)

Posteriormente, se realiza la estimación de los costos relacionados a activos que no están directamente relacionados con la producción de los aceites, pero son necesarios para el correcto funcionamiento del centro de acopio.

Tabla 46. CAPEX de administración en miles de pesos

Activos	Valor	Depreciación
Computadores	\$2.628,00	\$21,90
Mesas de escritorio	\$1.480,00	\$12,33
Sillas de oficina	\$1.080,00	\$9,00
Comedor	\$251,90	\$2,10
Sillas	\$119,60	\$1,00
Armario de almacenamiento	\$389,90	\$3,25
Dispensador de agua	\$649,45	\$5,41
Casillero	\$1.040,00	\$8,67
Banca	\$320,00	\$2,67
Mueble cocina	\$656,90	\$5,47
Horno microondas	\$280,00	\$2,33
Total	\$8.895,75	\$74,13

Fuente: Elaboración propia (2023)

4.1.2 Costos mano de obra directa

A partir de la cantidad de operarios requeridos, se realiza la proyección del costo por 4 operarios, teniendo en cuenta un salario base de \$1.300.000 y su respectiva carga prestacional correspondiente al 1.52 del salario, resultando así:

Tabla 47. Costos asociados a la mano de obra directa en miles de pesos

Operarios	Costo con carga prestacional	Cantidad de empleados	Costo total
	\$1.976	4	\$ 7.904

Fuente: Elaboración propia a partir de ofertas laborales en El Empleo (2023)

4.1.3 Costos mano de obra indirecta

Posteriormente, se realizó la estimación del costo de la mano de obra indirecta a partir del organigrama y de los cargos requeridos para el correcto funcionamiento de la planta, obteniendo:

Tabla 48. Costos asociados a la mano de obra indirecta en miles de pesos

Cargo	Salario base	Salario con carga prestacional
Gerente general	\$4,000.00	\$6,080.00
Coordinador de producción	\$2,000.00	\$3,040.00
Analista de calidad	\$1,500.00	\$2,280.00
Analista de RRHH	\$1,500.00	\$2,280.00
Contador	\$1,500.00	\$2,280.00
Total	\$10,500.00	\$15,960.00

Fuente: Elaboración propia a partir de ofertas laborales en El Empleo (2023)

4.1.4 Costos fijos y variables

Para llevar a cabo el funcionamiento del centro de acopio es necesario tener la disponibilidad de los servicios de energía, agua e internet, a continuación, se presenta de qué manera se obtuvieron los costos de estos servicios.

Energía:

La tarifa de energía eléctrica se tomó con base en el tarifario del mes de mayo del año 2023 y su respectiva clasificación, el cual brinda la empresa Enel y es regulado por la comisión de regulación de energía y gas -CREG-, el costo es de \$759,4 por kilovatio por hora -Kwh-. Para el cálculo del costo en energía por parte de las máquinas se realizó una valoración con base al consumo de energía registrado en la ficha técnica de cada una y las horas que estará encendida durante el mes.

Tabla 49. Costos de energía de maquinaria y equipos

Equipos	Cantidad	Consumo (kW)	Horas prendidas por mes	Energía consumida al mes	Valor energía
Máquina de extracción	1	16	200	3200	\$2.430.080

Computadores	2	0,18	200	36	\$54.677
Báscula	1	0,012	200	2,4	\$1.823
Microondas	1	1,1	50	55	\$41.767
Total					\$2.528.346

Fuente: Elaboración propia (2023)

En cuanto al costo de la iluminación como tal del centro de acopio, se tomó el valor dado por el tarifario de Enel mencionado anteriormente, además para el cálculo del consumo se tomó como referencia la norma NOM-007-ENER-2014 que establece los niveles de eficiencia energética, esta se puede encontrar en las referencias del documento, la norma menciona que el consumo es de aproximadamente 10 a 15 vatios por metro cuadrado, por lo tanto para el tamaño del centro de acopio será de 2,25 Kw, para hallar el costo se tienen en cuenta las horas que estará encendida durante el mes.

Tabla 50. Costos relacionados al servicio de energía

Energía general	Consumo (kW)	Horas prendidas por mes	Energía consumida al mes	Valor energía
	2,25	200	450	\$341.730

Fuente: Elaboración propia a partir (2023)

Agua:

La tarifa de agua se tomó sobre la base del tarifario del mes de mayo del año 2023 de la empresa acueducto de Bogotá. Para el cálculo del costo del servicio de acueducto por mes, ninguna máquina utiliza este recurso para su funcionamiento, únicamente se consideraron las necesidades para los trabajadores y para limpieza, se usó como referencia la información brindada por la Organización Mundial de la Salud -OMS-, la cual indica que una persona en promedio utiliza 100 litros de agua al día para la satisfacción de sus necesidades de consumo e higiene, además también indica que para las actividades de limpieza y mantenimiento se utiliza en promedio 1 o 2 litros por metro cuadrado.

Tabla 51. Costos relacionados al servicio de acueducto

Agua	Tarifa agua (\$)	Consumo diario (m ³)	Total, al mes (m ³)	Valor total
	\$4.490	0,55	13,75	\$61.738

Fuente: Elaboración propia a partir (2023)

A continuación, se presenta el consolidado de los costos fijos para el centro de acopio, el costo del arriendo y del internet, se definió a partir de los valores en la ubicación definida, mientras que los servicios de seguridad y de aseo se calcularon mediante una empresa que terceriza dichas labores.

Tabla 52. Costos fijos en miles de pesos

Costo fijo	Valor
Mano de obra directa	\$ 7,904.00
Arriendo	\$ 7,000.00
Luz	\$ 2,870.04
Agua	\$ 61.74
Servicio de seguridad	\$ 2,500
Servicio de aseo	\$ 2,000
Internet	\$ 120,00
Total	\$ 20,835.78

Fuente: Elaboración propia (2023)

En cuanto a los gastos fijos, se tienen en cuenta los salarios administrativos, el costo de los elementos de protección personal y gastos de publicidad. Se considera importante un valor alto de publicidad, ya que para Idrovo y Barraqueta (2015) es necesario para posicionar e incrementar la venta de los productos. Por lo tanto, el gasto se define en \$30.000.000 mensuales, este se establece de la siguiente manera, en primer lugar, con base en el estudio de Molina y Utría (2022) en el que se determina un presupuesto de estrategias de marketing digital de \$17.500.000 y, por otra parte, para la publicidad exterior se establece un presupuesto de \$12.500.000 basándose en las tarifas de los planes del Grupo SRM (2023).

Tabla 53. Gastos fijos

Gastos fijos	Valor
Mano de obra indirecta	\$15.960,00

Gafas de seguridad	\$17,85
Batas de laboratorio	\$44,85
Caja de guantes de nitrilo	\$25,80
Botas de seguridad	\$112,85
Publicidad	\$30.000,00
Total	\$46.161,35

Fuente: Elaboración propia (2023)

Para definir los costos variables por frasco de aceite esencial se tuvo en cuenta el balance de materia prima realizado junto a la cotización de los productos requeridos y mano de obra calculada de acuerdo con la producción y salarios.

Tabla 54. Costos variables por unidad

Materia prima	Valor
Flor de <i>cannabis</i> seco	\$5.432,00
CO2	\$19,30
Envase +Tapa + Tapón	\$1.200,00
Caja para el producto	\$639,00
Mano de obra	\$13.921,17
Total	\$21.211,47

Fuente: Elaboración propia (2023)

4.1.5 Flujos de caja

A continuación, se presentan los flujos del primer año de operación en meses, para este caso 2024. Se considera relevante aclarar que el tiempo que tarda la puesta en marcha del centro de acopio es bajo, debido a que no se toma tiempos de importación, ya que la maquinaria y los equipos se encuentran en Colombia, por lo tanto, se toma un tiempo preoperativo de un mes.

Tabla 55. Flujo de caja mensual primer año

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

Ventas en COP	71.520	71.520	71.520	71.220	71.520	71.520	71.520	71.520	71.520	71.520	71.520	71.520
Utilidad Neta COP	25.612	25.612	25.612	25.612	25.612	25.612	25.612	25.612	25.612	25.612	25.612	25.612
Flujo del Proyecto	29.068	29.068	29.068	29.068	29.068	29.068	29.068	29.068	29.068	29.068	29.068	29.068

Fuente: Elaboración propia (2023)

Una vez se presentan los comportamientos mensuales del primer año, se continúa con una visión general anualizada de los primeros ocho años, que es el tiempo en el cual se recupera la inversión, además incluye el año cero, donde se evidencia la inversión inicial y el préstamo. Es importante mencionar que en el costo variable unitario se toma una variación promedio del IPC, por lo tanto, este costo aumenta en el tiempo.

Tabla 56. Flujo de caja primeros ocho años

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Costo variable Unitario		\$ 21.211	\$ 23.757	\$ 26.608	\$ 29.801	\$ 33.377	\$ 37.382	\$ 41.868	\$ 46.892
Precio de Venta Unitario		\$ 60.000	\$ 69.600	\$ 80.736	\$ 93.654	\$ 108.638	\$ 126.020	\$ 146.184	\$ 169.573
Ventas en unidades		14.299	15.828	17.520	19.392	21.465	23.760	26.300	29.111
Ventas en COP		\$ 857.940	\$ 1.101.598	\$ 1.414.457	\$ 1.816.168	\$ 2.331.967	\$ 2.994.255	\$ 3.844.636	\$ 4.936.527
Costos Variables COP		\$ 303.303	\$ 376.013	\$ 466.154	\$ 577.904	\$ 716.444	\$ 888.195	\$ 1.101.121	\$ 1.365.090
Costos Fijos COP		\$ 269.469	\$ 301.806	\$ 338.022	\$ 378.585	\$ 424.015	\$ 474.897	\$ 531.885	\$ 595.711
Costos Depreciación COP		\$ 22.439	\$ 22.439	\$ 22.439	\$ 22.439	\$ 22.439	\$ 22.439	\$ 22.439	\$ 22.439
Utilidad Bruta COP		\$ 262.729	\$ 401.341	\$ 587.841	\$ 837.240	\$ 1.169.069	\$ 1.608.724	\$ 2.189.191	\$ 2.953.287
Gastos Fijos COP		\$ 553.936	\$ 620.409	\$ 694.858	\$ 778.240	\$ 871.629	\$ 976.225	\$ 1.093.372	\$ 1.224.576
Gastos Depreciación COP		\$ 890	\$ 890	\$ 890	\$ 890	\$ 890	\$ 890	\$ 890	\$ 890
Utilidad Operacional COP		-\$ 292.097	-\$ 219.958	-\$ 107.906	\$ 58.110	\$ 296.550	\$ 631.609	\$ 1.094.930	\$ 1.727.821

Intereses COP		\$ 153.780	\$ 142.590	\$ 127.706	\$ 107.912	\$ 81.585	\$ 46.570		
Utilidad antes de impuestos COP		-\$ 445.877	-\$ 362.547	-\$ 235.612	-\$ 49.802	\$ 214.965	\$ 585.039	\$ 1.094.930	\$ 1.727.821
Imporrenta COP		-\$ 138.222	-\$ 112.390	-\$ 73.040	-\$ 15.439	\$ 66.639	\$ 181.362	\$ 339.428	\$ 535.625
Utilidad Neta COP		-\$ 307.655	-\$ 250.158	-\$ 162.572	-\$ 34.363	\$ 148.326	\$ 403.677	\$ 755.501	\$ 1.192.197
Inversión CAPEX Costos COP	-\$ 224.392								
Inversión CAPEX Gastos COP	-\$ 8.896								
Capital de Trabajo COP	-\$ 281.677	-\$ 42.880	-\$ 50.202	-\$ 58.924	-\$ 69.340	-\$ 81.807	-\$ 96.765	-\$ 114.750	-\$ 136.421
Abono a capital COP	\$ 466.000	-\$ 33.910	-\$ 45.101	-\$ 59.984	-\$ 79.779	-\$ 106.106	-\$ 141.121	\$ -	\$ -
Costos Depreciación COP		\$ 22.439	\$ 22.439	\$ 22.439	\$ 22.439	\$ 22.439	\$ 22.439	\$ 22.439	\$ 22.439
Gastos Depreciación COP		\$ 890	\$ 890	\$ 890	\$ 890	\$ 890	\$ 890	\$ 890	\$ 890
Valor desecho Capex									
Flujo del Proyecto	-\$ 48.965	-\$ 361.116	-\$ 322.131	-\$ 258.151	-\$ 160.153	-\$ 16.258	\$ 189.120	\$ 664.080	\$ 1.079.104
Flujos acumulados	-\$ 48.965	-\$ 410.082	-\$ 732.213	-\$ 990.364	1.150.517	1.166.775	977.654	313.574	\$ 765.530
Margen Bruto		30,62%	36,43%	41,56%	46,10%	50,13%	53,73%	56,94%	59,83%
Utilidad Neta/Ventas		-35,86%	-22,71%	-11,49%	-1,89%	6,36%	13,48%	19,65%	24,15%
Gastos Operacionales/Ventas		64,67%	56,40%	49,19%	42,90%	37,42%	32,63%	28,46%	24,82%
Punto de equilibrio en unidades		21,82	20,62	19,51	18,48	17,52	16,63	15,80	15,02

Fuente: Elaboración propia (2023)

Posteriormente se presentan los flujos de caja anualizados de los siguientes dos, en donde se muestra los flujos positivos.

Tabla 57. Flujo de caja anualizado

	9	10
Costo variable Unitario	\$ 52.519	\$ 58.821
Precio de Venta Unitario	\$ 196.705	\$ 228.178
Ventas en unidades	32.224	35.668
Ventas en COP	\$ 6.338.521	\$ 8.138.686
Costos Variables COP	\$ 1.692.340	\$ 2.098.042
Costos Fijos COP	\$ 667.196	\$ 747.260
Costos Depreciación COP	\$ 22.439	\$ 22.439
Utilidad Bruta COP	\$ 3.956.545	\$ 5.270.946
Gastos Fijos COP	\$ 1.371.526	\$ 1.536.109
Gastos Depreciación COP	\$ 890	\$ 890
Utilidad Operacional COP	\$ 2.584.130	\$ 3.733.947
Intereses COP		
Utilidad antes de impuestos COP	\$ 2.584.130	\$ 3.733.947
Imporrenta COP	\$ 801.080	\$ 1.157.524
Utilidad Neta COP	\$ 1.783.050	\$ 2.576.424
Inversión CAPEX Costos COP		
Inversión CAPEX Gastos COP		
Capital de Trabajo COP	-\$ 162.587	\$ 1.095.353
Abono a capital COP	\$ -	\$ -
Costos Depreciación COP	\$ 22.439	\$ 22.439
Gastos Depreciación COP	\$ 890	\$ 890
Valor desecho Capex		\$ -
Flujo del Proyecto	\$ 1.643.792	\$ 3.695.105
Flujos acumulados	\$ 2.409.322	\$ 6.104.427
Margen Bruto	62,42%	64,76%
Utilidad Neta/Ventas	28,13%	31,66%
Gastos Operacionales/Ventas	21,65%	18,89%
Punto de equilibrio en unidades	14,30	13,62

Fuente: Elaboración propia (2023)

Finalmente, se realiza el cálculo de los indicadores financieros como la VPN y la TIR, además del cálculo de la relación beneficio-costo, y la cantidad de años que toma el proyecto para recuperar la inversión, resultando así:

Tabla 58. Indicadores de rentabilidad para el proyecto

Indicadores	Valor
VPN	\$ 440.853,94
TIR	30%
Relación Beneficio / Costo	10,0034
PayBack (período de recuperación)	8

Fuente: Elaboración propia (2023)

En conclusión, el proyecto presenta una TIR del 30% la cual supera la tasa de descuento esperada por los inversores. Teniendo en cuenta que la inversión se hará mayormente con un crédito de libre inversión, el cual tiene una tasa de interés del 33% EA, el proyecto continuará brindando beneficios a pesar de las altas tasas de interés del mercado. Por otra parte, el periodo de recuperación es bajo en consideración a la cantidad de dinero invertido en el proyecto.

Teniendo en cuenta la cantidad de kilogramos de *cannabis* requeridos para la producción anual, se realiza una estimación de los ingresos recibidos por los cultivadores a lo largo de los próximos 10 años.

Tabla 59. Ingresos para los cultivadores por la compra de su materia prima

Año	Kg abastecidos	Pago realizado	Costo por kg
2024	97.09	\$ 77,672,168.00	\$ 800,000.00
2025	104.06	\$ 96,564,664.00	\$ 928,000.00
2026	111.02	\$ 119,514,351.22	\$ 1,076,480.00
2027	118.00	\$ 147,344,361.74	\$ 1,248,716.80
2028	124.96	\$ 181,010,572.84	\$ 1,448,511.49
2029	131.94	\$ 221,689,364.88	\$ 1,680,273.33

2030	138.90	\$ 270,738,265.22	\$ 1,949,117.06
2031	145.87	\$ 329,807,565.91	\$ 2,260,975.79
2032	152.84	\$ 400,865,951.59	\$ 2,622,731.91
2033	159.81	\$ 486,199,289.32	\$ 3,042,369.02
2034	166.78	\$ 588,601,089.67	\$ 3,529,148.06
Total	1451.27	\$ 2,920,007,644.40	

Fuente: Elaboración propia a partir

Con base en esta estimación, los cultivadores recibirán alrededor de \$2.900 millones de pesos para el periodo 2024-2034, este dinero podrá variar en función de la demanda e inclusive con la introducción de nuevos productos a base de *cannabis*, sus ingresos aumentarán en mayor medida.

5 Conclusiones

- Se definieron las características técnicas, tecnológicas y productivas con base en la selección del método más adecuado, para este caso la extracción por fluido supercrítico y considerando los procesos adicionales para lograr el producto final, además se exponen las medidas ambientales para la preservación de los recursos y del medio ambiente. Todo en función de las demandas proyectadas por medio de la realización de pronósticos, dando como resultado una tendencia de crecimiento del 10,69% a lo largo de los años, llegando a la venta de 24.563 unidades para el año 2034, asimismo se determinó la capacidad disponible del centro de acopio, permitiendo el funcionamiento de este para cumplir con los requerimientos de la demanda de al menos diez años según el pronóstico.
- Se evidenció que la regulación implementada por el gobierno colombiano para supervisar el cultivo, producción y exportación de *cannabis* y sus derivados ha creado oportunidades tanto en términos de empleo como en la economía del país.
- Con base en los pronósticos calculados para las ventas de los próximos diez años, la maquinaria propuesta y los recursos estimados para el proyecto, se tiene la capacidad para cubrir la demanda de manera satisfactoria sin necesidad de realizar inversiones adicionales en maquinaria o recurso humano.
- A partir de la estrategia de operaciones se definieron diferentes aspectos enmarcados en la visión estratégica, como la característica diferencial del producto terminado, la cual es la calidad del aceite esencial, dada por el método de extracción y la calidad de la materia prima suministrada por los cultivadores. Adicionalmente, se entrega un plan de producción de 1192 unidades por mes, para cumplir con la demanda proyectada del año 2024, acompañado con un sistema de inventarios. Se recomienda que para llevar a cabo la estrategia de manera óptima se establece un requerimiento mínimo de cuatro operarios para el proceso productivo, además de cargos administrativos, implementos de seguridad, capacitaciones y entrenamientos detallados en la investigación.
- El proyecto cumple con su principal objetivo, el cual es apoyar a los cultivadores de *cannabis*, ya que solamente en el primer año recibirán ingresos de alrededor de 77

millones de pesos por la venta de su materia prima, y para el 2034 ya habrían recibido ingresos totales por más de \$2.600 millones de pesos.

- A través de nuestro trabajo, hemos contribuido de manera significativa al semillero Pensar en sistemas al brindar información valiosa y herramientas de investigación que han fortalecido su enfoque en el análisis de sistemas complejos. Este trabajo ha sido un punto de encuentro entre el conocimiento teórico y la aplicación práctica, además de demostrar la importancia de la colaboración interdisciplinaria y el poder de la investigación aplicada. Gracias al contacto que hemos establecido con la organización Asocáñamo, hemos podido fusionar teoría y práctica, aportando ideas viables que pueden tener un impacto real en el campo.

6 Recomendaciones

- Dada la importancia de la calidad del aceite esencial y la necesidad de mantener altos estándares, se recomienda implementar programas de formación continua para el personal, especialmente en áreas operativas y de seguridad. Esto garantizará un equipo altamente capacitado y comprometido con la excelencia en el proceso productivo.
- Considerando la regulación favorable en Colombia para la producción y exportación de cannabis, se recomienda explorar oportunidades en mercados internacionales. La expansión a mercados externos podría diversificar los ingresos y posicionar el proyecto como un jugador clave en la industria a nivel global.
- Se sugiere adoptar prácticas sostenibles en todas las etapas del proceso, desde el cultivo hasta la producción y distribución. Esto no solo cumpliría con las expectativas ambientales y sociales, sino que también podría ser un factor diferenciador en un mercado cada vez más consciente de la sostenibilidad.
- Se recomienda desarrollar e implementar estrategias de marketing digital para aumentar la visibilidad del proyecto y sus productos. El uso de plataformas en línea, redes sociales y contenido digital puede ser fundamental para llegar a audiencias específicas, educar sobre los beneficios del aceite esencial de cannabis y generar interés tanto a nivel local como internacional.
- Dado que la industria del cannabis es dinámica y evoluciona rápidamente, es importante mantenerse al tanto de las tendencias y cambios regulatorios nacionales e internacionales. Asimismo, explorar la diversificación de productos derivados del cannabis, como cremas y productos de cuidado personal. Esta estrategia puede ampliar la base de clientes y reducir la vulnerabilidad asociada a la dependencia de un solo producto.

7 Referencias

- Acueducto y alcantarillado de Bogotá - ESP. (2020). Recomendaciones para hacer uso racional del agua. <https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/general/sala-de-prensa/boletines/detalle>
- Aguilar A., Alfonso, S., Camacho, C., Franco, J. & Peña, N. (2020). Fase de diseño de un sistema de producción y comercialización de cannabis con fines medicinales para la empresa Lí Habana en el municipio de Manta, Cundinamarca. https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/6979/Aguilar_suarez_Alberto_Enrique_2020...pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Aguilar J. (2020). Análisis de ciclo de vida en cultivo de Cannabis sp. medicinal. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1882/
- Amy, B. (2022). Entrevista personal con Ben Amy.
- André CM, Hausman J-F and Guerriero G (2016) Cannabis sativa: The Plant of the Thousand and One Molecules. *Front. Plant Sci.* 7:19. doi: 10.3389/fpls.2016.00019
- Arango, O., Bolaños, F., Villota, O., Hurtado, A., & Toro, I. (2012). Optimización del rendimiento y contenido de timol del aceite esencial de orégano silvestre obtenido por arrastre con vapor. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n2/v10n2a25.pdf>
- Archila Manzo, H. W. (2012). Propuesta de mejora del proceso de fabricación de una empresa productora de aceites esenciales ubicada en la ciudad de Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala. Recuperado de <https://repositorio.uvg.edu.gt/static/flowpaper/template.html?path=/bitstream/handle/123456789/1039/Tesis-%20Alejandra%20Muralles.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Asocolcanna (2022). Encuesta de la industria del cannabis. <https://asocolcanna.org/wp-content/uploads/2022/06/EIC-Resultados-2022.pdf>
- Baca, G. (2002). Evaluación de Proyectos. (4ª. Edición). México: McGraw-Hill
- Balanza Liquidadora Electrónica 40kg Digital Gramo En Gramo. (s. f.). https://www.mercadolibre.com.co/balanza-liquidadora-electronica-40kg-digital-gramo-en-gramo/p/MCO21334743#searchVariation=MCO21334743&position=2&search_layout=stack&type=product&tracking_id=3316a164-a9f8-437b-a141-c0a75c8030a2
- Ballou, R. (1991). Logística empresarial: control y planificación.
- Ballesteros, D., Figueroa, A., & Maldonado, L. (2018). Importancia del análisis y la descripción de los perfiles de cargos en las organizaciones. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/038fb579-d363-4f7c-a463-f3cfd440f48e/>

- Banco Mundial. (2020). Datos de Colombia. Banco Mundial. <https://datos.bancomundial.org/pais/Colombia>
- Baser, K. H. C., & Buchbauer, G. (2015). *Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications*. CRC Press.
- Belton, V., & Stewart, T. (2002). *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Springer Science & Business Media.
- Benito, Y. (2016). CO2 y cambio climático. <https://www.programainvestiga.org/>
- Betancourt, D. F. (2016). Cómo hacer un plan maestro de producción (MPS). www.ingenioempresa.com/plan-maestro-produccion-mps.
- Bonifaz, L. (2021). Agroindustrias. http://instipp.edu.ec/instipp/assets/pdf/guias/manuel/s5_agroindustria.pdf
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. (2008). *Time series analysis: forecasting and control*. John Wiley & Sons.
- Brooks, E., Kosciulecki, A., Kingston, R., & Cates, S. (2019). Community-based education as a tool for promoting knowledge and support for medical cannabis. *Journal of Community Health*, 44(4), 776-782. doi:10.1007/s10900-019-00647-1
- Cannabis - Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. (s/f). Gov.co. <https://www.invima.gov.co/cannabis>
- Casado, I. (2018). Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en corriente de vapor. https://oa.upm.es/49669/1/TFG_IRENE_CASADO_VILLAVERDE.pdf
- Casals, M., Forcada, N., & Roca, X. (2008). *Diseño de complejos industriales: Fundamentos*. <https://elibro-net.ezproxy.unbosque.edu.co/es/ereader/unbosque/52170>
- Castillo, J. & Rico, J. (2020). Desarrollo de una propuesta para la obtención de un aceite de THC y/o CBD por el método de extracción con solvente. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8186/1/6151572-2020-2-IQ.pdf>
- Cavalcante, C., & Martin, X. (2017). Inventory Management: Review of Current and Future Directions. *Annals of Operations Research*, 250(2), 329-343. <https://doi.org/10.1007/s10479-015-1875-2>
- CBD Colombia (s.f). Aceites De CBD en Colombia. <https://www.cbdcolombia.com.co/>
- Chase, R. y Jacobs, F. (2014). *Administración de Operaciones, producción y cadena de suministro*. México: McGraw Hill.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R. Aquilano, N. J. (2005). *Producción y Operaciones*. Editorial McGraw-Hill.
- Chiavenato, A. (1994). *Iniciación a la planeación y control de la producción*.

- Chiavenato, I. (2002). *Gestión del talento humano*, pp. 67- 465. McGraw - Hill.
- Código postal Barrio Toberín de Usaquén. (2022). Código Postal. <https://codigopostaldecolumbia.com/bogota/usaquen/toberin/>
- DANE, Encuesta Anual Manufacturera (*EAM*). (s. f.). <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-anual-manufacturera-enam>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2020). Producción agropecuaria en diciembre de 2019. DANE. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/boletin-agropecuario-diciembre-2019.pdf>
- Díaz, F. (2017). *Fundamentos básicos de cálculos de ingeniería química con enfoque en alimentos*.
- DNP. (2017). *El campo colombiano* <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/agriculturapequarioforestal%20y%20pesca/el%20campo%20colombiano%20un%20caminio%20hacia%20el%20bienestar%20y%20la%20paz%20mtc.pdf>
- Domínguez, Machuca J.A. et al. (1995). *Dirección de Operaciones, aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*. Mc Graw Hill Interamericana.
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2018). *Fundamentals of business process management*. Springer.
- Estupiñán, C., & Lozano, H. (2021). *Estudio de Prefactibilidad para una Planta de Producción y Comercialización de Cannabis Medicinal en Pereira, Risaralda*. https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/27473/CarlosAndres_Estupi%C3%B1anIglesias%3B%20HaroldJovan_LozanoCifuentes_2021.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Euromonitor. (2019). *Reporte Prohibition Partners*.
- Flores, D. (2020). *Método de Guerchet - Caso de Aplicación*. <https://pt.slideshare.net/mumbolita/mtodo-de-guerchet-caso-de-aplicacin>
- Flórez, F. (2022). *Efectos sociales, económicos y ambientales de la industria del cannabis en Colombia*.
- Gallego, I & Castañeda, D. (2004). *Diseño conceptual de un sistema de extracción supercrítica, a escala banco, utilizando dióxido de carbono como solvente*. Universidad de EAFIT. *Resumen de los trabajos de grado desarrollados en ingeniería de procesos durante el año 2003*. Medellín
- García, J., Gracia, L., Agüero-Sánchez, A. & Yáñez-Trujillo, D. (2018). *Evaluación del riesgo de accidente en plantas de producción de aceites esenciales*. *DYNA*, 85(206), 60-67.

- Garzozzi, R., Messina, M., Moncada, C., & Ochoa, J. (2014). Planes de Negocios para emprendedores (Vol. 1 er). LATIn. http://www.emprenur.edu.uy/sites/default/files/publicaciones/small_plan_de_negocios_p
- Gil, C. (2022). Takt Time: Qué es, cómo se calcula + Ejemplo detallado. Ingenio Empresa. <https://www.ingenioempresa.com/takt-time/>
- Grupo Enel. (2023). Tarifas de energía eléctrica (\$/kWh) reguladas por la comisión de regulación de energía y gas (CREG) Mayo de 2023 <https://www.enel.com.co/content/dam/enel-co/esp/C3%BIol/personas/1-17-1/2023/tarifario-mayo-2023.pdf>
- Grupo SRM. (2023). Tarifas Grupo SRM - Año 2023 https://www.gruposrm.com/GrupoSRM_Descargas/GrupoSRM-Tarifas.pdf
- Harris, M. A. (2018). Hazardous waste management. In Occupational and Environmental Health. Springer, Cham.
- Herrera, T., Granadillo, H., & Mendoza, A. (2019). Los procesos logísticos y la administración de la cadena de suministro. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/saber/article/view/5880/5458>
- Hernández, S. (2015) Análisis de Series de Tiempo https://www.cepal.org/sites/default/files/courses/files/01_1_conociendo_una_seriede_tiempo.pdf
- Hurtado, F. (2018). Gestión logística <http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/3513/GESTION%20LOGISTICA.pdf?sequence=3>
- Idrovo, A. & Barrezueta, M. (2015). Diseño de una campaña publicitaria para posicionar e incrementar las ventas de los productos "El Samán" en el cantón Naranjal, provincia del Guayas. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9040/1/UPS-GT000797.pdf>
- ISO 14001:2015 International Organization for Standardization. (2015). Environmental management systems - Requirements with guidance for use.
- Kalenatic, D. (2001). Modelo integral y dinámico para análisis, planeación, programación y control de las capacidades productivas en empresas manufactureras. Universidad Distrital FJC. Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico. Bogotá-Colombia
- Lamb Charles, Hair Joseph y McDaniel Carl, International Thomson Editores S.A., 2002, Pág. 383.
- Lambert, R. J. (2001). The architectural application of relational diagrams. *The Journal of Architecture*, 6(3), 305-329.

- López, C. (2003). Manual Para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas. <https://www.fao.org/3/y4893s/y4893s00.htm#Contents>
- López, G., Brindis, F., Cristians, S., & Ventura, R. (2014). Cannabis sativa L., una planta singular. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-01952014000400004#
- Legis Xperta (2021). <https://www.ambitojuridico.com/noticias/congreso/laboral-y-seguridad-social/marihuana-medicinal-ya-cuenta-con-una-ley>
- Lutz, C. (2018). Community benefits and opportunities from medical marijuana. *Journal of Public Health Management and Practice*, 24(4), 402-404. doi:10.1097/PHH.0000000000000803
- Macías, R. G., (2021). Suavizamiento exponencial doble Área Académica: Ingeniería Industrial Asignatura: Logística y Cadena de Suministro. Edu.mx. <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/19896/suavizamiento-exponencial-doble.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Meana, P. (2017). Gestión de inventarios.
- Mecalux. (s/f). Sistema Push y Pull aplicado a la logística de producción. Mecalux.es. <https://www.mecalux.es/blog/push-pull-sistema>
- Mejia, C. (2005). Métodos para la determinación del precio. https://planning.com.co/bd/mercadeo_eficaz/Agosto2005.pdf
- Meléndez, L. A., Real, S. M., & Rodríguez, M. (2012). *Margarito Rodríguez Álvarez*. <http://www.cibnor.mx>
- Ministerio de salud y protección social. (2017). Decreto 613 de 2017. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Decreto%20613%20de%202017.pdf
- Ministerio de salud y protección social. (2021). Decreto 811 del 23 de julio de 2021. <https://www.minjusticia.gov.co/programas-co/cannabis-con-fines-medicinales-y-cientificos/Documents/2021/>
- Molina, D. & Utria, J. (2022). Estructura de costos para campañas de marketing digital. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/5139/molinaacostadayanaandrea-utriaorozcojes%C3%BAadolfo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Morales, P., Hurst, D. P., & Reggio, P. H. (2017). Molecular Targets of the Phytocannabinoids: A Complex Picture. *Progress in the chemistry of organic natural products*, 103, 103–131. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45541-9_4
- Munroe, R. L. (2019). Cannabis and cultural heritage: An exploratory case study from Jamaica. *International Journal of Drug Policy*, 64, 12-19. doi:10.1016/j.drugpo.2018.12.011

- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2018). Cannabis Industry: Extraction and Processing. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/cannabis/extraction.html>
- Natuaroma. (s.f). Aceite esencial de cannabis <https://www.natuaromapurchases.com/aceite-esencial-de-cannabis>
- Natural Drops. (s.f). Productos de cannabis <https://www.naturaldrops.com.co/>
- NORMA Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5355593&fecha=07/08/2014#gs_c.tab=0
- Orozco, E., Ortiz, L., & De la Hoz, R. (2017). Distribución de plantas con planeación sistemática de Layout. https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/1836/Cap_1_Distribuci%C3%B3n.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Palmer, D. (2006). Maintenance planning and scheduling handbook. McGraw-Hill Education.
- Pastrana, J. (2020). Diseño de una Planta para la Fabricación de Derivados de Cannabis en el Mercado Emergente Colombiano y Evaluación de Eficiencia del Layout Propuesto. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36809/PastranaCotrinaludyVanessa2020.PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pastrana, J. (2020). Cannabis Medicinal Oportunidad de Negocio en Colombia o Solo un Espejismo. <https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/b11dc218-e8cf-4076-a6c7-d52d1c25a8f6/content>
- Pedroza de Anda, H. (2021). Interpretación de correlogramas <https://youtu.be/bKsVkoWY2rc>
- Pérez, M. (2021). ¿Qué es la matriz de aspectos e impactos ambientales y por qué es importante? https://blog.kawak.net/mejorando_sistemas_de_gestion_iso/matriz-ambiental-aspectos-e-impactos
- PwC (2019). Colombia Productiva - Planes de negocio. <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-capacita/publicaciones/sectoriales/publicaciones-farmaceuticos/hoja-de-ruta-cannabis-medicinal-2019-2032/estudio-de-prospectiva-y-benchmarking>
- Quimicontrol S.A.S. (2023). SFE Lab: Equipos para laboratorio — Quimicontrol S.A.S. <https://www.quimicontrol.com.co/portfolio/sfe-lab-equipos-para-laboratorio/>
- Rashid, A., & Ramzan, N. (2021). Study on the occupational health hazards of essential oil production industries. Journal

- Rico, A. (2022). Editorial La República S.A.S. (2022, 28 junio). Solo se está aprovechando 13,5% de los 39,2 millones de hectáreas con potencial. Diario La República.
- Rico, J. (2022). Cannabis en América Latina, una industria millonaria. <https://www.opendemocracy.net/es/cannabis-en-america-latina-industria-millonaria/>
- Roa Gámez, J., & Rivera Camargo, J. (2017). Propuesta para el diseño y distribución de plantas para las instalaciones de producción de biopinturas mediante técnicas de ingeniería. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_industrial
- Rodríguez, E. (2005). Errores frecuentes en la interpretación del coeficiente de determinación lineal.
- Rovetto, L., & Aieta, N. (2017) Supercritical carbon dioxide extraction of cannabinoids from Cannabis sativa L. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896844617301900>
- SENA. (2012). Aceites esenciales extraídos de plantas medicinales y aromáticas.
- Sequera, D. (2014). Propuesta de diseño de un centro de acopio agrícola para el municipio de surata Santander.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98.
- Saaty, T. L. (2008). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. RWS Publications.
- Siqueira, F. B., & da Silva, J. P. (2019). *Revista de Segurança Operacional*, 11(2), 45-60.
- Sullivan, J., & Yocom, K. (2017). Community-centered collaboration and social
- Triviño, G. (2022). Value Stream Mapping aplicado al proceso gestión de demanda de requerimientos en la empresa Aseguradora Solidaria de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/81544/80864408.2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Urrutia, B (2022). La nueva regulación del cannabis para usos industriales en Colombia, de <https://bu.com.co/es/noticias-old/la-nueva-regulacion-del-cannabis-para-usos-industriales-en-colombia#>
- Vera Farías, G. K. (2018). Estandarización de los procesos manuales de etiquetado y estuchado para reducir reprocesos en una empresa que realiza reacondicionado de productos farmacéuticos. UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS. Recuperado de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625186/VERA_F_G.pdf?sequence=1
- VEVOR Máquina de Llenado Manual 5~50ml de Acero Inoxidable Máquina de Llenado de Líquido Neumática de Acero Inoxidable Manual | *VEVOR ES*. (s. f.). Vevor. https://www.vevor.es/maquina-de-llenado-de-liquidos-c_10468/maquina-de-

llenado-manual-5-50ml-llenadora-para-crema-y-cosmetica-champu-
p_010937221674

Vieira, J. R. M., de Oliveira, G. A. R., de Sá, A. G., & Lima, E. C. (2020). Analysis of terpenes and cannabinoids in cannabis sativa using GC-MS and LC-MS. *Brazilian Journal of Development*, 6(1), 313-326. Doi: 10.34117/bjdv6n1-042

Yerko, R. (s.f). Estudio de Mercado Macrolocalización
<https://es.scribd.com/document/410857489/Estudio-de-Mercado-macrolocalizacion>.

8 Anexos

Anexo A. Métodos de pronóstico de la demanda

- Móvil doble venta de aceites esenciales

Año	Ventas	mt	mt'	at	Bt	yt'	Error	Error Absoluto
2011	352000							
2012	482000							
2013	277000							
2014	809000	370333,3						
2015	192899	522666,7						
2016	471000	426299,7	439766,6	412832,8	-13466,9			
2017	1001000	490966,3	479977,6	501955,1	10988,8	399365,9	601634,1	601634,1
2018	928428	554966,3	490744,1	619188,6	64222,2	512943,9	415484,1	415484,1
2019	1369322	800142,7	615358,4	984926,9	184784,2	683410,8	685911,2	685911,2
2020	1214955	1099583,3	818230,8	1380935,9	281352,6	1169711,1	45243,9	45243,9
2021						1662288,4		

ME	437068,3
MAE	437068,3

- Suavización exponencial simple venta de aceites

Año	Ventas	Pronóstico	ME	MAE
2011	352000	352000		
2012	482000	352000	130000	130000
2013	277000	439950,1653	-162950	162950,1653
2014	809000	329707,904	479292	479292,096
2015	192899	653968,0506	-461069	461069,0506
2016	471000	342036,5183	128963	128963,4817
2017	1001000	429285,4377	571715	571714,5623
2018	928428	816073,0549	112355	112354,9451
2019	1369322	892085,6394	477236	477236,3606
2020	1214955	1214954,999	0	0,000706133
2021		1214955		

ME	186.927,49
MAE	318.661

- Suavización exponencial doble venta de aceites esenciales

Alfa	0,525
------	-------

Año	Ventas	At	At'	at	bt	Yt'	ME
2011	352000	352000	352000	352000	0		

2012	482000	420266,3283	367072,7433	473459,9133	15072,74332	352000	130000
2013	277000	345033,5113	362206,63	327860,3926	-4866,113273	488533	211532,66
2014	809000	588674,1933	412209,1354	765139,2511	50002,50538	322994	486005,72
2015	192899	380842,5064	405283,596	356401,4168	-6925,539415	815142	622242,76
2016	471000	428186,5146	410340,4054	446032,6237	5056,809426	349476	121524,12
2017	1001000	728985,5412	480695,0951	977275,9874	70354,68962	451089	549910,57
2018	928428	833717,8826	558640,1375	1108795,628	77945,04247	1047631	119202,68
2019	1369322	1114977,317	681475,6219	1548479,013	122835,4844	1186741	182581,33
2020	1214955	1167478,158	788781,693	1546174,623	107306,0711	1671314	456359,50
2021	2068033	1640382,62	976809,4148	2303955,826	188027,7217	1653481	414552,42
2022	2552258	2119231,729	1229048,531	3009414,927	252239,1158	2491984	60274,45
2023	3036483	2600903,797	1531944,89	3669862,704	302896,359	3261654	225171,15

MAE	298.279,78
-----	------------

- Regresión lineal venta de aceites esenciales

Ecuación de la recta

$$y = 109631x + 106791$$

Año	Pronóstico
2011	216422
2012	326053
2013	435684
2014	545315
2015	654946
2016	764577
2017	874208
2018	983839

2019	1093470
2020	1203101
2021	1312732
2022	1422363
2023	1531994

Anexo B. Explicación criterios de valoración matriz EIA

Criterio de valoración	Explicación
Alcance	Área de influencia del impacto -1 Puesto de trabajo -2 Más de un área
Sensibilidad pública	Grado de afectación a la población -1 No -2 Si
Duración	Permanencia del efecto -1 Temporal -2 Permanente
Severidad	Gravedad del daño -1 Baja -2 Media -3 Alta

Anexo C. Encuesta cultivadores

Nombre de su negocio	¿Actualmente cuenta usted con cultivos de <i>cannabis</i> para la venta?	¿Estaría dispuesto a vender las hojas y las flores de sus cultivos de <i>cannabis</i> para transformarlos en aceites esenciales?	Si su respuesta a la pregunta anterior fue "si", ¿Qué cantidad estaría dispuesto a vender?	¿A qué precio estaría dispuesto en vender las hojas y flores de sus cultivos de <i>cannabis</i> ?
I&I	Si	Sí	Cuantos kg necesit	250usd kg cbd. Y 350 usd thc
GREEN ESSENCE	Si	No	-	\$800.000/kg
Panacea	Si	Sí	150 Kg Flor seca mes	Flor dependiendo calidad de 60 - 150 USD kilo
Mink'A Biotec	Si	Sí	50 kg/mes	\$800.000 kg

Anexo D. Fichas técnicas maquinaria

Máquina	Cantidad	Características	Capacidad	Marca	Imagen
---------	----------	-----------------	-----------	-------	--------

<p>Extractor de fluido de CO2 supercrítico</p>	<p>1</p>	<p>Presiones: Hasta de 700 bar (10000 PSI).</p> <p>Temperatura: Hasta 150 °C.</p> <p>Control de parámetros: La máquina cuenta con un sistema de control de parámetros que permite ajustar la presión, la temperatura y el caudal de dióxido de carbono durante el proceso de extracción.</p> <p>Separador de fase: Incluye un separador de fase que permite separar el extracto de la muestra y el dióxido de carbono, lo que facilita la purificación del extracto.</p> <p>Seguridad: Cuenta con válvulas de alivio de presión y alarmas de temperatura, para garantizar un funcionamiento seguro.</p>	<p>De 100mL a 2L</p>	<p>SFE process</p>	
<p>Balanza</p>	<p>1</p>	<p>Precisión: La báscula debe ser precisa y capaz de medir hasta al menos 1 gramo para pesar las hojas de cannabis.</p> <p>Capacidad de carga: La báscula debe manejar la cantidad de hojas de cannabis que se necesitan para producir la cantidad de aceite esencial deseada, por lo tanto, su capacidad alcanza los 40kg de hojas de <i>cannabis</i>.</p> <p>Funcionalidad: La báscula debe tener una función de tara para permitir la medición precisa de la masa de las hojas de cannabis sin incluir el peso del recipiente.</p> <p>Largo x Ancho: 33x24cm.</p>	<p>Desde 1g hasta 40kg</p>	<p>Dubai Kitchen</p>	
<p>Máquina De Llenado Manual De Líquidos</p>	<p>1</p>	<p>Modelo: VR-A03</p> <p>Porcentaje de llenado: 1 %</p> <p>Material: 304 Acero inoxidable</p> <p>Detalles: Llenado manual. La máquina de llenado de líquidos y pastas es operada por energía manual, lo que le brinda un llenado eficiente y preciso.</p> <p>Velocidad de llenado: 20-30 veces min.</p> <p>Volúmen de llenado: 5-50ml (ajustable).</p>	<p>5-50 ml</p>	<p>VEVOR</p>	