

**ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICO Y FINANCIERO DE LA EXTRACCIÓN
DE ACEITE DE AGUACATE MEDIANTE HIDROCAVITACIÓN EN EL VALLE
DE TENZA**

SEBASTIÁN BENAVIDES SANDOVAL

DAVID RICARDO PARDO AGUAS

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
DIVISIÓN DE INGENIERIAS
BOGOTÁ
2023**

**ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICO Y FINANCIERO DE LA EXTRACCIÓN
DE ACEITE DE AGUACATE MEDIANTE HIDROCAVITACIÓN EN EL VALLE
DE TENZA**

Presentado por:

Sebastián Benavides Sandoval

David Ricardo Pardo Aguas

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL
TÍTULO DE: INGENIEROS MECANICOS**

Director (a):

Ph.D. Dionisio Humberto Malagón Romero

Co-Director

MEng. Jesús David Villarreal López

Línea de Investigación:

Área de Termo fluidos y Energía

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
DIVISIÓN DE INGENIERIAS
BOGOTÁ
2023**

Nota de aceptación

Firma De Director

Firma Jurado

Bogotá D.C. Enero de 2023

AGRADECIMIENTOS

Sebastián Benavides Sandoval y David Ricardo Pardo Aguas, expresan sus agradecimientos a:

Los directores del presente proyecto, el Ing. Dionisio Humberto Malagón Romero y el Ing. Jesús David Villarreal López, por su colaboración y dedicación impecable y profesional a este proyecto de grado.

A todos los docentes de la facultad de ingeniería mecánica de universidad Santo Tomás, sede central, los cuales contribuyeron a nuestra formación profesional y ética.

A todos nuestros compañeros, colegas y amigos de universidad, que crecieron y recorrieron junto a nosotros, este largo camino.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico en primer lugar a Dios, por darme la vida, y gracias a su guía y su sabiduría, he podido llegar a esta etapa tan importante en mi vida. A mi madre Martha, mi motor de vida, que sin ella no habría podido llegar a este punto, gracias a su amor, sus consejos y su paciencia, lograron hacer de mí una buena persona y gran ser humano. A mi padre Wilmer, mi fortaleza, que gracias a su apoyo, su tenacidad y su perseverancia, lograron darme mucha fuerza en este trayecto. A mi hermano Jorge Iván, por ser un gran ejemplo y gran inspiración para lo que quiero ser en mi vida. A mi hermano Juan, por darme momentos de gran felicidad. A mis abuelos Misael y Rosa, mis segundos padres, mi más grande orgullo, símbolos de amor y compasión por los demás. A mis tíos Orlando y Miguel, por ser un gran apoyo en mi vida. Y por último y no menos importante, un agradecimiento especial a mi compañero de tesis y amigo, Sebastián, por su amistad y por su gran apoyo.

David Ricardo Pardo Aguas

El presente trabajo lo dedico principalmente a Dios, por darme la fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad para lograr culminar uno de mis anhelos más deseados. A mis padres Claudia y Arturo, por su infinito amor, apoyo, paciencia, trabajo y sacrificio en todos estos años, por ser los principales motores de mi vida, por confiar y creer en mí y por inculcarme el ejemplo del esfuerzo y valentía. Ha sido un honor y privilegio ser su hijo. A mis hermanas(os) Nathaly, David, Cindy y Cristian, por su apoyo incondicional durante todo este proceso, por ser mis maestros, mis consejeros y mi soporte en todos los aspectos de mi vida. También quiero dedicar y expresar mi reconocimiento a mi compañero de tesis y amigo, David, por su apoyo incondicional, contribución y paciencia en todo este recorrido. Por último, dedico este trabajo a todas aquellas personas especiales que me acompañaron en esta etapa, por apoyarme cuando más lo necesite, por extender su mano en los momentos más duros y por todo el amor brindado aportando a mi formación como ser humano y profesional.

Sebastián Benavides Sandoval

Tabla de contenido

RESUMEN.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
Objetivo general	15
Objetivos específicos	15
1. MARCO TEÓRICO	16
1.1 Cavitación hidrodinámica.....	16
1.2 Métodos de generación.	16
1.3 Aplicaciones de la cavitación hidrodinámica.....	16
1.4 Características técnicas del aceite de aguacate	17
1.6 Prefactibilidad	17
1.7 Viabilidad	18
1.8 Factibilidad	18
1.9 Estudio de mercado	18
1.10 Estudio técnico.....	18
1.11 Estudio económico	18
1.12 Estudio financiero	18
1.12.1 TIR.....	18
1.12.2 VAN	19
1.12.3 B/C	19
1.13 Aceite crudo	19
1.14 Aceite refinado	19
1.15 Aceite de oliva	19
1.16 Aceite de girasol.....	19
1.17 Aceite de coco	20
1.18 Cinco fuerzas de Porter	20
1.19 Análisis Pestel	21
2. ESTUDIO DE MERCADO	22
2.1 Definición del producto	22
2.2. Zona de influencia.....	22
2.3 Zona de influencia del proveedor.....	22
2.4 Zona de influencia del consumidor.....	23
2.5 Análisis del sector económico	23
2.5.1 Cinco fuerzas de Porter.....	23

2.5.2 Análisis Pestel	27
2.6 Conformación de la competencia	28
2.6.1 Empresas internacionales que importan a Colombia	29
2.6.2 Brecha entre precios	31
2.7 Matriz DOFA.....	31
2.8 Demanda nacional.....	32
2.8.1 Demanda histórica.....	32
2.8.2 Encuesta Nacional	34
2.8.2.1 Análisis de las encuestas	36
2.8.3 Perfil del consumidor	41
2.8.4 Estimación de la demanda	41
2.9 Demanda Internacional	43
2.9.1 Demanda histórica.....	43
2.9.2 Demanda proyectada.....	44
2.10 Conclusión del estudio de mercado.....	45
3. ESTUDIO TÉCNICO	47
3.1 Proceso Productivo	47
3.2 Tipo de sistema de producción.....	48
3.3 Criterios de calidad	50
3.3.1 Criterios de selección del aguacate	50
3.3.2 Embalaje y transporte del aguacate	51
3.3.3 Almacenamiento del aguacate.....	51
3.3.4 Propiedades físico-químicas de los aceites	52
3.4 Balance de materia.....	52
3.4.1 Hidrocavitación	53
3.4.2 Prensado	54
3.4.3 Evaporación	54
3.4.4 Desgomado	54
3.4.5 Neutralización	54
3.4.6 Refinación - Adsorción.....	55
3.4.7 Cantidad de materia prima e insumos.....	55
3.4.8 Mano de obra operativa.....	56
3.5. Materiales y equipos	56
3.5.1 Despulpadora de aguacate	57

3.5.2 Tanque mezclador	57
3.5.3 Tanque de etanol	58
3.5.4 Tanque y bomba para el Hidrocavitador	58
3.5.5 Filtro prensa	59
3.5.6 Tanque recolector	60
3.5.7 Evaporador	61
3.5.8 Tanque de etanol recuperado	64
3.5.9 Tanque de adsorción	65
3.5.10 Tanque de desgomado	65
3.5.11 Tanque de neutralizado	66
3.5.12 Centrífuga decantadora de tres fases	66
3.5.13 Filtro de decoloración	67
3.5.14 Tanque recolector de aceite de aguacate	68
3.5.16 Tanque de desechos	69
3.5.17 Caldera	70
3.5.18 Tanque de agua	71
3.5.19 Bombas	71
3.5.20 Válvulas	73
3.6. Costo de equipos	74
3.7 Consumo energético	75
3.8 Distribución de planta	76
3.8.1. Tipo de distribución	76
3.8.2. Forma de circuito	78
3.8.3. Tipo de industria	78
3.8.4. Ubicación apropiada para la planta	79
3.9 Plan de organización, gestión y recurso humano	82
3.10 Impacto ambiental	83
3.11 Conclusiones del estudio técnico	84
4. ESTUDIO, ANALISIS Y EVALUACION FINANCIERA	86
4.1 Generalidades	86
4.2 Inversiones del proyecto	86
4.2.1 Gastos previos al inicio de producción	86
4.2.2 Inversiones fijas	89
4.2.3 Capital de trabajo	90

4.3 Costos y gastos del proyecto.....	90
4.3.1 Costos fijos de producción.....	90
4.3.2 Costos variables de producción.....	91
4.3.3 Costos de administración	92
4.3.4 Costos de producción	93
4.4 Beneficios del proyecto	93
4.4.1 Ingresos por ventas	93
4.4.2 Método de financiación	96
4.5 Estado de resultados	96
4.6 Evaluación financiera del proyecto.....	99
4.7 Punto de equilibrio	99
5. CONCLUSIONES	101
6. REFERENCIAS	102
7. ANEXOS	111

Listado de tablas

Tabla 1. Parámetros físico-químicos del aceite de aguacate	17
Tabla 2. Requisitos para el consumo humano del aceite de aguacate.....	17
Tabla 3. Requisitos fisicoquímicos para aceite de oliva, aceite de oliva virgen y aceite de oliva refinado	19
Tabla 4. Requisitos fisicoquímicos para el aceite de girasol	20
Tabla 5. Requisitos fisicoquímicos para el aceite de coco	20
Tabla 6. Producción de aguacate en Colombia (Todas las variedades).....	24
Tabla 7. Producción de aguacate Hass en Colombia.....	25
Tabla 8. Producción de aguacate Hass Valle de Tenza.....	25
Tabla 9. Matriz Pestel	27
Tabla 10. Principales productores de aceite de aguacate de Colombia.	29
Tabla 11. Países y empresas origen de aceite de aguacate que envían a Colombia (Precio promedio por litro USD)	29
Tabla 12. Sobrecostos por importar y vender aceite de aguacate en Colombia.....	30
Tabla 13. País y empresa de origen con sobrecostos por importar y vender en Colombia (Precio promedio por USD).....	30
Tabla 14. Matriz DOFA	31
Tabla 15. Litros de aceite de aguacate importados a Colombia.....	33
Tabla 16. Población por departamento	35
Tabla 17. Confiabilidad de la muestra.....	35
Tabla 18. Nivel de confianza.....	35
Tabla 19. Precio por cada 100 ml de aceite en los principales productores de aceite de aguacate de Colombia.....	40
Tabla 20. Cantidad de familias por ciudad	42
Tabla 21. Parámetros físico-químicos de los aceites según la NTC.....	52
Tabla 22. Tiempos estándar por proceso.....	52
Tabla 23. Materia prima e insumos.....	55
Tabla 24. Mano de obra operativa	56
Tabla 25. Capacidades y rendimientos por equipo	56
Tabla 26. Características de la máquina despulpadora de aguacate	57
Tabla 27. Características del tanque mezclador	58
Tabla 28. Características del tanque de etanol	58
Tabla 29. Características del tanque del hidrocavitador	59
Tabla 30. Características bomba centrífuga del hidrocavitador.....	59
Tabla 31. Características del filtro de prensa	60
Tabla 32. Características del tanque recolector	60
Tabla 33. Características del evaporador	61
Tabla 34. Diseño del condensador	64
Tabla 35. Características del tanque de etanol recuperado	65
Tabla 36. Características del tanque deshidratador	65
Tabla 37. Características del tanque de desgomado	66
Tabla 38. Características del tanque de neutralizado	66
Tabla 39. Características técnicas de la centrífuga decantadora de tres fases	67
Tabla 40. Características técnicas del filtro de decoloración	67

Tabla 41. Características del tanque recolector de aceite de aguacate	68
Tabla 42. Características embotelladora.....	69
Tabla 43. Características del tanque de desechos.....	69
Tabla 44. Ecuaciones de transferencia de calor	70
Tabla 45. Características del tanque de agua.....	71
Tabla 46. Características técnicas de bomba de engranajes internos.....	72
Tabla 47. Características técnicas de la bomba centrífuga	72
Tabla 48. Costo de los equipos.....	74
Tabla 49. Consumo energético	75
Tabla 50. Evaluación factores de ubicación de planta	80
Tabla 51. Mitigación impacto ambiental	84
Tabla 52. Tarifas de registro mercantil Cámara de Comercio	86
Tabla 53. Dotación para personal operativo.....	87
Tabla 54. Periodos de cambio de dotación de personal operativo	88
Tabla 55. Gastos previos a la puesta en marcha	88
Tabla 56. Maquinaria y equipos	89
Tabla 57. Muebles y enseres	89
Tabla 58. Inversiones fijas del proyecto	90
Tabla 59. Capital de trabajo	90
Tabla 60. Mano de obra operativa	90
Tabla 61. Carga prestacional	91
Tabla 62. Costos fijos de producción	91
Tabla 63. Costos de servicios públicos en producción	91
Tabla 64. Costo mensual de materia prima e insumos.....	92
Tabla 65. Costos variables de producción	92
Tabla 66. Mano de obra administrativo	92
Tabla 67. Costos de administración	92
Tabla 68. Costos de producción	93
Tabla 69. Cargas fiscales	93
Tabla 70. Ingresos por ventas anuales	94
Tabla 71. Porcentaje de utilidad anual (primer año).....	94
Tabla 72. Porcentaje de inflación anual	95
Tabla 73. Cuotas bancarias	96
Tabla 74. Estado de resultados	97
Tabla 75. Indicadores financieros	99
Tabla 76. Determinación del punto de equilibrio en el primer año.....	99

Listado de figuras

Figura 1. Mapa del valle de Tenza.....	23
Figura 2. Principales zonas productoras de aguacate de Colombia.....	25
Figura 3. Proyección aguacate Hass Valle de Tenza.....	26
Figura 4. Rango de edades de los encuestados.....	36
Figura 5. Caracterización del consumo de aguacate por familia.....	36
Figura 6. Uso gastronómico de los aceites en los hogares en Colombia.....	37
Figura 7. Uso cosmético de los aceites en los hogares en Colombia.....	37
Figura 8. Uso medicinal de los aceites en los hogares en Colombia.....	37
Figura 9. Conocimiento del aceite de aguacate.....	38
Figura 10. Interés por la adquisición del aceite de aguacate Hass y sus propiedades.....	38
Figura 11. Decisiones de compra mensual por cantidad en cada unidad.....	39
Figura 12. Decisión de compra respecto al precio.....	39
Figura 13. Decisión de compra respecto al material del empaque.....	40
Figura 14. Tendencia de consumo según su uso.....	41
Figura 15. Proyección de importación de aceite de aguacate.....	42
Figura 16. Cantidad de importaciones partida arancelaria 151590 (Miles de USD).....	43
Figura 17. Principales importadores partida arancelaria 151590 (Miles de USD).....	43
Figura 18. Demanda proyecta en el mundo (Miles de USD).....	44
Figura 19. Demanda proyectada internacional (Miles USD).....	45
Figura 20. Diagrama de proceso de la extracción de aceite de aguacate.....	47
Figura 21. Diagrama de proceso extracción de aceite de aguacate.....	48
Figura 22. Diagrama de flujo de operación vertical con simbología ASME correspondiente al procedimiento de extracción de aceite de aguacate.....	49
Figura 23. Antracnosis presente en el aguacate.....	50
Figura 24. Síntomas de la pudrición radical en aguacate.....	50
Figura 25. Diagrama de balance de materia.....	52
Figura 26. Evaporador industrial.....	61
Figura 27. Esquema de intercambiador de calor de coraza y tubos.....	62
Figura 28. Esquema del condensador de etanol.....	62
Figura 29. Centrífuga decantadora de tres fases.....	66
Figura 30. Filtro de decoloración.....	68
Figura 31. Válvula reguladora de presión.....	73
Figura 32. Dimensiones de la planta.....	76
Figura 33. Partes de la planta.....	77
Figura 34. Forma de circuito.....	78
Figura 35. Industria mono lineal.....	78
Figura 36. Mapa ubicación del municipio de Garagoa - Boyacá.....	80
Figura 37. Rutas de conexión desde las ciudades principales al municipio de Garagoa - Boyacá.....	81
Figura 38. Organigrama de la empresa.....	82
Figura 39. Proyección IPC Colombia.....	95
Figura 40. Punto de equilibrio.....	99

RESUMEN

Actualmente el aceite de aguacate está tomando fuerza en el mercado nacional e internacional, gracias a sus múltiples beneficios y variedades de uso del mismo, que van desde la industria cosmética hasta la industria alimentaria. Gracias a su aporte nutritivo, el aceite de aguacate se considera un alimento antioxidante y ayuda a mejorar el sistema cardiovascular; así mismo, su alto contenido de agua, vitaminas y minerales contribuyen a la hidratación de la piel y el cabello.

Sin embargo, el aceite de aguacate es un producto relativamente nuevo en el mercado, en donde se emplean diferentes métodos de extracción de este producto, lo cual influye directamente en la calidad del mismo y determina si es apto para el consumo. Por tal razón, el presente proyecto tiene como objetivo analizar de manera técnica y financiera la obtención de este producto mediante el método de hidrocavitación, dicho estudio se realizaría en el Valle de Tenza – Boyacá. Para cumplir previo objetivo se realizaron tres tipos de estudios: estudio de mercado, estudio técnico y estudio financiero.

El estudio de mercado permitió determinar la disponibilidad de aguacate en el territorio nacional de aproximadamente 661.237 toneladas, donde aproximadamente el 34% de la producción total le pertenece a la variedad Hass y siendo el Valle de Tenza la zona de influencia del estudio se le atribuye el 3% de la producción total de aguacate en el país. Adicionalmente se realizó el análisis de oferta y demanda del producto con el fin de examinar la competencia, su impacto en los consumidores y los posibles precios de venta del aceite de aguacate.

El estudio técnico permitió determinar la infraestructura, equipos, mano de obra y recursos necesarios para la extracción y elaboración del aceite de aguacate y así mismo su distribución y ubicación de la planta.

El estudio financiero abarco el análisis de los costos asociados a las variables económicas que afectan directamente la constitución de la empresa y su medio de financiación, por lo que se establece un financiamiento por préstamo bancario. Finalmente se determina que el proyecto es viable.

Palabras clave: aguacate, aceite de aguacate, hidrocavitación, producción, viabilidad financiera.

INTRODUCCIÓN

El aguacate Hass es un fruto carnoso que se obtiene del árbol tropical del mismo nombre, la corteza es gruesa y dura de color verde oscuro, la pulpa es aceitosa de color verde amarillento y posee una única semilla redondeada. Para que el crecimiento de la planta de aguacate sea favorable, se requiere terrenos que se encuentren a una altura entre 1000 a 1800 metros sobre el nivel del mar, una húmeda relativa entre 80 % al 85 % y que la temperatura oscile entre los 10 °C a los 30°C, aunque la variedad Hass puede soportar temperaturas inferiores de hasta 2°C [1].

En Colombia, la producción de aguacate ha venido aumentando proporcionalmente llegando en el año 2020 a un área sembrada de 87.791 hectáreas, 63.574 hectáreas cosechadas y 626.430 toneladas de producción, llegando a un rendimiento de 10 toneladas por hectárea cosechada [2]. Dentro de la variedad de especies de aguacate, la variedad denominada “Hass” es la más comercializada a nivel mundial. En 2020, Colombia tuvo un área sembrada de 26.045 hectáreas, un área cosechada de 15.531 hectáreas y una producción de 155.310 toneladas de aguacate Hass [2]. De las cifras anteriores se puede decir que la producción de aguacate tipo “Hass” en el territorio colombiano, representa aproximadamente el 24,8% de la producción total del país en dicho año [2].

El crecimiento de la producción de dicho fruto supone un aumento de demanda de igual proporción, su aporte nutricional lo cataloga como un alimento altamente beneficioso para la salud, por lo cual su consumo no se ha limitado únicamente al fruto en sí [3]. Actualmente se extrae el aceite del aguacate para ser aprovechado como complemento nutricional para algunos alimentos o para productos cosméticos dirigidos al cuidado de la piel [4].

En la actualidad existen métodos de extracción de aceite de aguacate a nivel industrial que requieren un grado de inversión alto como lo son: extracción con solventes, prensado y centrifugación [5]. Además, existen estudios donde se utilizan métodos de extracciones innovadores como son los sistemas acuosos bifásicos (ATPS) o micro encapsulados en el aceite de aguacate para evitar la oxidación [6].

Así mismo, existe un método de extracción relativamente nuevo llamado hidrocavitación, este fenómeno ocurre cuando se forman burbujas en una corriente líquida, debido a la reducción de la presión hasta valores iguales o inferiores, cuando el fluido pasa a una reducción de área brusca por donde fluye (efecto Venturi) [7]. Este proceso permite realizar el estallido de las células y la liberación del aceite contenido en ellas.

Es por ello que el presente proyecto se realizó un estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta que separe el aceite del aguacate por medio de la cavitación hidrodinámica. Para lograr lo anterior, se realizaron tres estudios: el estudio de mercado, estudio técnico y por último un estudio financiero con el cuál se determinará la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

OBJETIVOS

Objetivo general

Estudiar la viabilidad financiera y técnica de la extracción de aceite de aguacate mediante la hidrocavitación.

Objetivos específicos

- Realizar un estudio de mercado sobre el aceite de aguacate a nivel nacional e internacional.
- Realizar un estudio técnico de la extracción de aceite de aguacate por medio de hidrocavitación.
- Realizar estudio económico-financiero del proceso de extracción de aceite de aguacate por medio de hidrocavitación.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Cavitación hidrodinámica

La cavitación hidrodinámica es una tecnología utilizada para el mejoramiento de la eficiencia y el desempeño de un proceso agroindustrial [8]. La cavitación se define como un fenómeno hidrodinámico, el cual se produce cuando un líquido sufre un incremento abrupto o brusco de velocidad momentáneamente y a un aumento de temperatura [8]. A esto se le conoce como estado “Bifásico” (Líquido – vapor). Sin embargo, estas moléculas vuelven a estado líquido y las burbujas implosionan [9] [10], causando una ruptura en la pared celular, la cual facilitara la evaluación y separación de los componentes deseados.

1.2 Métodos de generación.

La cavitación es una metodología relativamente nueva que promete mejorar la eficiencia y la calidad de los procesos agroindustriales. Dentro de ellos se encuentran la cavitación hidrodinámica y la cavitación acústica [11]. Los dos procesos permiten que haya un cambio de fase y se presente el fenómeno de cavitación [12]. La cavitación hidrodinámica causa la caída de presión del fluido gracias a la variación de velocidad del mismo, para esto se usa el cambio de geometría del conducto. La cavitación acústica varía la presión del fluido por medio de una onda de ultrasonido, generando así éste fenómeno cavitación [8].

1.3 Aplicaciones de la cavitación hidrodinámica

Las principales aplicaciones agroindustriales de esta tecnología son la hidrólisis y degradación de macromoléculas [13], síntesis de biodiesel [14], tratamiento de aguas residuales [15], pretratamiento de biomasa [16], desinfección de matrices [13] y procesamiento de alimentos [5]. Desde un punto de vista energético y operativo, la cavitación hidrodinámica es un método eficaz y en comparación con otras tecnologías tradicionales, tiene un mejor rendimiento [17].

En los últimos años se buscaron métodos novedosos para la extracción de aceites, uno de los más innovadores es el proceso de la hidrocavitación que ha sido utilizado en varias aplicaciones exitosamente en procesos tanto físicos como químicos, algunos ejemplos de esto son: Tecnología de cavitación hidrodinámica para eliminar patógenos en la industria avícola [9], en la cual usan el método de hidrocavitación para la acción dispersante de los líquidos procesados y la letalidad de los microorganismos existentes en los fluidos contaminados, Evaluación de la extracción de principios activos de ortiga (*Urtica dioica*) y agraz (*Vaccinium meridionale*) mediante el uso de hidrocavitación [18], el proyecto se basa en obtener extractos naturales de la planta de ortiga y de la planta de agraz utilizando la hidrocavitación como método novedoso. En otro estudio se presenta la evaluación del proceso de hidrocavitación en la conservación de pulpa de lulo, el cual plantea la hidrocavitación como un método que puede mejorar características vinculadas con la calidad de los alimentos, disminución de los costos energéticos y estabilidad de los productos [8].

En la actualidad se realizan pruebas experimentales de extracción de aceite de aguacate por medio de la cavitación hidrodinámica realizadas por la Universidad

Santo Tomás – sede Bogotá. Las pruebas se realizan en un reactor cavitacional diseñado en base a una garganta tipo Venturi, con una sección de convergencia, una constricción y una zona de divergencia, con el fin de generar eventos de cavitación antes de llegar a la constricción [7]. Los resultados obtenidos de la extracción cavitacional arrojan un rango de porcentajes del 22,6% - 24,08% de aceite extraído del aguacate [7], lo cual resulta ser un rendimiento más alto comparado con el método de prensado con un rendimiento del 6,08% [7], método de prensado con extracción por solventes con un rendimiento del 14,4% [7] y la presión hidráulica con un rendimiento del 14,6% [7].

1.4 Características técnicas del aceite de aguacate

Las características técnicas del aceite de aguacate entran como aceites refinados según el INVIMA, ya que para su extracción se usan solventes y la condición específica para los aceites refinados “Aceites limpios sin sedimentos y exento de olores o sabores que indiquen alteración o contaminación el aceite” [19]. El aceite de aguacate no tiene una estandarización específica en la resolución 2154 de 2012 para los parámetros físico-químicos [19], por eso se incurrirá a parámetros individuales que no representen un riesgo para el consumo humano. Los parámetros individuales se pueden observar en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros físico-químicos del aceite de aguacate

VARIABLE	NORMA TÉCNICA
Índice de acidez	NTC -218
Índice de Peróxidos	NTC 236
Índice de Yodo	NTC 286
Índice de Saponificación	NTC 335
Humedad	NTC 287
Densidad	NTC 336

Fuente: Autores

Los requisitos mínimos y máximos que se observan en la Tabla 2, es el rango estimado que debe cumplir el aceite de aguacate, con el fin que sea apto para el consumo humano [20].

Tabla 2. Requisitos para el consumo humano del aceite de aguacate

Requisitos	Mínimos	Máximos
Densidad relativa a 20°C (g/mL)	0,907	0,910
Índice de refracción a 20°C	1,4650	1,4580
Índice de saponificación (mg KOH/g)	175,07	226,18
Índice de yodo (Wijs)	77,85	90,18
Índice de acidez (% ácido oleico)	0,287	0,418

Fuente: [20]

1.6 Prefactibilidad

La prefactibilidad es un estudio preliminar o previo, que busca determinar si una idea de emprendimiento es viable para ser convertida en un proyecto. Dicho estudio debe contar con un estudio al mercado en el cual se busca competir, los

medios, ubicaciones, plano financiero, tecnología, impactos sociales, ambientales y económicos, entre otros [21].

1.7 Viabilidad

Consiste en observar las oportunidades de emprender el proyecto, es decir que la viabilidad hace referencia al camino o vía que puede recorrer el proyecto y viendo ese paso a paso se determina la probabilidad de éxito al ejecutar el proyecto, es decir, determina si el proyecto se puede llevar a cabo o si, por el contrario, no puede ser ejecutado [21]. Existen varios tipos de viabilidad como son financiera y técnica.

1.8 Factibilidad

Este término determina si se debe llevar a cabo o no esta toma de decisión; se lleva a cabo después de la evaluación que puede tener aspectos como: Técnica, ambiental, financiera y/o económica y social [22].

1.9 Estudio de mercado

En este estudio hace referencia a la solución de múltiples problemas en el mercado, este para definir si el producto se lanza o no, cuando se debería lanzar y en donde es más factible lanzar [23]. El estudio de mercado depende de múltiples factores, como justificar desde el punto de vista el estudio de la oferta y la demanda, también depende de los objetivos y del problema específico por resolver [24].

1.10 Estudio técnico

En este estudio se establece la función de producción óptima para la utilización eficiente y eficaz de los recursos disponibles en el proceso. Son partes del estudio técnico la determinación de las necesidades de equipo y maquinaria, la distribución de la planta, el tipo de tecnología a utilizar, el cálculo de los costos de operación, mano de obra, insumos diversos y mantenimiento [25].

1.11 Estudio económico

El estudio económico busca analizar los costos y las ganancias del proyecto y determinar si su actividad contribuye a la actividad económica del país y si su contribución social y ambiental, justifica o no la utilización de los recursos necesarios para desarrollar el proyecto [24].

1.12 Estudio financiero

El estudio financiero consiste en determinar la rentabilidad comercial de un proyecto a precios del mercado [26]. Es un análisis de recursos monetarios de un proyecto para conocer la capacidad que tiene para ser sustentable, viable y rentable en el tiempo [27]. En conclusión, su finalidad es conocer la rentabilidad económica del producto. Dentro de un estudio financiero existen metodologías utilizadas para evaluar un proyecto, por ejemplo, TIR (Tasa Interna de Retorno), VAN (Valor Actual Neto) y B/C (Relación Beneficio Costo).

1.12.1 TIR

Es el porcentaje de beneficio o pérdida que busca contemplar condiciones de interés para saber si se inicia o se acepta un proyecto de inversión y comprobar la viabilidad del proyecto [28].

1.12.2 VAN

Es un criterio de inversión que permite conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. Este criterio se verá reflejado en unidades monetarias (euros, dólares, pesos, etc.) [29].

1.12.3 B/C

La relación beneficio/costo está representada en la relación Ingresos/Egresos; este análisis toma valores mayores, menores o iguales a 1, es decir que [30]:

- $B/C > 1$: los ingresos son mayores que los egresos, el proyecto es viable.
- $B/C = 1$: los ingresos son iguales a los egresos, el proyecto es indiferente.
- $B/C < 1$: los ingresos son menores que los egresos, el proyecto no es viable.

1.13 Aceite crudo

Es un producto intermedio que se obtiene después de procesos de extracción de aceites y solventes [31]. Estos aceites tienen componentes extraños que no se sabe si es apto o no para el consumo humano, esto debido a los procesos que se tiene para la extracción de aceite de cualquier fruta o vegetal [32].

1.14 Aceite refinado

Para que un aceite sea apto para el consumo humano es necesario que pase por una serie de procesos químicos y físicos que conforman el refinado esto para eliminar sus deficientes características como los fosfolípidos, eliminación de acidez, color, olor y sabor. [33].

1.15 Aceite de oliva

El aceite de oliva es una grasa vegetal resultante del prensado de las aceitunas [34]. Así mismo, es un aceite obtenido del fruto del olivo (*Olea europaea* L.), tiene un índice de acidez oleico no más de uno por ciento (1%) [19]. Está comprendido por la mezcla de aceite de oliva refinado y aceites de oliva vírgenes aptos para el consumo humano (Tabla 3).

Tabla 3. Requisitos fisicoquímicos para aceite de oliva, aceite de oliva virgen y aceite de oliva refinado

Requisitos	Máximos	Mínimos
Densidad relativa (20°C/agua a 20°C)	0,910	0,916
Índice de refracción a 20°C	1,4677	1,4705
Índice de saponificación	184	196
Índice de yodo (Wijs)	75	94
Materia insaponificable (g/kg)	--	15

Fuente: [19]

1.16 Aceite de girasol

Es un aceite de origen vegetal extraído de las semillas de girasol (*Helianthus Annuus* L) [19]. Los aceites de girasol se pueden clasificar según la composición de ácidos grasos que contengan, su cualidad más común es el bajo porcentaje

de ácidos grasos saturados y su alta cantidad de vitamina E [35]. Los requisitos fisicoquímicos del aceite de girasol se relacionan en la Tabla 4.

Tabla 4. Requisitos fisicoquímicos para el aceite de girasol

Requisitos	Aceite de girasol		Aceite de girasol con contenido medio de ácido oleico		Aceite de girasol con contenido alto de ácido oleico	
	Mínimos	Máximos	Mínimos	Máximos	Mínimos	Máximos
Densidad relativa (x°C/agua a 20°C)	0,918 x=20°C	0,923 x=20°C	0,914 x=20°C	0,916 x=20°C	0,909 x=25°C	0,915 x=25°C
Índice de refracción (ND 25°)	1,472	1,475	1,461 a 25°C	1,471 a 25°C	1,467 a 25°C	1,471 a 25°C
Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)	188	194	190	191	182	194
Índice de yodo (Wijs)	118	141	94	122	78	90
Mat insaponificable (g/kg)	≤ 15		≤ 15		≤ 15	

Fuente: [19]

1.17 Aceite de coco

Es un aceite vegetal con un alto contenido en grasa saturada que se obtiene de la nuez del coco (*Cocos nucifera* L.) [19]. Debido a sus características fisicoquímicas ha demostrado ser uno de los aceites más cotizados en la industria cosmética por sus beneficios vitamínicos, sin embargo, no resulta ser tan beneficioso para el consumo humano, ya que contiene más de un 90% de grasas saturadas, por lo que resulta ser más dañino para el organismo que la manteca, no obstante a ello, es un tipo de grasas saturada "menos perjudiciales o dañinas" que otras que contienen ácidos grasos de cadena media [36]. Los requisitos fisicoquímicos del aceite de coco se relacionan en la Tabla 5.

Tabla 5. Requisitos fisicoquímicos para el aceite de coco

Requisitos	Máximos	Mínimos
Densidad relativa (x°C/agua a 20°C)	0,908 x=40°C	0,921 x=40°C
Índice de refracción (ND 40°)	1,448	1,450
Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)	248	265
Índice de yodo (Wijs)	6,3	10,6
Materia insaponificable (g/kg)	≤ 15	

Fuente: [19]

1.18 Cinco fuerzas de Porter

Las cinco fuerzas de Porter es un diagrama estratégico diseñado por Michael Porter con el fin de analizar las fuerzas competitivas de una organización, identificando y aprovechando las oportunidades y disminuir las posibles amenazas pueden presentarse [37].

Un correcto análisis de las cinco fuerzas de Porter, permiten dar un panorama completo del sector en el cual se encuentra el proyecto, anticiparse y prepararse a posibles situaciones adversas que puedan afectar el mismo. De igual manera, permite identificar oportunidades e implementar mejoras que permitan mantener la competitividad en el mercado. [37].

1.19 Análisis Pestel

La matriz de “Pestel” es un análisis a nivel macroeconómico que tiene como finalidad identificar aspectos que pueden llegar a afectar el proyecto, ya sea de manera positiva o negativa. Dando así un panorama más claro del mismo y así poder establecer planes de acción para aprovechar las oportunidades y minimizar las amenazas previamente identificadas [38].

2. ESTUDIO DE MERCADO

En el estudio de mercado se analiza la demanda, la oferta (histórica y proyectada), la competencia con el impacto del producto en el mercado nacional e internacional y localización del proyecto. Con estas variables establecidas se puede determinar la localización, la cantidad a producir para así escoger la tecnología adecuada y también su viabilidad en el territorio.

2.1 Definición del producto

El aceite de aguacate es un aceite vegetal que se considera una excelente fuente de ácidos grasos monoinsaturados como el ácido oleico e importantes antioxidantes solubles en lípidos y fitoquímicos con altos niveles de carotenoides, clorofilas, polifenoles, tocoferoles y fitoesteroles [19]. Por lo tanto, tiene usos múltiples en ámbitos gourmet y como aceite culinario, así como en otras actividades económicas como ingrediente en productos cosméticos. Este aceite es fácilmente absorbido por la piel, lo que supone ventajas a la hora de usarlo como transporte de sustancias medicinales y perfumes. También es de resaltar la prevención de enfermedades cardiovasculares, cáncer e inflamación [3].

Se estima que el contenido de aceite en un aguacate tipo Hass es de aproximadamente el 21,9% del total de la pulpa. [39]. Es decir, cada kilogramo de pulpa de aguacate contiene aproximadamente 219 gramos de aceite de aguacate. A una densidad promedio de 0,910 g/ml [39], equivale a 240 ml de aceite.

2.2. Zona de influencia

La zona de influencia de este proyecto está ubicada en el Valle de Tenza, Departamento de Boyacá, donde los productores de aguacate se encuentran en proceso de conformación y legalización de la Asociación de Aguacateros [40]. Esta zona del departamento de Boyacá, posee un terreno apto para el cultivo de este fruto [41], y según datos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, este departamento representa aproximadamente el 3% de la producción total de aguacate del territorio nacional [2].

2.3 Zona de influencia del proveedor

Valle de Tenza es una región geográfica y cultural ubicada al sur del departamento colombiano de Boyacá y al oriente del departamento de Cundinamarca, con una precipitación media anual de 1.430 mm y su área municipal comprende 51 km² [42]. Dicha región es atravesada por la cordillera oriental, es por esta razón que dicha región tiene gran variedad de climas, desde fríos paramos hasta cálidos llanos. Los municipios que conforman el Valle de Tenza son: Tibirita (Cundinamarca), Machetá (Cundinamarca), Manta (Cundinamarca), Guateque (Boyacá), Guayatá (Boyacá), Somondoco (Boyacá), Tenza (Boyacá), Sutatenza (Boyacá), Almeida (Boyacá), Chivor (Boyacá), La Capilla (Boyacá), Garagoa (Boyacá), Chinavita (Boyacá), Macanal (Boyacá), Pachavita (Boyacá), San Luis de Gaceno (Boyacá) y Santa María (Boyacá) [43].

El valle de Tenza es biodiverso en fauna y flora, es por esto que dicho territorio cumple con las condiciones adecuadas para la siembra de semilla de aguacate. Además, sus principales actividades económicas son la agricultura, la ganadería y el comercio. Los principales cultivos son el frijol, el maíz, la caña de azúcar, la yuca y ahora buscan competir dentro del mercado del aguacate [42].

La Figura 1 muestra la conexión de los municipios que conforman al Valle de Tenza, su ubicación resulta favorable ya que este se encuentra cercano con la ciudad de Tunja (Aproximadamente a 87 km de distancia) y con el Distrito Capital de Bogotá (Aproximadamente a 118 km de distancia). Estas son localizaciones importantes para la importación y/o exportación del producto.

Figura 1. Mapa del valle de Tenza



Fuente: Turismo trama

2.4 Zona de influencia del consumidor

El consumidor del producto buscará seleccionar y comprar un producto que logre satisfacer deseos y necesidades personales. Existen factores que influyen en los hábitos de compra de los clientes: Personales, sociales, psicológicos y culturales [44]. Estos factores obedecen a un comportamiento del consumidor a conectar sus necesidades con la compra de un producto que desee; en este caso, con fines nutricionales o de belleza. Es por esta razón, que la zona de influencia del consumidor del aceite de aguacate será en tiendas o almacenes en donde sea de fácil acceso al producto, almacenes como: PriceSmart, almacenes Éxito y almacenes Alkosto, en los que se encontrarán productos de empresas como Importfoods, Team Food Colombia, Mazivo Group, Prebel S.A, Aromatheka S.A.S y Avicanna Latam S.A.S.

2.5 Análisis del sector económico

2.5.1 Cinco fuerzas de Porter

Este análisis consta de cinco puntos clave para determinar las oportunidades y amenazas:

1. Poder de negociación de los clientes
2. Poder de negociación de los proveedores

3. Amenaza de nuevos competidores
4. Amenaza de nuevos productos sustitutos
5. Rivalidad entre competidores

- **Poder negociación de los clientes**

Los primeros compradores del producto son las industrias de alimentos, quienes serán los canales de distribución del aceite de aguacate para que llegue al consumidor final, quienes serán las personas naturales que estén dispuestas adquirir el producto. Para empresas mayoristas, el precio es un factor decisivo que da como punto de partida a una negociación y así mismo el volumen de compra, ya que estos tienen la capacidad de elección sobre las empresas que tengan mejor precio oferente.

Otro factor que interfiere en la toma de decisiones de los compradores es la influencia con relación al costo y la facilidad de cambio, ya que puede presentarse el riesgo de que las operaciones habituales de las empresas se vean interrumpidas, ya sea por temas de cosecha o factores climáticos, obligando a los compradores a cambiar de producto, proveedor o marca.

En resumen, lo más representativo en el producto para poder ser la mejor opción entre los demás productos es: costo, facilidad de cambio, calidad y la sensibilidad ante el precio.

- **Poder negociación de los proveedores**

El aguacate es la materia prima del proceso, su plantación y su cultivo abarca todo el territorio nacional. Las cifras emitidas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, muestran un crecimiento constante en la producción aguacate durante los últimos años, en el territorio nacional [2].

Tabla 6. Producción de aguacate en Colombia (Todas las variedades)

Departamento	2019			2020*			2021*		
	Área (ha)	Prod (Ton)	Rend (Ton/ha)	Área (ha)	Prod (Ton)	Rend (Ton/ha)	Área (ha)	Prod (Ton)	Rend (Ton/ha)
ANTIOQUIA	17.107	137.179	8	18.289	146.946	8	19.313	155.278	8
CALDAS	11.189	94.776	14	12.025	102.218	11	12.698	108.014	11
TOLIMA	13.603	83.110	8	14.139	86.570	8	14.930	91.479	8
VALLE DEL CAUCA	4.661	31.182	10	4.939	32.754	10	5.216	34.611	10
META	3.322	31.037	11	3.587	33.581	9	3.788	35.485	9
SANTANDER	4.421	28.094	10	4.593	28.878	8	4.850	30.515	8
RISARALDA	4.578	27.175	10	4.894	28.995	10	5.168	30.639	10
QUINDIO	4.424	26.417	9	4.737	28.306	8	5.002	29.911	8
HUILA	3.382	25.668	10	3.647	27.657	10	3.851	29.225	10

BOLIVAR	2.549	25.049	12	2.414	23.547	11	2.550	24.882	11
OTROS	13.645	81.935	12	14.527	86.979	11	15.332	91.200	11
TOTAL	82.883	591.623	10	87.791	626.430	10	92.699	661.237	10

Fuente: [2]

En la Tabla 6, se muestra de manera histórica la producción de esta fruta en el territorio nacional. Aproximadamente un 34% del cultivo total de aguacate en el país, pertenece a la variedad Hass en 2021 (Tabla 7), el 66% restante pertenece a pieles verdes [2].

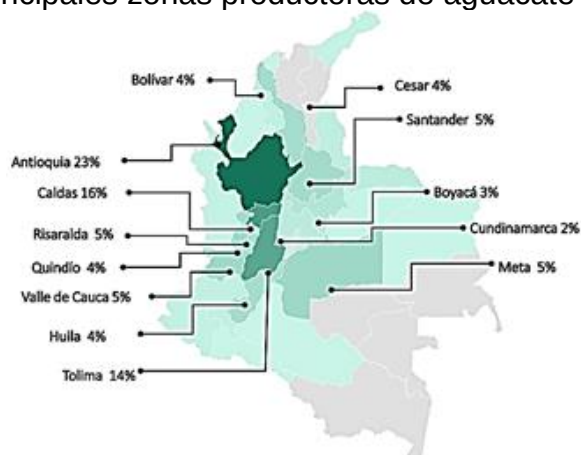
Tabla 7. Producción de aguacate Hass en Colombia

Año	Área sembrada (ha)	Área cosechada (ha)	Producción	Rendimiento
			(Ton)	(Ton/ha)
2015	13.530	7.429	52.003	7
2016	16.642	9.435	70.761	8
2017	17.474	11.322	90.574	8
2018	19.221	12.907	116.162	9
2019	20.182	14.843	148.429	10
2020	26.045	15.531	155.310	10
2021	31.518	20.446	214.678	11

Fuente: [2]

Según los datos obtenidos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el departamento de Boyacá produce el 3% del total de aguacate en el territorio nacional, tal y como se indica en la Figura 2.

Figura 2. Principales zonas productoras de aguacate de Colombia



Fuente: [2]

Siendo así, la producción de aguacate Hass en el Valle de Tenza se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Producción de aguacate Hass Valle de Tenza

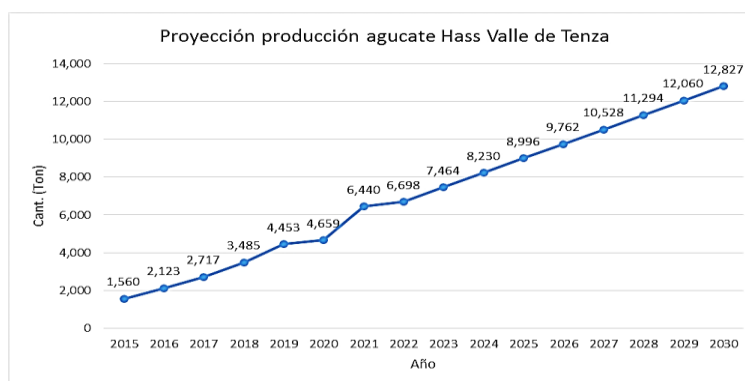
Año	Producción
	(Ton)
2015	1.560
2016	2.123
2017	2.717
2018	3.485

2019	4.453
2020	4.659
2021	6.440

Fuente: Adaptado de [2]

En ese orden de ideas, se estima que la producción de aguacate Hass en el Valle de Tenza aumente en los próximos años. Se proyecta que para 2030, el Valle de Tenza tenga una producción de aguacate Hass de aproximadamente 12.827 toneladas (Figura 3).

Figura 3. Proyección aguacate Hass Valle de Tenza



Fuente: Autores

- **Amenaza de nuevos competidores**

El aceite de aguacate es un producto relativamente nuevo en el mercado, esto junto con el crecimiento exponencial de producción de la materia prima [2], abren las puertas a nuevos competidores. Ya que este producto resulta ser muy atractivo por sus beneficios a la salud [45]. Por lo tanto, se considera una alta amenaza de que aparezcan nuevos competidores en el mercado del aceite de aguacate.

- **Amenaza de nuevos productos sustitutivos**

El aceite de aguacate resulta ser muy atractivo debido a sus beneficios para la salud, el cuidado de la piel y el cabello [45]. Sin embargo, existe la amenaza de que hoy en día, se encuentran productos que presentan características fisicoquímicas parecidas o muy similares a las del aceite de aguacate (Tabla 2), como lo son el aceite de oliva (Tabla 3) y el aceite de girasol (Tabla 4), con la diferencia de que estos han estado en el mercado por más tiempo, mientras que en la industria cosmética las semejanzas se encuentran con el aceite de coco, ya que comparten beneficios vitamínicos adecuados para el uso capilar, dermatológico y estético.

- **Rivalidad entre competidores**

En Colombia existen pocas empresas dedicadas a producir aceite de aguacate, entre ellos se encuentran Biocate [46], Green Hass [47], La Simona [48], Oleo

Hass [49], Terravocado [50] y Monterra [51], estas empresas suelen emplear el método de separación por prensado en frío, un método que requiere el uso de presas hidráulicas. Este proyecto busca realizar la obtención del aceite por el método de cavitación hidrodinámica (Hidrocavitación), ya que este método es mediante un fenómeno físico el cual permite la separación del aceite de la pulpa del aguacate, con la intención de que el aceite pueda ser usado tanto en alimentos como en cosméticos [45].

Esto permite que el proyecto se encuentre a nivel de la competencia. Es muy importante formular nuevas estrategias para destacar entre los competidores:

- Aumentar la inversión de marketing.
- Incrementar la calidad del producto.
- Rebajar costos fijos.
- Asociarse con otras organizaciones.
- Mejorar la calidad de atención al cliente.

2.5.2 Análisis Pestel

El término “PESTEL”, es el acrónimo de los cinco aspectos en los cuales se centra:

- **P:** Analiza los factores políticos.
- **E:** Profundiza los factores económicos.
- **S:** Estudia los factores sociales.
- **T:** Explica los factores tecnológicos.
- **E:** Identifica los factores ecológicos y ambientales.
- **L:** Describe los factores legales.

Impactos que se manejan en la Tabla 9: MN (muy negativo), NG (negativo), IN (intermedio), PS (positivo), MP (muy positivo).

Tabla 9. Matriz Pestel

Factor	Detalle	Impacto					Tipo Oportunidad / Amenaza
		MN	NG	IN	PS	MP	
Político	Resoluciones que faciliten la exportación [52]					X	Oportunidad
	El apoyo a ciencia y tecnología [53]			X			Oportunidad
	Políticas de empleo [54]			X			Oportunidad
	Regulación por parte de la DIAN [55]				X		Oportunidad
	Se planea tratado comercial con los países europeos y asiáticos para exportar el aceite de aguacate				X		Oportunidad
	En la zona no hay conflictos significativos de orden público [56]					X	Oportunidad

Económico	Cada vez hay más regiones en el país elaborando aceite de aguacate (tabla 6)		X				Amenaza
	La producción de aguacate en Colombia creció en un 89% en los últimos 5 años [2]					X	Oportunidad
	Aumento de las cifras de exportación [2]				X		Oportunidad
	El municipio contempla la necesidad de mano de obra calificada					X	Oportunidad
Social	Hay más personas con la necesidad de adquirir productos relacionados con el aguacate [40]					X	Oportunidad
	Mejora en la calidad de vida de los productores y trabajadores				X		Oportunidad
	Existe una baja cobertura de las redes de comunicación en el área rural		X				Amenaza
Tecnológico	Falta de variedad en los métodos de extracción				X		Oportunidad
	Las nuevas tecnologías de extracción permiten seguridad y calidad del aceite de aguacate				X		Oportunidad
	Las nuevas tecnologías de extracción pueden mejorar el desempeño de producción				X		Oportunidad
	Con el cultivo de aguacate aumentar la productividad vegetal				X		Oportunidad
Medioambienta l	Embalaje del aceite de aguacate biodegradable				X		Oportunidad
	Emisión de gases durante el proceso de producción		X				Oportunidad
Legal	NTC 218 establece el índice de acidez				X		Oportunidad
	NTC 236 determina el índice de peróxido				X		Oportunidad
	NTC 432 establece la densidad relativa				X		Oportunidad
	NTC 287 establece la humedad				X		Oportunidad
	NTC 336 establece la densidad				X		Oportunidad
	ASTM D1500 establece el color del aceite vegetal				X		Oportunidad

Fuente: Autores

Como resultado de la Tabla 9, es concerniente concluir que existe una pluralidad de oportunidades en cada uno de los factores, lo cual indica que es un producto con una alta probabilidad de éxito para el mercado.

2.6 Conformación de la competencia

Para el análisis de la competencia, se tendrán en cuenta únicamente empresas colombianas que dentro de sus productos solo contengan el aceite de aguacate, ya sea como producto para la industria alimenticia o cosmética y así mismo su

precio en el mercado. En la Tabla 10 se contemplan empresas colombianas comercializadoras del aceite de aguacate.

Tabla 10. Principales productores de aceite de aguacate de Colombia.

Nombre Empresa	Ubicación	Producto	Presen tación	Costo (\$COP)	Costo por ml (\$COP/ml)
Biocate [46]	Bogotá	Aceite de aguacate para el cabello	100 ml	\$ 50.000	\$ 500
Green Hass S.A.S. [47]	Manizales	Aceite de aguacate picante 100% natural	200 ml	\$ 31.000	\$ 155
		Aceite de aguacate gourmet 100% natural	200 ml	\$ 32.500	\$ 163
La Simona Aceite de Aguacate [48]	Pereira	Aceite de aguacate 100% natural y artesanal	200 ml	\$ 25.000	\$ 125
		Aceite de aguacate 100% natural y artesanal	1 L	\$ 70.000	\$ 70
Smart Cooking - Oleo Hass [49]	Antioquia	Aceite de aguacate extra virgen Oleo Hass	250 ml	\$ 36.500	\$ 146
		Aceite de aguacate y oliva Oleo Hass	250 ml	\$ 36.500	\$ 146
		Aceite de aguacate y albahaca Oleo Hass	250 ml	\$ 36.500	\$ 146
Terravocado S.A.S. [50]	Antioquia	Aceite de aguacate extra virgen 100% natural	250 ml	\$ 34.900	\$ 140
		Aceite de aguacate extra virgen 100% natural	500 ml	\$ 59.900	\$ 120
		Aceite de aguacate extra virgen 100% natural	1 L	\$ 80.900	\$ 80
Monterra S.A.S. [51]	Cundinam arca	Aceite de aguacate Hass	250 ml	\$ 31.100	\$ 124
		Aceite de aguacate Hass	1 L	\$ 85.000	\$ 85

Fuente: Autores

2.6.1 Empresas internacionales que importan a Colombia

También se encuentra competencia en el mercado internacional como se puede observar en la Tabla 11, datos obtenidos del MinCIT (Anexo 1). En él se puede observar de donde proviene el producto, la empresa de origen y el precio de referencia en cada año.

Tabla 11. Países y empresas origen de aceite de aguacate que envían a Colombia (Precio promedio por litro USD)

País origen	Empresa Origen	2018	2019	2020	2021	Promedio general
Alemania, Brasil, México,	Beiersdorf Ind. Com. Ltda.				11,2	11,2
	L.O.TRADING CORP				11,6	11,6
Ecuador	Uyama farms Sa	10	10			10,0
España,	Almazara Adamuz, S.L.			11		11
	EXPORT & IMPORT LOGISTIC SUR S. L.			13,7		13,7

	PROVITAL S. A	12,1	17,3	12,3	12,3	14,17
Estados Unidos,	Avicanna Inc		17,3			17,3
Italia	Hilltowa International Corp				10	10,0
México	Avicanna Inc		11,9			11,9
	DIPASA INTERNACIONAL DE MEXICO S.A DE C. V		12,8			12,8
	NB FOODS S DE RL DE CV				10,0	10,0
	Price Smart. Inc.	9,64	11,0	13,0	13,4	12,9
Promedio		10,6	12,3	12,6	11,7	11,9

Fuente: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (Anexo 1)

Sin embargo, estos precios representan solamente el costo promedio del producto neto. Por temas aduaneros y de impuestos, se deben contemplar sobrecostos relacionados en la Tabla 12.

Tabla 12. Sobrecostos por importar y vender aceite de aguacate en Colombia

Sobrecostos por importar y vender aceite en Colombia	
Costos de transporte internacional	4,6%
Derechos Aduaneros	14,8%
Costos internos no arancelarios	17,2%
IVA	19%

Fuente: [57]

Por lo que, para el promedio del total general de la Tabla 11, el valor de los sobrecostos de importación y venta del aceite de aguacate se consolida en la Tabla 13.

Tabla 13. País y empresa de origen con sobrecostos por importar y vender en Colombia (Precio promedio por USD)

País origen	Empresa Origen	Total general (USD)	Costos de transporte internacional (4,6%)	Derechos Aduaneros (14,8%)	Costos internos no arancelarios (17,2%)	IVA (19%)	TOTAL (USD)
Alemania , brasil, mexico,	Beiersdorf ind. Com. Ltda.	11,2	0,52	1,66	1,93	2,13	17,43
	L.o.trading corp	11,6	0,53	1,72	2,00	2,20	18,05
Ecuador	Uyamafarms sa	10,0	0,46	1,48	1,72	1,90	15,56
España,	Almazara adamuz, s.l.	11	0,51	1,63	1,89	2,09	17,12
	Export & import logistic sur s.l.	13,7	0,63	2,03	2,36	2,60	21,32
	Provital S.A	14,17	0,65	2,10	2,44	2,69	22,05
Estados unidos,	Avicanna inc	17,3	0,80	2,56	2,98	3,29	26,92

Italia	Hilltowa international corp	10,0	0,46	1,48	1,72	1,90	15,56
Mexico,	Avicanna inc	11,9	0,55	1,76	2,05	2,26	18,52
	Dipasa internacional de mexico s.a de c. V	12,8	0,59	1,89	2,20	2,43	19,92
	Nb foods s de rl de cv	10	0,46	1,48	1,72	1,90	15,56
	PriceSmart Inc	12,9	0,59	1,91	2,22	2,45	20,07
Promedio		11,9	0,55	1,76	2,05	2,26	18,52

Fuente: Adaptado de Ministerio de comercio, industria y turismo (Anexo 1)

El costo neto promedio de este producto (Incluyendo sus sobrecostos por importación e impuestos) es de aproximadamente 18.52 USD, a precio promedio del dólar en 4.700 COP en 2022 [58], equivale a 87.044 COP. Este precio no contempla margen de utilidad por venta, una utilidad promedio del 20% da un precio final de 104.452 COP.

2.6.2 Brecha entre precios

Es importante comparar el precio de este producto cuando su origen es local o internacional. En la Tabla 10, se puede observar que el precio por un litro de aceite de aguacate hecho en Colombia es de aproximadamente 80.000 COP y el precio estimado para el aceite de aguacate importado es de 104.452 COP.

Ambos precios se encuentran muy a nivel entre sí, sin embargo, es importante tener en consideración que, para el aceite de aguacate que se importa demora tiempo considerable desde su compra a la empresa de origen. Dependiendo del método de transporte puede llegar entre 3 a 12 semanas en llegar al país y otras 2 semanas en la disposición y llegada hasta su destino [59].

2.7 Matriz DOFA

La matriz DOFA (Tabla 14) va enfocada a las oportunidades que tiene el aceite de aguacate dentro del mercado nacional e internacional.

Tabla 14. Matriz DOFA

Fortalezas	Debilidades
------------	-------------

Crecimiento de la siembra de aguacate en el Valle de Tenza Diversidad de uso del producto, en alimentos o en cosméticos. Disponibilidad de insumos y materia prima para el proceso. Nuevo en el mercado con capacidad de impacto. Caracterización del aguacate por medio de normas técnicas.	Proceso de selección de aguacate puede ser costoso Calidad de la materia prima depende de la temporada y la maduración del mismo. Pocas investigaciones específicas del proceso de extracción de aguacate por hidrocavitación. Precio de producto final elevado
Oportunidades	Amenazas
Empresas de cosmética buscan materia derivados de frutas y vegetales. Normativa flexible para la producción de aceite de aguacate Crecimiento de una cultura basada en la comida saludable El número creciente de producción de aguacate.	Empresas formales que llevan más tiempo. Pérdidas de proveedores debido a competencia que ofrecen mayores beneficios. Poco apoyo financiero por parte del gobierno a empresas que apoyan el aspecto agroindustrial.

Fuente: Autores

2.8 Demanda nacional

2.8.1 Demanda histórica

El comportamiento histórico del aceite de aguacate, permite conocer el tamaño de consumo desde sus inicios de producción e identificar la evolución de éste en el mercado nacional en los últimos años. Además, permite conocer la tendencia, en cuanto a consumo, definiendo su tasa media de crecimiento anual.

A lo largo de los años, el desarrollo de las propiedades nutricionales de los aceites vegetales ha creado un interés considerable, no sólo en la industria alimenticia, sino en la cosmética (Donde se ha visto la mayor participación de este producto) y por último la industria farmacéutica [3]. A pesar de ser un

producto relativamente nuevo, ha venido mostrando un crecimiento de demanda gracias a su diversidad de propiedades favorables para el ser humano.

Según datos obtenidos del MinCIT, la importación de aceite de aguacate tuvo inicio en el año 2018 con aproximadamente 552.511 litros y ha ido ascendiendo año tras año, llegando a 2021 con 909.352 litros (Tabla 15), lo cual representa aproximadamente 16.8 millones de dólares para 2021 en importaciones de este producto. (Anexo 1).

Tabla 15. Litros de aceite de aguacate importados a Colombia

Litros importados		Año				Total general
País origen	Destinatario	2018	2019	2020	2021	
Alemania, brasil, mexico	Prebel s.a.				54.759	54.759
Mexico	Avicanna latam s.a.s.		35			35
	Importfoods S.A.S.				19.713	19.713
	PriceSmart S.A.S.	52.500	105.000	315.000	787.500	1.260.000
	Team Foods S.A.		256			256
Ecuador	Monterra		1.000			1.000
	Team Foods S.A.	500.000				500.000
Italia	Almacenes exito s a				41.767	41.767
	Almacenes Exito S.A.				5.570	5.570
España,	Aromatheka s.a.s.	11	99	88	44	241
	Mazivo Group S.A.S.			2.135		2.135
EE.UU.	Avicanna latam s.a.s.		15			15
Total general		552.511	106.404	317.223	909.352	1.885.490

Fuente: Ministerio de comercio, industria y turismo (Anexo 1)

Se evidencia en la Tabla 15 que el sector cosmético representa aproximadamente el 6% de las importaciones de aceite de aguacate al territorio nacional, en 2021 la empresa cosmética PREBEL S.A. importó 54.759 litros a un precio promedio de 18 USD por cada litro (Tabla 13). Este sector utiliza este producto como insumo en sus productos, siendo uno de los componentes que atribuye a las propiedades nutritivas del mismo [45]. El otro 94% lo ocupa empresas de alimentos y almacenes de cadena, el cual importó en 2021, 854.594 litros, a un precio promedio de 19 USD por cada litro (Tabla 13).

En base a lo anteriormente mencionado, se evidencia que este producto llega a manos del cliente final principalmente por distribuidores y almacenes de cadena. Sin embargo, es necesario saber si la población colombiana realmente conoce el aceite de aguacate y sus propiedades nutritivas, que tan llamativo es y lo más importante, si están interesados en adquirir el producto puro para usos propios. Se decidió realizar una encuesta dirigida a la población colombiana con la finalidad de conocer su opinión acerca de este producto.

2.8.2 Encuesta Nacional

El estudio estadístico se realiza en cuatro ciudades del país con sedes seccionales en Bogotá, Tunja, Bucaramanga y Villavicencio de la Universidad Santo Tomás; tomando como población total de 8.286.353 con muestra de 1819 encuestados, con el fin de conocer las preferencias en el producto de los demandantes en estas ciudades, tomando como base las características más relevantes al momento de elegir un producto como lo es precio, calidad y presentación [40].

- **Diseño de la encuesta**

Esta encuesta tuvo como finalidad determinar los posibles modelos de consumidores, sus características y preferencias con el producto diseñado, así como con algunos similares o derivados, su nivel de aceptación por parte de la población y su impacto actual, sus posibles usos como lo puede ser en la preparación y venta de alimentos, como cosmético, frituras, aderezo para ensaladas, uso nutricional, entre otros.

El modelo de la encuesta diseñada para ser aplicado se presenta en el anexo 3. De acuerdo a lo planteado en la encuesta, para manejo de datos, los encuestados deben diligenciar la siguiente información: correo, rango de edad, ciudad, integrantes del grupo familiar e ingresos mensuales del grupo familiar. Se definieron 23 preguntas en donde se compilan todos los aspectos informativos necesarios sobre el aceite de aguacate, las cuales se encuentran registradas en el anexo 3. Las encuestas realizadas a las personas se llevaron a cabo en el mes de abril e inicios de mayo del 2021; adicionalmente, dentro de la encuesta se agregó un consentimiento informado de la finalidad de las encuestas y del tratamiento de datos personales. El consentimiento se presenta en el anexo 3.

- **Confiabilidad de la muestra**

El tamaño de la muestra se desarrolló por medio de la función estadística clásica [60]:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra (número de encuestados)
- Z = Es una constante que depende del nivel de confianza.
- p = Proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Dado que este dato es desconocido se ha supuesto que p = q = 0,5 para garantizar como la opción más segura.
- q = Proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es 1-p.
- N = Es el tamaño de la población
- d = Es el margen de error permitido. El que para el caso en particular ha sido del 3%.

Para poder determinar el número de confiabilidad, se debe tener el número de encuestados y el total de la población (Tabla 16).

Tabla 16. Población por departamento

Región/Depto.	Población
Tunja	166.850
Bogotá	7.149.540
Bucaramanga	523.426
Villavicencio	446.537
Total	8.286.353

Fuente: Personas_Demografico_Cuadros_CNPV_2018 (Anexo 2)

Para determinar el valor de confiabilidad de la muestra obtenida, se despeja la variable Z de la EC 1 y genera la siguiente ecuación [60]:

$$Z = \sqrt{\frac{n * d^2 (N - 1)}{p * q * N - n * p * q}} \quad Ec.2$$

Dónde:

- Z = Nivel de confiabilidad
- N = 2.286.353
- d = 0.03
- p = 0.5
- q = 0.58
- n = 1819

$$Z = \sqrt{\frac{(1819) * (0.03)^2 * (8.286.353 - 1)}{(0.5) * (0.5) * 8.286.353 - 1819 * (0.5) * (0.5)}}$$

$$Z = 2,559 \cong 2,56$$

Tabla 17. Confiabilidad de la muestra

Población	Muestra	Confiabilidad
8.286.353	1819	2,56

Fuente: Autores

Tabla 18. Nivel de confianza

Nivel de confianza	Z calculado en tablas
99%	2,58
95%	1,96
90%	1,645

Fuente: [60]

Comparando el resultado obtenido en la Tabla 17, junto con una tabla de referencia (Tabla 18), se realiza un cálculo de interpolación para encontrar el valor de la confiabilidad.

Cálculo de la interpolación para encontrar el porcentaje de confianza [61]:

$$y = y_1 + \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} * (x - x_1) \quad \text{Ec. 3}$$

$$y = 99 + \frac{95 - 99}{1.96 - 2.58} * (2.56 - 2.58)$$

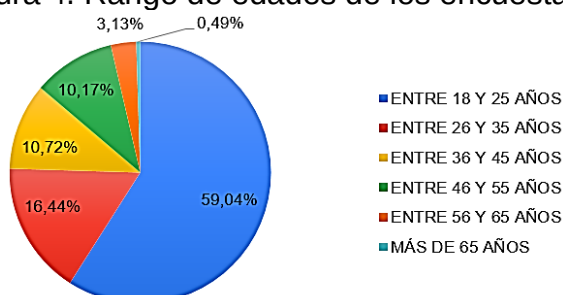
$$y = 98,9\%$$

La confiabilidad resulta ser de 98,9%, por lo tanto, la muestra es aceptable para el estudio.

2.8.2.1 Análisis de las encuestas

Después de recopilar la información, se logró realizar 1.819 encuestas, lo que se considera como un buen resultado teniendo en cuenta que las encuestas son respondidas de manera voluntaria por parte de los encuestados. Con base en lo anterior, a continuación, se encuentran los resultados de las preguntas más relevantes de las encuestas realizadas para este estudio.

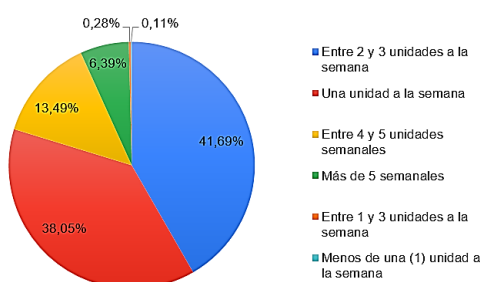
Figura 4. Rango de edades de los encuestados



Fuente: Resultado de las encuestas (Anexo 3)

La Figura 4 muestra que aproximadamente el 59% de la población encuestada son jóvenes entre 18 y 25 años de edad, y a medida que sube el rango de edad, la cantidad de encuestados disminuye. Este comportamiento es predecible ya que la encuesta se realizó a través de medios digitales. La población joven le es más fácil acceder y manipular medios digitales. Sin embargo, el público joven mostró gran interés en el producto, lo cual resulta ser muy positivo para la imagen y el consumo del mismo.

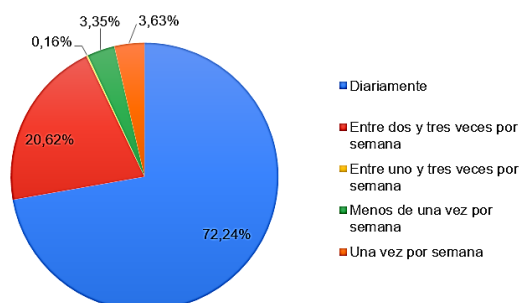
Figura 5. Caracterización del consumo de aguacate por familia



Fuente: Resultado de las encuestas (Anexo 3)

Aproximadamente el 79% de la población encuestada consume de uno a tres unidades de aguacate a la semana (Figura 5), lo cual indica que este fruto es bien visto por la población colombiana para el consumo cotidiano.

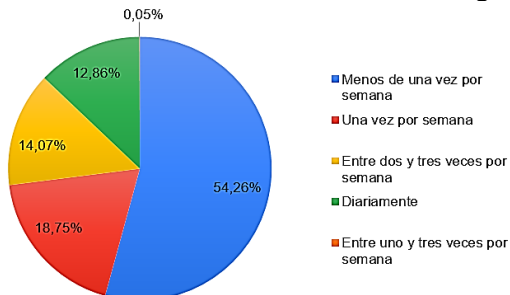
Figura 6. Uso gastronómico de los aceites en los hogares en Colombia



Fuente: Resultado de las encuestas (Anexo 3)

Se puede apreciar en la Figura 6, el 72% de los encuestados consume aceite para el uso gastronómico diariamente por lo que se da a entender que es una práctica común. El aceite de aguacate como producto puede funcionar en este mercado como una de sus posibles aplicaciones.

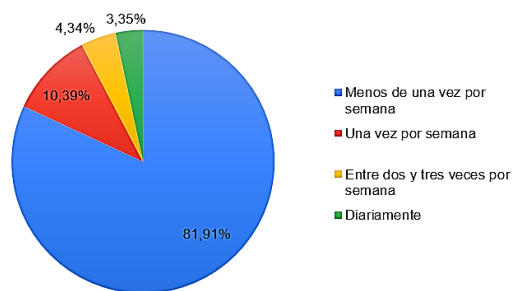
Figura 7. Uso cosmético de los aceites en los hogares en Colombia



Fuente: Resultado de las encuestas (Anexo 3)

Se evidencia que un 54% de los encuestados, su consumo de aceites para uso cosmético, es muy poco o nulo. El 46% restante lo usa más frecuentemente para este fin (Figura 7), esto muestra un campo de aplicación del aceite de aguacate, lo que resulta en una oportunidad de entrar a competir en este mercado.

Figura 8. Uso medicinal de los aceites en los hogares en Colombia

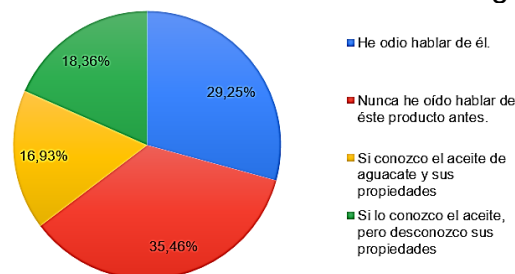


Fuente: Resultado de las encuestas (Anexo 3)

Figura 8, evidencia que 81,9% de los encuestados no consume aceite para uso medicinal, en su mayor medida porque no se tiene el conocimiento adecuado de su uso o funcionamiento en la parte medicinal, no es una práctica común, esta información nos indica que el aceite de aguacate no es factible comercializarlo en este mercado (Medicinal), por lo que se considera centrarse en otros posibles funcionamientos del mismo.

El uso gastronómico y cosmético son los mercados potencialmente competitivos para poder implementar el aceite de aguacate, ya que el público manifiesta que usan los aceites para estos fines.

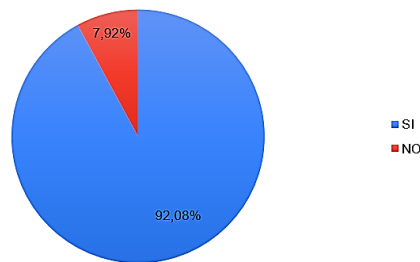
Figura 9. Conocimiento del aceite de aguacate



Fuente: Resultado de las encuestas (Anexo 3)

Uno de los datos más importantes de este estudio es saber si la población conoce el aceite de aguacate y sus propiedades, debido a que el producto puede ser más rentable si la población tiene conocimiento de mismo. Figura 9, revela que aproximadamente 65% de la población encuestada conoce o ha oído hablar de este producto, éste resulta ser un aspecto muy positivo, ya que al tener conocimiento de un producto las personas se sienten más seguras y confiadas a la hora de decidir usar un producto.

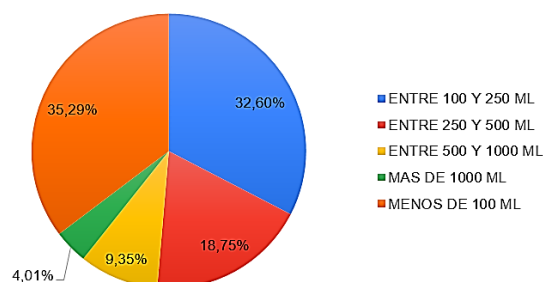
Figura 10. Interés por la adquisición del aceite de aguacate Hass y sus propiedades



Fuente: Resultado de las encuestas (Anexo 3)

En la Figura 10 se puede observar que la mayoría de la población representando por un 92%, después de recibir información acerca del aceite de aguacate sus propiedades y sus usos, se interesaron en adquirirlo para sus hogares. Esto indica una alta probabilidad de éxito del aceite de aguacate entre la población.

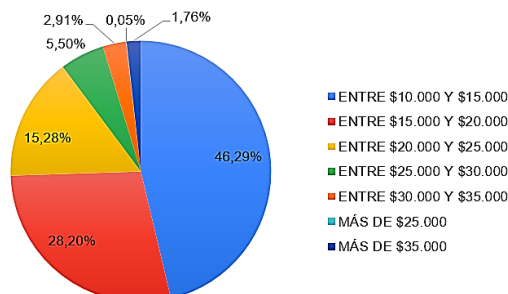
Figura 11. Decisiones de compra mensual por cantidad en cada unidad



Fuente: Resultado de las encuestas (Anexo 3)

La Figura 11 muestra que aproximadamente el 51,35% de la población encuestada manifiesta que comprarían en promedio 250 ml de aceite de aguacate al mes. La población restante está dispuesta a comprar cantidades superiores, lo que representa que el público está interesado en comprar el producto de manera frecuente.

Figura 12. Decisión de compra respecto al precio



Fuente: Resultado de las encuestas (Anexo 3)

En la Figura 12 es correcto afirmar que para una presentación de 100 ml la aceptabilidad del precio se encuentra entre 10.000 y 20.000 pesos colombianos lo cual representa las dos primeras opciones con un porcentaje de 74,5% de la muestra, por lo que se considera un precio de 12.000 pesos colombianos como una posible opción para esta presentación del producto lo cual es equivalente

con los productos similares en el mercado como se puede observar en la Tabla 19.

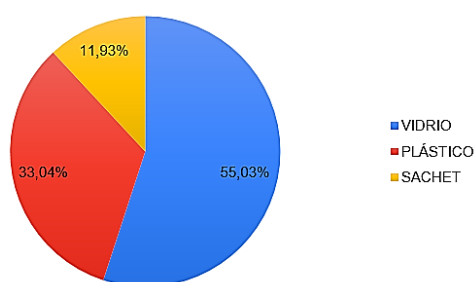
Tabla 19. Precio por cada 100 ml de aceite en los principales productores de aceite de aguacate de Colombia

Nombre Empresa	Producto	Costo (\$COP/ml)	Presentación (ml)	Costo (\$COP)
Biocate [46]	Aceite de aguacate para el cabello	\$ 500	100	\$ 50.000
Green Hass S.A.S. [47]	Aceite de aguacate picante 100% natural	\$ 155	100	\$ 15.500
	Aceite de aguacate gourmet 100% natural	\$ 163	100	\$ 16.300
La Simona Aceite de Aguacate [48]	Aceite de aguacate 100% natural y artesanal	\$ 125	100	\$ 12.500
	Aceite de aguacate 100% natural y artesanal	\$ 70	100	\$ 7.000
Smart Cooking - Oleo Hass [49]	Aceite de aguacate extra virgen Oleo Hass	\$ 146	100	\$ 14.600
	Aceite de aguacate y oliva Oleo Hass	\$ 146	100	\$ 14.600
	Aceite de aguacate y albahaca Oleo Hass	\$ 146	100	\$ 14.600
Terravocado S.A.S. [50]	Aceite de aguacate extra virgen 100% natural	\$ 140	100	\$ 14.000
	Aceite de aguacate extra virgen 100% natural	\$ 120	100	\$ 12.000
	Aceite de aguacate extra virgen 100% natural	\$ 80	100	\$ 8.000
Monterra S.A.S. [51]	Aceite de aguacate Hass	\$ 124	100	\$ 12.400
	Aceite de aguacate Hass	\$ 85	100	\$ 8.500
Promedio del costo				\$ 15.462

Fuente: Autores

El valor promedio del aceite de aguacate vendido por los principales productores de Colombia se encuentra alrededor de 15.462 COP (Tabla 19), comparado con el resultado obtenido por las encuestas (Figura 12), muestra una tendencia o preferencia entre un rango de precios entre 10.000COP y 20.000COP, lo que quiere decir, que las personas están dispuestas a pagar un poco más del precio real en el mercado. Por consiguiente, el precio base para 100ml de aceite de aguacate será de 12.000COP.

Figura 13. Decisión de compra respecto al material del empaque



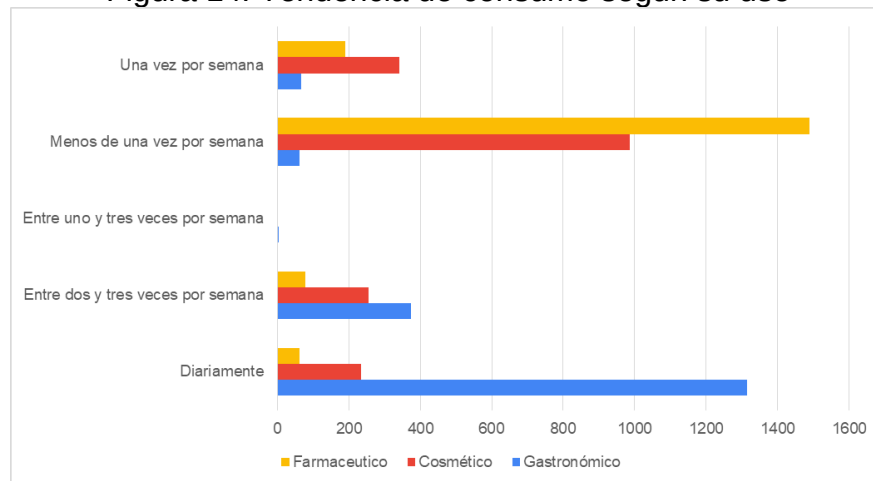
Fuente: Resultado de las encuestas (Anexo 3)

En la Figura 13, aproximadamente el 88% de la población encuestada manifestó que prefiere un envase rígido, ya sea en vidrio o en plástico. Lo que representa seguridad y confianza al manipular el producto. Sin contar que este tipo de presentación ayudaría con la conservación del producto [62, 63].

2.8.3 Perfil del consumidor

De acuerdo con el análisis obtenido de la encuesta realizada, se puede deducir que los principales consumidores del aceite de aguacate son personas que se encuentran entre los 18 y 25 años ya que son personas que dentro de su rutina o hábitos de alimentación buscan obtener una dieta balanceada que incluyen productos 100% naturales, siendo el aceite de aguacate un producto atractivo dentro de una dieta balanceada para el consumo familiar [64], que logra sustituir aceites tradicionales por tener propiedades nutricionales y un alto contenido vitamínico muy importante para el cuerpo [65]. Además, es recomendable para cuidados dermatológicos, ya que al ser un producto orgánico aporta propiedades vitamínicas A, B, D y E [4], las cuales contribuyen al cuidado de la piel como las manchas, arrugas, envejecimiento, acné, etc., motivo por el cual se encuentra incluido en varios productos de la industria cosmética.

Figura 14. Tendencia de consumo según su uso



Fuente: Resultado de las encuestas (Anexo 3)

Sin embargo, los encuestados mostraron mayor interés del aceite de aguacate como uso gastronómico para uso diario (Figura 14), este puede ser utilizado como aderezo de ensaladas, frituras o cocción de alimentos; Por lo cual, el aceite de aguacate se dirigirá a la industria alimenticia para el consumo familiar.

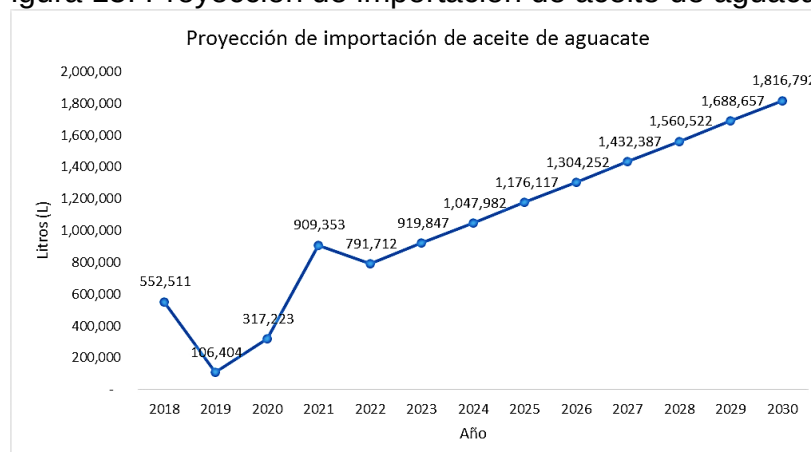
2.8.4 Estimación de la demanda

- **Proyección de importaciones**

Gracias a los datos obtenidos por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (Tabla 15), se puede apreciar que la cantidad de aceite importado al territorio

nacional tiene una tendencia alcista. Se proyecta que para el 2030, esta cantidad de aceite importado alcance los 1.8 millones de litros al año (Figura 15).

Figura 15. Proyección de importación de aceite de aguacate



Fuente: Adaptado de Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (Anexo 1)

- **Demanda estimada por las encuestas**

En base a los datos obtenidos de las encuestas se puede estimar una cantidad aproximada de demanda de aceite de aguacate, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones.

1. La población total de las ciudades encuestadas es de 8.286.353 personas
2. El 92% de las personas encuestadas están interesadas en adquirir el producto
3. Se estima que el 52% de la población comprarían en promedio 250 ml de aceite de aguacate al mes.
4. La presentación más aceptable por la población son envases rígidos (Vidrio o plástico) de 250 ml.

Datos obtenidos del DANE, indica que en las ciudades de Bogotá, Tunja, Villavicencio y Bucaramanga hay aproximadamente 2.895.849 familias (Tabla 20).

Tabla 20. Cantidad de familias por ciudad

Ciudad	Población	Cant. Familias
Tunja	166.850	55.679
Bogotá	7.149.540	2.514.482
Bucaramanga	523.426	175.107
Villavicencio	446.537	150.681
Total	8.286.353	2.895.849

Fuente: Hogares_Cuadros_CNPV_2018 (Anexo 5)

Las encuestas arrojaron que el 92% de los encuestados están interesados en adquirir el producto, es decir, que de los 2.895.849 hogares que habitan en estas ciudades, aproximadamente 2.664.181 están dispuestos a adquirir el producto. Sin embargo, solo el 52% del 92% de los hogares comprarían en promedio 250 ml al mes, ya que los demás encuestados manifestaron que comprarían menos de 100 ml al mes, es decir, 1.385.374 familias comprarían 250 ml mensualmente.

Esto representaría una demanda mensual de aproximadamente 346.343 litros de aceite de aguacate al mes. Lo que resulta en una cantidad de 1.385.374 botellas de 250 ml al mes. De los cuales, considerando que el proyecto es nuevo, la disponibilidad de materia prima y capacidad estimada de los equipos, se definió un target group del 5% de la demanda total, es decir, producir por lo menos 17.317 litros al mes, lo que equivale a 69.268 botellas de 250 ml al mes.

2.9 Demanda Internacional

2.9.1 Demanda histórica

El aceite de aguacate, al ser un producto nuevo en el mercado, no cuenta con una partida arancelaria puntual del producto. Datos obtenidos de International Trade centre (Anexo 4) catalogan este producto dentro de la partida arancelaria 151590 “Fixed vegetable fats and oils and their fractions, whether or not refined, but not chemically”, en el cual, además del aceite de aguacate, se encuentran otros aceites poco conocidos como el de jojoba, chía, entre otros. A partir de esta fuente, se puede ver las importaciones a sus territorios, en miles de dólares de esta partida arancelaria en todos los países del mundo (Figura 16).

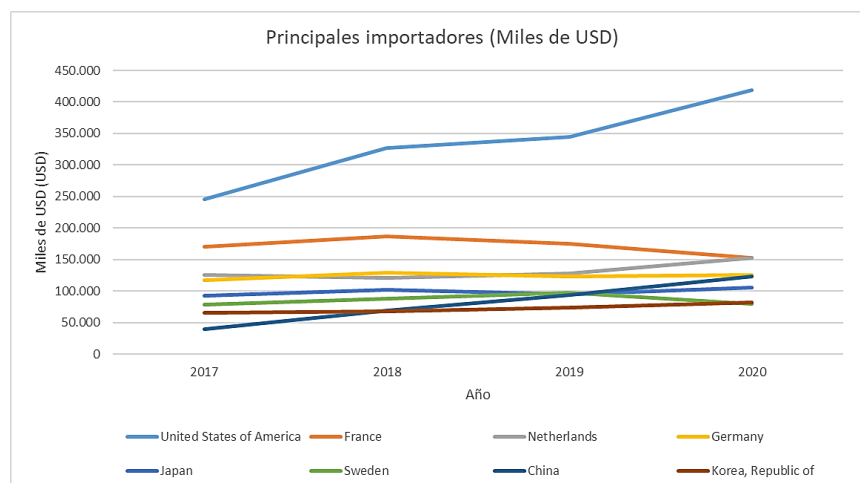
Figura 16. Cantidad de importaciones partida arancelaria 151590 (Miles de USD)



Fuente: International Trade Centre (Anexo 4)

En la Figura 17, se puede observar la tendencia alcista en todo el mundo. Países como Estados Unidos, Francia, Países bajos, Alemania, Japón, Suecia, China y Corea, son los principales países que importan, en miles de dólares, productos pertenecientes a esta partida arancelaria, tal y como se muestra en la figura 18.

Figura 17. Principales importadores partida arancelaria 151590 (Miles de USD)

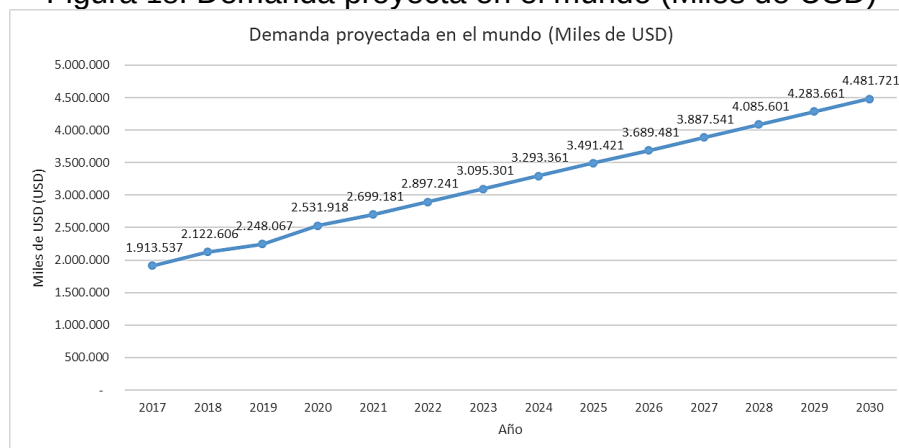


Fuente: International Trade Centre (Anexo 4)

2.9.2 Demanda proyectada

Basados en la demanda internacional, datos obtenidos de Internacional Trade Centre (Anexo 4), se estima que la demanda aumente en los próximos años, tal como se muestra en la Figura 18, se estima un aumento hasta 4,48 Millones de dólares para el año 2030.

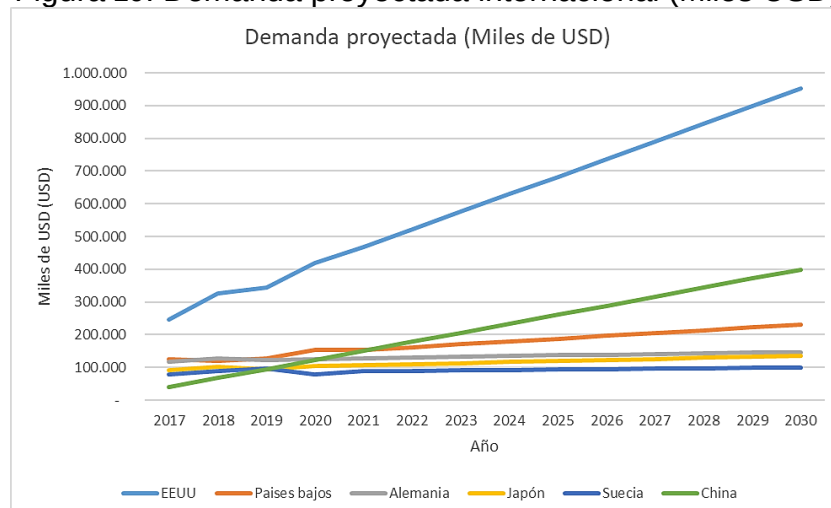
Figura 18. Demanda proyecta en el mundo (Miles de USD)



Fuente: Adaptado de International Trade Centre (Anexo 4)

Países como Estados Unidos, Países bajos, Alemania, Japón, Suecia y China, son los principales importadores de productos pertenecientes a la partida arancelaria 151590 y que han mostrado una tendencia alcista de estos productos, siendo así los mercados más potenciales en todo el mundo, Figura 19.

Figura 19. Demanda proyectada internacional (Miles USD)



Fuente: Adaptado de International Trade Centre (Anexo 4)

2.10 Conclusión del estudio de mercado

- La producción de aguacate en el territorio nacional va en aumento, lo que representa un aspecto positivo en disponibilidad de materia prima, en 2021 la producción total de aguacate fue de 661.237 toneladas [2], un aumento del 5,5% con respecto a 2020. Aproximadamente el 34% de la producción total de aguacate en el territorio nacional, pertenece a la variedad Hass [2].
- El departamento de Boyacá representa 3% de la producción total de aguacate en el país, y su proyección de producción de aguacate tipo Hass para el 2030 es de 12.827 toneladas, la disponibilidad de materia prima es alta.
- El análisis de los datos obtenidos de las encuestas, arrojan que el aceite de aguacate es potencialmente competitivo para los mercados alimenticios y cosméticos. El sector farmacéutico resulta ser poco atractivo.
- Se proyecta que la importación de aceite de aguacate aumente en los próximos años, se proyecta una importación de hasta 1.8 millones de litros en el 2030, indicando que la demanda de este producto desde el exterior es bastante amplia, la cual puede ser contrarrestada con producto local.
- El análisis de las encuestas en relación con datos de población y hogares suministrados por el DANE, arrojan una potencial demanda de hasta 346.343 litros de aceite de aguacate al mes. El proyecto establece un target group del 5% de la demanda, es decir 17.317 litros al mes, el equivalente a 69.268 botellas de 250 ml al mes, esto debido a que el proyecto es nuevo y es recomendable iniciar con cantidades pequeñas; A medida que el proyecto se establezca en el mercado y sea reconocido

entre la población, el target group puede aumentar, siempre y cuando haya disponibilidad de materia prima e insumos.

- Se estima que para el target group, se requieren aproximadamente 129 toneladas de aguacate Hass al mes. Esto en base a que el contenido de aceite presente en el aguacate es del 21.9% [39]. La producción de aguacate Hass en el Valle de Tenza en 2021 fue de 6.440 toneladas [2], lo que representa un promedio de 536 toneladas mensuales. Es decir, la producción de aguacate Hass en el Valle de Tenza es suficiente para cubrir el target group del proyecto.
- Los precios entre el producto hecho en Colombia y el importado muestra una brecha de aproximadamente 24.500 COP, siendo el producto colombiano más económico. La brecha es amplia, y es importante tener en consideración que el producto importado tarda de 3 a 12 semanas en llegar al país (Dependiendo si su método de transporte es vía marítima o aérea), y otras dos semanas en que la DIAN disponga del producto a su destinatario; Por lo tanto, resulta más cómodo producir y comercializar el producto en Colombia.
- Así mismo, las encuestas arrojan que la población está dispuesta a pagar hasta 20.000 COP por 100 ml de aceite de aguacate, siendo este más alta que el precio real en el mercado, con un precio aproximado de 15.462 COP por 100 ml de aceite de aguacate. Este es un aspecto positivo, ya que la población está dispuesta a pagar un poco más por este producto.
- El estudio del mercado internacional arroja un aumento de la demanda de la partida arancelaria 151590 “Fixed vegetable fats and oils and their fractions, whether or not refined, but not chemically”, en el cual se encuentra el aceite de aguacate, los mercados potencialmente competitivos son los de EE.UU., China, Japón, Alemania, Países Bajos y Suecia, ya que su demanda tiene una tendencia alcista y por tanto se podría pensar en llegar a exportar.
- Por lo anteriormente mencionado, se concluye en el estudio de mercado que el aceite de aguacate es atractivo y altamente competitivo dentro del mercado, lo cual indica una alta probabilidad de éxito entre la población colombiana.

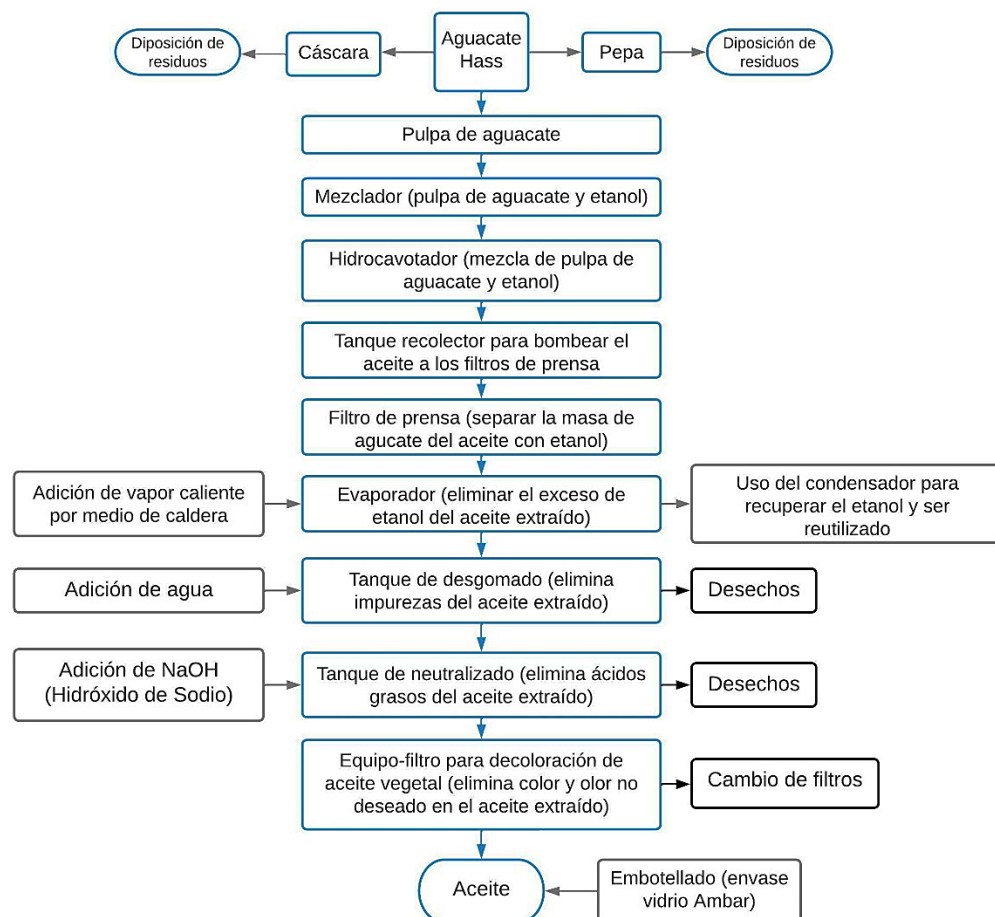
3. ESTUDIO TÉCNICO

El estudio técnico abarca todo el análisis de tecnologías disponibles para la producción de un bien requerido, permitiendo la verificación de la factibilidad técnica de cada una de ellas. En este estudio técnico se logran identificar las materias primas, instalaciones, maquinarias y equipos necesarios, esto incluye los tiempos de operación necesarios para llegar a un producto deseado [66]. En base a los análisis de las características técnicas de las máquinas, se puede precisar su disposición en planta y su disponibilidad en el mercado, así mismo, permitirá establecer el espacio físico para que el desarrollo de las operaciones se pueda realizar de manera óptima siguiendo el orden metodológico de elaboración de producto [26].

3.1 Proceso Productivo

El proceso productivo inicia con la obtención del aguacate y termina con el embotellamiento de aceite de aguacate empleado para usos cosméticos o alimenticios; La secuencia de operaciones se representa en la Figura 20.

Figura 20. Diagrama de proceso de la extracción de aceite de aguacate

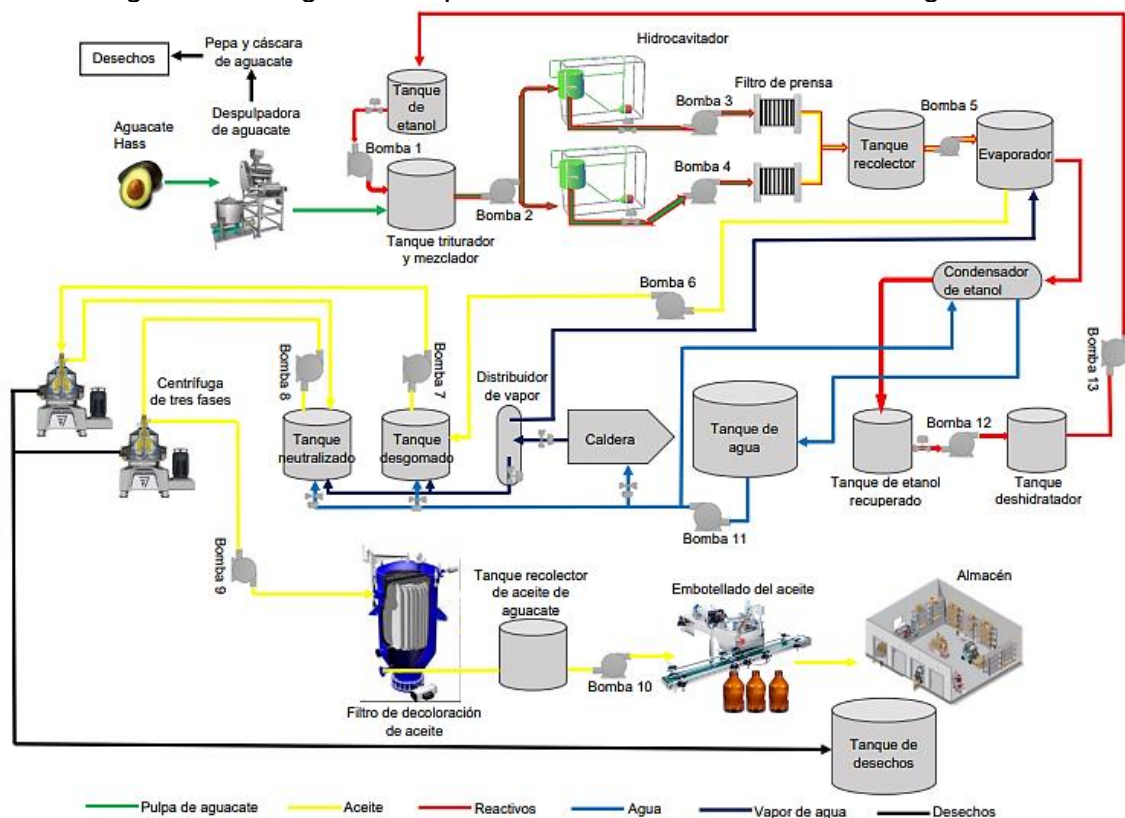


Fuente: Autores

3.2 Tipo de sistema de producción

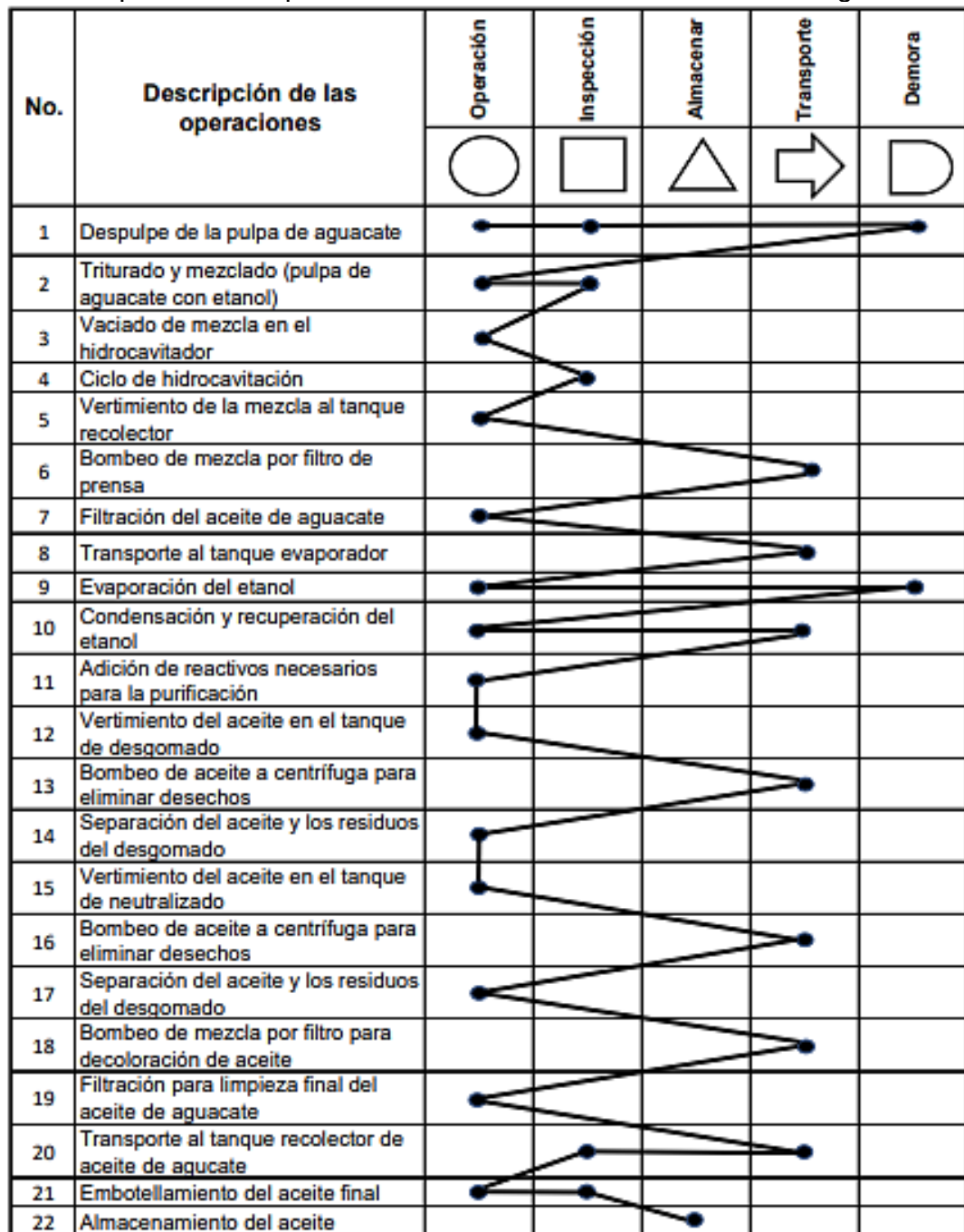
Los sistemas de producción se pueden agrupar en dos grandes tipos los procesos batch, discontinuo o por lotes y los procesos en continuo. El proceso discontinuo o batch es un sistema de producción donde se elabora una cantidad delimitada de producto y una vez se elabora debe volver a iniciarse el proceso con otra cantidad de materia prima [67]. De manera que, para obtener un aceite de aguacate que cumpla con los parámetros normativos actuales se requiere usar un proceso en batch, donde la cantidad total de materia prima se introduce al sistema realizando sus diferentes ciclos por separado, obteniéndose la cantidad total de producto transcurrido un determinado tiempo [68]. Las condiciones de operación son establecidas de acuerdo a la disposición de la materia prima y de la estación de trabajo. El proceso de extracción de aceite de aguacate se realizará en un reactor capaz de generar el fenómeno de cavitación hidrodinámica, con la finalidad de romper la emulsión de la pulpa y liberar todo su contenido de aceite. Posteriormente, se debe separar la mezcla de pulpa de aguacate y el etanol al 96%, para esto se calienta la mezcla a una temperatura igual a de ebullición del etanol; y finalmente, después de separada la mezcla, el aceite obtenido pasa por un proceso de limpieza con el fin de eliminar impurezas, tal y como se podrá observar en la Figura 21.

Figura 21. Diagrama de proceso extracción de aceite de aguacate



Fuente: Autores

Figura 22. Diagrama de flujo de operación vertical con simbología ASME correspondiente al procedimiento de extracción de aceite de aguacate



Fuente: Autores.

El diagrama de la Figura 22 fue elaborado de acuerdo a los estándares de la *American Society of Mechanical Engineers* (ASME), el cual permite determinar cada una de las etapas para la obtención del aceite de aguacate.

3.3 Criterios de calidad

3.3.1 Criterios de selección del aguacate

Es importante establecer criterios para la selección de la materia prima, ya que este podría afectar de manera directa en la calidad del producto final [69], como por ejemplo la rancidez, sabor, olor o color. El gobierno colombiano establece mediante la normativa NTC1248-3, indicativo A.2 “Enfermedades de los aguacates”, los casos más frecuentes de putrefacción de los aguacates a causa de plagas [70]. Esta normativa funciona como punto de referencia para la selección del aguacate que entrará a proceso de extracción.

- **Antracnosis**

Enfermedad causada por el hongo *Colletotrichum Gloeosporioides* Penzlg., el cual se manifiesta durante la maduración del fruto. Esta enfermedad se caracteriza por manchas circulares de color café claro que se alargan y hunden en el centro (Figura 23), los puntos coalescen formando manchas grandes y oscuras sobre la cáscara, pueden penetrar la pulpa e inducir su pardeamiento y rancidez. [71]

Figura 23. Antracnosis presente en el aguacate



Fuente: [72]

- **Phytophthora**

La *Phytophthora*, más conocida como muerte ascendente, es la enfermedad más común y más difícil de controlar en esta planta, con un alto impacto directamente en la productividad y calidad del aguacate. Esta enfermedad invade inicialmente las raíces de la planta y se expande gradualmente hasta sus hojas y sus frutos, causando decoloración y marchitamiento de la planta (Figura 24), este se conoce como “La tristeza del aguacatero” [73]. La pudrición de las raíces limita la capacidad de absorción de agua y nutrientes para que la planta pueda producir frutos de forma eficiente e inclusive para mantenerse con vida. Como consecuencia de esta enfermedad, la planta puede presentar una baja productividad, baja calidad del fruto e incluso, la muerte del mismo [74].

Figura 24. Síntomas de la pudrición radical en aguacate



Fuente: [74]

- a. Síntoma en la raíz de material vegetal enfermo
- b. Síntoma en raíces en campo
- c. Síntoma aéreo en arboles de aguacate criollo

3.3.2 Embalaje y transporte del aguacate

Es primordial garantizar que el aguacate se mantenga en óptimas condiciones desde el momento en que se cosecha, hasta el momento en que llegue a la planta de producción. La NTC-1248-3 [70] establece una serie de requisitos para la manipulación y transporte del aguacate para poder conservarlo en óptimas condiciones.

- El vehículo debe estar completamente limpio y protegido de condiciones externas.
- Los aguacates deben estar previamente seleccionados, en base a la norma NTC-1248, el aguacate debe estar libre de enfermedades, defectos, golpes y picaduras de insectos.
- La fruta debe estar embalada en contenedores que sean capaces de soportar el transporte, manipulación, golpes, etc.

3.3.3 Almacenamiento del aguacate

El lugar donde vaya a ser almacenado el aguacate debe cumplir una serie de requisitos que establece la NTC-1248 [70], para preservar el aguacate:

- Mantener el lugar limpio y seco
- El lugar debe estar debidamente iluminado y ventilado
- Garantizar la facilidad de acceso y retiro del producto
- Garantizar el control de plagas (Roedores, aves, insectos, etc.)
- Mantener una humedad relativa entre el 85% al 90%
- Disponer de los equipos necesarios para verificar la temperatura, la humedad relativa y la circulación de aire.
- Periodo previo a la maduración: De 13°C a 15°C con humedad relativa entre 85% y 90%

- Periodo posterior a la maduración: De 8°C a 10°C con humedad relativa entre 85% y 90%

3.3.4 Propiedades físico-químicas de los aceites

Dado que para caracterizar el aceite de aguacate se deben cumplir ciertos requerimientos ya establecidos, se toma las Normas Técnicas Colombianas (NTC) [75]. Las propiedades físico-químicas a determinar de acuerdo a las normas son las mencionadas en la Tabla 21.

Tabla 21. Parámetros físico-químicos de los aceites según la NTC

Variable	Norma Técnica
Índice de acidez	NTC -218
Índice de Peróxidos	NTC 236
Índice de Yodo	NTC 286
Índice de Saponificación	NTC 335
Humedad	NTC 287
Densidad	NTC 336

Fuente: Autores

3.4 Balance de materia

Previamente se utilizó la estandarización de un proceso a escala laboratorio para la obtención de aceite de aguacate [7], con el cual se establecieron las cantidades necesarias de cada proceso para la purificación del aceite de aguacate obtenido de la extracción anterior (Figura 25). Para el desarrollo del refinado del aceite se tendrán las siguientes condiciones: aceite extraído, agua para el desgomado, NaOH (hidróxido de sodio) para la neutralización y el filtro para decoloración para el refinado final del aceite.

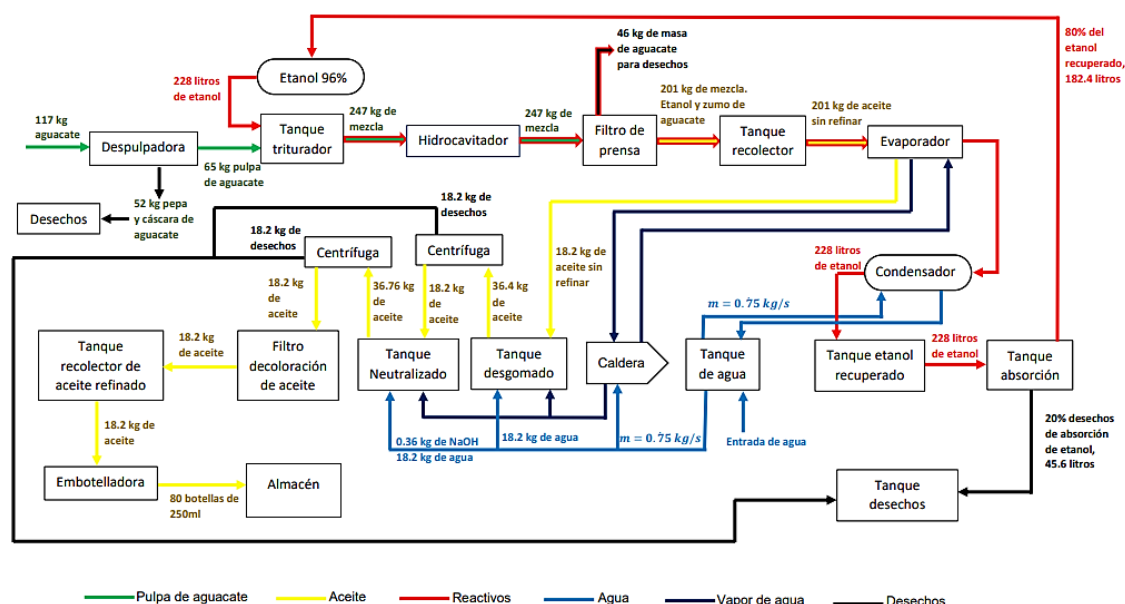
Al ser un proceso discontinuo o por lotes, se determina el tiempo estimado por ciclo de cada proceso (Tabla 22), a partir de los resultados de laboratorio, se establece que todos los procesos de la planta trabajarán 16 horas al día, 30 días al mes.

Tabla 22. Tiempos estándar por proceso

Proceso	Tiempo/ciclo	Unidad	Ciclos/mes
Hidrocavitado	26	Min	1107
Prensado	26	Min	1107
Evaporado	30	Min	720
Desgomado	30	min	960
Neutralizado	30	min	960

Fuente: Autores

Figura 25. Diagrama de balance de materia



Fuente: Autores

3.4.1 Hidrocavitación

Este proceso tiene como finalidad separar el aceite contenido dentro de la pulpa de aguacate, haciendo uso de etanol al 96% como solvente para lograr solubilizar la mezcla y romper la emulsión que contiene el aceite. Para producir la cantidad establecida en el target group, se estima que para el proceso de hidrocavitado, se debe procesar mensualmente alrededor de 270,7 toneladas de mezcla de pulpa de aguacate y etanol al 96%.

- **Aguacate**

Según el rendimiento mencionado anteriormente en las conclusiones del estudio de mercado, el aguacate Hass contiene 21,9% de aceite en su pulpa, es decir, por cada kilogramo de pulpa de aguacate se puede obtener 219 gramos de aceite [39], a una densidad de 0,91 g/cm³ [76], resulta en 240 ml por cada kilogramo de pulpa. Para producir la cantidad establecida en el target group, se requieren aproximadamente 72 toneladas de pulpa de aguacate mensualmente, es decir, se debe procesar alrededor de 2.395 kg de pulpa al día, lo cual representa una producción diaria de aproximadamente 577 litros de aceite de aguacate. Sin embargo, se debe contemplar el peso de la cáscara y la piel del fruto; un aguacate Hass contiene alrededor del 55.7% de pulpa de aguacate [77]; por lo tanto, se requiere un total de 129.187 kg de aguacate Hass al mes.

- **Etanol al 96%**

Pruebas realizadas por los autores determinaron que por cada kilogramo de pulpa de aguacate se requiere 3.5 litros de etanol al 96%. Para la cantidad de 72 toneladas de pulpa de aguacate, se requieren aproximadamente 251.919 litros de etanol al 96%, a una densidad de 0,789 g/ml [78], se traduce a 198.710 kg de etanol al 96%.

3.4.2 Prensado

Posteriormente al hidrocavitado, la mezcla pasa por un proceso denominado “Prensado”, en la cual, pasa la mezcla por una serie de filtros de polipropileno termoplástico rígido de alta resistencia [79], con el fin de separar la pulpa seca del aguacate y otros residuos sólidos contenidos en este. Al pasar por estos filtros, el total obtenido es de aproximadamente 28% de zumo de aguacate [80], es decir, de las 72 toneladas de pulpa de aguacate, se obtiene 20.5 toneladas de zumo de aguacate.

3.4.3 Evaporación

El proceso de evaporación tiene como finalidad recuperar el etanol de la mezcla, una vez el aceite contenido en la pulpa haya sido liberado. El etanol se lleva a su punto de ebullición y posteriormente se condensa para ser almacenado en tanques, para ser re-utilizado en la extracción de aceite de aguacate. Experimentalmente se ha determinado que por cada ciclo de extracción se recupera al menos el 97% del etanol empleado con una pureza final del 80%, con lo cual se requiere aumentar la concentración de etanol removiendo el agua presente. Adicionalmente, se reduce la cantidad de etanol que mensualmente se debe comprar. Al devolver el etanol a su pureza inicial, el porcentaje de recuperación final es del 80%, lo cual resultaría en una reducción considerable del etanol total requerido para procesar toda la pulpa de aguacate; por lo anteriormente mencionado, se requiere un abastecimiento mensual de 50.612 litros de etanol al 96%.

3.4.4 Desgomado

Es un procedimiento que se utiliza para remover, del aceite, material no graso como lo son los fosfátidos, gomas, fragmentos de proteínas y mucílagos que afectan la estabilidad oxidativa del aceite [75]. Estas sustancias son solubles en el aceite, pero se precipitan en él al ser hidratadas.

Para este proceso, se calienta el aceite y el agua a 85°C; considerando que el porcentaje de agua debe ser el 7% del peso del aceite, para después mezclar ambas sustancias por un determinado tiempo para permitir que las gomas sedimenten [7], este proceso tardaría un tiempo de 30 minutos. Seguidamente se separan las partes mediante una centrífuga decantadora de tres fases, la cual tardará alrededor de siete minutos en separar.

3.4.5 Neutralización

Es un procedimiento aplicado al aceite para retirar los ácidos grasos libres presentes en él [75]. También conocido como desacidificación, este proceso neutraliza los ácidos libres grasos en el aceite haciendo uso de la sosa cáustica, lo cual convierte los ácidos en gomas blandas, las cuales se pueden eliminar fácilmente mediante un proceso de separación por centrifugación [81]. El

proceso de neutralización se realiza aplicando una solución de hidróxido de sodio (0.1 M) a una temperatura de 80°C, se mezcla con el aceite aplicando una agitación vigorosa para que se logren retirar [7], el tiempo por ciclo tarda aproximadamente 45 minutos.

La mezcla final se agrega en una centrífuga decantadora de tres fases en la que realizará su proceso de separación en un determinado tiempo de 5 minutos. Por último, el aceite se lava con agua a 80°C para eliminar los excesos de sosa cáustica (1 ml de agua por cada gramo de aceite), el lavado del aceite tiene un tiempo aproximado de 10 minutos, para retirar los excesos del hidróxido de sodio, se debe agregar la mezcla a la centrífuga decantadora por un tiempo de 5 minutos.

3.4.6 Refinación - Adsorción

El procedimiento de blanqueo ayuda a retirar los pigmentos que dan coloración y olor indeseable al aceite. Para retirar los componentes indeseados se utilizan materiales blanqueadores, carbón activado o tierras activadas, con alta actividad superficial para absorber la pigmentación del aceite [75].

En la industria, el proceso de refinado final de los aceites se puede realizar mediante un "filtro para decoloración de aceite vegetal". Estos filtros funcionan a presión vertical, conformados por placas verticales de acero inoxidable u otras aleaciones en el interior; sobre dichas placas se crea una precapa filtrante con aditivos, capaces de retener las impurezas restantes, decolorantes y olores [82]. El método de descarga del filtro es automático y cerrado.

Este método de filtración consta de tres etapas: La primera etapa consiste en crear una precapa filtrante con aditivos de filtración sobre las placas metálicas, con el fin de establecer una recirculación de los aditivos. Esta etapa es esencial ya que en las precapas se encontrarán retenidos los sólidos no deseados. La segunda etapa consiste en llenar el tanque y una vez alcanza la presión necesaria comienza a filtrar. La tercera etapa se obtiene al finalizar la filtración, se retira los residuos sólidos adheridos a las placas [83].

3.4.7 Cantidad de materia prima e insumos

A partir de lo anteriormente mencionado, se consolidan las cantidades de materia prima e insumos necesarios para cumplir con el target group previamente establecido en el estudio de mercado (Tabla 23).

Tabla 23. Materia prima e insumos

Descripción	Cantidad	Unidad
Aguacate Hass	129.187	Kilogramos

Etanol (96%)	50.612	Litros
Sosa caustica	398	Kilogramos
Cloruro de calcio	2.303	Kilogramos
Botella ámbar	70.000	und

Fuente: Autores

3.4.8 Mano de obra operativa

Para mantener la planta de producción en funcionamiento, se requiere de mano de obra que opere y supervise la operación de producción de aceite de aguacate, para esto se define a partir de los procesos y equipos que se requiere para tal fin (Tabla 24); El artículo 161 del código sustantivo del trabajo, establece una jornada máxima de hasta ocho horas diarias por trabajador [84], por lo tanto, se establece dos turnos laborales por día.

Tabla 24. Mano de obra operativa

Proceso	Equipos	Cargo	Cant. Personal	Turnos	Total personal
Despulpe y mezclado	1. Despulpadora 2. Tanque de mezclado	Operador	2	2	4
Hidrocavitado	1. Hidrocavitador 2. Filtro prensa 3. Tanque recolector	Operador	2	2	4
Evaporado	1. Evaporador 2. Tanque etanol recuperado 3. Tanque absorción 4. Caldera	Operador	2	2	4
Desgomado	1. Tanque desgomado 2. Tanque neutralizado 3. Centrifugas 4. Filtro de decoloración	Operador	2	2	4
Neutralizado					
Refinado					
Embotellado	Embotelladora	Operador	1	2	2
Todos procesos	Supervisión de planta	Jefe de producción	1	2	2
Total			10		20

Fuente: Autor

3.5. Materiales y equipos

En la Tabla 25 se muestran los resultados de las capacidades por ciclo en cada uno de los procesos.

Tabla 25. Capacidades y rendimientos por equipo

Proceso	Capacidad por ciclo	Unid.	Cantidad de MQ	Unid.	Tiempo diario	Tiempo mensual	Unid.
Hidrocavitado	130	kg	2	und	16	480	h
Prensado	200	L/h	2	und	16	480	h
Evaporado	400	kg	1	und	16	480	h

Desgomado	100	kg	1	und	16	480	h
Neutralizado	100	kg	1	und	16	480	h
Lavado	230	kg	1	und	16	480	h
Refinado	110	L/h	1	und	16	480	h

Fuente: Autores

De acuerdo con la información anterior, se realizará la selección de equipos teniendo en cuenta los datos consignados en la Tabla 25.

3.5.1 Despulpadora de aguacate

La función de esta máquina es la de separar partes de frutas tales como semillas, vástagos, cáscaras y otros productos no deseados en la obtención de pulpa para jugos, néctares, purés y en este caso el zumo de la pulpa de aguacate. La máquina tendrá un funcionamiento estimado de 16 horas al día y proporcionará un rendimiento entre 250-300 kg/h. Las dimensiones de la despulpadora están estandarizadas por los catálogos del fabricante, por lo que sus especificaciones se encuentran en el anexo 7. Las características de la despulpadora se muestran en la Tabla 26.

Tabla 26. Características de la máquina despulpadora de aguacate

Descripción	Cantidad	Unidad
Modelo (CQ-DYJ1-1)	1	und
Dimensión (L*W*H)	850x750x1100	mm
Capacidad	250-300	Kg/h
Consumo energético	3	kW
Material (Acero Inoxidable AISI 314)	1	Maq
Tiempo diario	16	horas
Cantidad de equipos	1	und

Fuente: Adaptado de especificaciones de equipos (Anexo 7)

3.5.2 Tanque mezclador

Con relación al tanque encargado de mezclar la pulpa del aguacate con el etanol, se tuvo en cuenta la cantidad (litros) de materia prima a procesar por ciclo como se muestra en la Tabla 23. En un ciclo se procesa alrededor de 260 litros, por lo que se deberá usar un tanque vertical en acero inoxidable AISI 314, siendo este un material con alta resistencia a la corrosión y oxidación. El tanque debe tener una capacidad de 300 litros para un volumen de carga de 260 litros por ciclo, cada ciclo tarda 20 minutos, adicionalmente el tanque debe contar con un mezclador triturador, que cumpla la función de homogeneizar la mezcla de la pulpa de aguacate y el etanol. Las dimensiones del tanque están estandarizadas

por los catálogos del fabricante, por lo que sus especificaciones se encuentran en el anexo 7. Las características del tanque se muestran en la Tabla 27.

Tabla 27. Características del tanque mezclador

Descripción	Cantidad	Unidad
Capacidad máxima	0.300	m ³
Capacidad máxima	300	L
Altura (con base)	1355	mm
Diámetro	635	mm
Material (Acero inoxidable AISI 314)	1	tanque
Cantidad de tanques	1	unidad

Fuente: Adaptado de especificaciones de equipos (Anexo 7)

3.5.3 Tanque de etanol

La función de este tanque es de almacenar y enviar la cantidad necesaria de etanol, por medio de una bomba, al tanque mezclador en donde se realizará la mezcla de la pulpa del aguacate y el etanol. Las dimensiones del tanque para etanol se establecieron de acuerdo a la capacidad de 56.000 litros para un volumen de carga de 51.000 litros, como se mencionó anteriormente en el punto 3.4.3. Las dimensiones del tanque están estandarizadas por los catálogos del fabricante, por lo que sus especificaciones se encuentran en el anexo 7. Las características del tanque se muestran en la Tabla 28.

Tabla 28. Características del tanque de etanol

Descripción	Cantidad	Unidad
Capacidad máxima	56	m ³
Capacidad máxima	56000	L
Altura (con base)	5354	mm
Diámetro	3810	mm
Material (Acero inoxidable AISI 314)	1	tanque
Cantidad de tanques	1	unidad

Fuente: Adaptado de especificaciones de equipos (Anexo 7)

3.5.4 Tanque y bomba para el Hidrocavitador

Es un equipo el cual se encarga de generar la separación del aceite de aguacate de la pulpa por medio de una reducción de presión de un líquido que fluye a través de una constricción. Por ciclo aproximadamente se debe procesar 298.9 litros de pulpa de aguacate con etanol luego de haber pasado por el mezclador, por lo que el tanque en el que se agregará la mezcla deberá ser de una capacidad similar a lo que se procesa, es decir que se necesitan dos equipos hidrocavitadores con un tanque de 150 litros cada uno, para un volumen de carga

de 149.45 litros por ciclo en cada tanque, cada ciclo tarda 26 minutos. Las dimensiones del tanque están estandarizadas por los catálogos del fabricante, por lo que sus especificaciones se encuentran en el anexo 7. Las características del tanque se muestran en la Tabla 29.

Tabla 29. Características del tanque del hidrocavitador

Descripción	Cantidad	Unidad
Capacidad máxima	0.150	m ³
Capacidad máxima	150	L
Dimensiones (L*W*H)	500x500x700	mm
Material (Acero inoxidable AISI 314)	1	tanque
Tiempo por ciclo	26	Minutos
Tiempo en el día	16	Horas
Cantidad de tanques	2	Unidades

Fuente: Adaptado de especificaciones de equipos (Anexo 7)

El tipo de bomba requerido para el proceso de la hidrocavitación será una bomba centrífuga, ya que su objetivo principal es transferir fluidos a través de un aumento de presión. Las dimensiones son establecidas de acuerdo a las referencias del tanque del hidrocavitador y la bomba centrífuga, que se encuentran en la Tabla 30.

Tabla 30. Características bomba centrífuga del hidrocavitador

Bomba de desplazamiento positivo		
Descripción	Medida	Unidad
Dimensiones	0,27x0,42x0,28	m
Uso continuo	16	h
Diámetro de descarga	0,0254	m
Consumo energético	0,37	kW
Caudal máximo	160	L/min
Presión máxima	86	psi
Diámetro succión	0,0315	m
Altura máxima elevación	60	m
Cantidad de bombas centrífugas	2	Unid.

Fuente: Adaptado de especificaciones de equipos (Anexo 7)

3.5.5 Filtro prensa

El filtro prensa de marcos y platos es uno de los filtros más utilizados y recomendados en la filtración de aceites vegetales. En este caso, se determinó el uso de dos filtros, para que al momento de realizar mantenimiento y/o limpieza

se tenga por lo menos un filtro en operación. Estos filtros ofrecen un caudal mínimo de 100 L/h, por lo tanto, haciendo uso de los dos equipos, se filtrarán 200 L/h. Se determinó el uso de dos filtros prensa para que al momento de realizar operaciones de mantenimiento, limpieza o cambio de telas filtrantes se tenga al menos un filtro en operación. Se recomienda hacer un mantenimiento preventivo de filtros para evitar saturación de residuos.

Al filtro se le realizará una adaptación al tipo de cierre, puesto que la seleccionada tiene un cierre manual, se modificará para que sea un cierre hidráulico y optimizar el filtrado. Las dimensiones del filtro de prensa están estandarizadas por los catálogos del fabricante, por lo que sus especificaciones se encuentran en el anexo 7. Las características del tanque se muestran en la Tabla 31.

Tabla 31. Características del filtro de prensa

Descripción	Medida	Unidad
Caudal máximo	100	l/h
Tipo de cierre	Hidráulico	
Material de marcos y platos	Polipropileno Durapol	
Resistencia de marcos y platos	90	°C
Presión máxima	40	Psi
Consumo energético	1,1	kW
Horas de trabajo para cumplir meta diaria	16	h
Tela filtrante	10	µm
Cantidad de filtros por proceso	2	Unidad
Tiempo de acción por lote	0.50	h

Fuente: Adaptado de especificaciones de equipos (Anexo 7)

3.5.6 Tanque recolector

El propósito de este tanque es recolectar el aceite con etanol filtrado para después, por medio de una bomba, enviar el aceite con etanol al evaporador; almacenará el aceite con etanol hasta que el evaporador termine su ciclo. El tanque necesita una capacidad de 400 litros, con el fin de evitar que se detenga el proceso de filtración mientras el evaporador termina su ciclo de recuperación del etanol. Las dimensiones del tanque están estandarizadas por los catálogos del fabricante, por lo que sus especificaciones se encuentran en el anexo 7. Las características del tanque se muestran en la Tabla 32.

Tabla 32. Características del tanque recolector

Descripción	Cantidad	Unidad
Capacidad máxima	0.400	m ³

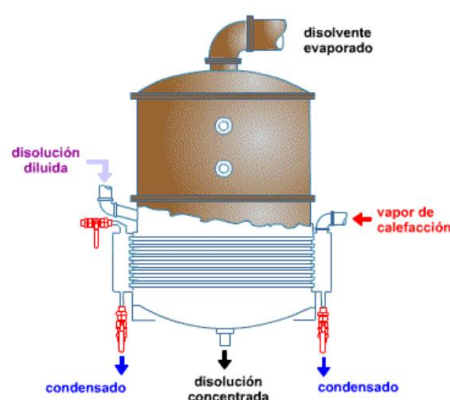
Capacidad máxima	400	L
Altura	1000	mm
Diámetro	720	mm
Material (Acero inoxidable 304)	1	tanque
Cantidad de tanques	1	unidad

Fuente: Adaptado de especificaciones de equipos (Anexo 7)

3.5.7 Evaporador

La función del evaporador es separar un solvente de una muestra por medio de un aumento de temperatura, provocando una separación de componentes; en este caso, lo que se desea separar es el etanol del aceite de aguacate extraído, con el fin de recuperar el etanol para poder ser reutilizado. El evaporador será de circulación natural de tubos, como se muestra en la Figura 26, el evaporador deberá funcionar en un rango de temperaturas entre los 70°C - 80°C por ciclo, el cual tardará 40 minutos, con el fin de evaporar el etanol, el tanque será vertical con una capacidad de 400 litros. Las dimensiones del tanque están estandarizadas por los catálogos del fabricante, por lo que sus especificaciones se encuentran en el anexo 7. Las características del tanque se muestran en la Tabla 33.

Figura 26. Evaporador industrial



Fuente: [85]

Tabla 33. Características del evaporador

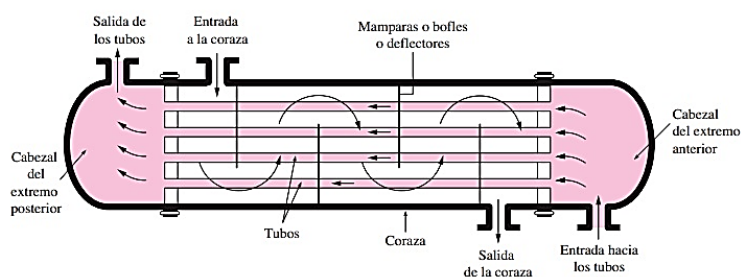
Descripción	Cantidad	Unidad
Capacidad máxima	0.400	m ³
Capacidad máxima	400	L
Altura	1000	mm
Diámetro	720	mm
Material (Acero inoxidable 304)	1	tanque
Tiempo por ciclo	40	Minutos
Tiempo en el día	16	Horas

Cantidad de tanques	1	unidad
---------------------	---	--------

Fuente: Adaptado de especificaciones de equipos (Anexo 7)

Para la selección del condensador, se determina usar un intercambiador de calor de coraza y tubos, es decir, el calor se transfiere entre el fluido que circula por los tubos y otro que circula por la coraza, este intercambiador es uno de los más apropiados para procesos químicos y su material debe ser de acero inoxidable AISI 314, como se ve en la Figura 27.

Figura 27. Esquema de intercambiador de calor de coraza y tubos

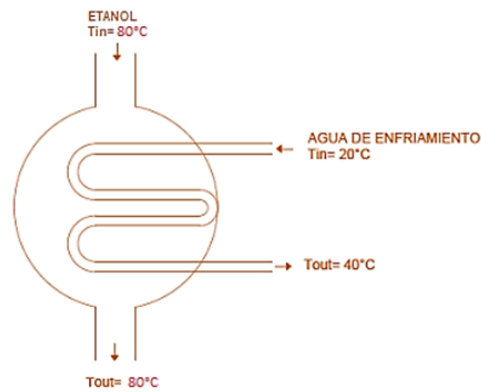


Fuente: [86]

Para el diseño del condensador se debe calcular el área de transferencia de calor, ya que de eso depende la cantidad de calor a transferir. El evaporador trabaja a una temperatura de 80°C , ya que el punto de ebullición del etanol es a 78.37°C , por lo que se establece que esta sea la temperatura de entrada. El tiempo de condensación será aproximadamente de 40 minutos, haciendo uso de una bomba de vacío para acelerar el proceso de condensación del etanol y optimizar el tiempo de recuperación del etanol. Haciendo uso de los datos anteriores, es posible determina el caudal necesario de la entrada del agua del enfriamiento.

Por ciclo se utiliza alrededor 228 litros de etanol, su densidad es de 789 kg/m^3 , el tiempo de condensado es de 2400 segundos, por lo que su flujo másico es igual a 0.0750 kg/s .

Figura 28. Esquema del condensador de etanol



Fuente: Adaptado de [87]

Dónde:

$$A = \frac{U}{\dot{Q} \cdot \Delta T_m} \quad \text{Ec. 1}$$

A= área de transferencia de calor m²

U= Coeficiente de transferencia W/m² °C

$\dot{Q}$ = Flujo de calor kJ/s

ΔT_m = Temperatura media logarítmica °C

La ecuación para determinar el flujo de calor necesario ($\dot{Q}$) entre los dos fluidos se obtiene:

$$\dot{Q} = [\dot{m} * C_p * \Delta T]_{\text{Agua de enfriamiento}} = [\dot{m} * h_{fg}]_{\text{Etanol}} \quad \text{Ec. 2}$$

$\dot{m}$ = Flujo másico

C_p= Calor específico

ΔT = Cambio de temperatura

h_{fg} = Entalpía de evaporización del etanol

La entalpía de vaporización del etanol es de 838.3 kJ/kg obtenido de tablas termodinámicas, por lo que el valor del flujo de calor ($\dot{Q}$) es igual a 63 kW. El valor del calor específico del agua va a ser de 4.18 kJ/kg*K, igualmente obtenido de tablas termodinámicas; el cambio de temperatura del agua es de 20°C y se toma como parámetro de diseño para asegurar la condensación del etanol. Entonces, despejando de la ec.6 el flujo másico, se determinará el flujo de calor del agua y dará como resultado un flujo de 0.753 kg/s.

El coeficiente de transferencia de calor se obtiene por medio de las tablas para condensadores de alcohol, el cual arroja un rango entre 250-700 W/m² °C [86], del cual se toma el valor mínimo ya que es el valor crítico. Finalmente, para

obtener el valor de la temperatura media logarítmica, se realiza con la siguiente ecuación:

$$\Delta T_m = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)} \quad \text{Ec. 3}$$

Dónde:

$\Delta T_1 = T_{in\text{etanol}} - T_{out\text{agua}}$

$\Delta T_2 = T_{out\text{etanol}} - T_{in\text{agua}}$

Aplicando los datos obtenidos en las ecuaciones anteriores, la temperatura media logarítmica es igual a 49.3°C; por lo que, se obtiene un área de transferencia de calor de 0.08 m². Se obtiene entonces un intercambiado de calor de coraza y tubos de un diámetro del tubo de 0.032m y longitud de tubería de 0.8 m, datos consolidados en la Tabla 34.

Tabla 34. Diseño del condensador

Características	Medida	Unidad
Temperatura del etanol en el evaporador	80	°C
Tiempo de condensación	40	min
Caudal del etanol	270	l/h
Densidad del etanol	789	kg/m ³
Flujo másico	0,0750	kg/s
Entalpia de vaporización del metanol a 0°C y presión atmosférica (hfg)	838,3	kJ/kg
Calor específico del agua a temperatura ambiente	4,18	kJ/kg*K
Delta de temperatura del agua (ΔT)	20	°C
Flujo de calor del etanol (Q)	63	kW
Flujo másico del agua	0,753	kg/s
Coeficiente de transferencia de calor para intercambiadores de alcohol con agua	250	W/m ² *C
Área de transferencia de calor	0,08	m ²
Diámetro de tubería	0,032	m
Longitud de tubería	0.8	m

Fuente: Adaptado de [87]

3.5.8 Tanque de etanol recuperado

La función de este tanque es almacenar el etanol que se recupera del evaporador y el condensador hasta obtener la mayor parte del etanol, basado en datos experimentales se evidenció que se recupera aproximadamente el 80% del etanol utilizado en un ciclo, no obstante, se estima recuperar un porcentaje mayor. El tanque necesita una capacidad de 300 litros y las dimensiones del tanque están estandarizadas por los catálogos del fabricante, por lo que sus

especificaciones se encuentran en el anexo 7. Las características del tanque se muestran en la Tabla 35.

Tabla 35. Características del tanque de etanol recuperado

Descripción	Cantidad	Unidad
Capacidad máxima	0.300	m ³
Capacidad máxima	300	L
Altura (con base)	1355	mm
Diámetro	635	mm
Material (Acero inoxidable AISI 314)	1	tanque
Cantidad de tanques	1	unidad

Fuente: Adaptado de especificaciones de equipos (Anexo 7)

3.5.9 Tanque de adsorción

Este tanque tiene la función de eliminar el contenido de agua que aparece en el etanol recuperado, por medio de un tamizaje con membranas de cloruro de calcio [88]. Las membranas adsorben el agua solidificándola, con lo cual se logra incrementar la pureza del etanol hasta un 96%, para ser nuevamente utilizado. El tanque necesita una capacidad de 300 litros y las dimensiones del tanque están estandarizadas por los catálogos del fabricante, por lo que sus especificaciones se encuentran en el anexo 7. Las características del tanque se muestran en la tTabla 36.

Tabla 36. Características del tanque deshidratador

Descripción	Cantidad	Unidad
Capacidad máxima	0.300	m ³
Capacidad máxima	300	L
Altura (con base)	1355	mm
Diámetro	635	mm
Material (Acero inoxidable AISI 314)	1	tanque
Cantidad de tanques	1	unidad

Fuente: Adaptado de especificaciones de equipos (Anexo 7)

3.5.10 Tanque de desgomado

Este tanque es el primer proceso de purificación del aceite, a una temperatura de 80°C el aceite se mezcla con agua para eliminar las impurezas del aceite, al ser la misma cantidad de agua que de aceite, se necesita un tanque de una capacidad de 100 litros y las dimensiones del tanque están estandarizadas por los catálogos del fabricante, por lo que sus especificaciones se encuentran en el anexo 7. Las características del tanque se muestran en la Tabla 37.

Tabla 37. Características del tanque de desgomado

Descripción	Cantidad	Unidad
Capacidad máxima	0.100	m ³
Capacidad máxima	100	L
Altura (con base)	1003	mm
Diámetro	461.5	mm
Material (Acero inoxidable AISI 314)	1	tanque
Cantidad de tanques	1	unidad

Fuente: Adaptado de especificaciones de equipos (Anexo 7)

3.5.11 Tanque de neutralizado

Este tanque es el segundo proceso de limpieza del aceite, a una temperatura de 80°C el aceite, con el fin de adicionar una solución de agua con sosa caustica (neutralización del aceite) para transformar los ácidos grasos del aceite en metil ésteres. Para este proceso se necesita un tanque de una capacidad de 100 litros y las dimensiones del tanque están estandarizadas por los catálogos del fabricante, por lo que sus especificaciones se encuentran en el anexo 7. Las características del tanque se muestran en la Tabla 38.

Tabla 38. Características del tanque de neutralizado

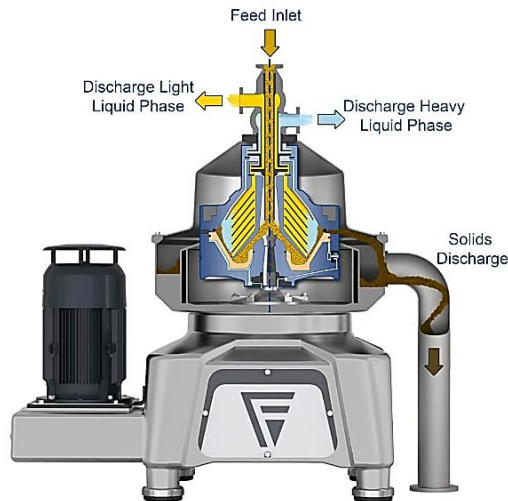
Descripción	Cantidad	Unidad
Capacidad máxima	0.100	m ³
Capacidad máxima	100	L
Altura (con base)	1003	mm
Diámetro	461.5	mm
Material (Acero inoxidable AISI 314)	1	tanque
Cantidad de tanques	1	unidad

Fuente: Adaptado de especificaciones de equipos (Anexo 7)

3.5.12 Centrífuga decantadora de tres fases

Este tipo de centrifugas consta de platos giratorios horizontales que se encuentran contenidos en una carcasa estacionaria, la descarga de los sólidos va por un extremo y la parte líquida por otro extremo de menor radio [89]. Su función en el proceso es la de separar los residuos de limpieza del proceso de desgomado y neutralizado del aceite de aguacate, tal y como se muestra en la Figura 29.

Figura 29. Centrífuga decantadora de tres fases



Fuente: [90]

Las dimensiones del tanque están estandarizadas por los catálogos del fabricante, por lo que sus especificaciones se encuentran en el anexo 7. Las características del tanque se muestran en la Tabla 39.

Tabla 39. Características técnicas de la centrífuga decantadora de tres fases

Descripción	Medida	Unidad
Modelo	HDS/HDC 255	
Diámetro de tazón	0,253	m
Rendimiento	1 -5*	T/h
Longitud del recipiente	1	m
Velocidad del tazón	4800	rpm
Consumo energético	1,5	kW
Dimensiones LxWxH	2,4x0,75x0,96	m
Factor de separación	3260G	
Cantidad de centrífuga	2	unidad

Fuente: Adaptado de especificaciones de equipos (Anexo 7)

3.5.13 Filtro de decoloración

Este filtro de decoloración es la etapa final del proceso de refinado del aceite de aguacate, su finalidad es quitar cualquier color indeseado en el aceite y así mismo algún olor extraño, pasando por unas precapas filtrantes se eliminarán todos aquellos residuos que no sean parte del aceite [91]. Las dimensiones del tanque están estandarizadas por los catálogos del fabricante, por lo que sus especificaciones se encuentran en el anexo 7. Las características del tanque se muestran en la Tabla 40.

Tabla 40. Características técnicas del filtro de decoloración

Características	Cantidad	Unidad
Área de filtrado	2	m ²
Volumen del tanque de filtración	30	L
Volumen del tanque	250	L
Capas de filtración	14	unidad
Consumo energético	0,3	kW
Capacidad de filtración	0.4 – 0.6	Ton/h
Cantidad de filtros	1	unidad

Fuente: Adaptado de especificaciones de equipos (Anexo 7)

Figura 30. Filtro de decoloración



Fuente: [83]

3.5.14 Tanque recolector de aceite de aguacate

La función de este tanque es recolectar el aceite de aguacate refinado final. De este tipo solo se necesita un tanque con la función de almacenar el aceite en caso de que de surgir algún contratiempo con la entrega o el embazado. Para este tanque se necesita una capacidad de 250 litros y las dimensiones del tanque están estandarizadas por los catálogos del fabricante, por lo que sus especificaciones se encuentran en el anexo 7. Las características del tanque se muestran en la Tabla 41.

Tabla 41. Características del tanque recolector de aceite de aguacate

Descripción	Cantidad	Unidad
Capacidad máxima	0.500	m ³
Capacidad máxima	500	L
Alto	1.355	m
Diámetro	0.795	m
Material (Acero inoxidable AISI 314)	1	tanque

Cantidad de tanques	1	Unidad
---------------------	---	--------

Fuente: Adaptado de especificaciones de equipos (Anexo 7)

3.5.15 Embotelladora

La función de ésta máquina es la de envasar bebidas para la distribución y comercialización de las mismas. En este caso, las botellas de 250 ml se impulsarán por medio de una cinta transportadora, las mueve y las acomoda hasta la válvula de llenado del tanque donde se encuentra el aceite. Su velocidad de llenado será de aproximadamente 10 botellas por minuto (a base de 250ml de aceite de aguacate) y las dimensiones del tanque están estandarizadas por los catálogos del fabricante, por lo que sus especificaciones se encuentran en el anexo 7. Las características del tanque se muestran en la Tabla 42.

Tabla 42. Características embotelladora

Descripción	Cantidad	Unidad
Modelo	ZS-DTYT1L	-
Tamaño de la máquina (L*W*H)	1200x990x400	mm
Capacidad de llenado	10-300	ml/botella
Velocidad de llenado	10	Botellas/min
Velocidad de llenado	600	Botellas/hora
Consumo energético	0,85	kW
Cantidad de máquinas	1	unidad

Fuente: Adaptado de especificaciones de equipos (Anexo 7)

3.5.16 Tanque de desechos

La función de este tanque es de recolectar los desechos resultantes de los procesos de extracción, deshidratación y limpieza del aceite generados por la actividad de la planta. En este caso, los desechos que irán en este único tanque son los residuos que obtienen de los procesos de purificación del aceite y del proceso de absorción del etanol; en vista de que no se manejarán reactivos en altos porcentajes nocivos para la salud, se maneja un solo tanque para desechos. Se recomienda desocupar el tanque una vez por semana con empresas encargadas de recoger y desechar los residuos. Con relación al tanque encargado de los desechos, debe ser con una capacidad de 1000 litros y las dimensiones del tanque están estandarizadas por los catálogos del fabricante, por lo que sus especificaciones se encuentran en el anexo 7. Las características del tanque se muestran en la Tabla 43.

Tabla 43. Características del tanque de desechos

Descripción	Cantidad	Unidad
Capacidad máxima	1	m ³
Capacidad máxima	1000	L

Altura (con base)	1800	mm
Diámetro	1.100	mm
Material (Acero inoxidable AISI 314)	1	tanque
Cantidad de tanques	1	unidad

Fuente: Adaptado de especificaciones de equipos (Anexo 7)

3.5.17 Caldera

Se establece la necesidad de una caldera a gas que proporcione el vapor de agua necesario para evaporar el etanol y calentar el producto en los procesos de desgomado, neutralizado y lavado. Por lo tanto, es indispensable determinar la capacidad del mismo, a partir de la tasa de transferencia de calor requerido para lograr alcanzar las temperaturas requeridas para los procesos.

Tabla 44. Ecuaciones de transferencia de calor

Cambio de temperatura	Cambio de fase
$\dot{Q} = m * C_p * \frac{\Delta T}{\Delta t}$	$\dot{Q} = \frac{C_L * m}{\Delta t}$
Donde: m: masa Cp: Calor específico ΔT : Diferencial de temperaturas Δt : Diferencial de tiempo	Donde: m: masa CL: Calor latente Δt : Diferencial de tiempo

Fuente: Autores

- **Evaporado**

Para el proceso de evaporado se busca llevar la mezcla de aguacate y etanol hasta una temperatura de 70°C, donde el etanol cambiará de estado de líquido a gas, por lo tanto:

$$T_i = 19^\circ\text{C} = 293,15^\circ\text{K}$$

$$T_f = 70^\circ\text{C} = 323,15^\circ\text{K}$$

$$C_{pa} = 1,98 \text{ } \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * ^\circ\text{K}} \text{ (Calor específico del aguacate)}$$

$$C_{Le} = 841 \text{ } \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \text{ (Calor latente del etanol)}$$

$$m_a = 65 \text{ kg por cada ciclo} \quad m_e = 182 \text{ kg por cada ciclo}$$

$$t = 40 \text{ min}$$

- **Desgomado, neutralizado y lavado**

$$T_i = 19^\circ\text{C} = 293,15^\circ\text{K}$$

$$T_f = 80^\circ\text{C} = 323,15^\circ\text{K}$$

$$C_{pa} = 1,98 \text{ } \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * ^\circ\text{K}} \text{ (Calor específico del aguacate)}$$

$$C_{pH_2O} = 4,19 \text{ } \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * ^\circ\text{K}} \text{ (Calor específico del aguacate)}$$

$$m_{ac} = 18,2 \text{ kg por cada ciclo} \quad m_{H_2O} = 18,2 \text{ kg por cada ciclo}$$

$$t = 20 \text{ min}$$

Por lo tanto, la tasa de transferencia de calor se representa de la siguiente manera:

$$\dot{Q} = \frac{m_e * C_L}{\Delta t} + m_a C_{pe} \frac{\Delta T_{aguacate}}{\Delta t} + 2(m_{ac} C_{pa} + m_{H2O} C_{pH2O}) \frac{\Delta T_{Des,Neutr,Lav}}{\Delta t} \quad Ec. 4$$

Reemplazando valores, se obtiene:

$$\dot{Q} = \frac{182kg * 841 \frac{kJ}{kg}}{2400 s} + 65kg * 1,98 \frac{kJ}{kg * ^\circ K} * \frac{(343,15^\circ K - 292,15^\circ K)}{2400 s} + 2 * (18,2 kg * 1,98 \frac{kJ}{kg * ^\circ K} + 18,2 kg * 4,19 \frac{kJ}{kg * ^\circ K}) * \frac{(353,15^\circ K - 292,15^\circ K)}{1200 s}$$

$$\dot{Q} = 77,9 kW$$

Asumiendo una perdida por tubería y equipos del 20%, la demanda total de calor es de 93,4 kw, por lo cual se requiere una potencia de caldera de 15 BHP.

3.5.18 Tanque de agua

Este tanque es el encargado de suministrar agua a la caldera, al condensador, al tanque de desgomado y el tanque de neutralizado, cada uno de estos equipos con su respectiva función. Es por esto, que el tanque necesita una capacidad de 1000 litros y las dimensiones del tanque están estandarizadas por los catálogos del fabricante, por lo que sus especificaciones se encuentran en el anexo 7. Las características del tanque se muestran en la Tabla 45.

Tabla 45. Características del tanque de agua

Descripción	Cantidad	Unidad
Capacidad máxima	1	m ³
Capacidad máxima	1000	L
Altura	1450	mm
Diámetro	1260	mm
Material (PVC)	1	tanque
Cantidad de tanques	1	unidad

Fuente: Adaptado de especificaciones de equipos (Anexo 7)

3.5.19 Bombas

Dentro del proyecto se determinan los tipos de fluidos presentes durante el proceso de producción de aceite de aguacate Hass; Con esto se puede determinar qué tipo de bomba es el más adecuado para trabajar con cada fluido. Los tipos de fluidos presentes son:

- Etanol al 96%
- Agua
- Mezcla (Pulpa de aguacate y etanol al 96%)
- Aceite de aguacate Hass

Para los fluidos de mezcla y aceite de aguacate Hass, se utilizará bombas de engranajes internos de desplazamiento positivo (Tabla 46), el cual está diseñado especialmente para trabajar con fluidos de media y alta viscosidad [92], por lo cual resulta idóneo para transportar el producto en todas sus etapas. Estas bombas son de bajo costo, toleran impurezas sólidas presentes en el fluido [93].

Tabla 46. Características técnicas de bomba de engranajes internos

Características de bomba IGP		
Ítem	U/M	Valor
Campo cilindrada	cm ³ /vuelta	13.3 - 32.6
Caudal @1000 rpm	l/min	19.9 - 48.9
Presión de trabajo	bar	250 - 300
Velocidad de rotación	rev/min	2800 - 3600
Sentido de rotación		Horario y anti horario
Conexión hidráulica		Uniones mediante bridas SAE J518 cód. 61
Tipo de fijación		Mediante bridas SAE J774
Peso	kg	11
Campo de temperatura ambiente	°C	-10 - 60°C
Campo temperatura del fluido	°C	-10 - 80°C
Campo de viscosidad	cSt	10 - 2000
Consumo energético	0,55	kW
Cantidad de bombas	und	9

Fuente: Adaptado de [94]

Para el etanol al 96% y el agua, se utilizará bombas centrífugas; estas bombas manejan líquidos limpios de baja viscosidad, ideal para este tipo de fluidos [95]. Las características de la bomba seleccionada para estos fluidos se encuentran consolidada en la Tabla 47.

Tabla 47. Características técnicas de la bomba centrífuga

Característica	U/M	Valor
Tipo		Centrífuga
Caudal	l/m	50
Conexión		Trifásica

Frecuencia	Hz	60
Temperatura líquido	°C	-10 - 90
Temperatura ambiente	°C	-10 - 40
Presión máxima	Bar	10
Consumo energético	0,26	kW
Cantidad de bombas	unid	4

Fuente: Adaptado de [96]

3.5.20 Válvulas

Las válvulas son dispositivos mecánicos utilizados para regular o controlar los fluidos en un sistema de tuberías, permite actuar sobre el fluido por apertura, cierre u obstrucción parcial del paso del flujo de, en este caso, el flujo de mezcla del aguacate, etanol, agua y aceite [97]. Por lo que, para esta planta y para todo el sistema de extracción y obtención del aceite de aguacate se utilizarán válvulas reguladoras de presión en acero inoxidable.

Las válvulas reguladoras de presión se caracterizan por adaptar la presión y el caudal de un fluido [98], además, estas válvulas previenen el golpe de ariete o choque hidráulico producido en las paredes de la tubería cuando el movimiento del líquido es modificado abruptamente [99].

La cantidad de válvulas necesarias para la planta será de aproximadamente 40 dispositivos y la selección de la misma dependerá de la presión de trabajo y el diámetro de la tubería en base a la norma ISO 5211 [100]. El costo de estos dispositivos se contemplará como otros equipos menores.

Figura 31. Válvula reguladora de presión.



Fuente: [101]

3.6. Costo de equipos

Teniendo en cuenta la selección de cada uno de los equipos necesarios para el proceso, se realizaron cotizaciones a proveedores que ofrezcan los equipos con las especificaciones mencionadas anteriormente. Así mismo, se estableció el presupuesto que se manejará para la compra de los equipos que harán parte de la extracción de aceite de aguacate, costos relacionados en la Tabla 48.

Tabla 48. Costo de los equipos

ÍTEM	Cantidad	Valores	
		Unitario	Total
Despulpadora de aguacate	1	\$ 4.802.920	\$ 4.802.920
Tanque mezclador	1	\$ 3.603.150	\$ 3.603.150
Tanque de etanol	1	\$ 56.560.192	\$ 56.560.192
Hidrocavitador	2	\$ 12.500.000	\$ 25.000.000
Bomba centrífuga del hidrocavitador	2	\$ 2.114.900	\$ 4.229.800
Filtro de prensa	2	\$ 56.600.000	\$ 113.200.000
Tanque recolector	1	\$ 3.830.250	\$ 3.830.250
Evaporador	1	\$ 3.362.044	\$ 3.362.044
Condensador	1	\$ 596.074	\$ 596.074
Tanque de etanol recuperado	1	\$ 3.603.150	\$ 3.603.150
Tanque de absorción	1	\$ 3.603.150	\$ 3.603.150
Tanque de agua	1	\$ 598.900	\$ 598.900
Caldera	1	\$17.000.000	\$ 17.000.000
Tanque de desgomado	1	\$ 720.438	\$ 720.438
Tanque de neutralizado	1	\$ 720.438	\$ 720.438
Centrífuga de tres fases	2	\$ 10.400.000	\$ 20.800.000
Filtro para decoloración de aceite	1	\$ 12.800.000	\$ 12.800.000
Tanque recolector de aceite de aguacate	1	\$ 2.978.876	\$ 2.978.876
Embotelladora	1	\$ 3.165.917	\$ 3.165.917
Tanque de desechos	1	\$ 9.000.000	\$ 9.000.000
Bombas de engranajes	9	\$ 2.500.000	\$ 22.500.000
Bombas centrífugas	4	\$ 3.532.000	\$ 14.128.000
Tubería y accesorios	100	\$ 30.000	\$ 3.000.000
Otros equipos menores	1	\$ 9.214.500	\$ 9.214.500
Total			\$ 339.017.799

Fuente: Autores

3.7 Consumo energético

El consumo energético es toda aquella energía empleada, en este caso, para la extracción y elaboración del aceite de aguacate, ese consumo corresponde a un periodo determinado expresado en kilovatios-hora (kWh) [102]. Debido a que la zona en donde se ubicará la planta es el Valle de Tenza, el precio del Kilovatio-hora varia con respecto a Bogotá, por lo que su precio es de 758,75 COP/kWh [103]. En la Tabla 49 se contempla el precio del kilovatio-hora de los equipos para un día de trabajo de 16 horas.

Tabla 49. Consumo energético

Equipo	Consumo de energía (kWh)	Precio del kWh en el valle de Tenza (COP/kWh)	Precio Total (COP) "hora"	Precio total un día de trabajo 16 h
Despulpadora de aguacate [104]	3	\$ 758,75	\$ 2.276,25	\$ 36.420,00
Bomba 1 [105]	0,26	\$ 758,75	\$ 197,28	\$ 3.156,40
Bomba 2 [106]	0,55	\$ 758,75	\$ 417,31	\$ 6.677,00
Hidrocavitador 1 [106]	0,37	\$ 758,75	\$ 280,74	\$ 4.491,80
Hidrocavitador 2 [106]	0,37	\$ 758,75	\$ 280,74	\$ 4.491,80
Bomba 3 [106]	0,55	\$ 758,75	\$ 417,31	\$ 6.677,00
Bomba 4 [106]	0,55	\$ 758,75	\$ 417,31	\$ 6.677,00
Filtro de prensa [106, 107]	1,1	\$ 758,75	\$ 834,63	\$ 13.354,00
Bomba 5 [106]	0,55	\$ 758,75	\$ 417,31	\$ 6.677,00
Bomba 6 [106]	0,55	\$ 758,75	\$ 417,31	\$ 6.677,00
Bomba 7 [106]	0,55	\$ 758,75	\$ 417,31	\$ 6.677,00
Centrífuga decantadora de tres fases [89]	1,5	\$ 758,75	\$ 1.138,13	\$ 18.210,00
Bomba 8 [106]	0,55	\$ 758,75	\$ 417,31	\$ 6.677,00
Centrífuga decantadora de tres fases [89]	1	\$ 758,75	\$ 758,75	\$ 12.140,00
Bomba 9 [106]	0,55	\$ 758,75	\$ 417,31	\$ 6.677,00
Filtro de decoloración de aceite [108]	0,3	\$ 758,75	\$ 227,63	\$ 3.642,00
Bomba 10 [106]	0,55	\$ 758,75	\$ 417,31	\$ 6.677,00
Embotelladora [109]	0,85	\$ 758,75	\$ 644,94	\$ 10.319,00
Caldera [110]	0,0052	\$ 758,75	\$ 3,95	\$ 63,13
Bomba 11 [105]	0,26	\$ 758,75	\$ 197,28	\$ 3.156,40
Bomba 12 [105]	0,26	\$ 758,75	\$ 197,28	\$ 3.156,40
Bomba 13 [105]	0,26	\$ 758,75	\$ 197,28	\$ 3.156,40

Total	\$ 10.991	\$ 175.850,33
-------	-----------	---------------

Fuente: Autores

En base a los datos de la anterior tabla, se estima un costo de energía mensual de \$5.275.509 COP.

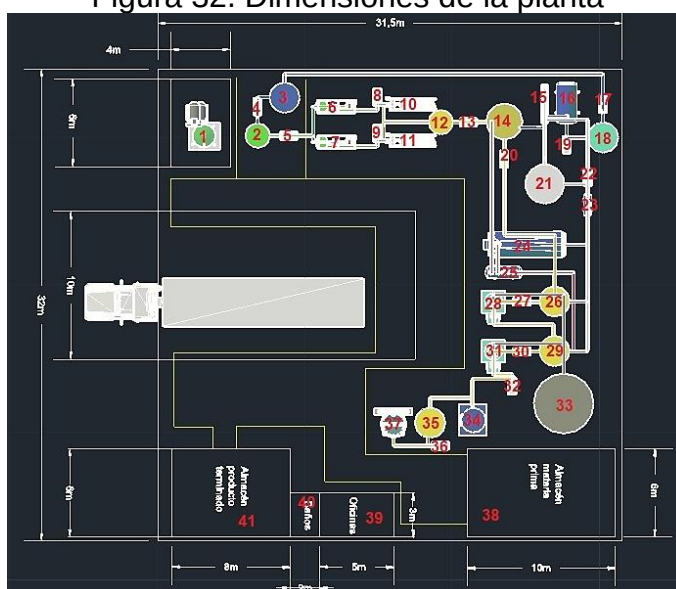
3.8 Distribución de planta

La distribución de planta se define como la organización física de la planta de producción. Es importante definir una distribución de manera congruente y estratégica, ya que esta puede influir directamente en la productividad, efectividad, capacidad, adaptación y seguridad [111].

3.8.1. Tipo de distribución

Para escoger un tipo de distribución apropiada para la empresa, teniendo en cuenta que esta se especializa en el desarrollo del aceite de aguacate se plantea que la distribución sea por proceso de acuerdo a la etapa del producto; es decir, que cada ciclo se obtiene por medio de un procedimiento de manejo de materiales. En este caso, cada elemento que compone el sistema, desde que inicia el desarrollo del producto hasta que se obtiene el producto terminado, los materiales fluyen en cada estación de trabajo a través de la tubería como se puede apreciar en la Figura 32 y Figura 33.

Figura 32. Dimensiones de la planta



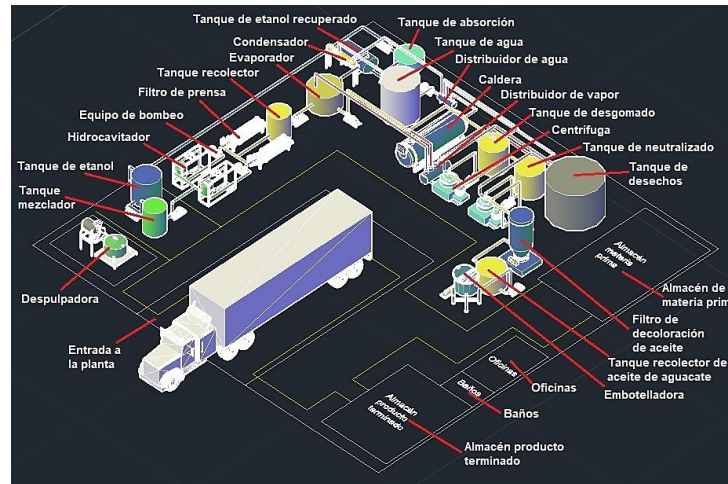
Fuente: Autores

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. Despulpadora. | 5. Equipo de bombeo mezcla. |
| 2. Tanque mezclador. | 6. Hidrocavitador. |
| 3. Tanque de etanol. | 7. Hidrocavitador |
| 4. Equipo de bombeo etanol. | |

- | | |
|---|--|
| 8. Equipo de bombeo de mezcla. | 25. Distribuidor de vapor. |
| 9. Equipo de bombeo de mezcla. | 26. Tanque de desgomado. |
| 10. Filtro de prensa. | 27. Equipo de bombeo desgomado. |
| 11. Filtro de prensa. | 28. Centrífuga. |
| 12. Tanque recolector. | 29. Tanque de neutralizado. |
| 13. Equipo de bombeo aceite-etanol | 30. Equipo de bombeo neutralizado |
| 14. Evaporador. | 31. Centrífuga. |
| 15. Condensador. | 32. Equipo de bombeo aceite neutralizado. |
| 16. Tanque de etanol recuperado. | 33. Tanque de desechos. |
| 17. Equipo de bombeo etanol purificado. | 34. Filtro para decoloración de aceite. |
| 18. Tanque de absorción. | 35. Tanque recolector de aceite de aguacate. |
| 19. Equipo de bombeo etanol. | 36. Equipo de bombeo aceite de aguacate |
| 20. Equipo de bombeo aceite de aguacate | 37. Embotelladora. |
| 21. Tanque de agua. | 38. Almacén de materia prima. |
| 22. Equipo de bombeo agua. | 39. Oficinas. |
| 23. Distribuidor de agua. | 40. Baños. |
| 24. Caldera. | 41. Almacén producto terminado. |

En la Figura 33 se puede apreciar los equipos que comprenden la planta, donde se puede ver las tuberías de colores diferentes haciendo referencia al fluido que recorre en cada una de ellas, siendo la azul la que transporta etanol, la de color verde la pulpa de aguacate con etanol, la de color amarillo oscuro el aceite de aguacate con etanol, la de color rojo el vapor caliente enviado por la caldera, la blanca el paso del agua y la gris es aquella que transporta los desechos.

Figura 33. Partes de la planta

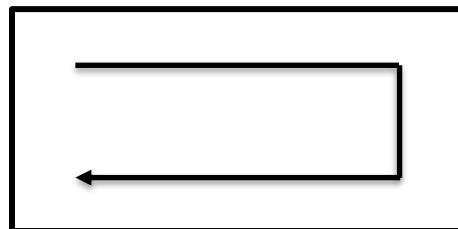


Fuente: Autores

3.8.2. Forma de circuito

La forma de circuito que más se ajusta a este tipo de producción es un circuito en U (Figura 34), debido a que se puede establecer una entrada y salida de materiales por el mismo costado de las instalaciones; además de economizar espacios, permite un orden secuencial y la supervisión de cada proceso.

Figura 34. Forma de circuito

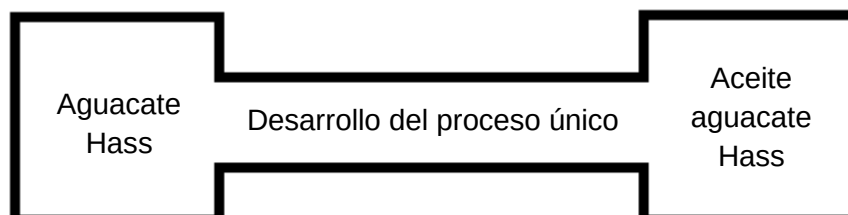


Fuente: Autores

3.8.3. Tipo de industria

El proceso con el aguacate, es un proceso que se hace a lo largo de un circuito único que debe pasar por un recorrido que conforma la línea de producción, lo que indica que la industria es de tipo mono lineal (Figura 35).

Figura 35. Industria mono lineal



Fuente: Autores

3.8.4. Ubicación apropiada para la planta

- **Criterios de selección**

Es importante que la planta de producción tenga acceso a vías principales que conecten los municipios del Valle de Tenza, ya que estos son los proveedores de la materia prima. Así mismo, el producto será distribuido a nivel nacional, por lo cual, el tener acceso en vías principales, facilita la distribución del mismo y reduce el costo por transporte.

- **Factores de localización**

La selección de la localización de la planta de producción, tuvo varios factores como:

1. Cantidad de productores en la zona.
2. Acceso a servicios públicos (Agua, electricidad, gas, internet).
3. Acceso a mano de obra local.
4. Estado de vías de acceso a los municipios del Valle de Tenza.
5. Estado de vías que conectan con las ciudades principales.

- **Selección de ubicación – método cualitativo**

Se pre-seleccionan cuatro municipios del Valle de Tenza que son potencialmente ideales para la ubicación de la planta, ya que estos se encuentran en puntos muy centrales de la zona del Valle de Tenza. Los municipios pre-seleccionados son:

1. Garagoa – Boyacá
2. Tenza – Boyacá
3. Sutatenza – Boyacá
4. La Capilla – Boyacá

Se evalúa cuál de estos cuatro municipios resulta ser más apropiado para ubicar la planta, en base a los factores mencionados anteriormente.

1. **Cantidad de productores en la zona:** Los cuatro municipios se encuentran cercanos entre sí, y se encuentran en una zona central del Valle de Tenza, por lo cual se considera una calificación igual para los cuatro municipios.
2. **Acceso a servicios públicos:** Los cuatro municipios cuentan con acceso a servicios públicos, sin embargo, el municipio de Garagoa cuenta con una mejor infraestructura al tener una población mayor en comparación de los otros tres candidatos.
3. **Acceso a mano de obra local:** Según datos del DANE, el municipio con mayor población es Garagoa con 13.977 habitantes, seguido de Sutatenza con 3.841 habitantes, Tenza con 3426 habitantes y La Capilla 2.284 habitantes, por lo tanto, el municipio con mayor disponibilidad de mano de obra local es el municipio de Garagoa.

4. Estado de vías de acceso a los municipios del Valle de Tenza:

Las vías de acceso que conectan a los candidatos con los demás municipios del Valle de Tenza se encuentran pavimentadas y en estado aceptable a excepción del municipio de Sutatenza, el cual sus vías de acceso son muy angostas y destapadas, lo cual puede dificultar el acceso de vehículos de transporte público o de carga.

5. Estado de vías que conectan con las ciudades principales:

El municipio de Garagoa es el único municipio dentro de los candidatos que se encuentra en una vía principal, los demás se encuentran en vías secundarias.

Los resultados de la evaluación se encuentran en la Tabla 50.

Tabla 50. Evaluación factores de ubicación de planta

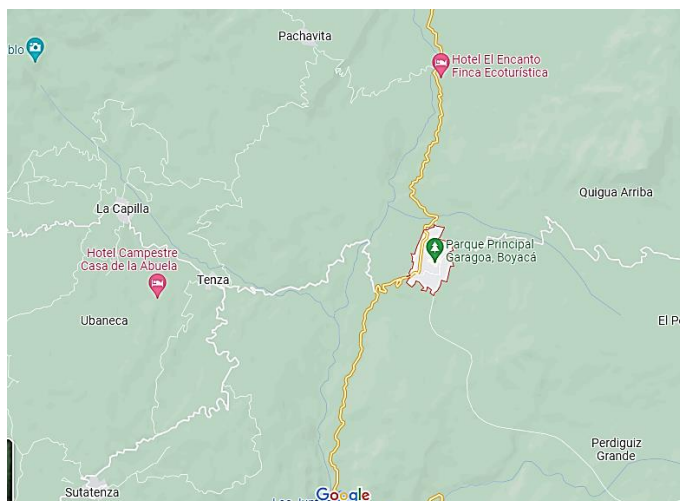
Factor	Peso	Zona A		Zona B		Zona C		Zona D	
		Garagoa		Tenza		Sutatenza		La capilla	
		Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.
Cantidad productores en la zona	0,2	10	2	10	2	10	2	10	2
Acceso a servicios públicos	0,2	8	1,6	8	1,6	7	1,4	5	1
Acceso de mano de obra local	0,2	8	1,6	5	1	6	1,2	2	0,4
Estado de vía de acceso a los municipios del Valle de Tenza	0,2	7	1,4	6	1,2	3	0,6	7	1,4
Estado de vías que conectan con ciudades principales	0,2	8	1,6	6	1,2	2	0,4	6	1,2
Total	1		8,2		7		5,6		6

Fuente: Autores

- **Ubicación de la planta**

En base a la evaluación por método cualitativo, se establece que la ubicación apropiada para la planta de producción será en el municipio de Garagoa – Boyacá (Figura 36).

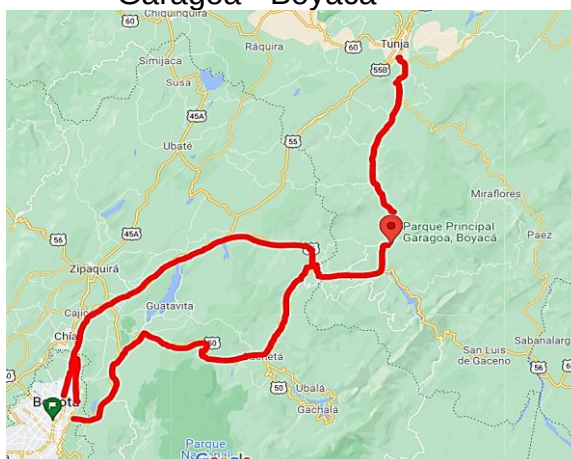
Figura 36. Mapa ubicación del municipio de Garagoa - Boyacá



Fuente: Google Maps

El municipio de Garagoa cuenta con servicios públicos por lo que cumple con el segundo factor de selección. Garagoa cuenta con aproximadamente 14.000 habitantes (Anexo 2), por tal motivo hay una oferta de mano de obra y cumple con el tercer factor.

Figura 37. Rutas de conexión desde las ciudades principales al municipio de Garagoa - Boyacá



Fuente: Google Maps

En la Figura 37 se puede observar que Garagoa se encuentra ubicada en una de las vías principales que conecta a los municipios del valle de Tenza y las ciudades principales como Tunja (Aproximadamente a 78 km de distancia) y Bogotá (Aproximadamente a 134 km de distancia) y esto cumple con los factores 4 y 5.

En vista del cumplimiento de los factores anteriormente mencionados, el municipio de Garagoa – Boyacá es seleccionado para ubicar la planta de producción de aceite de aguacate.

3.9 Plan de organización, gestión y recurso humano

Una de las modalidades que más se ajusta al proyecto para la constitución de la empresa es por Sociedad por Acciones Simplificada (SAS), ya que esta cuenta con: Simplificación de trámites, estructura flexible de capital y la autonomía para estipular libremente las normas que más se ajusten al negocio [112], además, el proyecto al ser de carácter comercial puede ser constituido por solo una o por varias personas, ya sean naturales o jurídicas, mediante contrato o acto unilateral que conste en un documento privado [113].

Los miembros que conforman la junta directiva son un grupo de profesionales los cuales cuentan con experiencia en el manejo administrativo y de producción, ingenieros y técnicos capacitados en el manejo y control de calidad de una planta de producción (Figura 38).

Los socios de la junta directiva son los encargados de la aprobación y la supervisión de los objetivos estratégicos, evaluación de estados financieros, solución de las necesidades, planeación de la organización y nombramientos de los diferentes cargos que requiera la empresa [114].

Figura 38. Organigrama de la empresa



Fuente: Autores

La organización contará inicialmente con un área administrativa y área operativa, de las cuales se encuentran tres y ocho personas respectivamente. Dentro del área administrativa se encuentra el gerente administrativo, un contador y una secretaria. En el área operativa se encuentra dos jefes de producción y veinte operarios, para cubrir los dos turnos diarios en la planta de producción de aceite de aguacate.

Dentro de las principales funciones de la estructura del proyecto se encuentran las siguientes:

3.9.1 Administrativo

- Planear, administrar y controlar recursos de la empresa para un óptimo desempeño y aprovechamiento de los mismos.
- Buscar fuentes de financiación que permitan obtener una rentabilidad amplia para el proyecto.
- Representar judicial y extrajudicialmente a la empresa.
- Establecer módulos de marketing y planeación estratégica para mantener la competitividad de la compañía en el mercado.
- Realizar estudios de mercado que permitan ampliar la cobertura de la compañía
- Manejo administrativo de RR.HH. del proyecto (Selección, contratación y capacitación).
- Administración de cartera de la compañía
- Elaboración de balances mensuales
- Evaluar y establecer planes de acción ante las estadísticas de valores reales vs proyectados.

3.9.2 Mercadeo y ventas

- Contacto, asesoría y canalización con los clientes de la compañía
- Atraer nuevos clientes a la compañía
- Brindar garantía de llegada del producto al cliente
- Control de la imagen de la empresa

3.9.3 Producción

- Custodia, control y manejo de materias primas e insumos, desde el inicio de la operación hasta llegar al producto final.
- Control de personal de planta
- Control de inventario de materia prima, insumos, producto terminado, herramientas de las bodegas de planta.
- Control, manejo y cuidado de los equipos productivos de planta.
- Realizar pedidos de reabastecimiento controlado de materias primas e insumos

3.10 Impacto ambiental

Es indispensable dar seguimiento y reducción a los posibles impactos ambientales que el proyecto pueda tener durante la ejecución del mismo, por lo tanto se establecen planes de acción consolidados en la Tabla 51, para lograr lo anteriormente mencionado.

Tabla 51. Mitigación impacto ambiental

Proceso	Actividad	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Estrategia
Compra de aguacate	Transporte	Consumo de combustible	Emisión de gases contaminantes	Cumplir con normatividad de emisión de gases. (Tecnología mecánica al día)
Almacenamiento de materia prima e insumos	Almacenamiento en bodegas y tanques	Descargas al agua Derrame de solventes Putrefacción de aguacate	Contaminación por aguas residuales Contaminación del suelo	Implementación de sistema de abastecimiento seguro (Para el caso de los líquidos) Almacenamiento en contenedores sellados y en buen estado (Caso de sólidos) Garantizar una correcta selección de la materia prima según la NTC-1248-3 [70]
Residuos generados en el proceso	Procesos productivos	Residuos a causa de procesos productivos	Generación de aguas residuales Generación de residuos sólidos	Almacenamiento en contenedores o tanques destinados para tal fin Disponer los residuos a empresas biodigestión autorizadas para su correcta manipulación y aprovechamiento.
Mantenimiento y aseo en los puntos críticos durante el proceso	Procesos productivos	Contaminación, aguas sucias, acumulación de residuos	Uso de detergentes Uso de agua Generación de aguas residuales	Uso racional de agua Uso de mangueras Uso de jabón ecológico Implementación de cultura 5'S

Fuente: Autores

3.11 Conclusiones del estudio técnico

- Se establece un modelo de producción tipo "Batch" para la obtención de aceite de aguacate Hass. Esta planta trabajará 16 horas al día, 30 días al mes; por lo tanto, se establecen tiempos por ciclo en todos los procesos y tamaño de los equipos para cumplir el target group establecido en el estudio de mercado.
- A partir del balance de materia prima, se establece que para lograr alcanzar el target group de 69.268 botellas de 250 ml de aceite de aguacate, se requieren 129.187 kg de aguacate, 50.612 litros de etanol al 96%, 398 kg de sosa caustica, 2.303 kg de cloruro de calcio y 70.000 botellas ámbar. Este abastecimiento se hará una vez al mes.

- En base al tamaño del proyecto y los horarios establecidos, se requiere de dieciocho personas como mano de obra operativa, los cuales cubrirán turnos de ocho horas diarias como establece la ley [84], y cinco personas más como mano de obra administrativa.
- El proyecto funcionará como tipo monolineal, es decir que la materia prima pasará por un único flujo de proceso hasta convertirse en producto terminado, por lo tanto, la distribución de la planta se establece como tipo U, aprovechando espacios y permitiendo cumplir el orden secuencial del proceso productivo.
- La planta de producción estará ubicada en el municipio de Garagoa – Boyacá, ya que este municipio cumple con los factores clave establecidos en el inciso 3.7.4, garantizando que la planta pueda funcionar de forma correcta.

4. ESTUDIO, ANALISIS Y EVALUACION FINANCIERA

4.1 Generalidades

Este proyecto toma como referencia precios del año 2022 y establece una proyección de datos financieros a diez años a precios variables en función del índice de precios al consumidor (IPC). Las herramientas utilizadas para determinar la viabilidad financiera del proyecto son:

1. TIR: Tasa interna de retorno
2. VAN: Valor actual neto
3. B/C: Relación beneficio/costo

El método de financiación seleccionado para el proyecto es por crédito bancario donde se contempla la inversión inicial (Gastos previos, inversiones fijas y capital de trabajo).

4.2 Inversiones del proyecto

4.2.1 Gastos previos al inicio de producción

Los gastos previos contemplados para la puesta en marcha del proyecto son los siguientes:

- **Registro mercantil:** Para formalizar la puesta en marcha del proyecto, es necesario realizar un registro ante la cámara de comercio para poder ejercer actividades comerciales en el territorio nacional y acreditar públicamente su calidad como comerciante. [115]

Tabla 52. Tarifas de registro mercantil Cámara de Comercio

Rango de activos		Rango de activos		Tarifa	
En UVT		En \$COP		UVT	\$COP
Mayor a	Menor a	Mayor a	Menor a		
6,766.05	7,176.84	\$ 257,136,905	\$ 272,748,788	35.40	\$ 1,345,000
7,176.84	7,635.97	\$ 272,748,788	\$ 290,197,364	35.98	\$ 1,367,000
7,635.97	8,022.60	\$ 290,197,364	\$ 304,890,901	36.50	\$ 1,387,000
8,022.60	8,457.56	\$ 304,890,901	\$ 321,421,131	37.26	\$ 1,416,000
8,457.56	12,662.18	\$ 321,421,131	\$ 481,213,351	38.52	\$ 1,464,000
12,662.18	16,915.12	\$ 481,213,351	\$ 642,842,262	40.12	\$ 1,525,000
16,915.12	21,143.90	\$ 642,842,262	\$ 803,552,828	41.41	\$ 1,574,000
21,143.90	25,372.68	\$ 803,552,828	\$ 964,263,393	42.43	\$ 1,613,000
25,372.68	27,160.85	\$ 964,263,393	\$ 1,032,220,943	43.24	\$ 1,643,000
27,160.85	33,806.08	\$ 1,032,220,943	\$ 1,284,766,178	43.95	\$ 1,670,000

Fuente: [116]

Según lo visto en la Tabla 52, para el rango de activos de la compañía, el valor a pagar por gastos de registro mercantil es de \$1.464.000.

- **Registro INVIMA:** La compañía debe contar con el registro de su producto ante el INVIMA. La autoridad sanitaria otorga mediante este registro, la autorización de fabricar, envasar y comercializar productos tanto alimenticios, cosméticos y farmacéuticos en el territorio colombiano [117]. El 31 de Diciembre de 2020, el gobierno expidió la ley 2069 “Por medio del cual se impulsa el emprendimiento en Colombia”, el cual establece una tarifa diferencial del registro INVIMA en función al rango de activos de la compañía y del nivel de riesgo del alimento [118].

Para conocer en qué categoría y nivel de riesgo se encuentra el aceite de aguacate, se consulta la resolución 0719 de 2015, la cual establece la clasificación de alimentos para consumo humano de acuerdo con el riesgo de salud pública. De la cual el aceite de aguacate se encuentra en el grupo 2 “Grasas, aceites, emulsiones, grasas y ceras”, categoría 2.1 “Grasas y aceites prácticamente exentos de agua”, subcategoría 2.1.1 “Grasas; aceites; manteca; ácidos grasos; aceites esenciales; ceras (diferentes al de las abejas), de origen vegetal”, la cual establece que es un alimento de riesgo medio [119]

Para este nivel de riesgo del alimento, el INVIMA establece una tarifa de 123,45 UVT, a precio de 2022, un total de \$4.691.594 [117]. Al ser un nivel de riesgo medio, este registro tiene una vigencia de siete años a partir de haber sido expedida por la autoridad sanitaria [119], [120].

- **Dotación:** Es deber de la compañía garantizar la seguridad y bienestar de todos sus trabajadores, exponiéndolos al menor riesgo posible en su área de trabajo, minimizando daños y perjuicios causados por accidentes de trabajo. Por esta razón, la compañía asume costos de dotación y EPP para el personal operativo de la planta, datos consolidados en la Tabla 53.

Tabla 53. Dotación para personal operativo

Item	Cantidad	Valor	
		Unit.	Total
Batas	2	\$ 32.000	\$ 64.000
Botas de seguridad	20	\$ 67.000	\$ 1.340.000
Cofia	24	\$ 8.000	\$ 192.000
Guantes de seguridad	24	\$ 5.900	\$ 141.600
Overoles	24	\$ 32.900	\$ 789.600
Tapabocas (Caja x 50 und)	42	\$ 8.500	\$ 357.000
Tapa oídos	40	\$ 6.900	\$ 276.000
Total	176	\$ 161.200	\$ 3.160.200

Fuente: Autores

La dotación será entregada a cada trabajador en estado nuevo y será responsabilidad del mismo mantenerlas en óptimas condiciones de higiene y presentación. Así mismo, la dotación será cambiada una vez cumplido el ciclo de vida, y la compañía asumirá el costo del mismo (Tabla 54). Solo en casos excepcionales en los que el trabajador requiera reemplazo de estos antes de cumplida su periodo de tiempo (Pérdida, daño injustificado, robo), se entregará dotación de reemplazo, sin embargo, el costo será asumido por el trabajador.

Tabla 54. Periodos de cambio de dotación de personal operativo

Ítem	Periodo
Botas	Cada 1 año
Botas de seguridad	Cada 1 año
Cofia	Cada 3 meses
Guantes de seguridad	Cada 3 meses
Overoles	Cada 1 año
Tapabocas (Caja x 50 und)	Una unidad diaria
Tapa oídos	Cada 6 meses

Fuente: Autores

- **Adecuaciones de planta:** El proyecto contemplará un periodo de dos meses en el cual se hará las adecuaciones necesarias para el inicio de la producción (Instalación de equipos, instalaciones eléctricas, agua, gas, telefonía e internet, pintura, etc.). Dentro de este periodo no habrá producción de aceite de aguacate, por lo tanto los ingresos por ventas serán nulos. Se dispondrá un presupuesto de \$50.000.000 COP para este fin, adicionando costos de producción (Inciso 4.3), a excepción de costos por mano de obra operativa y de costos variables por materia prima, insumos, transporte y servicios públicos.
- **Total en gastos previos:** Los costos anteriormente mencionados corresponden a los gastos previos a la iniciación de la compañía, detalle en la Tabla 55.

Tabla 55. Gastos previos a la puesta en marcha

No.	Descripción	Valor
1	Registro mercantil	\$ 1.464.000
2	Registro INVIMA	\$ 4.691.594
3	Dotación	\$ 3.160.200
4	Adecuaciones de planta	\$ 50.000.000
5	Costos de producción previos al inicio	\$ 53.953.147
Total		\$ 113.268.941

Fuente: Autores

4.2.2 Inversiones fijas

Las inversiones fijas contempladas para el presente proyecto, son tres concretamente. Maquinaria y equipos (Tabla 56), muebles y enseres (Tabla 57) y adecuaciones de planta (Tabla 58).

Tabla 56. Maquinaria y equipos

ÍTEM	Cantidad	Valores	
		Unitario	Total
Despulpadora de aguacate	1	\$ 4.802.920	\$ 4.802.920
Tanque mezclador	1	\$ 3.603.150	\$ 3.603.150
Tanque de etanol	1	\$ 56.560.192	\$ 56.560.192
Hidrocavitador	2	\$ 12.500.000	\$ 25.000.000
Bomba centrífuga del hidrocavitador	2	\$ 2.114.900	\$ 4.229.800
Filtro de prensa	2	\$ 56.600.000	\$113.200.000
Tanque recolector	1	\$ 3.830.250	\$ 3.830.250
Evaporador	1	\$ 3.362.044	\$ 3.362.044
Condensador	1	\$ 596.074	\$ 596.074
Tanque de etanol recuperado	1	\$ 3.603.150	\$ 3.603.150
Tanque de absorción	1	\$ 3.603.150	\$ 3.603.150
Tanque de agua	1	\$ 598.900	\$ 598.900
Caldera	1	\$ 17.000.000	\$ 17.000.000
Tanque de desgomado	1	\$ 720.438	\$ 720.438
Tanque de neutralizado	1	\$ 720.438	\$ 720.438
Centrífuga de tres fases	2	\$ 10.400.000	\$ 20.800.000
Filtro para decoloración de aceite	1	\$ 12.800.000	\$ 12.800.000
Tanque recolector de aceite de aguacate	1	\$ 2.978.876	\$ 2.978.876
Embotelladora	1	\$ 3.165.917	\$ 3.165.917
Tanque de desechos	1	\$ 9.000.000	\$ 9.000.000
Bombas de engranajes	9	\$ 2.500.000	\$ 22.500.000
Bombas centrífugas	4	\$ 3.532.000	\$ 14.128.000
Tubería y accesorios	100	\$ 30.000	\$ 3.000.000
Otros equipos menores	1	\$ 9.214.500	\$ 9.214.500
Total			\$ 339.017.799

Fuente: Autores

Tabla 57. Muebles y enseres

Item	Cantidad	Valor	
		Unit.	Total
Escritorio	4	\$ 164.900	\$ 659.600

Sillas	4	\$ 199.900	\$ 799.600
Archivador	3	\$ 287.900	\$ 863.700
Locker (12 puestos)	1	\$ 987.000	\$ 987.000
Computadores de escritorio	2	\$ 1.059.000	\$ 2.118.000
Teléfono	3	\$ 130.000	\$ 390.000
Impresora	1	\$ 655.000	\$ 655.000
Total	18	\$ 3.483.700	\$ 6.472.900

Fuente: Autores

Tabla 58. Inversiones fijas del proyecto

Descripción	Valor
Maquinaria y equipos	\$ 339.017.799
Muebles y enseres	\$ 6.472.900
Puesta en marcha	\$ 10.000.000
Total	\$ 355.490.699

Fuente: Autores

4.2.3 Capital de trabajo

El capital de trabajo son los recursos requeridos para operar dentro de un determinado tiempo. Este capital está constituido por los gastos previos al inicio de la operación (Numeral 4.2.1), y contemplando 3 meses de operación (Numeral 4.3), costos consolidados en la Tabla 59.

Tabla 59. Capital de trabajo

Ítem	Cant	Valor	
		Unitario	Total
Gastos previos al inicio de la producción	1	\$ 113.268.941	\$ 113.268.941
Costos de producción	3	\$ 941.773.681	\$ 2.825.321.042
GMF	3	\$ 4.220.170	\$ 12.660.511
Total		\$ 1.059.262.792	\$ 2.951.250.494

Fuente: Autores

4.3 Costos y gastos del proyecto

4.3.1 Costos fijos de producción

Los costos fijos están constituidos por la amortización a diferidos de activos intangibles del proyecto, depreciación de activos tangibles, dotación de personal (Tabla 53), mano de obra (Tabla 60) y mantenimiento general de planta (Tabla 62).

Tabla 60. Mano de obra operativa

Cargo	Cantidad	Salario Base	Total
Operario	18	\$ 1.200.000	\$ 21.600.000

Subtotal	\$	21.600.000
Carga prestacional	\$	11.519.280
Total general	\$	33.119.280

Fuente: Autores

Del cual, la carga prestacional contempla lo relacionado en la Tabla 61.

Tabla 61. Carga prestacional

Carga prestacional	
Cesantías	8,33%
Intereses a las cesantías	1,00%
Primas	8,33%
Vacaciones	4,17%
Pensiones	12,00%
Salud	8,50%
ARP	2,00%
Parafiscales	9,00%
Total	53,33%

Fuente: Autores

Los costos fijos de producción están relacionados en la Tabla 62.

Tabla 62. Costos fijos de producción

Ítem	Valor	
	Mensual	Anual
Amortización a diferidos	\$ 177.852	\$ 2.134.228
Arriendos	\$ 3.000.000	\$ 36.000.000
Depreciación	\$ 1.654.664	\$ 19.855.970
Dotaciones	\$ 263.350	\$ 3.160.200
Mano de obra	\$ 33.119.280	\$ 397.431.360
Mantenimiento de planta	\$ 2.000.000	\$ 24.000.000
Total	\$ 40.215.146	\$ 482.581.757

Fuente: Autores

4.3.2 Costos variables de producción

Los costos variables de producción son constituidos por servicios públicos de los cuales se hace uso mensual (Tabla 63), transporte de materia prima y producto terminado (Tabla 65) y el costo de materias primas e insumos (Tabla 64).

Tabla 63. Costos de servicios públicos en producción

Ítem	Valor mensual
Energía eléctrica	\$ 5.275.510

Agua	\$	940.000
Gas natural	\$	500.000
Implementos de aseo	\$	300.000
Total	\$	7.015.510

Fuente: Autores

Tabla 64. Costo mensual de materia prima e insumos

No.	Concepto	Cantidad	U/M	Precio por U/M	Total (\$COP)
1	Aguacate	129.187	kg	\$ 2.991	\$ 386.398.317
2	Etanol 96%	50.612	L	\$ 6.000	\$ 303.672.000
3	Sosa Caustica	398	kg	\$ 34.000	\$ 13.532.000
4	Cloruro de Calcio	2.303	kg	\$ 20.000	\$ 46.060.000
5	Botella ambar	70.000	und	\$ 1.500	\$ 105.000.000
Total					\$ 854.662.317

Fuente: Autores

Tabla 65. Costos variables de producción

Ítem	Valor	
	Mensual	Anual
Servicios públicos	\$ 7.015.510	\$ 84.186.120
Transporte	\$ 20.000.000	\$ 240.000.000
Materia prima e insumos	\$ 854.662.317	\$ 10.255.947.804
Total	\$ 881.677.827	\$ 10.580.133.924

Fuente: Autores

4.3.3 Costos de administración

Los costos de administración están constituidos por mano de obra de personal administrativo (Tabla 66), insumos de oficina tales como papelería, internet, servicios de seguridad, botiquines, implementos de seguridad, implementos de aseo, entre otros, datos consolidados en la Tabla 67.

Tabla 66. Mano de obra administrativo

Cargo	Cant.	Salario	Total
Gerente administrativo	1	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000
Contador público	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
Secretaria	1	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000
Jefe de producción	2	\$ 2.000.000	\$ 4.000.000
Sub total			\$ 11.900.000
Carga prestacional			\$ 6.346.270
Total general			\$ 18.246.270

Fuente: Autores

Tabla 67. Costos de administración

Ítem	Valor	
	Mensual	Anual
Servicio de agua	\$ 300.000	\$ 3.600.000
Botiquín PA	\$ 20.800	\$ 249.600
Depreciación	\$ 26.970	\$ 323.645
Dotación	\$ 41.667	\$ 500.000
Electricidad	\$ 200.000	\$ 2.400.000
Implementos de aseo	\$ 120.000	\$ 1.440.000
Mano de obra	\$ 18.246.270	\$ 218.955.240
Monitoreo de seguridad	\$ 150.000	\$ 1.800.000
Papelería	\$ 130.000	\$ 1.560.000
Seguros	\$ 125.000	\$ 1.500.000
Telefonía e internet	\$ 320.000	\$ 3.840.000
Otros gastos operacionales	\$ 200.000	\$ 2.400.000
Total	\$ 19.880.707	\$ 238.568.485

Fuente: Autores

4.3.4 Costos de producción

Los costos de producción están constituidos por los costos fijos de producción (Numeral 4.3.1), costos variables e producción (Numeral 4.3.2) y los costos de administración (Numeral 4.3.3), datos consolidados en la Tabla 68.

Tabla 68. Costos de producción

Ítem	Valor	
	Mensual	Anual
Costos fijos de producción	\$ 40.215.146	\$ 482.581.757
Costos variables de producción	\$ 881.677.827	\$ 10.580.133.924
Costos de administración	\$ 19.880.707	\$ 238.568.485
Total	\$ 941.773.681	\$ 11.301.284.166

Fuente: Autores

4.4 Beneficios del proyecto

4.4.1 Ingresos por ventas

- **Impuestos**

Las compañías que se establezcan y ejerzan actividades comerciales dentro del territorio Colombiano deben reconocer al estado una serie de cargos fiscales (Impuestos), de los cuales se relacionan en la Tabla 69.

Tabla 69. Cargas fiscales

Ítem	Carga fiscal	Norma
IVA	19% por unidad de venta	Ley 1819 de 2016 [121]

Impuesto de renta	30% de la utilidad	Ley 1943 de 2018 [122]
Impuesto de industria y comercio	\$ 4 por cada \$1.000 en ventas	Acuerdo 20 de 2018 [123]
Gravamen a movimientos financieros (GMF)	\$ 4 por cada \$1.000 en retiros, consignaciones o pagos por medios bancarios	Ley 633 de 2000 [124]

Fuente: Autores

- **Precio de venta**

En consideración de lo evaluado en el estudio de mercado, se establece un precio de venta al público de \$21.420 COP (IVA incluido) por cada botella de aceite de aguacate de 250 ml. Con la finalidad de mantener un nivel competitivo en el mercado y generar una rentabilidad dentro del proyecto. Por lo tanto, la proyección de ingresos por ventas se consolida en la Tabla 70.

Tabla 70. Ingresos por ventas anuales

Ítem	Producción	Ingresos
Unidad	1	\$ 21.420
Diaria (Botella de 250 ml)	2.309	\$ 49.458.780
Mensual (Botella de 250 ml)	69.268	\$ 1.483.720.560
2022	692.680	\$ 14.837.205.600
2023	831.216	\$ 17.804.646.720
2024	831.216	\$ 17.804.646.720
2025	831.216	\$ 17.804.646.720
2026	831.216	\$ 17.804.646.720
2027	831.216	\$ 17.804.646.720
2028	831.216	\$ 17.804.646.720
2029	831.216	\$ 17.804.646.720
2030	831.216	\$ 17.804.646.720
2031	831.216	\$ 17.804.646.720
2032	831.216	\$ 17.804.646.720

Fuente: Autores

- **Utilidad del proyecto**

En la Tabla 71 se consolida los ingresos por ventas y los egresos por costos de producción, pago de impuestos y cuota al banco.

Tabla 71. Porcentaje de utilidad anual (primer año)

Item	Cantidad
Costos de producción (Bruto)	\$ 9.471.689.952

GMF	\$	37.886.760
Costos de producción (Neto)	\$	9.509.576.712
Ingresos por venta (Bruto)	\$	14.837.205.600
Impuestos	\$	3.571.639.782
Ingresos por venta (Neto)	\$	11.265.565.818
Utilidad (Bruto)	\$	1.755.989.106
Cuota anual banco	\$	458.811.588
Utilidad (Neto)	\$	1.297.177.518
% Utilidad (Neto)		8,74%

Fuente: Autores

- **Índice de precios al consumidor (IPC)**

Para garantizar la viabilidad financiera de la empresa, es importante tener en cuenta la inflación en el territorio colombiano. Para esto se debe contemplar esta variable en los costos de producción y ajustar el precio del producto para mantener la viabilidad del proyecto. Datos obtenidos del DANE, muestra la variación del IPC histórico de Colombia (Tabla 72).

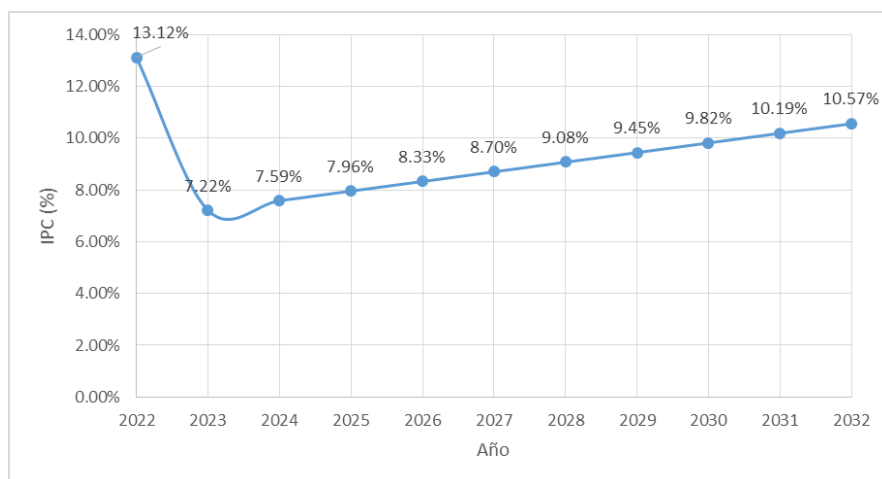
Tabla 72. Porcentaje de inflación anual

Año	Inflación
2010	3,17%
2011	3,73%
2012	2,44%
2013	1,94%
2014	3,66%
2015	6,77%
2016	5,75%
2017	4,09%
2018	3,18%
2019	3,80%
2020	1,61%
2021	5,62%
2022	13,12%

Fuente: [125]

En base al histórico de la variación del IPC, se proyecta la variación del mismo para el año 2032 (Figura 39) y se ajustará los costos de producción y precio de producto en función de la proyección.

Figura 39. Proyección IPC Colombia



Fuente: Autores

4.4.2 Método de financiación

El método de financiación seleccionado es por préstamo bancario, para cubrir el monto de inversión inicial para poder entrar en operaciones. Se define un plazo de pago a 48 meses a una tasa pactada del 14,5% EA (1,13% EM) [126], el cual se pagará de las utilidades de la empresa, los detalles de la cuota se encuentran en la Tabla 73.

Tabla 73. Cuotas bancarias

Valor préstamo	\$ 1.410.533.320,58
Tasa de interés	1,13%
Plazo	48
Valor cuota	\$ 38.234.299,02
Pago total	\$ 1.835.246.353,10

Fuente: Autores

El valor de la cuota será fija para todos los meses y contempla valor de abono a capital e intereses corrientes, en el anexo 8 se encuentra el detalle mes a mes de abono a capital, intereses corrientes y saldo amortizado después de pago de cada cuota.

4.5 Estado de resultados

En base al índice de precios al consumidor (IPC) y a su proyección (Figura 39), se ajustan costos de producción y precio de venta del producto en función del mismo; esto con la finalidad de mantener la viabilidad financiera de la empresa. Los datos de flujo de caja se encuentran consolidados en el estado de resultados (Tabla 74).

Tabla 74. Estado de resultados

Ítem	Año base	SN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		FP	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
IPC	13,12%		7,22%	7,59%	7,96%	8,33%	8,70%	9,08%	9,45%	9,82%	10,19%	10,57%
Precio por unidad de venta	\$ 21.420,00		\$ 24.230,30	\$ 25.978,57	\$ 27.949,72	\$ 30.174,52	\$ 32.688,78	\$ 35.534,27	\$ 38.759,79	\$ 42.422,43	\$ 46.589,16	\$ 51.338,65
Producción anual (und)	692.680		831.216	831.216	831.216	831.216	831.216	831.216	831.216	831.216	831.216	831.216
Ingresos por ventas	\$ 14.837.205.600	V	\$ 20.140.616.370	\$ 21.593.802.122	\$ 23.232.253.452	\$ 25.081.540.827	\$ 27.171.435.134	\$ 29.536.654.220	\$ 32.217.755.397	\$ 35.262.204.411	\$ 38.725.658.128	\$ 42.673.506.620
Costos de producción (Bruto)	\$ 9.471.689.952	R	\$ 12.784.012.649	\$ 13.706.404.730	\$ 14.746.391.895	\$ 15.920.204.690	\$ 17.246.739.825	\$ 18.748.034.034	\$ 20.449.830.579	\$ 22.382.257.769	\$ 24.580.643.127	\$ 27.086.492.210
GMF	\$ 37.886.760	R	\$ 51.136.051	\$ 54.825.619	\$ 58.985.568	\$ 63.680.819	\$ 68.986.959	\$ 74.992.136	\$ 81.799.322	\$ 89.529.031	\$ 98.322.573	\$ 108.345.969
Costos de producción (Neto)	\$ 9.509.576.712	R	\$ 12.835.148.700	\$ 13.761.230.348	\$ 14.805.377.462	\$ 15.983.885.508	\$ 17.315.726.785	\$ 18.823.026.170	\$ 20.531.629.901	\$ 22.471.786.800	\$ 24.678.965.700	\$ 27.194.838.179
Costos fijos de producción	\$ 416.343.197	R	\$ 545.896.484	\$ 585.284.007	\$ 629.693.016	\$ 679.816.580	\$ 736.461.617	\$ 800.569.128	\$ 873.238.389	\$ 955.755.924	\$ 1.049.630.270	\$ 1.156.633.779
Amortización a diferidos	\$ 2.134.228	F	\$ 2.414.238	\$ 2.588.431	\$ 2.784.830	\$ 3.006.503	\$ 3.257.017	\$ 3.540.533	\$ 3.861.915	\$ 4.226.850	\$ 4.642.011	\$ 5.115.237
Arriendos	\$ 36.000.000	F	\$ 40.723.200	\$ 43.661.460	\$ 46.974.317	\$ 50.713.473	\$ 54.939.122	\$ 59.721.463	\$ 65.142.500	\$ 71.298.205	\$ 78.301.115	\$ 86.283.444
Depreciación	\$ 19.855.970	F	\$ 22.461.073	\$ 24.081.684	\$ 25.908.906	\$ 27.971.255	\$ 30.301.932	\$ 32.939.654	\$ 35.929.653	\$ 39.324.861	\$ 43.187.349	\$ 47.590.040
Dotaciones	\$ 3.160.200	F	\$ 3.574.818	\$ 3.832.749	\$ 4.123.562	\$ 4.451.798	\$ 4.822.739	\$ 5.242.549	\$ 5.718.426	\$ 6.258.794	\$ 6.873.533	\$ 7.574.248
Mano de obra	\$ 331.192.800	F	\$ 449.574.354	\$ 482.012.043	\$ 518.585.189	\$ 559.864.570	\$ 606.514.726	\$ 659.310.619	\$ 719.157.563	\$ 787.115.076	\$ 864.425.519	\$ 952.548.514
Mantenimiento de planta	\$ 24.000.000	F	\$ 27.148.800	\$ 29.107.640	\$ 31.316.212	\$ 33.808.982	\$ 36.626.082	\$ 39.814.309	\$ 43.428.333	\$ 47.532.137	\$ 52.200.743	\$ 57.522.296
Costos variables de producción	\$ 8.816.778.270	R	\$ 11.968.247.495	\$ 12.831.780.488	\$ 13.805.404.664	\$ 14.904.314.876	\$ 16.146.202.008	\$ 17.551.696.601	\$ 19.144.899.205	\$ 20.954.015.600	\$ 23.012.119.012	\$ 25.358.066.473
Servicios Públicos	\$ 70.155.100	V	\$ 95.231.339	\$ 102.102.471	\$ 109.849.598	\$ 118.593.626	\$ 128.475.321	\$ 139.658.841	\$ 152.335.953	\$ 166.731.091	\$ 183.107.419	\$ 201.774.121
Transporte	\$ 200.000.000	V	\$ 271.488.000	\$ 291.076.402	\$ 313.162.115	\$ 338.089.820	\$ 366.260.816	\$ 398.143.087	\$ 434.283.332	\$ 475.321.369	\$ 522.007.434	\$ 575.222.960
Materia prima e insumos	\$ 8.546.623.170	V	\$ 11.601.528.156	\$ 12.438.601.615	\$ 13.382.392.952	\$ 14.447.631.431	\$ 15.651.465.872	\$ 17.013.894.673	\$ 18.558.279.920	\$ 20.311.963.140	\$ 22.307.004.159	\$ 24.581.069.391
Costos de administración	\$ 238.568.485	R	\$ 269.868.670	\$ 289.340.235	\$ 311.294.214	\$ 336.073.234	\$ 364.076.200	\$ 395.768.305	\$ 431.692.985	\$ 472.486.246	\$ 518.893.845	\$ 571.791.959
Servicio de agua	\$ 3.600.000	F	\$ 4.072.320	\$ 4.366.146	\$ 4.697.432	\$ 5.071.347	\$ 5.493.912	\$ 5.972.146	\$ 6.514.250	\$ 7.129.821	\$ 7.830.112	\$ 8.628.344

Botiquín PA	\$ 249.600	F	\$ 282.348	\$ 302.719	\$ 325.689	\$ 351.613	\$ 380.911	\$ 414.069	\$ 451.655	\$ 494.334	\$ 542.888	\$ 598.232
Depreciación	\$ 323.645	F	\$ 366.107	\$ 392.523	\$ 422.306	\$ 455.921	\$ 493.910	\$ 536.904	\$ 585.640	\$ 640.981	\$ 703.938	\$ 775.700
Dotación	\$ 500.000	F	\$ 565.600	\$ 606.409	\$ 652.421	\$ 704.354	\$ 763.043	\$ 829.465	\$ 904.757	\$ 990.253	\$ 1.087.515	\$ 1.198.381
Electricidad	\$ 2.400.000	F	\$ 2.714.880	\$ 2.910.764	\$ 3.131.621	\$ 3.380.898	\$ 3.662.608	\$ 3.981.431	\$ 4.342.833	\$ 4.753.214	\$ 5.220.074	\$ 5.752.230
Implementos de aseo	\$ 1.440.000	F	\$ 1.628.928	\$ 1.746.458	\$ 1.878.973	\$ 2.028.539	\$ 2.197.565	\$ 2.388.859	\$ 2.605.700	\$ 2.851.928	\$ 3.132.045	\$ 3.451.338
Mano de obra	\$ 218.955.240	F	\$ 247.682.167	\$ 265.552.931	\$ 285.702.025	\$ 308.443.907	\$ 334.144.687	\$ 363.231.313	\$ 396.202.546	\$ 433.642.102	\$ 476.234.429	\$ 524.783.672
Monitoreo de seguridad	\$ 1.800.000	F	\$ 2.036.160	\$ 2.183.073	\$ 2.348.716	\$ 2.535.674	\$ 2.746.956	\$ 2.986.073	\$ 3.257.125	\$ 3.564.910	\$ 3.915.056	\$ 4.314.172
Papelería	\$ 1.560.000	F	\$ 1.764.672	\$ 1.891.997	\$ 2.035.554	\$ 2.197.584	\$ 2.380.695	\$ 2.587.930	\$ 2.822.842	\$ 3.089.589	\$ 3.393.048	\$ 3.738.949
Seguros	\$ 1.500.000	F	\$ 1.696.800	\$ 1.819.228	\$ 1.957.263	\$ 2.113.061	\$ 2.289.130	\$ 2.488.394	\$ 2.714.271	\$ 2.970.759	\$ 3.262.546	\$ 3.595.144
Telefonía e internet	\$ 3.840.000	F	\$ 4.343.808	\$ 4.657.222	\$ 5.010.594	\$ 5.409.437	\$ 5.860.173	\$ 6.370.289	\$ 6.948.533	\$ 7.605.142	\$ 8.352.119	\$ 9.203.567
Otros gastos operacionales	\$ 2.400.000	F	\$ 2.714.880	\$ 2.910.764	\$ 3.131.621	\$ 3.380.898	\$ 3.662.608	\$ 3.981.431	\$ 4.342.833	\$ 4.753.214	\$ 5.220.074	\$ 5.752.230
Utilidad antes de impuestos	\$ 5.327.628.888	R	\$ 7.305.467.670	\$ 7.832.571.773	\$ 8.426.875.989	\$ 9.097.655.318	\$ 9.855.708.350	\$ 10.713.628.050	\$ 11.686.125.496	\$ 12.790.417.610	\$ 14.046.692.428	\$ 15.478.668.441
Impuestos	\$ 3.571.639.782	R	\$ 4.950.904.744	\$ 5.308.122.423	\$ 5.710.881.520	\$ 6.165.467.689	\$ 6.679.199.118	\$ 7.260.610.043	\$ 7.919.670.138	\$ 8.668.047.287	\$ 9.519.422.892	\$ 10.489.870.939
Utilidad después de impuestos	\$ 1.755.989.106	R	\$ 2.354.562.926	\$ 2.524.449.351	\$ 2.715.994.470	\$ 2.932.187.629	\$ 3.176.509.231	\$ 3.453.018.007	\$ 3.766.455.358	\$ 4.122.370.323	\$ 4.527.269.536	\$ 4.988.797.502
Cuota bancaria anual	\$ 458.811.588	R	\$ 458.811.588	\$ 458.811.588	\$ 458.811.588	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad neta del ejercicio (UNE)	\$ 1.297.177.518	R	\$ 1.895.751.338	\$ 2.065.637.762	\$ 2.257.182.881	\$ 2.932.187.629	\$ 3.176.509.231	\$ 3.453.018.007	\$ 3.766.455.358	\$ 4.122.370.323	\$ 4.527.269.536	\$ 4.988.797.502
% de utilidad	8,74%	R	9,41%	9,57%	9,72%	11,69%	11,69%	11,69%	11,69%	11,69%	11,69%	11,69%

Fuente: Autores

4.6 Evaluación financiera del proyecto

Con los datos previamente establecidos, el análisis financiero, conformado por el valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y relación beneficio/costo (B/C), datos consolidados en la Tabla 75.

Tabla 75. Indicadores financieros

Indicador	Valor
TIR	9%
VAN	\$ 2.508.605.574
B/C	1,07

Fuente: Autores

Según los resultados en la Tabla 75, se obtiene una tasa interna de retorno (TIR) del 9% y una relación costo-beneficio de 1,07, lo cual indica que el proyecto es rentable.

4.7 Punto de equilibrio

Para encontrar el punto de equilibrio en el primer año, se realiza analizando los datos relacionados en la Tabla 76.

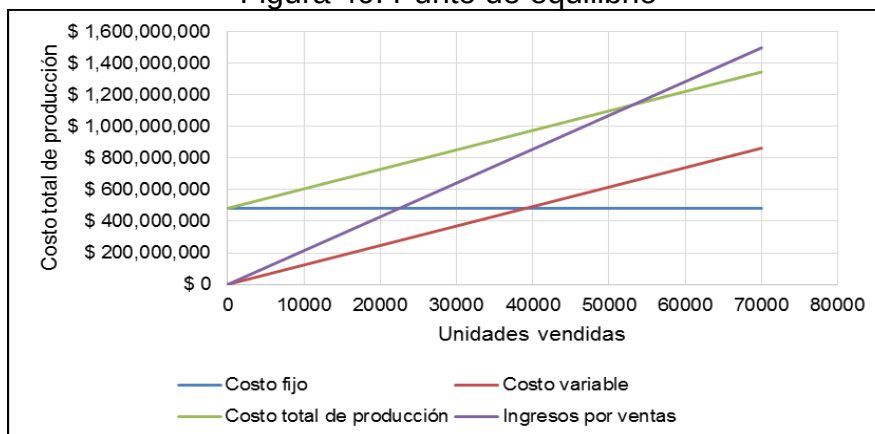
Tabla 76. Determinación del punto de equilibrio en el primer año

Ítem	Valor
Costo fijo	\$ 482.581.757
Precio unitario de venta (IVA incluido)	\$ 21.420
Costo unitario variable	\$ 12.338
Punto de equilibrio	53.139

Fuente: Autores

La Figura 40 demuestra que la línea morada (Ingresos por ventas) representa la cantidad de 53.139 botellas de aceite de aguacate vendido, la cual intercepta con la línea verde la cual representa los costos totales de producción, teniendo como resultado el punto de equilibrio del primer año.

Figura 40. Punto de equilibrio



Fuente: Autores

De la Figura 40, se determina que el proyecto que requiere una inversión inicial de \$1.410.533.320 COP, haciendo uso del punto de equilibrio se determina que con un porcentaje de ganancia de 8,74%, la inversión inicia su recuperación al momento de aproximar las ventas en 53.139 botellas de aceite de aguacate y la deuda con el banco se amortiza en 48 meses.

5. CONCLUSIONES

- En el estudio de mercado se identificó tres campos industriales (alimenticio, farmacéutico y cosmético) en los cuales, el aceite de aguacate se puede desempeñar por sus múltiples beneficios a la salud; sin embargo, se puede evidenciar que la industria que maneja un mercado más atractivo y competitivo, por datos de importación proyectados a un alcance de 1.8 millones de litros, es la industria alimenticia; por esta razón se determinó posicionar el producto en este tipo de industria.
- Si bien el aceite de aguacate es un producto relativamente nuevo en el mercado, las encuestas realizadas a la población arrojan un gran interés en el producto. Esto, junto a los datos de importación de aceite de aguacate, se demuestra que el aceite de aguacate tiene gran potencial de ser un producto exitoso en el mercado colombiano.
- Según el análisis realizado en el estudio de mercado internacional, la partida arancelaria 151590 “Fixed vegetable fats and oils and their fractions, whether or not refined, but not chemically”, en la cual se encuentra el aceite de aguacate, demuestra una tendencia alcista en los mercados de EE.UU. China, Japón, Alemania, Países Bajos y Suecia. Lo cual se podría pensar en llegar a exportar aceite de aguacate a estos países en un futuro.
- Se estableció el proceso de extracción de aceite de aguacate por medio del fenómeno de cavitación hidrodinámica (Hidrocavitación) y así mismo el coste de los equipos necesarios para la recuperación del etanol y el refinado del aceite, que arrojan un valor de 355.490.699 COP; por lo cual, se definió la distribución de la planta de manera que sea eficiente y factible para el desarrollo del proceso.
- En el desarrollo del estudio técnico se determinó que para las instalaciones productivas se debe contar con un mínimo de 18 operarios para realizar las actividades de despulpe y vertimiento de la mezcla para la obtención del aceite en los diferentes tanques y los demás procesos complementarios que se manejarán dentro del mismo.
- Basado en los resultados obtenidos en la evaluación financiera, se obtuvo valores positivos para el VAN (Valor Actual Neto), la TIR (Tasa Interna de Retorno) y el B/C (Beneficio/Costo) lo que quiere decir que el proyecto es rentable, competitivo y factible financieramente.
- El precio final establecido para cada botella de 250 ml de aceite de aguacate es de \$21.420 COP (IVA incluido), lo cual cumple con dos factores clave. El primero es generar una utilidad positiva, de tal manera de generar rentabilidad en el proyecto, y segundo, posicionar el producto de manera competitiva en el mercado. En ese mismo orden de ideas, un litro de aceite de aguacate puede llegar a costar \$85.680 COP (IVA incluido), lo resulta en un producto más económico frente a los \$104.452 COP (IVA incluido) que costaría importar este producto al territorio colombiano, por ende, se puede abarcar la demanda internacional y mitigarla con producto local.

6. REFERENCIAS

- [1] F. V. N. Cerón, «MANEJO TÉCNICO PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUACATE (Persea americana Miller) VARIEDAD HASS EN LA MESETA DE POPAYÁN,» 2010.
- [2] M. d. A. y. D. Rural, «Cadena Productiva Aguacate,» Marzo 2021. [En línea]. Available: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Documentos/2021-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>.
- [3] V.-R. S. a. C.-R. R. Pérez-Rosales. R., *El aceite de aguacate y sus propiedades nutricionales*, Guadalajara, México: Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 2005.
- [4] M. Rozan, E. Alamri y H. Bayomi, «Fermented Hass avocado kernel: Nutritional properties and use in the manufacture of biscuits,» 2022.
- [5] R. B. B. a. M. V. M. R. L. Martínez Nieto, *Extracción de aceite de aguacate: Un experimento industrial*, Granada: Universidad de Granada, 1992.
- [6] G. G. Benítez, *Extracción Bifásica*, Morelos, México: Universidad Politécnica del Estado de Morelos, Agosto, 2014.
- [7] J. P. A. y. D. H. M. R. N. A. I. Moreno Polo, *Extracción de aceite de aguacate mediante equipos hidrodinámicos de cavitación*, Bogotá, Colombia: Universidad Santo Tomás, 2021.
- [8] S. A. a. D. C. L. Gutiérrez, *Evaluación del proceso de hidrocavitación en la conservación de pulpa de lulo (Solanum quitoense)*, Pereira, Risaralda - Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2019.
- [9] J. A. D. Martínez, *La Cavitación Hidrodinámica*, San José de Las Lajas, Mayabeque: Universidad Agraria de La Habana, 2018.
- [1] Seaphase, «Seaphase Underwater Services,» Qué es la cavitación y para qué sirve, 2018. [En línea]. Available: <https://seaphase.com/que-es-la-cavitacion-y-para-que-sirve/>. [Último acceso: 2022].
- [1] J. R. Ramírez, «Generación de Chorros de Agua Mediante Termocavitación en 1] Tubos Capilares,» Puebla, 2015.
- [1] E. F. L. F. H. A. López Cevallos, *Diseño y Construcción de un Banco de Pruebas 2] de Cavitación Hidrodinámica para la Empresa ABAXFEM*, Sangolqui: ESPE Universidad de las Fuerzas Armadas, 2018.
- [1] L. Gutierrez Mosquera, S. Arias Giraldo y D. Cardona Naranjo, «Hydrodynamic 3] Cavitation: Engineering and Agribusiness Approach,» Pereira, 2019.
- [1] A. Lizardi, L. Raymundo, H. Terres y O. Resendiz , «Producción de Biodiesel por 4] cavitación hidrodinámica,» Texcoco, México, 2016.
- [1] J. F. Escobar, «Aplicaciones de la cavitación en procesos de desalinización y 5] purificación de aguas,» Bogotá D.C., 2006.
- [1] D. Cardona, L. Gutierrez y Ó. Sanchez, «Efecto de la hidrocavitación en la 6] liberación de azúcares del aserrín de roble: Evaluación exploratoria,» 2016.

- [1] J. W. J. Z. a. B. J. X. Long, «Experimental investigation of the cavitation characteristics of jet pump cavitation reactors with special emphasis on negative flow ratios,» de *exp. therm. fluid sci.*, 2018, doi: 10.1016/j.expthermflusci.2018.02.027., vol. 96, no. february,, pp. 33-42.
- [1] D. M. a. R. Forero, *Evaluación de la extracción de principios activos de ortiga*
[8] *(urica dioica) y agraz (vaccinium meridionale) mediante el uso de hidrocavitación*, Bogotá: Universidad Santo Tomás, 2019.
- [1] M. d. Salud, *RESOLUCION 2154 DE 2012*, Bogotá, Colombia: Invima, Agosto 8
[9] de 2012.
- [2] A. T. R. Medina, *Caracterización fisicoquímica de diferentes variedades de*
[0] *aguacate, Persea americana Mill. (Lauraceae) e implementación de un método de extracción del aceite de aguacate como alternativa de industrialización (pág. 72)*, Bogotá D.C., Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2016.
- [2] M. L. A. R. R. G. T. L. a. A. I. O. C. E. M. Maya, «“Glosario de términos para la
[1] preparación y evaluación socioeconómica de proyectos de inversión,» Noviembre 2017. [En línea]. Available: https://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/documentos/Glosario_de_Terminos_para_la_ESP.pdf.
- [2] M. A. Albis, «Ciclos y fases de la identificación de proyectos,» 2010. [En línea].
[2] Available: <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/2202/Ciclo%20del%20proyecto.pdf>.
- [2] E. Nuñez, «Guia para la preparación de proyectos de servicios publicos,» 1997.
[3]
- [2] P. S. S. Orjuela, «Guía del estudio de mercado para la evaluación de proyectos,»
[4] Diciembre 2002. [En línea]. Available: https://www.eenbasque.net/guia_transferencia_resultados/files/Univ.Chile_Tesis_Guia_del_Estudio_de_Mercado_para_la_Evaluacion_de_Proyectos.pdf.
- [2] J. F. P. A. P. E. Ortegón, «Metodología del marco lógico para la planificación, el
[5] seguimiento y la evaluación de proyectos y programas,» Abril 2015. [En línea]. Available: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518_es.pdf.
- [2] J. D. M. M., *Proyectos-Formulación y Criterios de Evaluación*, Bogotá D.C.:
[6] Alfaomega Colombiana S.A, 2014.
- [2] Federico, «ZonaEconómica,» Estudio Financiero, 2019. [En línea]. Available:
[7] <https://www.zonaeconomica.com/estudio-financiero>. [Último acceso: 27 Julio 2022].
- [2] A. S. Arias, «Economipedia,» Tasa interna de retorno (TIR), 15 Julio 2014. [En
[8] línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>. [Último acceso: 29 Julio 2022].
- [2] V. V. Morales, «Economipedia,» Valor actual neto (VAN), 15 Junio 2014. [En
[9] línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>. [Último acceso: 29 Julio 2022].

- [3 G. Gómez, «Gestiopolis,» Evaluación financiera de proyectos: CAUE, VPN, TIR, 0] B/C, PR, CC., 11 Octubre 2001. [En línea]. Available: <https://www.gestiopolis.com/evaluacion-financiera-de-proyectos-caue-vpn-tir-bc-pr-cc/>. [Último acceso: 29 Julio 2022].
- [3 N. Chasquibol, «Caracterización de los aceites crudo, neutro y decolorado de la 1] pulpa y cascara de la fruta silvestre Paraqueiba serices tulasne «UMARI»,» Lima, Perú, 1997.
- [3 C. C. A. I. C. Salazar, «Evaluación del proceso integral para la obtención de aceite 2] esencial y pectina a partir de cáscara de naranja,» Junio 2011. [En línea]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/ince/v7n13/v7n13a04.pdf>.
- [3 O. d. I. n. u. y. p. I. a. y. I. alimentación, «Grasas y aceites en la nutrición humana. 3] FAO/OMS de expertos. (Estudio FAO Alimentación y Nutrición - 57),» 2019. [En línea]. Available: <https://www.fao.org/3/v4700s/v4700s00.htm#contents..>
- [3 MAGNUNSESS, «<https://mgnss.com/>,» ¿Cuántos tipos de aceites de oliva existen 4] en el mercado?, 29 Abril 2021. [En línea]. Available: <https://mgnss.com/cuantos-tipos-de-aceites-de-oliva-existen-en-el-mercado/>. [Último acceso: 12 Julio 2022].
- [3 AgroEmpresario, Aceite de girasol: historia, producción y variedades, 2019. [En 5] línea]. Available: <https://agroempresario.com/publicacion/3535/aceite-de-girasol-historia-produccion-y-variedades/>. [Último acceso: 2022].
- [3 S. López, ¿El aceite de coco es tan bueno como dicen?, 28 Marzo 2022. [En 6] línea]. Available: https://www.sabervirtv.com/nutricion/aceite-coco-es-bueno-malo-para-salud_1658. [Último acceso: 13 Julio 2022].
- [3 M. E. Porter, «Las cinco fuerzas competitivas que le dan forma a la estrategia,» 7] Harvard Business Publishing Coporation, 2008.
- [3 A. Perez y T. Polo, «Estudio de los análisis del entorno en el modelo de 8] emprendimiento disciplinado. Aplicación al caso de la creacion de la startup Blodel,» Madrid, España, 2019.
- [3 E. Jimenez, M. d. R. Aguilar, M. d. I. L. Zambrano y E. Kolar , «Propiedades físicas 9] y químicas del aceite de aguacate obtenido de puré deshidratado por microondas,» *Revista de la Sociedad Química de México*, vol. 45, nº 2, p. 4, 2001.
- [4 D. M. A. Valderrama, *Resporte Análisis cuantitativo de datos: Estudio preferencias 0] de consumo de aceite de aguacate hass*, Colombia, Tunja, Boyacá: Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, 2021.
- [4 Franky & Asociados, Consultores, «Esquema de ordenamiento territorial.,» Tenza, 1] Boyacá, 1999.
- [4 C. T. Web, 18 Noviembre 2020. [En línea]. Available: 2] <http://www.colombiaturismoweb.com/DEPARTAMENTOS/BOYACA/MUNICIPIOS/TENZA/TENZA.htm>. [Último acceso: 05 Marzo 2022].
- [4 J. Blanco, «EL VALLE DE TENZA COMO DESTINO DE TURISMO DE 3] NATURALEZA EN BOYACÁ, VALIDACIÓN DESDE LA METODOLOGÍA DE PROCOLOMBIA,» 2015.
- [4 M. Á. Ballesta, «Grupo Anton Comunicación,» ¿Qué nos influye a la hora de 4] comprar o adquirir un servicio?, 27 Junio 2016. [En línea]. Available:

- <https://www.grupoanton.es/ntn/2016/06/27/comprar-adquirir-un-servicio/>. [Último acceso: 2022 Julio 2022].
- [4] Dikeroil, «Export Mex,» Los beneficios y usos del aceite de aguacate, [En línea].
- 5] Available:
https://connectamericas.com/sites/default/files/company_files/Uso%20y%20Beneficios%20Aceite%20Aguacate%20%20-%20Espa%C3%B1ol.pdf. [Último acceso: 2022].
- [4] B. S.A.S, «Biocate cuida tu piel,» [En línea]. Available:
- 6] <https://biocatecolombia.com/>.
- [4] G. H. S.A.S., «Las Empresas,» 29 Abril 2021. [En línea]. Available:
- 7] <https://www.lasempresas.com.co/manizales/green-hass-sas/>. [Último acceso: 15 Marzo 2022].
- [4] L. Simona, *Aceite de Aguacate*, Los Rosales, Pereira, Risaralda:
- 8] https://www.facebook.com/lasimona13/?ref=page_internal.
- [4] S. Cooking, «Oleo Hass - Aceite de Aguacate,» 2017. [En línea]. Available:
- 9] <https://smartcooking.com.co/>. [Último acceso: 15 Marzo 2022].
- [5] C. Americas, «Terravocado,» 19 Mayo 2021. [En línea]. Available:
- 0] <https://connectamericas.com/es/company/terravocado>. [Último acceso: 17 Marzo 2022].
- [5] Monterra, «Monterra-Amor por Nuestra Tierra,» 2017. [En línea]. Available:
- 1] <http://www.monterra.com.co/>. [Último acceso: 17 Marzo 2022].
- [5] B. L. Soto, *RESOLUCION 2154 DE 2012*, Bogotá, Colombia: Ministra de Salud y
- 2] Proyección Social, 2012.
- [5] I. y. T. Ministerio de Comercio, Apoyo para pequeños negocios y
- 3] emprendimientos, profesionales independientes y artesanos, 2022. [En línea]. Available: <https://colombiasigueadelante.mincit.gov.co/ejes/microempresarios>. [Último acceso: 02 Abril 2022].
- [5] C. d. Colombia, «Mincomercio,» Ley 1429 de 29 de diciembre de 2010 , 2018. [En
- 4] línea]. Available: <https://www.mipymes.gov.co/normatividad/leyes>. [Último acceso: 03 Abril 2022].
- [5] DIAN, «Minhacienda - Regulaciones Aduaneras en Materia de Origen,» 1.2.1
- 5] Resolución 46 de julio 26 de 2019. Reglamenta el Decreto 1165 de 2019, respecto a las solicitudes de Resoluciones Anticipadas en materia de clasificación arancelaria, valoración y origen de las mercancías, 2019. [En línea]. Available: <https://www.dian.gov.co/aduanas/aspectecmercancias/Paginas/regulacionaduanera.aspx>. [Último acceso: 03 Abril 2022].
- [5] J. Pineda, «El Diario,» Conflicto armado en Boyacá: No fuimos paraíso pero
- 6] somos esperanza, 07 Septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://periodicoeldiario.com/conflicto-armado-en-boyaca-no-fuimos-paraíso-pero-somos-esperanza/>. [Último acceso: 03 Abril 2022].
- [5] C. Moncayo, «Instituto Nacional de Contadores Públicos Colombia,» Los costos y
- 7] el tiempo que tarda importar y exportar una mercancía en Colombia, 22

- Septiembre 2017. [En línea]. Available: <https://incp.org.co/los-costos-tiempo-tarda-importar-exportar-una-mercancia-colombia/>. [Último acceso: 28 Julio 2022].
- [5 La República, «Dólar cerró la jornada a \$4.299,37 en promedio, con caída de \$76
8] frente a TRM,» Editorial La República, 29 Julio 2022. [En línea]. Available: <https://www.larepublica.co/finanzas/precios-del-dolar-y-petroleo-hoy-29-de-julio-de-2022-3413181#:~:text=Por%20ahora%2C%20los%20expertos%20concuerdan,conflicto%20entre%20Ucrania%2DRusia%20y.> [Último acceso: 29 Julio 2022].
- [5 Dirección de Aduanas e Impuestos Nacionales (DIAN), «Estudio de tiempos de
9] despacho de mercancías 2021 Importación y Exportación,» Bogotá, Colombia, 2021.
- [6 S. A. Barojas, *Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud*,
0] Villahermosa, México: Secretaría de Salud del Estado de Tabasco, 2005.
- [6 Estadística, «<https://estadistica-dma.ulpgc.es/>,» Interpolación lineal, 2016. [En
1] línea]. Available: <https://estadistica-dma.ulpgc.es/FCC/05-6-Interpolacion.html>. [Último acceso: 2022].
- [6 M. Sanoja, «EL País - Nutrición,» Vidrio, plástico o metal: ¿en qué envase se
2] conserva mejor el aceite de oliva?, 12 Diciembre 2019. [En línea]. Available: https://elpais.com/elpais/2019/12/11/buenavida/1576070479_393997.html. [Último acceso: 16 Abril 2022].
- [6 S. D. 2. V. C. 1. A. Z. 3. I. T. 4. F. V. 3. a. L. T. 1. Lorenzo Flori 1, «The
3] Nutraceutical Value of Olive Oil and Its Bioactive Constituents on the Cardiovascular System. Focusing on Main Strategies to Slow Down Its Quality Decay during Production and Storage,» *MDPI*, vol. I, nº 1, pp. 1-28, 2019.
- [6 U. d. I. A. -. F. d. Administración, «Agronegocios,» El aceite de aguacate, una
4] opción a considerar, 14 Marzo 2014. [En línea]. Available: <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2014/03/14/el-aceite-de-aguacate-una-opcion-a-considerar/>. [Último acceso: 05 Marzo 2022].
- [6 hogarmania, Usos y beneficios del aceite de aguacate en la piel y el cabello, 2020.
5] [En línea]. Available: <https://www.hogarmania.com/belleza/estetica/cuerpo/usos-beneficios-aceite-aguacate-piel-cabello.html>. [Último acceso: 2022].
- [6 G. B. Urbina, *Evaluación de Proyectos*, México D.F.: MCGRAW-HILL, 2013.
6]
- [6 Datision, La industria de proceso continuo y el papel del mantenimiento predictivo,
7] 04 Noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://datision.com/blog/industria-proceso-continuo-mantenimiento-predictivo/>. [Último acceso: 15 Noviembre 2022].
- [6 SACOME, Diferencias entre un proceso en continuo y un proceso batch, 10
8] Diciembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.sacome.com/diferencias-proceso-continuo-proceso-batch/>. [Último acceso: 30 Mayo 2022].
- [6 P. R. Camilo Ernesto Astudillo-Ordóñez, *Parámetros físicoquímicos del aguacate*
9] *Persea americana Mill. cv. Hass (Lauraceae) producido en Antioquia (Colombia) para exportación*, Mosquera (Colombia): Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria, 2018.

- [7 Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), «NTC-1248-0] 3 "Frutas frescas. Aguacate. Almacenamiento y transporte",» Bogotá, 1996.
- [7 P. J. T. Molano, «Enfermedades del aguacate,» Medellín. Colombia, 2007. 1]
- [7 INTAGRI, «Antracnosis en el cultivo de aguacate. Serie fitosanidad,» México, 2] 2017.
- [7 Certis: Growing Together, «Phytophthora: aprende a prevenir y controlar esta 3] enfermedad,» 28 Junio 2021. [En línea]. Available: <https://www.certiseurope.es/noticias/detalle/news/phytophthora-aprende-a-prevenir-y-controlar-esta-enfermedad>. [Último acceso: Junio 2022].
- [7 M. Guerrero Rojas y A. Ramos Portilla, «Prevenga y maneje la pudrición radical 4] del aguacate causada por el Oomycete Phytophthora cinnamomi Rands.,» Bogotá, Colombia, 2016.
- [7 M. M. Cabrera, *La Refinación del Aceite de Aguacate*, Bogotá, Colombia: 5] Universidad de los Andes, 2002.
- [7 Oleo Hass, «Ficha técnica aceite de aguacate Oleo Hass,» Medellín, Colombia, 6] 2018.
- [7 M. C. Chaparro, «Aguacate (Persea Americana Mill),» Bogotá, Colombia, 2004. 7]
- [7 QUIMIPUR, S.L.U, «ALCOHOL ETÍLICO 96% QP,» 2022. [En línea]. Available: 8] <http://quimipur.com/productos/productos-quimicos/alcohol-etilico-96#:~:text=Informaci%C3%B3n%20del%20producto&text=L%C3%ADquido%20incoloro,a%2020%C2%BAC%3A%200%2C797%20g%2Fcm3>. [Último acceso: 7 Octubre 2022].
- [7 COREL Y CIA S.A., «Filtros prensa con placas plásticas,» Bogotá, Colombia, 9] 2022.
- [8 I. F. Vargas, «ANÁLISIS DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE AGUACATE POR 0] MÉTODOS FÍSICOS Y EVALUACIÓN DE UNA PRODUCCIÓN A GRAN ESCALA,» Bogotá, Colombia, 2004.
- [8 F. H. Familiar, «<https://www.colesterolfamiliar.org/>,» Grasas y aceites, Junio 2022. 1] [En línea]. Available: <https://www.colesterolfamiliar.org/habitos-de-vida-saludables/dieta-y-nutricion/grasas-y-aceites/>. [Último acceso: 10 Septiembre 2022].
- [8 H. C. A. O. MACHINERY, ¿Cómo elegir el filtro en el proceso de decoloración de 2] aceite comestible?, 09 Enero 2020. [En línea]. Available: https://www.oilmachinecn.com/Noticias/Noticias_Del_Grupo/2020/0109/239.html. [Último acceso: 12 Octubre 2022].
- [8 J. Corbacho, «CAPERVA,» FILTRO PARA DECOLORACIÓN DE ACEITE 3] VEGETAL, 14 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.caperva.com/filtro-para-decoloracion-de-aceite-vegetal/>. [Último acceso: 26 Agosto 2022].
- [8 Ministerio del trabajo, «Código sustantivo del trabajo,» Bogotá, Colombia, 2011. 4]

- [8] D. y. f. d. m. industrial, «Grupo Vento,» Evaporador Industrial, 22 Octubre 2017.
- 5] [En línea]. Available: <https://evaporadoresindustriales.grupovento.com/evaporador-industrial/>. [Último acceso: 19 Noviembre 2022].
- [8] Y. Cengel, Transferencia de calor y masa, Cuarta ed., McGRAW-6] HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A, 2016.
- [8] L. V. P. V. Jorge Weimar Castro Camargo, *Estudio de la prefactibilidad técnico*
7] *económica para la instalación de una planta procesadora de aceite usado de cocina obtenido de las localidades de Usaquén y Chapinero en Bogotá*, Bogotá D.C.: Universidad Santo Tomás, 2014.
- [8] N. A. Barrera Flórez y C. E. Jaimes Baquero, «ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD
8] PARA LA DESTILACIÓN EXTRACTIVA DE ETANOL-AGUA EMPLEANDO UNA MEZCLA DE ETILENGLICOL Y CACL₂ COMO SOLVENTE,» 2018.
- [8] C. MACHINERY, Centrífuga Decantadora, [En línea]. Available: [https://crown-](https://crown-machinery.com/decanter-centrifuge/)
9] [machinery.com/decanter-centrifuge/](https://crown-machinery.com/decanter-centrifuge/). [Último acceso: 03 Septiembre 2022].
- [9] Flottweg, Separadores flottweg para una separación de tres fases, [En línea].
0] Available: <https://www.flottweg.com/es/la-gama-de-productos/centrifuga-de-discos/separador-de-tres-fases/>. [Último acceso: 03 Septiembre 2022].
- [9] J. C. -. Caperva, *FILTRO PARA DECOLORACIÓN DE ACEITE VEGETAL*,
1] Barcelona, España: <https://www.caperva.com/filtro-para-decoloracion-de-aceite-vegetal/>, 2022.
- [9] M. Soler, «Principios de las bombas de desplazamiento positivo».
2]
- [9] K. J. McNaughton, «Bombas: Selección, uso y mantenimiento,» McGraw-Hill,
3] 1989.
- [9] DUPLOMATIC OLEODINÁMICA, «Bombas de engranajes internos Serie 10,»
4] Bogotá.
- [9] A. A. Borrero Restrepo y C. A. Gil Leo, «Bombas centrífugas,» Santiago de Cali,
5] 1995.
- [9] Pedrollo , «Electrobombas centrífugas».
6]
- [9] Comeval, *Válvulas Industriales, Glosario y Definiciones*,
7] <https://www.comeval.es/formacion/formacion-valvulas-idustriales-glosario-definiciones/>, 2022.
- [9] M. Technology, *¿Cómo funciona una válvula reguladora de presión?*,
8] <https://hidroconta.com/como-funciona-una-valvula-reguladora-de-presion/>, 2022.
- [9] S. Sarco, *GOLPE DE ARIETE EN TUBERÍAS PARA VAPOR: CAUSAS Y*
9] *EFFECTOS*, <https://www.spiraxsarco.com/global/es-PE/blog/golpe-de-ariete-en-tuberias-para-vapor>, 2019.
- [1] I. O. f. Standardization, *ISO 5211*, [https://aradsanat.co/wp-](https://aradsanat.co/wp-content/uploads/2021/07/ISO-5211-2017.pdf)
00 [content/uploads/2021/07/ISO-5211-2017.pdf](https://aradsanat.co/wp-content/uploads/2021/07/ISO-5211-2017.pdf), 2017.
]

- [1 Vayremex, *Válvula Reguladora y Reductora de Presión Modelo 43AM*,
01 <https://aparatosparavapor.com/wp-content/uploads/2019/09/V.-REG.-43AM.pdf>,
] 2019.
- [1 M. d. E. y. E. Renovable, *Calcular Consumo*, Ecuador:
02 <https://www.centrosur.gob.ec/calcular-consumo/>, 2016.
]
- [1 E. d. E. d. B. S. E.S.P., *Tramites y Servicios*, Boyacá, Cundinamarca:
03 <https://www.ebsa.com.co/entidad/politicas>, 2022.
]
- [1 E. d. T. Fabricante, *Separador de pulpa de aguacate, extractor exfoliante de frutas*
04 y verduras, <https://spanish.alibaba.com/p-detail/avocado-1600549198978.html>,
] 2023.
- [1 B. Hasa, *Bombas Centrífugas*, [https://www.diceltro.com/wp-](https://www.diceltro.com/wp-content/uploads/2017/10/BOMBAS-HASA-CATALOGO.pdf)
05 [content/uploads/2017/10/BOMBAS-HASA-CATALOGO.pdf](https://www.diceltro.com/wp-content/uploads/2017/10/BOMBAS-HASA-CATALOGO.pdf), 2016.
]
- [1 Hydroresa, *Bombas de Engranajes*, [https://www.hydroresa.com/bombas-](https://www.hydroresa.com/bombas-industriales/bombas-de-engranajes/)
06 [industriales/bombas-de-engranajes/](https://www.hydroresa.com/bombas-industriales/bombas-de-engranajes/), 2019.
]
- [1 H. Metálica, *Filtro Prensa*, [https://hidrometalica.com/wp-](https://hidrometalica.com/wp-content/uploads/2017/02/Cat%C3%A1logo-Filtros-de-Prensa.pdf)
07 [content/uploads/2017/02/Cat%C3%A1logo-Filtros-de-Prensa.pdf](https://hidrometalica.com/wp-content/uploads/2017/02/Cat%C3%A1logo-Filtros-de-Prensa.pdf), 2022.
]
- [1 L. Planta de filtro Junyi Shanghai Co., *El filtro de aceite vegetal hoja/decoloración*,
08 [https://es.made-in-china.com/co_xsglsb/product_Vegetable-Oil-Leaf-Filter-for-](https://es.made-in-china.com/co_xsglsb/product_Vegetable-Oil-Leaf-Filter-for-Decolorization-Dewaxing_rigugugsg.html)
] [Decolorization-Dewaxing_rigugugsg.html](https://es.made-in-china.com/co_xsglsb/product_Vegetable-Oil-Leaf-Filter-for-Decolorization-Dewaxing_rigugugsg.html), 2019.
- [1 Zonesun, *máquina automática de Llenado de líquidos*,
09 <https://es.aliexpress.com/item/1005004279029092.html>, 2023.
]
- [1 S. d. V. y. e. Colmaquinas, *Catálogo de Calderas Piro tubulares*,
10 <http://www.delgadoyasociados.net/images/Distral%202019.pdf>, 2018.
]
- [1 J. Garcia-Sabater, «Distribución en planta: : Diseño de Sistemas,» 2005.
11
]
- [1 F. Reyes Villamizar, *SAS: La Sociedad Por Acciones Simplificadas*, Legis:
12 [https://www.icesi.edu.co/centros-](https://www.icesi.edu.co/centros-academicos/images/Centros/Censea/archivos/VENTAJAS-DEVENTAJAS-SAS.pdf)
] [academicos/images/Centros/Censea/archivos/VENTAJAS-DEVENTAJAS-](https://www.icesi.edu.co/centros-academicos/images/Centros/Censea/archivos/VENTAJAS-DEVENTAJAS-SAS.pdf)
SAS.pdf, 2013.
- [1 L. T. W. Colombia, *Ventajas y Desventajas de una S.A.S. en Colombia*, Colombia:
13 [https://abogadocolombia.wordpress.com/2016/08/03/ventajas-y-deventajas-de-](https://abogadocolombia.wordpress.com/2016/08/03/ventajas-y-deventajas-de-una-s-a-s/)
] [una-s-a-s/](https://abogadocolombia.wordpress.com/2016/08/03/ventajas-y-deventajas-de-una-s-a-s/), 2019.
- [1 Bancolombia, «Junta directiva: ¿cuáles son sus funciones y responsabilidades?,»
14 25 Febrero 2020. [En línea]. Available:
] <https://www.bancolombia.com/negocios/actualizate/administracion-y->

finanzas/junta-directiva-funciones-y-responsabilidades. [Último acceso: 04 Junio 2022].

[1 C. d. c. d. Bogotá, «¿En qué consiste el Registro y/o la Matrícula Mercantil?,» 15 2022. [En línea]. Available: <https://www.ccb.org.co/Preguntas-frecuentes/Registros-Publicos/En-que-consiste-el-Registro-y-o-la-Matricula-Mercantil>. [Último acceso: 15 Agosto 2022].

[1 Cámara de Comercio Bogotá, «Tarifas del registro mercantil año 2022,» Bogotá, 16 Colombia, 2022.

[1 Ministerio de comercio, industria y turismo, «Registro y certificación de productos 17 ante el INVIMA,» Ventanilla Unica Empresarial, 3 Agosto 2022. [En línea].

] Available: <https://www.vue.gov.co/servicios-a-la-ciudadania/tramites-y-consultas/registro-certificacion-productos-invima#:~:text=El%20Registro%20del%20INVIMA%20es,con%20destino%20al%20consumo%20humano..> [Último acceso: 18 Agosto 2022].

[1 Congreso de la República de Colombia, «Ley 2069 de 2020,» Bogotá, Colombia, 18 2020.

[1 Ministerio de salud y protección social, «Resolución 0719 de 2015,» Bogotá, 2015.

[1 Ministerio de salud y protección social, «Resolución 2674 de 2013,» Bogotá, 20 Colombia, 2013.

[1 Congreso de la República de Colombia, «Ley 1819 de 2016,» Bogotá, Colombia, 21 2016.

[1 Congreso de la República de Colombia, «Ley 1943 de 2018,» Bogotá, Colombia, 22 2018.

[1 Consejo Municipal de Garagoa, «Acuerdo 20 de 2018,» Garagoa, Boyacá, 2018.

[1 Congreso de la República de Colombia, «Ley 633 de Diciembre 2000,» Bogotá, 24 Colombia, 2000.

[1 DANE, *Índice de precios al consumidor IPC*, Colombia: 25 https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ipc/ipc_rueda_prensa_dic22.pdf, Diciembre, 2022.

[1 Banco de Bogotá, «Tasas Banco de Bogotá Vigentes desde Enero 2023,» Bogotá, 26 2023.

7. ANEXOS

ANEXO 1. Datos de la MINCIT

ANEXO 2. Personas_Demografico_Cuadros_CNPV_2018

ANEXO 3. Resultados de las encuestas

ANEXO 4. Datos de ITC (International Trade Centre)

ANEXO 5. Hogares_Cuadros_CNPV_2018

ANEXO 6. Fichas técnicas materia prima

ANEXO 7. Especificaciones de equipos

ANEXO 8. Cuotas bancarias