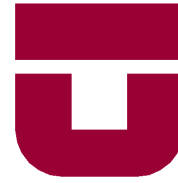




INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD DE TALCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL

PROYECTO DE TÍTULO

**“Propuesta de valorización de residuos sólidos para
ROCOFRUT S.A”**

AUTOR:

Andrés Rojas Donoso

PROFESOR TUTOR:

Felipe Varas Concha

CURICÓ - CHILE

ENERO DE 2022

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su encargado Biblioteca Campus Curicó certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Two circular stamps and signatures. The left stamp is from the 'DIRECCIÓN SISTEMA DE BIBLIOTECAS UNIVERSIDAD DE TALCA' with a signature over it. The right stamp is from the 'SISTEMA DE BIBLIOTECAS CAMPUS CURICO' with a signature over it.

Curicó, 2023

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente informe se lleva a cabo un estudio técnico-económico sobre la implementación de una nueva área productiva que valoriza los desechos productivos de la empresa ROCOFRUT S.A., específicamente 450.000 kg/año de carozo de cereza. Para ello, el primer paso fue diagnosticar la situación actual de la empresa. Posterior a ello, se seleccionó la mejor alternativa de valorización de carozo de cereza, que correspondió a la extracción de aceites desde el interior del carozo. Se cerró esta etapa con la investigación de las propiedades de este aceite con el fin de conocer su utilidad y en qué mercado se podría comercializar.

El segundo paso del proyecto fue realizar ensayos experimentales utilizando la metodología de análisis estadístico de varios factores, con el fin de conocer la cantidad de aceite que se podría obtener en base al carozo de cereza disponible. Para ello se realizó un diseño experimental de tres factores (humedad, tamaño de partícula triturado y si fue sulfitado o no) para así conocer cuáles de éstos eran significativos en el rendimiento de extracción de aceite (humedad y tamaño de partícula) y cuáles eran los niveles que logran una mayor recuperación de aceite. Se obtuvo un 15% de aceite promedio extraído en base a 16 muestras experimentales.

El tercer paso fue realizar el diseño lógico y físico del sistema de operaciones. Para ello, se analizaron los procesos necesarios para la extracción de aceite y en base a decisiones operativas se estimó la capacidad de la nueva área productiva, equivalente a 269,02 kg/día. Se realizó después el balance de materia para conocer así las capacidades de cada proceso y estimar de mejor manera la maquinaria por comprar. Luego, se seleccionaron los equipos necesarios para el buen funcionamiento del sistema de operaciones y posterior a esto se definieron las dimensiones de cada zona productiva para así diseñar el *layout* de instalaciones de la nueva área de extracción de aceites. El proyecto finalizó con la evaluación económica realizada a través del flujo de caja incremental que permitiera evaluar la rentabilidad de aplicar el proyecto, con el cual se obtuvo un VAN de 696 millones de pesos. Además, se realizó una evaluación ambiental para conocer los impactos positivos y negativos que se producirían con la implementación del proyecto.

Andrés Rojas Donoso (anrojas16@alumnos.utalca.cl)

Estudiante de Ingeniería Civil Industrial – Universidad de Talca

ENERO DE 2022

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO | 2 |
| 1.1. | Lugar de aplicación..... | 3 |
| 1.1.1. | Productos comercializados | 4 |
| 1.1.2. | Organigrama de la empresa | 7 |
| 1.2. | Descripción de problemática..... | 8 |
| 1.3. | Objetivo general..... | 9 |
| 1.4. | Objetivos específicos | 9 |
| 1.5. | Resultados tangibles esperados..... | 10 |
| 2. | CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA | 11 |
| 2.1. | Marco Teórico..... | 12 |
| 2.1.1. | Diagnóstico de la situación actual de la empresa | 12 |
| 2.1.2. | Evaluación de alternativas de valorización de carozo | 13 |
| 2.1.3. | Diseño de experimentos estadísticos | 14 |
| 2.1.4. | Tecnologías de valorización de biomasa | 14 |
| 2.1.5. | Diseño técnico de sistemas de operaciones | 20 |
| 2.1.6. | Herramienta de evaluación económica..... | 22 |
| 2.1.7. | Evaluación de impacto ambiental..... | 25 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.2. | Metodología..... | 26 |
| 2.2.1. | Diagnosticar situación actual de ROCOFRUT S.A | 27 |
| 2.2.2. | Evaluar alternativas de valorización de carozo | 27 |
| 2.2.3. | Realizar experimento de valorización de carozo de cereza..... | 27 |
| 2.2.4. | Diseñar técnicamente sistema de operaciones..... | 29 |
| 2.2.5. | Evaluar económicamente el proyecto..... | 30 |
| 3. | CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO SITUACIÓN ACTUAL | 31 |
| 3.1. | Diagnóstico de ROCOFRUT S.A..... | 32 |
| 3.1.1. | Producción de cerezas | 32 |
| 3.1.2. | Proveedores de cerezas..... | 34 |
| 3.1.3. | Clientes | 35 |
| 3.1.4. | Procesos generales de la cereza | 37 |
| 3.1.5. | Composición física y química de la cereza | 40 |
| 3.2. | Conclusiones de diagnóstico..... | 41 |
| 4. | CAPÍTULO 4: SELECCIÓN DE VALORIZACIÓN DE CAROZO | 42 |
| 4.1. | Alternativas de valorización de carozo..... | 43 |
| 4.1.1. | Elaboración de pellets..... | 43 |
| 4.1.2. | Confección de sacos térmicos..... | 44 |
| 4.1.3. | Extracción de aceites | 44 |
| 4.1.4. | Producción de paneles de madera..... | 46 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.1.5. | Elaboración de biocarbón: | 46 |
| 4.2. | Selección de alternativa de valorización de cereza..... | 47 |
| 5. | CAPÍTULO 5: EXPERIMENTO EXTRACCIÓN DE ACEITE..... | 50 |
| 5.1. | Resultados generales del experimento factorial..... | 51 |
| 5.2. | Análisis de resultados experimentales | 54 |
| 5.3. | Conclusiones del experimento | 58 |
| 6. | CAPÍTULO 6: PROPUESTA DE ESTUDIO DE MERCADO..... | 60 |
| 6.1. | Mercado objetivo | 61 |
| 6.1.1. | Análisis del mercado de aceites esenciales..... | 63 |
| 6.1.2. | Análisis de la demanda de aceites esenciales | 65 |
| 6.2. | Conclusiones de estudio de mercado | 66 |
| 7. | CAPÍTULO 7: DISEÑO DEL SISTEMA DE OPERACIONES | 68 |
| 7.1. | Diseño lógico de procesos de extracción del aceite..... | 69 |
| 7.1.1. | Almacenar carozos de cereza | 69 |
| 7.1.2. | Pesar carozo de cereza..... | 69 |
| 7.1.3. | Triturar los carozos de cereza..... | 69 |
| 7.1.4. | Secar carozos de cereza | 69 |
| 7.1.5. | Extraer aceite desde el interior del carozo de cereza..... | 71 |
| 7.1.6. | Evaporar solvente | 72 |
| 7.1.7. | Envasar el aceite | 72 |

| | | |
|--------|---|----|
| 7.2. | Capacidad productiva de área de extracción de aceite..... | 72 |
| 7.2.1. | Demanda anual | 73 |
| 7.2.2. | Calendario laboral..... | 74 |
| 7.2.3. | Capacidad productiva | 76 |
| 7.3. | Balance de materia proceso de extracción de aceite | 77 |
| 7.3.1. | Balance de triturado de carozo | 77 |
| 7.3.2. | Balance de secado de carozo | 77 |
| 7.3.3. | Balance de extracción de aceite..... | 78 |
| 7.3.4. | Balance de evaporación de solvente..... | 79 |
| 7.3.5. | Balance de envasado de aceite..... | 80 |
| 7.4. | Selección de maquinaria | 80 |
| 7.4.1. | Elección de secador | 81 |
| 7.4.2. | Elección de trituradora..... | 83 |
| 7.4.3. | Elección de estanque para extracción de aceite..... | 85 |
| 7.4.4. | Elección de estanque para evaporación de disolvente..... | 87 |
| 7.5. | Selección equipos secundarios..... | 88 |
| 7.5.1. | Selección de cintas elevadoras | 88 |
| 7.5.2. | Selección de plataforma de pesaje..... | 89 |
| 7.5.3. | Selección de cinta transportadora..... | 90 |
| 7.5.4. | Selección de agitador..... | 90 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 7.5.5. | Selección de silo | 91 |
| 7.5.6. | Selección de estanque para almacenado de carozo desgrasado..... | 92 |
| 7.6. | Diseño de <i>layout</i> de la nueva área productiva | 92 |
| 8. | CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA NUEVA ÁREA PRODUCTIVA | 97 |
| 8.1. | Evaluación económica | 98 |
| 8.1.1. | Inversiones..... | 98 |
| 8.1.2. | Calendarios | 100 |
| 8.1.3. | Ingresos..... | 100 |
| 8.1.4. | Costos | 101 |
| 8.1.5. | Capital de trabajo..... | 103 |
| 8.1.6. | Valor de desecho | 103 |
| 8.2. | Flujo de caja..... | 104 |
| 8.2.1. | Flujo de caja escenario base | 104 |
| 8.2.2. | Flujo de caja escenario bajas ventas bajo precio | 105 |
| 8.2.3. | Flujo de caja escenario bajas ventas y precio alto | 105 |
| 8.2.4. | Flujo de caja escenario altas ventas y precio bajo | 106 |
| 8.2.5. | Flujo de caja escenario altas ventas precio alto | 107 |
| 8.2.6. | Flujo de caja escenario con financiamiento..... | 107 |
| 8.3. | Análisis de resultados | 108 |

| | |
|---|-----|
| 8.4. Conclusiones de evaluación económica..... | 109 |
| 9. CAPÍTULO 9: EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO..... | 111 |
| 9.1. Impactos ambientales positivos | 112 |
| 9.2. Impactos ambientales negativos | 113 |
| 9.3. Conclusiones evaluación ambiental..... | 114 |
| CONCLUSIONES..... | 116 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Ilustración 1: Ubicación ROCOFRUT S.A | 3 |
| Ilustración 2: Cerezas marrasquino sin tallo..... | 4 |
| Ilustración 3: Cerezas marrasquino con tallo | 5 |
| Ilustración 4: Cerezas en conserva | 5 |
| Ilustración 5: Mermeladas | 6 |
| Ilustración 6: Fruta confitada..... | 6 |
| Ilustración 7: Cerezas en alcohol..... | 7 |
| Ilustración 8: Organigrama gerencial ROCOFRUT S.A..... | 8 |
| Ilustración 9: Simbología diagrama de operaciones de procesos | 12 |
| Ilustración 10: Proceso de extracción sólido líquido..... | 15 |
| Ilustración 11: Equipo Soxhlet | 16 |

| | |
|---|----|
| Ilustración 12:Diagrama de procesos de extracción con fluidos supercríticos..... | 17 |
| Ilustración 13: Peletizadora | 18 |
| Ilustración 14: Prensadora de paneles de madera..... | 19 |
| Ilustración 15: Horno de pirólisis para producción de biocarbón | 19 |
| Ilustración 16:Matriz de productos y procesos..... | 21 |
| Ilustración 17: Estructura general flujo de caja | 22 |
| Ilustración 18: Tabla de conversión de combustión de CO ₂ para camiones | 26 |
| Ilustración 19: Tabla de conversión de combustión de CO ₂ para quema de carozo | 26 |
| Ilustración 20:Metodología por seguir | 26 |
| Ilustración 21: Diagrama de operaciones de procesos ROCOFRUT S.A | 37 |
| Ilustración 22: Composición de la cereza ácida | 40 |
| Ilustración 23: Panel de madera de carozo de cereza | 46 |
| Ilustración 24: Transformación de biomasa a biocarbón..... | 47 |
| Ilustración 25: Gráfica de efectos estandarizados | 54 |
| Ilustración 26: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados..... | 55 |
| Ilustración 27: Gráfica de efectos principales para extracción de aceites | 56 |
| Ilustración 28: Gráfica de interacción de factores | 57 |
| Ilustración 29: Gráfica 4 en 1 de residuos | 58 |
| Ilustración 30:Tamaño del mercado asiático en billones de USD..... | 61 |
| Ilustración 31: Valor de importaciones de aceites esenciales a Chile | 65 |

| | |
|---|----|
| Ilustración 32: Crecimiento pronosticado del mercado de la cereza | 73 |
| Ilustración 33: Balance de materia triturado de carozo | 77 |
| Ilustración 34: Balance de materia secado de carozo | 78 |
| Ilustración 35: Balance de materia extracción de aceite..... | 79 |
| Ilustración 36: Balance evaporación de solvente | 79 |
| Ilustración 37: Balance de envasado de aceite | 80 |
| Ilustración 38: Layout de nueva área productiva..... | 96 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Método factorial de Lang por Peters and Timmerhaus | 25 |
| Tabla 2: Composición química del aceite de carozo de cereza | 45 |
| Tabla 3: Selección de alternativa de valorización de carozo de cereza..... | 48 |
| Tabla 4: Codificación de niveles diseño experimental..... | 51 |
| Tabla 5: Combinaciones de corridas experimentales en orden aleatorio | 52 |
| Tabla 6: Porcentaje de aceite extraído | 53 |
| Tabla 7: Tiempo de procesamiento total | 72 |
| Tabla 8: Feriados laborales año 2022..... | 74 |
| Tabla 9: Horario de trabajo nueva área productiva | 75 |
| Tabla 10: Resumen calendario laboral de nueva área productiva | 75 |
| Tabla 11: Características ajustadas de secadoras | 83 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 12: Matriz multicriterio para la selección de secadora..... | 83 |
| Tabla 13: Características de trituradoras de carozo..... | 85 |
| Tabla 14: Matriz multicriterio para selección de trituradora..... | 85 |
| Tabla 15: Características de estanque para la extracción de aceite | 86 |
| Tabla 16: Matriz multicriterio para la selección de estanque para extracción de aceite | 87 |
| Tabla 17: Características de estanque para la evaporación de disolvente | 88 |
| Tabla 18: Matriz multicriterio para la selección de estanque evaporador de disolvente..... | 88 |
| Tabla 19: Elección cinta elevadora..... | 89 |
| Tabla 20: Elección de plataforma..... | 89 |
| Tabla 21: Selección cinta transportadora | 90 |
| Tabla 22: Selección de agitador..... | 91 |
| Tabla 23: Selección de silo..... | 92 |
| Tabla 24: Resumen dimensiones área productiva | 95 |
| Tabla 25: Indicadores económicos flujo de caja base | 104 |
| Tabla 26: Indicadores económicos flujo de caja bajas ventas y bajo precio | 105 |
| Tabla 27: Indicadores económicos flujo de caja bajas ventas y precio alto | 106 |
| Tabla 28: Indicadores económicos flujo de caja altas ventas y precio bajo | 106 |
| Tabla 29: Indicadores económicos flujo de caja altas ventas y precio alto | 107 |
| Tabla 30: Parámetros de financiamiento flujo de caja | 108 |
| Tabla 31: Indicadores económicos flujo de caja con financiamiento..... | 108 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 32: Contaminantes liberados con implementación de proyecto | 114 |
|--|-----|

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1: Composición química del carozo de cereza..... | 131 |
| Anexo 2: Evaluación de importancia de criterios..... | 132 |
| Anexo 3: Evaluación cualitativa de criterios seleccionados..... | 132 |
| Anexo 4: Escala de Likert | 132 |
| Anexo 5: Evaluación cuantitativa para la ponderación de criterios | 132 |
| Anexo 6: Preguntas realizadas para evaluar cada uno de los proyectos..... | 133 |
| Anexo 7: Balance general proceso de extracción de aceite..... | 134 |
| Anexo 8: Calendario de inversión de obras físicas..... | 135 |
| Anexo 9: Calendario de inversión de activos | 135 |
| Anexo 10: Calendario de inversión de mobiliario..... | 135 |
| Anexo 11: Calendario de depreciación obras físicas..... | 135 |
| Anexo 12: Calendario de depreciación de activos | 135 |
| Anexo 13: Calendario de depreciación de mobiliario | 136 |
| Anexo 14: Calendario de valor libro obras físicas | 136 |
| Anexo 15: Calendario valor libro de activos | 136 |
| Anexo 16: Calendario valor libro de mobiliario..... | 136 |
| Anexo 17: Calendario de venta de obras físicas..... | 136 |

| | |
|--|-----|
| Anexo 18: Calendario de ventas de activos..... | 137 |
| Anexo 19: Calendario de venta de mobiliario | 137 |
| Anexo 20: Flujo de caja escenario base..... | 137 |
| Anexo 21: Flujo de caja con financiamiento | 138 |
| Anexo 22: Flujo de caja escenario de altas ventas y precio alto | 138 |
| Anexo 23: Flujo de caja escenario baja venta y precio bajo | 139 |
| Anexo 24: Flujo de caja escenario de altas ventas y bajo precio | 139 |
| Anexo 25: Flujo de caja con escenario de venta baja y precio alto..... | 140 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1: Producción de cereza ROCOFRUT S.A 2019-2021 | 33 |
| Gráfico 2: Producción mensual (kg) de cerezas del año 2020 en ROCOFRUT S.A | 33 |
| Gráfico 3: Proporción de tipos de cerezas fabricadas en ROCOFRUT S.A | 34 |
| Gráfico 4: Proveedores de ROCOFRUT S.A..... | 35 |
| Gráfico 5: Distribución de ventas en los mercados extranjeros | 36 |
| Gráfico 6: Ganancias de ventas en los mercados extranjeros (CLP)..... | 36 |
| Gráfico 7: Rendimientos de las combinaciones factoriales en la extracción de aceites..... | 53 |
| Gráfico 8: Categorías de productos más vendidos en U.SA durante 2021..... | 62 |
| Gráfico 9: Importaciones y exportaciones de cosméticos en Chile en los años 2018 y 2019 | 63 |
| Gráfico 10: Curva de secado carozo triturado y carozo entero | 70 |

Gráfico 11: Variación del VAN en los escenarios planteados 109

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Cálculo de peso de carozo triturado con humedad al 12% 71

Ecuación 2: Cálculo de peso de carozo entero con humedad del 12% 71

Ecuación 3: Demanda anual proyectada..... 74

Ecuación 4: Días productivos 2022 75

Ecuación 5: Horas efectivas de trabajo..... 75

Ecuación 6: Cálculo de capacidad productiva por hora 76

Ecuación 7: Cálculo directo para el puntaje de criterio de selección de maquinaria 81

Ecuación 8: Cálculo indirecto para el puntaje de criterio de selección de maquinaria 81

Ecuación 9: Cálculo de TREMA 98

GLOSARIO

Carozo: corresponde al hueso o cuesco que tienen las frutas en su interior.

Pedúnculo: rama de tamaño pequeño que permite el sostén del fruto, la flor o la hoja. (Pérez Porto & Gardey, 2019)

Packing: hace referencia a las acciones de embalado, empaquetado y envase de la mercancía (Transportes ACPSI, 2020).

Cerezas al marrasquino: proviene del licor que se elabora a base de un tipo de cerezas llamadas marasca, que provienen de Italia. Su preparación consiste en conservar la fruta con el licor y luego se embalsa en una mezcla de azúcar, almendras y colorante. Por otro lado, este producto se caracteriza por tener un sabor dulce, aromático con un toque amargo. Generalmente son utilizadas en decoraciones de bebidas, cocteles o postres (Guerra Patiño, s.f.).

Sulfitado: es una técnica que se puede aplicar a distintos productos, por ejemplo, a las cerezas, para prolongar su conservación, de este modo mantienen sus características organolépticas durante más tiempo (Portal frutícola, 2016).

Biomasa: materia orgánica utilizada como fuente energética (Asociación de Empresas de Energías Renovables, s.f.).

Deducible: es la parte que se “sustraer” del pago que hace la aseguradora por la pérdida sufrida por el asegurado (Insurance Information Institute, s.f.).

Cuello de botella: hace referencia a aquella actividad o fase de la producción que suele ser más lenta o costosa y, por tanto, genera tiempos de parada y retrasos en el resto de la línea de producción (Infaimon, 2020).

Calibre: se refiere al tamaño de las frutas predominantes dentro del envase, y se define según el máximo diámetro ecuatorial expresado en milímetros (Pacheco, Pérez Zuzich, & Rodríguez Etchichuri).

RILES: son aguas de desecho resultantes del proceso, actividad o los servicios de las industrias, y que pueden traer consigo altas concentraciones de elementos contaminantes (Volta Chile, 2019).

Bins: corresponde a una caja de plástico o madera que se utiliza en distintas industrias para almacenar y transportar distintos productos.

Grados brix: corresponde a la escala de medición otorgada para medir los niveles de sacarosa en una solución. Con esto, se mide lo dulzura que posee el alimento. Se hace referencia a que 1 grado *brix* corresponde a 1 gramos de sacarosa disuelto en 100 gramos de agua.

Pirólisis: es aquel proceso en el que se produce la degradación de la biomasa por efecto del calor sin la presencia de oxígeno, es decir, en una atmósfera completamente inerte (CEUPE, s.f.).

INTRODUCCIÓN

Durante mucho tiempo las empresas consideraban como desperdicio todos aquellos componentes que no eran parte del producto final, por lo que lo más fácil era deshacerse de ellos. Con el paso del tiempo las empresas se dieron cuenta que de estos desechos podían obtener beneficios tanto económicos como ambientales, por lo que comenzaron investigaciones para aprovecharlos de algún modo, ya sea para recuperarlos como fuentes energéticas de procesos o para generar nuevos productos en base a estos desechos.

Un ejemplo común de estos desechos son la denominada biomasa, los cuales hasta el día de hoy son poco valorados por las empresas, ya que desconocen sus propiedades fisicoquímicas y la variada utilidad que se le puede atribuir a estos productos. Entre ellos se pueden encontrar hojas, ramas, semillas, flor, raíces, cáscaras o tallos y que poseen distintas propiedades que los hacen de gran utilidad para obtener algún beneficio económico. Ejemplos de los productos obtenidos por la biomasa son los aceites y esencias, así como otros indirectos como lo son los pellets, biocarbón, biogás o abonos para el suelo.

Chile se caracteriza por la exportación de una gran cantidad de frutas con una alta calidad (peras, manzanas, kiwis, cerezas, uvas, etc.), así como productos derivados de éstas, como son los aceites de oliva, vinos o frutas con valor añadido. Durante el año 2020, se exportaron 3,31 millones de toneladas de fruta, generando así ingresos de 6.815 millones de dólares FOB (Pefaur Lepe, 2021). De esta cantidad de fruta exportada se podría estimar que un 20% en promedio se perdió como desecho (González, 2018), es decir, 0,83 millones de toneladas y que tiene la disponibilidad de otorgarle alguna utilidad que beneficie a las empresas.

Por esta razón, esta área posee un gran potencial de estudio técnico, económico y ambiental que beneficien tanto a las empresas que animan a investigar más del tema, como a las personas que sufren por los daños ambientales que estos desechos generan al ecosistema.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se presentará la problemática que posee ROCOFRUT, la que consiste en la eliminación de 450.000 kg de sus desechos sólidos productivos al medio ambiente. También se presentará el objetivo general del proyecto, el que consiste en la evaluación técnico y económica para la implementación de una nueva área productiva en base a carozo de cereza. así como los objetivos específicos. Finalmente, se realizará una descripción de los resultados tangibles que se esperan obtener.

1.1. Lugar de aplicación

ROCOFRUT S.A. es una empresa relacionada a la agroindustria, que empezó en el año 1976 como una exportadora de cerezas en fresco y sulfitadas (cerezas que se le añade sulfito para conservarlas y así planificar de mejor manera su producción). Los productos ofrecidos fueron variando en el tiempo de acuerdo con los nuevos requisitos que demandaban sus clientes. La planta productiva se encuentra ubicada en Longitudinal sur Km. 187, Curicó – Chile, en donde se llevan a cabo todas las operaciones necesarias para la creación de los productos que la empresa ofrece. Esto se aprecia en la Ilustración 1

Ilustración 1: Ubicación ROCOFRUT S.A



Fuente: (Google Maps, s.f.)

ROCOFRUT S.A. actualmente posee una gama diversa de clientes, entre los que se encuentra el mercado canadiense, el mercado brasileño, mercado japonés, estadounidense, peruano y el mercado nacional. Todos poseen exigencias distintas, por lo que la gama de productos ofrecidos varía bastante.

La empresa tiene como producto estrella la cereza, debido a la alta demanda de esta fruta en los mercados extranjeros. Para ello, la institución trabaja con cerezas denominadas de “tipo comercial”, es decir, que por problemas de calibre, color o textura no cumplen con las exigencias de los mercados internacionales. Dichos calibres dependen de la variedad de

la fruta (van desde los 26 milímetros a los 14 milímetros de diámetro), ya que la empresa adquiere cerezas de distintas variedades, destacándose las llamadas “corazón de paloma”, “*Rainier*” y las cerezas negras. Las dos primeras categorías se utilizan para guardarlas en cubas durante el año mediante el proceso de sulfitado y utilizarlas cuando corresponda, mientras que las cerezas negras se ocupan para transformarlas en conservas.

Los esfuerzos de ROCOFRUT S.A. están en otorgarle un valor agregado a las cerezas de tipo comercial, con el fin de hacerlas más atractivas para los clientes del extranjero o nacional que desean probar la cereza de una manera distinta.

1.1.1. Productos comercializados

ROCOFRUT S.A posee una gama variada de productos, todos vinculados a la comercialización de cerezas principalmente, pero también realizan el esfuerzo de producir fruta confitada derivada de la cáscara de un tipo de sandía o de naranja. Dentro de los principales productos que se comercializan se puede encontrar:

- **Cerezas marrasquino sin tallo:** son cerezas que se comercializan en recipientes llenos de almíbar para otorgar un sabor dulce y así lograr que perduren en el tiempo. Existen cerezas marrasquino de distintos colores, dependiendo del color que se le quiera otorgar con el almíbar. Se comercializan en tarros y frascos de vidrio a los mercados japoneses, canadienses, coreanos y estadounidense. Estas cerezas no poseen tallo ni carozo. En la Ilustración 2 se puede apreciar este producto.

Ilustración 2: Cerezas marrasquino sin tallo



Cerezas Marrasquino Roja
P. neto: 1,1 Kgs. / P. drenado: 0,600 Kgs.

Fuente: (Rocofrut S.A, 2021)

- **Cerezas marrasquino con tallo:** son las mismas cerezas descritas anteriormente, pero que contienen el tallo o pedúnculo debido a las exigencias del mercado al cual se dirigen. Su mercado principal es Brasil y se utilizan como decorativo en tragos. En la Ilustración 3 se presenta el formato en el cual se comercializa.

Ilustración 3: Cerezas marrasquino con tallo



Cerezas Marrasquino Roja
P. Neto: 3,4 Kgs. / P. drenado: 2,2 Kgs.

Fuente: (Rocofrut S.A, 2021)

- **Cerezas en conserva:** son cerezas no sulfitadas que pertenecen a la variedad de “cereza negra”. Presentan un calibre mayor en comparación a las cerezas sulfitadas y se venden en tarros de 800 g o más. Su principal mercado es el canadiense y estadounidense. Este producto se puede apreciar en la Ilustración 4.

Ilustración 4: Cerezas en conserva



Fuente: (Rocofrut S.A, 2021)

- **Mermeladas:** la empresa produce distintos tipos de mermeladas, entre las que se encuentran las de guinda, frambuesa, frutilla y durazno. Los mercados de este producto son el coreano, canadiense, estadounidense y el mercado nacional. En la Ilustración 5 se aprecia este producto.

Ilustración 5: Mermeladas



Mermelada Guinda

P. neto: 3,7 Kgs.

Fuente: (Rocofrut S.A, 2021)

- **Fruta confitada:** se utilizan cáscaras de un tipo de sandía o naranja para confitarla y otorgar un producto que es demandado para llegar al consumidor, o como insumo para la fabricación de otros productos. Su mercado actual es el nacional, específicamente empresas productoras de pan de pascua. En la Ilustración 6 se puede apreciar este producto.

Ilustración 6: Fruta confitada



Fuente: (Rocofrut S.A, 2021)

- **Cerezas en alcohol:** se le quita el carozo y palo a la fruta para colorearla. Luego se almacena en bidones de alcohol para que se mantenga en buen estado y pueda

absorber parte de su sabor. En la Ilustración 7 se puede apreciar este producto, el cual se comercializa como insumo a Carozzi para la realización de sus chocolates.

Ilustración 7: Cerezas en alcohol



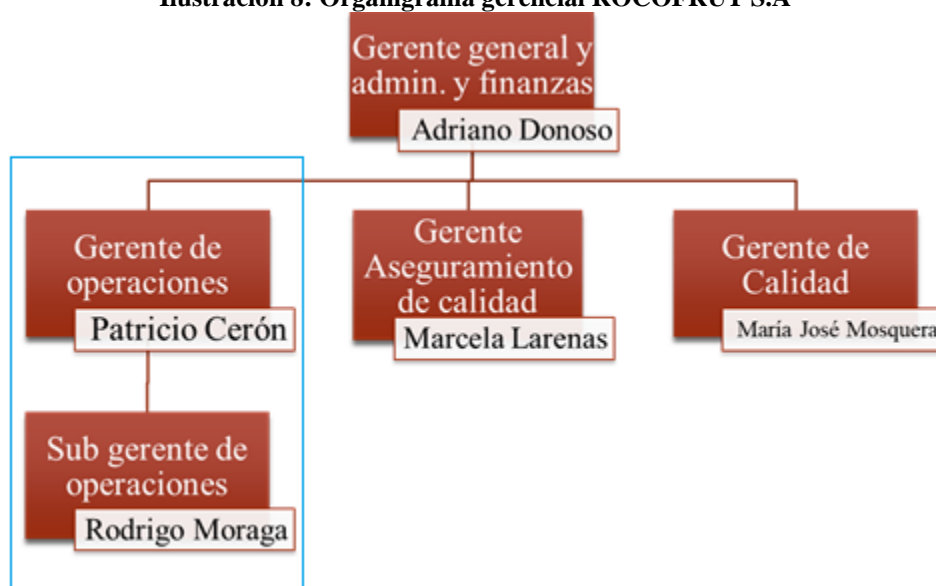
Fuente: (Rocofrut S.A, 2021)

1.1.2. Organigrama de la empresa

Esta memoria, se realizó en la subgerencia de ROCOFRUT S.A, a la par del ingeniero Rodrigo Moraga Vega. Junto a él, se analizaron diferentes alternativas de desarrollo para el proyecto de utilización de los carozos de cereza, además de facilitar todos los datos técnicos, de producción y económicos relacionados a la empresa y que se encuentran en los demás departamentos de la institución.

En relación con los demás departamentos de la empresa, se puede establecer que ROCOFRUT S.A. cuenta con área de producción, área de ventas, contabilidad y finanzas, comercio exterior, aseguramiento de la calidad, administración y por último el área de personal. Estos realizan sus labores de forma sincronizada para permitir el buen funcionamiento de la empresa. Para una mejor comprensión de la estructura organizacional, se presenta en la Ilustración 8 el organigrama de ROCOFRUT S.A.

Ilustración 8: Organigrama gerencial ROCOFRUT S.A



Fuente: Elaboración propia en base a información del departamento de RR. HH

1.2. Descripción de problemática

ROCOFRUT S.A. trabaja con alrededor de 3.000 toneladas de cereza anualmente. Este peso contempla a la fruta entera, es decir, incluye al carozo, así como el pedúnculo. El problema es que el producto final se debe vender sin estas partes, por lo que son extraídos y catalogados como desechos de producción. Esto genera que sean almacenados y que se vayan amontonando en la zona de residuos, por lo que la empresa debe incurrir en gastos para su eliminación. El año 2020, la empresa gastó alrededor de 750.000 pesos relacionados a la contratación de camiones para que retiren los desechos y fueran vertidos directamente al medio ambiente. Estos desechos equivalen a 400.000 kg de carozo y 50.000 kg pertenecientes a los pedúnculos de la fruta aproximadamente, los cuales se concentran mayormente durante los meses de febrero a mayo con un valor promedio de 32.500 kg por mes.

Si bien la problemática no es tan costosa, genera una pérdida de oportunidad para la empresa en el sentido de innovación, sobre todo al tratarse de un desecho que se cataloga como biomasa y con el cual se puede generar algún producto a costo cero.

Debido a los problemas ambientales que existen hoy en día, es importante para las empresas poder adaptarse y disminuir sus contaminaciones con la finalidad de cuidar el planeta, obtener alguna ventaja competitiva en el mercado y, en el caso de ROCOFRUT S.A., poder evitar la pérdida de negocios con clientes que exigen medidas medioambientales.

La empresa visualiza una oportunidad de valorizar sus residuos biomásicos debido a las buenas propiedades fisicoquímicas que presenta el carozo de cereza. Ante esto, se decidió estudiar diferentes proyectos enfocados en la innovación de los desechos sólidos de ROCOFRUT S.A., con el fin disminuir su impacto ambiental y otorgar ingresos adicionales a la empresa con su comercialización.

1.3. Objetivo general

Evaluar la factibilidad técnico-económica de un área productiva en la empresa ROCOFRUT S.A., que permita valorizar los carozos de cereza y a la vez disminuir su impacto ambiental, a través de metodologías de diseño experimental, diseño de plantas y evaluación económica.

1.4. Objetivos específicos

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Diagnosticar la situación actual de la empresa mediante el análisis de los factores que influyan en el diseño un sistema de operaciones.
- Seleccionar una alternativa de valorización del carozo de cereza para tratar los desechos sólidos de la empresa mediante métodos de apoyo a la toma de decisiones (escala de *Likert*, entrevistas y matriz multicriterio).
- Validar experimentalmente los rendimientos del método de valorización propuesto para estimar la capacidad productiva del proceso a través de ensayos de laboratorio.
- Proponer un diseño técnico de los procesos, procedimientos y equipos necesarios para el funcionamiento del área productiva con herramientas de diseño de plantas.

- Evaluar la factibilidad económica y ambiental de una nueva área de producción para valorizar carozos de cereza mediante métodos de flujo de caja y método de *Lang*.

1.5. Resultados tangibles esperados

Se consideran los siguientes resultados tangibles:

- Un informe de memoria de título que contiene el diseño lógico del proceso relacionado a la alternativa de valorización de carozo seleccionada, así como la estimación de la capacidad productiva y balance de materia. Además, la selección de los equipos necesarios y el *layout* de la nueva área productiva. En cuanto a lo experimental, se entregará el diseño factorial del experimento, así como el análisis de los factores significativos en el rendimiento de la alternativa de valorización de carozo seleccionada. Finalmente, en relación con al apartado económico se entregará los flujos de caja del proyecto y el análisis factorial de *Lang*.
- Planillas de cálculo de Microsoft Excel con la evaluación económica del proyecto, además de los análisis de sensibilidad en base a los niveles de producción y los principales indicadores económicos de éstos.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

En este capítulo se presentarán los conceptos relacionados a la selección, diseño experimental, diseño de la nueva área operativa y evaluación económica del proyecto de valorización de carozo de cereza. Además, se presentarán las etapas más importantes para su desarrollo.

2.1. Marco Teórico

En el marco teórico se explican los elementos teóricos a ser utilizados en el proyecto, para facilitar la comprensión de los distintos métodos y conceptos por parte del lector. Para ello, se presentará lo siguiente:






- Diagnóstico de la situación actual
- Evaluación de alternativa de valorización de carozo
- Tecnologías para la valorización de carozo
- Diseño técnico de sistemas de operaciones
- Herramientas de evaluación económica

2.1.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Se puede definir al diagnóstico como un proceso analítico que permite conocer la situación real de la organización en un momento dado para descubrir problemas y áreas de oportunidad, con el fin de corregir los primeros y aprovechar las segundas (Meza B., 2020).

- **Diagrama de operaciones del proceso:** es una manera gráfica de mostrar los procedimientos y operaciones que se llevan a cabo para la fabricación de un producto. Se utilizan distintos símbolos para definir el tipo de actividad que se está realizando, los que se pueden apreciar en la Ilustración 9.

Ilustración 9: Simbología diagrama de operaciones de procesos

| Actividad | Símbolo | Resultado predominante |
|------------|---|---|
| Operación |  | Se produce o efectúa algo. |
| Transporte |  | Se cambia de lugar o se mueve. |
| Inspección |  | Se verifica calidad o cantidad. |
| Demora |  | Se interfiere o retrasa el paso siguiente |
| Almacenaje |  | Se guarda o protege. |

Fuente: (Solo Industriales, s.f.)

2.1.2. Evaluación de alternativas de valorización de carozo

Para la evaluación de las alternativas de valorización de carozo se realizará una matriz multicriterio, pero debido a que no se cuenta con valores exactos para poder respaldar la decisión de seleccionar un proyecto por sobre otro, se utilizará una metodología en base a la opinión y experiencia del área gerencial, en donde se ocupará la escala de *Likert* y entrevistas.

“La matriz de priorización o matriz multicriterio es una herramienta verbal que se utiliza para evaluar distintas opciones puntuándolas respecto a criterios de interés para un problema, de manera que se intenta objetivar la elección” (Asociación española para la calidad, s.f.). Para el desarrollo de esta herramienta se deben realizar los siguientes pasos:

- Elaborar una lista con las opciones del problema a calificar.
- Escoger criterios.
- Diseñar la matriz tomando en cuenta las opciones y criterios.
- Establecer una escala para evaluar las diferentes opciones.
- Otorgar a cada opción un valor, resultado de estimar las ponderaciones de los criterios.
- Valorar los resultados.

El método *Likert* es una escala de calificación que se utiliza para cuestionar a una persona sobre su nivel de acuerdo o desacuerdo con una declaración (QuestionPro, s.f.). Se utiliza en encuestas para conocer el gusto o preferencia de la gente. Puede poseer escalas cuantitativas como escalas cualitativas.

La entrevista es una técnica de gran utilidad en la investigación cualitativa para recabar datos; se define como una conversación que se propone un fin determinado distinto al simple hecho de conversar. Es un instrumento técnico que adopta la forma de un diálogo coloquial. (Díaz Bravo, Torruco García, Martínez Hernández, & Varela Ruiz, 2013).

2.1.3. Diseño de experimentos estadísticos

Técnica estadística sistemática cuyo objetivo es realizar una serie de pruebas en las que se inducen cambios deliberados para averiguar si determinados factores influyen en la variable de interés o de estudio y, si existe influencia de algún factor en el proceso o producto, cuantificarla. (González Hernández). La aplicación de esto en la ingeniería, específicamente en la creación de productos, permite mejorar los rendimientos de los procesos, disminuir la variabilidad de los productos, reducir tiempos de diseño y desarrollo, así como la reducción de los costos operacionales. Para el caso de estudio se aplicará el siguiente diseño de análisis de experimentos:

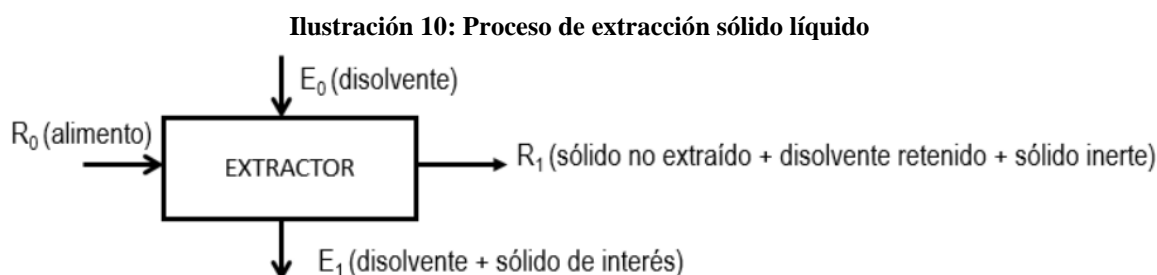
- **Diseño de análisis de experimentos de varios factores:** Los experimentos estadísticos buscan encontrar aquellos factores considerados estadísticamente significativos sobre la variable respuesta (variable de interés del estudio). Con esto, se puede realizar análisis que permitan concluir y tomar decisiones a futuro en relación a distintas actividades.

2.1.4. Tecnologías de valorización de biomasa

Para el caso de estudio, se debe analizar las distintas tecnologías con las que se valoriza actualmente la biomasa en el mundo, entre ellas se encuentran:

- **Tecnologías para la extracción de aceites:** es el método por el cual se extrae el aceite desde el carozo de la cereza. Para ello, se deposita inicialmente el material al cual se le quiere extraer producto de interés (llamado alimento), junto a una cantidad de disolvente, el cual extraerá el aceite desde el carozo de cereza. Luego ocurren fases químicas en donde se empieza a separar el aceite del carozo, hasta llegar a un punto de equilibrio en que no es posible extraer más de este producto. Finalmente se obtienen dos corrientes de salida, una llamada extracto donde se encuentra el aceite mezclado con el disolvente, y otra llamada refinado en la cual hay presencia del material sólido que absorbió pequeñas cantidades de este disolvente. De estas corrientes de salida, la que es de mayor interés es el extracto, ya que después debe pasar a un proceso de destilación con el fin de separar el aceite del

disolvente, recuperando este último para ocuparlo nuevamente y así obtener el producto esperado. En la Ilustración 10 se puede apreciar un diagrama de los resultados de este proceso, con los flujos de corriente antes mencionados.



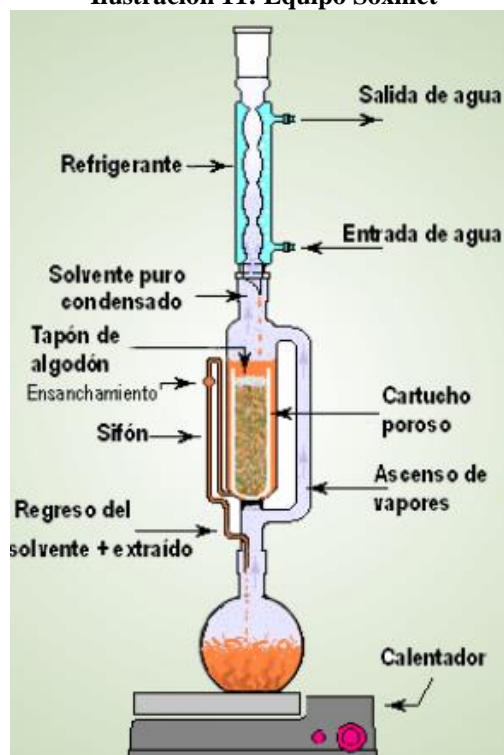
Fuente: (Castelló Gómez, Fito Suñer, Seguí Gil, & Betoret Valls)

Algunos métodos para la extracción de aceite son los siguientes:

- **Método Soxhlet:** la extracción Soxhlet es la técnica de separación sólido-líquido comúnmente usado para la determinación del contenido graso en muestras de diferente naturaleza (Universidad Pablo de Olavide, 2004). Es un proceso continuo que, con ayuda de un solvente, va extrayendo el contenido graso ubicado en la muestra de estudio.

El equipo que caracteriza este proceso se presenta en la Ilustración 11. En este proceso el calentador aumenta la temperatura del balón con el fin de evaporar el solvente. Esto ocurre y sube por el ascenso de vapores hasta el refrigerante, en donde se condensa y cae en forma de gotas en el sifón. Aquí es donde entra en contacto con el cartucho de la muestra que se desea extraer la materia grasa. Cuando el sifón llega al nivel máximo permitido por el ensanchamiento, cae el disolvente por éste con una pequeña cantidad de materia grasa extraída. Este proceso se repite de manera cíclica hasta que se cumple el tiempo estimado del experimento. Una vez que se cumple el tiempo, en el balón queda toda la materia grasa extraíble que debe ser separada del disolvente restante mediante evaporación.

Ilustración 11: Equipo Soxhlet

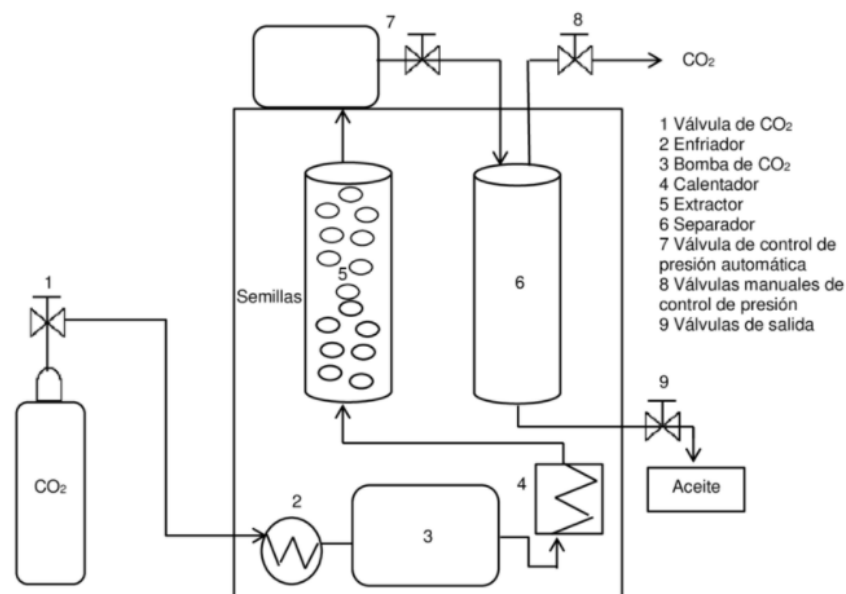


Fuente: (Núñez)

- **Método de extracción con fluidos supercrítico:** la extracción se realiza “utilizando dióxido de carbono líquido (en la mayoría de los casos), que se calienta y se presuriza hasta un determinado nivel para que se vuelva supercrítico, es decir, para que adquiera propiedades de los gases y los líquidos. En su estado supercrítico, el CO₂ actúa como disolvente, pudiendo disolver o extraer materiales de una muestra” (Carbuos Metálicos grupo air products, s.f.).

En la Ilustración 12 se puede apreciar el diagrama que explica el funcionamiento del proceso. En dicho proceso se introduce CO₂ que pasa por un enfriador (2) hasta la bomba (3), la cual lo mueve por el calentador (4) hasta llegar al extractor (5) y entrar en contacto con el material que se desea extraer la materia grasa. Luego pasa por la válvula de control de presión (7) para después separarse del aceite extraído en el separador (8). Así se puede recuperar y obtener un aceite limpio.

Ilustración 12: Diagrama de procesos de extracción con fluidos supercríticos



Fuente: (Pantoja-Chamorro, Hurtado Benavides, & Martínez-Correa, 2017)

- **Tecnologías para la fabricación de pellets:** los pellets son un tipo de combustible formado por biomasa, específicamente de aserrín y restos de madera que se comprimen a altas presiones. Mide entre 1 a 3 cm y posee la ventaja de liberar una cantidad más baja de CO₂ en el momento de la combustión en comparación a la leña. El proceso productivo general se desarrolla de la siguiente manera, según (Silvateam, s.f.):
 - Desmenuzar a chips la madera.
 - Secado de la biomasa para obtener valores de humedad de entre el 10-12%.
 - Reducción del chip a chip fino, con dimensiones comprendidas entre 25-60 mm.
 - Almacenamiento del material.
 - Reducción del material a aserrín.
 - Carga del aserrín en las peletizadoras.
 - Producción del pellet.
 - Tamizado y enfriamiento del pellet.

- Aspiración de los polvos y empackado en bolsas, big bags o deposito en silos.

El equipo principal de este método es la peletizadora, la cual posee una zona de alimentación por donde entra el producto a peletizar, luego pasa a la cámara de molienda en donde un molino de martillo tritura el producto para finalmente llegar a la rosca, que es donde se compactará y tomará la forma de pellet. Este equipo se aprecia en la Ilustración 13.

Ilustración 13: Peletizadora



Fuente: (Ortizco Maquinarias y Equipos Industriales, s.f.)

- **Tecnologías para la fabricación de paneles de madera:** consta de utilizar el carozo molido para crear láminas que formen un panel de alta dureza. Para esto, se debe triturar el carozo, luego extraer su aceite (puesto que perjudica la dureza del panel y rendimiento de los otros procesos), encolar, prensar en caliente y luego en frío, unir las láminas formadas y finalmente cortar según sean las dimensiones deseadas para la venta. En la Ilustración 14 se aprecia una prensadora industrial con la cual se producen paneles.

Ilustración 14: Prensadora de paneles de madera



Fuente: (Made in China, s.f.)

- **Tecnología para la elaboración de biocarbón:** es el producto sólido que se obtiene tras calentar biomasa bajo un aporte de oxígeno limitado, un proceso conocido como pirólisis (Green Facts, 2015). Para el caso del carozo de cereza, se introducen dentro de un horno de pirólisis en el cual se irá carbonizando, hasta formar este producto con propiedades para generar energía limpia, además de incrementar la fertilidad de los suelos. En la Ilustración 15 se presenta un horno de pirólisis, con el cual se fabrica biocarbón.

Ilustración 15: Horno de pirólisis para producción de biocarbón



Fuente: (Grupo ISN, s.f.)

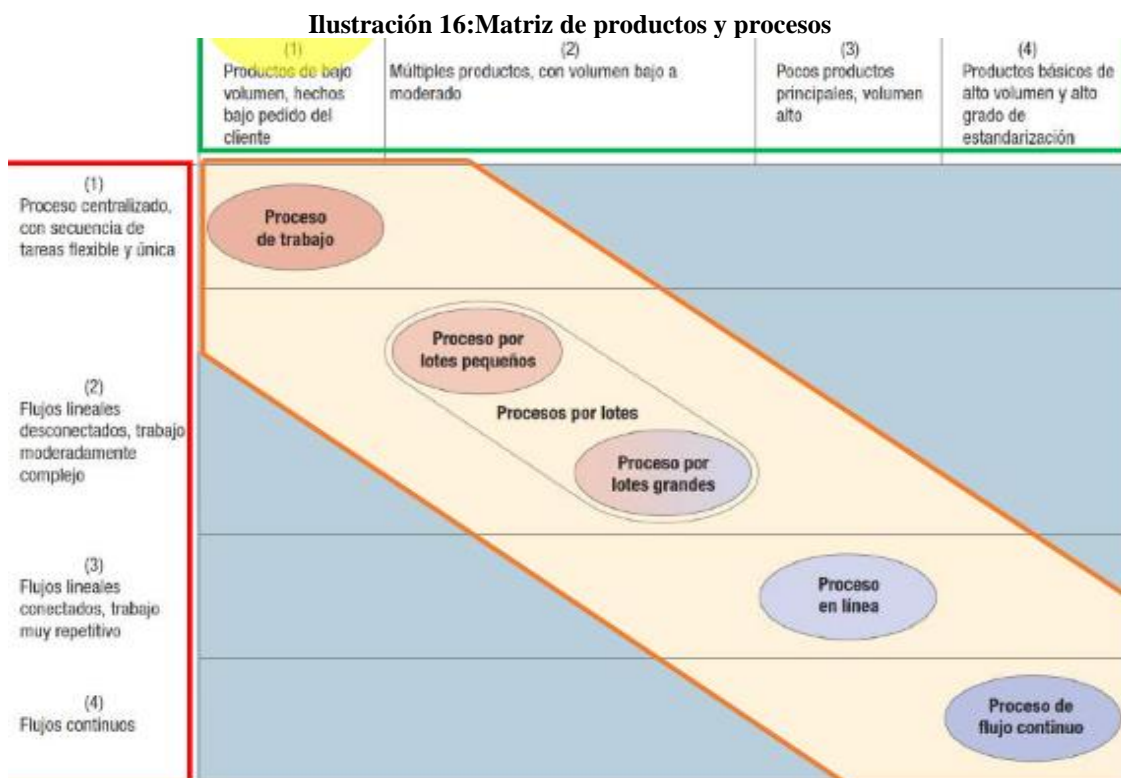
2.1.5. Diseño técnico de sistemas de operaciones

El diseño técnico de un sistema de operaciones hace referencia a las técnicas necesarias para la estandarización de procesos, procedimientos y maquinarias que permiten el buen funcionamiento de un entorno productivo. Entre estos elementos se puede apreciar a grandes rasgos:

- **Balance de líneas:** es la asignación del trabajo a estaciones integradas a una línea para alcanzar la tasa de producción deseada con el menor número posible de estaciones de trabajo (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008). En el fondo, se busca igualar el nivel productivo de cada estación de trabajo en base al cuello de botella que presente la planta.
- **Diagrama de flujo de proceso:** es un diagrama que muestra todas las actividades en la que se ve involucrado un producto hasta su entrega final dentro del sistema de operaciones. Además, sirve para analizar el flujo de materiales, así como para mejorar la eficiencia de los procesos.
- **Distribución de planta:** es cómo se configurará la planta para desarrollar sus actividades productivas y buscar el mejor rendimiento para la fabricación de sus productos. Entre ellos se encuentran:
 - **Distribución por producto:** se realiza con las actividades productivas que poseen un bajo volumen y alto nivel de personalización.
 - **Distribución por proceso:** esta distribución se aplica cuando se busca minimizar los movimientos y distancias de traslado del producto o cliente en el caso de servicios. Para ello, se agrupan los procesos que tiene alguna relación con el fin de que el tiempo en la planta sea el mínimo.
 - **Distribución por posición fija:** se utiliza cuando el producto a fabricar, por algún motivo, no puede ser trasladado fácilmente por la planta, por lo que los procesos son los que se mueven en torno al producto.
 - **Distribución por célula:** se agrupan máquinas en distintos centros de trabajo para la confección de los productos.

- **Layout:** corresponde a la distribución física que toma la planta productiva. Conlleva la distribución de equipos, maquinarias, estaciones de trabajo, almacenes, así como también flujos, ya sea de materiales, productos o personas. Se visualiza como una especie de plano de la fábrica, señalando sus dimensiones.
- **Estructura de los procesos de manufactura:** se catalogan mediante las variables de volumen y personalización de los productos. Son inversamente proporcional, es decir, mientras uno crece el otro disminuye. Se pueden encontrar cuatro tipos de procesos, entre los que aparecen:
 - Proceso de trabajo
 - Proceso por lote
 - Proceso en línea
 - Proceso en flujo continuo

Para una mejor comprensión de estos procesos, se muestra la Ilustración 16, donde se aprecia la matriz de productos y procesos.



Fuente: (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008)

2.1.6. Herramienta de evaluación económica

La finalidad de la evaluación económica es garantizar si un proyecto es rentable o no, es decir, si económicamente es factible realizar la implementación de algún negocio. Para ello, se utilizan técnicas apropiadas para calcular y estimar el comportamiento económico que la empresa debiera tener en el transcurso de los años establecidos. Además, existen herramientas que permiten calcular los costos relacionados a las inversiones de equipos, funcionamiento, obras físicas, que se incluyen dentro de esta técnica.

La técnica utilizada para la evaluación económica del proyecto es el flujo de caja, el cual hace referencia *“a las salidas y entradas netas de dinero que tiene una empresa o proyecto en un período determinado. Los flujos de caja facilitan información acerca de la capacidad de la empresa para pagar sus deudas. Por ello, resulta una información indispensable para conocer el estado de la empresa. Es una buena herramienta para medir el nivel de liquidez de una empresa”* (Kiziryan, 2015). La estructura de un flujo de caja, en general, se presenta en la Ilustración 17.

Ilustración 17: Estructura general flujo de caja

| | |
|---|--------------------------------------|
| + | Ingresos afectados a Impuestos |
| - | Egresos afectados a Impuestos |
| - | Gastos no desembolsables |
| = | Utilidad antes de Impuesto |
| - | Impuesto |
| = | Utilidad después de Impuesto |
| + | Ajustes por gastos no desembolsables |
| - | Egresos no afectados a Impuestos |
| + | Beneficios no afectados a Impuestos |
| = | Flujo de Caja |

Fuente: (SPW)

- **Ingresos afectados a impuestos:** son los ingresos generados por la empresa, es decir, están relacionados a las actividades productivas que se realizan.

- **Egresos afectados a impuestos:** son los costos relacionados al funcionamiento que posee la empresa.
- **Gastos no desembolsables:** son gastos deducibles pero que no significan salidas en el flujo de caja. Dentro de este apartado se puede encontrar:
 - **Valor libro:** es el valor neto por el que tenemos registrado en la contabilidad un activo o un pasivo. El valor neto se calcula con el precio de adquisición, descontando a ese precio la amortización acumulada que se haya realizado y otras correcciones valorativas por deterioro acumulado (Boseta, 2020).
 - **Depreciación:** es la pérdida de valor de un bien como consecuencia de su desgaste con el paso del tiempo (Burguillo, 2016).
 - **Amortización:** se relaciona el valor de un bien o pasivo con el tiempo o vida útil del mismo, ya que como se puede intuir, todos los bienes van perdiendo valor con el paso del tiempo, por tanto, es una de las formas de cuantificar la pérdida de valor (Pedroza, 2016).
- **Utilidad antes de impuesto:** es la utilidad, es decir, ganancia menos costos, que posee la empresa dada sus actividades productivas.
- **Impuesto:** corresponde al impuesto de primera categoría que se aplica a las empresas de acuerdo con las utilidades que éstas presentan. Su valor hoy en día corresponde al 27% (Servicio de impuestos Internos, s.f.).
- **Utilidad después de impuestos:** corresponde a la utilidad de la empresa que posee una vez descontado los impuestos.
- **Ajustes por gastos no desembolsables:** son los gastos deducibles que fueron descontados anteriormente, y que ahora se vuelven a sumar en el flujo de caja.
- **Egresos no afectados a impuestos:** son los gastos que no están afectos a impuestos ya que no enriquecen ni disminuyen la riqueza contable de la empresa por el hecho de adquirirlos. Entre ellos se puede encontrar las inversiones, como también los intereses por endeudamiento con alguna entidad bancaria.

- **Beneficios no afectados a impuestos:** corresponde al valor de desecho del proyecto, así como la recuperación del capital del trabajo.

Para la evaluación final del proyecto se debe tomar en cuenta distintos indicadores económicos que permiten analizar cómo será el comportamiento económico que tendrá el proyecto en el tiempo establecido. Dichos indicadores que se utilizarán para evaluar la factibilidad son:

- **Valor actual neto (VAN):** mide el excedente resultante después de obtener la rentabilidad deseada o exigida y después de recuperar toda la inversión. Para ello, calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja, proyectados a partir del primer periodo de operación, y le resta la inversión total expresada en el momento 0 (Sapag Chain, 2011).
- **Tasa interna de retorno (TIR):** mide la rentabilidad de un proyecto como porcentaje.
- **PRI:** corresponde al periodo de retorno de la inversión, es decir, cuando se recupera la inversión realizada.
- **B/C:** corresponde a la razón beneficio costo del proyecto.

Como tema complementario, se utiliza el método factorial de *Lang* para estimar de mejor manera los costos de inversión de un proyecto asociado a una planta química. Para ello, se toman en cuenta aquellas inversiones que no son considerados en otras metodologías como puede ser las tuberías, instrumentación, arreglar los terrenos, etc. A ellos, *Lang* les otorgó un factor de ponderación en relación con los costos de los equipos, estimado desde la experiencia de otras fábricas químicas del mundo. La tabla con los factores se puede apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1: Método factorial de Lang por Peters and Timmerhaus

| Concepto | Planta de sólidos | Planta de sólidos y fluidos | Planta de fluidos |
|---|-------------------|-----------------------------|-------------------|
| Costos directos | | | |
| Valor del equipo | 1 | 1 | 1 |
| Instalación del equipo | 0,45 | 0,39 | 0,47 |
| Instrumentación (Instalada) | 0,09 | 0,13 | 0,18 |
| Tubería (Instalada) | 0,16 | 0,31 | 0,66 |
| Electricidad (Instalada) | 0,1 | 0,1 | 0,11 |
| Edificios (Incluidos servicios) | 0,25 | 0,29 | 0,18 |
| Mejoras en el terreno | 0,13 | 0,1 | 0,1 |
| Servicios instalados | 0,4 | 0,55 | 0,7 |
| Terreno (Si se requiere su compra) | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| Total costos directos | 2,64 | 2,39 | 3,46 |
| Costos indirectos | | | |
| Ingeniería y supervisión | 0,33 | 0,32 | 0,33 |
| Gastos de construcción | 0,39 | 0,34 | 0,41 |
| Total costos directos e indirectos | 3,36 | 3,59 | 4,2 |
| Tasas del contratista (sobre un 5% de los costos directos e indirectos) | 0,17 | 0,18 | 0,21 |
| Contingencia (Alrededor de un 10% de los costos directos e indirectos) | 0,34 | 0,36 | 0,42 |
| Capital fijo | 3,87 | 4,13 | 4,83 |
| Costo de capital (alrededor de un 15% del capital total) | 0,68 | 0,74 | 0,86 |
| Capital total | 4,55 | 4,87 | 5,69 |

Fuente: Elaboración propia en base a (Amsterdam & M. F., 2018).

2.1.7. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impactos ambientales se concentra en la identificación y valoración de las actividades propias del proyecto, la forma en que estas pueden causar afectaciones (positivas y negativas) sobre los diferentes componentes del medio, y el análisis de los impactos mismos. (Gerencia Ambiental de proyectos LTDA).

Dentro de estos análisis, para cuantificar los residuos liberados relacionados a movimientos de camiones, se utilizan conversiones de acuerdo con el tonelaje del camión y de los kilómetros recorridos. Esto se puede apreciar en la Ilustración 18.

Ilustración 18: Tabla de conversión de combustión de CO₂ para camiones

| VEHÍCULO | TIPO | | Emisiones en función del tipo de recorrido (g CO ₂ /km) | | |
|---------------|------------|------------|--|--------|-------------|
| | | | URBANO | RURAL | INTERURBANO |
| Camión diésel | Rígido | <= 14t | 539,70 | 394,98 | 490,73 |
| | | >14t | 1103,49 | 717,04 | 663,01 |
| | Articulado | <= 34 t | 1011,06 | 646,96 | 579,96 |
| | | >34 t | 1506,13 | 947,43 | 791,44 |
| Ligero | Gasolina | Cualquiera | 365,27 | 207,32 | 220,36 |
| | Diésel | Cualquiera | 287,14 | 194,74 | 282,47 |

Fuente: (Oficina catalana del Canvi Climatic, 2011).

Para estimar la cantidad de CO₂ liberado por la combustión del carozo de cereza, se toma como referencia la emisión de este compuesto relacionado a la quema de leña en una estufa salamandra. Dichos valores de combustión se pueden apreciar en la Ilustración 19.

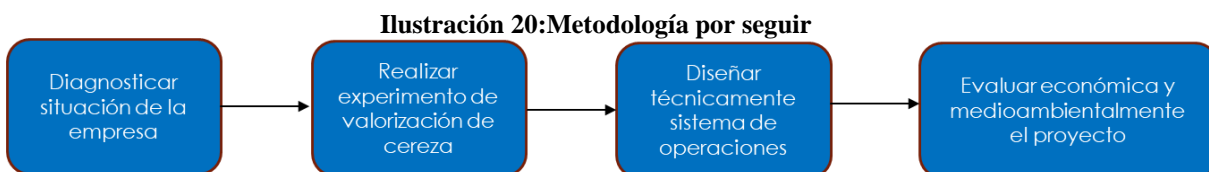
Ilustración 19: Tabla de conversión de combustión de CO₂ para quema de carozo

| Contaminante | Concentración Media [mg/m ³ N] | | Emisiones Medias [gr/Kg. leña] | |
|-----------------------------|---|---------------------------|--------------------------------|-------------|
| | Leña Seca ⁺ | Leña Húmeda ⁺⁺ | Leña Seca | Leña Húmeda |
| PTS | 198 | 303 | 8.0 | 10.4 |
| CO | 912 | 798 | 37.4 | 26.0 |
| NO _x | 40.4 | 28.2 | 1.68 | 0.92 |
| SO ₂ | nd | nd | - | - |
| CH ₄ | 4.8 | 4.7 | 0.20 | 0.15 |
| HC no metan. | 2.6 | 2.5 | 0.11 | 0.08 |
| HAP | 0.96 | 1.15 | 0.0426 | 0.0374 |
| Aldehídos T. ^{'''} | 14.9 | - | 0.57 | - |
| Formaldehído | 7.2 | - | 0.28 | - |

Fuente: (División de salud ambiental)

2.2. Metodología

La metodología se presenta en la Ilustración 20 y contempla cuatro etapas principales, las cuales se describen a continuación:



Fuente: Elaboración propia

2.2.1. Diagnosticar situación actual de ROCOFRUT S.A

Este diagnóstico consiste en analizar los factores que influyen en la nueva área productiva. Para ello, se toma en consideración factores como los niveles productivos de la empresa, los clientes que posee ROCOFRUT S.A., los proveedores de cereza, sus operaciones productivas, así como un análisis fisicoquímico del carozo de cereza, con la finalidad de conocer de mejor manera sus propiedades. Con esto, se podrá conocer por ejemplo la cantidad de materia prima disponible por año, por mes e incluso por día. También se podrán realizar análisis de la situación actual que posee ROCOFRUT S.A.

2.2.2. Evaluar alternativas de valorización de carozo

De acuerdo con la oportunidad establecida en Descripción de problemática se investigarán opciones que permitan valorizar el carozo de cereza dando alguna utilidad económica a la empresa. Para ello, se realizará las siguientes etapas:

- **Investigación de alternativas de valorización de carozo:** corresponde a la búsqueda de alternativas para la valorización de carozo, ya sea ideas innovadoras o no.
- **Identificación de criterios:** realizar conversaciones con el área gerencial para elegir bajo su experiencia los criterios de evaluación del proyecto por desarrollar.
- **Valorización de criterios mediante escala de *Likert*:** utilizar esta escala para que el área gerencial pueda ponderar cada uno de los criterios seleccionados.
- **Análisis multicriterio:** bajo estos procedimientos descritos, realizar el análisis para seleccionar la alternativa que presente la mayor puntuación.

2.2.3. Realizar experimento de valorización de carozo de cereza

- **Diseño experimental de tres factores y una respuesta:** para llevar a cabo esta actividad se utiliza el *software* Minitab19. Para el desarrollo de la metodología primero se analiza la variable respuesta del caso, el que corresponde al rendimiento de la alternativa de valorización de carozo seleccionada. Esta se calcula dividiendo la cantidad del producto de interés que se puede fabricar en relación al carozo de

cereza utilizado. Luego, el tipo de modelo corresponde a uno completo (se realizan todas las muestras que el *software* señala) con orden de corridas aleatorias, debido a que el *software* otorga la opción de realizar la mitad de las combinaciones o todas las combinaciones. La diferencia es la confianza estadística, ya que al realizar la mitad de la muestra se pierde un cierto porcentaje de confianza. En este caso se desarrollarán muestras con duplicados, es decir, dos muestras iguales para así obtener un valor más representativo. Se tomarán tres factores y dos niveles (alto y bajo) para el diseño experimental, por lo que se deberán realizar ocho combinaciones experimentales y 16 experimentos totales (como se realizarán duplicados se debe multiplicar por dos el número de experimentos a realizar).

- **Método de extracción de aceite:** el experimento por realizar corresponde a la extracción de aceite¹ desde el interior del carozo, a través del método *Soxhlet*, utilizando como insumo el éter de petróleo. Los materiales utilizados son los siguientes:
 - Placa calefactora con agitador
 - Equipo *Soxhlet*
 - Papel filtro de 160x200 cm.
 - Estufa con rango de 0°C a 250°C.
 - Rotavapor
 - Refrigerante de bola
 - Balón de fondo plano de 250 ml.
 - Balanza analítica con cinco cifras significativas.

Para el desarrollo del experimento se debe aplicar los siguientes pasos:

- Lavar balón de fondo plano para eliminar grasas previas.
- Secar en estufa el balón de fondo plano vacío.

¹ Propuesta de valorización de carozo seleccionada

- Pesar balones secos y anotar su masa para la comparación con el resultado final.
- Formar los cartuchos con papel filtro, untarlos con éter para eliminar grasas y llevarlo a estufa.
- Pesar las muestras de dos gramos en balanza analítica, vaciarlas en cartuchos de papel filtro y sellarlas con corchete.
- Colocar los cartuchos con muestra en equipo *Soxhlet*, mientras se rellena éste con el disolvente hasta realizar una sifonada. Posterior a esto, armar el equipo entero y encender la placa calefactora sin agitación a 120°C para comenzar el experimento.
- Esperar ocho horas hasta que el ensayo termine, y revisar constantemente los niveles de éter para que no quede seco el balón.
- Destilar a 40°C el solvente hasta dejar solo el aceite en el balón.
- Secar el balón con el aceite para eliminar todo rastro de éter dentro de la estufa a 100°C, durante 20 min. Dejarlo 30 min en el desecador y posteriormente, se pesa el balón con aceite, comparando su masa con la del balón inicialmente pesado y así obtener el valor de aceite extraído.

2.2.4. Diseñar técnicamente sistema de operaciones

De acuerdo con la alternativa de solución establecida, se diseñará un sistema de operaciones que permita a la empresa desarrollar un área productiva que presente un buen funcionamiento. Para ello, se debe realizar el diseño lógico de las operaciones, formalizando éstas en conjunto a la capacidad productiva que se estime para la nueva área productiva. Además, se realizará un balance de materia para entender los flujos por unidad de tiempo que circulan a través de cada proceso y así estimar de mejor manera la capacidad que debe tener cada proceso. Finalmente, se realizará el diseño físico de la nueva zona operativa, para lo cual se debe seleccionar la maquinaria que requieren los procesos y así poder desarrollar el *layout* de instalaciones.

2.2.5. Evaluar económicamente el proyecto

Se hace una evaluación económica sobre los costos asociados a la implementación de la planta, así como también de los ingresos esperados debido a la venta de los productos. Esto se realiza bajo el uso de planillas de Excel, en donde se plantea un análisis de sensibilidad que permita a la empresa ponerse en diferentes escenarios de producción (un caso optimista, pesimista y uno normal), además de distintos tipos de financiamiento asociados a una entidad bancaria. Su evaluación se verá reflejada en los valores que posean los indicadores económicos de cada caso (VAN, TIR, PRI, B/C), con los cuales se podrá analizar si el proyecto presenta o no factibilidad económica y, en caso de ser rentable, seleccionar la alternativa que ofrezca una mayor utilidad para la empresa.

Junto a estas herramientas, se utilizará además el método factorial de *Lang*, el cual mejora la precisión de la inversión total, ya que toma en cuenta otros factores de costos de la planta como el costo de tuberías, costo de profesionales, costos de instrumentación y control, así como otros costos que el flujo de caja no contempla. Con esto se espera un resultado más exacto y que se asemeje más a la realidad.

CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO SITUACIÓN ACTUAL

En el siguiente capítulo se dará a conocer la situación actual de la empresa ROCOFRUT S.A., analizando los niveles productivos que ha tenido la empresa en los últimos años, los proveedores con los que cuenta, las ventas en los distintos mercados que posee y los procesos que conllevan para obtener sus productos.

3.1. Diagnóstico de ROCOFRUT S.A

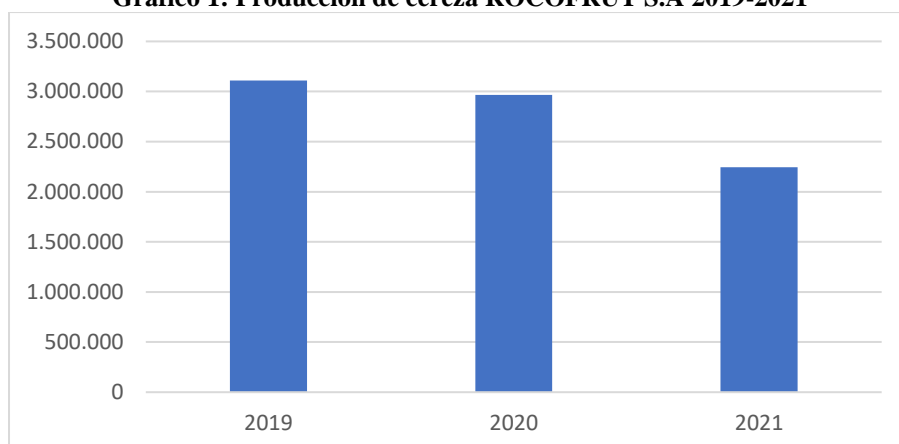
Para el diagnóstico de la situación actual de la empresa, se ha estudiado aquellos factores que pueden afectar el diseño del área productiva a proponer, los cuales son:

- **Producción de cerezas:** se analizará este factor ya que de acuerdo con los niveles productivos que posea la empresa, se podrá estimar la cantidad de materia prima disponible para la nueva área productiva.
- **Proveedores:** este factor se analizará debido a que al momento de comprar la fruta no se lleva un control sobre los 3.000.000 de kg de cada variedad de cereza que se adquiere. Esto podría ayudar a la nueva área productiva, puesto que podrían existir carozos de algunas variedades que presentan mejores características fisicoquímicas que otras, lo cual mejoraría el rendimiento de la alternativa de valorización de carozo propuesta.
- **Clientes:** se analizan ya que es de importancia conocer cuánto dinero aporta a la empresa los clientes que presentan las exigencias medioambientales. Con esto, se podrá estimar cuánto dinero está en riesgo perder si ROCOFRUT S.A. no aplica el proyecto de valorización de residuos sólidos.
- **Procesos generales:** es importante conocerlos ya que la disponibilidad de materia prima diaria depende de la actual zona operativa de la empresa, por lo que, si algún proceso crítico falla o presenta problemas, se podría ver disminuida la cantidad de carozo.
- **Composición física y química:** se analiza para poder conocer las características del producto que será utilizado como materia prima en la nueva área productiva.

3.1.1. Producción de cerezas

La empresa en el transcurso de estos últimos tres años ha presentado una baja aproximada del 24% en el procesamiento de cerezas, debido al término de negocios con un cliente del mercado estadounidense, el cual significaba grandes ventas hacia el extranjero. El cambio en los niveles de producción (kg) se puede apreciar en el Gráfico 1.

Gráfico 1: Producción de cereza ROCOFRUT S.A 2019-2021

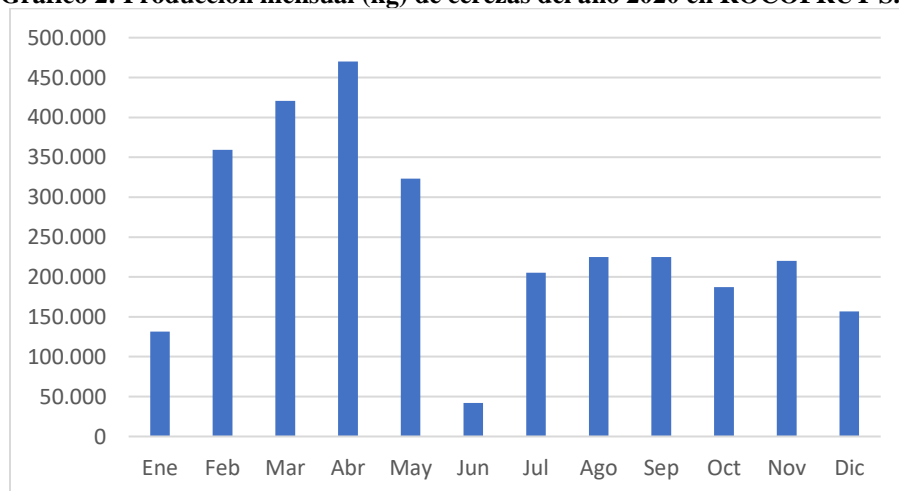


Fuente: Elaboración propia en base a datos del departamento de operaciones.

Esta variación en la producción también se puede explicar por la pandemia mundial del virus COVID-19, el cual significó detener las operaciones de toda la planta durante el mes de junio del año 2020. A ello, se le suma la disminución de colaboradores por miedo a trabajar en condiciones donde el virus podría propagarse fácilmente, lo cual también se ve reflejado en las proyecciones de ventas del año 2021 generadas por la empresa, que aparece en el Gráfico 1.

En el año 2020, ROCOFRUT procesó 2.966.433 kg de cereza, los cuales se concentraron mayormente durante los meses comprendidos entre febrero y mayo, con un valor promedio entre dichos meses de 393.318 kg. En el Gráfico 2 se aprecia la distribución de la producción de cerezas (kg) en la empresa durante los meses del año 2020.

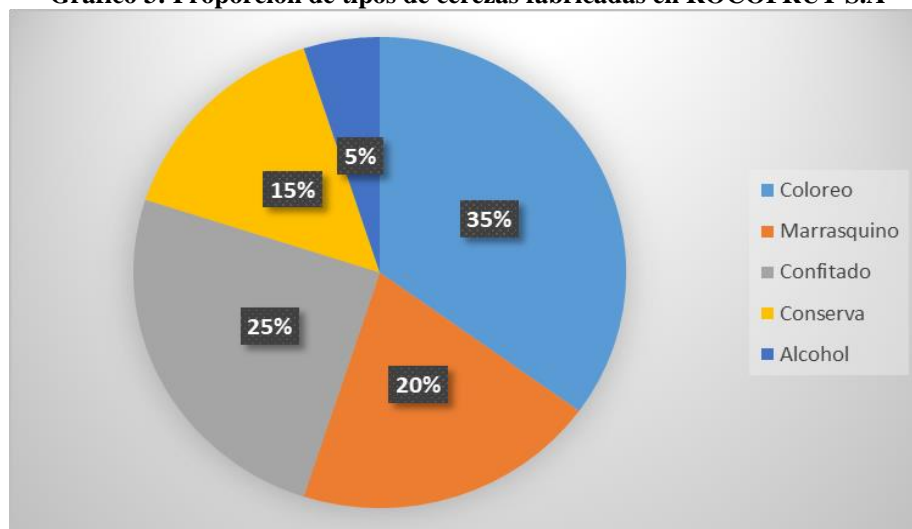
Gráfico 2: Producción mensual (kg) de cerezas del año 2020 en ROCOFRUT S.A



Fuente: Elaboración propia en base a información del departamento de operaciones.

Estas cerezas se destinan a diferentes procesos para ser transformadas y comercializadas según el producto final que se desee entregar. Para ello, la empresa en promedio deriva del total de cerezas, un 20% para cerezas al marrasquino, 15% en conserva, 35% de cerezas coloreadas, 25% de confitadas y 5% de cerezas en alcohol. Esta distribución se puede apreciar en el Gráfico 3.

Gráfico 3: Proporción de tipos de cerezas fabricadas en ROCOFRUT S.A

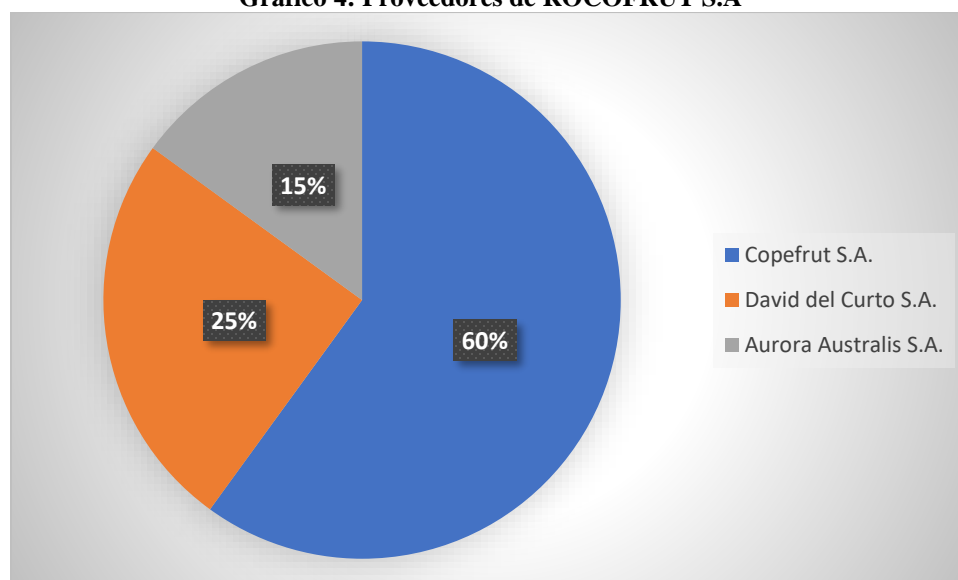


Fuente: Elaboración propia en base a información del departamento de operaciones del 2020.

3.1.2. Proveedores de cerezas

ROCOFRUT S.A se abastece de huertos y *packings* de la región que no trabajan la fruta comercial, ocupándola en sus procesos para generar productos con un valor agregado como lo son las cerezas al marrasquino, cerezas en alcohol y cerezas en conserva, principalmente. Para ello, la empresa compra a sus proveedores cerezas desde el calibre 26 hasta el calibre 14, mezclando distintas variedades por pedido (“corazón de paloma”, *Rainier*, cereza negra), lo cual dificulta el orden y control del seguimiento de los kilogramos por cada tipo de cereza. En el Gráfico 4 se presenta a los proveedores de ROCOFRUT S.A, junto a su aporte como abastecedor de cerezas.

Gráfico 4: Proveedores de ROCOFRUT S.A



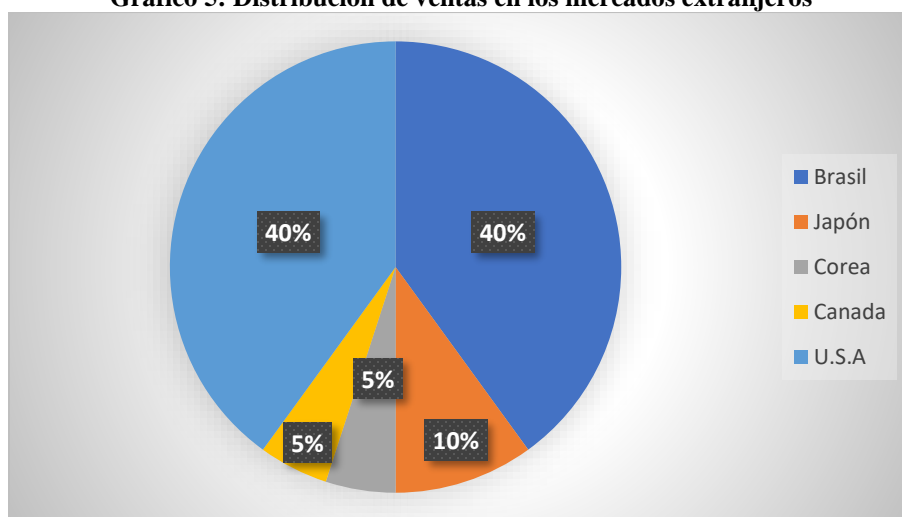
Fuente: Elaboración propia en base a información del departamento de operaciones 2020.

3.1.3. Clientes

Es importante diagnosticar este apartado debido a que a ellos se debe la necesidad de aplicar el proyecto en estudio. Esto ya que los principales clientes de ROCOFRUT S.A pertenecen a mercados con exigencias medioambientales, (como lo es el mercado japonés, estadounidense, coreano, canadiense y brasileño) lo que podría generar pérdidas en oportunidades de negocios, además de un retroceso en la competitividad dentro del mercado en el cual se encuentra ROCOFRUT S.A, debido a que la empresa no cuenta con certificaciones ambientales sobre los residuos sólidos que generan. Por ello, se ha decidido contar con una medida para tratar los desechos sólidos de la cereza (pedúnculo y carozo), debido a que son los que se presentan en mayor cantidad dentro de los residuos sólidos que genera la empresa, además de poseer características fisicoquímicas favorables para la creación de un nuevo producto que aporte ingresos a la empresa.

En relación con las ventas de la empresa, ROCOFRUT S.A genera en promedio cuatro millones de dólares anualmente, los cuales se reparten entre los distintos mercados en los que comercializa sus productos. El mercado nacional le significa el 15% de las ganancias, mientras que el resto se lo llevan los mercados extranjeros. Para una mejor comprensión, en el Gráfico 5 se puede apreciar la distribución de las ventas y mercados extranjeros a los cuales abastece ROCOFRUT S.A.

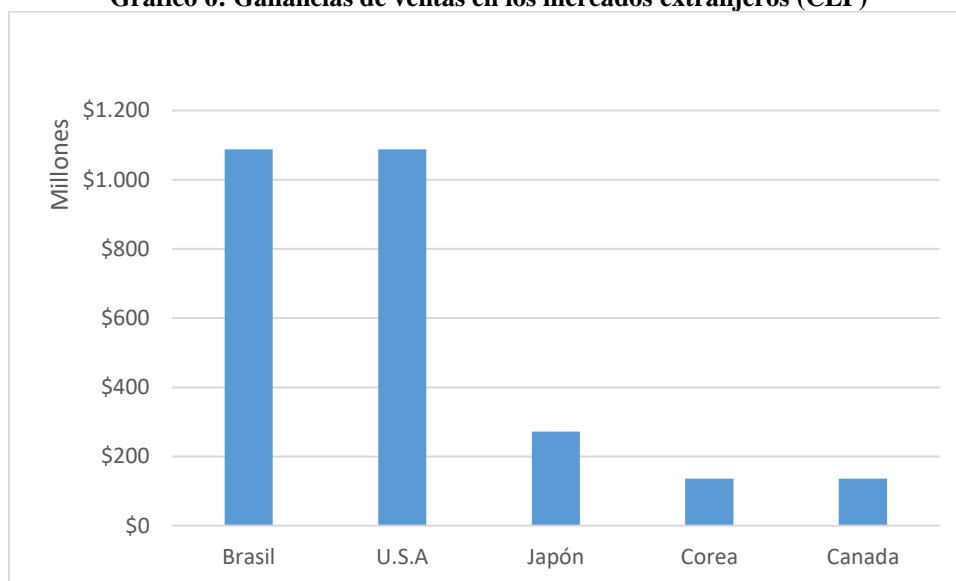
Gráfico 5: Distribución de ventas en los mercados extranjeros



Fuente: Elaboración propia en base a información del departamento de ventas 2020.

De acuerdo con dichos datos, se puede estimar que el mercado brasileño como el estadounidense le retribuyen ingresos a la empresa de \$1.105.000.000 de pesos chilenos (CLP) cada uno, es decir ambos aportan alrededor de \$2.210.000.000 de CLP. Así también, el mercado japonés aporta con \$276.000.000 CLP y el mercado coreano y canadiense con \$140.000.000 CLP cada uno. Estas ganancias se pueden apreciar de mejor manera en el Gráfico 6.

Gráfico 6: Ganancias de ventas en los mercados extranjeros (CLP)

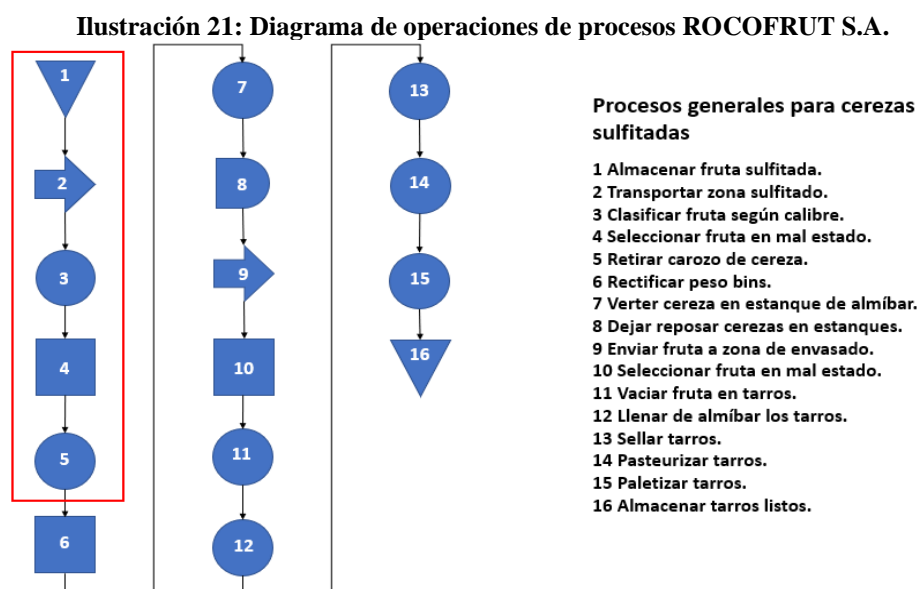


Fuente: Elaboración propia en base a información del departamento de ventas 2020.

Finalmente, el mercado nacional genera alrededor de \$500.000.000 CLP en ingresos para la empresa, pero este mercado al no presentar exigencias medioambientales relacionadas a producción limpia no se consideró como parte del impacto que se podría generar debido a la no implementación del área productiva, no así los otros mercados nombrados, los cuales presentan bajas exigencias medioambientales.

3.1.4. Procesos generales de la cereza

Se pueden distinguir dos grandes grupos o categorías de productos; las cerezas sulfitadas y sin sulfitar. Los primeros se utilizan para otorgar un tiempo mayor de conservación de la fruta y así ayudar a la planificación de producción de la empresa. Los segundos, no pasan por este proceso y son enviados en un tiempo más próximo hacia las cintas de producción. Dentro del primer grupo se pueden encontrar productos como la cereza al marrasquino, la cereza sulfitada, cereza confitada y la cereza para cóctel, los cuales equivalen al 80% de la cereza comprada, mientras que en el segundo grupo se encuentra la cereza en conserva como la cereza en alcohol, equivalente al 20% de la fruta de la empresa. Para una mejor comprensión de estos procesos, en la Ilustración 21 se presenta el diagrama de operaciones de procesos de la empresa en donde se destaca aquellos procesos en que el carozo de cereza está involucrado para así poder llevar un seguimiento y control de la materia prima antes que se involucre en la nueva área productiva.



Fuente: Elaboración propia en base a información del departamento de operaciones

Los procesos productivos del área de sulfitado son:

- **Almacenar fruta sulfitada:** se almacena la fruta en cubas, donde reposan en una solución conservante de metabisulfito de sodio que mantiene la textura de los tejidos y desprende con mayor facilidad la pulpa del carozo (Portal frutícola, 2016). Una vez que se planifica el trabajo con una cierta cuba, ésta se traslada al área de sulfitado en donde un operario se encarga de remover la fruta hacia una cinta transportadora.
- **Transportar cerezas a zona de sulfitado:** mediante grúas, se lleva la fruta que estaba almacenada en las cubas para poder ser procesadas en la zona productiva de la empresa.
- **Clasificar fruta según calibre:** la fruta pasa a una máquina que retira el tallo de la cereza y luego la deposita en un tambor ubicado en altura que se encarga de separar y seleccionar la fruta de acuerdo con el calibre que ésta posea.
- **Seleccionar fruta en mal estado:** la cereza pasa a las cintas seleccionadoras, en donde las operarias retiran la fruta que contenga manchas u otras anomalías que hacen que no sea admisible para las exigencias de los clientes (fruta denominada descarte).
- **Retirar carozo de cerezas:** la cinta lleva la fruta a la descarozadora, la cual mediante un cuchillo elimina el carozo de la cereza y luego la parte por la mitad para posteriormente trasladarla hacia otra cinta donde una seleccionadora descarta la fruta que se haya colado y que no cumpla con las exigencias de los clientes. Los carozos se almacenan en bins para luego ser trasladados a la zona de desechos.
- **Rectificar peso:** la fruta cae en bins que contienen agua para posteriormente ser pesado y almacenado hasta el momento que tenga que ser requerido.
- **Verter cereza en estanque de almíbar:** una vez que la fruta es requerida, se lleva a estanques en donde se vuelcan alrededor de cuatro bins para disminuir la cantidad de partes por millón (ppm) de SO₂ que contiene la fruta y así posteriormente agregar el almíbar para otorgarle el color que se desea. Posteriormente, se depositan en bins

para una mejor manipulación de la fruta. Este proceso en los estanques dura alrededor de tres días.

- **Dejar reposar fruta en estanques:** dependiendo del producto final que se desea, la cereza se dejará en los estanques antes mencionados para que tome el color y grados *brix* que se requieran.
- **Enviar fruta a zona de envasado:** una vez que se consiguen las características deseadas en la cereza, se vacían los estanques con fruta dentro de bins que serán enviados a la zona de envasado para guardarlos dentro del recipiente en el cual serán comercializados.
- **Seleccionar fruta en mal estado:** se lleva las cerezas a la zona de envasado, en donde se vuelve a revisar la fruta con el fin de descartar las que posean manchas.
- **Vaciar fruta en tarros:** la fruta que no fue descartada cae en tarros hasta que cumple el peso establecido por la empresa.
- **Llenar de almíbar los tarros:** otra cinta lleva al tarro con la hacia la máquina que vacía el almíbar, en donde se llena hasta cumplir con el peso especificado.
- **Sellar tarros:** se sella al vacío el tarro con una tapa metálica puesta a presión para conservar de mejor manera la fruta.
- **Pasteurizar tarros:** los tarros se calientan hasta los 80°C a través de una cinta que pasa por hornos, para luego ser enfriado hasta temperatura ambiente de manera rápida.
- **Paletizar tarros:** operarias van tomando los tarros y los ubican sobre un pallet hasta formar un lote completo.
- **Almacenar tarros listos:** un gruelero lleva el pallet hasta la zona de almacenado, en donde el almíbar irá dándole el color deseado a las cerezas. La fruta que es blanqueada y se vende a granel, se deposita en bidones de 130 kg, en donde será almacenada. Una vez se llene el bidón, este se pesa para rectificar que tenga la cantidad indicada y posteriormente se lleva a la zona de almacenado.

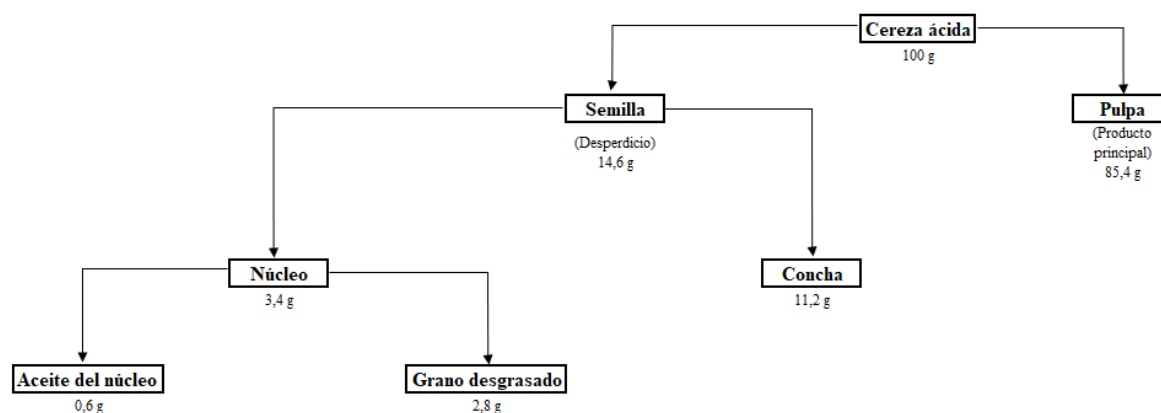
Los procesos relacionados a la cereza no sulfitada en general son los mismos, pero la diferencia se encuentra en el almacenado, ya que estos productos están planificados para ser procesados apenas llegan a la planta, lo que evita que sea necesario guardarlos en la mezcla de sulfito para conservarlos. Este proceso hace referencia al proceso 1 de la Ilustración 21.

3.1.5. Composición física y química de la cereza

La fruta de la cereza está constituida por su pedúnculo, la pulpa y el carozo que se encuentra al interior de ésta. Para el desarrollo del estudio se trabajará con este último, y como el proyecto seleccionado consta de extraer aceite desde el carozo, es necesario estudiar la composición de éste como de la fruta para así tener una idea más clara de los compuestos químicos que se encuentran dentro de este aceite y los beneficios que traería la utilización de éste.

En la Ilustración 22 se puede apreciar un esquema que facilita la comprensión de los componentes que forman parte de la cereza, donde el primer nivel corresponde a la fruta entera, el segundo nivel distingue el peso del carozo versus el de la pulpa, el tercer escalón separa el núcleo del carozo de su capa externa, para finalmente mostrar la cantidad de aceite que se espera extraer, apartándola del material del núcleo que no está compuesta por aceite.

Ilustración 22: Composición de la cereza ácida



Fuente: Elaboración propia en base a (Yilmaz & Gokmen, 2013).

De acuerdo con la investigación de (Yilmaz & Gokmen, 2013), en la que se estimó la cantidad presente de distintas vitaminas y minerales dentro del carozo de cereza ácida, se

presenta el Anexo 1, destacándose una alta presencia de carbohidratos, proteínas y lípidos con concentraciones del 46,6%, 29,3% y 17% respectivamente.

3.2. Conclusiones de diagnóstico

De acuerdo con los diagnósticos realizados a las cantidades y procesos de producción de cereza, compra de materia prima y venta de los productos comercializados, se puede hacer una relación de éstos con la propuesta elegida para la valorización del carozo de cereza.

En relación con los niveles productivos de la empresa, se concluye que los obtenidos entre el año 2019 al 2021 no son significativos a la hora de estimar la materia prima disponible en una temporada, ya que se ven influenciados por la pandemia mundial y por el estallido social ocurrido en el año 2019. Otra acotación que se puede desprender de la producción de cereza es que ésta se concentra entre los meses de febrero a mayo, con un valor promedio por mes de 393.318 kg de cereza procesada.

Con respecto a los proveedores, Copefrut S.A. aparece como el mayor abastecedor de cereza con un 60%, le sigue David del Curto S.A. con un 25% y por último Aurora Australis S.A. con el 15%. Estas empresas abastecen con cerezas *Rainier*, “corazón de paloma” y cerezas negras.

De acuerdo con los clientes, el mercado que mayor ingreso aporta es el estadounidense y el brasileño, los cuales aportan un 40% de las ventas cada uno, generando así más de 2.000 millones de CLP.

En relación con los procesos productivos de ROCOFRUT S.A., se debe mencionar que los procesos significativos para la nueva área productiva son los que se encuentran antes del descarozado ya que, si alguno falla, la materia prima disponible se vería disminuida.

CAPÍTULO 4: SELECCIÓN DE VALORIZACIÓN DE CAROZO

En este capítulo se detallarán a conocer las propuestas de valorización de carozo, correspondiente a la elaboración de pellets, aceite, biocarbón, paneles de madera o sacos térmicos. Posterior a esto se describirá la manera en que se seleccionó la alternativa elegida.

4.1. Alternativas de valorización de carozo

Este procedimiento se llevó a cabo debido a que inicialmente la empresa no contaba con ideas claras sobre el proyecto por realizar para la valorización del carozo como forma de disminuir los impactos ambientales que generan. Es por esto, que se investigaron distintas alternativas con el fin de otorgarle alguna utilidad a los carozos de cereza. Para la selección de estas alternativas se investigaron las principales formas para valorizar la biomasa (granos en específico) que utilizan las empresas alrededor del mundo, y se adecuó de acuerdo con las propiedades fisicoquímicas que presentaba el carozo de cereza. Entre estas alternativas se encuentra la elaboración de pellets, confección de sacos térmicos, extracción de aceites, producción de paneles y elaboración de biocarbón.

4.1.1. Elaboración de pellets

Este proyecto se tomó en cuenta debido a la alta demanda de pellets en el país, gracias a la instalación de estufas y parrillas en base a este combustible. Además, presenta una menor contaminación de CO₂ en comparación a la leña, lo que lo hace más atractivo para los compradores conscientes de la situación ambiental que sufre el país. Para su elaboración, se debe mezclar tanto el material particulado del carozo de cereza como el pedúnculo de ésta, debido a la carencia en el carozo de un elemento que influye en la capacidad calorífica del pellet. Se pueden apreciar tres tipos de ventajas relacionadas al uso de pellets, las cuales son las siguientes:

- **Ventajas ambientales:** se considera una fuente de energía neutra de CO₂ debido a que libera la misma cantidad de contaminación que el árbol absorbió. Además, la cantidad de partículas liberadas por los pellets son comparativamente más baja que otros combustibles sólidos. En cuanto al tema químico, se debe destacar que no presenta aditivos, por lo que es un producto natural y no generador de gases nocivos (Andes bio-pellets, s.f.).
- **Ventajas energéticas:** presenta un alto poder calorífico, por lo cual puede entregar una mayor cantidad de energía por unidad de masa. Además, al ser de un tamaño pequeño ocupa menos espacio que otros combustibles sólidos como la madera. Otro

punto a favor es el alto aprovechamiento del pellet, ya que se quema alrededor del 99,5% y el resto se transforma en ceniza (Andes bio-pellets, s.f.).

- **Ventajas económicas:** el pellet es entre un 25% y 45% más barato que el gas y el petróleo, lo cual produce ahorros al momento de calefaccionar el hogar (Andes bio-pellets, s.f.).

4.1.2. Confección de sacos térmicos

Para la creación de sacos térmicos, se introduce el carozo de cereza en el interior de una bolsa de género, luego se cierra éste y se calienta para usarlo sobre alguna parte del cuerpo que presente dolor. Sus principales procesos corresponden a lavado del carozo, en donde se elimina los restos de fruta presentes para luego aplicar un secado en hornos industriales con el fin de disminuir la humedad presente en el carozo, por último, se procede a la confección de los sacos mediante la formación del envoltorio y luego el llenado de éste con los carozos de cereza. La desventaja de utilizar este carozo es que es menos cómodo que otros carozos, por lo que al aplicarlo sobre músculos o zonas en donde se necesite una buena posición de relajación, producirá incomodidad para el usuario. Es por ello que, para la buena confección de un saco térmico se espera que éste cumpla con los siguientes requisitos:

- **Ergonómicas:** que el saco sea cómodo y se adapte de buena forma a tu cuerpo.
- **Higiénicas:** al momento de introducirlo en el microondas, éste no manche ni genere olores molestos.
- **Resistentes:** que la tela no se seque ni se rompa al momento de utilizarlo.
- **Aromáticas:** que la semilla del interior no desprenda malos olores.
- **Terapéuticas:** que el saco pueda retener el calor con el fin de que se pueda aplicar sobre los músculos adoloridos.

4.1.3. Extracción de aceites

Este proyecto tiene como finalidad extraer el aceite que se encuentra en el interior del carozo de cereza. Para ello, éste se debe secar, triturar y extraer, a través de un solvente, dicho aceite. Luego, se separa mediante destilación y así se obtiene el producto deseado. La

comercialización de este producto se debe a que presenta características positivas en relación con el cuidado del cabello y la piel, por lo que su producción se destinaría para la industria de la cosmética.

El aceite presente dentro del carozo de cereza es una sustancia de color amarillo que posee un aspecto viscoso. La composición química de este producto se detalla en la Tabla 2, basada en la experimentación de (Yilmaz & Gokmen, 2013). En esta tabla se destaca la presencia de ácidos grasos, tocoferoles, β -caroteno, contenido fenólico total y la actividad antioxidante del aceite. Para el primer componente, se encuentra en mayor abundancia el ácido oleico, mientras que en los tocoferoles se presenta una mayor cantidad del tipo ($\beta + \gamma$) tocoferol.

En dicha investigación, el autor experimentó con dos métodos de extracción de aceite, el método a través de solventes y la extracción supercrítica, para los cuales utilizó dos tipos de disolventes por cada tipo de extracción, el primero con hexano y el mismo hexano con un poco de etanol mientras que para el segundo método ocupó SC-CO₂ y SC-CO₂ con un poco de etanol. Con esto, puede determinar qué método de extracción de aceites y qué tipo de solvente es el que presenta mejor rendimiento para remover las composiciones de la materia grasa que se desean obtener.

Tabla 2: Composición química del aceite de carozo de cereza

| | Extracción solvente | | Extracción supercrítica | |
|--|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| | Hexano | Con etanol | SC-CO ₂ | Con etanol |
| Ácidos grasos (%) | | | | |
| C _{16:0} Ácido palmítico | 6,23 ± 0,15a | 5,93 ± 0,16a | 7,24 ± 0,16b | 6,14 ± 0,12a |
| C _{18:0} Ácido esteárico | 1,33 ± 0,13a | 1,08 ± 0,17a | 1,33 ± 0,12a | 1,19 ± 0,01a |
| Ácido oleico C _{18:1} | 46,80 ± 0,16a | 47,94 ± 1,33a | 44,99 ± 1,38a | 45,54 ± 1,33a |
| C _{18:2} Ácido linoleico | 40,58 ± 0,13a | 41,23 ± 1,04a | 41,81 ± 0,13a | 42,26 ± 1,17a |
| C _{18:3} Ácido linolénico | 5,06 ± 0,14a | 3,80 ± 1,1a | 4,63 ± 1,1a | 4,86 ± 1,25a |
| Tocoferoles totales (mg / L) | 428,62 ± 2,67a | 376,56 ± 3,59b | 312,15 ± 3,04c | 381,68 ± 2,23b |
| α-tocoferol | 65,66 ± 2,77a | 61,48 ± 2,8a | 89,47 ± 3,49b | 94,93 ± 2,44b |
| (β + γ) -tocoferol | 274,06 ± 2,91a | 237,06 ± 1,64b | 183,80 ± 2,54c | 228,25 ± 2,47d |
| δ-tocoferol | 88,89 ± 2,81a | 78,02 ± 2,43b | 38,88 ± 2,8c | 58,50 ± 2,26d |
| β-caroteno (mg / L) | 8,47 ± 0,20a | 10,03 ± 0,27b | 5,65 ± 0,21c | 6,00 ± 0,11c |
| Cont. fenólico total (mg GAE/L) | 6,60 ± 0,41a | 9,61 ± 0,2b | 19,34 ± 0,00c | 27,87 ± 0,9d |
| Act. antioxidante (mmol TEAC/L) | 1,44 ± 0,18a | 2,20 ± 0,13c | 2,06 ± 0,13b | 2,23 ± 0,15c |

Fuente: Elaboración propia en base a (Yilmaz & Gokmen, 2013).

Como la principal finalidad de extraer aceites es utilizarlo para la industria de la cosmética, es de mayor utilidad la información de componentes relacionados al cuidado de la piel y cabello, como lo puede ser la cantidad de antioxidantes que posea el aceite, entre otros.

4.1.4. Producción de paneles de madera

Dicho producto se analizó debido a las propiedades físicas que posee el carozo, ya que su dureza lo hace ser una materia prima con características para ser aplicado como paneles u otros productos que deban resistir altas fuerzas sobre ellos. Para mejorar sus propiedades, se debe extraer el aceite del carozo ya que éste disminuye el rendimiento para soportar fuerzas sobre el panel. En la Ilustración 23 se aprecia un panel de madera.

Ilustración 23: Panel de madera de carozo de cereza

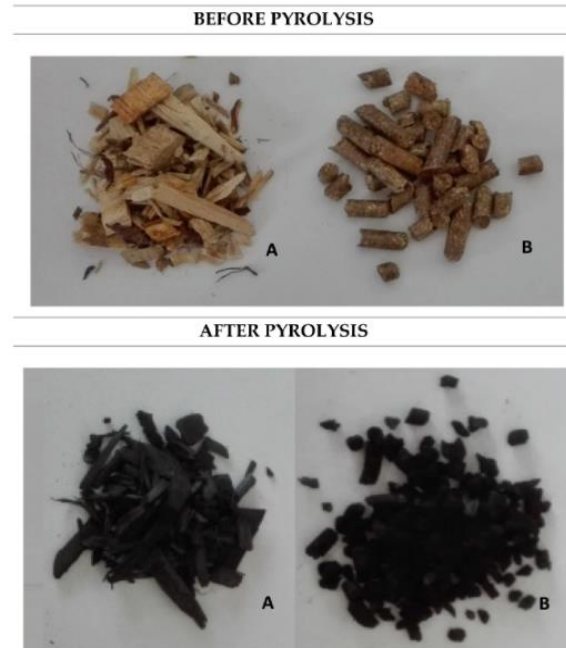


Fuente: (Guerrero Oliva, 2010)

4.1.5. Elaboración de biocarbón:

Es un producto formado por materia orgánica que se fabrica en hornos a través del proceso de pirólisis y que presenta características favorables para la combustión y la aplicación sobre suelos. Estos hornos funcionan a temperaturas entre los 300 y los 1.300 °C y a una velocidad relativamente baja, logrando estos productos sólidos. En la Ilustración 24 se presenta la transformación de biomasa a biocarbón.

Ilustración 24: Transformación de biomasa a biocarbón



Fuente: (Januszewicz , Kazimierski , Klein, Kardaś , & Luczak, 2020)

El problema de este producto es la alta inversión y costos de producción necesarios para la fabricación de biocarbón. Esto hace que el valor agregado que se le da al material no sea tan grande en relación con la inversión realizada.

4.2. Selección de alternativa de valorización de cereza

Para la selección de la alternativa más adecuada, se llevaron a cabo dos procesos. El primero corresponde a la elaboración de entrevistas con el área gerencial para así establecer los criterios que les parece significativos en la decisión para elegir el proyecto de valorización de sus desechos sólidos. Los criterios seleccionados por los gerentes fueron los siguientes:

- **Nivel de innovación:** es una forma de poder medir la innovación que tendrá el producto. Se refiere a lo ingenioso y nuevo que es el producto en base a la materia prima con la que se creará. Mientras más alta sea la puntuación, mejor valorado será.

- **Rentabilidad del proyecto:** hace referencia al dinero que se espera producir con la comercialización del producto (utilidades). Mientras mayor sea su rentabilidad, mejor será evaluado el proyecto.
- **Tamaño de mercado:** corresponde a la cantidad de dinero que mueve el área o industria en la cual se encuentra ubicado el producto. Mientras mayor sea el tamaño de mercado, mejor evaluado será.
- **Impacto ambiental:** se refiere a la cantidad de residuos que genera en el medio ambiente la implementación de la nueva área productiva. A un mayor impacto ambiental menor será su evaluación.

Posteriormente, una vez que se escogieron los criterios, se realizó la escala de *Likert*, la cual consiste en crear un cuestionario de valorización de cada uno de los criterios en una escala de importancia para posteriormente entregarlo al área gerencial, quienes determinan cuál es el más significativo y de acuerdo con su opinión se cuantifican para posteriormente evaluar mediante ponderación la mejor alternativa de valorización de carozo. La evaluación de importancia de criterios se aprecia en el Anexo 2. La evaluación cualitativa entre los criterios se aprecia en el Anexo 3. La escala de *Likert* en el Anexo 4, y la evaluación cuantitativa se aprecia en el Anexo 5.

De acuerdo con las opiniones vertidas por el área gerencial de la empresa en base a las preguntas realizadas (ver Anexo 6), la mejor alternativa para la realización del proyecto fue la extracción de aceites, ya que promedió un total de 7,54 puntos, seguido por la elaboración de pellets con un total de 6,27, en una escala de 1 a 10. El resultado de la evaluación se puede apreciar en la Tabla 3.

Tabla 3: Selección de alternativa de valorización de carozo de cereza

| | Producción de paneles de madera | Sacos de semilla | Producción de pellets | Producción de aceite | Producción de biocarbón | Porcentaje |
|---------------------|---------------------------------|------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|------------|
| Nivel de innovación | 6 | 3 | 8 | 8 | 10 | 36% |
| Rentabilidad | 8 | 10 | 8 | 8 | 5 | 14% |
| Tamaño de mercado | 8 | 4 | 6 | 10 | 6 | 14% |
| Impacto ambiental | 4 | 10 | 4 | 6 | 2 | 36% |
| TOTAL | 5,81 | 6,64 | 6,27 | 7,54 | 5,86 | 100% |

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la ponderación que se realizó, se aprecia que los criterios de innovación e impacto ambiental tienen mayor importancia por sobre la rentabilidad y tamaño de mercado, debido a que la empresa busca crear un producto innovador y que no presente altas contaminaciones en su proceso industrial, ya que se espera que dicho producto siga la tendencia de sustentabilidad ambiental que está tomando ROCOFRUT S.A y sea innovador para los consumidores.

CAPÍTULO 5: EXPERIMENTO EXTRACCIÓN DE ACEITE

En este capítulo se describirá el diseño estadístico de tres factores y dos niveles utilizado, así como los resultados obtenidos. Además, se realizará el análisis factorial resultante del experimento para así concluir con la influencia de los factores sobre el rendimiento de extracción de aceite.

5.1. Resultados generales del experimento factorial

El diseño experimental se llevó a cabo mediante la utilización del *software* Minitab19, con el cual se pudo crear un modelo de varios factores. Para esto, se tomaron en cuenta tres factores y dos niveles para cada uno de ellos, los cuales fueron codificados como 1 (alto) y -1 (bajo). Dichos factores se presentan a continuación:

- **Humedad (A):** hace referencia a la cantidad de humedad que posee la muestra. Los niveles de este factor es 1: Alta humedad (>20%) y -1: Baja humedad (<19%).
- **Sulfitado (B):** este factor hace referencia a si la muestra corresponde a un carozo de cereza que fue sulfitado. Sus niveles son 1: Sí fue sulfitado y -1: No fue sulfitado.
- **Tamaño (C):** corresponde al tamaño de la partícula del carozo de cereza resultante del proceso de triturado. Los niveles relacionados a este factor son 1: Tamaño de partícula grande (>2 mm) y -1: Tamaño de partícula pequeño (<300 μm).

De acuerdo con los factores analizados, se presenta la Tabla 4 para una mejor comprensión de éstos, en donde se aprecia al nivel codificado como el valor que el *software* aplicó para representar el nivel del factor al momento de realizar las combinaciones, y al valor sin codificar como el significado de éste.

Tabla 4: Codificación de niveles diseño experimental

| Factores | Alto nivel codificado | Alto nivel sin codificar | Bajo nivel codificado | Bajo nivel sin codificar |
|----------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| A | 1 | Alta humedad (>20%) | -1 | Baja humedad (<19%) |
| B | 1 | Sí | -1 | No |
| C | 1 | Tamaño grande (>2 mm) | -1 | Tamaño pequeño (<300 μm) |

Fuente: Elaboración propia

El diseño utilizado corresponde a un modelo factorial completo en orden aleatorio, es decir, se realizan todas las combinaciones de factores (3) y niveles (2) con el fin de analizarlos estadísticamente mediante corridas escogidas de manera aleatoria por el *software* (esto para eliminar el deterioro de los equipos como factor influyente en el experimento). De acuerdo con la configuración de factores, niveles y réplicas se obtuvo un diseño con ocho

combinaciones y 16 corridas por realizar en orden aleatorio. Estas corridas, en conjunto con las combinaciones de factores y niveles se puede apreciar en la Tabla 5.

Dichas corridas fueron definidas utilizando duplicados para cada combinación, es decir, se utilizan dos muestras con igual combinación para examinarlas y así obtener un valor promedio del resultado, el cual es más representativo que utilizar solo una muestra.

Tabla 5: Combinaciones de corridas experimentales en orden aleatorio

| N° de corrida | Humedad | Tamaño | Sulfitado |
|---------------|---------|--------|-----------|
| Corrida 1 | 1 | 1 | 1 |
| Corrida 2 | 1 | -1 | 1 |
| Corrida 3 | -1 | -1 | 1 |
| Corrida 4 | 1 | 1 | 1 |
| Corrida 5 | 1 | -1 | -1 |
| Corrida 6 | -1 | 1 | -1 |
| Corrida 7 | 1 | -1 | 1 |
| Corrida 8 | -1 | 1 | 1 |
| Corrida 9 | -1 | 1 | -1 |
| Corrida 10 | 1 | -1 | -1 |
| Corrida 11 | -1 | -1 | 1 |
| Corrida 12 | 1 | 1 | -1 |
| Corrida 13 | -1 | -1 | -1 |
| Corrida 14 | 1 | 1 | -1 |
| Corrida 15 | -1 | 1 | 1 |
| Corrida 16 | -1 | -1 | -1 |

Fuente: Elaboración propia en base a Minitab19

Una vez configuradas las combinaciones de factores y niveles, se procede a experimentar y obtener los resultados esperados para el diseño factorial. Estos resultados hacen referencia al porcentaje de aceite extraídos desde las muestras de carozo pertenecientes a ROCOFRUT S.A y se obtuvo como valor máximo de extracción de aceite la configuración de baja humedad, carozo sulfitado y tamaño de partícula pequeño (-1 1 -1). Dicho valor promedió un 32,91% de extracción de aceite, mientras que el peor rendimiento se obtuvo con la configuración de la muestra que poseía alta humedad, carozo sulfitado y tamaño de partícula de carozo grande. El porcentaje de aceite extraído de esta muestra promedió un 0,48%. Los resultados de las combinaciones analizadas en el experimento se aprecian en la Tabla 6, donde los valores codificados del *software* se reemplazan solo por su signo para una mejor comprensión.

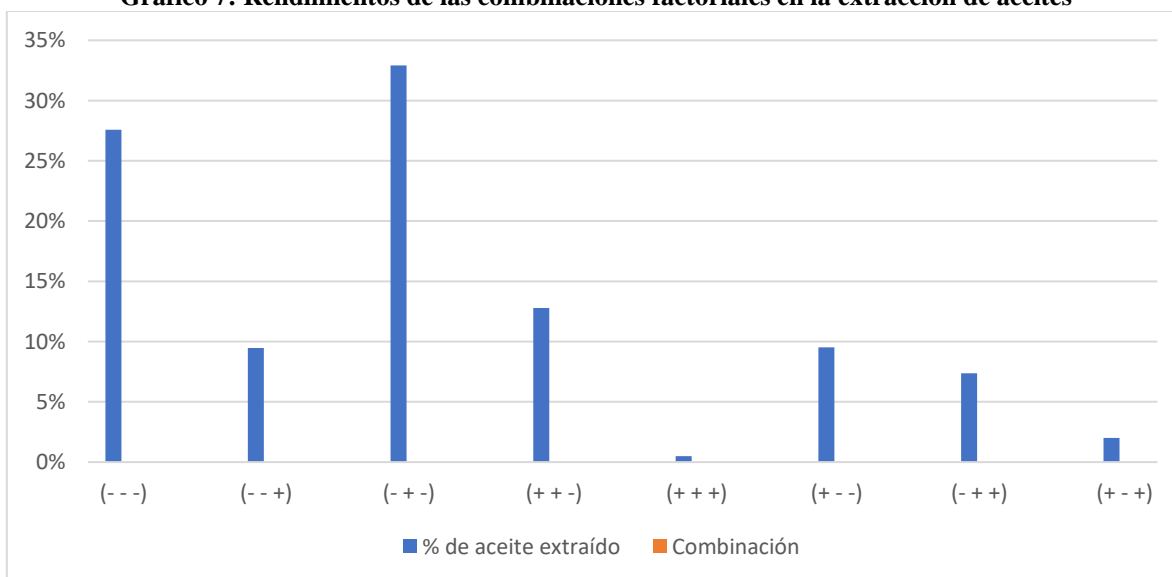
Tabla 6: Porcentaje de aceite extraído

| Combinación | Porcentaje (%) de aceite extraído |
|-------------|-----------------------------------|
| (- - -) | 28,6 |
| (- - -) | 26,5 |
| (- - +) | 6,7 |
| (- - +) | 12,2 |
| (- - -) | 11,4 |
| (- - -) | 8,9 |
| (- + -) | 35,1 |
| (- + -) | 30,7 |
| (+ + -) | 12,5 |
| (+ + -) | 13,1 |
| (+ + +) | 0,3 |
| (+ + +) | 0,6 |
| (+ - -) | 12,1 |
| (+ - -) | 6,9 |
| (- + +) | 3,6 |
| (- + +) | 11,1 |
| (+ - +) | 0,7 |
| (+ - +) | 3,2 |

Fuente: Elaboración propia en base a resultados experimentales

Para una mejor comprensión de los resultados obtenidos y de la magnitud que posee cada factor dentro de la combinación de éstos sobre la extracción de aceite del carozo de cereza, se presenta el Gráfico 7 con el promedio resultante de los duplicados de las muestras de cada combinación.

Gráfico 7: Rendimientos de las combinaciones factoriales en la extracción de aceites



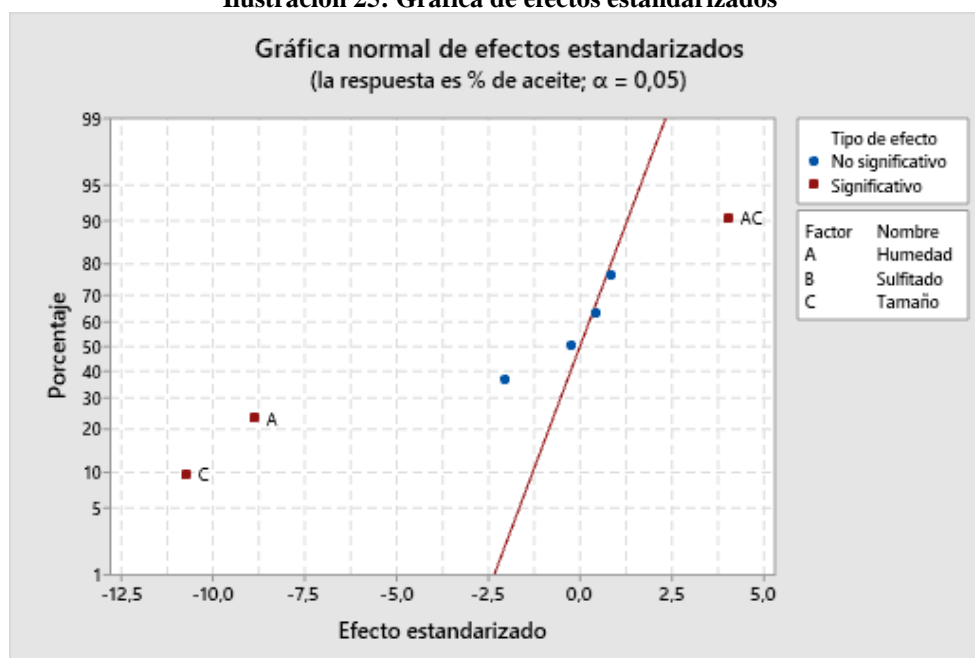
Fuente: Elaboración propia en base a resultados experimentales

5.2. Análisis de resultados experimentales

De acuerdo con los resultados obtenidos en las combinaciones de factores con sus niveles respectivos y, aplicando el *software* Minitab19, es posible analizar estadísticamente la influencia de cada factor sobre la variable respuesta, que en este caso es el rendimiento en la extracción de aceite de carozo de cereza.

El primer análisis se centró en la gráfica normal de efectos estandarizados, el cual tiene como finalidad clasificar a aquellos factores que son significativos sobre la variable respuesta. En este caso, se determinó que la humedad y el tamaño en el cual se tritura el carozo de cereza son influyentes en el desempeño de la extracción de aceite, así como la combinación de ambos factores. Esto se puede apreciar en la Ilustración 25.

Ilustración 25: Gráfica de efectos estandarizados

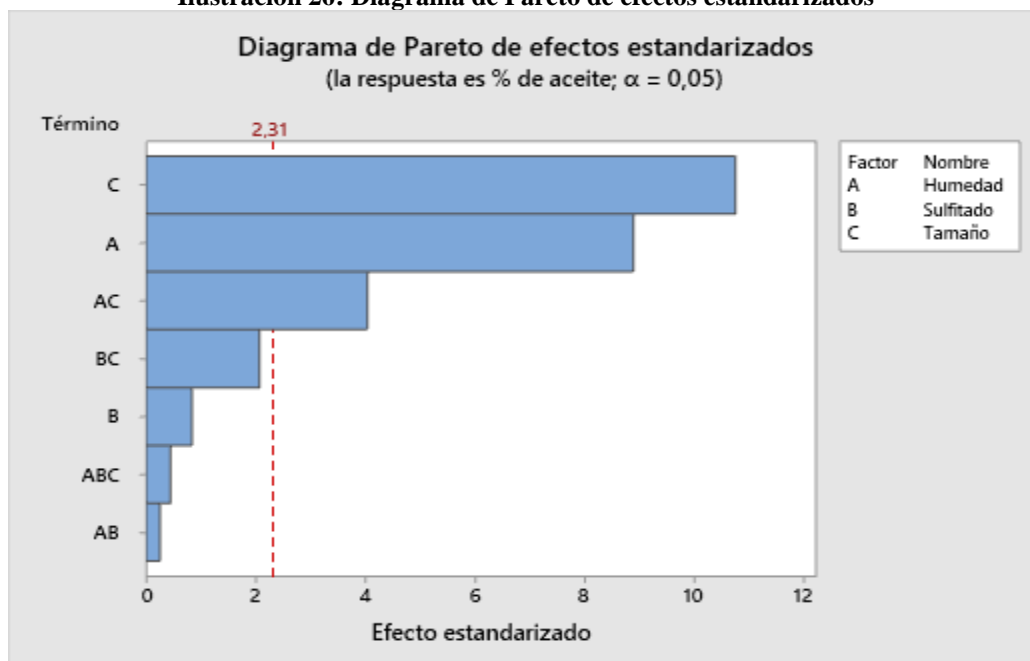


Fuente: Elaboración propia en base a resultados experimentales

Gracias al gráfico de Pareto realizado por el *software*, se puede apreciar de mejor manera aquellos factores que fueron clasificados como influyentes, así como también qué factor es más preponderante en la extracción de aceites. En este caso, se puede observar que el tamaño de la partícula presenta una mayor influencia por sobre la humedad y la combinación de éstos. También se puede apreciar que el factor sulfitado no es significativo

en este proceso, debido a que no supera el corte establecido por el modelo experimental. Esto se muestra en la Ilustración 26.

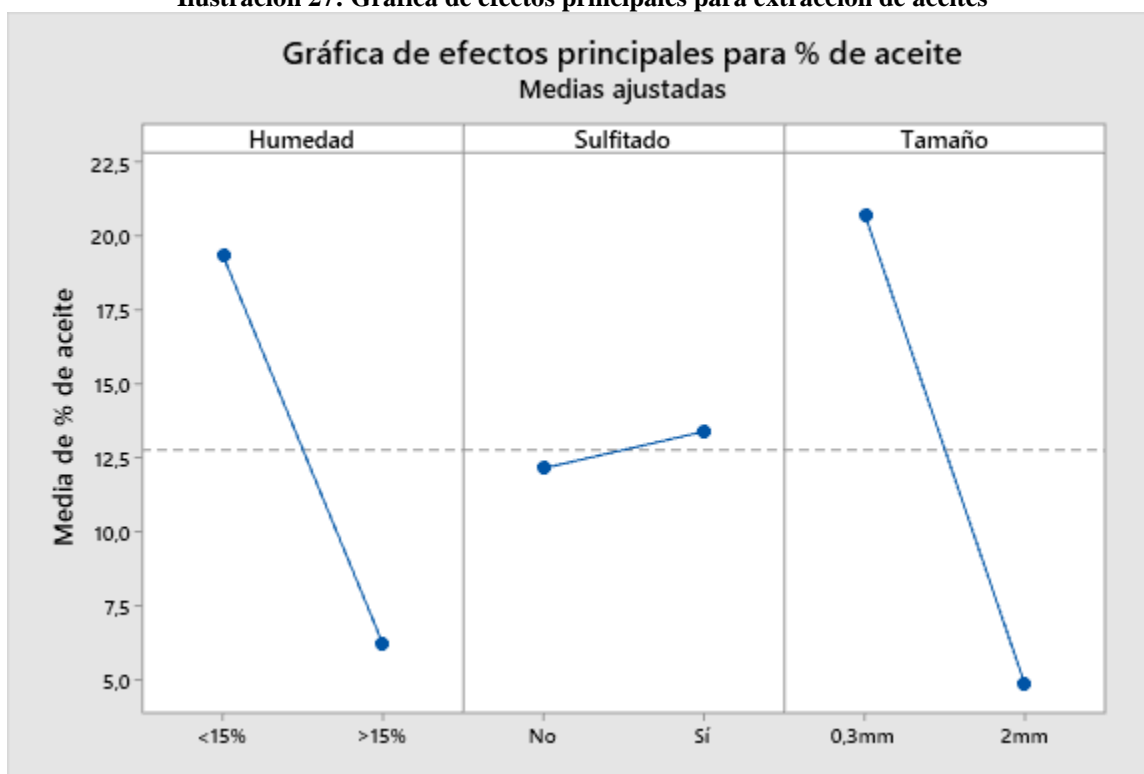
Ilustración 26: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados



Fuente: Elaboración propia en base a resultados experimentales

Una vez que se determina qué factores son los influyentes en el proceso de extracción de aceites, es necesario conocer además cuál es el efecto que éstos causan sobre la variable respuesta. En la Ilustración 27 se puede apreciar que el tamaño de la partícula es el factor que más efecto produce en la recuperación de aceite de carozo de cereza, puesto que el pasar desde una extracción con partícula de tamaño pequeño a una con partícula grande afecta negativamente el rendimiento del desprendimiento del aceite, de tal forma que éste cambia desde un 21% a menos del 4%. El segundo factor que presenta el efecto más grande es la humedad, ya que si se cambia desde un nivel de baja a uno de alta humedad el rendimiento de extracción disminuye alrededor de 13%. Por último, el factor menos significativo en relación con el efecto que causa sobre la variable respuesta es si el carozo fue sulfitado o no, ya que se puede apreciar que al estar el carozo sulfitado el rendimiento de extracción de aceite mejora levemente a si este mismo no lo estuviera, pero estadísticamente esta mejora no es significativa. Esto se debe gracias a que la diferencia entre si la muestra está sulfitada o no, genera un efecto de solo un 1% sobre el rendimiento en el proceso de extracción de aceite.

Ilustración 27: Gráfica de efectos principales para extracción de aceites



Fuente: Elaboración propia en base a resultados experimentales

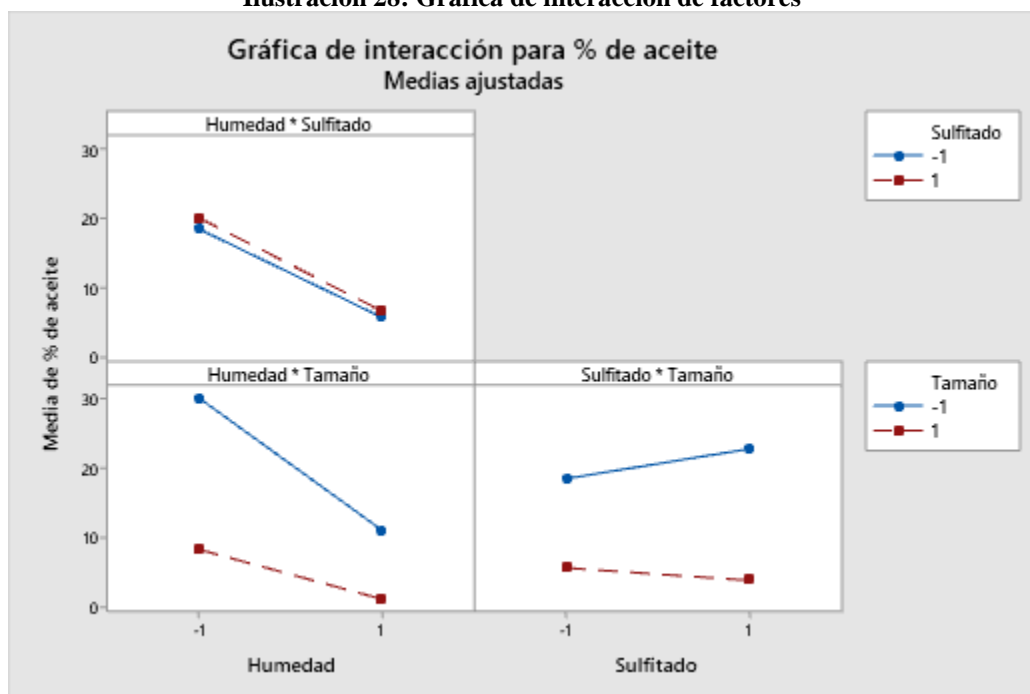
Es importante analizar la interacción que sufren estos tres factores en relación con el proceso de extracción de aceite. Para esto, se puede apreciar en la Ilustración 28 que a una baja humedad y sin sulfitar el carozo de cereza, se genera un rendimiento de extracción de aceite cercano al 19%, en cambio si la humedad fuera alta la recuperación de aceite disminuye a un 5% aproximadamente. Esta misma tendencia ocurre cuando el carozo está sulfitado, aunque posee niveles de extracción de aceite más altos. Cuando la humedad es baja, en este caso su recuperación de aceite es del 20%, mientras que si la humedad aumentara el resultado de la variable respuesta disminuye hasta un 5% aproximadamente. En síntesis, esto quiere decir que el hecho de que el carozo esté sulfitado genera los mismos efectos sobre una muestra con alta humedad y una con baja humedad, es decir, no es significativo.

En relación con la interacción entre la humedad y el tamaño de la partícula generado por la trituración del carozo, se puede decir que cuando la humedad es baja y el tamaño de la partícula grande se obtiene un resultado de extracción de aceite cercano al 10%, mientras que si la humedad fuera alta y el tamaño grande el rendimiento disminuye hasta valores

cercanos al 1%. Para el caso en que el tamaño de la partícula fuera pequeño, si la humedad de la muestra es baja el rendimiento supera el 30%. Si la humedad fuera alta ocurre un cambio negativo en el rendimiento y este disminuiría hasta un 12% aproximadamente. Con esto se puede decir que la humedad genera un efecto de mayor magnitud en las muestras con partículas pequeñas, por sobre las muestras de partículas grandes.

La última interacción por analizar corresponde a los factores sulfitados y tamaño de la partícula (o grano) del carozo. Para el caso en que el tamaño de la partícula es pequeño, si el carozo fue sulfitado el rendimiento en la recuperación de aceites se acerca al 23%, mientras que si el carozo no es sulfitado la capacidad de extracción disminuye a un poco menos del 20%. Si la partícula estuviera triturada de un tamaño grande los resultados cambian negativamente. Para este caso, si el carozo está sulfitado el rendimiento de extracción se acerca al 5%, mientras que, si no lo estuviera, su capacidad de recuperar el aceite asciende a un 7% aproximadamente. En conclusión, el sulfitado tiene efectos contrarios con respecto a los niveles del tamaño de partícula. Para el tamaño pequeño, al estar sulfitado el carozo el rendimiento mejora, en cambio en un tamaño grande el rendimiento empeora.

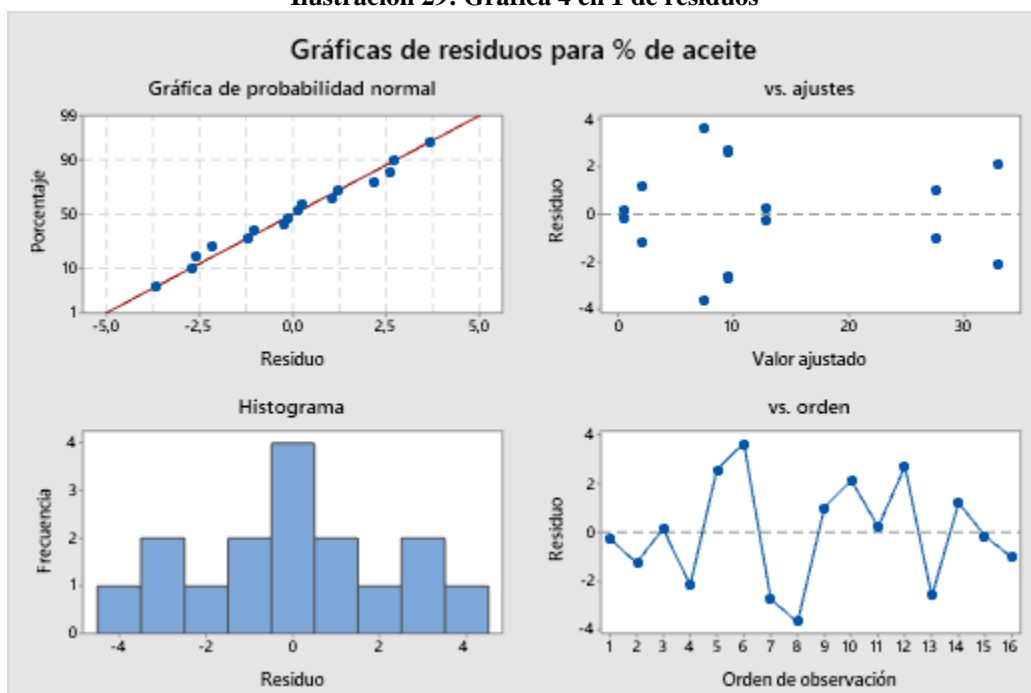
Ilustración 28: Gráfica de interacción de factores



Fuente: Elaboración propia en base a resultados experimentales

Para finalizar el análisis de los resultados, se presenta en la Ilustración 29 las gráficas de residuos, los cuales tienen por finalidad verificar los supuestos que se requieren detrás de un experimento. Con el gráfico de probabilidad normal se puede estimar si el modelo creado sigue un comportamiento estadístico normal. En este caso se puede apreciar que los datos están muy correlacionados, lo que hace referencia a que sí posee un comportamiento normal. Lo mismo ocurre con el histograma creado. En relación con el gráfico de orden de observación, se aprecia que no hay un orden definido, debido principalmente a la aleatoriedad al momento de definir las corridas experimentales. Finalmente, en el gráfico de ajustes decir que la variabilidad de las muestras duplicadas es normal, a excepción de la tercera combinación, la cual obtuvo una alta variabilidad en el rendimiento de extracción de aceites.

Ilustración 29: Gráfica 4 en 1 de residuos



Fuente: Elaboración propia en base a resultados experimentales

5.3. Conclusiones del experimento

Gracias al diseño experimental de tres factores se pudo crear un modelo de experimento que permitiera aclarar la influencia de los distintos factores que afectan en el rendimiento de extracción de aceite desde el interior del carozo de cereza.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el modelo factorial, se puede concluir que el factor con mayor influencia en el rendimiento para extraer aceite es el tamaño de la partícula en el cual es triturado el carozo. El experimento concluyó que, en el rango en el cual se está analizando, mientras menor sea el tamaño de la partícula, mejor será la recuperación de aceite. Por ello, se recomienda a la empresa estudiar la rentabilidad de la compra de una trituradora que produzca al menos una partícula de un tamaño de 300 μm (cifra utilizada para estimar el nivel bajo del factor tamaño de partícula) para una eficiente extracción de aceites. El segundo factor más influyente fue la humedad que cuenta el carozo de cereza. Con el experimento se dedujo de igual manera que, dentro del rango de análisis, mientras menor sea la humedad del carozo, mejor será el rendimiento para extraer aceite, por lo que a nivel industrial se recomienda estudiar económicamente el uso de una secadora que disminuya lo más posible la humedad de los carozos (entre un 10% y un 12%). En relación con el factor sulfitado, el modelo consideró que no era influyente en el rendimiento del proceso de recuperación de aceite debido al bajo efecto que este factor causa al pasar de un nivel a otro. Gracias a esto, se puede decir que no es necesario diseñar procedimientos nuevos para separar los carozos sulfitados de los no sulfitados que se encuentran en ROCOFRUT S.A, aunque sí se debería realizar futuros análisis con la finalidad de conocer si se contamina el aceite con esta sustancia.

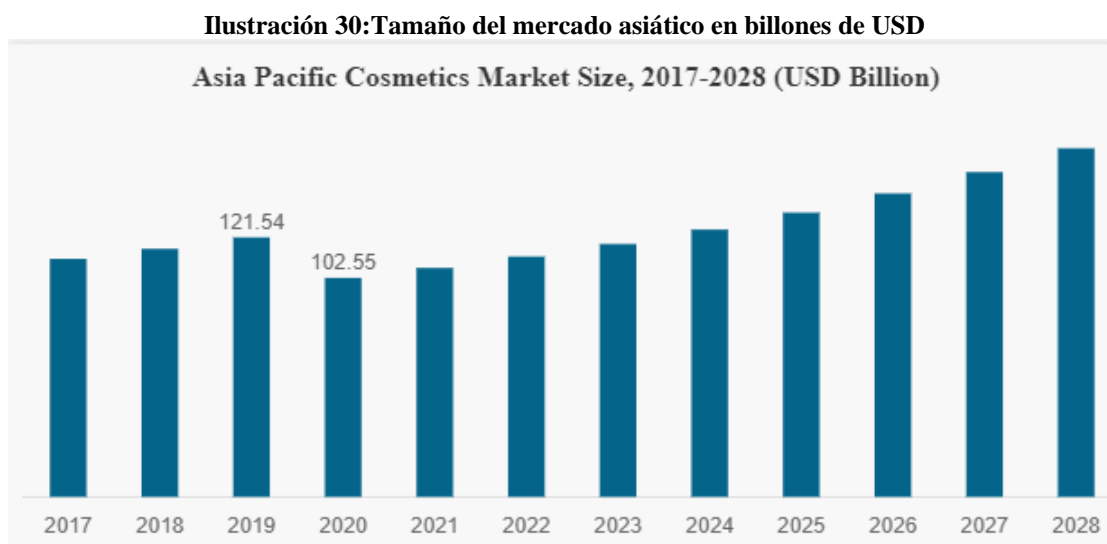
Para la producción de aceite, se recomienda utilizar una combinación de baja humedad, sin sulfitar y tamaño de partícula pequeño (- - -) o la combinación de baja humedad, carozo sulfitado y tamaño de la partícula pequeño (- + -), ya que así se podrá obtener el máximo rendimiento de extracción de aceites.

CAPÍTULO 6: PROPUESTA DE ESTUDIO DE MERCADO

En este capítulo se presentará la propuesta de estudio mercado para la venta de aceite de carozo de cereza, haciendo un análisis superficial del mercado nacional e internacional de la cosmética, así como de los aceites esenciales.

6.1. Mercado objetivo

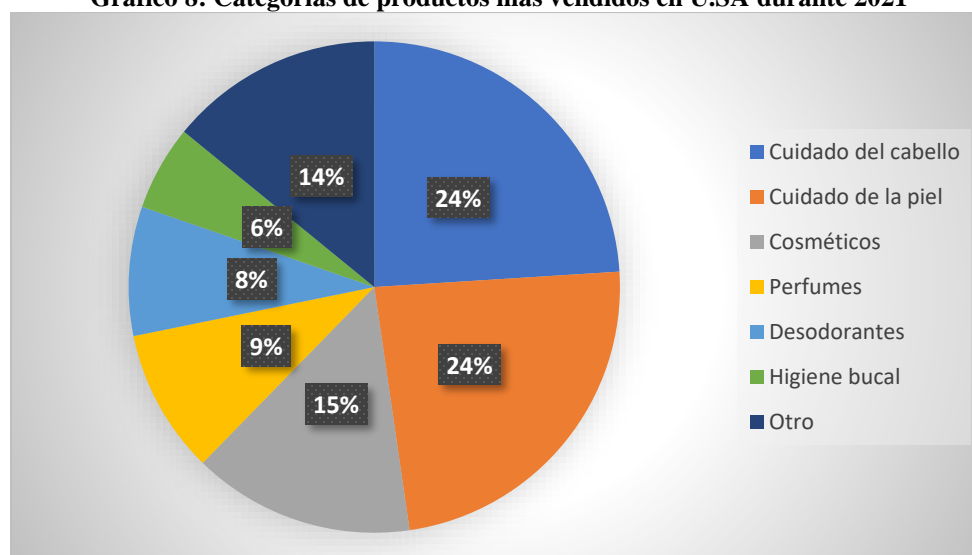
Debido a que el producto que se comercializará (aceite de carozo de cereza) presenta altas cantidades de antioxidantes y propiedades que ayudan a cuidar la piel y cabello de las personas, se destinará su uso para el mercado de la cosmética. Este mercado posee una gran variedad de productos para comercializar, distinguiéndose entre ellos por la finalidad que tenga o entregue al usuario. Actualmente este mercado genera ingresos por 287.940 millones de dólares debido a la alta demanda generada por personas que consumen estos productos ya sea para fines estéticos, presentación personal o para la higiene. Se espera que este mercado tenga un constante crecimiento hasta el año 2028, en donde se estima que las ganancias pueden llegar a los 415.290 millones de dólares (Fortune business insights, 2021). El crecimiento del mercado de la cosmética en Asia entre los años 2017 y 2028 se puede apreciar en la Ilustración 30.



Fuente: (Fortune business insights, 2021)

En relación con los tipos de cosméticos que más se venden en U.S.A, predominan con casi el 50% de las ventas los cosméticos dirigidos al uso de la piel y el cabello, con un 24% y 23,7% respectivamente. Dentro de estos grupos se pueden encontrar cremas, shampoo, acondicionadores, aceites esenciales, jabones, etc. Le siguen los cosméticos con un 15% y los perfumes con un 9%. Para finalizar esta lista, se encuentra con un 8% las ventas de desodorantes y con un 6% los productos de higiene bucal. El resto de las ventas (15%) pertenece a productos de otras categorías. Esto se puede apreciar en el Gráfico 8.

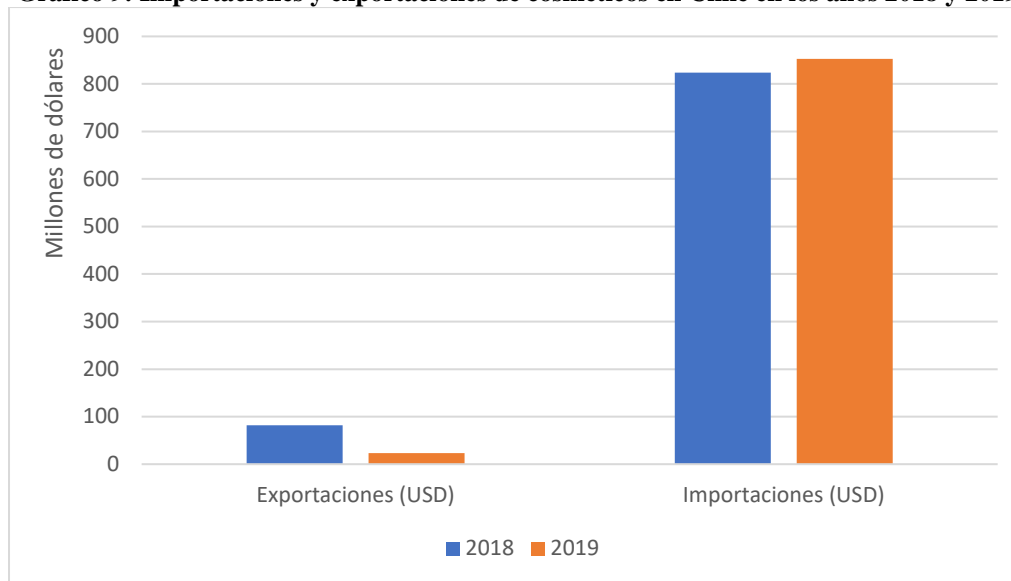
Gráfico 8: Categorías de productos más vendidos en U.SA durante 2021



Fuente: (Sickler, 2021)

En el mercado de la cosmética mundial se está generando un cambio en la conciencia de los consumidores, ya que hoy en día están agregando a sus preferencias productos que sean naturales, es decir, que no posean químicos en sus composiciones (Sickler, 2021). Además, van de la mano otras preferencias como el que la empresa no testeé sus productos en animales, debido a la conciencia que ha ido tomando la gente para evitar el sufrimiento que reciben los animales.

A nivel nacional, el mercado de los cosméticos en Chile genera ventas por más de 800 millones de dólares. Este mercado tuvo una baja en las exportaciones durante el año 2019, sufriendo una caída del 71,7%, pasando de los 81,7 millones de dólares en el año 2018, hasta los 23,1 millones de dólares en el 2019. En cambio, las importaciones sufrieron un efecto inverso. Para el año 2018 se realizaron 824 millones de dólares en importaciones de cosméticos, mientras que en el 2019 éstas aumentaron a 853 millones de dólares, lo que significa un aumento del 3,6%. Esto se puede apreciar de mejor manera en el Gráfico 9.

Gráfico 9: Importaciones y exportaciones de cosméticos en Chile en los años 2018 y 2019

Fuente: (Cámara de la industria cosmética de Chile, 2019)

El mercado de la cosmética se ha visto perjudicado por la crisis económica generada por la pandemia del COVID-19. Las únicas ventas que presentaron alzas de este sector fueron los productos relacionados a la higiene, como el jabón o aerosol. Sin embargo, en el año 2021 se han visto incrementadas las ventas debido principalmente a las festividades comerciales derivadas de los días del padre y la madre. En base a estos aumentos, se destaca que aquellos productos en que se obtuvieron las mayores ventas se encuentran los correspondientes a higiene y tocador con el 34%, le sigue los productos capilares con el 20%, cuidado de la piel con un 18%, luego las fragancias con un 17% y finalmente el maquillaje con un 8% (Reyes, 2021).

6.1.1. Análisis del mercado de aceites esenciales

El mercado en el cual se encuentra específicamente el aceite de carozo de cereza es el de los aceites esenciales, ya que éste “corresponde a concentrados de materia prima vegetal, intensamente aromáticos, no grasos, volátiles y ligeros obtenidos directamente de plantas, raíces, flores, hojas, árboles” (PromoFarma, 2017). En este caso, se obtiene desde el interior del carozo de cereza. Este aceite pertenece a la categoría de cuidado de la piel, así como también a la categoría de cuidado del cabello, ya que el aceite presenta características favorables al usarse sobre ellos. Algunos beneficios que presenta este aceite son los siguientes, según (Green Field, 2014):

- Mejora la elasticidad de los vasos sanguíneos
- Nutre y aporta brillo para el cabello
- Deja la piel nutrida e hidratada
- Posee efectos antioxidantes y protector de rayos UV

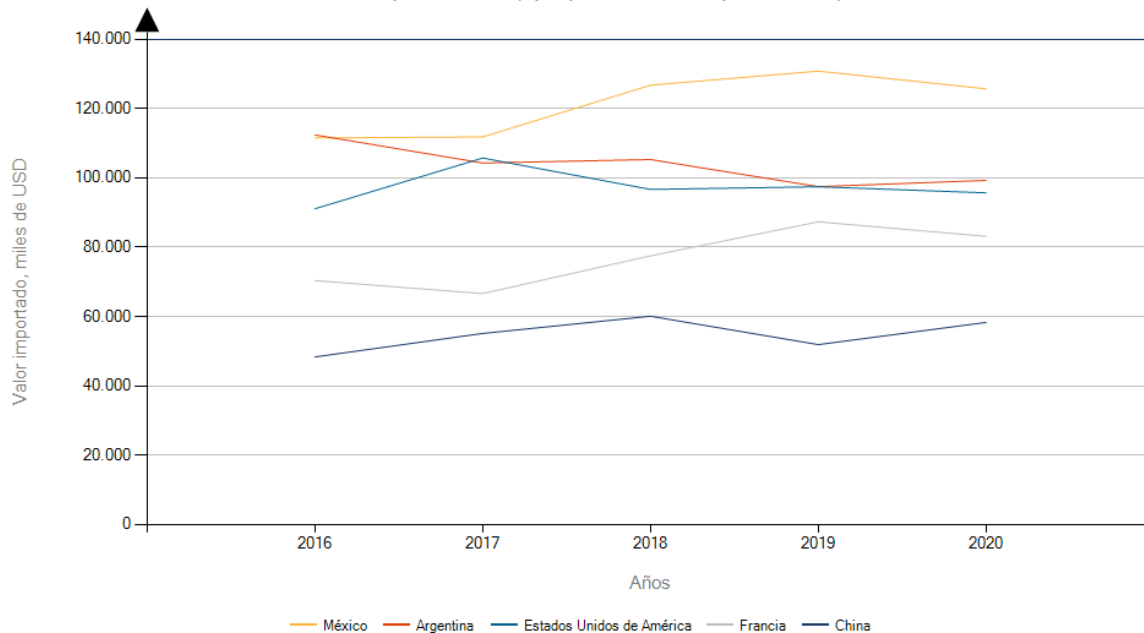
A nivel mundial, el mercado de los aceites esenciales se encuentra avaluado en 10.300 millones de dólares, el cual tiene una tendencia al alza con el paso del tiempo. Se estima que para el año 2026 se alcance los 16.000 millones de dólares en ventas, creciendo a una tasa compuesta del 9,3% entre los años antes mencionados (Markets and Markets, s.f.).

Dentro de los factores que afectan positivamente la demanda de los aceites esenciales se encuentra el COVID-19, ya que estos aceites se utilizan como ingredientes de productos alimenticios que fortalecen el sistema inmunitario, por lo que al aumentar el consumo de estos alimentos, aumenta también la demanda de los aceites esenciales. Otro factor positivo es el aumento en la demanda de productos naturales, puesto que la gente ha tomado conciencia y busca que éstos estén libres de químicos que puedan dañar su salud. Finalmente, el último factor que aumenta la demanda de aceites esenciales es el aumento de la gente que los utiliza como aromaterapia, especialmente en centros de relajación como pueden ser los spas. Por estas tres razones se explica el aumento de la demanda mundial de aceites esenciales (Markets and Markets, s.f.).

En el mercado chileno también se comercializan estos aceites, sin embargo, no a los niveles que se consumen en otros países debido a que no se ha masificado su uso. En la Ilustración 31 se aprecia los principales países desde los cuales se importan aceites esenciales a Chile, junto a la cantidad monetaria importada por año desde el 2016 hasta el 2020. El total del valor de importaciones ronda los 750.000 dólares, y se destaca México como el país con mayor importación, con más de 120.000 dólares. El país con menos importaciones de este grupo es China, con un poco menos de 60.000 dólares en el año 2020. Con todo esto se puede tener una idea más clara de la cantidad de aceite que se utiliza en el mercado de la cosmética chileno.

Ilustración 31: Valor de importaciones de aceites esenciales a Chile

Lista de los mercados proveedores para un producto importado por Chile
 Producto : 33 Aceites esenciales y resinoides; preparaciones de perfumería, de tocador o de cosmética



Fuente: (Trade map, 2021)

Debido a que el mercado chileno de la cosmética no presenta competidores en la venta de aceite de carozo de cereza, se hace más complicado planificar la venta de este producto ya que es un cosmético nuevo el cual la gente no conoce, del cual no se sabe cuánto el cliente estaría dispuesto a pagar y tampoco se conoce los principales medios para la comercialización de éste. Es por ello y otras dificultades más, que el estudio se centrará en una propuesta de estudio del mercado general basado en utilizar el aceite como materia prima para empresas productoras de otros cosméticos. La ventaja de realizar este enfoque es que se eliminan varios riesgos y procesos que demandan una gran cantidad de tiempo y costos, como lo sería un estudio de mercado profundo para un producto nuevo y el plan de marketing asociado a éste. Sin embargo, no deja de ser un desafío abrirse camino a en ese mercado y conseguir clientes, lo que puede representar altos costos comerciales.

6.1.2. Análisis de la demanda de aceites esenciales

Debido a que el mercado de los aceites esenciales está en constante crecimiento en relación con las ventas, es normal que se vayan sumando nuevos participantes que vean atractivo comercializar sus productos en él. Para hacerlo, es importante saber la cantidad de

competidores que hay para así estimar de manera realista un porcentaje del mercado que se abastecerá. En el mercado de los aceites esenciales, se puede encontrar en primera instancia como principales competidores a nivel mundial a las siguientes empresas:

- Cargill Inc. (EE. UU)
- DuPont (EE. UU)
- Koninklijke DSM NV (Países Bajos)
- dôTERRA International LLC (EE. UU)
- Givaudan SA (Suiza)
- Young Living Essential Oils (EE. UU)
- The Lebermuth Company, Inc. (EE. UU)
- Symrise (Alemania)
- Aceites esenciales de Nueva Zelanda (Nueva Zelanda)
- Mane (Francia)
- Rocky Mountain Oils LLC (EE. UU.)
- BIOLANDES SAS (Francia)
- Falcon (India)
- Farroti (Italia)

Se destaca a estados unidos como uno de los países con mayor cantidad de competidores a nivel mundial, lo que se asocia también a la gran cantidad de dinero que mueve esta industria en el país. Le siguen países como Francia, India y Países Bajos.

6.2. Conclusiones de estudio de mercado

De acuerdo con los análisis realizados, se aprecia que el mercado de la cosmética a nivel mundial presentó una baja por la crisis económica producida por el COVID-19, pero desde el 2021 se proyecta una mejora pasando de 280.000 millones de dólares a 415.000 millones

de dólares para el 2028. Este crecimiento va acompañado por productos con tendencias a lo natural, debido a las nuevas exigencias y preferencias que están tomando los consumidores. Los productos que mayormente concentran las ventas son los pertenecientes a las categorías de cuidado del cabello y la piel, con un 24% y 23,7% respectivamente, seguido por los cosméticos y desodorantes.

En cuanto al mercado de los cosméticos en Chile, las importaciones generadas han aumentado un 3,6% llegando a 854 millones de dólares en 2019, mientras que las exportaciones bajaron un 71,7%, llegando ese mismo año a los 23,1 millones de dólares.

En el mercado de los aceites esenciales se observa una tendencia al crecimiento que va desde los 10.000 millones de dólares actualmente hasta los 16.000 millones pronosticados en venta para el 2028. Es atractivo y conveniente entrar al mercado debido a que se requerirá de una mayor cantidad de materia prima que podría ser abastecida con el aceite producido en la nueva área productiva. Además, otro factor positivo para la comercialización del aceite de carozo de cereza es el cambio en la preferencia de los consumidores de cosméticos, ya que han ido tomando una conciencia a utilizar productos naturales por sobre los sintéticos. En relación con los competidores (los cuales podrían ser clientes también), éstos se encuentran en mayor cantidad en el mercado estadounidense, seguido por el europeo y asiático. De acuerdo con esto, se ve favorable la comercialización del aceite de carozo de cereza como un producto exportable hacia alguno de estos grandes mercados.

Esta propuesta de análisis de mercado ha sido un estudio superficial a la posible área en donde se podría comercializar el aceite de carozo de cereza, por lo que se recomienda realizar un estudio más profundo que identifique más factores influyentes para la comercialización del aceite.

Finalmente, se puede concluir que es asequible comercializar el aceite de carozo de cereza en el mercado de los aceites esenciales mediante la exportación a distintos países, ya que el dinero generado en la nueva área productiva alcanzaría una suma que se acerca al millón de dólares y que, al compararlo con el mercado objetivo, es muy pequeños.

CAPÍTULO 7: DISEÑO DEL SISTEMA DE OPERACIONES

En este capítulo se describirán los procesos productivos relacionados a la fabricación de aceite de carozo de cereza, así como el balance de materia de cada uno para conocer la capacidad productiva. Además, se realizará la selección de la maquinaria necesaria para finalmente crear el layout de instalaciones.

7.1. Diseño lógico de procesos de extracción del aceite

Para la producción de aceite de carozo de cereza se debe tomar en cuenta los factores analizados en el CAPÍTULO 5: EXPERIMENTO EXTRACCIÓN DE ACEITE, ya que de éstos depende la cantidad de aceite extraíble desde el interior del carozo de cereza. Para obtener las características del carozo que permitan extraer la mayor cantidad de aceite posible se deben realizar distintos procesos productivos relacionados al método de extracción por solvente.

7.1.1. Almacenar carozos de cereza

Consiste en trasladar el carozo de cereza hacia la zona de almacenaje. Para ello, un operario debe llevar, mediante una grúa, los bins con los cuescos desde la actual zona operativa de la empresa hasta la zona que se seleccione para el almacenaje. Con esto, se podrá tener bajo cuidado la materia prima que será utilizada para extraer el aceite.

7.1.2. Pesar carozo de cereza

Este proceso tiene por finalidad conocer la masa de materia prima que será procesada, para así llevar un control productivo riguroso y poder estimar de buena manera el aceite resultante. Así, se podrá comparar el aceite que se debería haber extraído y lo que se pudo extraer, para analizar alguna causa problema. Este proceso demora un tiempo de 0,01 horas.

7.1.3. Triturar los carozos de cereza

Una vez que el carozo es almacenado, se debe llevar hacia una trituradora con el fin de disminuir el tamaño de la partícula y así hacer más eficiente la extracción del aceite. Esto debido a que mientras mayor sea el tamaño del grano peor será el rendimiento de extracción de aceite, ya que el solvente recupera el aceite que se encuentra en la superficie del grano. Dicho proceso toma un tiempo estimado de 1 hora.

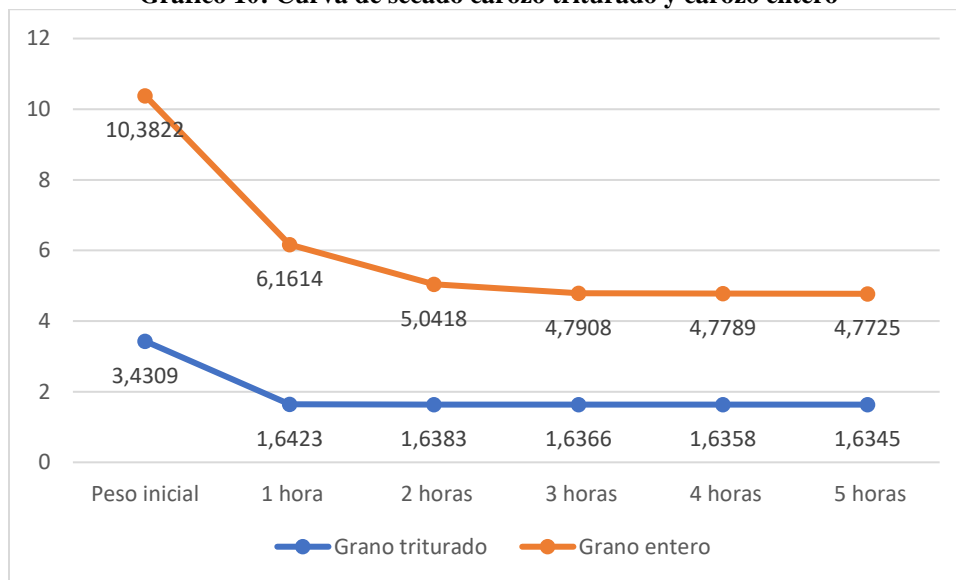
7.1.4. Secar carozos de cereza

El carozo que es triturado debe ser introducido en secadoras industriales para disminuir su humedad y así obtener un producto con una humedad menor al 12%. De acuerdo con la

temperatura a la cual sea configurada el equipo, será el tiempo que demore en secar el carozo. La finalidad es disminuir la humedad para así obtener una mayor cantidad de aceite extraído.

Para estimar el tiempo de este proceso, se realizó la curva de secado del carozo durante un lapso de cinco horas. El experimento se realizó con una muestra de carozo entero y otra de carozo triturado, dentro de un horno de secado de tipo bandeja a 110° C. Ambas muestras poseían una humedad inicial cercana al 51% y la idea del experimento era analizar qué muestra demoraba menos tiempo en alcanzar el 12% de humedad recomendado, con la finalidad de estimar qué forma (carozo entero o triturado) tomaba un tiempo de secado menor y así disminuir el consumo energético de este proceso. Esta curva de secado se puede apreciar en el Gráfico 10.

Gráfico 10: Curva de secado carozo triturado y carozo entero



Fuente: Elaboración propia en base a resultados experimentales

En la Ecuación 1 y Ecuación 2 se aprecia el cálculo necesario para saber cuánto peso (en gramos) debe tener cada muestra para poseer un 12% de humedad, esto debido a que la información que aporta la curva de secado tiene como finalidad mostrar la evolución del peso de la muestra a través del tiempo. Para dicho cálculo, se toma como parámetros el peso inicial de la muestra (en gramos), así como el peso de agua (en gramos) total que poseía esta muestra. Para este último dato, se debe multiplicar la cantidad de humedad de la muestra por el peso inicial que ésta tenía.

Ecuación 1: Cálculo de peso de carozo triturado con humedad al 12%

$$\text{Peso de agua de carozo triturado} = \text{Peso inicial} \times \% \text{ de humedad total}$$

$$\text{Peso de agua de carozo triturado} = 3,4309g \times 0,5331$$

$$\text{Peso de agua carozo triturado} = 1,829g$$

$$\text{Peso carozo triturado con 12\% de humedad} = 3,4309 - (1,829 \times 0,88)$$

$$\text{Peso carozo triturado con 12\% de humedad} = 1,821g$$

Fuente: Elaboración propia en base a resultados experimentales

Ecuación 2: Cálculo de peso de carozo entero con humedad del 12%

$$\text{Peso de agua de carozo entero} = \text{Peso inicial} \times \% \text{ de humedad total}$$

$$\text{Peso de agua de carozo entero} = 10,3822g \times 0,5135$$

$$\text{Peso de agua carozo entero} = 5,3312g$$

$$\text{Peso carozo entero con 12\% de humedad} = 10,3822 - (5,3312 \times 0,88)$$

$$\text{Peso carozo entero con 12\% de humedad} = 5,6907g$$

Fuente: Elaboración propia en base a resultados experimentales

Gracias a ambos cálculos, se puede apreciar que el grano triturado demora menos tiempo en secar, ya que al cabo de una hora alcanza el 12% de humedad, mientras que el carozo entero demora un tiempo estimado entre una y dos horas para lograrlo. Con estas condiciones experimentales, se puede concluir que resulta mejor secar el grano triturado, ya que demora menos tiempo y a la vez consume menos energía de procesamiento. Además, con este resultado se aprecia que debe triturarse el carozo antes de secarlo.

7.1.5. Extraer aceite desde el interior del carozo de cereza

Después que el carozo es secado hasta una humedad menor del 14%, se procede a introducirlo a un estanque en conjunto al disolvente por utilizar. En el interior del estanque también se debe encontrar una paleta que vaya girando y mezclando las partículas de carozo con el disolvente, con el fin de que se extraiga el aceite de todas las partículas de carozo. Este proceso toma un tiempo estimado de 8 horas.

Una vez que pasa el tiempo estimado del proceso anterior, se debe separar mediante filtros muy finos la parte sólida y líquida resultante, para así utilizar el carozo desgrasado como combustible en el proceso de secado. La parte sólida queda por encima de la malla, mientras que la líquida se debe trasladar a otro estanque para separar el solvente del aceite. La separación del carozo desgrasado dura alrededor de 0,5 horas.

7.1.6. Evaporar solvente

Se debe calentar mediante tuberías de cobre la sustancia líquida para que se evapore el disolvente y así separarlo del aceite. Al momento de la evaporación del disolvente, se debe contar con un equipo refrigerante que se ubique en la parte superior del estanque y así, al momento que el disolvente en forma de vapor entre en contacto con el refrigerante, éste se condensa y pueda ser reutilizado para otros procesos de extracción. Dicho proceso requiere de un tiempo estimado de 1 hora.

7.1.7. Envasar el aceite

Una vez que se obtiene el aceite, éste se debe envasar según como se desee comercializar. Para ello, se puede ofrecer en tambores de 25 litros, 50 litros o 100 litros. Este proceso toma un tiempo estimado de 0,5 horas.

A modo resumen, se presenta la Tabla 7, en donde se aprecian los tiempos productivos de cada proceso, así como el tiempo productivo total necesario para realizar un lote de aceite de carozo de cereza.

Tabla 7: Tiempo de procesamiento total

| Proceso | Tiempo requerido (hora) |
|-------------------------------|-------------------------|
| Pesar carozo de cereza | 0,01 |
| Triturar carozo de cereza | 1 |
| Secar carozo de cereza | 1 |
| Extraer aceite | 8 |
| Separar carozo desgrasado | 0,5 |
| Evaporar disolvente | 1 |
| Envasar aceite | 0,5 |
| Tiempo total de procesamiento | 12,01 |

Fuente: Elaboración propia en base.

7.2. Capacidad productiva de área de extracción de aceite

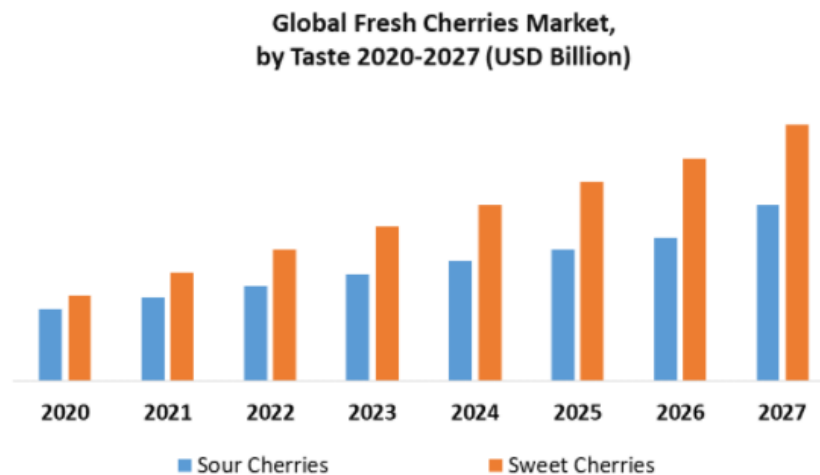
Es importante estimar la capacidad productiva de la nueva área de extracción de aceites, ya que de acuerdo con esta capacidad se podrán seleccionar de buena forma las maquinarias y espacios necesarios para el buen funcionamiento de la empresa. Además, este dato es

importante para poder planificar las operaciones que se llevarán a cabo en la nueva área productiva.

7.2.1. Demanda anual

Al estimar que los niveles productivos como monetarios que se esperan obtener al confeccionar todo el carozo disponible en la empresa son muy bajos en comparación al dinero que genera el mercado de los aceites esenciales, se ha determinado establecer como demanda anual todo el carozo que se obtiene desde la zona de sulfitado dentro un año productivo normal en ROCOFRUT S.A. Además, se ha decidido tomar en cuenta, en relación con la demanda por satisfacer, el creciente mercado que se pronostica para la venta de cerezas en el futuro y que afectará positivamente los niveles productivos de ROCOFRUT S.A. Así mismo, se espera que la nueva área productiva se vea favorecida con esto y aumente la cantidad de materia prima disponible para procesar. Este incremento se planificará para un tiempo estimado de cinco años, debido a la evaluación estratégica que quiere realizar ROCOFRUT S.A una vez termine este tiempo. En la Ilustración 32 se puede apreciar el comportamiento del mercado de la cereza en los próximos años.

Ilustración 32: Crecimiento pronosticado del mercado de la cereza



Fuente: (Maximize market research, 2021)

La cantidad de carozo disponible desde ROCOFRUT S.A equivale al 14% (peso aproximado del carozo) de los kilogramos de cereza procesados. Para el caso de estudio, se espera contar con 420.000 kg de carozos de cereza dentro del año 2022, a lo que hay que

agregar el crecimiento que tendrá el mercado de la cereza en los próximos 5 años, el cual se pronostica que sea del 7,4% (Maximize market research, 2021). Con esto en mente, se estima entonces una demanda productiva de 451.080 kg/año, apreciable en la Ecuación 3.

Ecuación 3: Demanda anual proyectada

$$\text{Cantidad de materia prima disponible} = 3.000.000 \text{ kg} \times 14\%$$

$$\text{Cantidad de materia prima disponible} = 420.000 \text{ kg}$$

$$\text{Cantidad de materia prima disponible proyectada} = 420.000 \text{ kg} \times 107,4\%$$

$$\text{Cantidad de materia prima disponible proyectada} = 451.080 \text{ kg}$$

Fuente: Elaboración propia en base a información del departamento de operaciones

7.2.2. Calendario laboral

Para la estimación de los días laborales del año de la nueva área productiva, se ha decidido por conveniencia trabajar los mismos días que ROCOFRUT S.A, es decir, de lunes a viernes desde las 8:00 hasta las 17:40 horas. Los días feriados que no se trabajarán en el 2022 se aprecian en la Tabla 8.

Tabla 8: Feriados laborales año 2022

| Festividad | Día |
|--|------------------|
| Año nuevo | 1 de enero |
| Viernes santo | 15 de abril |
| Sábado santo | 16 de abril |
| Día del trabajador | 1 de mayo |
| Día de las glorias navales | 21 de mayo |
| San Pedro y San Pablo | 27 de junio |
| Día de la virgen del Carmen | 16 de julio |
| Asunción de la virgen | 15 de agosto |
| Fiestas patrias | 17 de septiembre |
| Primera junta nacional de gobierno | 18 de septiembre |
| Día de las glorias del ejército | 19 de septiembre |
| Día de la raza | 10 de octubre |
| Día de las iglesias evangélicas y protestantes | 31 de octubre |
| Día de todos los santos | 1 de noviembre |
| Inmaculada Concepción | 8 de diciembre |
| Navidad | 25 de diciembre |

Fuente: Elaboración propia en base a (Public Holidays, 2021)

Con estos días ya en consideración, se han calculado en la Ecuación 4 los días productivos que tendrá la nueva área durante el año 2022, mientras que en la Tabla 9 los horarios laborales de la nueva área productiva.

Ecuación 4: Días productivos 2022

$$\text{Días de trabajo} = \text{Días año} - \text{Feriados} - \text{Findesemana} + \text{Findesemana feriados}$$

$$\text{Días de trabajo} = 365 - 16 - 105 + 7$$

$$\text{Días de trabajo} = 251 \text{ días}$$

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: Horario de trabajo nueva área productiva

| Turno de trabajo | |
|---------------------|-----------------------|
| Horario de trabajo | 08:00 hrs a 17:40 hrs |
| Días de trabajo | Lunes a viernes |
| Horario de colación | 13:00 hrs a 13:40 hrs |

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de las horas efectivas de trabajo, es decir, las horas en las cuales en verdad se trabaja en la empresa, es necesario estimar una eficiencia diaria de los trabajadores. Una vez estimada esta eficiencia, se calcula las horas efectivas en base a las horas del turno descontando la hora de colación y luego se multiplica ambos factores. En la Ecuación 5 se puede apreciar la estimación de las horas efectivas trabajadas en la empresa.

Ecuación 5: Horas efectivas de trabajo

$$\text{Horas efectivas por turno} = \text{Eficiencia} \times (\text{Horas turno} - \text{Horas colación})$$

$$\text{Horas efectivas por turno} = 0,7 \times \left(9,66 \frac{\text{horas}}{\text{turno}} - 0,66 \frac{\text{horas}}{\text{turno}} \right)$$

$$\text{Horas efectivas por turno} = 6,3 \frac{\text{horas}}{\text{turno}}$$

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 10 se aprecian los valores de mayor importancia que se han obtenido de este apartado y que serán utilizados para el cálculo de la capacidad productiva de la empresa.

Tabla 10: Resumen calendario laboral de nueva área productiva

| Categoría | Cantidad | Unidad |
|--------------------------------------|----------|-------------|
| Días año 2022 | 365 | Días/año |
| Feriados | 16 | Días/año |
| Sábados y domingos del año | 105 | Días/año |
| Sábados y domingos feriados | 7 | Días/año |
| Días laborales | 251 | Días/año |
| Turnos de trabajo | 1 | Turno/día |
| Horas por turno | 9,66 | Horas/turno |
| Horas de colación por turno | 0,66 | Horas/turno |
| Horas de trabajo por turno | 9 | Horas/turno |
| Horas efectivas de trabajo por turno | 6,3 | Horas/turno |
| Horas al año de trabajo efectivo | 1.581,3 | Horas/año |

Fuente: Elaboración propia

7.2.3. Capacidad productiva

Es importante estimar la capacidad de producción de la nueva área ya que con ella se podrá realizar el diseño lógico y físico de ésta. Una vez que se estima la capacidad, se podrá seleccionar la maquinaria para los procesos de extracción de aceite que se adecúe a los requerimientos productivos de la empresa. Además, dependiendo de la capacidad que deban tener dichas máquinas, se conocerá las dimensiones específicas de ellas y así en conjunto a los demás equipos se podrá estimar el tamaño físico que deba tener la nueva área productiva.

Para la estimación de la capacidad productiva que debería poseer la nueva área de extracción de aceite, es necesario tomar en cuenta la demanda que se deberá satisfacer dentro de un año, así como también el tiempo disponible de trabajo dentro de este mismo año. El cálculo se puede apreciar en la Ecuación 6.

Ecuación 6: Cálculo de capacidad productiva por hora

$$\begin{aligned}
 \text{Capacidad productiva} &= \frac{\text{Demanda anual}}{\text{Tiempo laboral disponible}} \\
 \text{Capacidad productiva diaria} &= \frac{450.080 \text{ kg}}{251 \text{ días}} \\
 \text{Capacidad productiva diaria} &= 1793,47 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \\
 \text{Capacidad productiva por hora} &= \frac{1.793,47 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{6,3 \frac{\text{hora}}{\text{día}}} \\
 \text{Capacidad productiva por hora} &= 284,67 \frac{\text{kg}}{\text{hora}}
 \end{aligned}$$

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que la extracción de aceite de carozo de cereza presenta procesos productivos que demoran varias horas y que no pueden ser ejecutados en forma paralela, se ha decidido realizar una producción por lotes de aceites. Estos lotes se producirán diariamente en base al carozo disponible del día anterior desde la zona de sulfitado en ROCOFRUT S.A. Por esta razón, se tomará como capacidad productiva los 1.793,47 kg.

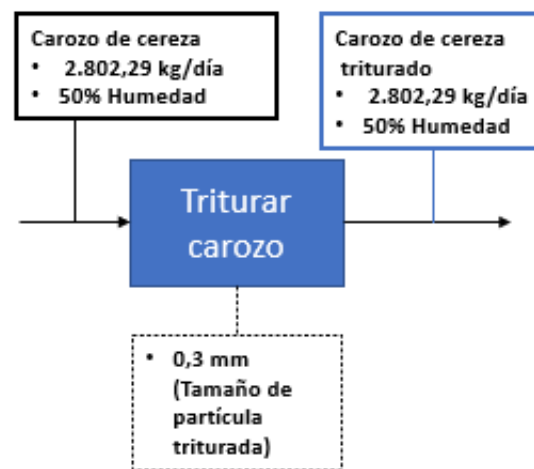
7.3. Balance de materia proceso de extracción de aceite

El balance de materia ayuda a entender de mejor manera cuales son los flujos de materia que circulan a través de los procesos. Además, con estos flujos se puede estimar la capacidad productiva que debe poseer cada uno de los procesos para la producción de aceite de carozo de cereza. Así, se podrá seleccionar de mejor manera los equipos necesarios para el buen funcionamiento de la nueva área productiva.

7.3.1. Balance de triturado de carozo

En este proceso se incorpora el carozo de cereza húmedo proveniente desde almacenado. Dicho flujo corresponde a 2.802,29 kg/día, el cual posee una humedad del 50% y al ser triturado se obtiene un carozo de cereza particulado con un tamaño de 0,3 milímetros y un flujo de salida igual al de entrada. Esto se puede apreciar en la Ilustración 33.

Ilustración 33: Balance de materia triturado de carozo



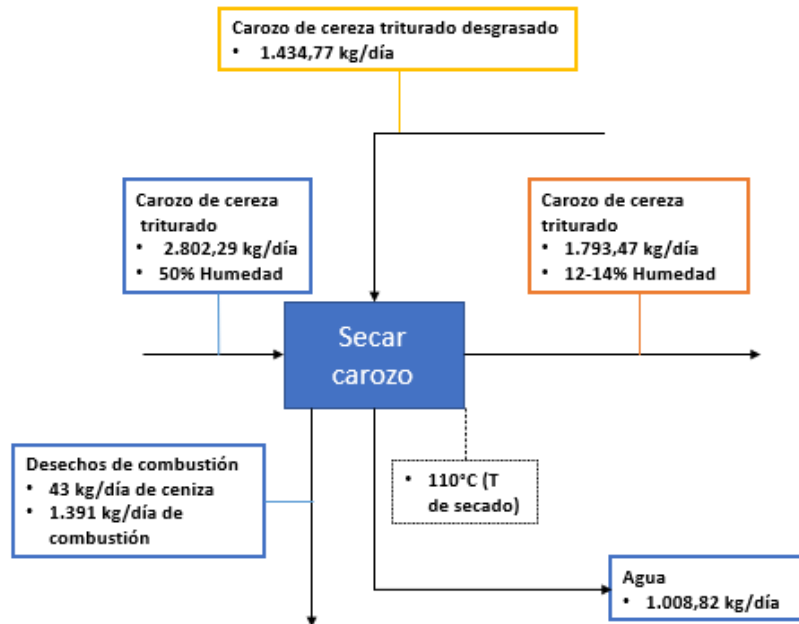
Fuente: Elaboración propia

7.3.2. Balance de secado de carozo

La entrada de este proceso corresponde al carozo triturado con 50% de humedad y un flujo de materia de 2.802,29 kg/día. Además, otro flujo de entrada corresponde al carozo que fue desgrasado en procesos posteriores y que sirve como combustible para alimentar el secador. Dicho flujo es de 1.434,77 kg/día. Los flujos de salida corresponden al carozo triturado con una humedad del 12%, cuyo flujo es de 1.793,47 kg/día y el agua que se extrae desde los

carozos, lo que equivale a 1.008,82 kg/día. Además, se eliminan 1.391 kg/día de desechos gaseosos producto de la combustión de los carozos, así como 43 kg/día de cenizas. Esto se puede apreciar en la Ilustración 34.

Ilustración 34: Balance de materia secado de carozo

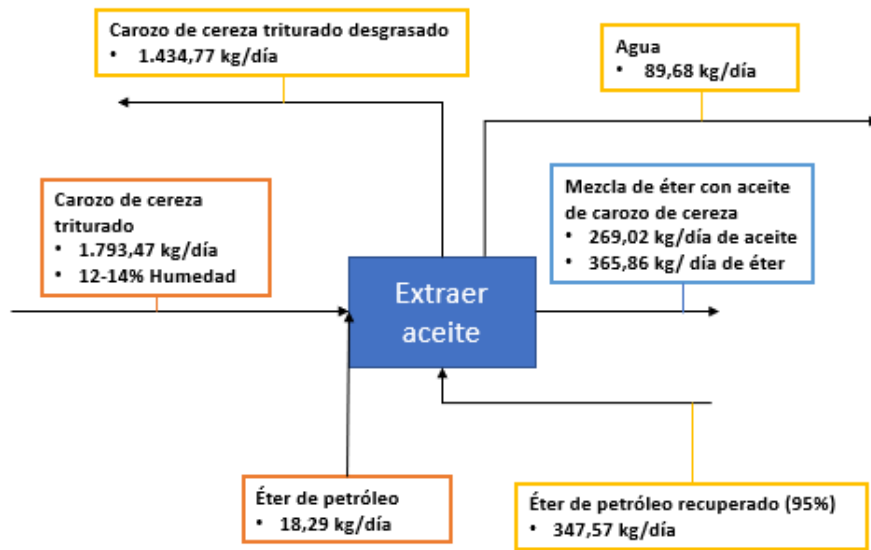


Fuente: Elaboración propia

7.3.3. Balance de extracción de aceite

En este proceso el carozo de cereza con 12% de humedad y triturado a 0,3 mm se vierte sobre un estanque a un flujo de 1.793,47 kg/día, en conjunto a éter de petróleo que posee un flujo de 18,29 kg/día. Además, a este proceso ingresa un flujo de éter que es recuperado del proceso de evaporación siguiente y que es reutilizado en la extracción de aceite, el cual equivale a 347,57 kg/día. Como resultado de este proceso se obtiene una mezcla de aceite con éter de petróleo, cuyos flujos corresponde a 269,02 kg/día de aceite y 365,86 kg/día de éter. Además, se obtiene carozo de cereza desgrasado que se incorpora al proceso de secado como combustible. Este flujo corresponde a 1.434,77 kg/día. Finalmente, por presencia del éter, el carozo desgrasado pierde humedad hasta llegar al 10%, lo que equivale a una pérdida de agua de 89,68 kg/día. Esto se puede apreciar en la Ilustración 35.

Ilustración 35: Balance de materia extracción de aceite

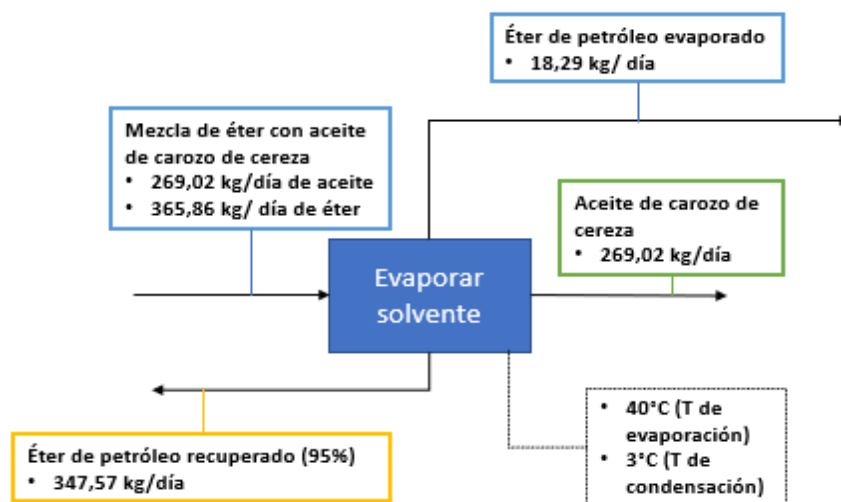


Fuente: Elaboración propia

7.3.4. Balance de evaporación de solvente

A este proceso entra la mezcla de aceite y éter de petróleo, con flujos de 269,02 kg/día y 365,86 kg/día respectivamente. Como salida principal se tiene el flujo de aceite de carozo limpio, el cual equivale a 269,02 kg/día. Los otros flujos de salida corresponden a éter, el primero que es evaporado y condensado para ser reutilizado en el proceso de extracción de aceite equivale a 347,57 kg/día, mientras que el otro flujo es el éter que se evapora al medioambiente, equivalente a 18,29 kg/día. Esto se aprecia en la Ilustración 36.

Ilustración 36: Balance evaporación de solvente

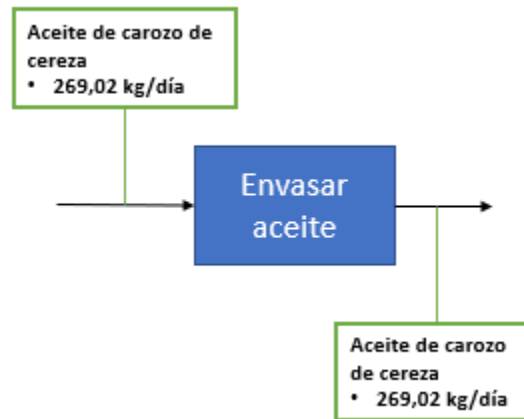


Fuente: Elaboración propia

7.3.5. Balance de envasado de aceite

La entrada de este proceso corresponde al aceite de carozo de cereza limpio, el cual posee un flujo de 269,02 kg/día. La única salida del envasado corresponde al mismo aceite que es almacenado en tambores para su próxima comercialización, el cual tiene un flujo de 269,02 kg/día. Esto se puede apreciar en la Ilustración 37.

Ilustración 37: Balance de envasado de aceite



Fuente: Elaboración propia

A modo de resumen, se aprecia en el Anexo 7 el balance de materia general de los procesos que conlleva la extracción de aceites, en donde se puede apreciar todos los flujos y la masa de cada uno de ellos.

7.4. Selección de maquinaria

Para el proceso de selección de maquinaria se utilizará la herramienta de matriz multicriterio. Con esto se espera tomar la mejor decisión en base a la ponderación de los criterios que la empresa estime convenientes para elegir la maquinaria necesaria en la nueva área productiva.

Para la ponderación de los criterios, primero se realiza un análisis cualitativo entre éstos con el fin de conocer cuál es más importante que otro y con dicho resultado, se realiza una evaluación cuantitativa puntuando cada una de las relaciones entre criterios. Esta evaluación cuantitativa se encuentra dada en una escala de uno a diez puntos, en donde 10 es el máximo valor. Con esto, el criterio que obtenga una mayor cantidad de puntos poseerá

la mejor ponderación y se convertirá en el más influyente a la hora de seleccionar la maquinaria.

Luego, para el cálculo de las calificaciones relacionadas a las características de la maquinaria que se debe evaluar se utiliza una escala entre uno y diez puntos. Dicha escala se puede medir de dos maneras; una directa y otra indirecta. Además, al momento de puntuar las características de los equipos se debe tomar en cuenta la diferencia de proporción que existe entre ellos.

El cálculo directo es aquel que evalúa en orden ascendente el mejor comportamiento de las características del equipo, es decir, a un mejor rendimiento de la característica mayor será el puntaje otorgado. Esto se aprecia en la Ecuación 7.

Ecuación 7: Cálculo directo para el puntaje de criterio de selección de maquinaria

$$Puntaje\ equipo\ criterio_i = \frac{Valor\ criterio_i}{Valor\ máximo\ criterio_i} \times 10$$

Fuente: (Mateo Elgueda).

El cálculo indirecto tiene la lógica contraria, es decir, a un mejor rendimiento de la característica se otorgará un valor puntuado menor. Esto sirve para casos en donde el criterio del equipo le significa a la empresa mayores problemas asociados a costos, espacio físico o contaminación al medio ambiente. Este cálculo se puede apreciar en la Ecuación 8.

Ecuación 8: Cálculo indirecto para el puntaje de criterio de selección de maquinaria

$$Puntaje\ equipo\ criterio_i = \frac{Valor\ mínimo\ criterio_i}{Valor\ criterio_i} \times 10$$

Fuente: (Mateo Elgueda).

Se debe tomar en cuenta que, en caso de ser necesario, se debe tomar en cuenta la compra de dos o más equipos. Además, hay que decir que los precios de los productos importados se encuentran en precios FOB.

7.4.1. Elección de secador

Para la selección de la secadora se tomó en cuenta aquellas de tipo rotatorio, ya que la forma en que seca el material disminuye los tiempos y costos de proceso. Además, se




obtiene un producto seco homogéneamente, lo que mejora el rendimiento de extracción de aceite. Se tomaron en cuenta tres criterios para la selección del equipo, los cuales son:

- **Capacidad productiva:** hace referencia a la cantidad de carozo que puede albergar y secar dentro de la máquina por unidad de tiempo (hora). Mientras mayor sea dicho valor, mejor calificado será.
- **Precio:** corresponde al valor de adquisición monetario en pesos chilenos que tiene el equipo. A un mayor precio peor será la evaluación del equipo.
- **Consumo energético:** se refiere a la cantidad de energía (kW) que consume el equipo. A un mayor consumo peor será la calificación que recibirá la máquina, debido a que genera costos de operación mayor para la empresa.
- **Dimensiones:** corresponde al tamaño del equipo. A un mayor tamaño peor será evaluado, ya que le significa a la empresa tener menos espacio disponible para la demás maquinaria.

El criterio que obtuvo la mayor ponderación corresponde a la capacidad productiva de la secadora con un 28%, ya que la idea es procesar toda la materia prima disponible al día durante una hora de secado. En segundo lugar, le sigue el precio del equipo con un 28%. Finalmente, los dos criterios que siguen son el consumo energético del equipo y las dimensiones de éste, con un 20% y 13% respectivamente.

Los equipos que se investigaron fueron tres secadoras, cuyas características se pueden apreciar en la Tabla 11. Estas características se encuentran ajustadas de acuerdo con los requerimientos que posee el proceso de secado, ya que la capacidad de la secadora Zonelion Taeda TDOS IV era la mitad de lo que exigía el proceso, por lo que se ajustó a dos de estos equipos. Los precios están transformados desde un valor de 798,05 CLP/ dólar.

Tabla 11: Características ajustadas de secadoras

| |  |  |  |
|-----------------------------|---|--|---|
| | Zonelson Taeda TDOS IV | Zhengzhou Taeda TDQ II | Y160L-6-B3 |
| Capacidad (T/h) | 3 | 3,4 | 3,3 |
| Consumo (kWh) | 28 | 13 | 10 |
| Dimensión (m ²) | 34,8 | 35 | 18 |
| Precio (CLP) | \$7.980.500 | \$8.269.793 | \$7.980.500 |

Fuente: Elaboración propia en base a (Alibaba, s.f.) (Alibaba, s.f.) y (Made in China, s.f.)

Como resultado final se seleccionó a la secadora Y160L-6-B3, ya que sus características eran las que mejor rendimiento con los criterios seleccionados. Esta máquina obtuvo un puntaje de 9,82, seguido por el secador Zhengzhou Taeda TDQ II con 8,74 puntos. Esto se puede apreciar en la Tabla 12.

Tabla 12: Matriz multicriterio para la selección de secadora

| | Ponderación | Zonelson Taeda TDOS IV | Zhengzhou Taeda TDQ II | Y160L-6-B3 |
|-----------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Capacidad (T/h) | 38% | 8,82 | 10 | 9,71 |
| Consumo (kWh) | 20% | 3,57 | 7,69 | 10 |
| Dimensión (m ²) | 13% | 5,17 | 5,14 | 10 |
| Precio (CLP) | 28% | 10 | 9,65 | 10 |
| Total | 100% | 7,57 | 8,74 | 9,82 |

Fuente: Elaboración propia

7.4.2. Elección de trituradora

Se realizó el análisis de la maquinaria sobre molinos de tipo martillo, ya que de estos equipos se pueden obtener materiales finamente particulados, del orden de los 0,3 mm. Con esto se podrá extraer una mayor cantidad de aceite desde el interior del carozo de cereza. Los criterios que se eligieron son los siguientes:




- **Capacidad productiva:** hace referencia a la cantidad de carozo que se puede triturar en una hora de funcionamiento. Mientras mayor sea la capacidad mejor será evaluado el equipo.

- **Precio:** corresponde al valor monetario en pesos chilenos que posee la máquina. A un mayor precio, peor se evaluará debido a que le generará más costos a la empresa adquirirlo.
- **Consumo energético:** hace referencia a la cantidad de energía que consume el equipo. A mayor consumo peor será evaluado, debido a los costos que le generará a la empresa.
- **Dimensión:** se refiere al espacio que utiliza la máquina dentro del área productiva. A un mayor tamaño peor será evaluado, debido a que ocupa más espacio y le quita espacio a las demás máquinas.
- **Tamaño de partícula triturada alcanzado:** corresponde a los tamaños de triturado que puede ejecutar la máquina. Mientras menor sea el tamaño de partícula que puede realizar el equipo, mejor evaluado será, ya que se busca obtener una partícula cercana a los 0,3 mm.

El criterio que obtuvo una mayor ponderación es la capacidad del equipo, debido a que la intención de la empresa es comprar un solo equipo que pueda triturar todo el carozo diario en una hora. Este criterio obtuvo una ponderación del 28%, luego le sigue el tamaño de la partícula que produce el equipo al triturar el carozo, ya que si no se cumple con el tamaño deseado afecta significativamente el rendimiento de extracción de aceite. Este criterio obtuvo un 25%. En tercer lugar, se encuentra el precio del equipo con un 21%, mientras que en los últimos lugares se encuentra el consumo energético y las dimensiones del equipo, con un 16% y 10% respectivamente.

Los equipos que se analizaron para la selección de maquinaria son tres y se encuentran dentro de la Tabla 13. Además, se aprecia las características que tiene cada uno ajustados a la capacidad productiva que requiere el proceso de triturado. Los valores de cada equipo se encuentran en CLP a un precio de 798,05 CLP/dólar.

Tabla 13: Características de trituradoras de carozo

| |  |  |  |
|--|---|--|---|
| | Ottenvanger 650-375 | Strongwin SFSP56-30 | Pasf 56*36 |
| Capacidad (T/h) | 3 | 3,3 | 3 |
| Consumo (kWh) | 30 | 22 | 22 |
| Dimensión (m ²) | 2,327 | 1,1 | 1,23 |
| Precio (CLP) | \$7.340.650 | \$6.688.457 | \$5.586.350 |
| Tamaño de partícula triturada alcanzado (mm) | 0,2 | 0,1 | 0,2 |

Fuente: Elaboración propia en base a (Ottenvanger, s.f.), (Alibaba, s.f.) y (Made in China, s.f.).

Como resultado final se obtuvo a la trituradora Strongwin SFSP56-30 como el equipo seleccionado para este proceso. Dicha máquina obtuvo un puntaje de 9,65 sobre 10 puntos, seguido por la trituradora Pasf 56*36 con 8,39 puntos y en el último lugar la trituradora Ottenvanger 650-375 con un puntaje de 7,04. Esto se puede apreciar en la Tabla 14.

Tabla 14: Matriz multicriterio para selección de trituradora

| | Ottenvanger 650-375 | Strongwin SFSP56-30 | Pasf 56*36 | Ponderación |
|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|--------------------|
| Capacidad (T/h) | 9,09 | 10 | 9,09 | 28% |
| Consumo (kWh) | 7,33 | 10 | 10 | 16% |
| Dimensión (m ²) | 4,73 | 10 | 8,94 | 10% |
| Precio (CLP) | 7,61 | 8,35 | 10 | 21% |
| Tamaño de partícula triturada (mm) | 5 | 10 | 5 | 25% |
| Puntaje | 7,04 | 9,65 | 8,39 | 100% |

Fuente: Elaboración propia en base a investigación



7.4.3. Elección de estanque para extracción de aceite

Se escogió utilizar estanques nacionales como equipo para la extracción de aceite ya que son más baratos y permiten un rendimiento de extracción de aceite parecido al de otros equipos más sofisticados. Este equipo debe poseer al menos una capacidad de 2.000 L para contener toda la materia que será mezclada, además debe ser de acero inoxidable y cónico en su parte inferior para que el aceite en conjunto con el disolvente pueda fluir hacia el próximo proceso. Los criterios elegidos para la selección de estanque son los siguientes:

- **Precio:** corresponde al valor monetario en pesos chilenos que posee el equipo seleccionado. A un mayor precio peor será evaluado la maquinaria.
- **Equipamiento:** se refiere a los accesorios con los que se ofrece el producto. Estos pueden ser tapa, hélices giratorias, instrumentación o formas personalizadas del estanque. Se evalúa en una escala de 1 a 10, siendo este último el mejor valor que se puede obtener.
- **Garantía:** corresponde al tiempo en el cual la empresa vendedora del producto se compromete a responder monetariamente en caso de que el equipo falle. A una mayor garantía, mejor evaluado será el estanque.

El criterio que obtuvo la mayor ponderación corresponde al precio del producto, ya que, si bien el equipamiento también es importante, este se puede realizar y equipar después gracias al trabajo de terceros. En tercer lugar, se encuentra la garantía del producto, lo cual no es tan importante en comparación al precio y el equipamiento, pero que de igual manera es un punto para tomar en cuenta al momento de seleccionar un estanque. Las características del equipo se pueden apreciar en la Tabla 15.

Tabla 15: Características de estanque para la extracción de aceite

| |  |  |
|---------------------|---|---|
| | Estanque dulox | Estanque melper |
| Precio (CLP) | \$9.971.010 | \$9.590.000 |
| Equipamiento (1-10) | 7 | 5 |
| Garantía (meses) | 12 | 6 |

Fuente: Elaboración propia en base a (Dulox, s.f.) y (Melper, s.f.).

De acuerdo con las características descritas anteriormente, se obtuvo como resultado al estanque dulox con un puntaje de 9,81. El estanque melper presentó deficiencia en cuanto al equipamiento, ya que, si bien era más barato, no incluía una tapa para sellar el estanque. Este equipo obtuvo un valor de 8,21 puntos. Esto se puede apreciar en la Tabla 16.

Tabla 16: Matriz multicriterio para la selección de estanque para extracción de aceite

| | Ponderación | Estanque dulox | Estanque melper |
|------------------|-------------|----------------|-----------------|
| Precio | 50% | 9,62 | 10 |
| Equipamiento | 33% | 10 | 7,14 |
| Garantía (meses) | 17% | 10 | 5 |
| Total | | 9,81 | 8,21 |

Fuente: Elaboración propia



7.4.4. Elección de estanque para evaporación de disolvente

Se seleccionó al estanque (nacional) como el equipo para poder evaporar el disolvente, ya que éste es más barato y cumple con la misma función que otros equipos más sofisticados. Este estanque debe ser cónico en la parte inferior para poder permitir que el aceite caiga de manera natural hacia el proceso de envasado, y a la vez debe ser cónico en la parte superior para que pueda subir el disolvente evaporado y se condense al entrar en contacto con tuberías de cobre que actúan como refrigerantes. Así, se podrá contar con un aceite listo para ser envasado. Los criterios que se tomaron en cuenta para la selección de los estanques son los siguientes:

- **Precio:** corresponde al valor monetario en pesos chilenos que posee el equipo seleccionado. A un mayor precio peor será evaluado la maquinaria.
- **Equipamiento:** se refiere a los accesorios con los que se ofrece el producto. Estos pueden ser tapa, hélices giratorias, instrumentación o formas personalizadas del estanque.
- **Garantía:** corresponde al tiempo en el cual la empresa vendedora del producto se compromete a responder monetariamente en caso de que el equipo falle. A una mayor garantía, mejor evaluado será el estanque.

El criterio que obtuvo la mayor ponderación corresponde al precio del producto, ya que, si bien el equipamiento también es importante, este se puede equipar después gracias al trabajo de terceros. En último lugar, se encuentra la garantía del producto, lo cual no es tan importante en comparación al precio y el equipamiento, pero que de igual manera es un punto para tomar en cuenta al momento de seleccionar un estanque. Las características del equipo se pueden apreciar en la Tabla 17.

Tabla 17: Características de estanque para la evaporación de disolvente

| | | |
|-------------------------------|--|---|
| |  |  |
| | Estanque dulox | Estanque melper |
| Precio (CLP) | \$6.652.100 | \$6.145.600 |
| Equipamiento (escala de 1-10) | 7 | 6 |
| Garantía (meses) | 12 | 6 |

Fuente: Elaboración propia en base a (Dulox, s.f.) y (Melper, s.f.)

El estanque seleccionado corresponde al dulox de 1.000 L de capacidad. Si bien presentó un precio más alto que el estanque melper, contar con algunos accesorios extras le significó sumar más puntos. Además, la empresa contó con una garantía más alta que melper, por lo que obtuvo otra ventaja en este criterio. Este estanque obtuvo una valoración de 9,62 puntos, mientras que el melper obtuvo 8,69. Esto se puede apreciar en la Tabla 18.

Tabla 18: Matriz multicriterio para la selección de estanque evaporador de disolvente

| | Ponderación | Estanque dulox | Estanque melper |
|------------------|-------------|----------------|-----------------|
| Precio | 50% | 9,24 | 10 |
| Equipamiento | 33% | 10 | 8,57 |
| Garantía (meses) | 17% | 10 | 5 |
| Total | | 9,62 | 8,69 |

Fuente: Elaboración propia

7.5. Selección equipos secundarios


En este apartado se seleccionarán aquellos equipos que son considerados como secundarios ya que no participan directamente en los procesos de extracción de aceite, pero que son necesarios para realizar procedimientos de apoyo como el traslado de materia entre procesos, estimación de información, etc.

7.5.1. Selección de cintas elevadoras

Es importante para el desplazamiento de la materia prima entre los procesos, específicamente en el traslado desde el triturado al secado y desde el secado hasta la

extracción de aceite. Es por ello por lo que se debe planificar la compra de dos de estas maquinarias. Se seleccionó de manera directa el equipo que se puede apreciar en la Tabla 19, cuyo precio se transformó con un dólar a 798,05 CLP.

Tabla 19: Elección cinta elevadora

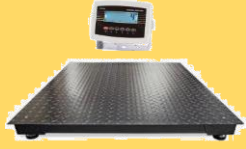
| | |
|---|------------------------------|
|  | Cinta elevadora FOCUS |
| Altura máxima (m) | 3,5 |
| Consumo energético (kWh) | 1,1 |
| Capacidad productiva (m ³ /h) | 4-6,5 |
| Material de construcción | Acero inoxidable |
| Ancho de correa | Personalizable |
| Garantía (meses) | 12 |
| Precio | \$4.884.066 |

Fuente: Elaboración propia en base a (Alibaba, s.f.)

7.5.2. Selección de plataforma de pesaje

Al momento de ingresar el carozo a la nueva área productiva se debe pesar éste para conocer la cantidad de materia prima disponible por ser procesada y llevar así un control sobre las operaciones de extracción de aceite. Para ello, se seleccionó de manera directa el equipo que se puede apreciar en la Tabla 20.

Tabla 20: Elección de plataforma

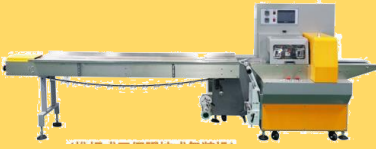
| | |
|---|----------------------------|
|  | Plataforma FS 13-13 |
| Capacidad de pesaje (T) | 1 |
| Consumo energético (kWh) | 1,1 |
| Dimensión de plataforma (m) | 1,3x1,3 |
| Material de construcción | Acero inoxidable |
| Garantía (meses) | 12 |
| Precio (CLP) | \$650.000 |

Fuente: Elaboración propia en base a (Galo Scale, s.f.)

7.5.3. Selección de cinta transportadora

Esta maquinaria es necesaria para transportar el carozo de cereza desde el proceso de triturado hasta el secado, y del proceso de secado hasta la extracción de aceites. Con esto se permite una circulación fluida de la materia prima a través de los procesos hasta la extracción de aceites. Es importante ya que se debe poseer una distancia entre el proceso de secado y extracción de aceite, puesto que el secador emite un calor de salida que, en caso de estar cerca del disolvente, puede evaporarlo y así perderlo en el medio ambiente. La cinta que une el proceso de triturado debe poseer un largo de 3,5 m, mientras que la cinta transportadora que une el proceso de secado con el proceso de extracción de aceite debe poseer un largo de 5 m. Las características de las cintas se aprecian en la Tabla 21.

Tabla 21: Selección cinta transportadora


| | |
|--|--------------------------------------|
|  | Cintra transportadora ZS 220X |
| Dimensiones (m) | 4,1x0,83x1,4 |
| Consumo energético (kWh) | 2,9 |
| Capacidad productiva (m ³ /h) | 3 |
| Material de construcción | Acero inoxidable |
| Ancho de correa (mm) | 100 |
| Garantía (meses) | 12 |
| Precio | \$8.000.000 |

Fuente: Elaboración propia en base a (Alibaba, s.f.)

7.5.4. Selección de agitador

Para realizar de buena manera el proceso de extracción de aceite se debe utilizar un agitador que permita que el carozo como el disolvente entren en contacto directo permanentemente. Para ello, se seleccionó el siguiente agitador, cuyo precio fue estimado con un valor del dólar de 798,05 CLP y se puede apreciar en la Tabla 22.

Tabla 22: Selección de agitador

|  | Agitador DF speed |
|---|--------------------------|
| Capacidad de mezcla (L) | 3.000 |
| Consumo energético (kWh) | 5 |
| Dimensión de agitador (m) | 0,15 x 0,35 x 1,2 |
| Material de construcción | Acero inoxidable |
| Garantía (meses) | 12 |
| Precio (CLP) | \$279.317 |

Fuente: Elaboración propia en base a (Alibaba, s.f.)

7.5.5. Selección de silo

Debido a que la empresa presenta estaciones de mayor producción de desechos (carozos de cereza), se debe tener en cuenta que habrá un sobre *stock* de materia prima disponible. Por ello se estima que, en temporadas de alta producción de cerezas, la cantidad promedio de carozos diarios generados sea de 2.681,71 kg/día aproximadamente. El área productiva está diseñada para atender una demanda de 1.793,47 kg/día, por lo que los 888,24 kg/día restante se irán acumulando en esta zona día tras día. Se ha calculado que durante los meses de mayor producción de cereza (febrero-mayo) quedarán en sobre *stock* alrededor de 70.000 kg de carozo, o 47 m³ de estos productos. Por esta razón lo recomendable es utilizar silos para su almacenamiento y así evitar ocupar grandes cantidades de superficies en bins. Para el almacenamiento de la materia prima, se recomienda que esté triturada y seca para así evitar la aparición de hongos. El precio del equipo seleccionado fue transformado a CLP con un valor del dólar de 798,05 CLP. Este equipo se puede apreciar en la Tabla 23.

Tabla 23: Selección de silo

| | |
|---|---|
|  | <p>Silo Shengao 60010011</p> |
| Capacidad de almacenamiento (m ³) | 49,1 |
| Altura de silo (m) | 8,41 |
| Material de construcción | Acero Galvanizado |
| Garantía (meses) | 12 |
| Precio (CLP) | \$1.271.266 |

Fuente: (Alibaba, s.f.)

7.5.6. Selección de estanque para almacenado de carozo desgrasado

Una vez que se retira el aceite del carozo de cereza, éste debe ser removido hacia un contenedor con el fin de poder guardarlo para utilizarlo en el quemador de la secadora y así reducir los costos de producción. El estanque destinado para esto es el mismo utilizado en el proceso de evaporación del disolvente, es decir, el dulox con capacidad de 1.000 L.

7.6. Diseño de *layout* de la nueva área productiva

Para realizar el *layout* de la nueva área productiva se deben considerar las exigencias de las dimensiones de los distintos equipos que se utilizarán, así como de los espacios extras definidos para cada zona productiva. Estas zonas productivas son las siguientes:

- **Zona de almacenado de carozo:** hace referencia a la zona en la que serán almacenados los carozos de cereza que serán utilizados en el proceso de extracción de aceites. Como la materia prima que entrará al proceso equivale a 2.800kg de carozos húmedos y cada bins tiene una capacidad de 750 kg, el tamaño mínimo de esta zona debe albergar por lo menos cuatro bins, es decir, una superficie de 4,8 × 1,2 m. A eso, se debe agregar el espacio extra que debe poseer esta zona para cumplir con un buen desarrollo de actividades, lo que debe ser al menos 0,5 m entre

bins, más un espacio extra de 0,5 m de ancho. La superficie ocupada por los cuatro bins más el espacio recomendado tiene un total de $16,06 \text{ m}^2$ ($7,3 \times 2,2 \text{ m}$).

- **Zona de pesaje:** corresponde al espacio en donde los carozos serán pesados para llevar un control más riguroso en las operaciones. La plataforma de pesaje tiene un ancho de 1,3 m y el mismo largo, pero para un correcto funcionamiento del área se dejará un espacio disponible de $4 \times 3 \text{ m}$. Con esto, la zona de pesaje tendrá una superficie planificada de 12 m^2 .
- **Zona de triturado:** en este lugar se encontrará la trituradora de carozo, el cual tiene $1,1 \times 1 \text{ m}$ de dimensión. A este espacio se le agregará 1,5 m para cada lado de la máquina (dimensión de $4,1 \times 4 \text{ m}$), como espacio para que los operadores puedan transitar de forma segura, obteniendo una superficie total de $16,4 \text{ m}^2$.
- **Zona de secado:** corresponde al lugar que ocupará el secador, el cual tiene dimensiones de $12 \times 1,5 \text{ m}$. A esto se agregará 1,5 m a cada lado (ancho y largo) para permitir un buen y seguro desarrollo de la actividad. En total esta área ocupará $67,5 \text{ m}^2$ ($15 \times 4,5 \text{ m}$).
- **Zona de extracción de aceites:** es el lugar en donde se encontrará el estanque para la extracción de aceite. Debido a que se trata de un estanque vertical, el espacio utilizado por el equipo se ve disminuido. Esta superficie corresponde a $4,52 \text{ m}^2$, por lo que se recomienda usar un espacio de $2,5 \times 2 \text{ m}$, pero además se debe considerar superficies extras para el buen desarrollo del proceso. Este espacio extra equivale a 2 m de largo y 2 m de ancho. Así se podrá extraer el carozo desgrasado desde el estanque, como también trasladar el flujo de aceite con disolvente hacia el estanque de evaporación. En conclusión, esta zona poseerá una superficie de $4,5 \times 2 \text{ m}$, es decir, 9 m^2 .
- **Zona de evaporación de solvente:** corresponde al lugar en donde se lleva a cabo la separación del disolvente con el aceite extraído. Para ello es necesario un estanque de 1000 L, el cual utiliza una superficie de $3,54 \text{ m}^2$. A esto se debe agregar el espacio necesario para que los operarios realicen de buena forma las actividades correspondientes, por lo que se recomienda agregar un espacio extra de 3 m de largo

y 2 m de ancho. Con esto, se espera que las dimensiones finales de la zona de evaporación de disolvente sean de 5×2 m, es decir, 10 m^2 .

- **Zona de envasado:** hace referencia a la zona en donde se envasará el aceite de carozo de cereza. Debido a que el aceite se envasará de forma directa una vez que sale del estanque, no es necesario utilizar maquinaria para este proceso. Por ello, las dimensiones estimadas toman en cuenta el espacio para permitir al operador trabajar de manera segura y cómoda, en donde deba llenar los seis barriles correspondientes. Además, se debe tomar en cuenta la utilización de grúas para transportar el producto a la zona de almacenado, por lo que se debe estimar una superficie extra para esta maquinaria. Para esta zona se planificará utilizar una superficie de 5×4 m, es decir, 20 m^2 .
- **Zona de almacenado de producto terminado:** corresponde a la zona en donde se almacenarán los barriles de aceite de carozo de cereza mientras se hacen las tratativas para ser exportados. Como se planificó que se obtendría alrededor de 308 L/día de aceite y que su envase para la comercialización será de 50 L, se producirán seis barriles diarios. Estimando un tiempo razonable de 15 días para las gestiones de su venta, se acumularían 90 tambores como máximo. En promedio, estos tambores ocupan un espacio de $0,101 \text{ m}^2$. Multiplicando esta superficie por el número de tambores por almacenar se obtiene un espacio necesario de $9,09 \text{ m}^2$, pero agregando un espacio extra para un funcionamiento normal del área se alcanzan los 15 m^2 , con dimensiones de 5×3 m.
- **Zona de almacén de insumos:** hace referencia a la zona en donde se almacenarán los insumos productivos para la extracción de aceite. Aquí se encontrarán productos como el éter de petróleo, palas, barriles para envasar el producto, equipos para almacenar el carozo desgrasado, etc. Para la producción diaria de aceite se estima utilizar seis barriles, lo que en un mes productivo de 22 días serían alrededor de 132 barriles. Estos pueden ser apilados hacia arriba de a tres tambores, por lo que ocuparía una superficie de 41 barriles. El área destinada para ellos sería de $4,141 \text{ m}^2$, pero agregando un espacio extra para el buen funcionamiento del área este se ve aumentado hasta los 8 m^2 , con unas dimensiones de 4×2 m.

- **Zona de administración:** corresponde a la zona en la que se encontrará el encargado de producción del área productiva. Aquí se llevarán a cabo las actividades necesarias para el buen funcionamiento de los procesos de extracción de aceite. Esta zona utiliza un espacio de 3×2 m, es decir, una superficie de 6 m^2 .
- **Zona de circulación de grúa:** es aquel lugar que se planea para la libre circulación de grúas que permitan el transporte de la materia prima entre las distintas zonas productivas. Corresponde a un espacio de $25 \times 4,5$ m, es decir, $112,5 \text{ m}^2$.

A modo de resumen se presenta en la Tabla 24 las dimensiones de cada una de las zonas productivas que se encuentran en la nueva área operativa.

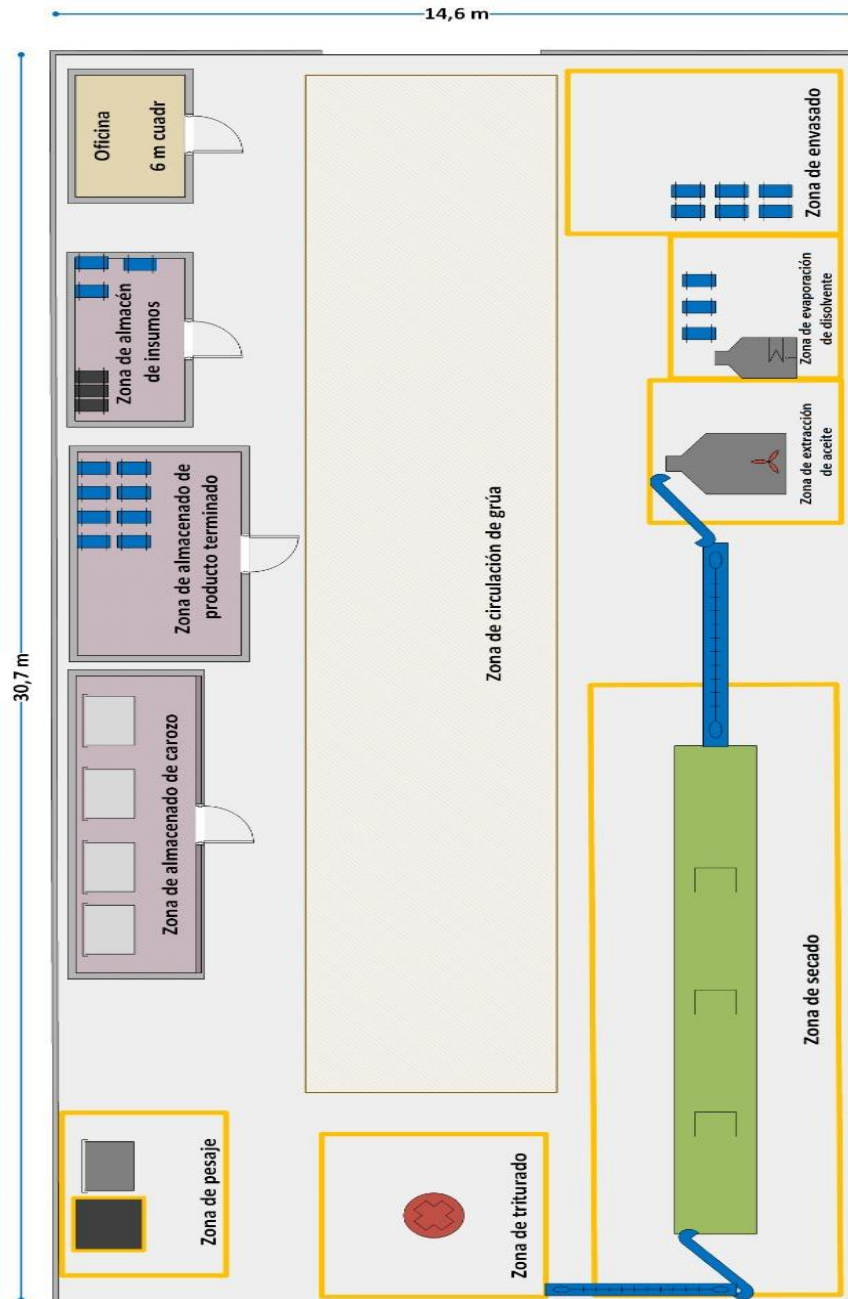
Tabla 24: Resumen dimensiones área productiva

| Zona productiva | Dimensiones (largo x ancho) |
|----------------------------|-----------------------------|
| Almacén de carozo | $4,8 \times 1,2$ |
| Pesaje | 4×3 |
| Triturado | $4,1 \times 4$ |
| Secado | $15 \times 4,5$ |
| Extracción de aceites | $4,5 \times 2$ |
| Evaporación de solvente | 5×2 |
| Envasado | 5×4 |
| Almacén producto terminado | 5×3 |
| Almacén de insumos | 4×2 |
| Administración | 3×2 |
| Circulación de grúa | $25 \times 4,5$ |

Fuente: Elaboración propia

El *layout* de instalaciones de la nueva área productiva se presenta en la Ilustración 38, donde se puede apreciar el espacio físico necesario para cada zona productiva, además de la localización lógica de los procesos para poder permitir un flujo de material lo más continuo posible. El espacio total requerido para esta nueva área corresponde a $448,22 \text{ m}^2$.

Ilustración 38: Layout de nueva área productiva



Fuente: Elaboración propia en base a Visio 2019

CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA NUEVA ÁREA PRODUCTIVA

En este capítulo se describirán los flujos de caja utilizados para evaluar económicamente la implementación de la nueva área productiva. Además, se realizarán análisis de los indicadores económicos principales y se culminará con un análisis de sensibilidad del proyecto con el fin de esclarecer cuáles son los mejores escenarios planteados.

8.1. Evaluación económica

En este capítulo se presentará la evaluación económica relacionada a la implementación de la nueva área productiva, con la finalidad de conocer si es rentable aplicar el proyecto de extracción de aceites de carozo de cereza. Para ello, se debe presentar la información relevante para una evaluación económica, como son los ingresos que se esperan percibir, los costos fijos y variables, las inversiones, venta de activos y depreciación de los equipos.

Para el cálculo de la TREMA que se utilizará en el caso en estudio, se estimará dicho valor mediante el índice inflacionario del país y la prima de riesgo que considera la empresa. El cálculo de este parámetro se puede apreciar en la Ecuación 9. El índice inflacionario corresponde a un 4%, tomando en cuenta el promedio de los últimos 6 años (Inflation.eu, s.f.), mientras que la prima de riesgo que le exige la empresa al proyecto es del 10%. Con esto, el valor de la TREMA aplicado al proyecto será del 14%.

Ecuación 9: Cálculo de TREMA

$$TREMA = \text{Índice inflacionario} + \text{prima de riesgo}$$

$$TREMA = 4\% + 10\%$$

$$TREMA = 14\%$$

Fuente: (Riquelme, 2021)

8.1.1. Inversiones

Para la realización del proyecto se deben realizar inversiones que contemplen distintos ámbitos, como la maquinaria, obras físicas, insumos, etc. Estos se encontrarán dentro del flujo de caja para estimar de mejor manera si es factible la implementación de la nueva área productiva. Entre las principales inversiones se encuentra:

- **Obras físicas:** corresponde a las construcciones necesarias para la implementación de la nueva área productiva. Para el caso de estudio corresponde a un galpón de acero con techumbre del mismo material, y de loza de hormigón apto para soportar esfuerzos especiales. De acuerdo con esta descripción, se puede categorizar esta construcción como AA_a (Biblioteca del congreso nacional de Chile, 2020). Con esta clasificación de la obra física, se puede estimar el precio por m² para así calcular el costo de inversión total del galpón correspondiente a la nueva área productiva de

aceite de carozo de cereza. Dicho valor equivale a 99.255 CLP por m², y como la zona operativa posee una superficie de 448,22 m², la inversión total alcanza los 44.488.076 CLP.

- **Equipos:** se refiere a la inversión derivada de la compra de los equipos necesarios para desarrollar un normal funcionamiento de los procesos productivos. En el caso de estudio, para los precios de la maquinaria principal y secundaria que se presentan en el CAPÍTULO 7: DISEÑO DEL SISTEMA DE OPERACIONES y que son importadas se consideraron precios FOB, es decir, los precios de los equipos puestos en el puerto. A estos valores se les debe agregar los costos de transporte internacional, así como el seguro de traslado y el impuesto aduanero, además de los gastos de desaduanamiento (Servicio de Impuestos Internos, 2021). Otra inversión es la realizada en los equipos del laboratorio de control de calidad, el cual asciende a los 4.000.000 CLP. Con estos valores, se estima que la inversión total de maquinaria es de 78.020.268 CLP.
- **Mobiliario:** corresponde a aquellas inversiones relacionada a los muebles y equipos de oficina necesarios generalmente para el área de administración. Para el caso de estudio este valor alcanza 1.815.920 CLP, debido a la incorporación de una oficina para el encargado de producción del área de extracción de aceite.

El análisis de las inversiones antes mencionados no contempla todos los aspectos que en la realidad se deben llevar a cabo para la implementación de un área productiva química de fluidos y sólidos (tipo de planta química del caso de estudio) y que son parte de las inversiones del proyecto. Para calcularlos, se desarrolló el método factorial de *Lang*, el cual consiste en estimar mediante la experiencia de varias plantas químicas el porcentaje de cada tipo de inversión realizada en base al valor de los equipos adquiridos del proyecto. Estos porcentajes se denominan factores y para el caso de estudio se utilizará la estimación realizada por *Peters and Timmerhaus*, la cual consiste en un valor del factor más actualizado en comparación a los realizados por *Lang*. Las inversiones que se espera estimar con este método se pueden apreciar en la Tabla 1, donde se presentan los factores para los tres tipos de plantas químicas. Con estas aproximaciones, se puede calcular la

cantidad total de dinero necesario para realizar las inversiones del proyecto, en base al dinero utilizado para la compra de los equipos.

Gracias a esta tabla, se puede apreciar que el valor total de las inversiones es más grande para las plantas químicas de fluidos, ya que su inversión real equivale a 5,69 veces el dinero requerido para la adquisición de los equipos. El caso de estudio corresponde a un área química de fluidos y sólidos, por lo que su inversión real equivale a 4,87 veces el dinero de los equipos necesarios para la extracción de aceite, pero se debe eliminar los factores de la construcción de los edificios, así como el factor del costo de capital y terreno, debido a que éstos ya fueron estimados. Con esto, se tiene un factor de aproximación de inversiones de 3,78. Por esta razón, el valor de las inversiones en base al valor de los equipos asciende a 279.796.613 CLP, a lo cual se le debe sumar la inversión de mobiliario y de obras físicas, con lo que se obtiene un total de 341.220.611 CLP.

8.1.2. Calendarios

Para la ejecución de la evaluación económica se realizaron calendarios de inversión, depreciación, valor libro y venta de activos, con la intención de establecer de forma más ordenada esta información dentro del posterior flujo de caja. Para las obras físicas del proyecto, se presenta el calendario de inversión en el Anexo 8, el calendario de depreciación en el Anexo 11, de valor libro en el Anexo 14 y el calendario de ventas en el Anexo 17. Para los activos del proyecto, se presenta el calendario de inversión en el Anexo 9, el calendario de depreciación en el Anexo 12, calendario de valor libro en el Anexo 15 y el calendario de ventas en el Anexo 18. Para el mobiliario, se presenta el calendario de inversión, depreciación, valor libro y ventas en los Anexo 10, Anexo 13, Anexo 16 y Anexo 19, respectivamente.

8.1.3. Ingresos

Los ingresos que recibirá la nueva área productiva se basan en la venta de aceite de carozo de cereza. Este aceite se comercializará por litro, el cual tiene un valor en el mercado estadounidense que ronda los 12.000 CLP cuando la venta es a granel, por lo que para entrar a dicho mercado se debe comenzar con un precio de venta más bajo. Este precio se

estima en 8.000 CLP/L para las ventas desde los 25 L hasta los 200 L, superando este valor el precio disminuye a 7.200 CLP/L. Como la nueva área productiva operará con alrededor de 450.000 kg de carozo de cereza anualmente, el 15% de este peso en promedio equivale a aceite, es decir, 67.500 kg de aceite. Para estimar la cantidad de litros, se debe dividir dicho valor por su densidad ($0,88 \text{ g/cm}^3$) y así se obtiene un total de 76.704 L. Por ende, para calcular los ingresos esperados se debe multiplicar los litros por fabricar de acuerdo con los volúmenes de venta (25 L o 200 L) y el valor de venta de cada litro, considerando además una curva de ventas que parte el primer año con el 50% de las ventas y va aumentando hasta que llega al 70% en el año diez.

Debido a que la finalidad de la nueva área productiva es actuar como un proveedor mayorista de aceite de carozo de cereza para empresas del mercado de la cosmética, se espera vender en mayor cantidad el formato de 200 L por sobre el de 25 L. Para estimar de mejor manera los ingresos, se ha aplicado un factor de venta del 65% para el formato de 200 L, mientras que para el formato de 25 L se espera comercializar el 35% restante. Con todas estas consideraciones, se posee una expectativa de ventas de 158.418.750 CLP para el primer año, mientras que para el décimo año se espera conseguir ingresos por 402.588.900 CLP.

8.1.4. Costos

Dentro de este apartado se encuentran los siguientes tipos de costos:

- **Costos fijos:** corresponde a aquellos que no dependen de los niveles de producción. Para el caso de estudio se puede nombrar los sueldos de los operarios necesarios para la nueva área productiva. Para el cálculo del número de operarios se tomó en cuenta el tiempo de procesamiento que se encuentra en la Tabla 7, en donde dejando de lado el proceso de secado y extracción de aceite (procesos que no requieren la presencia de operarios para funcionar), se puede obtener el tiempo de trabajo de cada uno. Este tiempo equivale a 3,01 horas. Los procedimientos extras como el lavado de los estanques, traslado de insumos, inspección de equipos, así como el control de operaciones generan un tiempo estimado de 3 horas más. Con esto se tiene que el tiempo de trabajo de un operario es de 6,01 horas, y en comparación a

las horas totales del turno (9 horas) se obtiene una eficiencia del 66,7%, por lo que este tiempo de trabajo se encuentra cercano al 70% de la eficiencia planificada anteriormente y por ello no se puede estimar un número tan bajo de colaboradores. Para el caso de estudio, se estima un número de seis operarios, debido principalmente a que el proceso de alimentación de la trituradora, en donde se debe mover alrededor de 3 T/h de carozo desde los bins, se debe realizar de forma manual. Además, deben realizar otras actividades secundarias que demandan tiempo y esfuerzo. En base a información del departamento de recursos humanos, los operarios de la empresa actualmente poseen un sueldo mensual de 468.000 CLP bruto. Además, se requerirá de un encargado de producción, el cual posea un sueldo mensual aproximado de 994.500 CLP bruto y se encargue del buen desarrollo de las actividades productivas de esta área.

Otro costo fijo que se debe contemplar es la creación de un área de control de calidad del aceite. Para estimar dicho costo, primero se debe estimar el número de muestras por lote que se deben realizar, el cual asciende a tres muestras por día. Estas muestras se toman desde los puntos críticos del proceso (lugar en donde puede existir contaminación del aceite), los que corresponden a los lugares en donde se separa el carozo de cereza de la parte líquida, así como el proceso de evaporación del disolvente. La otra muestra que se necesita es para comparar la calidad del aceite que se debería haber obtenido versus el aceite resultante. Esta muestra corresponde a carozo de cereza triturado y para su comparación se debe realizar la extracción de aceite con el equipo *soxhlet*. Así, con la cantidad de muestras necesarias por día se puede estimar el número de colaboradores del área de control de calidad, los que corresponden a dos técnicos de laboratorio y cuyo sueldo mensual se estima en 526.500 CLP bruto cada uno, es decir, 12.636.000 CLP al año. Finalmente, se debe considerar la afiliación de un encargado de comercializar este producto en el extranjero, el cual poseerá un sueldo bruto de 1.250.000 mensual, es decir, 15.000.000 CLP anual. Otro costo fijo, se tomará como supuesto que se realiza un viaje al mes con 3 T de aceite con destino al puerto de Valparaíso y agregando los costos del puerto se generan egresos por 9.372.000 CLP anualmente. Finalmente, se debe tener en cuenta el costo de mantención de los

equipos, el cual se realizará de manera preventiva una vez al mes y con un pago de 30.000 CLP al día. Para esta tarea se necesitan 4 operarios, los cuales pertenecen a la empresa ya y que en total generarán un costo anual de 1.440.000 CLP. Como costo fijo total se tiene un egreso de 84.078.000 CLP anual.

- **Costos variables:** corresponde a aquellos costos que dependen de los niveles productivos que posea la nueva área de extracción de aceites. Para el caso de estudio, se estiman estos costos de acuerdo con el costo de producción de un lote de 305,7 L/día de aceite. Entre estos costos se encuentra la energía utilizada y los insumos necesarios (disolvente, barriles). Dicho costo asciende a los 99.709 CLP por lote, y tomando en consideración un número de 251 lotes al año se obtiene un costo variable anual de 33.251.299 CLP.

Como costo extra de inversión, la primera vez que se llene el estanque con disolvente se deberá verter 562,86 L de éter, lo que en dinero corresponde a 1.394.170 CLP. La suma total de todos costos anuales (variables y fijos) asciende a los 118.723.469 CLP.

8.1.5. Capital de trabajo

El capital de trabajo es la cantidad de dinero necesaria para solventar los costos de la empresa si es que no obtienen ingresos. Para el caso de estudio, el capital de trabajo se estima tomando en cuenta que inicialmente el área productiva estará dos meses en prueba, afinando detalles y que, por baja eficiencia en el departamento de ventas, demorará un par de meses más hasta que se consigan los primeros ingresos. Con esto en mente, el costo de capital estimado es de 38.816.913 CLP.

8.1.6. Valor de desecho

Hace referencia al valor estimado que se le paga al propietario en el momento del final de la vida útil del activo, determinando su depreciación anual o el gasto de depreciación en la declaración de impuestos (Esan, 2019).

El método para calcular el valor de desecho corresponde al económico, en donde se estimó tomando en cuenta el promedio de los flujos netos correspondientes a los últimos

tres periodos previos al último periodo de evaluación dividido por la TREMA. El valor de desecho del caso de estudio corresponde a 1.370.504.773 CLP.

8.2. Flujo de caja

Para el caso de estudio se tomó en cuenta el flujo de caja incremental, debido que se trata de un caso de una empresa que ya está en funcionamiento. Además, se analizaron distintos escenarios con el fin de conocer el comportamiento económico del proyecto al variar algunos parámetros que pueden estar afectos a cambios. Dichos parámetros corresponden a los precios de venta del producto, así como la curva de venta que se buscará mejorar durante los periodos de evaluación del proyecto. Para los casos del precio, se considera un alto precio cuando se encuentra a un 10% del valor normal, y bajo cuando se encuentra en el precio en el que VAN del proyecto es cero. En cuanto a la curva de ventas, una alta venta significará que existe un 10% de ventas por sobre la normal, mientras que un nivel bajo se refiere cuando las ventas se encuentran a un 10% bajo de lo normal.

8.2.1. Flujo de caja escenario base

Para este escenario se consideró un escenario “normal” de ventas y precios. Se repartió una proporción de 35% para las ventas por 25L y un 65% para las ventas de 200L, con un precio de 8.000 CLP/L y 7.200 CLP/L, respectivamente. La curva de ventas parte en el primer año con un 50% de las ventas, alcanzando el 70% en el décimo año. Los indicadores económicos para este escenario se pueden apreciar en la Tabla 25, mientras que el flujo de caja se presenta en el Anexo 20.

Tabla 25: Indicadores económicos flujo de caja base

| | |
|-----|---------------|
| VAN | \$696.137.930 |
| TIR | 35% |
| B/C | 2,78 |
| PRI | 4,88 |

Fuente: Elaboración propia en base a evaluación económica

- **VAN:** el valor para este indicador es de 696.137.930 CLP, lo que indica alta rentabilidad del proyecto.

- **TIR:** la TIR arroja un valor de 35%, lo que indica que se obtiene una rentabilidad del 35% sobre la TREMA.
- **PRI:** el periodo de recuperación de la inversión en este escenario es de 4,88 años.
- **B/C:** la razón beneficio vs costo es de 2,78, por lo que por cada 1 CLP de costos hay 2,78 CLP de ingresos.

8.2.2. Flujo de caja escenario bajas ventas bajo precio

Para este caso se consideró un escenario en donde la curva de venta se veía disminuida en un 10%, mientras que los precios se establecen en aquel punto en el que el VAN del proyecto base se hace 0. Por ende, los precios poseían un valor de 4.734 CLP por litro para la venta por 25 L, mientras que para los superiores a 200 L su precio fue de 4.261 CLP por litro. Los indicadores económicos para este escenario se pueden apreciar en la Tabla 26, mientras que el flujo de caja se presenta en el Anexo 23.

Tabla 26: Indicadores económicos flujo de caja bajas ventas y bajo precio

| | |
|-----|----------------|
| VAN | -\$407.462.808 |
| TIR | -1% |
| B/C | 1,33 |
| PRI | 22,31 |

Fuente: Elaboración propia

- **VAN:** el valor para este indicador es de -407.462.808 CLP, lo que indica que no es rentable la implementación del proyecto
- **TIR:** la TIR arroja un valor de -1%, lo que indica que se obtiene una rentabilidad del 1% bajo la TREMA.
- **PRI:** el periodo de recuperación de la inversión en este escenario es de 22,31 años.
- **B/C:** la razón beneficio vs costo es de 1,33, por lo que por cada 1 CLP de costos hay 1,33 CLP de ingresos.

8.2.3. Flujo de caja escenario bajas ventas y precio alto

Para este caso se consideró un escenario en donde la curva de ventas disminuyó un 10%, mientras que los precios aumentaron en un 10% en relación con el precio normal. Estos

precios alcanzaron un valor de 8.800 CLP y 7.920 CLP para los formatos de 25 L y 200 L, respectivamente. Los indicadores económicos para este escenario se pueden apreciar en la Tabla 27, mientras que el flujo de caja de este escenario se presenta en el Anexo 25.

Tabla 27: Indicadores económicos flujo de caja bajas ventas y precio alto

| | |
|-----|---------------|
| VAN | \$556.906.744 |
| TIR | 31% |
| B/C | 2,55 |
| PRI | 5,92 |

Fuente: Elaboración propia

- **VAN:** el valor para este indicador es de 556.906.744 CLP, lo que indica alta rentabilidad del proyecto.
- **TIR:** la TIR arroja un valor de 31%, lo que indica que se obtiene una rentabilidad del 31% sobre la TREMA.
- **PRI:** el periodo de recuperación de la inversión en este escenario es de 5,92 años.
- **B/C:** la razón beneficio vs costo es de 2,55, por lo que por cada 1 CLP de costos hay 2,55 CLP de ingresos.

8.2.4. Flujo de caja escenario altas ventas y precio bajo

Para este caso se consideró un escenario en donde la curva de ventas aumentó un 10%, mientras que los precios disminuyeron hasta los 4.734 CLP/L para los formatos de 25 L y 4.261 CLP/L para el de 200 L. Los indicadores económicos para este escenario se pueden apreciar en la Tabla 28, mientras que el flujo de caja de este escenario se presenta en el Anexo 24.

Tabla 28: Indicadores económicos flujo de caja altas ventas y precio bajo

| | |
|-----|---------------|
| VAN | \$168.480.942 |
| TIR | 20% |
| B/C | 1,91 |
| PRI | 9,19 |

Fuente: Elaboración propia

- **VAN:** el valor para este indicador es de 168.480.942, lo que indica que existe una rentabilidad en el proyecto.

- **TIR:** la TIR arroja un valor de 20%, lo que indica que se obtiene una rentabilidad del 20% sobre la TREMA.
- **PRI:** el periodo de recuperación de la inversión en este escenario es de 9,19 años.
- **B/C:** la razón beneficio vs costo es de 1,91, por lo que por cada 1 CLP de costos hay 1,91 CLP de ingresos.

8.2.5. Flujo de caja escenario altas ventas precio alto

Para este caso se consideró un escenario “optimista”, en donde la curva de ventas aumentó un 10%, así como los precios. Estos precios alcanzaron un valor de 8.800 CLP y 7.920 CLP para los formatos de 25 L y 200 L, respectivamente. Los indicadores económicos para este escenario se pueden apreciar en la Tabla 29, mientras que el flujo de caja de este escenario se presenta en el Anexo 22.

Tabla 29: Indicadores económicos flujo de caja altas ventas y precio alto

| | |
|-----|-----------------|
| VAN | \$1.236.752.112 |
| TIR | 48% |
| B/C | 3,66 |
| PRI | 3,26 |

Fuente: Elaboración propia

- **VAN:** el valor para este indicador es de 1.236.752.112, lo que indica alta rentabilidad del proyecto.
- **TIR:** la TIR arroja un valor de 48%, lo que indica que se obtiene una rentabilidad del 48% sobre la TREMA.
- **PRI:** el periodo de recuperación de la inversión en este escenario es de 3,26 años.
- **B/C:** la razón beneficio vs costo es de 3,66, por lo que por cada 1 CLP de costos hay 3,66 CLP de ingresos.

8.2.6. Flujo de caja escenario con financiamiento

Para este caso se consideró el escenario base de la evaluación, pero que, en vez de realizar la inversión total con dinero de la empresa, se realiza en parte con financiamiento de

entidades bancarias. Este financiamiento corresponde a un crédito que cubre un 50% de la inversión total, el cual se aprecia con más detalle en la Tabla 30.

Tabla 30: Parámetros de financiamiento flujo de caja

| | |
|---------------|---------------|
| Préstamo | \$170.610.305 |
| Interés anual | 14% |
| Periodo | 10 |
| Cuota | \$32.708.305 |

Fuente: Elaboración propia en base a (Kredito, s.f.)

Los indicadores económicos para este escenario se pueden apreciar en la Tabla 31, mientras que el flujo de caja con financiamiento se presenta en el Anexo 21.

Tabla 31: Indicadores económicos flujo de caja con financiamiento

| | |
|-----|---------------|
| VAN | \$690.814.893 |
| TIR | 44% |
| B/C | 2,8 |
| PRI | 4,0 |

Fuente: Elaboración propia.

- **VAN:** el valor para este indicador es de 690.814.893 CLP, lo que indica alta rentabilidad del proyecto.
- **TIR:** la TIR arroja un valor de 44%, lo que indica que se obtiene una rentabilidad del 44% sobre la TREMA.
- **PRI:** el periodo de recuperación de la inversión en este escenario es de 4 años.
- **B/C:** la razón beneficio vs costo es de 2,8, por lo que por cada 1 CLP de costos hay 2,8 CLP de ingresos.

8.3. Análisis de resultados

De acuerdo con los resultados económicos obtenidos de los distintos escenarios planteados para el proyecto, se puede apreciar que el que presenta una mejor rentabilidad es el escenario de altas ventas y precios de venta altos. En este caso, el VAN obtenido es de 1.236.752.112 CLP, con una TIR del 48%. En segundo lugar, se encuentra el escenario base, en donde el VAN de este proyecto es de 696.137.930 CLP, con una TIR del 35%. En tercer lugar, se encuentra el escenario del caso base con financiamiento, con un VAN de

690.814.893 CLP y una TIR del 44%. En cuarto lugar, se aprecia un VAN de 556.906.744 CLP para el escenario de bajas ventas y alto precio, el cual posee una TIR de 31%. En quinto lugar, se encuentra el escenario de altas ventas y bajos precios, el cual posee un VAN de 168.480.942 CLP y una TIR de 20%. Finalmente, el escenario que presentó una menor rentabilidad es el de bajas ventas y precios bajos, el cual obtuvo un VAN de -363.070.419CLP y una TIR de 4%. En el Gráfico 11 se aprecia de mejor manera los resultados de cada escenario planteado.

Gráfico 11: Variación del VAN en los escenarios planteados



Fuente: Elaboración propia

8.4. Conclusiones de evaluación económica

De acuerdo con el Gráfico 11, se puede apreciar que en los casos denominados extremos existe una diferencia en sus rentabilidades. Estos casos no son los más probables que ocurran, pero sirven para poder analizar entre qué rangos se puede mover la rentabilidad del proyecto. La finalidad de estimar los casos de precios bajos es para conocer el punto en el que el proyecto deja de ser rentable, y qué tan sensible es frente a las variaciones de las curvas de ventas.

En relación con la sensibilidad del proyecto, decir que este se puede denominar sensible ante los cambios de ventas, puesto que al comparar los escenarios en donde el

precio es bajo (precio en el cual la rentabilidad del proyecto es cero), si se varía en un 20% la curva de venta la utilidad del proyecto cambia en 483.000.000 CLP, es decir, cada punto porcentual de ventas genera una variación de 24.150.000 de CLP. Para los casos de precio alto, la variación que produce un punto porcentual de ventas es de 34.000.000 CLP.

En cuanto al caso de escenario base, hay que decir que éste presentó una mayor rentabilidad que el escenario base con financiamiento, ya que obtuvo una utilidad de 5.000.000 CLP más. Sin embargo, la TIR fue mayor en este último escenario, lo que indica que se espera una mayor tasa de retorno. Pero como el VAN es el indicador predominante, se puede recomendar realizar la ejecución del proyecto sin financiación de terceros.

Finalmente, se debe recomendar la implementación de la nueva área productiva, ya que económicamente son rentables cinco de los seis escenarios planteados, tomando en cuenta medidas conservadoras para la estimación de ingresos del proyecto, por lo que si las gestiones de venta son buenas y la demanda del producto es alta, se espera una mayor rentabilidad que la analizada en el caso de estudio.

CAPÍTULO 9: EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

En este capítulo se presentarán los impactos ambientales positivos como negativos que conlleva la implementación de la nueva área productiva. Se cuantificarán los principales contaminantes que se liberen en ambos casos, para así establecer posibles medidas de corrección a futuro.

9.1. Impactos ambientales positivos

La implementación de la nueva área productiva trae consigo la disminución de los desechos sólidos de ROCOFRUT S.A, ya que actualmente la empresa elimina estos desechos productivos al medio ambiente, generando así contaminación a los suelos donde son llevados. Esta contaminación se debe a que el carozo de cereza tiene un periodo de descomposición alto, por lo que puede pasar mucho tiempo presente en el medio ambiente.

Cuando son desechados al medio ambiente, el carozo en su proceso de descomposición puede liberar ácido cianhídrico, el cual es peligroso y perjudicial para la salud de los animales y personas debido a que es un líquido venenoso. Se estima que en un carozo de cereza (cuyo peso es cercano a los 0,5 g), la cantidad de ácido cianhídrico es de 0,85 mg (Excelentesprecios.com, 2020), por lo que para el caso de estudio en donde se liberan anualmente alrededor de 450.000 kg de carozo de cereza al medioambiente, su contribución de ácido cianhídrico es de 76,5 kg al año. Con la implementación de la nueva área productiva, se podrá evitar la contaminación proveniente de los 450.000 kg de carozo, y así evitar también eliminar esos 76,5 kg de desechos peligrosos para el medio ambiente.

Otro impacto ambiental favorable con la aplicación del caso de estudio es la disminución de los gases contaminantes provenientes de los camiones que eliminan los desechos productivos de ROCOFRUT S.A., esto debido a que no se necesitará su contratación puesto que los carozos de cereza serán procesados en la nueva área productiva al interior de la empresa. De acuerdo con datos obtenidos desde el departamento de producción, se realizan en promedio doce viajes de estos camiones al año, los cuales provienen desde la comuna de Curicó. Para estimar la contaminación ambiental de los camiones, se debe considerar los km que se desplazará y la cantidad de CO₂ por km que emanan estos vehículos. Tomando esto en consideración y que los camiones liberan alrededor de 663 g CO₂/km de (Oficina catalana del Canvi Climatic, 2011), además de los 30 km en promedio que circula el camión por cada viaje, y que se realizan 12 viajes al año, se obtiene que se evita contaminar 238,68 kg de CO₂ al año.

9.2. Impactos ambientales negativos

Dentro de los impactos ambientales negativos que se generan con la implementación de la nueva área productiva, se encuentran principalmente la contaminación generada por los procesos productivos que conlleva el extraer el aceite. Dichos procesos corresponden al secado del carozo triturado, así como a la evaporación del disolvente. El primero genera emisiones de CO₂ al medio ambiente, ya que la idea es utilizar un secador con quemador de biomasa para así ocupar como combustible el carozo de cereza desgrasado. Dentro de esta emisión de gases contaminantes, se libera al medio ambiente el 98,84% de la biomasa utilizada en forma de gas, lo que equivale a 1.417,36 kg/día de CO₂. El resto del material queda como ceniza, y equivale al 1,16% de la materia utilizada, es decir, 22,94 kg de ceniza al día. Con este proceso ocurren dos situaciones adversas, la primera es la contaminación antes descrita y que tiene una connotación negativa, y la segunda es que se está reutilizando la biomasa que sobra del proceso de extracción de aceite, por lo que se evita contaminar el medio ambiente con alrededor de 1.494 kg/día de carozo triturado. Para una mejor comprensión y apreciación de las emisiones de gases contaminantes producidas en la nueva área productiva, se debe llevar a una escala de años, por lo que anualmente se elimina 13.305 kg de CO₂, además de 5.757,94 kg de cenizas.

De acuerdo con el proceso de evaporación del disolvente utilizado para la extracción de aceites, se puede decir que existen pérdidas cercanas al 5% de este compuesto químico en relación con la cantidad inicial que se introduce. Esta pérdida se genera ya que no todo el éter de petróleo alcanza a ser condensado por el equipo, por lo que tiende a volatilizar en el aire. Como el flujo de entrada inicial de éter corresponde a 365,86 kg, la cantidad que se libera al medio ambiente es de 18,3 kg/día, es decir, 4.593,3 kg por año. Es importante decir que este compuesto químico es altamente inflamable y tóxico, por lo que se debe tomar los resguardos necesarios para no sufrir inconvenientes.

Un aspecto indirecto que genera contaminación de acuerdo con la implementación de la nueva área productiva corresponde a la logística necesaria para comercializar el aceite en el extranjero. Dicha logística hace referencia a los traslados del producto terminado hacia los puertos del país, para lo cual se necesita de camiones simples con capacidad

mayor a 3 T. Si se trabaja con el supuesto de que se realizan traslados de aceite cada mes, se tiene que al año se deben generar aproximadamente 12 transportes hacia el puerto. Tomando una distancia de 300 km hacia el puerto de Valparaíso desde la comuna de Romeral, y asumiendo 5 km más de viaje hasta ROCOFRUT S.A., se tiene que anualmente los camiones seleccionados recorrerán 3.660 km. Dichos camiones poseen emisiones aproximadas de 282,47 g CO₂/km (Oficina catalana del Canvi Climatic, 2011), por lo que la estimación de CO₂ generado por este proceso anualmente es de 1.033,84 kg. Además, se debe considerar la contaminación indirecta producto de la energía utilizada en los procesos productivos, así como del agua que también es utilizada. Para ello, se toma en cuenta los 10.040 kWh/año y se aplica una transformación de 181 g CO₂/kWh. Con esto se obtiene emisiones de 1.817,24 kg de CO₂/año. En referencia al agua utilizada, se estima alrededor de 12.550 L/año. A modo de resumen se presenta la Tabla 32, en donde se puede apreciar el resumen de las emisiones contaminantes asociadas a la implementación de la nueva área productiva.

Tabla 32: Contaminantes liberados con implementación de proyecto

| Contaminante | Emisiones diarias | Emisiones por año |
|--|-------------------|-------------------|
| Combustión carozo desgrasado (kg CO ₂) | 53 | 13.305 |
| Acumulación de cenizas (kg) | 22,94 | 5.757 |
| Éter de petróleo volatilizado (L) | 18,3 | 4.593 |
| Electricidad (kg CO ₂) | 7 | 1.817 |
| Agua (L) | 50 | 12.550 |
| Logística (kg CO ₂) | - | 1.033 |

Fuente: Elaboración propia en base a (Oficina catalana del Canvi Climatic, 2011)

9.3. Conclusiones evaluación ambiental

De acuerdo con los impactos positivos y negativos que conlleva la implementación de la nueva área productiva, se puede decir que se generan mayores contaminaciones de CO₂ aplicando el proyecto. Esta aseveración es correcta, pero se debe analizar de forma más aguda debido a que es normal que un proyecto industrial relacionado al área química genere emisiones por sus procesos productivos. Además, el énfasis que se le debe dar a esta

contaminación es que se puede denominar como neutra, ya que el CO₂ liberado en la combustión corresponde a la misma cantidad de CO₂ que absorbió la biomasa en su vida, por lo que se puede “compensar”.

De acuerdo con los análisis realizados, es mayor la cantidad de CO₂ liberado por la logística de trasladar el aceite de carozo de cereza hacia el puerto que el emitido por los camiones recolectores de carozos. Esta diferencia es aproximadamente cuatro veces superior, pero la ventaja es que uno se produce como gasto y el otro (traslado a puerto) como un costo productivo que generará futuros beneficios.

CONCLUSIONES

El desarrollo del caso de estudio realizado comenzó con la selección de una alternativa de valorización de carozo de cereza. Debido a que ROCOFRUT S.A. no poseía una idea clara de cómo solucionar su problemática, se investigaron las principales tecnologías para la valorización de biomasa. Una vez que se tenía conciencia de éstas, se investigó más profundamente aquellas que se adecuaban al carozo de cereza, seleccionando la mejor alternativa en base a los criterios que el área gerencial estimó convenientes. La alternativa elegida fue la extracción de aceites desde el interior del carozo.

Debido a que se trataba de un proceso productivo del que no se poseía mucha información relacionada a rendimientos de extracción de aceites, se decidió realizar ensayos experimentales con el fin de conocer de manera empírica la cantidad de aceite que se podría extraer en base a la materia prima disponible en ROCOFRUT S.A. Para ello se realizó un diseño factorial de tres factores y dos niveles, con el cual se obtuvieron una serie de combinaciones experimentales por desarrollar. Una vez que se ejecutó el experimento, se obtuvo como resultado que la mayor cantidad de aceite se pudo extraer con una muestra que poseía una baja humedad (12%), un tamaño de partícula pequeño (3 μ m) y que no estaba sulfitada. Dicha muestra obtuvo en promedio un 32% de rendimiento, es decir, de 1 kg de carozo se puede obtener 320 g de aceite. Además, se obtuvieron análisis factoriales importantes, como por ejemplo que el factor tamaño de partícula era el más significativo para la extracción de aceites, seguido por la humedad del carozo. Con estos análisis se pudo concluir que mientras menor sea el tamaño de la partícula de carozo y mientras menor sea la humedad de éste (llegando hasta un punto máximo), se obtendrá un mejor rendimiento en la recuperación de aceites, es decir, se podrá extraer una mayor cantidad de aceite.

Una vez que se pudo estimar la cantidad de aceite que se podría producir, así como los factores influyentes en la extracción de aceite, se realizó un estudio de mercado superficial con el fin de conocer si hubiera espacio para comercializar el producto a nivel nacional o en caso contrario, a nivel internacional, en base al mercado de aceites esenciales. De dicho estudio de mercado se pudo concluir que a nivel nacional no sería recomendable

comercializar el producto, debido a la baja cantidad de dinero que mueve el mercado de los aceites esenciales, pero se descubrió que a nivel internacional el mercado de la cosmética y en específico, el de los aceites esenciales, presenta un tamaño de 10.000 millones de dólares y que posee una tendencia al alza dentro de los próximos siete años, alcanzando los 16.000 millones de dólares. Además, se decidió comenzar la comercialización como abastecedores al por mayor de aceite para insumos de la cosmética, debido a la poca información que se maneja del mercado de aceite de carozo de cereza.

Posteriormente se confeccionó el diseño del sistema de operaciones. Para ello en primer lugar se realizó el diseño lógico en donde se analizaron y describieron los procesos necesarios para la extracción de aceites en base al método de extracción por solvente. Luego, se estimó que se buscaría producir todo el carozo de cereza disponible en el año por ROCOFRUT S.A., debido a que la cantidad de aceite resultante se podría asimilar al de una planta “pequeña”. En base a esto, se estimó la capacidad diaria y por hora que debía tener la nueva área productiva, la cual fue de 1,793,47 kg/día y 284,67 kg/h respectivamente. Debido a que para obtener el aceite se requiere de un tiempo de procesamiento largo (12 horas aprox.) se decidió realizar su producción por lote (un lote al día), es por ello por lo que la capacidad seleccionada fue de 1.793,43 kg/día. En base a esto, se diseñó el balance de materia, en donde se consideraron los flujos diarios involucrados en los procesos de extracción de aceite, donde se destaca como flujo principal al carozo de cereza. Este flujo entra con un caudal de 2.802,29 kg/día equivalente a carozo de cereza con un 50% de humedad y a medida que va transitando por los procesos sale con un flujo de 269,02 kg/día de aceite de carozo de cereza. Con esto se puede estimar la capacidad necesaria en cada uno de los procesos.

Una vez que se obtuvo el diseño lógico, se procedió a estimar la maquinaria necesaria para el buen funcionamiento de la nueva área productiva. Para ello, se realizaron matriz multicriterio con el fin de seleccionar la mejor maquinaria posible. Para el proceso de triturado, se seleccionó el molino de martillo Strongwin SFSP56-30, mientras que para el secado se seleccionó al secador rotatorio Y160L-6-B3. Para el proceso de extracción de aceite, se necesitaba de un estanque en donde mezclar el disolvente y el carozo de cereza. El equipo seleccionado mediante la matriz multicriterio fue el estanque dulox de 2.000 L,

mientras que para la evaporación del disolvente se seleccionó al estanque dulox de 1.000 L. A su vez, se seleccionaron también los equipos secundarios que ayudarían a realizar el proceso de extracción de aceite. Entre ellos se encuentra la plataforma de pesaje FS 13-13, dos cintas transportadoras ZS 220X, dos cintas elevadoras FOCUS, un agitador DF speed, un silo Shengao 60010011, así como otro estanque dulox de 1.000 L que sirve como contenedor del carozo desgrasado. Con los equipos seleccionados, se calculó las dimensiones necesarias para cada zona de trabajo con la finalidad de poder estimar la superficie total que debería poseer la nueva área productiva, la cual se estimó en 448,22 m².

Luego se realizó la evaluación económica del proyecto, utilizando el flujo de caja incremental con el fin de conocer la rentabilidad que le generaría el nuevo proyecto a la empresa. En primer lugar, se calcularon los valores de las inversiones establecidas en el diseño del sistema de operaciones, para lo cual se estimó un valor de 44.488.076 CLP relacionado a las obras físicas. Además, se consideró una inversión de 1.815.920 CLP debido a los mobiliarios. La última inversión del proyecto es la perteneciente a la maquinaria necesaria, la cual asciende a los 78.020.268 CLP. A esta inversión se le aplicó el método factorial de *Lang*, con lo cual se pudo estimar un costo más aproximado a la realidad y que equivale a los costos indirectos de inversión que generalmente se omiten. Con esto, se pudo aproximar un costo de inversión de equipos de 279.796.613 CLP, lo cual sumado a los mobiliarios y obras físicas se puede obtener una inversión total de 341.220.611 CLP.

En relación con los ingresos del proyecto, estos no se comportan de igual manera en el transcurso del tiempo, ya que se estimó una curva de ventas conservadora con el fin de reflejar la realidad de la puesta en marcha relacionada a la comercialización de un producto nuevo. En base a esto, los ingresos del proyecto van desde los 158.418.750 CLP en el primer año hasta los 402.588.900 CLP para el año diez y fueron estimados tomando como precio de venta 8.000 CLP el litro de aceite para las ventas entre los 25 a 200 L, mientras que ventas superiores a estas se consideró rebajar a 7.200 CLP el litro de aceite. Los costos anuales del proyecto se dividen en 84.078.000 CLP para costos fijos y 33.251.299 CLP para costos variables, es decir, costos totales por 118.723.469 CLP al año. De acuerdo con el capital de trabajo, este se estimó en 38.816.913 CLP y fue calculado mediante la técnica

de déficit acumulado. Con estos parámetros, el valor de desecho del proyecto fue de 1.370.504.773 CLP.

Posteriormente, se analizó la rentabilidad del proyecto, obteniendo que el caso base presenta un VAN de 696.137.930 CLP, una TIR de 35% y un PRI de 4,88 años. Luego, se analizaron distintos escenarios en base al flujo de caja, para así estimar qué tan sensible es el proyecto frente a cambios en sus parámetros. Se obtuvo que el escenario base fue 5.000.000 CLP más rentable que este caso financiado por entidades bancarias. Se analizó también el precio de venta del litro de aceite en el cual el proyecto deja de ser rentable (4.734 CLP/L y 4.261 CLP/L para envases de 25 y 200 L respectivamente) destacando de este análisis que el proyecto es sensible a los cambios producidos por la curva de ventas, puesto que el cambio de 1% de este parámetro genera una variación de 24.150.000 CLP respecto a la rentabilidad del proyecto.

Finalmente, se realizó una evaluación ambiental con el fin de conocer las contaminaciones que se podrían generar con la implementación de la nueva área productiva. En base a esto, se analizó que la mayor contaminación se obtiene del proceso de secado, debido a que se combustiona el carozo de cereza desgrasado. Esta contaminación genera al año una liberación de 355.757,36 kg de CO₂, pero al tratarse de biomasa se puede considerar como contaminación neutra, debido a la cantidad de CO₂ que absorbió en su vida el cerezo. Además, otro residuo de esta combustión es la ceniza que no se alcanza a quemar, la cual genera desperdicios a un orden de 5.757,94 kg/año. Otra contaminación producida en los procesos productivos equivale a la volatilización del éter de petróleo, el cual se pierde en una escala del 5%, es decir, 4.593,3 kg por año. Finalmente, se puede establecer que indirectamente también se genera contaminación ambiental, el que corresponde a la realizada por los camiones que trasladarán el aceite hasta el puerto de Valparaíso. Esta contaminación generada equivale a 1.033,84 kg CO₂ por año.

En cuanto a las recomendaciones que se sugieren realizar de acuerdo con el caso de estudio, en primer lugar, se encuentra realizar un diseño factorial más complejo para el experimento de extracción de aceites, es decir, con más factores y niveles con el fin de poder obtener resultados más exactos sobre cómo afectan dichos factores en la recuperación

de aceite a medida que van variando los niveles. En segundo lugar, se recomienda comparar los resultados obtenidos mediante los métodos de prensado en frío y extracción por solvente, para así conocer cuánto más eficiente es este último proceso. En tercer lugar, se recomienda estudiar la factibilidad de implementar un proceso más automatizado y moderno para la extracción de aceite, analizando los costos de inversión y los ingresos futuros que podría ocasionar esta actualización de maquinaria. En cuarto lugar, se recomienda un estudio para analizar la factibilidad de implementar una nueva área productiva de pellets en base a mezclar los pedúnculos de las cerezas con el carozo desgrasado, comparándolo económicamente con el uso actual que se le da al carozo en el caso de estudio. En quinto lugar, se recomienda realizar un estudio de mercado en un tiempo aproximado de cinco años más, sobre la factibilidad de vender este producto como un aceite en formato de 50 ml o menor a nivel nacional, abasteciendo a distintos centros donde se comercializan cosméticos. La última recomendación es realizar estudios sobre el aceite de distintas variedades de carozo de cereza, con el fin de conocer si presentan alguna diferencia en la cantidad de aceite que se encuentra presente en su interior o si poseen alguna diferencia en la composición química entre variedades.

BIBLIOGRAFÍA

Agroventilacion. (s.f.). Obtenido de <https://www.agroventilacion.cl/home/silos-agroindustria/>

Alibaba. (s.f.). *Alibaba*. Obtenido de https://spanish.alibaba.com/product-detail/hammer-mill-feed-grain-corn-wheat-bean-grinder-animal-feed-crusher-machine-1600184503758.html?spm=a2700.7735675.normal_offer.d_image.484931fdaAB77B&s=p

Alibaba. (s.f.). *Alibaba*. Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/manufacturer-direct-sale-wood-fired-osa-rotary-drum-dryer-for-oil-palm-waste-pomace-bean-dreg-bean-pulp-soy-corn-with-best-price-1600251470702.html>

Alibaba. (s.f.). *Alibaba*. Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/secador-de-tambor-giratorio-para-maquina-de-secado-de-materiales-de-bioma-material-de-alta-humedad-biomass-rotary-dryer-1600089724074.html?spm=a2700.details.0.0.49cc2f70cI83Qx>

Alibaba. (s.f.). *Alibaba*. Obtenido de https://www.alibaba.com/product-detail/Colour-Z-Type-Inclined-Conveyor-with_60741285449.html

Alibaba. (s.f.). *Alibaba*. Obtenido de https://www.alibaba.com/product-detail/agitateur-industriel-mezclador-barra-agitador-industrial_62199751462.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.1eef6a27sLw6Ne

Alibaba. (s.f.). *Alibaba*. Obtenido de https://www.alibaba.com/product-detail/275g-Galvanized-Corn-Grain-Maize-Storage_1600265157872.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.72bf5aacOJrE8z&s=p

Alibaba. (s.f.). *Alibaba*. Obtenido de https://www.alibaba.com/product-detail/Food-Grade-Customized-Automatic-Assembly-Line_1600348011447.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.48ce638b7IWurr&s=p

Amsterdam, v., & M. F. (2018). *Factorial Techniques applied in Chemical plant cost Estimation: A comparative study based on Literature and cases [Tesis de Maestría]*. Delft University of Technology.

Andes bio-pellets. (s.f.). *Andes Bio-pellets*. Obtenido de <http://www.andesbiopellets.cl/copia-de-quienes-somos>

ARTILAB. (s.f.). Obtenido de <https://artilab.com.co/balon-fondo-plano/>

Asociación española para la calidad. (s.f.). *AEC*. Obtenido de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/matriz-de-priorizacion>

Asociación de Empresas de Energías Renovables. (s.f.). *appa renovables*. Obtenido de <https://www.appa.es/appa-biomasa/que-es-la-biomasa/>

Biblioteca del congreso nacional de Chile. (20 de enero de 2020). *Biblioteca del congreso nacional de Chile*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1141351>

Boseta, A. (26 de marzo de 2020). *Rankia*. Obtenido de <https://www.rankia.cl/blog/analisis-ipsa/3597140-que-valor-libros-accion-ejemplos>

Burguillo, R. V. (2 de marzo de 2016). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/depreciacion.html>

Cámara de la industria cosmética de Chile. (2019). *Cámara de la industria cosmética de Chile*. Obtenido de <https://camaracosmetica.cl/industria-cosmetica-se-recupera-en-noviembre/>

Carbueros Metálicos grupo air products. (s.f.). *Carbueros Metálicos*. Obtenido de <http://www.carbueros.com/Industries/Analytical-Laboratories/analytical-lab-applications/product-list/supercritical-fluid-extraction-sfe-analytical-laboratories.aspx?itemId=79CD576362274387B4D933FF565DE2A2>

Castelló Gómez, M., Fito Suñer, P., Seguí Gil, L., & Betoret Valls, N. (s.f.). Fundamentos de la extracción sólido-líquido. *Universitat Politècnica de Valencia*.

CEUPE. (s.f.). *CEUPE magazine*. Obtenido de <https://www.ceupe.com/blog/que-es-la-pirolisis.html>

Cientec. (s.f.). Obtenido de <https://cientecinstrumentos.cl/comparar/producto/estufa-universal-un-plus/>

Cromtek. (s.f.). Obtenido de <https://www.cromtek.cl/2021/01/28/rotavapor-funcionamiento-y-componentes-basicos/>

CROMTEK. (s.f.). Obtenido de <https://www.cromtek.cl/balanzas-analiticas/>

Datos Macro.com. (s.f.). *Datos macro.com*. Obtenido de <https://datosmacro.expansion.com/ipc-paises/chile>

Departamento de inteligencia de mercados. (2016). *Servicios al exportador*. Obtenido de <https://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/alertas/documento/doc/412276965rad74788.pdf>

Díaz Bravo, L., Torruco García, U., Martínez Hernández, M., & Varela Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en educación médica*, 1.

Dulox. (s.f.). Obtenido de <https://www.dulox.cl/productos/otros-productos/industria-quimica-y-farmaceutica/estanques-0/estanques-de-2000-ltrs>

Dulox. (s.f.). Obtenido de <https://www.dulox.cl/productos/otros-productos/industria-quimica-y-farmaceutica/estanques-0/estanques-de-1000-ltrs>

Equipos y laboratorio de Colombia. (s.f.). *Equipos y laboratorio de colombia*. Obtenido de <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/placa-calefactora>

Esan. (18 de julio de 2019). *Esan*. Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2019/07/como-se-calcula-el-valor-de-desecho-de-un-proyecto/>

Excelentesprecios.com. (17 de septiembre de 2020). Obtenido de <https://excelentesprecios.com/tienen-las-semillas-de-cereza-cianuro#:~:text=Teniendo%20en%20cuenta%20que%20el,es%20de%200%2C85%20mg.>

Fortune business insights. (2021). *Fortune business insights*. Obtenido de <https://www.fortunebusinessinsights.com/cosmetics-market-102614>

Galo Scale. (s.f.). Obtenido de <https://www.galoscale.cl/producto/plataforma-industrial-de-pesaje-en-acero-inoxidable/>

González Hernández, I. J. (s.f.). Diseño de experimentos y su aplicación en la industria. *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*.

González, C. G. (2018). Frutas y verduras perdidas y desperdiciadas, una oportunidad para mejorar el consumo. *Revista Chilena de nutrición*. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182018000400198&lng=n&nrm=iso

Google Maps. (s.f.). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/search/longitudinal+sur+km+187+casilla+16+d/@-34.9655838,-71.1923371,734m/data=!3m1!1e3>

Green Facts. (4 de Marzo de 2015). *Green Facts*. Obtenido de <https://www.greenfacts.org/es/biocarbon/index.htm>

Green Field. (2014). *Green Field*. Obtenido de <https://greenfield.eu.com/bulk-fruit-seed-oils/cherry-seed-oil/>

- Grupo ISN. (s.f.). *Grupo ISN*. Obtenido de <http://www.grupoisn.com/division-servicios/limpieza-ecologica/horno-de-pirolisis/>
- Guerra Patiño, S. (s.f.). *Institucional Colombia*. Obtenido de <https://www.institucionalcolombia.com/tendencias-gastronomicas/ingredientes/conozca-todo-acerca-de-las-cerezas-marrasquino/>
- Guerrero Oliva, V. (2010). El carozo como materia prima para desarrollar materiales de diseño. 13. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/100316>
- Hernández, F. (11 de octubre de 2018). *savasana*. Obtenido de <https://savasana.es/2018/10/11/beneficios-de-los-sacos-termicos-rellenos-con-huesos-de-cereza/>
- Huatai. (s.f.). *Huatai cereals and oil machinery*. Obtenido de https://www.oilmachinecn.com/PRODUCTO/Prensa_De_Aceite/2018/0309/9.html
- Infaimon. (10 de febrero de 2020). *Infaimon*. Obtenido de <https://blog.infaimon.com/cuello-botella-la-produccion-afrontarlo/>
- Inflation.eu. (s.f.). Obtenido de <https://www.inflation.eu/es/tasas-de-inflacion/chile/inflacion-historica/ipc-inflacion-chile.aspx>
- Insurance Information Institute . (s.f.). *iii*. Obtenido de <https://www.iii.org/es/article/como-funciona-el-deducible-de-su-seguro>
- Januszewicz , K., Kazimierski , P., Klein, M., Kardaś , D., & Łuczak, J. (2020). Activated Carbon Produced by Pyrolysis of Waste Wood and Straw for Potential Wastewater Adsorption. *MDPI*.
- Kiziryan, M. (28 de abril de 2015). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/flujo-de-caja.html>
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones; Octava edición*. Pearson.

m&a medic. (s.f.). Obtenido de <https://www.m-amedic.com/product/refrigerante-rosario-allihn>

m&a medic. (s.f.). Obtenido de <https://www.m-amedic.com/product/refrigerante-rosario-allihn>

Made in China. (s.f.). *Made in China.* Obtenido de https://es.made-in-china.com/co_winstarmachinery/product_Mh3848-4-Plywood-Laminating-Melamine-Hydraulic-Hot-Press-Machine_eeoeyrssy.html

Made in China. (s.f.). *Made in China.* Obtenido de https://es.made-in-china.com/co_zzagii/product_Industrial-Grain-Corn-Feed-Crusher-Maize-Grinding-Hammer-Mill_einoueury.html

Made in China. (s.f.). *Made in China.* Obtenido de https://es.made-in-china.com/co_zzhxpsj/product_High-Efficiency-Rotary-Dryer-for-Gypsum_esnrnyusy.html

Markets and Markets. (s.f.). *Markets and Markets.* Obtenido de https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/essential-oil-market-119674487.html?gclid=Cj0KCQjww4OMBhCUARIsAILndv5kMHTVtyWqxDQWsBp2iR7ee-yAKdNWQX1A_B6RnBLTHtXEuh8ZYfAaAsnREALw_wcB

Mateo Elgueda, F. (s.f.). Guía para elección de tecnologías.

Maximize market research. (Abril de 2021). *Maximize Market Research.* Obtenido de <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-fresh-cherries-market/96291/>

Melper. (s.f.). Obtenido de <https://melper.cl/portfolio/estanque-acero-inoxidable/>

Melper. (s.f.). Obtenido de <https://melper.cl/portfolio/estanque-acero-inoxidable/>

Merayo, P. (agosto de 2017). *Máxima formación.* Obtenido de <https://www.maximaformacion.es/blog-dat/que-es-el-anova-de-una-via/>

- Meza B., A. (3 de enero de 2020). *Mi espacio*. Obtenido de <https://www.infosol.com.mx/miespacio/el-diagnostico-organizacional-elementos-metodos-y-tecnicas/>
- Núñez, C. (s.f.). *cenunez*. Obtenido de <http://cenunez.com.ar/archivos/39-ExtraccinconequipoSoxhlet.pdf>
- Oficina catalana del Canvi Climatic. (marzo de 2011). Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Obtenido de <https://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST234ZI97531&id=97531>
- Ortizco Maquinarias y Equipos Industriales. (s.f.). *Ortizco*. Obtenido de <http://www.ortizco.cl/producto-detalle/peletizado/84/peletizadora-industrial-kahl>
- Ottenvanger. (s.f.). *Ottenvanger milling engineers*. Obtenido de <https://www.ottevanger.com/es/products/prensado/molinos-de-martillos-serie-650/#download-form>
- Pacheco, P., Pérez Zuzich, A., & Rodríguez Etchichuri, Ó. (s.f.). *Mercado modelo*. Obtenido de <http://www.mercadomodelo.net/documents/27911/1184ce15-7cec-4253-ba9d-d247993896fe#:~:text=El%20Calibre%20se%20refiere%20al,di%C3%A1metro%20ecuatorial%20expresado%20en%20mil%C3%ADmetros.>
- Pantoja-Chamorro, A., Hurtado Benavides, A. M., & Martínez-Correa, H. (2017). Evaluación del Rendimiento, Composición y Actividad Antioxidante de Aceite de Semillas de Mora (*Rubus glaucus*) Extraído con CO₂ Supercrítico. *Research Gate*, 35-46.
- Pedroza, S. (9 de febrero de 2016). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/amortizacion.html>

- Pefaur Lepe, J. (22 de enero de 2021). *ODEPA*. Obtenido de <https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/boletines/boletin-de-fruta-enero-2021>
- Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2019). *Definición.de*. Obtenido de <https://definicion.de/pedunculo/>
- Portal frutícola. (12 de Enero de 2016). *Portal frutícola*. Obtenido de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/01/12/que-es-la-sulfitacion/>
- Prensado en frío. (s.f.). *Prensado en frío.cl*. Obtenido de <https://www.prensadoenfrio.cl/pages/prensado-en-frio>
- PromoFarma. (28 de Noviembre de 2017). *PromoFarma*. Obtenido de <https://www.promofarma.com/blog/herbolario-y-fitoterapia/aceites-esenciales-que-son-que-propiedades-tienen-y-como-se-usan/>
- Public Holidays. (2021). *Public Holidays*. Obtenido de <https://publicholidays.cl/es/2022-dates/>
- QuestionPro. (s.f.). *QuestionPro*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-escala-de-likert-y-como-utilizarla/>
- Revista turbo. (19 de septiembre de 2018). *Turbo*. Obtenido de <https://www.revistaturbo.com/noticias/cuanto-carbono-producen-los-distintos-tipos-de-vehiculo-1197>
- Reyes, V. (11 de agosto de 2021). *Bio Bio chile*. Obtenido de <https://www.biobiochile.cl/noticias/economia/actualidad-economica/2021/08/11/industria-cosmetica-en-chile-reporta-crecimiento-de-ventas-de-detalla-lo-mas-vendido.shtml>
- Riquelme, M. (12 de noviembre de 2021). Obtenido de <https://www.webyempresas.com/tasa-de-retorno-minima/>
- Rocofrut S.A. (17 de Marzo de 2021). *Rocofrut*. Obtenido de <https://rocofrut.cl/mision.html>

- Sapag Chain, N. (2011). *Proyectos de inversión, formulación y evaluación*. Pearson.
- Servicio de Impuestos Internos. (6 de octubre de 2021). *SII*. Obtenido de https://www.sii.cl/preguntas_frecuentes/renta/001_002_1804.htm
- Servicio de impuestos Internos. (s.f.). *SII*. Obtenido de https://www.sii.cl/ayudas/aprenda_sobre/3072-1-3080.html
- Sickler, J. (15 de julio de 2021). *Terokeet*. Obtenido de <https://terakeet.com/blog/beauty-industry/>
- Silvateam. (s.f.). *Silvateam*. Obtenido de <https://www.silvateam.com/es/productos-y-servicios/energ-renovable/pellet-bruciabene/proceso-productivo-del-pellet.html>
- Solo Industriales. (s.f.). *Solo Industriales*. Obtenido de <https://soloindustriales.com/analisis-del-proceso/>
- SOVIQUIM. (s.f.). *SOVIQUIM*. Obtenido de <https://www.soviquim.cl/762-extractor-soxhlet-100>
- SPW. (s.f.). Obtenido de <http://www.spw.cl/proyectos/apuntes/cap5.htm>
- TP Laboratorio Químico. (s.f.). Obtenido de <https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico/papel-filtro.html>
- Trade map. (2021). *Trade map*. Obtenido de https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS_Graph.aspx?nvpm=3%7c152%7c%7c%7c%7c33%7c%7c%7c2%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1%7c2
- Transportes ACPSI. (28 de diciembre de 2020). *ACPSI*. Obtenido de <https://acpsi.net/2020/12/28/que-es-el-packing/>
- Universidad Pablo de Olavide. (2004). *Determinación del contenido grado de leche en polvo: Extracción soxhlet*. Sevilla.

Volta Chile. (20 de noviembre de 2019). *Volta*. Obtenido de <https://www.voltachile.cl/como-tratar-riles-organicos/>

Yilmaz, C., & Gokmen, V. (2013). Compositional characteristics of sour cherry kernel and its oil as influenced by different extraction and roasting conditions. *Science Direct*, 130-135.

ANEXOS

Anexo 1: Composición química del carozo de cereza

| Compuesto | Cantidad |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Carbohidratos | 46,62 ± 1,10 g |
| Azúcares | 2,91 ± 0,29 g |
| Sacarosa | 0,30 ± 0,00 g |
| Glucosa | 0,96 ± 0,05 g |
| Fructosa | 1,65 ± 0,25 g |
| Fibras dietéticas | 30,25 ± 3,33 g |
| Lípidos | 17,00 ± 0,59 g |
| Grasa saturada | 1,28 ± 0,05 g |
| Grasa monosaturada | 7,96 ± 0,03 g |
| Grasa poli-insaturada | 7,76 ± 0,05 g |
| Proteínas | 29,34 ± 2,20 g |
| Composición de aminoácidos (%) | |
| Ácido glutámico | 27,96 ± 0,44 |
| Arginina | 9,30 ± 0,13 |
| Prolina | 8,25 ± 0,18 |
| Ácido aspártico | 7,55 ± 0,07 |
| Fenilalanina | 7,05 ± 0,13 |
| Glicina | 6,52 ± 0,00 |
| Lisina | 5,28 ± 0,02 |
| Alanina | 4,57 ± 0,32 |
| Serina | 4,49 ± 0,20 |
| Ceniza | 3,11 ± 0,49 g |
| Potasio | 448,41 ± 2,05 mg |
| Sodio | 15,24 ± 2,16 mg |
| Calcio | 275,13 ± 0,50 mg |
| Planchar | 4,48 ± 0,44 mg |
| Magnesio | 234,39 ± 2,00 mg |
| Vitamina | |
| Agua soluble | |
| Vitamina B 1 | 0,15 ± 0,11 mg |
| Vitamina B 6 | 0,18 ± 0,03 mg |
| Vitamina B 5 | 0,03 ± 0,00 mg |
| Vitamina B 3 | 0,57 ± 0,02 mg |
| Soluble en lípidos | |
| Vitamina e | 6,36 ± 0,81 mg |
| Contenido fenólico total | 53,87 ± 0,02 mg GAE |
| Capacidad antioxidante total | 0,92 ± 0,08 mmol TEAC |
| Humedad | 3,91 ± 0,11 g |

Fuente: Elaboración propia en base a (Yilmaz & Gokmen, 2013)

Anexo 2: Evaluación de importancia de criterios

| Cual es más importante | Nivel de innovación | Rentabilidad | Tamaño de mercado | Impacto ambiental |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Nivel de innovación | - | Nivel de innovación | Nivel de innovación | Igualmente importante |
| Rentabilidad | Nivel de innovación | - | Igualmente importante | Impacto ambiental |
| Tamaño de mercado | Nivel de innovación | Igualmente importante | - | Igualmente importante |
| Impacto ambiental | Igualmente importante | Impacto ambiental | Impacto ambiental | - |

Fuente: Elaboración propia en base a departamento de operaciones

Anexo 3: Evaluación cualitativa de criterios seleccionados

| Cual es más importante | Nivel de innovación | Rentabilidad | Tamaño de mercado | Impacto ambiental |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Nivel de innovación | - | Levemente más importante | Levemente más importante | Igualmente importante |
| Rentabilidad | Levemente más importante | - | Igualmente importante | Levemente más importante |
| Tamaño de mercado | Levemente más importante | Igualmente importante | - | Levemente más importante |
| Impacto ambiental | Igualmente importante | Levemente más importante | Levemente más importante | - |

Fuente: Elaboración propia en base a departamento de operaciones

Anexo 4: Escala de Likert

| | |
|--------------------------------------|---|
| Igualmente importante | 1 |
| Levemente más importante | 3 |
| Moderadamente más importante | 5 |
| Fuertemente más importante | 7 |
| Total y absolutamente más importante | 9 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Evaluación cuantitativa para la ponderación de criterios

| Cuál es más importante | Nivel de innovación | Rentabilidad | Tamaño de mercado | Impacto ambiental | Total | Ponderación |
|------------------------|---------------------|--------------|-------------------|-------------------|-------|-------------|
| Nivel de innovación | 0 | 3 | 3 | 1 | 7 | 36% |
| Rentabilidad | 1/3 | 0 | 1 | 1/3 | 2 | 14% |
| Tamaño de mercado | 1/3 | 1 | 0 | 1/3 | 2 | 14% |
| Impacto ambiental | 1 | 3 | 3 | 0 | 7 | 36% |

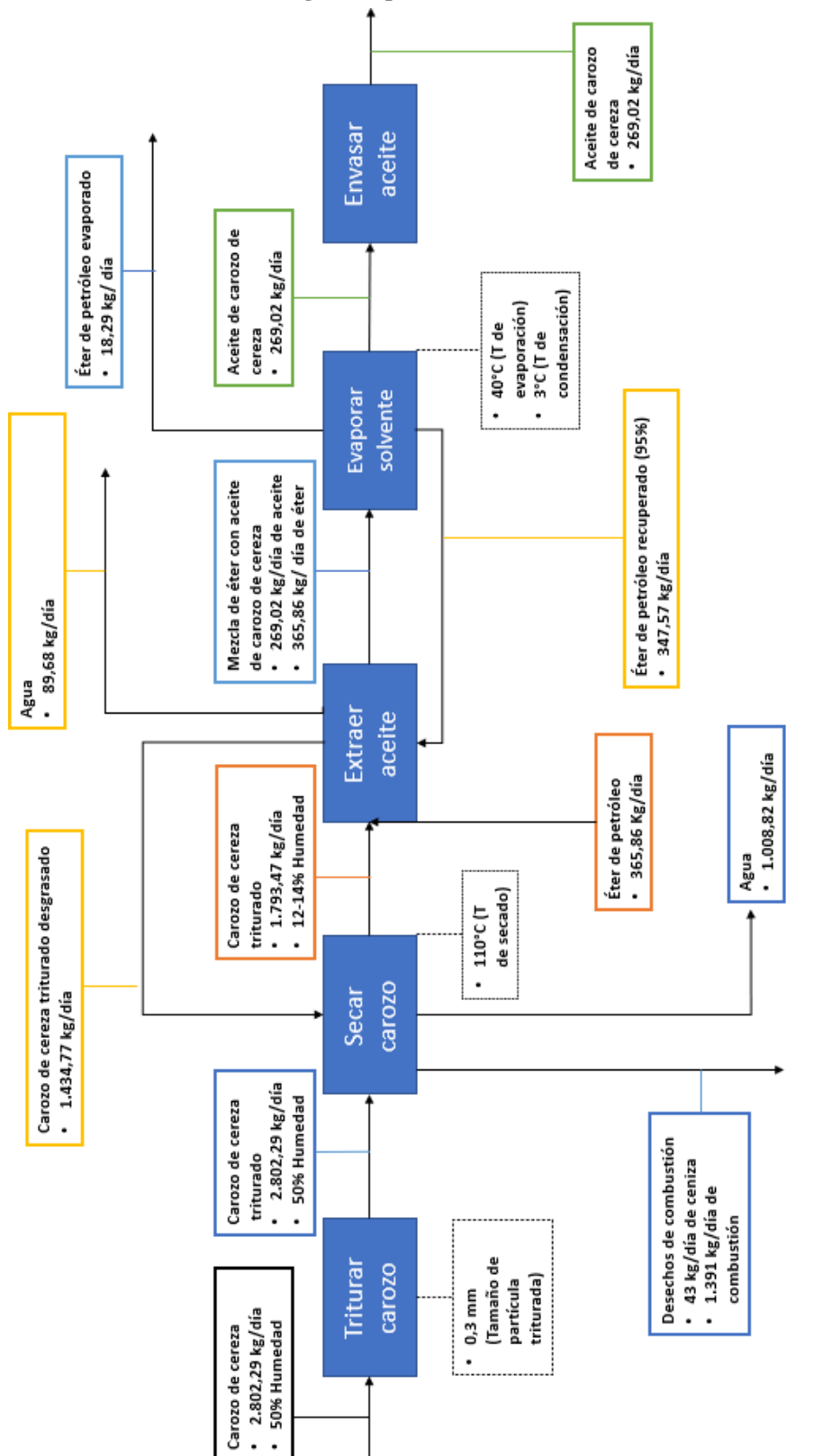
Fuente: Elaboración propia en base a departamento de operaciones

Anexo 6: Preguntas realizadas para evaluar cada uno de los proyectos

| | |
|---------------------|--|
| Nivel de innovación | En una escala de 1 a 10, ¿Cuán innovador consideran cada uno de los proyectos? |
| Rentabilidad | En una escala de 1 a 10, ¿Cuán rentable esperan que sean cada uno de los proyectos en base a los procesos y precios de venta explicados? |
| Tamaño de mercado | En una escala de 1 a 10, ¿Cómo creen que sean los niveles de ventas de acuerdo al tamaño de los mercados de cada producto? |
| Impacto ambiental | En una escala de 1 a 10, ¿Cuán contaminante considera cada uno de los proyectos en base a los procesos productivos necesarios? |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Balance general proceso de extracción de aceite



Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: Calendario de inversión de obras físicas

| Calendario de inversión de obras físicas | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Galpón zona productiva | \$ 44.488.076 | | | | | | | | | | |
| Total | \$ 44.488.076 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9: Calendario de inversión de activos

| Calendario de inversión de activos | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|--------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Trituradora | \$ 9.117.918 | | | | | | | | | | \$ 9.117.918 |
| Secador rotatorio | \$ 9.576.660 | | | | | | | | | | \$ 9.576.660 |
| Estanque de extracción de aceite | \$ 9.971.010 | | | | | | | | | | \$ 9.971.010 |
| Estanque de evaporación de solvente | \$ 13.304.200 | | | | | | | | | | \$13.304.200 |
| Plataforma digital | \$ 650.000 | | | | | | | | | \$ 650.000 | \$ 650.000 |
| Cintas elevadoras | \$ 11.348.377 | | | | | | | | | | \$11.348.377 |
| Cintas transportadoras | \$ 16.000.000 | | | | | | | | | | \$16.000.000 |
| Silo | \$ 3.436.560 | | | | | | | | | | \$ 3.436.560 |
| Agitador | \$ 615.543 | | | | | | | | | | \$ 615.543 |
| Equipos de laboratorio | \$ 4.000.000 | | | | | | | | | | \$ 4.000.000 |
| Total | \$ 78.020.268 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 650.000 | \$78.020.268 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: Calendario de inversión de mobiliario

| Calendario de inversión de mobiliario | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-----|-----|-----------|-----|-----|-----------|-----------|-----|-----------|-----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Escritorio | \$199.990 | | | | | | | \$199.990 | | | |
| Silla de escritorio | \$169.990 | | | | | | | \$169.990 | | | |
| Impresora | \$62.990 | | | \$62.990 | | | \$62.990 | | | \$62.990 | |
| Computador | \$369.990 | | | \$369.990 | | | \$369.990 | | | \$369.990 | |
| Cajones | \$339.980 | | | | | | | \$339.980 | | | |
| Aire acondicionado | \$647.990 | | | | | | | | | | \$647.990 |
| Basurero | \$24.990 | | | \$24.990 | | | \$24.990 | | | \$24.990 | |
| Total | \$1.815.920 | \$0 | \$0 | \$457.970 | \$0 | \$0 | \$457.970 | \$709.960 | \$0 | \$457.970 | \$647.990 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: Calendario de depreciación obras físicas

| Calendario de depreciación obras físicas | | | | | | | | | | | |
|--|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Galpón zona productiva | | \$ 1.711.080 | \$ 1.711.080 | \$ 1.711.080 | \$ 1.711.080 | \$ 1.711.080 | \$ 1.711.080 | \$ 1.711.080 | \$ 1.711.080 | \$ 1.711.080 | \$ 1.711.080 |
| Total | | \$ 1.711.080 | \$ 1.711.080 | \$ 1.711.080 | \$ 1.711.080 | \$ 1.711.080 | \$ 1.711.080 | \$ 1.711.080 | \$ 1.711.080 | \$ 1.711.080 | \$ 1.711.080 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12: Calendario de depreciación de activos

| Calendario de depreciación de activos | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|------------|------|------|------|------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Trituradora | | \$ 1.823.584 | \$ 1.823.584 | \$ 1.823.584 | \$ 1.823.584 | \$ 1.823.584 | | | | | |
| Secador rotatorio | | \$ 3.192.220 | \$ 3.192.220 | \$ 3.192.220 | | | | | | | |
| Estanque de extracción de aceite | | \$ 3.323.670 | \$ 3.323.670 | \$ 3.323.670 | | | | | | | |
| Estanque de evaporación de solvente | | \$ 4.434.733 | \$ 4.434.733 | \$ 4.434.733 | | | | | | | |
| Plataforma digital | | \$ 216.667 | \$ 216.667 | \$ 216.667 | | | | | | | \$ 216.667 |
| Cinta elevadora | | \$ 2.269.675 | \$ 2.269.675 | \$ 2.269.675 | \$ 2.269.675 | \$ 2.269.675 | | | | | |
| Cinta transportadora | | \$ 3.200.000 | \$ 3.200.000 | \$ 3.200.000 | \$ 3.200.000 | \$ 3.200.000 | | | | | |
| Silo | | \$ 214.785 | \$ 214.785 | \$ 214.785 | \$ 214.785 | \$ 214.785 | \$ 214.785 | | | | |
| Agitador | | \$ 123.109 | \$ 123.109 | \$ 123.109 | \$ 123.109 | \$ 123.109 | | | | | |
| Equipos de laboratorio | | \$ 4.000.000 | | | | | | | | | |
| Total | | \$ 22.798.443 | \$ 18.798.443 | \$ 18.798.443 | \$ 7.631.153 | \$ 7.631.153 | \$ 214.785 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 216.667 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: Calendario de depreciación de mobiliario

| Calendario de depreciación de mobiliario | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|---|-------------|-----------|-----------|-----------|-----|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Escritorio | | \$99.995 | \$99.995 | | | | | | \$99.995 | \$99.995 | |
| Silla de escritorio | | \$84.995 | \$84.995 | | | | | | \$84.995 | \$84.995 | |
| Impresora | | \$62.990 | | | \$62.990 | | | \$62.990 | | | \$62.990 |
| Computador | | \$369.990 | | | \$369.990 | | | \$369.990 | | | \$369.990 |
| Cajones | | \$169.990 | \$169.990 | | | | | | \$169.990 | \$169.990 | |
| Aire acondicionado | | \$215.997 | \$215.997 | \$215.997 | | | | | | | |
| Basurero | | \$24.990 | | | \$24.990 | | | \$24.990 | | | \$24.990 |
| Total | | \$1.028.947 | \$570.977 | \$215.997 | \$457.970 | \$0 | \$0 | \$457.970 | \$354.980 | \$354.980 | \$457.970 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14: Calendario de valor libro obras físicas

| Calendario de valor libro obras físicas | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| Galpón zona productiva | | | | | | | | | | | \$ 27.377.278 |
| Total | | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 27.377.278 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15: Calendario valor libro de activos

| Calendario de valor libro de activos | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|
| Trituradora | | | | | | | | | | | |
| Secador rotatorio | | | | | | | | | | | |
| Estanque de extracción de aceite | | | | | | | | | | | |
| Estanque de evaporación de solvente | | | | | | | | | | | |
| Plataforma digital | | | | | | | | | | | \$ 433.333 |
| Cinta elevadora | | | | | | | | | | | |
| Cinta transportadora | | | | | | | | | | | |
| Silo | | | | | | | | | | | |
| Agitador | | | | | | | | | | | |
| Equipos de laboratorio | | | | | | | | | | | |
| Total | | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 433.333 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16: Calendario valor libro de mobiliario

| Calendario de valor libro de mobiliario | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|
| Escritorio | | | | | | | | | | | |
| Silla de escritorio | | | | | | | | | | | |
| Impresora | | | | | | | | | | | |
| Computador | | | | | | | | | | | |
| Cajones | | | | | | | | | | | |
| Aire acondicionado | | | | | | | | | | | \$647.990 |
| Basurero | | | | | | | | | | | |
| Total | | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 647.990 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17: Calendario de venta de obras físicas

| Calendario de venta de activos obras físicas | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Galpón zona productiva | | | | | | | | | | | |
| Total | | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18: Calendario de ventas de activos

| Calendario de venta de activos | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------------------|---|------|------|------|------|--------------|------|------|------|------------|--------------|
| Trituradora | | | | | | | | | | | |
| Secador rotatorio | | | | | | | | | | | |
| Estanque de extracción de aceite | | | | | | | | | | | |
| Estanque de evaporación de solvente | | | | | | | | | | | |
| Plataforma digital | | | | | | | | | | \$ 260.000 | |
| Cinta elevadora | | | | | | | | | | | |
| Cinta transportadora | | | | | | | | | | | |
| Silo | | | | | | | | | | | |
| Agitador | | | | | | | | | | | |
| Equipos de laboratorio | | | | | | \$ 1.600.000 | | | | | \$ 1.600.000 |
| Total | | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 1.600.000 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 260.000 | \$ 1.600.000 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 19: Calendario de venta de mobiliario

| Calendario de venta de mobiliario | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------------------|---|------|------|------------|------|------|------------|------------|------|------------|------------|
| Escritorio | | | | | | | | \$ 79.996 | | | |
| Silla de escritorio | | | | | | | | \$ 67.996 | | | |
| Impresora | | | | \$ 25.196 | | | \$ 25.196 | | | \$ 25.196 | |
| Computador | | | | \$ 147.996 | | | \$ 147.996 | | | \$ 147.996 | |
| Cajones | | | | | | | | \$ 135.992 | | | |
| Aire acondicionado | | | | | | | | | | | \$ 259.196 |
| Basurero | | | | \$ 9.996 | | | \$ 9.996 | | | \$ 9.996 | |
| Total | | \$ - | \$ - | \$ 183.188 | \$ - | \$ - | \$ 183.188 | \$ 283.984 | \$ - | \$ 183.188 | \$ 259.196 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 20: Flujo de caja escenario base

| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Ingresos | | \$158.418.750 | \$272.703.375 | \$305.422.425 | \$310.871.138 | \$345.076.200 | \$345.076.200 | \$373.832.550 | \$373.832.550 | \$402.588.900 | \$402.588.900 |
| Ingresos por venta | | \$0 | \$0 | \$183.188 | \$0 | \$1.600.000 | \$183.188 | \$283.984 | \$0 | \$443.188 | \$1.859.196 |
| Costos | | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 |
| Valor libro | | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | -\$28.458.601 |
| Depreciación | | -\$25.538.469 | -\$21.080.499 | -\$20.725.519 | -\$9.800.203 | -\$9.342.233 | -\$1.925.865 | -\$2.169.050 | -\$2.066.060 | -\$2.066.060 | -\$2.385.717 |
| Utilidad antes de impuesto | | \$14.156.812 | \$132.899.407 | \$166.156.625 | \$182.347.466 | \$218.610.498 | \$224.610.054 | \$253.224.015 | \$253.043.021 | \$282.242.559 | \$254.880.310 |
| Impuestos | | -\$3.822.339 | -\$35.882.840 | -\$44.862.289 | -\$49.233.816 | -\$59.024.835 | -\$60.644.715 | -\$68.370.484 | -\$68.321.616 | -\$76.205.491 | -\$68.817.684 |
| Utilidad después de impuesto | | \$10.334.473 | \$97.016.567 | \$121.294.336 | \$133.113.650 | \$159.585.664 | \$163.965.339 | \$184.853.531 | \$184.721.405 | \$206.037.068 | \$186.062.626 |
| Valor libro | | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$28.458.601 |
| Depreciación | | \$25.538.469 | \$21.080.499 | \$20.725.519 | \$9.800.203 | \$9.342.233 | \$1.925.865 | \$2.169.050 | \$2.066.060 | \$2.066.060 | \$2.385.717 |
| Inversión activos | -\$341.220.611 | \$0 | \$0 | -\$457.970 | \$0 | \$0 | -\$457.970 | -\$709.960 | \$0 | -\$1.107.970 | -\$78.668.258 |
| Inversión de terreno | | | | | | | | | | | |
| Inversión capital de trabajo | -\$38.816.913 | | | | | | | | | | |
| Costo de implementación | | | | | | | | | | | |
| Valor de desecho del proyecto | | | | | | | | | | | \$1.370.504.773 |
| Flujo neto | -\$380.037.524 | \$35.872.942 | \$118.097.066 | \$141.561.885 | \$142.913.853 | \$168.927.896 | \$165.433.234 | \$186.312.621 | \$186.787.465 | \$206.995.158 | \$1.508.743.458 |
| Valor presente | -\$380.037.524 | \$31.467.493 | \$90.871.858 | \$95.550.240 | \$84.616.474 | \$87.735.856 | \$75.369.156 | \$74.457.477 | \$65.480.037 | \$63.652.655 | \$406.974.208 |
| Valor presente acumulado | -\$380.037.524 | -\$348.570.031 | -\$257.698.173 | -\$162.147.933 | -\$77.531.460 | \$10.204.396 | \$85.573.552 | \$160.031.029 | \$225.511.067 | \$289.163.722 | \$696.137.930 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 21: Flujo de caja con financiamiento

| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Ingresos | | \$133.875.000 | \$272.703.375 | \$305.422.425 | \$310.871.138 | \$345.076.200 | \$345.076.200 | \$373.832.550 | \$373.832.550 | \$402.588.900 | \$402.588.900 |
| Ingresos por venta | | \$0 | \$0 | \$183.188 | \$0 | \$1.600.000 | \$183.188 | \$283.984 | \$0 | \$443.188 | \$1.859.196 |
| Costos | | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 |
| Valor libro | | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | -\$28.458.601 |
| Depreciación | | -\$25.538.469 | -\$21.080.499 | -\$20.725.519 | -\$9.800.203 | -\$9.342.233 | -\$1.925.865 | -\$2.169.050 | -\$2.066.060 | -\$2.066.060 | -\$2.385.717 |
| Intereses | | -\$23.885.443 | -\$22.650.242 | -\$21.242.113 | -\$19.636.846 | -\$17.806.842 | -\$15.720.637 | -\$13.342.363 | -\$10.631.131 | -\$7.540.327 | -\$4.016.809 |
| Utilidad antes de impuesto | | -\$34.272.381 | \$110.249.165 | \$144.914.512 | \$162.710.620 | \$200.803.657 | \$208.889.417 | \$239.881.652 | \$242.411.890 | \$274.702.233 | \$250.863.500 |
| Impuestos | | \$9.253.543 | -\$29.767.275 | -\$39.126.918 | -\$43.931.867 | -\$54.216.987 | -\$56.400.143 | -\$64.768.046 | -\$65.451.210 | -\$74.169.603 | -\$67.733.145 |
| Utilidad después de impuesto | | -\$25.018.838 | \$80.481.890 | \$105.787.594 | \$118.778.753 | \$146.586.669 | \$152.489.275 | \$175.113.606 | \$176.960.680 | \$200.532.630 | \$183.130.355 |
| Valor libro | | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$28.458.601 |
| Depreciación | | \$25.538.469 | \$21.080.499 | \$20.725.519 | \$9.800.203 | \$9.342.233 | \$1.925.865 | \$2.169.050 | \$2.066.060 | \$2.066.060 | \$2.385.717 |
| Inversión activos | -\$341.220.611 | \$0 | \$0 | -\$457.970 | \$0 | \$0 | -\$457.970 | -\$709.960 | \$0 | -\$1.107.970 | -\$78.668.258 |
| Inversión capital de trabajo | -\$38.816.913 | | | | | | | | | | |
| Costo de implementación | | | | | | | | | | | |
| Préstamo | \$170.610.305 | | | | | | | | | | |
| Amortización | | -\$8.822.863 | -\$10.058.064 | -\$11.466.193 | -\$13.071.460 | -\$14.901.464 | -\$16.987.669 | -\$19.365.943 | -\$22.077.175 | -\$25.167.979 | -\$28.691.496 |
| Valor de desecho del proyecto | | | | | | | | | | | \$1.315.730.751 |
| Flujo neto | -\$209.427.219 | -\$8.303.232 | \$91.504.326 | \$114.588.950 | \$115.507.495 | \$141.027.438 | \$136.969.501 | \$157.206.753 | \$156.949.565 | \$176.322.740 | \$1.422.345.669 |
| Valor presente | -\$209.427.219 | -\$7.283.537 | \$70.409.607 | \$77.344.277 | \$68.389.710 | \$73.245.232 | \$62.401.462 | \$62.825.686 | \$55.020.091 | \$54.220.643 | \$383.668.939 |
| Valor presente acumulado | -\$209.427.219 | -\$216.710.755 | -\$146.301.148 | -\$68.956.871 | -\$567.161 | \$72.678.071 | \$135.079.533 | \$197.905.219 | \$252.925.310 | \$307.145.953 | \$690.814.893 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 22: Flujo de caja escenario de altas ventas y precio alto

| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Ingresos | | \$183.330.000 | \$373.443.210 | \$411.911.955 | \$419.260.433 | \$459.424.980 | \$459.424.980 | \$492.241.050 | \$492.241.050 | \$525.057.120 | \$525.057.120 |
| Ingresos por venta | | \$0 | \$0 | \$183.188 | \$0 | \$1.600.000 | \$183.188 | \$283.984 | \$0 | \$443.188 | \$1.859.196 |
| Costos | | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 |
| Valor libro | | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | -\$28.458.601 |
| Depreciación | | -\$25.538.469 | -\$21.080.499 | -\$20.725.519 | -\$9.800.203 | -\$9.342.233 | -\$1.925.865 | -\$2.169.050 | -\$2.066.060 | -\$2.066.060 | -\$2.385.717 |
| Utilidad antes de impuesto | | \$39.068.062 | \$233.639.242 | \$272.646.155 | \$290.736.761 | \$332.959.278 | \$338.958.834 | \$371.632.515 | \$371.451.521 | \$404.710.779 | \$377.348.530 |
| Impuestos | | -\$10.548.377 | -\$63.082.595 | -\$73.614.462 | -\$78.498.925 | -\$89.899.005 | -\$91.518.885 | -\$100.340.779 | -\$100.291.911 | -\$109.271.910 | -\$101.884.103 |
| Utilidad después de impuesto | | \$28.519.685 | \$170.556.646 | \$199.031.693 | \$212.237.835 | \$243.060.273 | \$247.439.949 | \$271.291.736 | \$271.159.610 | \$295.438.869 | \$275.464.427 |
| Valor libro | | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$28.458.601 |
| Depreciación | | \$25.538.469 | \$21.080.499 | \$20.725.519 | \$9.800.203 | \$9.342.233 | \$1.925.865 | \$2.169.050 | \$2.066.060 | \$2.066.060 | \$2.385.717 |
| Inversión activos | -\$341.220.611 | \$0 | \$0 | -\$457.970 | \$0 | \$0 | -\$457.970 | -\$709.960 | \$0 | -\$1.107.970 | -\$78.668.258 |
| Inversión de terreno | | | | | | | | | | | |
| Inversión capital de trabajo | -\$36.344.163 | | | | | | | | | | |
| Costo de implementación | | | | | | | | | | | |
| Valor de desecho del proyecto | | | | | | | | | | | \$1.994.976.703 |
| Flujo neto | -\$377.564.774 | \$54.058.154 | \$191.637.146 | \$219.299.242 | \$222.038.038 | \$252.402.506 | \$248.907.844 | \$272.750.826 | \$273.225.670 | \$296.396.959 | \$2.222.617.188 |
| Valor presente | -\$377.564.774 | \$47.419.434 | \$147.458.561 | \$148.020.742 | \$131.464.343 | \$131.089.952 | \$113.399.065 | \$109.001.410 | \$95.781.733 | \$91.144.419 | \$599.537.227 |
| Valor presente acumulado | -\$377.564.774 | -\$330.145.340 | -\$182.686.779 | -\$34.666.037 | \$96.798.306 | \$227.888.258 | \$341.287.323 | \$450.288.733 | \$546.070.466 | \$637.214.885 | \$1.236.752.112 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 23: Flujo de caja escenario baja venta y precio bajo

| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ingresos | | \$61.681.868 | \$125.645.965 | \$143.919.219 | \$146.486.727 | \$165.615.816 | \$165.615.816 | \$182.177.398 | \$182.177.398 | \$198.738.979 | \$198.738.979 |
| Ingresos por venta | | \$0 | \$0 | \$183.188 | \$0 | \$1.600.000 | \$183.188 | \$283.984 | \$0 | \$443.188 | \$1.859.196 |
| Costos | | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 |
| Valor libro | | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | -\$28.458.601 |
| Depreciación | | -\$25.538.469 | -\$21.080.499 | -\$20.725.519 | -\$9.800.203 | -\$9.342.233 | -\$1.925.865 | -\$2.169.050 | -\$2.066.060 | -\$2.066.060 | -\$2.385.717 |
| Utilidad antes de impuesto | | -\$82.580.070 | -\$14.158.003 | \$4.653.419 | \$17.963.055 | \$39.150.114 | \$45.149.670 | \$61.568.863 | \$61.387.869 | \$78.392.638 | \$51.030.389 |
| Impuestos | | \$22.296.619 | \$3.822.661 | -\$1.256.423 | -\$4.850.025 | -\$10.570.531 | -\$12.190.411 | -\$16.623.593 | -\$16.574.725 | -\$21.166.012 | -\$13.778.205 |
| Utilidad después de impuesto | | -\$60.283.451 | -\$10.335.342 | \$3.396.996 | \$13.113.030 | \$28.579.584 | \$32.959.259 | \$44.945.270 | \$44.813.144 | \$57.226.626 | \$37.252.184 |
| Valor libro | | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$28.458.601 |
| Depreciación | | \$25.538.469 | \$21.080.499 | \$20.725.519 | \$9.800.203 | \$9.342.233 | \$1.925.865 | \$2.169.050 | \$2.066.060 | \$2.066.060 | \$2.385.717 |
| Inversión activos | -\$341.220.611 | \$0 | \$0 | -\$457.970 | \$0 | \$0 | -\$457.970 | -\$709.960 | \$0 | -\$1.107.970 | -\$78.668.258 |
| Inversión de terreno | | | | | | | | | | | |
| Inversión capital de trabajo | -\$160.499.278 | | | | | | | | | | |
| Costo de implementación | | | | | | | | | | | |
| Valor de desecho del proyecto | | | | | | | | | | | \$349.964.381 |
| Flujo neto | -\$501.719.889 | -\$34.744.982 | \$10.745.157 | \$23.664.545 | \$22.913.233 | \$37.921.816 | \$34.427.154 | \$46.404.360 | \$46.879.204 | \$58.184.716 | \$339.392.624 |
| Valor presente | -\$501.719.889 | -\$30.478.054 | \$8.268.050 | \$15.972.894 | \$13.566.473 | \$19.695.403 | \$15.684.548 | \$18.544.914 | \$16.433.929 | \$17.892.262 | \$91.549.059 |
| Valor presente acumulado | -\$501.719.889 | -\$532.197.944 | -\$523.929.894 | -\$507.957.000 | -\$494.390.527 | -\$474.695.124 | -\$459.010.576 | -\$440.465.662 | -\$424.031.732 | -\$406.139.470 | -\$314.590.411 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 24: Flujo de caja escenario de altas ventas y bajo precio

| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ingresos | | \$112.493.154 | \$193.646.667 | \$213.594.396 | \$217.404.904 | \$238.231.982 | \$238.231.982 | \$255.248.552 | \$255.248.552 | \$272.265.122 | \$272.265.122 |
| Ingresos por venta | | \$0 | \$0 | \$183.188 | \$0 | \$1.600.000 | \$183.188 | \$283.984 | \$0 | \$443.188 | \$1.859.196 |
| Costos | | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 |
| Valor libro | | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | -\$28.458.601 |
| Depreciación | | -\$25.538.469 | -\$21.080.499 | -\$20.725.519 | -\$9.800.203 | -\$9.342.233 | -\$1.925.865 | -\$2.169.050 | -\$2.066.060 | -\$2.066.060 | -\$2.385.717 |
| Utilidad antes de impuesto | | -\$31.768.784 | \$53.842.698 | \$74.328.596 | \$88.881.232 | \$111.766.280 | \$117.765.836 | \$134.640.017 | \$134.459.023 | \$151.918.781 | \$124.556.531 |
| Impuestos | | \$8.577.572 | -\$14.537.529 | -\$20.068.721 | -\$23.997.933 | -\$30.176.896 | -\$31.796.776 | -\$36.352.805 | -\$36.303.936 | -\$41.018.071 | -\$33.630.263 |
| Utilidad después de impuesto | | -\$23.191.212 | \$39.305.170 | \$54.259.875 | \$64.883.300 | \$81.589.384 | \$85.969.060 | \$98.287.212 | \$98.155.087 | \$110.900.710 | \$90.926.268 |
| Valor libro | | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$28.458.601 |
| Depreciación | | \$25.538.469 | \$21.080.499 | \$20.725.519 | \$9.800.203 | \$9.342.233 | \$1.925.865 | \$2.169.050 | \$2.066.060 | \$2.066.060 | \$2.385.717 |
| Inversión activos | -\$341.220.611 | \$0 | \$0 | -\$457.970 | \$0 | \$0 | -\$457.970 | -\$709.960 | \$0 | -\$1.107.970 | -\$78.668.258 |
| Inversión de terreno | | | | | | | | | | | |
| Inversión capital de trabajo | -\$38.816.913 | | | | | | | | | | |
| Costo de implementación | | | | | | | | | | | |
| Valor de desecho del proyecto | | | | | | | | | | | \$731.769.069 |
| Flujo neto | -\$380.037.524 | \$2.347.257 | \$60.385.669 | \$74.527.424 | \$74.683.502 | \$90.931.617 | \$87.436.955 | \$99.746.302 | \$100.221.146 | \$111.858.800 | \$774.871.396 |
| Valor presente | -\$380.037.524 | \$2.058.997 | \$46.464.811 | \$50.303.889 | \$44.218.629 | \$47.227.032 | \$39.835.100 | \$39.862.345 | \$35.133.430 | \$34.397.469 | \$209.016.762 |
| Valor presente acumulado | -\$380.037.524 | -\$377.978.527 | -\$331.513.715 | -\$281.209.826 | -\$236.991.198 | -\$189.764.165 | -\$149.929.065 | -\$110.066.720 | -\$74.933.289 | -\$40.535.820 | \$168.480.942 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 25: Flujo de caja con escenario de venta baja y precio alto

| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Ingresos | | \$139.408.500 | \$239.978.970 | \$274.880.183 | \$279.784.024 | \$316.319.850 | \$316.319.850 | \$347.951.835 | \$347.951.835 | \$379.583.820 | \$379.583.820 |
| Ingresos por venta | | \$0 | \$0 | \$183.188 | \$0 | \$1.600.000 | \$183.188 | \$283.984 | \$0 | \$443.188 | \$1.859.196 |
| Costos | | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 | -\$118.723.469 |
| Valor libro | | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | -\$28.458.601 |
| Depreciación | | -\$25.538.469 | -\$21.080.499 | -\$20.725.519 | -\$9.800.203 | -\$9.342.233 | -\$1.925.865 | -\$2.169.050 | -\$2.066.060 | -\$2.066.060 | -\$2.385.717 |
| Utilidad antes de impuesto | | -\$4.853.438 | \$100.175.002 | \$135.614.382 | \$151.260.352 | \$189.854.148 | \$195.853.704 | \$227.343.300 | \$227.162.306 | \$259.237.479 | \$231.875.230 |
| Impuestos | | \$1.310.428 | -\$27.047.250 | -\$36.615.883 | -\$40.840.295 | -\$51.260.620 | -\$52.880.500 | -\$61.382.691 | -\$61.333.823 | -\$69.994.119 | -\$62.606.312 |
| Utilidad después de impuesto | | -\$3.543.010 | \$73.127.751 | \$98.998.499 | \$110.420.057 | \$138.593.528 | \$142.973.204 | \$165.960.609 | \$165.828.483 | \$189.243.360 | \$169.268.918 |
| Valor libro | | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$28.458.601 |
| Depreciación | | \$25.538.469 | \$21.080.499 | \$20.725.519 | \$9.800.203 | \$9.342.233 | \$1.925.865 | \$2.169.050 | \$2.066.060 | \$2.066.060 | \$2.385.717 |
| Inversión activos | -\$341.220.611 | \$0 | \$0 | -\$457.970 | \$0 | \$0 | -\$457.970 | -\$709.960 | \$0 | -\$1.107.970 | -\$78.668.258 |
| Inversión de terreno | | | | | | | | | | | |
| Inversión capital de trabajo | -\$39.620.163 | | | | | | | | | | |
| Costo de implementación | | | | | | | | | | | |
| Valor de desecho del proyecto | | | | | | | | | | | \$1.240.553.458 |
| Flujo neto | -\$380.840.774 | \$21.995.459 | \$94.208.250 | \$119.266.048 | \$120.220.260 | \$147.935.761 | \$144.441.099 | \$167.419.699 | \$167.894.543 | \$190.201.450 | \$1.361.998.434 |
| Valor presente | -\$380.840.774 | \$19.294.263 | \$72.490.190 | \$80.501.185 | \$71.180.045 | \$76.833.199 | \$65.805.422 | \$66.907.160 | \$58.856.952 | \$58.488.456 | \$367.390.646 |
| Valor presente acumulado | -\$380.840.774 | -\$361.546.511 | -\$289.056.322 | -\$208.555.136 | -\$137.375.092 | -\$60.541.893 | \$5.263.528 | \$72.170.689 | \$131.027.641 | \$189.516.098 | \$556.906.744 |

Fuente: Elaboración propia