



**UNIVERSIDAD DE TALCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE TÍTULO**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA  
PLANIFICACIÓN DETALLADA DE LA PRODUCCIÓN DE  
FRUTA EN COPEFRUT S.A**

**AUTOR**

Matías Ignacio Rojas Donoso

**PROFESOR GUÍA**

Juan José Troncoso Tirapegui.

**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 are present. The left stamp is blue and reads "UNIVERSIDAD DE TALCA" at the top, "DIRECCIÓN" in the center, and "SISTEMA DE BIBLIOTECAS" at the bottom. A blue ink signature is written over the stamp. The right stamp is grey and reads "UNIVERSIDAD DE TALCA" at the top, "SISTEMA DE BIBLIOTECAS" in the center, and "CAMPUS CURICO" at the bottom. A blue ink signature is written over the stamp.

Curicó, 2023

*Dedicado a mis padres,*

*Gonzalo y Gloria.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A través de estas palabras me gustaría agradecer a todas las personas que de una u otra forma fueron partícipes de este logro, desde que era pequeño hasta ahora. Primero que todo, a mi familia (el motivo del esfuerzo que siempre dediqué para obtener la carrera) que a lo largo de los años han sacrificado cosas para siempre darme lo mejor posible, entregándome herramientas que en su época eran difíciles de obtener. A mi papá y mamá, que siempre trabajaron para darnos la oportunidad que ellos no tuvieron, esforzándose para que a mis hermanos y a mí nunca nos faltase nada, además de entregarme cariño y apoyo en cada una de las decisiones que tomé durante el paso de los años. A mis abuelos maternos, que siempre me entregaron cariño y cuidaron cuando mis padres no podían hacerlo, siendo un pilar fundamental en mi vida y considerándolos mis segundos padres. A mis tíos, que también siempre se preocuparon de hacerme feliz, apoyándome en lo que fuese necesario y siempre teniendo un “sí” cuando les pedía algo. A mis hermanos, que me guiaban y orientaban en las decisiones que tomaba, entregándome el cariño de hermano mayor y entregándome además momentos que nunca olvidaré.

En cuanto a mis amigos, me gustaría dedicarles palabras a mis amigos de pequeño, con los cuales he compartido grandes momentos en mi vida y que han sido de gran ayuda en momentos difíciles de ésta. A mis amigos de colegio, con quienes disfruté grandes experiencias durante mi estadía en él, y que también han estado en las buenas y en las malas conmigo. Por último, a mis amigos de la universidad, con quienes compartí momentos muy gratos dentro de la institución, compartiendo risas, sufrimientos, momentos de estudio y suspenso durante mi época universitaria.

Por último, me gustaría agradecer a la empresa Copefrut S.A, en específico a la planta donde trabajé (Cenkiwi), quienes me dieron la oportunidad y confianza de realizar la memoria de título. A las personas que trabajan ahí, que siempre me ayudaron con las preguntas que realizaba, quienes me enseñaron también el cómo era insertarse dentro del mundo laboral.

En fin, sobran palabras para expresar mi gratitud hacia las personas que fueron parte de esto, de verdad muchas gracias y los llevaré conmigo siempre.

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto lleva a cabo una propuesta de mejora para la secuenciación de lotes de cereza dentro de la empresa Copefrut, específicamente en la planta Cenkiwi. El principal motivo de esta problemática es la ausencia de un sistema informático que permita calcular un orden óptimo de los lotes para minimizar los cambios de variedad, segregación, productor, entre otros, lo que genera detenciones no programadas en la línea que disminuyen el tiempo de producción en los turnos.

Como introducción al proyecto, se presenta una descripción de la empresa y de sus plantas, los productos que procesan y su estructura organizacional. Además, se da a conocer la problemática de la planta, en conjunto de los objetivos generales y específicos que se plantearán para poder resolver dicho problema.

En el transcurso del proyecto, se presentan el marco teórico y la metodología que será utilizada para abarcar la problemática, con el fin de entregar una planificación de las actividades que se realizarán para encontrar una solución al problema planteado. Además, se presenta un análisis de la situación actual de la empresa, donde se busca encontrar la causa raíz y poder solucionarla. En este sentido, se realizó la programación de una heurística de secuenciación a través de *Visual Basic*, con el fin de crear formularios que ayudasen a facilitar la interacción del usuario con el programa.

Por último, se realiza una simulación en un escenario determinado de la temporada de cereza, para poder verificar el funcionamiento de la heurística programada. La eficiencia arrojada corresponde a 96,77%, con un tiempo de detención de 19,15 minutos. Tras esto, se midieron los distintos impactos que podría traer la implementación del proyecto, donde se destacan el impacto organizacional, económico, productivo, ambiental y político.

**Matías Ignacio Rojas Donoso ([matrojas16@alumnos.utalca.cl](mailto:matrojas16@alumnos.utalca.cl))**

**Estudiante de Ingeniería Civil Industrial – Universidad de Talca**

**ENERO DE 2022**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
1    CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN Y FORMALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	2
1.1    Lugar de aplicación.....	3
1.1.1    Misión.....	4
1.1.2    Visión .....	4
1.1.3    Actividades comerciales de Copefrut.....	4
1.2    Estructura organizacional .....	5
1.3    Descripción del proceso productivo.....	7
1.3.1    Productos de Copefrut .....	7
1.3.2    Procesos productivos .....	10
1.4    Problemática .....	11
1.5    Objetivo general.....	14
1.6    Objetivos específicos .....	14
1.7    Resultados tangibles esperados.....	14
2    CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA.....	16
2.1    Marco teórico.....	17
2.1.1    Plan detallado de producción.....	17
2.1.2    Sistema de información .....	18
2.1.3    Visual Basic.....	20

2.1.4	Reglas de secuenciación .....	20
2.1.5	Evaluación económica y otros impactos .....	24
2.1.6	Técnicas de diagnóstico.....	25
2.1.7	Técnicas de mejoramiento continuo.....	30
2.1.8	Método heurístico .....	32
2.1.9	Metodologías de desarrollo .....	32
2.2	Metodología de solución.....	37
2.2.1	Elección de metodología de solución .....	37
2.2.2	Metodología aplicada .....	39
2.2.3	Plan de actividades .....	40
3	CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA Y DIAGNÓSTICO .....	42
3.1	Situación actual de Copefrut S.A.....	43
3.2	Diagrama de Pareto.....	45
3.3	Diagrama de Ishikawa .....	46
3.4	Estrategia de 5 ¿Por qué?.....	48
3.5	Conclusiones del diagnóstico.....	50
4	CAPÍTULO 4: FORMULACIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL Y LÓGICO.....	52
4.1	Diagrama de nivel superior .....	53
4.2	Desarrollo y formalización del sistema integral .....	55
4.3	Formulación de módulos .....	59

4.3.1	Módulo para secuenciación de lotes de producción .....	59
5	CAPÍTULO 5: DESARROLLO DEL SISTEMA INFORMÁTICO .....	67
5.1	Supuestos de la realización del programa .....	68
5.2	Módulo de actualización de lotes en existencia .....	68
5.2.1	Requerimientos funcionales para el módulo de existencia de fruta .....	68
5.2.2	Requerimientos no funcionales para el módulo de existencia de fruta .....	69
5.2.3	Actividades internas realizadas por el módulo de existencia de fruta .....	69
5.3	Módulo de presentación de pedidos .....	72
5.3.1	Requerimientos funcionales del módulo presentación de pedidos .....	72
5.3.2	Requerimientos no funcionales del módulo presentación de pedidos .....	73
5.3.3	Actividades internas realizadas por el módulo de presentación de pedidos ...	73
5.4	Módulo de orden de secuenciación de lotes .....	76
5.4.1	Requerimientos funcionales del módulo de secuenciación de lotes .....	76
5.4.2	Requerimientos no funcionales del módulo de secuenciación de lotes .....	76
5.4.3	Actividades internas realizadas por el módulo de secuenciación de lotes .....	77
5.5	Ejecución del programa en base a los supuestos .....	78
6	CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN DE IMPACTOS DEL PROYECTO .....	85
6.1	Impacto organizacional .....	86
6.2	Impacto en la producción .....	87
6.3	Impacto ambiental .....	88



6.4	Impacto político .....	88
6.5	Impacto económico .....	89
6.5.1	Impacto económico directo .....	89
6.5.2	Impacto económico indirecto .....	90
CONCLUSIÓN .....		92
RECOMENDACIONES .....		95
TRABAJO FUTURO .....		96
BIBLIOGRAFÍA .....		97
ANEXOS .....		102

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Organigrama gerencial Copefrut S.A.....	6
Ilustración 2:	Organigrama planta Cenkiwi temporada de cereza.....	7
Ilustración 3:	Ejemplo matriz multicriterio .....	28
Ilustración 4:	Simbología diagrama de flujo de procesos .....	29
Ilustración 5:	Simbología diagrama de flujo de datos .....	30
Ilustración 6:	Representación Diagrama de Ishikawa .....	31
Ilustración 7:	Representación metodología <i>Design Thinking</i> .....	34
Ilustración 8:	Representación metodología Kanban.....	35
Ilustración 9:	Pilares metodología SCRUM.....	36
Ilustración 10:	Representación metodología XP .....	36

Ilustración 11: Carta Gantt programación actividades .....	41
Ilustración 12: Diagrama de contexto Copefrut - Cenkiwi.....	44
Ilustración 13: Diagrama Ishikawa detención de línea.....	48
Ilustración 14:Diagrama de nivel superior Copefrut .....	54
Ilustración 15: Diagrama de sistema integral de planificación a mediano plazo .....	57
Ilustración 16: Diagrama de sistema integral de planificación a corto plazo.....	59
Ilustración 17: Diagrama de flujo orden de secuenciación de lotes .....	62
Ilustración 18: Diagrama de flujo heurística programada .....	66
Ilustración 19:Tabla de información de existencia Copefrut.....	70
Ilustración 20: Presentación de información de lotes en existencia .....	71
Ilustración 21: Resumen de visualización existencia fruta en planilla.....	71
Ilustración 22: Módulo de menú de pedidos .....	74
Ilustración 23: Módulo de presentación de pedidos registrados.....	75
Ilustración 24: Módulo de ingreso y/o edición de pedidos.....	75
Ilustración 25: Módulo de secuenciación de lotes.....	78
Ilustración 26: Orden programa secuenciación .....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tiempo de detención de los tipos de cambios en la línea .....	13
Tabla 2: Matriz de comparación de criterios para selección de metodología .....	38
Tabla 3: Matriz multicriterio para elección de metodología .....	38

Tabla 4: Análisis 5 ¿Por qué?.....	49
Tabla 5: Resumen orden importancia de criterios del lote .....	64
Tabla 6: Resultados cambio de permutaciones.....	79
Tabla 7: Eficiencia del programa por cada número de permutaciones presentadas .....	82
Tabla 8: Eficiencia del programa durante diferentes días .....	83
Tabla 9: Impacto económico directo del programa en el día 02/12/2021 .....	90
Tabla 10: Impacto económico indirecto por elaboración del programa.....	91

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Cálculo valor lapso de fabricación .....	22
Ecuación 2: Cálculo utilización.....	22
Ecuación 3: Cálculo de TREMA .....	24
Ecuación 4: Cálculo % eficiencia del programa vs tiempo óptimo.....	81

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Volumen anual estimado por tipo de fruta en Kg .....	9
Gráfico 2: Proporción del volumen anual estimado por fruta .....	9
Gráfico 3: Pareto de causas de detenciones de línea año 2020 .....	46
Gráfico 4: Mejora de tiempo de detención vs aumento de permutaciones.....	80
Gráfico 5: Comportamiento eficiencia del programa.....	84

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Características de producción de cerezas Copefrut .....	102
Anexo 2: Características de producción de manzana bicolor Copefrut.....	103
Anexo 3: Características de producción de manzanas verdes Copefrut.....	104
Anexo 4: Características de producción de manzanas rojas Copefrut.....	105
Anexo 5: Características de producción de arándanos Copefrut .....	106
Anexo 6: Características de producción de kiwis Copefrut .....	107
Anexo 7: Características de producción de ciruelas Copefrut.....	108
Anexo 8: Diagrama de flujo proceso de cerezas .....	109
Anexo 9: Diagrama de nivel superior proceso de cereza .....	110

# **INTRODUCCIÓN**

Hoy en día, Chile es uno de los principales países exportadores de cereza en el mundo, ubicándose en el puesto 4 del ranking mundial con 123.224 toneladas (Atlas Big, 2019). Esta cantidad de fruta principalmente tiene como destino el continente asiático, especialmente en China, debido a la tradición de regalar frutas durante el año nuevo chino, donde este fruto simboliza éxito y prosperidad en el imaginario asiático, la cual puede llegar a venderse hasta 10 veces del precio que se vende en Chile (La Tercera, 2020).

En el año 1955 nace como una cooperativa frutícola la empresa Coopefrut, la cual estaba destinada a exportar fruta a través de la unión de diferentes productores, siendo en el año 1996 la primera exportación chilena de cereza a China (Coopefrut, 2021). Hoy en día, la empresa exporta más de 14.000.000 de kg de dicha fruta al exterior, gracias a las tres plantas productoras que presenta a lo largo del país.

Cabe destacar la nueva normativa impuesta por el mercado chino, la cual regula el ingreso de fruta que presente un virus (que no provoca daño alguno al ser humano) que, según este país, generarían problemas a la fauna asiática (La Tercera, 2021). Por tal motivo, la eficiencia de los procesos y de su gestión se hacen importantes debido a la posibilidad de perder compradores por la presencia de fruta enviada desde la planta.

Con todo lo anterior, la empresa busca mejorar de forma continua sus procesos, tratando de optimizar recursos para poder aumentar la eficiencia de las plantas y así cumplir con los miles de pedidos que se atienden por temporada. Es por este motivo que el presente proyecto busca plantear una propuesta de mejora para el área de operaciones, específicamente en la planificación detallada de la secuenciación de lotes.

# CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN Y FORMALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

*En el presente capítulo se presenta el contexto que abarcará el proyecto de título, dando una descripción detallada del lugar donde se realizará la memoria de título, al igual que un fundamento de la problemática para la empresa y los objetivos generales y específicos que tendrá el proyecto.*

## 1.1 Lugar de aplicación

El proyecto de mejoramiento se realizará en la empresa Copefrut, que nace en la ciudad de Curicó en el año 1955, con el nombre de Coopefrut Ltda. (Cooperativa frutícola). La empresa se forma con la unión de productores frutícolas de la zona en el Club de la Unión de dicha ciudad, con una visión de colaboración y crecimiento. En el año 1970, comienza sus actividades como empresa embaladora y exportadora, para posteriormente dejar de ser una cooperativa con el fin de convertirse en una sociedad anónima, bajo el nombre de Copefrut S.A.

En la actualidad, la empresa presenta tres plantas a nivel nacional; Cenkiwi, Cenfrut y Cenlinares, las cuales procesan los diferentes tipos de fruta que la empresa mantiene dentro de sus servicios. Algunas de sus características son:

- **Cenkiwi:** ubicada en la Ruta 5 Sur km.172, Teno, tiene una superficie de 19,2 hectáreas, presentando 520 trabajadores en temporada, cuenta con 25 cámaras de frío y una capacidad de almacenaje de 30.500 bins. Esta planta procesa principalmente cerezas, kiwi y ciruelas, con un volumen anual estimado de 6.500.000kg, 14.500.000kg y 9.500.000kg respectivamente, dando un total de producción de 30.500.000kg (Copefrut, 2021).
- **Cenfrut:** ubicada en la Ruta 5 Sur km.185, Romeral, posee una superficie de 18 hectáreas, con un personal en temporada de 650 colaboradores, 51 cámaras de frío para almacenar fruta y 80.000 bins de capacidad para almacenar en la planta. Las variedades de fruta que se procesan en este lugar son: cerezas, manzanas y peras, con un volumen estimado anual de 6.320.000kg, 32.000.000kg y 3.500.000kg respectivamente, dando un total de 41.820.000kg de fruta (Copefrut, 2021).
- **Cenlinares:** ubicada en la Ruta 5 Sur km.298, Linares, posee una superficie de ocho hectáreas, con un personal de temporada de 300 personas, con una cantidad de 28 cámaras de frío para la fruta que trabajan, y con una capacidad de almacenar bins de 46.500 bins. Esta planta procesa principalmente arándanos, manzanas y cerezas, con un volumen estimado anual de 2.000.000kg, 14.500.000kg y 2.100.000kg respectivamente de cada fruta (Copefrut, 2021).

Para este proyecto de título, la planta a considerar la problemática y posterior solución será Cenkiwi, específicamente en el área de operaciones.

### 1.1.1 Misión

La misión de la empresa es la siguiente:

*“Desarrollamos y comercializamos la fruta querida por nuestros consumidores. Para ello somos innovadores y buscamos la rentabilidad del negocio creciendo de manera sostenible y generando alianzas de valor compartido.”* (Copefrut, 2021).

### 1.1.2 Visión

La visión declarada por la empresa es la siguiente:

*“Aportamos calidad de vida compartiendo nuestra fruta.”* (Copefrut, 2021).

Asimismo, la empresa posee valores corporativos frente al cómo actuar y relacionarse frente al mercado. Los valores corporativos de Copefrut son los siguientes (Copefrut, 2021):

- **Confianza:** *“Credibilidad, profesionalismo y trayectoria definen nuestra identidad.”*
- **Calidad:** *“Cuidar la calidad de nuestros productos y de la forma en que trabajamos tienen como fin el mejorar la calidad de vida de las personas.”*
- **Compromiso:** *“Trabajamos con cariño y responsabilidad, entendiendo que nuestro actuar repercute en la sociedad y en el medioambiente.”*
- **Colaboración:** *“Buscamos relaciones transparentes y colaborativas para juntos satisfacer a los consumidores de la mejor manera posible.”*

### 1.1.3 Actividades comerciales de Copefrut

Copefrut realiza subdivisiones de sus actividades comerciales, abarcando distintos alcances dentro de la comercialización de la fruta. Entre estas subdivisiones se encuentran:



- **Venta de insumos agrícolas:** corresponde a la venta de productos utilizados en los campos de producción, tales como pesticidas, nutrientes, semillas, entre otros, con la finalidad de mejorar la calidad de la producción o los procesos de éstos.
- **Planta de packing:** corresponde a las plantas encargadas de limpiar y procesar la fruta, para dejarla lista a la siguiente subdivisión de embalaje.
- **Embalaje de fruta:** corresponde a el área encargada de embalar la fruta en los distintos contenedores y formatos que la empresa presenta para posteriormente paletizar dichos contenedores y entregar el producto final para ser despachado.
- **Venta nacional e internacional:** corresponde a la comercialización de la fruta de los productores hacia los distintos mercados, ya sean nacionales o internacionales.

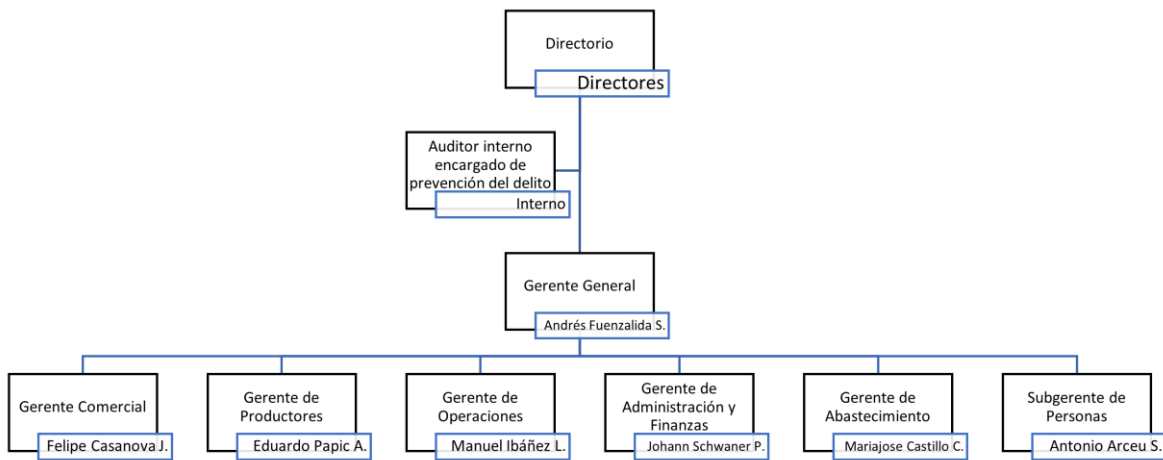
## 1.2 Estructura organizacional

Como Copefrut corresponde a una sociedad anónima, posee un directorio quienes son los encargados de los lineamientos estratégicos globales de la empresa, la supervisión del negocio y sus resultados, como también de la gestión de los riesgos. En este caso, el directorio está compuesto por siete directores, entre los que se encuentran los siguientes: José Luis Soler Ruiz (Presidente), Gerardo Moreno Urzúa (Vicepresidente), Prudencio Lozano Baños (Director), Cristián Moreno Benavente (Director), Jaime Crispi Soler (Director) y Manuel José Concha Soler (Director) (Copefrut, 2021).

De igual forma, este directorio está sucedido por los gerentes de las distintas áreas de la empresa, quienes son los responsables de buscar los mejores resultados para la compañía a largo plazo. Copefrut ha sido parte de un proceso de cambio profundo, buscando siempre los más altos estándares, y para ello cuenta con las siguientes personas como gerentes: Andrés Fuenzalida S. (Gerente General), Eduardo Papic A. (Gerente de Productores), Felipe Casanova J. (Gerente Comercial), Maria José Castillo C. (Gerente de abastecimiento), Johann Schwaner P. (Gerente de Administración y Finanzas), Manuel Ibáñez L. (Gerente de Operaciones) y Antonio Arceu S. (Subgerente de Personas) (Copefrut, 2021). En la Ilustración 1 se aprecia el organigrama gerencial de la empresa.

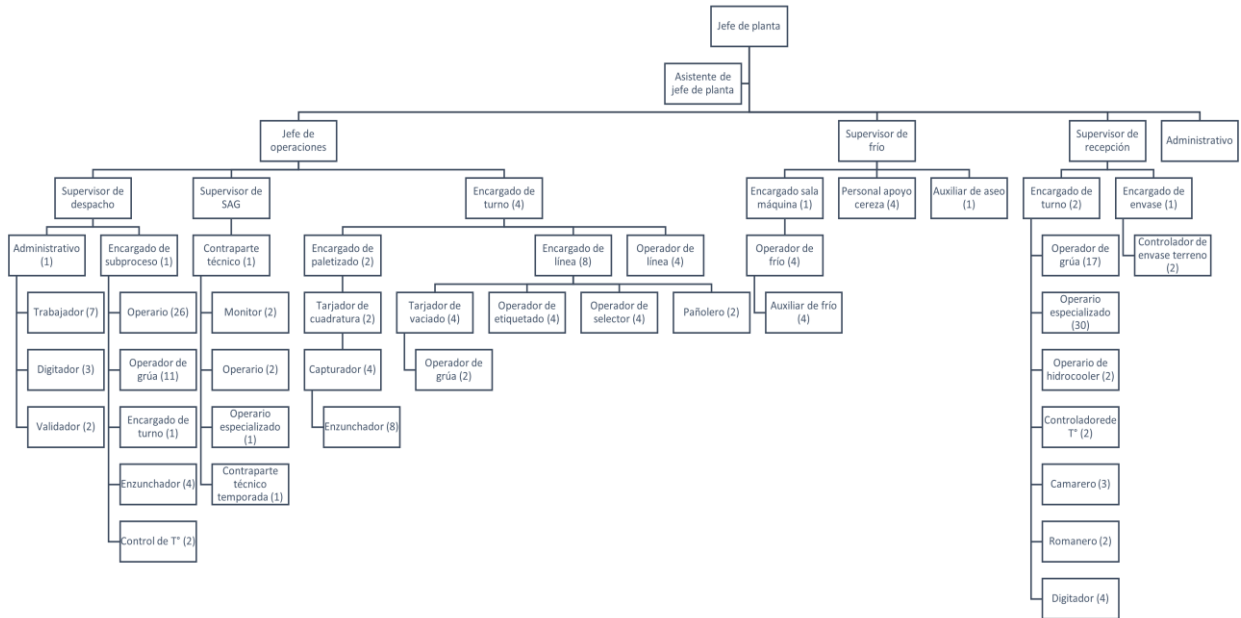
Luego, teniendo en consideración el lugar a realizar la memoria de título, se presenta el organigrama de la planta, el cual fue confeccionado en base a los puestos y cantidad de trabajadores que la planta necesita para la temporada de cereza, correspondiente a los meses de noviembre y diciembre. En la Ilustración 2 se presenta el organigrama de la planta Cenkiwi de Copefrut.

**Ilustración 1: Organigrama gerencial Copefrut S.A**



Fuente: Elaboración propia en base a (Copefrut, 2021).

**Ilustración 2: Organigrama planta Cenkiwi temporada de cereza**



Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.

### 1.3 Descripción del proceso productivo

El proceso productivo para la empresa Copefrut S.A es muy variado en cuanto a la fruta que procesan. En este caso, la prestación de servicios a cada tipo de fruta está determinada por la sucursal en la cual se sitúa la persona.

#### 1.3.1 Productos de Copefrut

Los distintos tipos de fruta que son procesados y embalados en Copefrut corresponden a cinco, cada uno de diferentes características y periodos de procesamiento. Para este caso, se considerarán las frutas convencionales que la empresa ofrece, puesto que las orgánicas aún no se han estandarizado para su comercialización. Entre ellas se encuentran las siguientes frutas:

- **Cerezas:** este tipo de fruta es procesada en las tres plantas que presenta Copefrut, debido a la alta demanda de dicha fruta tanto a nivel nacional como internacional.

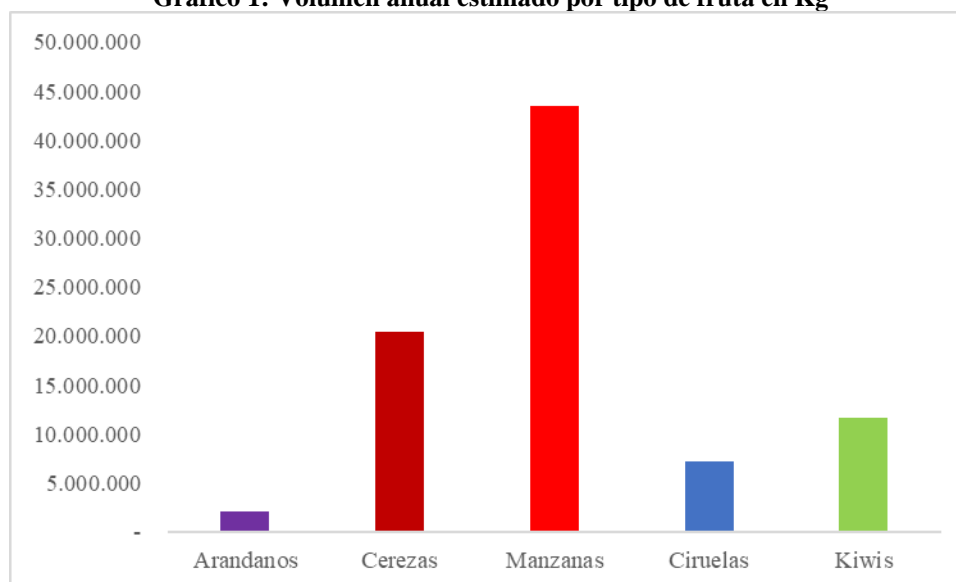
Copefrut posee la procesadora de cerezas más moderna del hemisferio sur, equipada con *Cherry Vision 3.0*, la cual permite detectar calibre, color, defectos internos, defectos externos, madurez y grado brix. La empresa trabaja con distintas variedades de cereza, entre las que se encuentran: *Santina, Royal Dawn, Van, Stella, Bing, Lapins, Kordia, Sweet Heart, Regina*, entre otras. En el Anexo 1 se aprecia una imagen que resume las características de producción de esta fruta.

- **Manzanas:** principalmente Copefrut trabaja con productores provenientes desde la región del Maule hasta la región de la Araucanía, en las plantas Cenlinares y Cenfrut. Presentan varias variedades de manzana (rojas, verdes y bicolor) con el fin de satisfacer los gustos y preferencias de los diferentes consumidores a lo largo del año. Entre estas variedades se encuentran: *Red Chief y Red Delicious* (manzana roja), *Pink Lady, Cripps Pink, Royal Gala y Fuji* (manzana bicolor) y *Granny Smith* (manzana verde). En el Anexo 2, Anexo 3 y Anexo 4 se aprecian imágenes que resumen las características de producción de la manzana bicolor, verde y roja respectivamente.
- **Arándanos:** esta fruta es trabajada con productores de la zona centro sur de Chile. En cuanto a su procesamiento, sólo la planta de Linares se encarga de prestar el servicio a este fruto, donde se trabajan con distintas variedades de arándanos tales como: *Star, O'Neal, Emerald, Blue Ribbon, Duke, Cargo, BlueCrop, Top Shelf, Tifblue, Legacy, Brigitta, Brightwell y Susy Blue*. En el Anexo 5 se presenta las características de producción de arándanos en Copefrut.
- **Kiwis:** esta fruta es producida solamente en la planta de Cenkiwi, donde Copefrut fue pionera al exportar la variedad *Kiwi Hayward* y al introducir el kiwi amarillo a Chile. Entre las variedades de kiwi que la planta procesa se encuentran: *Hayward, Summer Kiwi y Dori*. En el Anexo 6 se presentan las características de producción de kiwis en Copefrut.
- **Ciruelas:** esta fruta es producida solamente en la planta de Cenkiwi, donde se presentan distintas variedades de esta fruta provenientes de productores de la Región Metropolitana, VI y VII región. Entre estas variedades se encuentran *Black Splendor, Black Amber, Fortune, Friar, Blue Gusto, Larry Ann, Purple Globe, Red Heart,*

*Sweet Mary, Angeleno, King Red y Roy Sum*. En el Anexo 7 se encuentran las características de producción de ciruelas en Copefrut.

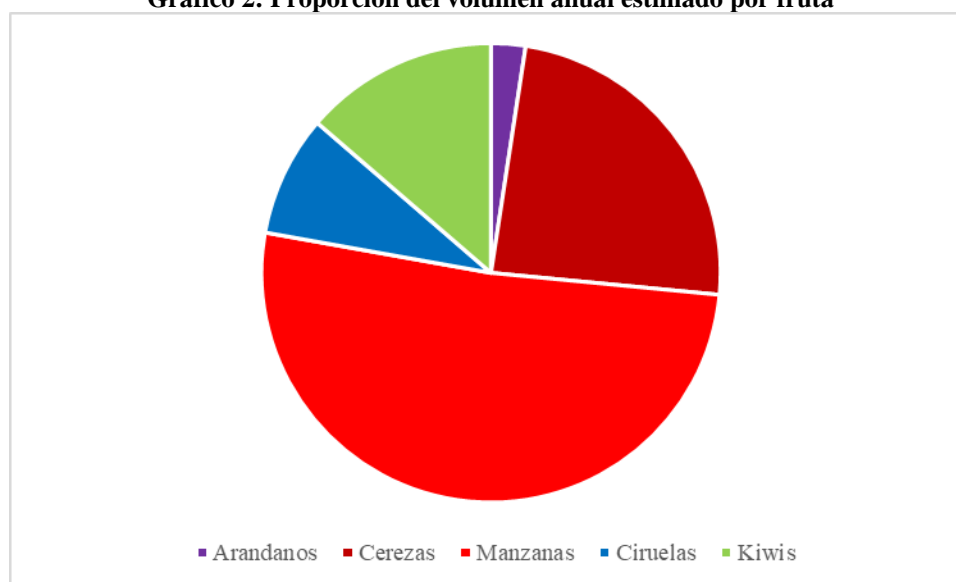
En el Gráfico 1 y Gráfico 2, se encuentran resúmenes de los volúmenes anuales estimados de procesamiento de cada tipo de fruta para la empresa.

**Gráfico 1: Volumen anual estimado por tipo de fruta en Kg**



Fuente: Elaboración propia en base a (Copefrut, 2021)

**Gráfico 2: Proporción del volumen anual estimado por fruta**



Fuente: Elaboración propia en base a (Copefrut, 2021)

### 1.3.2 Procesos productivos

Dentro de Copefrut se manejan diversos procesos y diferentes equipos, dependiendo cada uno de la fruta que se deba procesar. Para este caso, se considerará el proceso de la cereza, los cuales son:

- **Pesado:** corresponde al pesado y asignación de lote de la cereza que hace ingreso a la planta.
- **Recepción de materia prima:** corresponde a la recepción por parte de la empresa de las cerezas provenientes de los huertos.
- **Hidro enfriado:** este proceso consiste en enfriar las cerezas a través del uso de agua para que no se produzca un cambio fuerte de temperatura al ingresar a las cámaras.
- **Enfriado:** consiste en el almacenamiento de la fruta en cámaras de frío para mantenerlas durante su espera a ser procesadas.
- **Vaciado en agua:** corresponde al vaciado de la cereza en agua desinfectante para eliminar las bacterias que puede traer desde los campos.
- **Cortado de pedicelo:** hace referencia a la separación de las cerezas que vienen por naturaleza unidas a través de dos ramas, dejándolas de forma individual cada una con su pedicelo.
- **Selección:** corresponde al paso de la fruta por el selector de defectos, el cual a través de diversas cámaras elimina del flujo a las cerezas que no cumplan con los estándares físicos exigidos, o que vengan con algún defecto.
- **Inmersión de fruta:** consiste en la aplicación de fungicidas para eliminar los posibles hongos o bacterias que pudiesen haberse formado.
- **Mesado en cinta de color y embalado:** corresponde a poner la fruta ya lista en bolsas plásticas para su posterior introducción a cajas, con el fin de facilitar su traslado.
- **Pesaje:** corresponde a pesar la fruta vertida y verificar que cumpla con las exigencias de peso del lote que se está produciendo.

- **Etiquetado:** hace referencia al etiquetado de la caja con las diferentes características de la cereza embalada, tales como su productor, calidad de la cereza, lote, etc.
- **Paletizado:** consiste en ubicar las cajas de fruta en pallets para poder estructurar el traslado de diversas cajas de cereza.
- **Túnel pre-frío:** corresponde al paso de los pallets por una zona con menor temperatura que la del ambiente pero mayor que la de las cámaras de frío, con el fin de evitar algún daño por el cambio repentino de temperatura.
- **Paletizado producto terminado:** hace referencia al paletizado final de los productos, sellándolos e incorporando información del destino a donde se dirigen.
- **Incorporación a cámara de producto terminado:** consiste en ubicar los pallets ya listos en cámaras de frío para conservar las condiciones de la fruta, a temperaturas entre los 0°C y -1°C.
- **Despacho:** corresponde a despachar con camiones los pallets de cajas de cereza al destino correspondiente.

## 1.4 Problemática

Dentro de Copefrut existen aspectos en la producción que limitan la eficiencia del proceso de packing de la cereza (llegando a una eficiencia promedio del 40% en conjunto con todos los factores que pueden provocar este porcentaje), lo que significa costo de tiempo o materiales. En este caso, la problemática se encuentra en el área de operaciones, específicamente en los procesos de packing.

Actualmente Copefrut trabaja prestando el servicio de packing y venta de la fruta al mercado nacional e internacional, cobrándole luego al productor un porcentaje de dinero por la prestación de esos servicios dentro del precio de venta de kg de fruta. Por ende, Copefrut debe rendir a los distintos productores la cantidad de cereza que fue ingresada a la planta, con lo cual no pueden mezclar la fruta de diferentes lotes para suplir la demanda de ella. Por este motivo, la elección de los lotes de producción es un problema, debido a que, para no mezclar los diferentes lotes, la empresa debe realizar detenciones en la producción y así evitar

confusiones en el origen de la fruta, lo que genera pérdidas de tiempo destinadas a la producción, disminuyendo la eficiencia de la planta y atrasando la planificación de ésta.

Existen muchas variables que intervienen en esta elección de lotes de producción. Por un lado, los lotes de cereza de los distintos productores tienen distintas certificaciones según el productor de donde provenga dicho lote. Por otro lado, los lotes (fruta que trae un camión proveniente de un productor específico) pueden ser de distintas variedades de cereza, como las que se mencionaron en el apartado Productos de Copefrut. Además, las características de la cereza derivan en que los lotes que primero llegaron a la planta sean los primeros en ser procesados (orden *FIFO*), con el fin de evitar la pérdida de la calidad de esta fruta o que simplemente no pueda ser vendida por estar en mal estado. Otro aspecto importante es la calidad a la cual pertenece la fruta, puesto que al ingresar a la planta los lotes son sometidos a muestreos para verificar el porcentaje de fruta que tiene determinadas dimensiones, categorizando a los lotes como *Special*, *Premium* y *Premium Select*. Asimismo, los lotes tienen distintos pesos; un productor puede traer un camión con 800kg mientras que otro puede traer 12.000kg, por lo que no todos los lotes sirven para suplir las diferentes demandas diarias.

Con esta información, el área de producción debe elegir qué lotes utilizar para satisfacer la demanda establecida por el área de planificación de tal forma de cumplir con las restricciones antes mencionadas y minimizar las detenciones de producción para no mezclar la fruta.

Hoy en día, esta elección de lotes se hace de forma manual, a través de un encargado de packing que vela por el cumplimiento de todas las restricciones antes mencionadas, lo que provoca pérdidas de tiempo en la empresa por detenciones entre lotes. En la temporada de cerezas anterior se produjeron 184 detenciones de proceso solamente por cambio de variedad de cereza, a lo que se le debe agregar los cambios de productor, de calidad, entre otras, lo que refleja en promedio una pérdida de siete minutos por detención, dando un total de 1.288 minutos perdidos sólo por cambio de variedad.

Esta merma de tiempo significa una pérdida de eficiencia para la empresa por no poder procesar la fruta que estaba planificada para el tiempo sin detenciones, lo que equivale



aproximadamente a 2,5 turnos de trabajo perdidos solamente por la detención de la línea por cambio de variedad de cereza. Para esto, se debe tener presente el tiempo promedio que demora realizar los cambios. En la Tabla 1 se presenta un resumen de dichos tiempos.

**Tabla 1: Tiempo de detención de los tipos de cambios en la línea**

Tipo de detención	Tiempo
Cambio de variedad	6 minutos
Cambio de productor	15 segundos
Cambio de segregación	5 minutos
Desorden de colores	10 segundos

*Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.*

Por otro lado, se tienen las fallas mecánicas de la línea que producen detenciones. En este caso, se producen principalmente por fallas atribuibles a temas eléctricos o en el área de vaciado, lo cual repercute en detenciones que disminuyen la disponibilidad de tiempo al trabajo de la planta.

Otro factor que produce detenciones en la línea corresponde a las fallas humanas dentro de las operaciones. Al hablar de fallas humanas, se tienen los errores producidos por colaboradores que no corresponden a gestiones por parte de la jefatura. Dentro de estos errores se tienen el exceso de cajas en la zona de sellado, fallas en la zona de paletizado, etc.

Por último, se tienen las detenciones producidas por factores ambientales, quienes afectan en la condición de la fruta. Un ejemplo de esto es lo ocurrido con las lluvias, las cuales producen que la cereza se fracture y se deteriore, por lo que, al momento de ser procesadas en la línea, ésta se mancha y contamina el agua que circula por ella, dando paso a una detención por tener que desinfectarla.

Con todas estas posibles razones, se llega a plantear el impacto que tiene la problemática dentro de la empresa, la cual corresponde a la pérdida de 1.882 minutos de producción por tener que detener la línea de proceso, lo que equivale a 3,5 turnos. Además, se tiene un impacto económico que conlleva tener a gente sin producir, donde se tienen alrededor de \$61.000.000 de pesos por esta causa. Por último, se tienen los problemas en las cámaras por acumular fruta que estaba destinada a ser procesada en un momento

determinado, lo que causa problemas de espacio al tener un alto porcentaje de ocupación de ellas.

## 1.5 Objetivo general

Corresponde a la primera etapa de la metodología *Design Thinking*, donde su principal objetivo es plantear los objetivos para satisfacer al usuario, en este caso la empresa.

El objetivo general corresponde a: Desarrollar un sistema de información que permita automatizar la secuenciación de lotes de cereza, minimizando las detenciones de la línea de producción que se generan por los cambios de origen de fruta a través del uso de una heurística de minimización de tiempo.

## 1.6 Objetivos específicos

Los objetivos específicos permitirán en su conjunto realizar el objetivo general planteado. Para eso, se presentan los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollar un diagnóstico de la situación actual de la problemática presente en Copefrut para identificar las variables que actúan en ella, a través de métodos de obtención de información como entrevistas, *Focus Group*, etc.
- Establecer la causa raíz de la problemática para determinar las restricciones de la posible solución, a través de prácticas de mejoramiento continuo.
- Diseñar el sistema de información para la planificación detallada, desarrollando un prototipo que ayude al orden de secuenciación de lotes en base a la capacidad de la planta, en *Visual Basic*.
- Determinar los diversos impactos que generaría la aplicación del sistema, cuantificando los efectos en los ámbitos económicos, productivos y ambientales.

## 1.7 Resultados tangibles esperados

Los resultados tangibles que se esperan lograr luego del desarrollo del proyecto, en la empresa Copefrut son los siguientes:

- Planes de producción que permitan secuenciar el orden de los lotes según varios criterios.
- Sistema de información que facilite a la toma de decisiones en la producción de cerezas.
- Manual de uso del *software* que ayude a la comprensión y uso de éste durante los periodos necesarios.

# CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

*En este capítulo se presenta el marco teórico que permitirá entender los conceptos con los que se busca solucionar la problemática. Además, se presenta la metodología utilizada para desarrollar una solución al problema propuesto por la empresa.*

## 2.1 Marco teórico

El marco teórico es la recopilación de antecedentes, investigaciones previas y consideraciones teóricas en las que se sustenta un proyecto de investigación, análisis, hipótesis o experimento. El marco teórico, también llamado marco de referencia, es el soporte teórico, contextual o legal de los conceptos que se utilizaron para el planteamiento del problema en la investigación (Significado, 2021).

### 2.1.1 Plan detallado de producción

El plan detallado de producción corresponde a aquel plan que va a ser ejecutado e involucra a cada elemento del sistema productivo. Sus salidas o resultados son las tareas o actividades que debe realizar cada uno de ellos, en otras palabras, son órdenes de trabajo para los diferentes centros para el periodo de tiempo correspondiente. Las variables para considerar son (Troncoso, 2020):

- **Capacidad de carga de trabajo de cada centro productivo:** cantidad de trabajo asignada a cada centro productivo que puede ser: una máquina, una persona, una máquina y una persona, un grupo de máquinas, un grupo de personas, un grupo de máquinas y personas o una línea completa de producción. Generación de secuenciación de tareas a los distintos centros de trabajo.
- **Las reglas de secuenciación en centro de trabajo:** consiste en definir las reglas para determinar el orden y/o prioridad de los trabajos o tareas a procesar en un centro de trabajo, dado que pueden llegar varios simultáneamente, y se debe sistematizar esta elección para no tener que tomar decisiones subjetivas en cada oportunidad, sino que hacerlas automáticas. La secuenciación busca beneficios tales como productividad, costo, flexibilidad, calidad.
- **Calendarización:** corresponde a la calendarización de cada uno de los trabajos en su paso por cada centro de trabajo.

### 2.1.2 Sistema de información

Un sistema de información está conformado por una serie de datos vinculados entre sí para conseguir un objetivo común. Un SI tiene como principal objetivo la gestión, y administración de los datos e información que lo componen. Lo importante es poder recuperar siempre esos datos, y que además se tenga un fácil acceso a ellos con total seguridad (Economipedia, 2020).

Los componentes del sistema de información permiten una serie de procesos que consisten en: la entrada de los datos, la gestión y el procesamiento de estos, el almacenamiento y la salida para todos aquellos interesados que deseen tener acceso a este tipo de información.

Los elementos del sistema de información trabajan de manera conjunta y con los mismos objetivos para conseguir el uso y la correcta administración de cualquier información concreta. Los sistemas de información siguen los siguientes pasos:

- **La entrada de la información.** “en este paso se da entrada a la información de manera automática o manual, dependiendo de la técnica que se utilice para incluir los datos. Las manuales las introduce directamente el usuario, las automáticas se gestionan a través de información recibida o proveniente de otro tipo de áreas y módulos. Las formas de entrada más habituales de registros y datos son las siguientes: códigos de barra, el teclado de un ordenador, cajas registradoras, sistemas de voz, un escáner, entre otros.”
- **El procesamiento de la información registrada.** en el sistema existen una serie de operaciones y acciones que previamente se han configurado y establecido. Una vez que se ha producido la entrada de la información se procede a transformar esos datos en información requerida para la toma de decisiones, valoración, investigación y análisis para llevar a cabo un balance o visión general en función de los contenidos que resultan de este proceso.
- **El almacenamiento de la información.** esta opción permite que la información quede registrada en el sistema, en un ordenador, por ejemplo. De esta forma, si quiere

revisarse o acceder a ella cuando se requiera, siempre estará almacenada y accesible para las tareas que se requieran. En los ordenadores suele almacenarse en discos duros interno, o extraíbles, o incluso en los CD habituales, aunque su utilización suele ser menor, y en muchos ordenadores se ha dejado de incluir el soporte para ellos.

- **La salida de la información.** En este caso la información que está incluida en un determinado soporte y previamente procesada, facilita a un usuario a que tenga acceso a ella y pueda sacarla a través de diferentes dispositivos como: USB, impresoras, sistemas de voz, entre otros.

Por otro lado, los sistemas de información deben poseer requerimientos característicos que permitan definir como éstos actuarán con el usuario o con el sistema. A grandes rasgos, se pueden identificar dos tipos de requerimientos; funcionales y no funcionales.

- **Requerimientos funcionales:** los requisitos funcionales son declaraciones de los servicios que prestará el sistema, en la forma en que reaccionará a determinados insumos. Cuando se habla de las entradas, no necesariamente se habla sólo de las entradas de los usuarios. Pueden ser interacciones con otros sistemas, respuestas automáticas, procesos predefinidos. En algunos casos, los requisitos funcionales de los sistemas también establecen explícitamente lo que el sistema no debe hacer. Es importante recordar esto: un RF puede ser también una declaración negativa, siempre y cuando el resultado de su comportamiento sea una respuesta funcional al usuario o a otro sistema. La especificación de los requisitos funcionales de un sistema debe ser completa y coherente. Completar significa que todos los servicios solicitados por el usuario y/u otro sistema están definidos. La coherencia significa que los requisitos no tienen una definición contradictoria. (Medium, 2018).
- **Requerimientos no funcionales:** se trata de requisitos que no se refieren directamente a las funciones específicas suministradas por el sistema (características de usuario), sino a las propiedades del sistema: rendimiento, seguridad, disponibilidad. En palabras más sencillas, no hablan de “lo que” hace el sistema, sino de “cómo” lo hace. Alternativamente, definen restricciones del sistema tales como la capacidad de los dispositivos de entrada/salida y la representación de los datos

utilizados en la interfaz del sistema (Medium, 2018). Los requisitos no funcionales se originan en la necesidad del usuario, debido a restricciones presupuestarias, políticas organizacionales, la necesidad de interoperabilidad con otros sistemas de *software* o *hardware*, o factores externos tales como regulaciones de seguridad, políticas de privacidad, entre otros.

### 2.1.3 Visual Basic

En el mundo de la programación informática, uno de los lenguajes más populares y conocidos es el de *Visual Basic*. Creado en 1991 por *Alan Cooper* para *Microsoft*, este paquete permite programar contenidos informáticos gráficos de manera simple y accesible. *Visual Basic* ha sido desarrollado con el objetivo de entregar a los usuarios de programación informática un paquete de utilidades simples y accesibles. Es por esto por lo que *Visual Basic* puede ser usado y fácilmente comprendido por expertos como también por usuarios principiantes. Su base parte del dialecto *BASIC*, pero con componentes novedosos que lo adaptan a los lenguajes informáticos modernos. A esto se suma que *Visual Basic* es además un lenguaje de programación guiado por eventos que permite mayor operabilidad y mejores resultados.

La creación de interfaces gráficas para diferentes utilidades es una de las principales funciones de *Visual Basic* y es por esto que es altamente usado en espacios profesionales donde se requieren soportes gráficos para mayor organización de los contenidos y materiales. La programación gráfica se puede llevar a cabo directamente, ya que *Visual Basic* no requerirá de los usuarios la escritura de los códigos de programación. Así, *Visual Basic* trabaja a partir de lenguajes *RAD*, en inglés *Rapid Application Development*, o desarrollo rápido de aplicaciones específicas para cada necesidad y función. Al mismo tiempo, *Visual Basic*, gracias a su simple lenguaje, es perfectamente adaptable a las plataformas de los sistemas *Windows* y es fácilmente transformable a otros lenguajes más complejos (Bembibre, 2009).

### 2.1.4 Reglas de secuenciación

El proceso de determinar el pedido en una máquina o en un centro de trabajo se llama Secuenciación o también secuenciación por prioridades. Las reglas de prioridad son reglas usadas para obtener una secuenciación de los trabajos. Las reglas pueden ser simples



y pedir únicamente que los trabajos se ordenen de acuerdo con un dato, como el tiempo de procesamiento, plazo u orden de llegada. (Ingeniería de operaciones, 2010).

Los problemas de secuenciación poseen características relevantes que deben ser analizadas y estudiadas, entre las que se encuentran:

- **Patrón de llegada:** llegada de los productos que esperan para ser procesados. Aunque la mayoría es dinámica, en la práctica se supone estática.
- **Número y variedad de máquinas de proceso:** restricciones en cuanto al número de máquinas, tipo de proceso por máquina, similitud en máquinas que realizan el mismo proceso.
- **Patrones de flujo de proceso:** las tareas o procesos deben realizarse en un orden fijo que generan un determinado flujo de materiales.
- **Evaluación de reglas alternativas:** distintos objetivos producirán programaciones distintas. La selección del objetivo determinará la efectividad de la decisión de secuenciación.

Asimismo, la realización de órdenes de secuenciación tiene objetivos dentro de la producción, los cuales son:

- Cumplir con las fechas de entregas de los pedidos.
- Minimizar el plazo de entrega.
- Minimizar el inventario de productos en proceso.
- Minimizar el tiempo o costo de preparación (*setup*).
- Maximizar la utilización de máquinas y personal (*trade off*).

Para poder cuantificar el resultado de la secuenciación de las actividades, existen medidas de rendimiento que pueden servir como referencia para la persona que está aplicando dicha herramienta. En este sentido, se pueden identificar varias medidas o indicadores de rendimiento, entre los que se encuentran los siguientes:

- **Tiempo de flujo del trabajo:** es la cantidad de tiempo de taller que se requiere para realizar el trabajo. Se define como la sumatoria de tiempo de tránsito entre las distintas operaciones, tiempo de espera por máquina u órdenes de trabajo, tiempo del proceso, los retrasos ocasionados por las averías de las máquinas, la falta de disponibilidad de componentes, etc.
- **Lapso de fabricación:** es el tiempo total necesario para completar un grupo de trabajo. Se obtiene a partir del tiempo de terminación del último trabajo menos el tiempo de inicio del primer trabajo. En la Ecuación 1 se aprecia dicha ecuación.

**Ecuación 1: Cálculo valor lapso de fabricación**

$$LF = \text{Tiempo de terminación último trabajo} - \text{Tiempo de inicio primer trabajo}$$

*Fuente: (Troncoso, 2020)*

- **Retraso:** es la cantidad de tiempo requerido adicional a la fecha de entrega o el porcentaje del total de trabajos que no estuvieron listos a tiempo dentro de un periodo determinado.
- **Inventario de trabajo en proceso (WIP):** son los trabajos que están en filas de espera, rezagados, en proceso y los componentes o subconjuntos sin ensamblar.
- **Inventario total:** es la suma del inventario de trabajo en proceso más los trabajos terminados que están en espera de ser recogidos por los clientes.
- **Tasa de utilización:** es el porcentaje del tiempo de trabajo empleado productivamente por una máquina o trabajador. En la Ecuación 2 se aprecia la fórmula para obtener dicho valor.

**Ecuación 2: Cálculo utilización**

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Tiempo de trabajo productivo}}{\text{Tiempo total de trabajo disponible}}$$

*Fuente: (Troncoso, 2020)*

En la secuenciación existen regla de despacho o normas prioritarias, las que corresponden a los criterios utilizados para obtener la secuenciación de un conjunto de tareas. Para ello,

existen formas de evaluarlas, las cuales son el ajuste a las fechas de vencimiento, la minimización de los tiempos de proceso, la minimización de los inventarios de los productos en proceso y la minimización del tiempo de inactividad de máquinas o trabajadores (SCRIBD, 2020). Entre las reglas de despacho se encuentran las siguientes:

- **FIFO:** del inglés "*First In, First Out*", la definición del *FIFO* es simple: el lote de stock que primera entra, es el que primero sale. Es el método más utilizado para los productos perecederos como los alimentos, que tienen fecha de caducidad. Este tipo de sistema para la gestión de mercancías se utiliza tanto en los almacenes de alimentos como en los supermercados. El objetivo es conseguir una buena rotación de existencias (Ractem, 2019).
- **LIFO:** del inglés "*Last In, First Out*" (último en entrar, último en salir), este sistema es menos utilizado que el *FIFO*, pero es ideal para productos no perecederos que no caducan ni pierden valor. Así, evita el tener que mover la mercancía en un almacén. El stock que va llegando se apila de forma accesible en las estanterías de almacén o a través del sistema de paletización. Al realizar la salida del stock se accede de forma fácil a esta mercancía que entró en último lugar (Ractem, 2019).
- **SPT:** del inglés "*shortest processing time*", busca utilizar la tarea que tenga el menor tiempo de procesamiento. En este método, se busca minimizar el flujo medio de tiempo, es decir, se ordenan los trabajos según la regla de despacho SPT (menor tiempo de procesamiento). Se comprueba que, al asignar de esta forma los trabajos el tiempo que estos están en operación se reduce si se procesan primero los que tienen menor tiempo de procesamiento.
- **EDD:** del inglés "*earliest due date*", busca utilizar la tarea que tenga el tiempo de vencimiento más próxima, ejecutando la tarea que cumpla con esa característica como la primera dentro de la producción. Corresponde a un método que busca minimizar la máxima tardanza, es decir al trabajo más retrasado, se utiliza la regla EDD (fecha de entrega más reciente) que es la que optimiza la secuencia. Esta secuencia supone hacer primero aquellos trabajos que hay que entregar antes. Lógicamente esta secuencia tendrá un mayor valor del flujo medio de tiempo.

### 2.1.5 Evaluación económica y otros impactos

La evaluación económica constituye la parte final de toda una secuencia de análisis de factibilidad en los proyectos de inversión, en la cual, una vez concentrada toda la información generada en los capítulos anteriores, se aplican métodos de evaluación económica que contemplan el valor del dinero a través del tiempo, con la finalidad de medir la eficiencia de la inversión total involucrada y su probable rendimiento durante su vida útil (Gómez, 2000). Algunos puntos importantes son:

- **Impactos del proyecto:** la aplicación del proyecto considera que existirán modificaciones en donde se ejecute. Este impacto puede ser organizacional, político, social, económico y ambiental. El proyecto según su temática puede realizar modificaciones sobre uno o todos los impactos, por lo que el ejecutor debe determinar cuáles son esas modificaciones que existen con la aplicación del proyecto.
- **Horizonte para la evaluación:** la evaluación de viabilidad financiera es uno de los puntos más importantes para el proyecto y el horizonte temporal representa el periodo de tiempo donde se realizará la actividad que se pretende aplicar y donde este periodo se determina según las características propias que posee el proyecto.

**Definir indicadores y TREMA:** es la tasa mínima que se le exige a la aplicación del proyecto para cubrir la inversión inicial, siendo de esta forma una medida de la rentabilidad, precisamente la mínima que se le exigirá al proyecto. La forma de calcular dicha tasa se encuentra en la Ecuación 3

#### Ecuación 3: Cálculo de TREMA

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

*Fuente: (Agro Proyectos, 2014)*

- **Definir costos e ingresos:** proceso donde se cuantifican los costos y beneficios asociados a la aplicación del proyecto y que son claves para la determinar la rentabilidad. Es importante señalar que se deben ingresar costos e ingresos que sean precisamente salidos de la aplicación del proyecto.

- **Análisis de sensibilidad:** corresponde a someter la evaluación a distintos a modificaciones sobre las variables con el propósito de conocer cuanto afecta al proyecto un cambio sobre lo que se pensaba podía de ser. Generalmente son realizados mediante un aumento o disminución de la demanda y los ingresos, lo que lleva a concluir un intervalo en el que el proyecto tiene la confianza de tener rentabilidad para la empresa. El análisis también se realiza observando las variaciones presentadas en los indicadores económicos del proyecto como son el VAN, la TIR, etc.

Otros impactos para considerar por la aplicación del proyecto son:

- **Impacto organizacional:** efecto que el proyecto va a tener en la organización y en las personas que se van a ver involucradas, este efecto puede afectar de forma directa e indirecta en la forma en que las personas entienden o realizan su trabajo (Correa, 2019).

El impacto organizacional deberá ser evaluado en dos momentos clave:

- **Al inicio del proyecto:** cuando se está planificando y diseñando el proyecto podemos tener una primera aproximación de los impactos organizacionales, de ahí mi recomendación es listar estos impactos y establecer, a priori, el nivel de severidad.
- **Una vez se ha comenzado a ejecutar el proyecto:** no es hasta que se ha comenzado el proyecto, cuando ya hemos puesto en prácticas las diferentes actuaciones y comenzamos a recopilar información directamente de la organización cuando los impactos relacionados con la tecnología, los procesos, las personas, etc. se verán más claros.

### 2.1.6 Técnicas de diagnóstico

Para poder desarrollar y resolver la problemática, se debe en primer lugar establecer las posibles soluciones para ella. Para esto, se debe reunir la mayor cantidad de información que permita establecer de manera clara la problemática y los diversos aspectos que influyen en ella, y para esto existen técnicas que pueden ser utilizadas (HubSpot, 2021). En este caso, se

utilizarán cuatro tipos de técnicas para recopilar información dentro de la empresa, las cuales son:

- **Método de observación:** si se desea conocer el comportamiento del objeto de estudio de forma directa, hacer observaciones es una de las mejores metodologías, pues es una forma discreta y sencilla de inspeccionar los datos sin depender de un intermediario.

Para poder llevar un mejor control de lo observado, pueden hacerse registros tecnológicos o manuales de lo investigado, con el fin de evitar problemas al tener que recordar qué fue lo investigado en un momento determinado de la situación.

Si bien esta técnica es uno de los instrumentos de recolección más utilizados, su superficialidad puede dejar de lado algunos datos importantes para obtener el panorama completo en el estudio. Se debe registrar la información de forma ordenada. Esto será de gran ayuda al realizar la evaluación de los resultados, pues se tendrán datos claros que permitirán tomar mejores decisiones. Este método se caracteriza por no ser intrusivo y requiere de evaluar el comportamiento del objeto de estudio por un tiempo continuo, sin intervenir.

- **Cuestionarios o encuestas:** “consiste en obtener datos directamente de los sujetos de estudio a fin de conseguir opiniones o sugerencias de ellos mismos. Para lograr los resultados deseados con esta metodología es importante tener claro los objetivos de la investigación. Los cuestionarios o encuestas brindan una imagen más amplia en la investigación. Sin embargo, se deben realizar cuidadosamente. Para ello, se tiene que definir qué tipo de cuestionario es más eficiente para la recolección de datos.”

Algunos de los más populares son:

- **Cuestionario abierto:** se aplica para conocer a profundidad la perspectiva de las personas sobre un tema específico, analizar sus opiniones y obtener información más detallada.
- **Cuestionario cerrado:** se aplica para obtener gran cantidad de información y las respuestas de las personas son limitadas. Pueden contener preguntas de opción múltiple o que se respondan fácilmente con un sí/no. Este es uno de

los tipos de recolección de datos más económico y flexible, ya que puedes aplicarlo a través de diferentes canales, como el correo electrónico, las redes sociales, el teléfono o cara a cara, obteniendo así información honesta que te puede ayudar a contar con resultados más precisos.

Se debe tomar en cuenta que uno de los principales obstáculos en la aplicación de las encuestas o cuestionarios es el bajo índice de respuestas, por lo que se deberá optar por mantener el instrumento atractivo y simple. Se debe utilizar un lenguaje sencillo y se deben brindar instrucciones claras a la hora de su aplicación.

- **Focus Group:** este método cualitativo consiste en llevar a cabo una reunión donde las personas puedan opinar y resolver un tema en específico. Una de las cualidades de esta herramienta es la posibilidad de obtener diversas perspectivas sobre un mismo tema para llegar a la solución más adecuada. Si se logra crear un entorno seguro, se podrán tener opiniones honestas de los participantes y observar reacciones y actitudes que no se pueden analizar con otro plan de recolección de datos.

Para hacer un *Focus Group* de forma adecuada se necesita un moderador experto en el tema. Al igual que la observación, el orden es primordial para la evaluación de los resultados y se debe recordar que un debate siempre puede salirse de control si no se lleva por buen rumbo.

- **Entrevistas:** este método consiste en recopilar la información aclarando una pregunta. A través de la comunicación interpersonal, el emisor obtiene respuestas verbales del receptor sobre un tema o problema en específico. La entrevista puede realizarse de forma presencial o por teléfono y requiere de un encuestador y un informante. Para lograr llevar a cabo una entrevista de forma eficaz, se debe tener en cuenta la información que se desea obtener del sujeto investigado, para poder orientar la conversación a los temas que se desea tratar. Se debe tener amplio conocimiento del tema y preparar previamente la entrevista, escuchar con atención y generar un ambiente de cordialidad. Recordar abordar gradualmente al entrevistado y hacer preguntas fáciles de comprender, pues se tendrá la oportunidad de captar reacciones, gestos e incluso aclarar la información en el momento.

Con las técnicas de recopilación de información ya establecidas, se debe identificar las técnicas de análisis y diagnóstico de esta información. Para ello, se presentan las siguientes técnicas que serán utilizadas:

- **Matriz multicriterio:** es un método que colabora con la toma de decisiones, en especial cuando se tienen múltiples opciones, cada una de ellas posee las características propias del método y que hace que cada opción sea atractiva para el tomador de decisiones (Cerem, 2018). El proceso comienza con establecer los criterios de decisión, realizando una matriz de ponderación de los criterios, con el fin de definir cuál de ellos predomina sobre los demás a través de un valor establecido. Posteriormente se obtiene el porcentaje de peso del criterio frente a los demás, para terminar con evaluar los criterios establecidos para cada una de las opciones a elegir, donde finalmente se obtiene una calificación final, siendo preferentemente la mayor calificación la alternativa que se recomienda utilizar.

Ilustración 3: Ejemplo matriz multicriterio

MATRIZ COMPARATIVA					
	Formas de pago	Velocidad de respuesta (días)	Requisitos de calidad	Relación calidad/precio	Total (suma ponderada)
Proveedor 1	0,078	0,056	0,060	0,076	0,147
Proveedor 2	0,300	1,561	0,294	1,004	0,843
Proveedor 3	0,578	0,298	0,294	0,220	0,990
Proveedor 4	0,043	1,561	1,238	0,683	0,839
Resultados matriz por criterios	1,405	0,151	0,401	0,067	

Fuente: (Asesor de calidad, 2017)












- **Brainstorming:** concepto también conocido como lluvia de ideas, corresponde a una herramienta de trabajo de forma grupal que favorece la aparición de nuevas ideas sobre un problema concreto o general (Economía Simple, 2017). Creado a partir de la búsqueda de propuestas originales como un proceso donde los participantes tenían la oportunidad de realizar sugerencias y recomendaciones sobre un tema y de esta forma, aprovechar la experiencia y conocimiento de los participantes para obtener conclusiones sobre un tema en particular. Para su realización se necesita de tener una



persona que sea el moderador, realizar una explicación simple sobre la consistencia de la actividad y luego comenzar a recibir las ideas que se expresan de forma libre, sin ejercer algún tipo de valoración sobre ella, enumerando las propuestas, evitando que existan repeticiones y finalizando cuando no hay nuevas ideas que aportar sobre ese tema en particular.

- **Diagramas de flujo de procesos:** un diagrama de flujo es un diagrama que describe un proceso. Se usan ampliamente en numerosos campos para documentar, estudiar, planificar, mejorar y comunicar procesos que suelen ser complejos en diagramas claros y fáciles de comprender. Los diagramas de flujo emplean rectángulos, óvalos, diamantes y otras numerosas figuras para definir el tipo de paso, junto con flechas conectoras que establecen el flujo y la secuencia. Pueden variar desde diagramas simples y dibujados a mano hasta diagramas exhaustivos creados por computadora que describen múltiples pasos y rutas (LucidChart, 2020). Su simbología está representada en la Ilustración 4.

**Ilustración 4: Simbología diagrama de flujo de procesos**



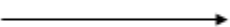
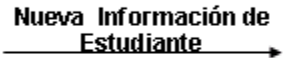

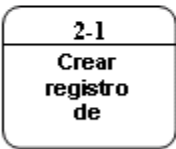

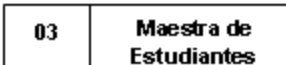
SÍMBOLO	NOMBRE	SÍMBOLO	NOMBRE
	Flecha de flujo.		Subproceso
	Comentario o anotación		Documento/Impresora
	Inicio o finalización		Salida en Pantalla
	Proceso		Datos o Entrada/Salida
	Decisión		Referencia en página
			Referencia a otra página

*Fuente: (Platzi, 2018)*

- **Diagrama de flujo de datos:** un diagrama de flujo de datos (DFD) traza el flujo de la información para cualquier proceso o sistema. Emplea símbolos definidos, como rectángulos, círculos y flechas, además de etiquetas de texto breves, para mostrar las entradas y salidas de datos, los puntos de almacenamiento y las rutas entre cada destino. Los diagramas de flujo de datos pueden variar desde simples panoramas de

procesos incluso trazados a mano, hasta DFD muy detallados y con múltiples niveles que profundizan progresivamente en cómo se manejan los datos. Se pueden usar para analizar un sistema existente o para modelar uno nuevo. De forma similar a todos los mejores diagramas y gráficos, un DFD puede con frecuencia "decir" visualmente cosas que serían difíciles de explicar en palabras y funcionan para audiencias tanto técnicas como no técnicas, desde desarrolladores hasta directores (LucidChart, 2020).

**Ilustración 5: Simbología diagrama de flujo de datos**

<u>SIMBOLO</u>	<u>SIGNIFICADO</u>	<u>EJEMPLO</u>
	Entidad	
	Flujo de Datos	
	Proceso	
	Almacén de Datos.	

Fuente: (Monografías, 2021)

### 2.1.7 Técnicas de mejoramiento continuo

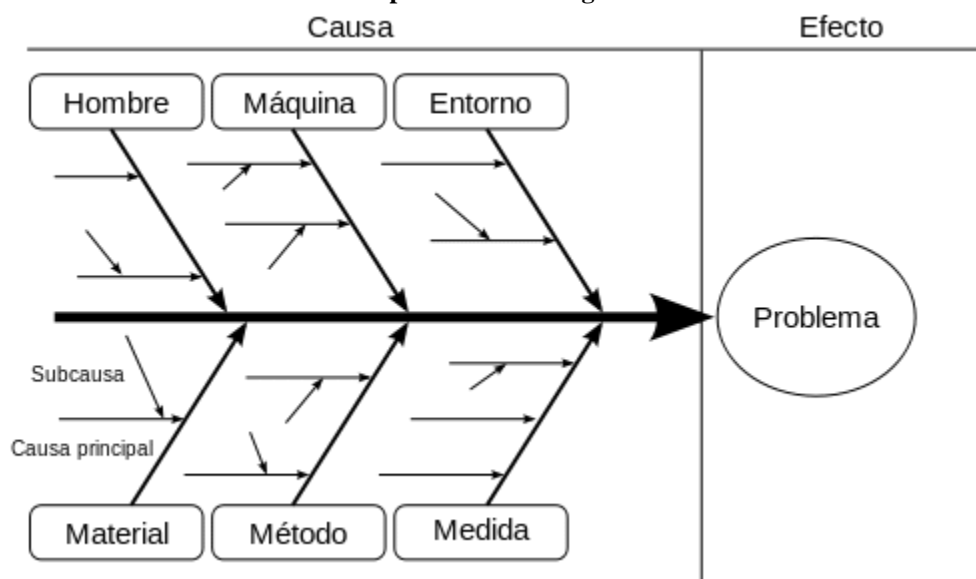
- **Gráfico de Pareto:** creado por Vilfredo Pareto y conocido también como distribución ABC, gráfico de Pareto o curva 80-20, esta herramienta nos permite separar los problemas más relevantes de aquellos que no tienen importancia, mediante la aplicación del principio 80-20 o principio de Pareto, que a nivel general dice que el 20% de las causas genera el 80% de las consecuencias. El diagrama de Pareto consiste en un gráfico de barras que clasifica de izquierda a derecha en orden descendente las causas o factores detectados en torno a un fenómeno (Ingenio Empresa, 2019).
- **Diagrama de Ishikawa:** el Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto (conocido también como Diagrama de Espina de Pescado dada su estructura) consiste

en una representación gráfica que permite visualizar las causas que explican un determinado problema, lo cual la convierte en una herramienta de la Gestión de la Calidad ampliamente utilizada dado que orienta la toma de decisiones al abordar las bases que determinan un desempeño deficiente (Gestión de Operaciones, 2017).

La utilización del Diagrama de Ishikawa se complementa de buena forma con el Diagrama de Pareto, el cual permite priorizar las medidas de acción relevantes en aquellas causas que representan un mayor porcentaje de problemas y que usualmente en términos nominales son reducidas.

La estructura del Diagrama de Ishikawa es intuitiva: identifica un problema o efecto y luego enumera un conjunto de causas que potencialmente explican dicho comportamiento. Adicionalmente cada causa se puede desagregar con grado mayor de detalle en subcausas. Esto último resulta útil al momento de tomar acciones correctivas dado que se deberá actuar con precisión sobre el fenómeno que explica el comportamiento no deseado. En la Ilustración 6 se presenta una representación de dicho diagrama.

Ilustración 6: Representación Diagrama de Ishikawa



Fuente: (Gestión de Operaciones, 2017)

- **5 por qué's:** los 5 Por qué's es una técnica sistemática de preguntas utilizada durante la fase de análisis de problemas para buscar sus posibles causas principales. La

técnica requiere que se pregunte “por qué” al menos cinco veces, o se trabaje a través de cinco niveles de detalle. Una vez que sea difícil responder al “por qué”, la causa más probable habrá sido identificada. Se utiliza de la siguiente forma (AEC, 2019):

- Se comienza realizando una tormenta de ideas, normalmente utilizando un Diagrama de causa y efecto.
- Una vez se hayan identificado las causas, se empieza a preguntar “¿por qué es así?” o “¿por qué está pasando esto?”
- Se continúa preguntando por qué al menos cinco veces. Esto permite buscar a fondo y no conformarse con causas ya “probadas y ciertas”.
- Surgirán ocasiones donde se podrá ir más allá de las cinco veces preguntando por qué para poder obtener las causas principales.

Durante este tiempo se debe tener cuidado de no empezar a preguntar “¿Quién?”. Hay que recordar que el proceso debe enfocarse hacia los problemas y no hacia las personas involucradas.

### **2.1.8 Método heurístico**

Corresponde a un método para poder encontrar una solución que no corresponde a un óptimo global, sino a un óptimo local, donde se analiza un subconjunto de soluciones para poder encontrar un resultado adecuado al tiempo disponible para poder hallarlo. En este sentido, se sacrifica eficiencia del resultado por encontrar un valor en un tiempo adecuado por el usuario (Instituto universitario politécnico "Santiago Mariño", 2017). La heurística está para realizar tareas que no necesitan un riguroso análisis formal, sino del conocimiento experto sobre un tema.

### **2.1.9 Metodologías de desarrollo**

Existen diversas formas de abarcar una problemática. En este caso, la mejor es seguir una metodología, de tal forma de enumerar una secuencia de pasos que dependiendo de la metodología permitirá adaptarse de forma más flexible o menos flexible a la programación que se tiene. En este caso, se presentan metodologías a utilizar, las cuales son:

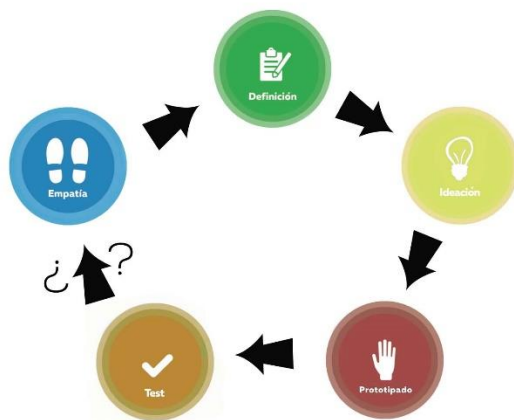
- **Design thinking:** Como siempre, no existe una única definición válida para un concepto. La definición de *Design Thinking* en este caso es que es una metodología orientada a la generación de soluciones dentro de un marco propuesto, centrada en el usuario. Se divide en una serie de etapas, a las que se puede volver de forma iterativa, pero por las que siempre ha de pasarse al menos una vez. El auge y popularidad actual del *Design Thinking* viene por su capacidad para generar en muy poco tiempo soluciones innovadoras (Design Thinking España, 2021).

Dentro de las etapas que tiene esta metodología se encuentran:

- **Empatizar:** es la primera etapa del proceso, y la base de este. En la fase de empatizar, se define el arquetipo de usuario al que se va a dirigir, se establecen los objetivos de investigación y, a partir de ellos, se deciden qué técnicas de recopilación de información se utilizarán. El objetivo de esta fase es identificar deseos y necesidades relevantes para el usuario. Técnicas propias de la fase de empatizar son la entrevista en profundidad, la observación y el *Focus Group*, entre otras.
- **Definir:** en ella, se organiza toda la información recopilada para identificar todas las áreas de oportunidad desde la que se pueden ofrecer soluciones relevantes para los deseos y necesidades del usuario. La técnica más habitual en esta parte del proceso es el Clusterizado, que consiste en primer lugar en el volcado de la información que se ha recopilado en *post it*. En segundo, en la agrupación de ese *post it* de acuerdo con su contenido. Y, en tercero y último, en encontrar una frase que sintetice la información de cada uno de los grupos.
- **Idear:** una vez establecido el reto (que puede ser también reformulado o refinado) se procede a la parte de diseño de la solución. En esta parte del proceso, la primera fase por la que se pasará será la de idear. En la fase de idear o ideación, se trata de dar el mayor número de ideas posibles que respondan al reto planteado. Es el momento del *brainstorming*, y de otras herramientas que impulsen hacia el encuentro del mayor número de ideas posibles.

- **Prototipar:** a partir de las ideas generadas, se lleva a cabo una selección, y éstas pasan a prototiparse. La fase de prototipado es aquella en la que se da forma a las ideas, se hacen tangibles. De esa forma, se podrán mostrar al usuario, quien podrá dar *feedback* y decir en qué medida la solución que se está diseñando para él se ajusta a sus necesidades o deseos. Dependiendo del momento en el que se encuentre, el prototipado será más o menos básico. Existen muchas formas de prototipar, como la prueba de concepto, el *Storyboard* o la Maqueta física. Se prototipa para fallar rápido y barato, buscando que el usuario, cuanto antes, indique si el camino que se está tomando en el diseño de la solución es adecuado o no.
- **Validar:** es el momento en el que se muestra el prototipo de solución al arquetipo para el que estamos diseñando. La fase de validación exige preparación. Se tendrán que establecer los objetivos, construir la guía y, por último, mostrar al usuario la solución. En esta fase, es importante que se entienda que no se está vendiendo. Se trata de aprender del *feedback* del usuario para hacer posteriormente una nueva versión mejorada de la solución.

**Ilustración 7: Representación metodología *Design Thinking***



Fuente: (*Design Thinking España, 2021*)

- **Kanban:** metodología de trabajo inventada por la empresa de automóviles Toyota. Consiste en dividir las tareas en porciones mínimas y organizarlas en un tablero de trabajo dividido en tareas pendientes, en curso y finalizadas. De esta forma, se crea

un flujo de trabajo muy visual basado en tareas prioritarias e incrementando el valor del producto (Santander, 2020). A diferencia de otros métodos similares, Kanban puede integrarse en los procesos de trabajo sin hacer grandes modificaciones, por lo que la adaptación al sistema resulta muy sencilla y deja abierta otras posibilidades, como la de aplicar, junto con Kanban, otras metodologías de gestión de tareas (como Scrum).

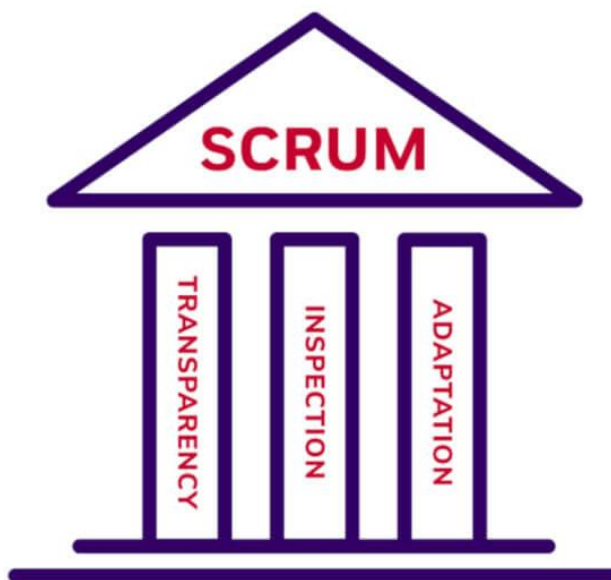
**Ilustración 8: Representación metodología Kanban**



Fuente: (Digital Guide, 2019)

- **Scrum:** es una metodología incremental que divide los requisitos y tareas de forma similar a Kanban. Se itera sobre bloques de tiempos cortos y fijos (entre dos y cuatro semanas) para conseguir un resultado completo en cada iteración. Las etapas son: planificación de la iteración (*planning sprint*), ejecución (*sprint*), reunión diaria (*daily meeting*) y demostración de resultados (*sprint review*). Cada iteración por estas etapas se denomina también *sprint* (Santander, 2020). *Scrum* se basa en la flexibilidad en la adopción de cambios y nuevos requisitos durante un proyecto complejo, en el factor humano, la colaboración e interacción con el cliente y el desarrollo iterativo como forma de asegurar buenos resultados.

**Ilustración 9: Pilares metodología SCRUM**



Fuente: (We are Marketing, 2020).

- **Programación extrema (XP):** es una metodología de desarrollo de *software* basada en las relaciones interpersonales, que se consideran la clave del éxito. Su principal objetivo es crear un buen ambiente de trabajo en equipo y que haya un *feedback* constante del cliente. El trabajo se basa en 12 conceptos: diseño sencillo, *testing*, refactorización y codificación con estándares, propiedad colectiva del código, programación en parejas, integración continua, entregas semanales e integridad con el cliente, cliente in situ, entregas frecuentes y planificación (Sinnaps, 2020).

**Ilustración 10: Representación metodología XP**



Fuente: (Sinnaps, 2021).



## 2.2 Metodología de solución

La metodología para la solución de problemas se puede definir como la secuencia para resolver inconvenientes dentro de un contexto determinado. Esta secuencia consta de 5 etapas que garantizan la llegada correcta a la solución: identificación del problema, planteamiento de alternativas de solución, elección de una alternativa de solución, elección de una alternativa, desarrollo de la solución y evaluación de ésta (Aula Virtual, 2021).

### 2.2.1 Elección de metodología de solución

Para la elección de la metodología a utilizar en el proyecto, se utilizará una matriz multicriterio que permita decidir en base a criterios establecidos, la mejor opción de método de solución. Es por esto por lo que se deben definir los aspectos o criterios relevantes para la selección de la metodología, los cuales son:

- **Conocimiento previo:** hace referencia al conocimiento previo que debe poseer el equipo acerca de la metodología elegida.
- **Adaptación de la empresa:** la empresa donde se utilizará la metodología puede que no cuente con los recursos necesarios para poder implementar la metodología, lo que derivaría en problemas durante la ejecución del proyecto.
- **Necesidad de un equipo especializado:** se refiere a la necesidad de un grupo de trabajo que sea especialista en la metodología, que sepan cómo desarrollar cada una de las etapas de ésta.
- **Tamaño del proyecto:** hace referencia a las dimensiones que tiene el proyecto, el cual delimitará la elección de alguna de las metodologías presentadas.

Con los criterios definidos, se procede a realizar una comparación entre ellos a través de una matriz multicriterio, la cual permitirá obtener la metodología que mejor se acople al funcionamiento de la empresa y del proyecto. Para esto, se debe calcular los pesos relativos de los criterios a través de una matriz de comparación de criterios, los cuales serán calculados con calificaciones en una escala de 1 a 10, donde 10 corresponde a la más alta calificación

para evaluar al criterio, y, por ende, que más importancia tiene frente a los demás. En la Tabla 2 se aprecia la matriz de comparación para obtener los pesos relativos de los criterios.

**Tabla 2: Matriz de comparación de criterios para selección de metodología**

Criterio	Conocimiento previo	Adaptación a la empresa	Necesidad de un equipo especializado	Tamaño del proyecto	Total	Peso relativo
Conocimiento previo	-	4	7	4	15	0,25
Adaptación a la empresa	6	-	7	5	18	0,30
Necesidad de un equipo especializado	3	3	-	4	10	0,17
Tamaño del proyecto	6	5	6	-	17	0,28

*Fuente: Elaboración propia en base a reuniones con el jefe de operaciones.*

Luego de obtener el peso relativo de cada criterio, se puede obtener la mejor metodología para el proyecto a través de la matriz multicriterio.

**Tabla 3: Matriz multicriterio para elección de metodología**

Criterio / Metodología	<i>Design Thinking</i>	Kanban	Scrum	Programación extrema	Peso relativo
Conocimiento previo	7	6	6	4	0,25
Adaptación a la empresa	6	4	5	5	0,30
Necesidad de un equipo especializado	5	4	6	5	0,17
Tamaño del proyecto	6	3	4	6	0,28
Total	6,08	4,22	5,14	5,03	1

*Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.*

En la Tabla 3, se aprecia la matriz desarrollada, obteniéndose que la metodología *Design Thinking*, es la que mejor cumple con los criterios establecidos en un comienzo, por lo que se utilizará este método para poder desarrollar la problemática a tratar en este informe.

### 2.2.2 Metodología aplicada

Dado el resultado del punto anterior, para la ejecución de este proyecto se utilizará *Design Thinking* como metodología de desarrollo de la problemática, por lo que se deberá seguir su estructura metodológica para realizar cada una de las actividades que se ejecutarán para abarcar el problema planteado en Copefrut. Por ende, los pasos a seguir corresponden a:

- **Empatizar:** en esta etapa se busca empatizar con la problemática desde el punto de vista de la empresa, recogiendo información a través de diversas técnicas de diagnóstico y análisis que permitan insertarse en cómo ocurre la problemática y los diversos factores que puedan estar afectando, utilizando por ejemplo el diagrama de *Pareto* para obtener información de los tiempos de detención de líneas, o *Focus Group* para intercambiar ideas con la gente que vive día a día con la problemática.
- **Definir:** en esta etapa, se definirá la problemática a resolver, la que corresponde a la minimización de detenciones para disminuir el tiempo perdido por dichas acciones. Se aplicará un sistema de información que permita ordenar la secuenciación de los lotes de producción y de esta forma asociar los lotes que puedan ser procesados en un mismo momento para evitar detenciones de línea.
- **Idear:** en este periodo se busca tener una solución factible a las detenciones de tiempo, una solución que se acople al funcionamiento de la empresa y que permita interactuar de forma casi automática frente a la secuenciación de los lotes. Para ello se debe utilizar las planillas de planificación de temporadas anteriores y rescatar información con bases de datos de detenciones, con el fin de cruzar su información y poder interpretar cuál podría ser el método o heurística de solución.
- **Prototipar:** esta etapa tiene en consideración el desarrollo de la idea planteada en la etapa anterior, de tal forma de materializar un sistema a través del uso de *Visual Basic*

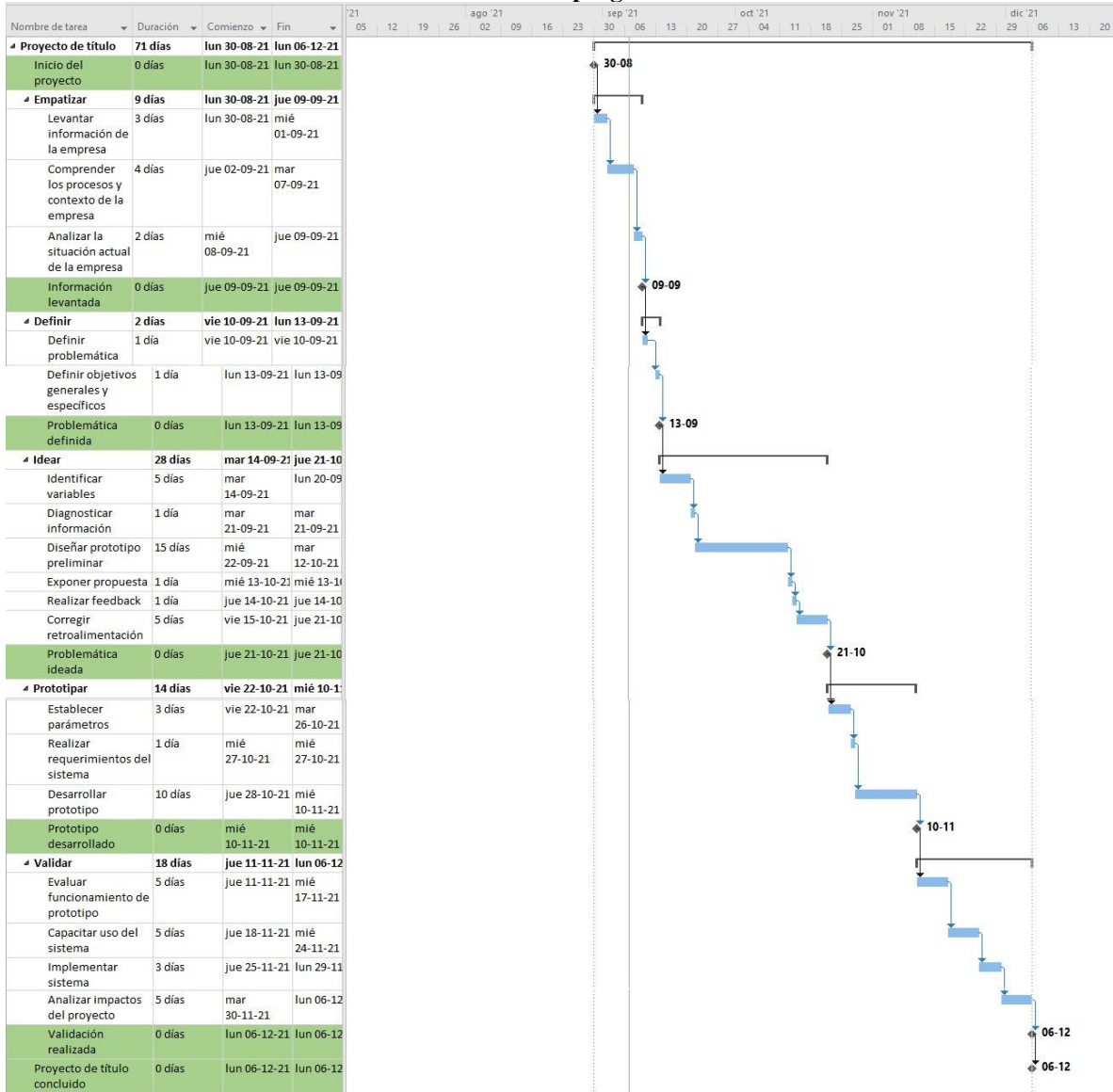
que permita analizar los *inputs* que se le entregan al prototipo y que éste entregue la mejor solución para el orden de secuenciación.

- **Validar:** en esta etapa se prueba o valida el correcto funcionamiento del sistema, verificando que no existan problemas en su ejecución y que cumpla con todos los requerimientos funcionales establecidos.

### 2.2.3 Plan de actividades

Para poder desarrollar el sistema informático, se deben realizar una serie de pasos que permitirán implementar el prototipo a la empresa. Para ello, es recomendable la planificación de los tiempos estimados para cada actividad. En la Ilustración 11 se aprecia una carta *Gantt* que comienza el día 30 de agosto de 2021, con fecha de término el 6 de diciembre del mismo año.

Ilustración 11: Carta Gantt programación actividades



Fuente: Elaboración propia.

# **CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA Y DIAGNÓSTICO**

*En el presente capítulo se llevará a cabo el análisis de la problemática presente en Copefrut, a través del levantamiento de información de la situación actual y de la posterior utilización de técnicas que permitan determinar las posibles causas del problema actual en la empresa.*

### 3.1 Situación actual de Copefrut S.A

Esta etapa corresponde a la de definir dentro de la metodología escogida, donde se recopila toda la información para poder identificar las áreas de oportunidades desde donde se pueden ofrecer soluciones.

Copefrut se dedica principalmente a la prestación de servicios de *packing* de fruta de diferentes tipos como cereza, kiwi, ciruelas, etc. En este sentido, Copefrut se encuentra en la octava posición de empresas exportadoras de fruta a nivel nacional (Portal del Campo, 2020), lo que obliga a la interacción de distintas áreas o departamentos para poder cumplir con la demanda establecida por el mercado, a la vez de la búsqueda de la eficiencia dentro de la empresa. En específico, son tres las áreas que tienen influencia dentro del proceso productivo; área comercial, área de planificación y área de operaciones, las que afectan de forma directa o indirecta a las detenciones de línea de producción (problemática).

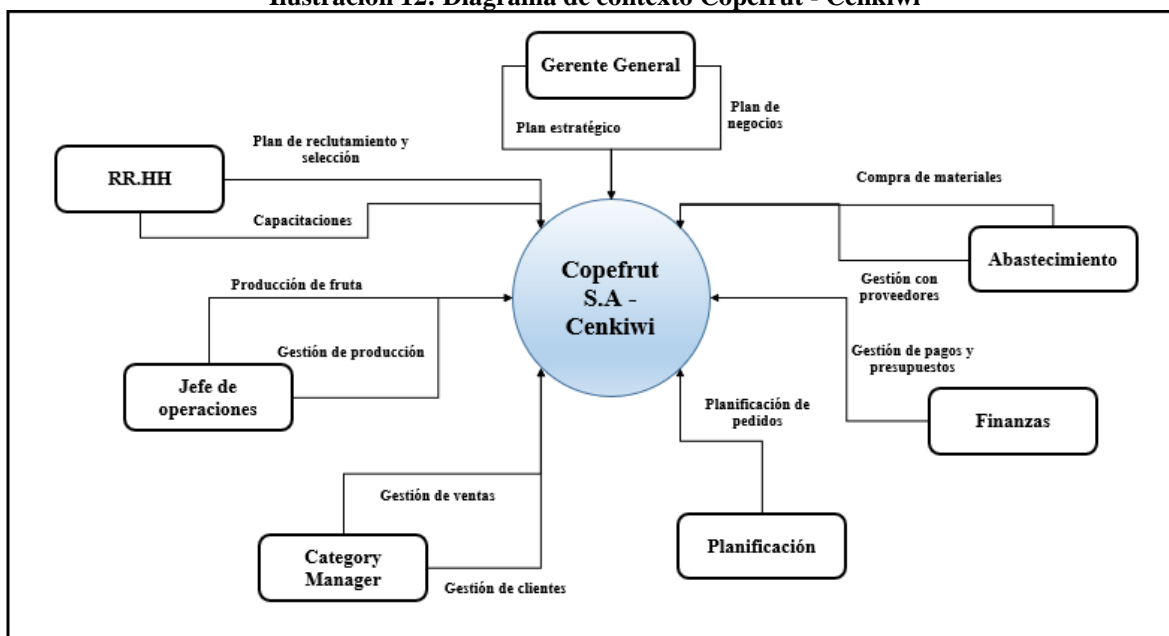
El área comercial es la encargada de gestionar los acuerdos comerciales entre la empresa y los distintos clientes que posee Copefrut, a la vez de buscar clientes o negocios nuevos. Esta área es la que abastece de demanda a la empresa, indicando la cantidad de kilogramos de cereza (u otra fruta dependiendo del caso) necesarios, con su variedad, calibre específico, entre otros, para cierto cliente. Este puesto dentro de la empresa tiene el nombre de *Category Manager*.

Luego, se tiene al área de planificación, quienes son los encargados de “tomar” la demanda entregada por el área comercial y establecer en base a las capacidades de cada planta la cantidad de cajas de cereza necesarias para cada día, la cual posee diferentes características como su envase, los sellos de cada país, etc.

Por último, se tiene al área de operaciones, quienes son los encargados de planificar de forma interna la producción de cajas de cereza según las condiciones de la planta. El responsable es el jefe de operaciones y el encargado de turno de *packing*. El jefe de operaciones tiene la labor de programar el orden de los lotes existentes en el sistema de Copefrut de acuerdo con la demanda entregada por planificación, de tal forma de minimizar las detenciones de línea de producción cuando existe algún cambio en algunas de las

características de las cajas de fruta (variedad de cereza, calibre de la cereza, productor del lote, segregación de la cereza, entre otras), además de otras funciones que posee. Por otro lado, el encargado de turno es el responsable de ejecutar la planificación, velando por la eficiencia de ésta, por la producción y que ésta se ejecute de la manera correcta. En la Ilustración 12 se presenta el diagrama de contexto de la planta, con las áreas que están de forma directa o indirectamente relacionadas a Cenkiwi.

Ilustración 12: Diagrama de contexto Copefrut - Cenkiwi



Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.

Para poder identificar la situación actual en la que se encuentra la planta Cenkiwi, se utilizaron técnicas de diagnóstico de tal forma de facilitar la extracción de información a través de métodos estructurados que permitiesen entender la problemática presente. Para ello, se realizaron métodos de observación, cuestionarios o encuestas, *focus group* y entrevistas.

Para lo primero (métodos de observación), se visitó el lugar de donde surge la problemática (área de *packing*), con el fin de entender el proceso de la cereza y el por qué se debe detener la línea de producción, registrando los diversos factores que puedan estar relacionados con la detención de la línea. Luego, se procedió a realizar encuestas a los trabajadores que están en contacto directo con la problemática. Como primer encuestado, se tuvo a Fabián Riveros (encargado de turno de *packing*) quien es el responsable de lo que ocurre en la zona donde se procesa la fruta, por lo que convive con las detenciones de línea



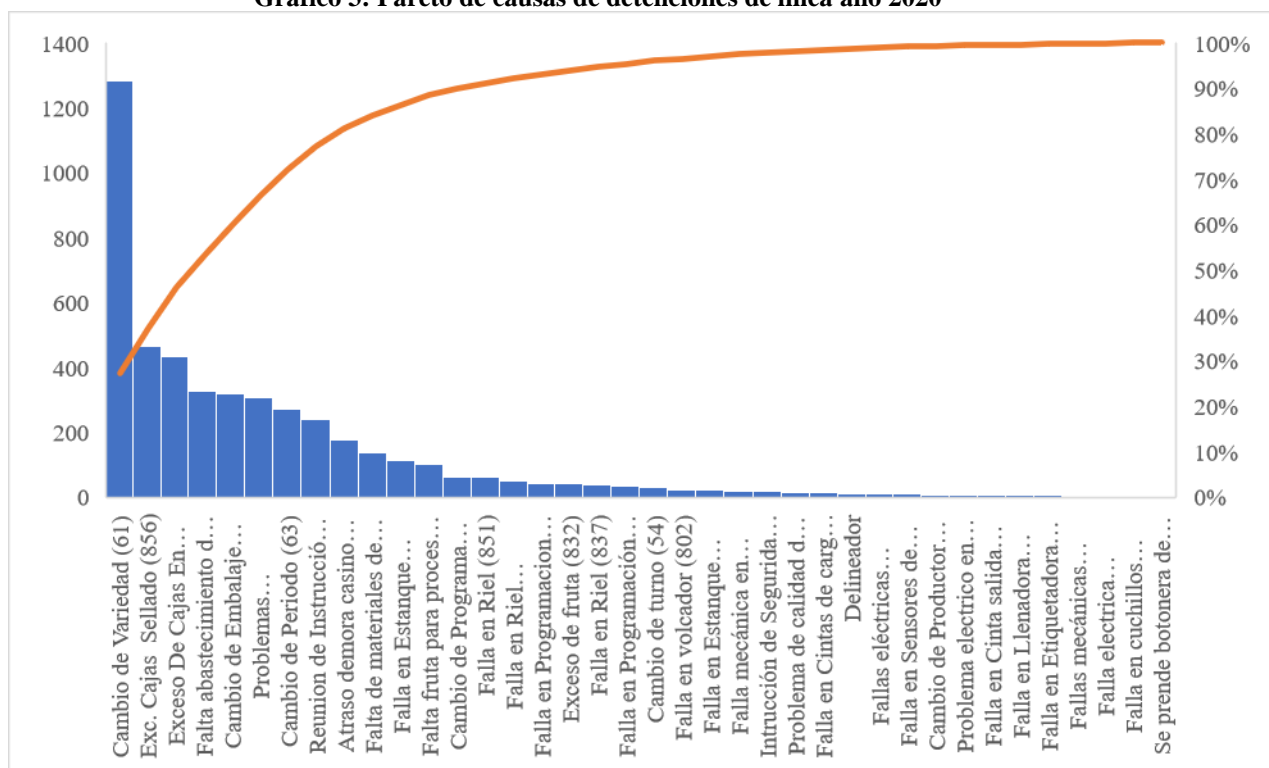
de forma periódica. A través de esta encuesta se pudo identificar las diferentes formas que tiene Copefrut para abordar las detenciones, lo que ayuda a esclarecer el predominio de ciertos tipos de detenciones frente a otras. Además, se obtuvieron sugerencias de cómo abordar la problemática planteada.

Por último, se realizaron *focus group* y entrevistas. La primera se realizó en conjunto con el jefe de operaciones, el ingeniero de excelencia operacional y el encargado de turno de packing, donde se pudo exponer el punto de vista de cada uno frente a la problemática, las cosas que ellos creían como solución y las distintas formas que existen para abordar el problema. Por el lado de la entrevista, se realizó una serie de preguntas con respecto a las detenciones al jefe de operaciones para determinar cuál de ellas tenía una mayor importancia en la planta. Con esta información, se procedió a utilizar herramientas de análisis de información como el diagrama de Ishikawa, *Pareto* y los 5 ¿Por qué?

## **3.2 Diagrama de Pareto**

Para la problemática de detenciones de línea, se pudo identificar diversas causas que pueden generarlas. En este caso, se utilizó un diagrama de Pareto (ver Gráfico 3) para identificar el 20% de las causas que provocaban el 80% de las detenciones, que, si bien no corresponden todas esas causas al alcance del proyecto, sirve para reflejar la importancia de las detenciones de línea en cuanto a pérdidas de tiempo de producción. Con esto, se puede cuantificar el problema para la empresa a partir de registros de detenciones en la temporada de cereza 2020.

**Gráfico 3: Pareto de causas de detenciones de línea año 2020**



Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.

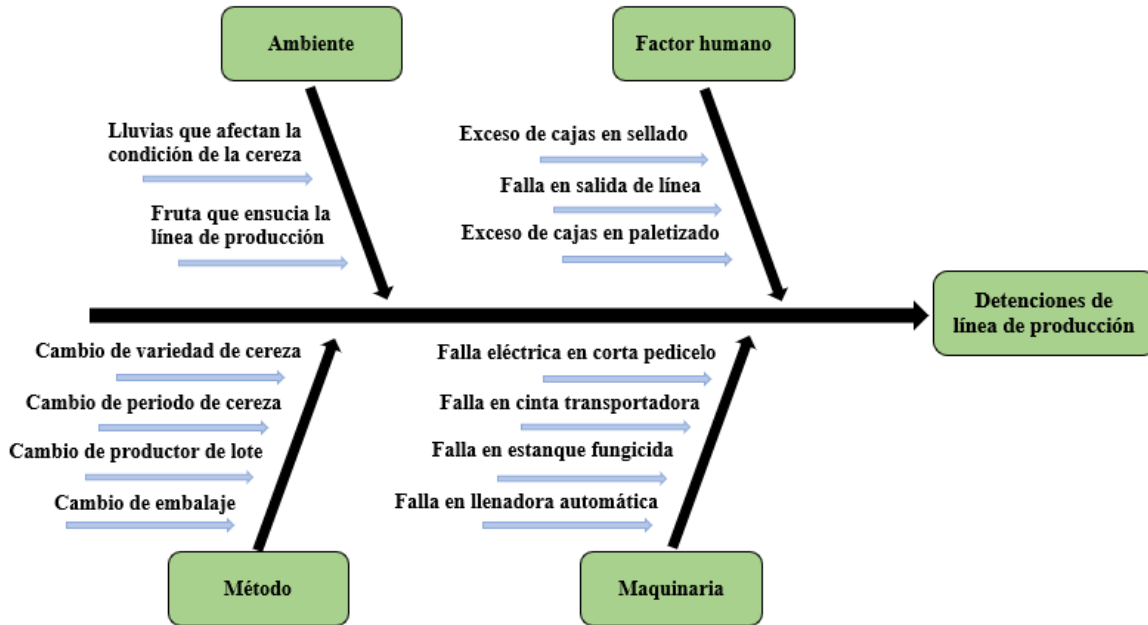
En este caso, como se mencionó en el CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN Y FORMALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA, las detenciones por cambio de variedad son las que más minutos significaron en el total de detenciones de línea, dando 1.282 minutos equivalentes a 2,5 turnos de trabajo de 10 horas. El tiempo de detención por los cambios de variedad, de embalaje, de periodo y de productor dan una suma de 1.882 minutos, mientras que el total de tiempo de detención por todos los motivos fue de 4.717 minutos en la temporada, lo que equivale a aproximadamente un 40% sólo por los motivos antes mencionados.

### 3.3 Diagrama de Ishikawa

Con la información ya recolectada, se procedió a realizar un diagrama de Ishikawa o de causa-efecto, con el fin de determinar las causas principales que estarían afectando a las detenciones de línea de cereza en Cenkiwi. Para este caso, se detectaron cuatro posibles causas generales que pueden ser desglosadas para poder analizar con mayor profundidad la problemática; el ambiente, factor humano, método y maquinaria.

- **El ambiente:** hace referencia a las condiciones ambientales que influyen en el proceso, como el tiempo, la temperatura, la humedad o la limpieza. En Cenkiwi se ve reflejado en las lluvias que afectan a la cereza, lo que hace que se hinchen y se rompan. Esto genera detenciones de línea debido a que se programó en un inicio un lote de fruta como cierta calidad, pero al momento de estar pasándose por la línea se tuvo que detener y cambiar el embalaje por una calidad menor a la presupuestada en un inicio.
- **Factor humano:** se refiere a cualquier persona que participe en el proceso a lo largo de toda la cadena de producción, incluidas todas las funciones de apoyo. Para este caso, se presentan generalmente en la falta de experiencia en el proceso, donde se encuentran exceso de cajas en sellado, exceso de cajas en paletizado, falla en salidas de la línea (controladas por un operador de línea), atrasos en la vuelta de colación, etc.
- **Método:** define como se lleva a cabo el proceso y qué requisitos se necesitan para ello, como procedimientos de calidad, órdenes de trabajo, instrucciones de trabajo o planos. En este punto se consideran los cambios de variedad de cereza, cambios de periodo de segregación, y todos los cambios de alguna característica de la cereza. Además, se puede incluir la falta de fruta al proceso como también la falta de materiales, lo cual es un tema netamente de planificación de las operaciones.
- **Maquinaria:** corresponden a todas las máquinas y equipos necesarios para realizar la tarea, incluidas las herramientas. En este sentido, se encuentran fallas que presenta la línea, tales como falla eléctrica del corta pedicelo, falla de la cinta transportadora, falla en el estanque fungicida, falla en la etiquetadora, falla en la llenadora automática, entre otras.

Ilustración 13: Diagrama Ishikawa detención de línea



Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.

La Ilustración 13 concluye las causas que están provocando las detenciones de línea, de las cuales se consideraron como más relevantes la que se desprende del punto de método correspondientes a cambios de variedad de cereza, cambios de periodo de segregación de cereza, y cambio de embalaje, por lo que se considerarán ellas como las significantes para este estudio, debido a que son problemas operacionales que pueden ser resueltos u optimizados. Esta decisión se llevó a cabo en conjunto al jefe de operaciones y al ingeniero de excelencia operacional de la planta.

### 3.4 Estrategia de 5 ¿Por qué?

Luego de tener una posible causa desprendida desde el gráfico de Pareto, se procede a realizar la estrategia de los 5 ¿Por qué?, donde se busca profundizar en la causa hasta llegar a la raíz del problema y así tomar una medida más certera y eficiente que permita dar una solución a la empresa.

**Tabla 4: Análisis 5 ¿Por qué?**

Problema	Detenciones de línea de producción por cambios en alguna característica de la cereza
1. ¿Por qué?	Existe un programa de vaciado erróneo.
2. ¿Por qué?	El único criterio utilizado es el FIFO.
3. ¿Por qué?	Es difícil y engorroso extraer información de la existencia de fruta desde el ERP empresarial.
4. ¿Por qué?	Se planifica de forma manual el orden de procesamiento de lotes.
5. ¿Por qué?	No existe un sistema de información que determine un orden adecuado de los lotes a procesar.

*Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.*

Como primera respuesta al ¿por qué existen detenciones de línea de producción por cambios en alguna característica de la cereza?, se tiene que, no existe un programa de vaciado adecuado para la planta, lo que conlleva a errores de planificación y ejecución durante la temporada de cereza, generando detenciones por la mala planificación de los lotes.

Para el segundo ¿por qué?, se desprende que el único criterio utilizado para poder secuenciar el orden de los lotes a proceso es el FIFO (*First in first out*), donde se dejan de lado criterios que podrían mejorar la operación de la planta. En este caso, se ordenan los lotes de acuerdo con el tiempo que llevan en la planta, ejecutando primeramente los que posean una mayor cantidad de días y luego juntando los lotes con mismas características que posean una cantidad de días parecida.

Como tercer ¿por qué?, se hace referencia a dificultad para poder extraer información desde la planilla de existencia de fruta que se descarga desde el ERP empresarial. En este sentido, la planilla que se descarga posee alrededor de 180 columnas de información, donde se contempla información de otras áreas como la de calidad, por lo que no toda la información es necesaria para el área de operaciones. Por otro lado, existen subdivisiones dentro de los colores, por lo que para determinar el porcentaje específico de color de un lote se deben sumar los porcentajes de 3 columnas que poseen esa información. Con esto, es engorroso visualizar de forma clara las características del lote que necesita extraer el jefe de operaciones para poder realizar el programa de vaciado.

Como cuarto ¿por qué? se tiene que se planifica de forma manual el orden de procesamiento de los lotes, por lo que el jefe de operaciones debe extraer la información de forma manual desde la planilla e ir verificando que se cumplan con los diferentes criterios para poder minimizar las detenciones de línea por algún cambio de variedad, segregación, productor, etc.

Por último, se tiene el quinto ¿por qué?, el que tiene como respuesta la no existencia de un sistema automático que calcule un orden adecuado de secuenciación de lotes con el fin de disminuir las detenciones de la línea de producción por cambio en alguna característica de la cereza.

### **3.5 Conclusiones del diagnóstico**

Gracias a la aplicación de técnicas de diagnóstico como *focus group* o entrevistas, se pudo recaudar la información suficiente para poder realizar un análisis de la problemática en Copefrut, obteniendo varias posibles causas que estaban produciendo las detenciones de línea de producción de cereza

Luego, mediante un gráfico de Pareto, las detenciones por estas causas fueron cuantificadas para poder dimensionar de mejor manera el impacto que traía a la empresa dicha problemática. De este análisis, se pudo extraer que las detenciones por estas causas generaban un 40% del total de los retrasos que sufría la línea, siendo la que más generaba un tiempo de detención el cambio de variedad de cereza, con un total de 1.282 minutos, equivalentes a 2,3 turnos de jornada laboral aproximadamente.

Después, gracias al diagrama de Ishikawa, se pudo profundizar y desglosar las causas generales en causas específicas, obteniéndose como causa principal las detenciones de línea por cambio en alguna de las características de la cereza (cambio de variedad, de periodo, de productor del lote, etc).

Por último, gracias a la estrategia del 5 ¿por qué?, se pudo llegar a la causa raíz de la situación actual, la cual hace referencia a la falta de un sistema automático que permita secuenciar un orden adecuado para los lotes con el fin de minimizar las detenciones de la línea y así no perder tiempo que se tenía considerado en la planificación agregada de la

empresa. Esta causa raíz servirá como base para el desarrollo de la problemática en los capítulos siguientes del proyecto.

# CAPÍTULO 4: FORMULACIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL Y LÓGICO

*En el presente capítulo se realiza la formalización conceptual del modelo para el proyecto de un sistema de secuenciación de lotes en la empresa Copefrut S.A. Se diseñan y se presentan el diagrama de contexto mostrando el flujo de datos entre los diferentes actores, definiendo también algunos parámetros que enmarcan la aplicación del proyecto.*



## 4.1 Diagrama de nivel superior

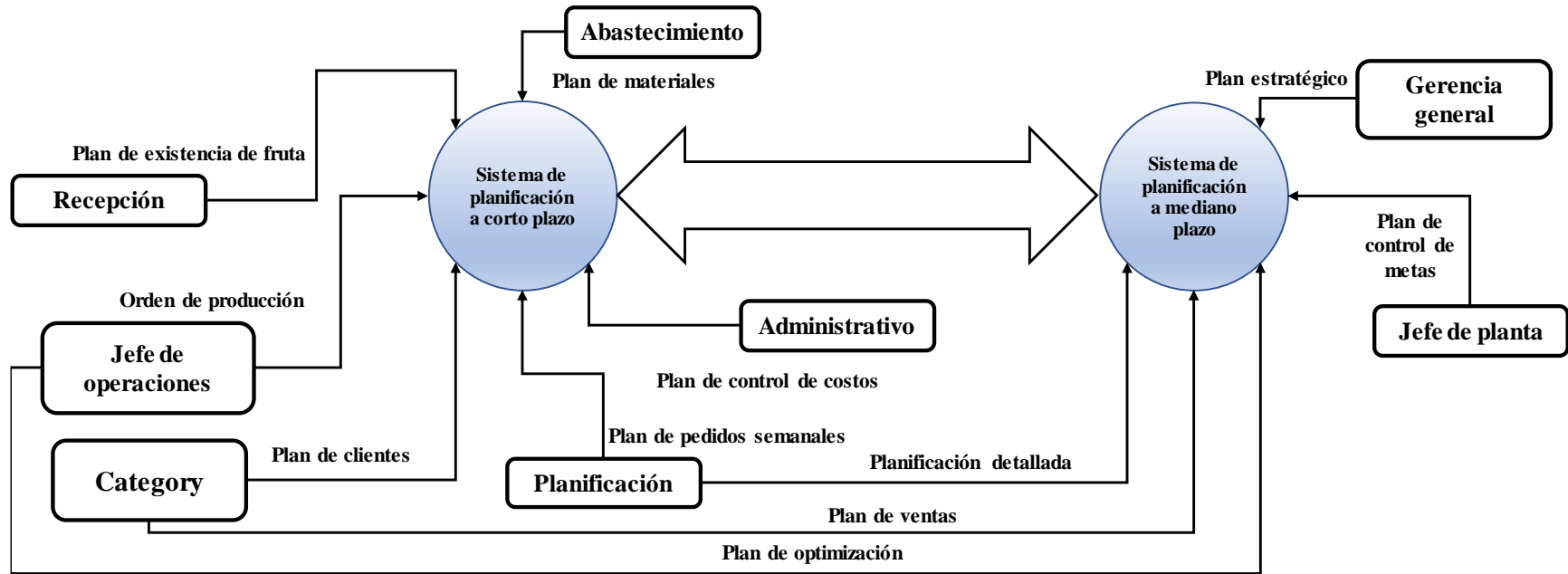
Este capítulo corresponde a la etapa de idear, donde se procede a realizar el diseño de la solución a la problemática. En este caso, se presentará el cómo se va a resolver la secuenciación de lotes en Cenkiwi.

Para la realización del diagrama de nivel superior en la empresa, se deben definir los distintos planes y estrategias que están relacionados a la producción de cereza, dentro de los horizontes de tiempo establecidos por dicha producción. Para Copefrut S.A se tomarán dos horizontes de tiempo debido a que a largo plazo las gerencias serán las que definan los objetivos de la empresa; en el corto plazo se considerará con un horizonte de 3 meses (que es el tiempo que dura la producción de cereza), mientras que para el de mediano plazo será un año. En la Ilustración 14 se aprecia el diagrama de nivel superior de la empresa.

El sistema de planificación a corto plazo tiene como objetivo nivelar la producción y hacerla más estable en un periodo de 3 meses. Esto se logra gracias a una mejor secuenciación de los lotes de producción, lo que permite disminuir el intervalo de tiempo perdido en el que recae el programa de vaciado de lotes de la planta, disminuyendo las detenciones de línea. Para esto, se utilizan los planes de existencia de fruta en cámaras de frío, el plan de materiales disponible por bodega, el plan de pedidos semanales entregado por planificación y el plan de producción que consiste en el programa de vaciado de lotes para cierto pedido, entregado por el jefe de operaciones.

Para el mediano plazo, se tienen los planes estratégicos entregados por la gerencia general, los cuales permitirán alcanzar un nivel de producción que cumpla con las características y condiciones que exigen los diferentes mercados alrededor del mundo. Además, se tiene el plan de control de metas presentado por el jefe de planta, el cual permitirá verificar el cumplimiento o no de las metas establecidas para la temporada siguiente de producción de fruta.

Ilustración 14: Diagrama de nivel superior Copefrut



Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.

## 4.2 Desarrollo y formalización del sistema integral

Como se mencionó anteriormente, el horizonte de tiempo destinado para la planificación a mediano plazo corresponderá a un año. En él, se analizará el funcionamiento de los procesos productivos con el fin de mejorar la capacidad actual de trabajo que presenta la planta. Además, se tendrá como objetivo la secuenciación de pedidos de cereza que tengan la misma importancia entre ellas, de tal forma de poder optimizar aún mejor la programación de vaciado de lotes. Por último, se tendrá la estandarización de KPI's en las tres plantas de la empresa, con el fin de poder medir de forma transversal el funcionamiento de las plantas y poder determinar en donde enfocar recursos para llevar un buen control de ellas.

Para poder llevar a cabo los objetivos planteados a mediano plazo, se debe realizar un seguimiento a los resultados de la producción a corto plazo, con el fin de evaluar cómo ha mejorado la empresa en su desempeño. Para esto, el jefe de operaciones una vez finalizada la temporada de cereza (noviembre-enero) compara la cantidad de fruta procesada con la presupuestada, lo que permitirá obtener los cvu (costo variable unitario) reales de la temporada y de esta forma, verificar que los gastos se hayan encontrado dentro de los presupuestos de la empresa. Esto servirá como base para la realización de las estrategias planteadas por la empresa, ya que, si los costos arrojaran valores fuera de los presupuestados, sería más difícil invertir en nuevas acciones de mejora.

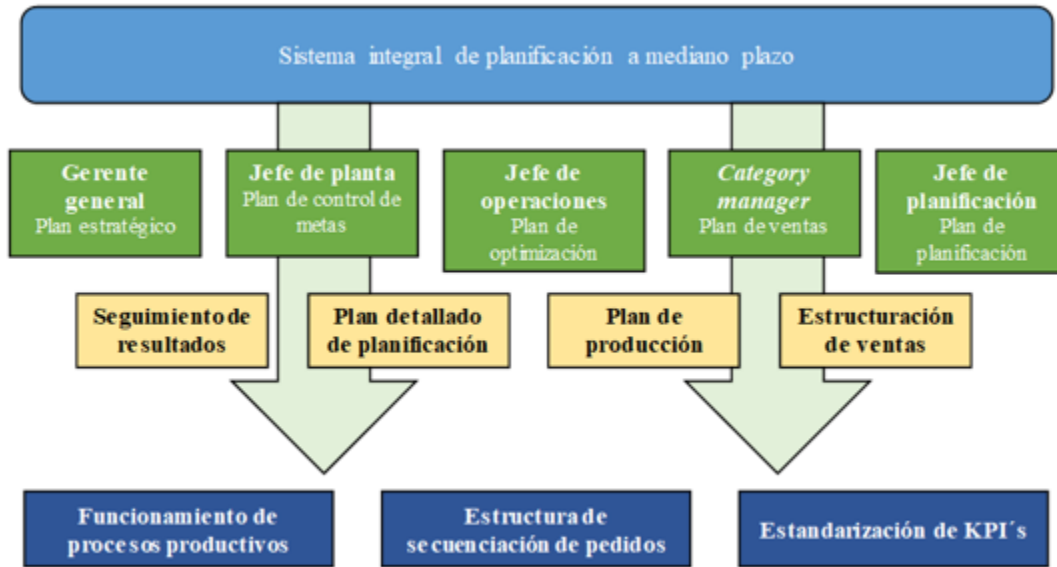
A la vez, se debe velar por la velocidad de la línea de producción, la cual puede variar debido a diferentes factores (cantidad de personas disponibles para cada una de las líneas, calidad de la fruta, eficiencia de los controles de calidad de fruta, tipo de embalaje en donde debe ser enviado un pedido específico, entre otras), lo que finalmente afectará en la capacidad de la planta en tener los pedidos listos en un cierto día. En este sentido, el programa de vaciado afecta en la cantidad de detenciones de línea que pueden existir por algún cambio en las características de la fruta, por lo que un buen programa de vaciado permitiría ahorrar tiempo que finalmente significa dinero y eficiencia para la planta.

Luego, se presentan diferentes planes para el cumplimiento en el mediano plazo de la empresa, los que en conjunto permitirán alcanzar los objetivos planteados. Estos planes corresponden a los siguientes:

- **Plan estratégico:** desarrollado por el gerente general, se refiere a las estrategias que debe tomar la empresa de acuerdo con las circunstancias que vive el mercado, con el fin de entregar directrices a las diferentes plantas de cómo deben operar según las características de cada una.
- **Plan de control de metas:** consiste en el control de las metas planteadas por cada una de las áreas de la planta, el cual permite identificar en qué labor o tarea se falló y así tomar planes de acción para seguir en una mejora continua que lleve en conjunto a la mejora en la eficiencia de la planta y en la producción. Este plan es elaborado por el jefe de planta.
- **Plan de optimización:** hace referencia a cómo se va mejorando el proceso de packing de fruta en la planta, donde el jefe de operaciones debe identificar oportunidades de mejora para dicho proceso y velar por un aumento en la eficiencia de los procesos. Este plan es elaborado por el jefe de operaciones.
- **Plan de ventas:** consiste en la captación de nuevos clientes que permitan poseer un abanico más amplio de opciones en circunstancias donde los mercados predominantes no se encuentren en las mejores condiciones de compra o que presenten factores que hagan peligrar la demanda de fruta de la empresa. Este plan es elaborado por el *Category Manager*.
- **Plan de planificación detallada:** elaborada por el jefe de planificación, consiste en la asignación de demanda a cada una de las plantas operacionales de Copefrut S.A, donde según varios criterios (capacidad de proceso, capacidad de captar gente, entre otras) se establece una cantidad de pedidos a las plantas de la empresa para satisfacer la demanda de los distintos mercados a nivel mundial.

En la Ilustración 15 se aprecia el sistema integral de planificación a mediano plazo, donde se observan los diferentes planes con sus respectivos autores, que permitirán a la empresa cumplir los objetivos planteados dentro del horizonte temporal de un año.

**Ilustración 15: Diagrama de sistema integral de planificación a mediano plazo**



*Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.*

Como se mencionó en el principio del apartado, el horizonte de tiempo de corto plazo se considerará como tres meses, esto debido a que corresponde a la temporada de cereza y es dónde pueden plantearse los objetivos que se desean establecer de forma próxima en la empresa.

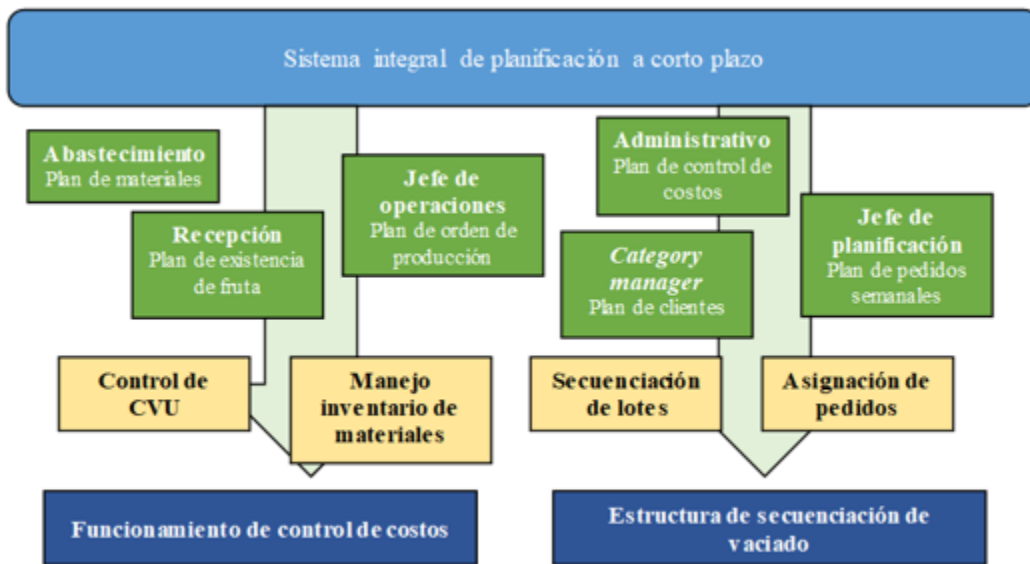
En este tiempo, el jefe de operaciones debe utilizar el sistema de secuenciación para determinar un orden de lotes que permita mejorar el proceso de vaciado de fruta a las líneas de producción que presenta la empresa, de tal forma de disminuir las detenciones de línea por tener que cambiar los parámetros del selector de fruta. De esta forma, día a día se podrá obtener el número de detenciones atribuibles a cambios en alguna característica de las cerezas que se están embalando, permitiendo obtener datos que ayuden a la toma de decisiones en un futuro para la empresa. Además, se tiene como objetivo el control de los costos variables unitarios de cada una de las áreas, las cuales son determinantes al momento de llevar un control general de lo que sucede en la producción de la planta.

A continuación, se presentan los diferentes planes que presenta la empresa en un horizonte de corto plazo, los cuales permitirán el cumplimiento de los objetivos planteados. Los planes corresponden a:

- **Plan de materiales:** hace referencia a los envases que debe tener la planta para funcionar de manera correcta. Éstos variarán según el destino del pedido y de la calidad de la fruta, por lo que se debe manejar siempre un *stock* disponible en caso de que el área comercial agregue algún pedido extra. Este plan es elaborado por el área de abastecimiento, específicamente por el jefe de esta área.
- **Plan de existencia de fruta:** elaborado por el supervisor de recepción en conjunto al área de calidad, hace referencia a los lotes de fruta disponibles para cumplir con los diferentes pedidos que maneja la empresa, donde se registran diferentes características de los lotes que hacen ingreso a la planta.
- **Plan de orden de producción:** consiste en el orden de los pedidos y de los lotes que permitirán satisfacerlos, el cual es elaborado por el jefe de operaciones, quien vela por la eficiencia de la producción de cajas embaladas.
- **Plan de clientes:** corresponde a la captación de pedidos dentro de la temporada de fruta por parte del *category manager*, quienes entregan nuevos pedidos a las plantas que permitan generar más ingresos a la empresa.
- **Plan de pedidos semanales:** elaborado por el jefe de planificación, corresponde a la asignación de pedidos de los clientes a las semanas disponibles que tiene la planta.
- **Plan de control de costos:** elaborado por el área de administración, corresponde al seguimiento de los cvu (costo variable unitario) de cada una de las áreas de la planta, para poder controlar de mejor manera los procesos y gastos en los que incurre la planta.

En la Ilustración 16 se aprecia el diagrama sistema integral de planificación a corto plazo, el cual representa de forma visual los distintos planes con sus respectivos intérpretes, para poder llevar a cabo los objetivos planteados dentro de los tres meses.

**Ilustración 16: Diagrama de sistema integral de planificación a corto plazo**



*Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.*

### 4.3 Formulación de módulos

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se presentará la formulación de los módulos que permitirán interactuar con el usuario y arrojar los resultados esperados en base a los parámetros entregados por éste. Esto permitirá ayudar en la toma de decisiones frente a la secuenciación de lotes para la producción de fruta embalada. El módulo que se planteará corresponde al módulo de secuenciación de lotes para el cual se presentará una descripción de sus funciones, los participantes en cada una de estas tareas y el procedimiento que sigue la empresa para ejecutar dichos planes. Además, se darán a conocer los *inputs* y *outputs* del módulo antes mencionado.

#### 4.3.1 Módulo para secuenciación de lotes de producción

Dentro de la producción en el rubro de la fruta, la secuenciación de lotes juega un rol fundamental para la empresa, debido a las diferentes características que posee cada uno de ellos, complejizando y limitando el tiempo disponible para el embalado de la fruta. Es por esto por lo que encontrar una forma factible de ordenar qué lote va después del otro permite establecer nuevas estrategias en la producción que pueden a futuro significar un impacto positivo para la compañía.

Para la secuenciación, se debe tener en consideración tres factores que pueden afectar en ella. El primer factor corresponde a la demanda de fruta que llega a la planta, la que se solicita de forma semanal. En ella, se establece un orden de prioridad para los pedidos existentes, los cuales según la existencia de fruta para su realización será o no respetado dicho orden. Si bien es un factor que determinará de forma directa la secuenciación de lotes debido a tener que cumplir en orden de prioridad los pedidos solicitados por el área comercial y de planificación, no siempre es el principal factor por el cual se deba guiar.

Como segundo factor se tiene la presencia de las líneas de producción de la empresa, las cuales corresponden a líneas de la empresa UNITEC con selector de fruta automático, el cual desvía la fruta en malas condiciones a salidas destinadas a fruta de baja calidad. De acuerdo con la cantidad de gente disponible para cada línea y al tipo de embalaje que se esté produciendo, se tendrá una velocidad de vaciado desde dicha zona a las cintas transportadoras que abastecerán a la línea. Mientras menos gente exista disponible o mientras más complejo de empacar sea la fruta, menor será la velocidad de la línea, esto para evitar que se generen aglomeraciones en las salidas y su posterior caída al suelo, perdiendo grandes cantidades de ésta. Por ende, se destinan pedidos más complejos a una línea para hacer funcionar a la otra con la máxima velocidad disponible y así aumentar su utilización. Esta medida afectará a la secuenciación en las diferentes líneas, ya que hará que se destine fruta con peor calidad a una línea y la de mejor a la otra.

Por último, como tercer factor se tiene la existencia de fruta en las cámaras de frío. Ésta afectará en el orden en que se utilizarán los lotes disponibles, debido a que la cereza puede estar como máximo dos días en cámaras de preenvasado, ya que dejarla más tiempo afectará en su calidad y hará que ésta se rompa o que empeore sus condiciones (textura, firmeza, etc.). Por estos motivos, la fruta existente guiará de alguna forma la secuenciación de los lotes, al tener que producir fruta con dos días de forma obligatoria, y así asignar luego, lotes de mismas características para poder terminar el pedido si es que el lote anterior no lo hizo.

Dados estos factores, es que se elabora el programa de vaciado (secuenciación de lotes) para cada uno de los turnos de trabajo en la empresa. Cada uno de ellos determinará



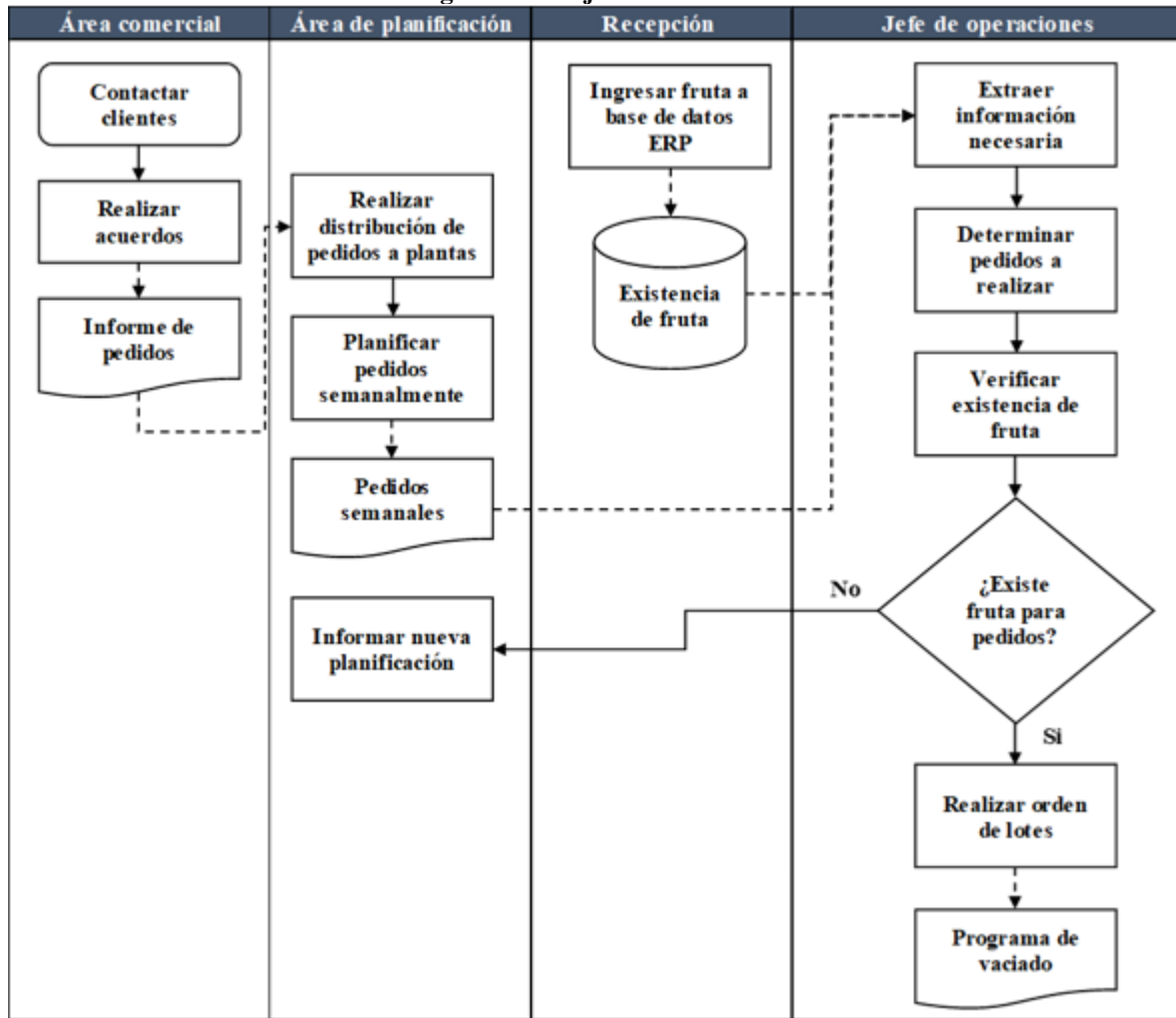
un orden distinto que pueda generarse en el programa de secuenciación de lotes, por lo que tener presente cada uno de estos factores es crucial para dicha elaboración.

Por otro lado, se tienen a los participantes de la elaboración de este programa, quienes buscan encontrar un orden óptimo para disminuir el número de detenciones que puedan generarse. En primer lugar, se tiene al área comercial de la empresa, quienes realizan los acuerdos comerciales con los diversos clientes que la empresa tiene tanto a nivel nacional como internacional. Luego, esta información es capturada por el área de planificación, quienes estructuran la demanda de los clientes y la dividen en las tres plantas operacionales que posee Copefrut.

Mientras tanto, en paralelo el área de recepción de Cenkiwi hace ingreso a la base de datos de la empresa, los diferentes lotes que ingresan a la planta antes mencionada, con el fin de poder dar registro de la fruta con la que cuenta la planta para poder realizar los pedidos solicitados a ella.

Por último, el jefe de operaciones recibe los pedidos semanales que debe realizar la planta. En base a estos pedidos, el jefe de operaciones descarga desde la base de datos de la empresa los lotes en existencia que presenta la planta, donde revisa que exista fruta que pueda utilizar para satisfacer estos pedidos. Si no existe fruta, el pedido debe ser aplazado hasta que exista fruta para realizar dicho pedido. Luego de verificar los pedidos que sí pueden ser realizados, el jefe de operaciones busca los lotes que posean mayor antigüedad dentro de las cámaras de almacenamiento debido a que no puede un lote estar más de dos días dentro de cámaras sin envasar, ya que su calidad bajaría y se tendría que exportar o comercializar como fruta de una calidad más baja de cómo llegó a la planta, significando un problema puesto que la fruta es del productor, no de Copefrut. Con los lotes más antiguos seleccionados, el jefe de operaciones ordena los lotes en función de las características del pedido que van a satisfacer, de modo tal que se disminuyan los cambios de variedad, productor, embalaje y segregación en la programación del vaciado de los lotes a cada una de las líneas que presenta la empresa para procesar la fruta (2 líneas idénticas). En la Ilustración 17 se aprecia el diagrama de flujo para la realización del orden de secuenciación de los lotes presentes en la existencia de las cámaras de frío de la planta.

Ilustración 17: Diagrama de flujo orden de secuenciación de lotes



Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por el jefe de operaciones.

En base a la lógica que debe seguirse para realizar el orden de secuenciación de los lotes, se debe tener presente también la lógica que debe existir para el orden entre los atributos de los lotes de fruta que se almacenan en la planta.

Por un lado, el principal atributo que tiene preponderancia sobre los demás es la cantidad de días que posee en existencia, puesto que como se mencionó en capítulos anteriores, la fruta no puede estar más de dos días en cámaras de frío debido a la pérdida de calidad de ésta. Al estar más de dos días en existencia, la fruta aumenta su tasa de respiración, lo que la hace madurar y bajar su calidad y condición, lo que provocaría tener que bajarla de categoría a una menor, y, en consecuencia, tener que exportarla a un costo menor del que se tenía presupuestado, aumentando los costos de producción de ese pedido en específico. Por

ende, dicho criterio debe ser ponderado como el más importante dentro de los demás. Asimismo, si el lote alcanza a procesarse durante el día, puede vaciarse un lote con dos días dentro del turno de noche al que corresponde su segundo día en existencia.

Luego, se tiene como segundo criterio de importancia a la variedad del lote, ya que ésta es única en cada uno de ellos, no como en los atributos que se mencionarán a continuación. Los cambios de variedad afectan en tener que detener las líneas debido a que se deben reajustar los parámetros del selector, ya que las distintas variedades poseen características distintas entre ellas, las cuales el selector debe conocer (a través de los parámetros mencionados) para poder evaluar a qué salida destinar cada cereza.

Como tercer criterio, se tiene la segregación del lote, el cual corresponde al resultado del análisis de la madurez, condición y defectos de la cereza, dando un tipo de segregación que permitirá identificarla como una fruta de mejor calidad sobre otras. Cabe mencionar que los embalajes de la cereza generalmente van asociados a la segregación que ésta posea, por lo que un constante cambio de segregación generaría varios cambios de embalaje, lo que podría a la larga causar una detención de línea por falta de embalaje.

Como cuarto criterio se tiene a la certificación, la cual permite indicar los posibles mercados a los que la fruta del lote puede ser enviado. Cada país o continente acepta una certificación específica, la cual está determinada por los pesticidas, químicos, entre otros, usados por el productor en su huerto.

Después, como quinto criterio se tienen a los productores, los cuales se tratan de juntar (lotes del mismo productor y criterios antes mencionados) para evitar cambios debido a que como la fruta no es de la empresa, la cantidad de fruta que entra con la que se embala debe estar cuadrada de forma perfecta. Juntar los lotes con los mismos criterios antes mencionados y con el mismo productor genera una fluidez al tener la posibilidad de juntar la fruta.

Por último, como sexto criterio se tiene el porcentaje de color, el cual (*Light, Dark y Dark Dark*), los cuales deben tratar de ser ordenados de forma descendente para evitar el constante cambio de salidas de la línea por parte del operador de la línea, lo que conlleva a

un reordenamiento de la gente que puede causar problemas durante la producción. En la Tabla 5 se aprecia un resumen de los criterios antes mencionados.

**Tabla 5: Resumen orden importancia de criterios del lote**

Prioridad	Criterio
Primera	Días en existencia.
Segunda	Variedad del lote.
Tercera	Segregación del lote.
Cuarta	Certificación del lote.
Quinta	Productor del lote.
Sexta	Curva de calibre del lote.

*Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.*

Para que el módulo presente permita obtener una secuenciación cercana al óptimo, se debe hacer ingreso de datos e información por parte del usuario, específicas a la unidad funcional que se desea evaluar. En este caso, se necesitará de *inputs* que permitan al programa funcionar y obtener *outputs* que serán de ayuda para la toma de decisiones de producción en la empresa. Los elementos requeridos por el programa son los siguientes:

- **Inputs:** la información que requiere el módulo se basa en los pedidos semanales que tiene la empresa, en conjunto con las diferentes características de éstos, con el fin de poder organizar y detectar los lotes que puedan servir para abastecer cada uno de ellos.

Por otro lado, el módulo necesita los lotes presentes en existencia. Esta lista es obtenida del ERP empresarial como se mencionó anteriormente, donde se descarga una planilla *Excel* que trae toda la información de cada uno de los lotes que la planta almacena en sus cámaras de frío.

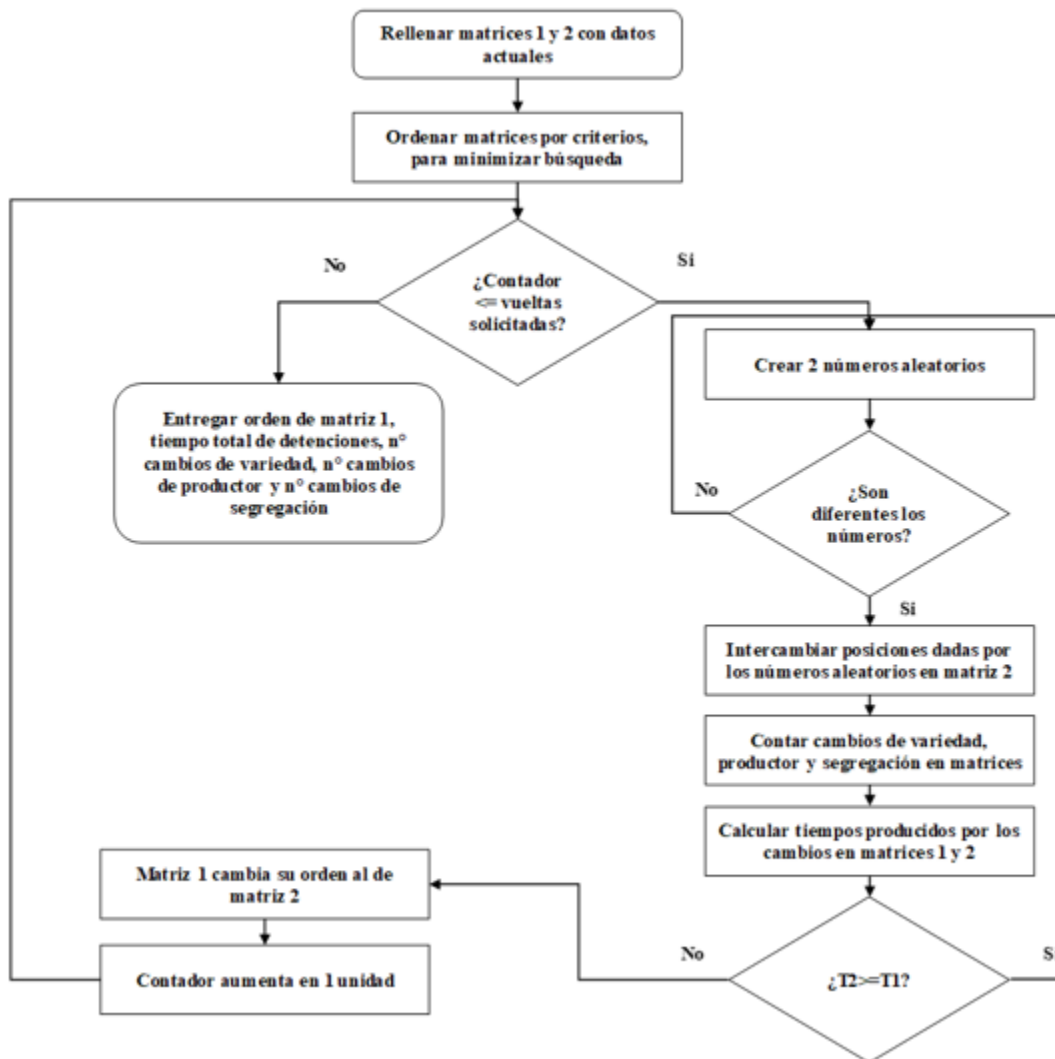
- **Funcionamiento:** una vez los *inputs* han sido ingresados en el módulo, se utiliza la heurística creada. El programa crea dos valores aleatorios que van desde 1 hasta el largo de la tabla de existencia, los cuales son validados para que no se evalúe el intercambio de un lote en él mismo. Además, se crean dos matrices con las mismas dimensiones que la matriz de existencia; una matriz inicial que almacenará el orden actual que poseen los lotes en existencia y otra matriz que irá obteniendo nuevas

permutaciones de orden. Para detectar qué orden es mejor que el otro, se utiliza un contador para cada uno de los criterios que quieren minimizarse. En este caso, se creó un contador para los cambios de variedad de cereza, para los cambios de productor de lotes y para los cambios de segregación, dejando fuera los cambios de embalaje que son analizados en el orden de los pedidos, no en el de la fruta almacenada. Estos contadores obtendrán el número de detenciones que se originarían si es que se establece dicho orden, para posteriormente multiplicar cada uno de los contadores con el tiempo asociado a cada detención, obteniendo el tiempo total de detención que el orden nuevo implicaría en la producción. Si el orden nuevo genera un tiempo mayor que el orden antiguo, la matriz vuelve a tener el orden de la matriz original y se intercambian otras posiciones de la matriz (se intercambian lotes de posición) hasta que el tiempo generado sea menor al tiempo generado por el orden de la matriz antigua. Si el tiempo obtenido por el orden de la matriz nueva es igual o menor al tiempo del orden de la matriz anterior, la matriz anterior pasa a tener el orden de la matriz nueva para ir guardando dicho orden. Así sucesivamente se van calculando nuevas órdenes de los lotes hasta que se cumplen el número de veces que el usuario quiere que se repita la búsqueda de un orden de secuenciación.

Cabe destacar que el número de permutaciones posibles en temporada alta de cereza equivale a  $9,33 \times 10^{157}$ , debido a que en temporada el *peak* de lotes equivale a 100 lotes en existencia, por lo que la utilización de la heurística si bien no revisará todas las permutaciones posibles, revisará y ordenará las más importantes, donde el tiempo estimado por la heurística vs el tiempo real óptimo no será tan considerable como el ahorro de tiempo que se estará obteniendo por utilizar el programa.

- **Outputs:** las salidas que tendrá el módulo corresponden al orden óptimo encontrado por la heurística, además de señalar el tiempo estimado (debido a que se usan los promedios de los tiempos de detención de cada criterio) que generará el orden entregado, y de la cantidad de cambios de variedad, de productor y de segregación que existirá en el orden establecido por la heurística. En la Ilustración 18 se aprecia el diagrama de flujo de la heurística programada, que representa el cómo funciona ésta.

Ilustración 18: Diagrama de flujo heurística programada



Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.

# **CAPÍTULO 5: DESARROLLO DEL SISTEMA INFORMÁTICO**

*En el presente capítulo se plantearán los supuestos para la estimación de la efectividad del programa, además del experimento realizado y del cómo interactuará con el usuario cuando deseen ejecutarse diferentes acciones.*

## 5.1 Supuestos de la realización del programa

En esta parte del proyecto se hace tangible la posible solución para la empresa, estableciendo el programa que se usará. Por ende, esta parte corresponde al prototipar dentro de la metodología establecida en un principio.

Para la evaluación del funcionamiento del programa, se utilizó la existencia de fruta correspondiente al día 2 de diciembre del año 2021, donde según los pedidos que se debían realizar en el día, fue el orden que arrojó el programa. Además, para todos los módulos del programa (existencia de fruta, pedidos y orden) se utilizó la misma fecha, con el fin de que la evaluación sea coherente entre todos los módulos presentados. Cabe mencionar que, para el caso del orden de fruta, la cual está destinada a procesar en dos líneas idénticas (mismo modelo, marca, capacidades, entre otras), se considerará una dotación de colaboradores completa para cada una de ellas (175 por línea), con el fin de dividir la fruta para cada una de las líneas, y no tener que realizar el orden para una sola debido a la falta de personal. Además, se tendrá que la velocidad utilizada en cada línea será de 8.400kg/hora, lo cual arrojará la capacidad de cada línea por turno de 9 horas efectivas.

## 5.2 Módulo de actualización de lotes en existencia

Como se mencionó anteriormente, la existencia de fruta en cámaras de frío es registrada en el sistema ERP de la empresa, donde se lleva el control de los diferentes lotes que almacena la compañía. Estos datos son descargados a través de una planilla *Excel* para su posterior utilización, donde la información se presenta de forma engorrosa (sin que sea esa la intención) para la persona que desea utilizarlos. Por este motivo, es importante crear una interfaz que permita seleccionar los datos netamente importantes para poder realizar la secuenciación de los lotes de producción.

### 5.2.1 Requerimientos funcionales para el módulo de existencia de fruta

Los requerimientos funcionales son declaraciones de los servicios que proveerá el sistema, de la manera en que éste reaccionará a entradas particulares. En algunos casos, los requerimientos funcionales de los sistemas también declaran explícitamente lo que el sistema



no debe hacer (Metodología Gestión de requerimientos, s.f.). Para este caso, los requerimientos funcionales corresponden a:

- **Ingreso de datos:** el programa debe ser capaz de extraer los datos almacenados en la base de datos ubicada en la hoja “Existencia fruta”, los cuales son ingresados por el usuario en una ubicación específica, extrayendo sólo la información necesaria para el área de operaciones.
- **Existencia de fruta:** el *software* debe extraer la información desde la planilla *Excel* y visualizarla en formato de tabla normalizada (Microsoft, 2021), con el fin de mostrar solamente las características propias de cada lote, que luego permitirá ayudar de una manera más clara a la toma de decisiones en la producción.

### 5.2.2 Requerimientos no funcionales para el módulo de existencia de fruta

Los requerimientos no funcionales corresponden a los que no dan funcionalidad al sistema, sino que definen sus características adicionales, como por ejemplo diseño y seguridad (PMO Informática, 2015). Para el módulo de existencia del programa, los requerimientos no funcionales del sistema son:

- **Interfaz:** el diseño del sistema debe ser agradable con el usuario, con símbolos que identifiquen a la empresa.
- **Accesibilidad:** para permitir que el aprendizaje de uso sea lo más rápido posible, la interacción entre usuario y sistema debe ser lo más sencilla posible.

### 5.2.3 Actividades internas realizadas por el módulo de existencia de fruta

Para poder utilizar la heurística de orden de secuenciación de lotes, el jefe de operaciones debe descargar los datos del ERP de la empresa, para posteriormente pegar esa información en una hoja llamada “Existencia fruta” de *Excel* destinada como base de datos. Para la extracción de los datos necesarios, se presenta un programa elaborado en *Visual Basic*, el cual extrae la información de los lotes que se encuentran disponibles para ser procesados, ya que no toda la fruta puede ocuparse debido a la necesidad de retener lotes aleatorios para el muestreo del virus *Prunus Necrotic* (SINAVIMO, 2018) que amenaza las exportaciones a China. Por ende, deben escogerse los lotes a los que no se le hayan realizado muestreos o

cuando se encuentren en un estado de “liberado” con el fin de no enviar fruta contaminada a China que pueda traer problemas para la empresa. En la Ilustración 19 se aprecia un extracto de la forma de presentación de la información descargada del sistema ERP de Copefrut.

En base a esta información descargada, el programa encargado de extraer los datos necesarios para la secuenciación pega la información en otra hoja llamada “Programa vaciado”, el cual permitirá visualizar de una forma más clara al jefe de operaciones y al jefe de producción el estado de los lotes disponibles para ser utilizados. El módulo realizado presenta la información realmente necesaria para el área de operaciones, a la vez que se presenta en planilla la misma información, quedando a disposición del jefe de operaciones el cómo visualizarla. En la columna “Días en existencia” presente en la planilla *Excel*, se exhibe un formato condicional que muestra al lector en color amarillo los lotes que presentan dos días en existencia, de forma de alertar a primera vista los lotes que están en su último día de poder ser utilizado sin problemas. Por otro lado, en color rojo se destacan los lotes que llevan 3 días o más. En la Ilustración 20 se presenta un extracto de la forma de visualización de los lotes dentro del programa, con el fin de facilitar la revisión al lector.

**Ilustración 19: Tabla de información de existencia Copefrut**

lote_pltcod	lote_espcod	espe_nombre	lote_codigo	grva_codigo	grva_nombre	vari_codigo	vari_nombre	prod_codigo	prod_progru	prod_nombre	fgcc fecrec
539	11	Cerezas	21	2	Bing	1113	Brooks	1326		1326 MORENO AGUIRRE CARLOS JOSE MIGUEL	22-11-2021
539	11	Cerezas	22	2	Bing	1148	Royal Dawn	1326		1326 MORENO AGUIRRE CARLOS JOSE MIGUEL	22-11-2021
539	11	Cerezas	19	2	Bing	1148	Royal Dawn	1460		1460 SOC.AGRIC.DELIFRUT LTDA.	22-11-2021
539	11	Cerezas	17	2	Bing	1148	Royal Dawn	1808		1808 AGRIC.SAN FRANCISCO DE HUELQUEN LTDA.	22-11-2021
539	11	Cerezas	23	2	Bing	1148	Royal Dawn	1808		1808 AGRIC.SAN FRANCISCO DE HUELQUEN LTDA.	22-11-2021
539	11	Cerezas	24	2	Bing	1107	Santina	2051		1326 COMERCIAL AGRÍCOLA RAIMUNDO LTDA.	22-11-2021
539	11	Cerezas	16	2	Bing	1148	Royal Dawn	2293		2293 AVICOLA HUELQUEN SPA	22-11-2021
539	11	Cerezas	18	2	Bing	1148	Royal Dawn	2293		2293 AVICOLA HUELQUEN SPA	22-11-2021
539	11	Cerezas	20	2	Bing	1148	Royal Dawn	2293		2293 AVICOLA HUELQUEN SPA	22-11-2021
2	11	Cerezas	107	2	Bing	1107	Santina	1816		1816 AGRIC. DOÑA MONONA LTDA.	22-11-2021
2	11	Cerezas	112	2	Bing	1107	Santina	1816		1816 AGRIC. DOÑA MONONA LTDA.	22-11-2021
2	11	Cerezas	113	2	Bing	1107	Santina	1816		1816 AGRIC. DOÑA MONONA LTDA.	22-11-2021
2	11	Cerezas	117	2	Bing	1148	Royal Dawn	1820		1820 AGRIC.DON ANDRES LTDA.	22-11-2021
2	11	Cerezas	116	2	Bing	1148	Royal Dawn	1957		1957 AGRIC. SOLER MOULIAT LTDA	22-11-2021
2	11	Cerezas	103	2	Bing	1107	Santina	2288		2288 AGRIC. LAS 6 HERMANAS LTDA	22-11-2021
2	11	Cerezas	118	2	Bing	1107	Santina	2288		2288 AGRIC. LAS 6 HERMANAS LTDA	22-11-2021
2	11	Cerezas	111	2	Bing	1107	Santina	2330		2330 FRUT. JOSE SOLER S.A.	22-11-2021
2	11	Cerezas	108	2	Bing	1107	Santina	2330		2330 FRUT. JOSE SOLER S.A.	22-11-2021
2	11	Cerezas	114	2	Bing	1107	Santina	2330		2330 FRUT. JOSE SOLER S.A.	22-11-2021
2	11	Cerezas	115	2	Bing	1107	Santina	2330		2330 FRUT. JOSE SOLER S.A.	22-11-2021

Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.

**Ilustración 20: Presentación de información de lotes en existencia**

Existencia de fruta ×

## Existencia de fruta a la fecha

Lote	Variedad	Productor	Fecha ingreso	Segregación	Certificación	Kg	Días en existencia	%SG
335	Santina	FRIAS OLEA ANDF	29-11-2021	Premium Selected	BPA2	7,858,08	3	5,80
341	Santina	AGRICOLA SOLAG	29-11-2021	Special	BPA2	427,73	3	0,70
363	Santina	CORREA EDWARI	29-11-2021	Premium Selected	BPA2	838,46	3	0,00
384	Santina	CORNEJO ACUÑA	30-11-2021	Special	BPA1	1.347,98	2	2,80
398	Santina	AGRIC. LAS 6 HEF	30-11-2021	Premium Selected	BPA1	769,63	2	1,00
399	Stella	FRUT. JOSE SOLE	30-11-2021	Premium	BPA1	4.750,70	2	1,30
405	Santina	CORNEJO ACUÑA	30-11-2021	Premium	BPA1	921,98	2	7,10
406	Lapins	AGRICOLA SAN FI	30-11-2021	Premium Selected	BPA2	2.014,42	2	5,90
407	Santina	FRUT. JOSE SOLE	30-11-2021	Premium	BPA1	2.005,99	2	1,50
408	Santina	AGRIC. SOLER MC	30-11-2021	Premium Selected	BPA1	2.818,30	2	5,60
411	Lapins	MARQUEZ FUENZ	30-11-2021	Premium Selected	BPA1	3.388,03	2	7,50
428	Lapins	AGRIC. CONVENT	30-11-2021	Premium Selected	BPA1	5.280,19	2	12,30
414	Santina	CORNEJO ACUÑA	30-11-2021	Premium	BPA1	1.000,02	2	3,00
415	Lapins	AGRICOLA SAN FI	30-11-2021	Premium Selected	BPA2	4.651,02	2	3,00
424	Lapins	MARQUEZ FUENZ	30-11-2021	Special	BPA1	912,00	2	12,80
427	Santina	SOC. DE INVERSI	30-11-2021	Premium Selected	BPA3	3.025,08	2	9,90
430	Santina	AGRIC. LAS 6 HEF	30-11-2021	Premium Selected	BPA1	13.920,19	2	35,10
434	Stella	AGRIC. LAS 6 HEF	30-11-2021	Premium	BPA1	856,22	2	17,20
437	Stella	FRUT. JOSE SOLE	30-11-2021	Premium	BPA1	9.057,72	2	21,60
56	Santina	CORNEJO MUÑOZ	30-11-2021	Premium	BPA2	361,92	2	1,00
59	Lapins	CORNEJO MUÑOZ	30-11-2021	Premium Selected	BPA2	185,21	2	6,60
60	Santina	FRUTICOLA EL AL	30-11-2021	Premium Selected	BPA2	4.726,72	2	10,00
61	Santina	COMERCIAL AGRÍ	30-11-2021	Premium Selected	BPA2	6.281,93	2	7,70
62	Lapins	COMERCIAL AGRÍ	30-11-2021	Premium Selected	BPA2	619,48	2	0,70

Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.

Por otro lado, en la Ilustración 21 se aprecia la misma información, pero en la planilla de trabajo, dejando a disposición del usuario la mejor forma de visualizar los lotes presentes en existencia. Además, se presentan los botones que permitirán mostrar tanto el programa de secuenciación de lotes, como también el botón para actualizar la existencia que será pegada en la planilla por parte del jefe de operaciones.

**Ilustración 21: Resumen de visualización existencia fruta en planilla**

Existencia de fruta Actualizar existencia

Lote	Variedad	Productor	Fecha ingreso	Segregación	Certificación	Kg	Días en existencia
21	Brooks	MORENO AGUIRRE CARLOS JOSE MIGUEL	22-11-2021	Special	BPA2	1632,057	7
22	Royal Dawn	MORENO AGUIRRE CARLOS JOSE MIGUEL	22-11-2021	Premium	BPA2	4651,146	7
19	Royal Dawn	SOC.AGRIC.DELIFRUT LTDA.	22-11-2021	Special	BPA2	783,648	7
17	Royal Dawn	AGRIC.SAN FRANCISCO DE HUELQUEN LTDA.	22-11-2021	Special	BPA1	1006,8	7
23	Royal Dawn	AGRIC.SAN FRANCISCO DE HUELQUEN LTDA.	22-11-2021	Special	BPA1	1209,984	7
24	Santina	COMERCIAL AGRÍCOLA RAIMUNDO LTDA.	22-11-2021	Premium Selected	BPA2	420,282	7
16	Royal Dawn	AVICOLA HUELQUEN SPA	22-11-2021	Premium	BPA2	940,608	7
18	Royal Dawn	AVICOLA HUELQUEN SPA	22-11-2021	Premium	BPA2	940,608	7
20	Royal Dawn	AVICOLA HUELQUEN SPA	22-11-2021	Special	BPA2	150	7
107	Santina	AGRIC. DOÑA MONONA LTDA.	22-11-2021	Premium Selected	BPA1	13620,816	7
112	Santina	AGRIC. DOÑA MONONA LTDA.	22-11-2021	Premium Selected	BPA1	5823,552	7
113	Santina	AGRIC. DOÑA MONONA LTDA.	22-11-2021	Premium Selected	BPA1	6863,472	7
117	Royal Dawn	AGRIC.DON ANDRES LTDA.	22-11-2021	Premium	BPA1	312,13	7
116	Royal Dawn	AGRIC. SOLER MOULIAT LTDA	22-11-2021	Premium	BPA1	105,564	7
103	Santina	AGRIC. LAS 6 HERMANAS LTDA	22-11-2021	Premium Selected	BPA1	10997,856	7

Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.

## 5.3 Módulo de presentación de pedidos

El registro de pedidos es necesario para el funcionamiento del orden de secuenciación, puesto que determinará el orden de variedad y segregación que la heurística deberá seguir, además de la línea en la que se aplicará el orden de ejecución de lotes. Por ende, llevar un registro dentro del programa permitirá a la heurística entender la lógica de producción en un momento determinado en la empresa, además de llevar un registro que permita hacer memoria al jefe de operaciones durante la producción.

### 5.3.1 Requerimientos funcionales del módulo presentación de pedidos

Como se mencionó anteriormente en el apartado 5.2.1, los requerimientos funcionales corresponden a los servicios que proveerá el sistema (programa). En este caso, los requerimientos funcionales son los siguientes:

- **Ingreso de datos:** el programa debe recibir información por parte del usuario de forma directa, ingresando éste los datos solicitados para el registro de cada uno de los pedidos. En este caso, el usuario debe ingresar la variedad de la cereza (*Royal Dawn*, *Vin*, *Santina*, *Lapins*, entre otras) que se solicita en el pedido; la segregación que el cliente solicita (*Special*, *Premium* o *Premium Selected*); la certificación de acuerdo al lugar de origen del pedido (BPA1, BPA2 o BPA3), puesto que cada país acepta diferentes tipos de pesticidas o fungicidas; el número de pallets que requiere el pedido; el número de cajas que requiere el pedido, puesto que de acuerdo al formato pueden cargarse los pallets con una cantidad distinta de cajas, además de depender si el pallet será transportado por vía marítima o aérea; la línea en que el pedido será realizado; y el orden en que se ejecutará el pedido de acuerdo a la cantidad de lotes con más de dos días en existencia. Cabe destacar que esto se dejó como una variable que el usuario (jefe de producción o el jefe de operaciones) debe hacer, ya que con las restricciones impuestas por China de no introducir fruta que presente *Prunus Necrotic*, los lotes son muestreados al azar, lo que afectaría al rendimiento del programa el tener que eliminar un lote que estaba considerado para la programación de vaciado.

- **Editar registro de pedido:** el programa será capaz de permitir la modificación de algún pedido, de tal forma que, si el área comercial rechaza o reorganiza un pedido planificado, el jefe de operaciones o el jefe de producción puedan editarlo o simplemente eliminarlo de la lista de pedidos.
- **Presentación de pedidos:** el *software* registra los pedidos en la hoja “Programa vaciado”, donde posteriormente los presenta al usuario dentro del programa. Además, como se mencionó anteriormente, se registran y/o editan los pedidos que el usuario estime conveniente, trabajando de esta forma como sistema para ingresar y/o editar, y como medio de visualización de los pedidos, todo esto a través de formularios.

### 5.3.2 Requerimientos no funcionales del módulo presentación de pedidos

Los requerimientos no funcionales corresponden a los que no dan funcionalidad al sistema, sino que definen sus características adicionales, como por ejemplo diseño y seguridad (PMO Informática, 2015). Para el módulo de presentación de pedidos del programa, los requerimientos no funcionales del sistema son:

- **Información de errores:** el sistema notifica al usuario cuando éste ingrese valores que no corresponden a lo que está requiriendo el programa, o si alguna casilla se encuentra vacía y debe ser rellenada.
- **Usabilidad:** El sistema debe ser sencillo e intuitivo para los usuarios, para que el uso no implique gastos en capacitaciones para poder usarlo.
- **Campos sin completar:** el programa mostrará una ventana que avise en caso de que falten campos con información que completar.
- **Interfaz:** el diseño del *software* debe ser agradable visualmente para el usuario.

### 5.3.3 Actividades internas realizadas por el módulo de presentación de pedidos

Como módulo de apertura, se presenta un formulario que actúe de intermediario entre las funciones que posee este módulo. Éste da la elección al usuario de escoger la opción de ingresar los pedidos a la planilla o de visualizar los pedidos existentes en la planta. En la Ilustración 22 se aprecia este formulario de presentación.

Por una parte, se tiene la función de ingreso de pedidos, donde el programa calcula el largo de la tabla “Pedidos” para determinar donde se encuentra el último ingreso de ésta, con el fin de agregar los pedidos al final de la tabla y de esta forma evitar tener datos sobre escritos. En base a esto, el programa solicita los datos necesarios para llevar registros de los pedidos que se deben ejecutar durante el turno, y en qué orden y en qué línea se realizarán cada uno de ellos. Además, se tiene la opción de editar algún pedido mal.

**Ilustración 22: Módulo de menú de pedidos**



*Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.*

Por otro lado, se puede escoger la funcionalidad de mostrar los productos por realizar, donde el programa selecciona el rango de los pedidos, para posteriormente mostrarlos en pantalla.

**Ilustración 23: Módulo de presentación de pedidos registrados**

Visualización de pedidos ×

## Pedidos registrados

Variedad	Segregación	Certificación	Embalaje	Kg por caja	Nº Pallet	Nº Cajas por palle	% embalable	SG	G
Royal Dawn	Premium	BPA1, BPA2	Granel	5	20	192	0,91	1	1
Brooks	Special	BPA2	Clamshell	2,2	20	192	0,89	0	1
Bing	Premium	BPA1, BPA2, BPA:	Granel	5	20	10	0,93	1	1
Santina	Premium	BPA1, BPA2, BPA:	Clamshell	5	10	192	0,9	0	0
Royal Dawn	Premium	BPA1	Granel	2,5	10	150	0,91	1	1

Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.

**Ilustración 24: Módulo de ingreso y/o edición de pedidos**

Ingresar pedidos ×

**Variedad**

**Segregación**

**Certificación**

**Número de pallets**

**Cajas por pallets**

**Línea**

**Orden en línea**

Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.

En la

Ilustración 23 e Ilustración 24, se presentan los módulos de presentación de pedidos y de ingreso y/o edición de pedidos respectivamente.

## 5.4 Módulo de orden de secuenciación de lotes

La secuenciación de lotes es el principal objetivo del proyecto, donde se busca encontrar el mejor orden de secuenciación según la cantidad de permutaciones que el usuario desee ejecutar, y de varios criterios que determinarán la presencia previa de un lote sobre otro. Para eso, es importante el correcto funcionamiento de los módulos antes mencionados, con el fin de extraer la información que aporta cada uno de esos formularios al plan detallado de secuenciación.

### 5.4.1 Requerimientos funcionales del módulo de secuenciación de lotes

Como requerimientos funcionales para este módulo, se tiene principalmente la secuenciación de los lotes, lo que permitirá entregar a la empresa un resultado adecuado según la secuenciación de los pedidos que posea la planta en un momento determinado. Los requerimientos funcionales que debe tener el programa son:

- **Ingreso de datos:** el programa debe ser capaz de extraer la información arrojada por el módulo de actualización de lotes en existencia, con el fin de llevar a cabo la secuenciación de manera correcta, utilizando los lotes disponibles en el día en que se ejecutará el programa.
- **Secuenciación de lotes:** el programa con los datos ya recolectados ordena según varios criterios de prioridad el orden óptimo dado una cierta cantidad de repeticiones de permutaciones, mostrando tanto en pantalla como en planilla *Excel* el resultado.

### 5.4.2 Requerimientos no funcionales del módulo de secuenciación de lotes

Los requerimientos no funcionales corresponden a los que no dan funcionalidad al sistema, sino que definen sus características adicionales, como por ejemplo diseño y seguridad (PMO Informática, 2015). Para el módulo de secuenciación de lotes del programa, los requerimientos no funcionales del sistema corresponden a:



- **Información de errores:** el sistema notifica al usuario cuando éste ingrese valores que no corresponden a lo que está requiriendo el programa, con el fin de evitar problemas para ejecutar el *software*.

### 5.4.3 Actividades internas realizadas por el módulo de secuenciación de lotes

Como se mencionó anteriormente, la secuenciación de lotes está programada en base a una heurística que, a través de dos números aleatorios, va cambiando la posición de los lotes según el número que arroja estos valores aleatorios. En base a eso, el programa verifica que la nueva secuenciación genere un tiempo de detención menor al presente, dejando el nuevo orden si es que se cumple esa condición, o permaneciendo el orden inicial si es que el cambio de posiciones de lotes generó un aumento de detenciones en la línea.

Teniendo en consideración lo anterior, se tienen variables que permiten mejorar el resultado de la secuenciación de los lotes, debido principalmente a la cantidad de permutaciones posibles que existen cuando la cantidad de lotes en existencia es grande (sobre 30 lotes de fruta, aproximadamente 180 toneladas de cereza). Por este motivo, la heurística asigna a los lotes que no coinciden con las características de los pedidos la palabra “Sin Asignar”, de tal forma de discriminar a los lotes que no sirvan para atender algún pedido, con lo que disminuye la cantidad de permutaciones que el programa debe ejecutar para encontrar un óptimo de secuenciación.

Por otro lado, la heurística está programada con el fin de categorizar los criterios que debe seguir la lógica real de secuenciación, para evitar cambios de variedad, productor, segregación, etc. Con esto, se preestablece un orden por el cual el programa se debe regir, teniendo en consideración varios de estos criterios a la hora de intercambiar posición entre lotes.

Por último, el programa está configurado para evitar permutaciones entre lotes de distintos pedidos, por lo que solamente realiza cambios entre lotes que correspondan a una misma orden de proceso, evitando de esta forma otro número de permutaciones innecesarias para la programación de dicha heurística. De este modo, se disminuye el número de permutaciones que pueden existir. Cabe destacar que, para 10 lotes hábiles para secuenciar,

existen 3.628.800 permutaciones, lo que corresponde a 3 veces el número de permutaciones máximas esperadas que ingrese el usuario (1.000.000).

En la Ilustración 25 se aprecia el formulario de secuenciación de pedidos, donde se pide al usuario ingresar el número de permutaciones que desea realizar. Finalmente, el programa arrojará el tiempo de detenciones esperado para cada una de las líneas de la planta.

**Ilustración 25: Módulo de secuenciación de lotes**



*Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.*

Dado el número de permutaciones ingresado por el usuario, se ejecutará el programa, el cual tendrá una mayor exactitud de acuerdo con el aumento del número de permutaciones, pues permitirá cubrir un mayor porcentaje de intentos posibles sobre el número de intentos real.

## 5.5 Ejecución del programa en base a los supuestos

Esta etapa corresponde a la última dentro de la metodología escogida (*Design Thinking*), la cual se refiere a la de validar, donde se valida el funcionamiento del *software* para poder realizar *feedback* que permitan sacar conclusiones de la heurística.

En este caso, se trabajará con distintos números de permutaciones, con el fin de graficar el cambio en la exactitud del programa respecto al aumento en el número de permutaciones de éste, el cual reflejará un mayor tiempo de ejecución. Para este experimento, se medirá el orden de secuenciación con 100, 500, 1.000, 5.000, 10.000, 50.000, 100.000 y 1.000.000 de permutaciones, contrarrestando el tiempo de detención estimado para cada una

de las líneas y el tiempo de ejecución del programa para cada una de las permutaciones analizadas. Cabe mencionar que este experimento se realizó con un computador con microprocesador *Intel Core i3*, por lo que la presencia de un mejor microprocesador podría hacer disminuir el tiempo de ejecución del programa.

**Ilustración 26: Orden programa secuenciación**

Lote	Variedad	Productor	Fecha ingreso	Segregación	Certificación	Kg	Días en existencia	%SG	%G	%SJ	%I	%XL	%L	%Light	%Dark	%Dark Dark
516	Santina	AGRIC. TANNENBERG LTDA.	02-12-2021	Premium Selected	BPA1	4.210,1	1	1,2	13	25,2	32,6	22,5	4,8	11,4	73,9	14,7
492	Santina	AGRIC. MAYOL CALVO LTDA.	01-12-2021	Premium Selected	BPA2	6.998,4	1	1,8	14,7	24,8	20,7	22,1	11	1,2	75,9	22,9
470	Santina	AGRIC. LAS 6 HERMANAS LTDA	01-12-2021	Premium Selected	BPA1	8.879,5	1	0	7	25,9	34,1	22,3	9	0	16,6	71,2
495	Santina	AGRIC. LAS 6 HERMANAS LTDA	01-12-2021	Premium Selected	BPA1	12.005,3	1	0	7,8	28	35,3	19,1	8,1	0	16,3	69,7
505	Santina	AGRIC. LAS 6 HERMANAS LTDA	01-12-2021	Premium Selected	BPA1	9.299,1	1	0,5	9,1	25,7	36,8	20,5	6	0	12,9	71,6
478	Santina	AGRIC. LAS 6 HERMANAS LTDA	01-12-2021	Premium Selected	BPA1	4.059,8	1	1,1	14,8	25,5	29,8	19,4	7,2	0	12,1	60,5
496	Santina	AGRIC. LAS 6 HERMANAS LTDA	01-12-2021	Premium Selected	BPA1	1.000,4	1	0	8,7	23,2	34,4	24,9	5,2	0,4	9,5	65
502	Santina	ESPINOSA DE CASTRO SEBASTIAN	01-12-2021	Premium Selected	BPA3	4.511,8	1	0	2,5	26,2	46,1	20,5	3,9	3,5	67,5	28,8
515	Santina	AGRICOLA HUALO LTDA.	02-12-2021	Premium Selected	BPA2	2.479,4	1	0	19,2	37,6	26,3	12,1	2,9	0,7	64,7	33,6
514	Santina	AGRICOLA HUALO LTDA.	02-12-2021	Premium Selected	BPA2	4.958,8	1	7,6	38	28,4	16,2	6,5	2,4	1,3	33,6	63,6
486	Santina	MARIA INES VILLARINO HERRERA	01-12-2021	Premium Selected	BPA1	154,8	1	4,8	13,6	25	15,1	27,5	7,9	0	17,7	68,9
477	Santina	FRUT. JOSE SOLER S.A.	01-12-2021	Premium Selected	BPA1	5.000,0	1	1	12,1	34,8	41,6	9,1	1,2	0	14,5	51,8
509	Santina	FRUT. JOSE SOLER S.A.	01-12-2021	Premium Selected	BPA1	3.965,8	1	0,6	9	35	39,4	15,2	0,8	0	8,2	55,6
479	Santina	CORNEJO ACUÑA JULIAN CRISTIAN	01-12-2021	Premium Selected	BPA1	1.163,0	1	0	4,1	17,5	39,2	32,5	5,3	2,2	70,9	26,9
503	Santina	SOC. AGRICOLA SAN AGUSTIN LTDA.	01-12-2021	Premium Selected	BPA3	3.293,9	1	0	4,4	10	26,7	38,6	14	7,7	66,2	24,1
504	Santina	SOC. DE INVERSIONES DOÑA ISABEL SPA	01-12-2021	Premium Selected	BPA3	5.158,0	1	2,7	28,5	39	18,2	8,6	2,5	2	42,5	49,3
461	Lapins	SOC.AGRIC.LOS MAITENES LTDA.	01-12-2021	Premium Selected	BPA2	2.935,3	1	43	39	9,7	7,6	0,7	0	0	83,8	16,2

Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.

En la Ilustración 26 se presenta el orden arrojado por el programa durante ese día, donde se muestran varias de las características mencionadas a lo largo del proyecto, como la variedad de la cereza, el productor, la segregación y los porcentajes de los colores. De esta imagen se desprende que el programa ordena por todos los criterios antes mencionados, pero que, al momento de ordenar los porcentajes de colores, respeta el orden de productor, el cual genera un mayor tiempo de detención en comparación a tener desordenados los colores de la cereza. Por esto, se puede decir que el programa se ejecuta de forma correcta de acuerdo con los pedidos que son asignados durante el día.

**Tabla 6: Resultados cambio de permutaciones**

Permutaciones	Tiempo detención (minutos)	Tiempo de ejecución (segundos)
100	19,65	30,51
500	19,45	31,45
1.000	19,25	34,91
5.000	19,25	49,09
10.000	19,25	70
50.000	19,15	220,46
100.000	19,15	421,48

1.000.000	19,15	4.020,12
-----------	-------	----------

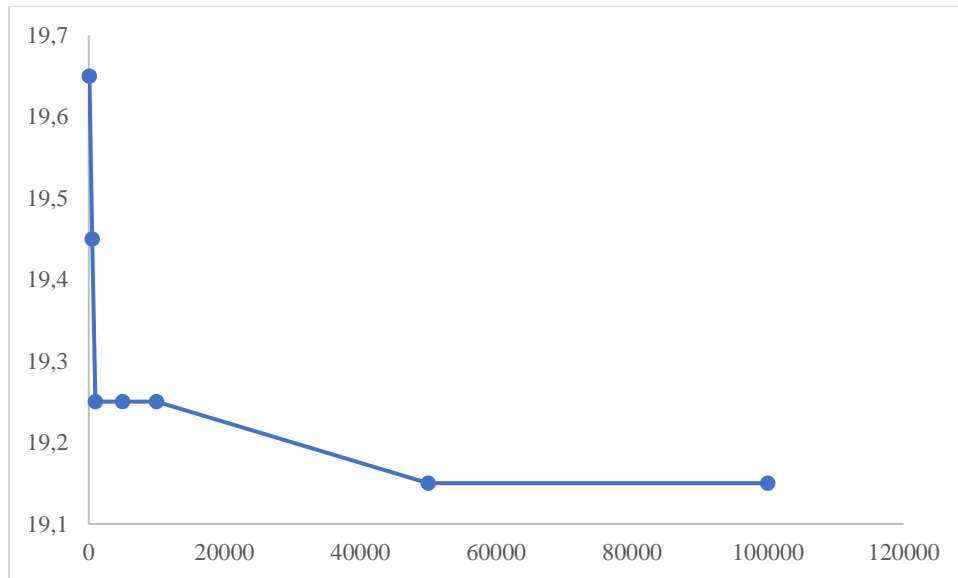
Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.

El tiempo óptimo en base a la existencia y pedidos que se utilizaron para este experimento es de 18,55 minutos de detención en la línea 1. Este número no es alcanzado por el programa debido al gran universo de permutaciones posibles que existen ( $15,5 \times 10^{23}$  opciones, con 25 lotes disponibles en ese día para los pedidos que debía realizar la línea 1), por lo que no siempre hará cambios en las posiciones que deben ser alternadas para obtener un valor óptimo de tiempo de detención.

Como se aprecia en la Tabla 6, al ir variando el número de permutaciones que se desean calcular, el número de detenciones que tendrá la línea por algún cambio de variedad, segregación, productor o cambio en el porcentaje no decreciente de los colores de fruta (*Light, Dark y Dark Dark*) irá disminuyendo, lo que por consiguiente dice que a un mayor número de permutaciones mejor será el resultado obtenido. Sin embargo, el tiempo que se requiere para ejecutar un número específico de permutaciones irá aumentando según aumenten las permutaciones, lo que significa que se deberá sacrificar tiempo para obtener un resultado mejor.

Como se puede observar en el Gráfico 4, el tiempo de detenciones disminuye respecto con el aumento del número de permutaciones que debe realizar el programa, aunque no se percibe una gran mejora respecto con el tiempo que debe ser empleado para obtener un resultado mejor. El experimento muestra que el cambio más importante en cuanto a tiempos de detención se presenta entre el intervalo 100 y 50.000 permutaciones, donde se aprecia que el tiempo de mejora del programa corresponde a 0,5 minutos, ósea 30 segundos ahorrados por turno. El aumento de tiempo que conlleva esta mejora corresponde a 190 segundos aproximadamente, por lo que en poco más de 3 minutos de ejecución del programa se espera obtener un resultado similar al que demoraría la ejecución del programa en 1 hora con 7 minutos. Cabe mencionar que el Gráfico 4 fue realizado hasta la permutación número 100.000, debido a que incluir el valor 1.000.000 desformaba el rango de visualización de las demás permutaciones analizadas

**Gráfico 4: Mejora de tiempo de detención vs aumento de permutaciones**



Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.

Por otro lado, se puede medir la eficiencia del programa respecto a los 18,55 minutos (óptimo calculado para ese día) de detenciones. En base a esto, la Ecuación 4 muestra la forma de calcular la eficiencia del programa respecto con el valor óptimo del orden de los lotes, cuyo cálculo fue obtenido en conversaciones con el jefe de operaciones de la empresa.

**Ecuación 4: Cálculo % eficiencia del programa vs tiempo óptimo**

$$\% \text{ Eficiencia} = \left( 1 - \frac{\text{Tiempo ejecución} - \text{Tiempo óptimo}}{\text{Tiempo óptimo}} \right) \times 100$$

Fuente: Elaboración propia en base a conversaciones con la empresa.

Como la relación de eficiencia entre tiempo de ejecución y tiempo óptimo es inversa (a mayor tiempo de ejecución menor eficiencia respecto con el tiempo óptimo), la forma de calcular este porcentaje no es la que comúnmente se ocupa (tiempo de ejecución / tiempo óptimo). Por este motivo, se debe encontrar la forma que permita obtener el porcentaje cuando el tiempo de ejecución se acerque al óptimo. Para eso, en la Ecuación 4 se calcula la diferencia entre el tiempo de ejecución y el tiempo óptimo, para después dividir esa resta entre el tiempo óptimo. Con esto, se obtiene el porcentaje al que corresponde la diferencia de tiempo respecto con el óptimo. Como el tiempo de ejecución está sobre el tiempo óptimo, la diferencia de porcentaje corresponderá al porcentaje de eficiencia del programa. Para ello, se resta 1 menos

el número arrojado anteriormente, y se multiplica por 100 para obtener el porcentaje de eficiencia del programa para cada una de las permutaciones analizadas.

Con lo anterior ya calculado para cada una de las permutaciones utilizadas, se presenta la Tabla 7, la cual refleja el porcentaje de eficiencia de cada una de las permutaciones antes mencionadas.

Por otro lado, el tiempo de detenciones entregado por el programa no será el único ahorro de tiempo que se presentará. La elaboración antigua de la secuenciación de lotes creada por el jefe de operaciones tenía un tiempo medio entre 15 y 20 minutos, lo que evidentemente era un consumo importante de tiempo que podría utilizar para resolver otras problemáticas presentes en la producción. Con el posible uso del sistema, se demoraría menos de 4 minutos, y en un posible reajuste de orden de lotes se podrían gastar 2 o 3 minutos más, dando un total de 7 minutos vs los 20 antes utilizados por turno, lo que, si se multiplica por los 2 turnos diarios y los 50 días que dura aproximadamente la temporada de cereza, da como resultado un total de 800 minutos que podría utilizar el jefe de operaciones en comparación a las temporadas anteriores.

Finalmente, se tiene que, como valor óptimo entre tiempo y eficiencia del programa, el número de permutaciones que se deben realizar corresponden a 50.000 (para esta simulación de aplicación del programa), que trae consigo un tiempo de 220,46 segundos (3 minutos con 40 segundos considerando un computador con procesador *Intel Core I3*) y una eficiencia del programa de 96,77%. Cabe mencionar que el número de permutaciones queda a disposición del usuario, dependiendo del tiempo disponible que tenga éste para ejecutar y crear el programa de vaciado en base a la secuenciación de lotes

**Tabla 7: Eficiencia del programa por cada número de permutaciones presentadas**

Permutaciones	Eficiencia (%)
100	94,07
500	94,15
1.000	96,23
5.000	96,23
10.000	96,23

50.000	96,77
100.000	96,77
1.000.000	96,77

Fuente: Elaboración propia en base a conversaciones con la empresa.

Asimismo, se calculó la eficiencia del programa para los días comprendidos entre el 6 y el 9 de diciembre del año 2021, con el fin de poder corroborar el comportamiento del programa en días donde existiese una mayor cantidad de lotes en las cámaras de frío. En este caso, se obtuvieron valores más bajos que los obtenidos el día 2 de diciembre del mismo año, debido a que el programa al tener que calcular una mayor cantidad de lotes (mayor a 60 lotes), no puede ordenarlos todos en 50.000 permutaciones (fueron las utilizadas en todos aquellos días). En la Tabla 8 se aprecian los resultados obtenidos, al igual que en el Gráfico 5 se muestra de forma visual el comportamiento del programa.

Como se puede apreciar en la tabla, a medida que la cantidad de lotes aumentaba en existencia, menor iba a ser la eficiencia entregada por el programa. Teniendo en consideración esto, se obtuvieron resultados mayores al 80% de eficiencia, arrojando un promedio de 86,81% de eficiencia para los días de gran cantidad de fruta que tenga que ser programada.

Finalmente, el gráfico mostrado permite visualizar de mejor manera el comportamiento que tuvo el programa para obtener rendimientos de secuenciación de lotes. Se representa de forma visual cómo cambia drásticamente la eficiencia de cuando existen poca fruta a cuando existe una gran cantidad de ellas almacenada.

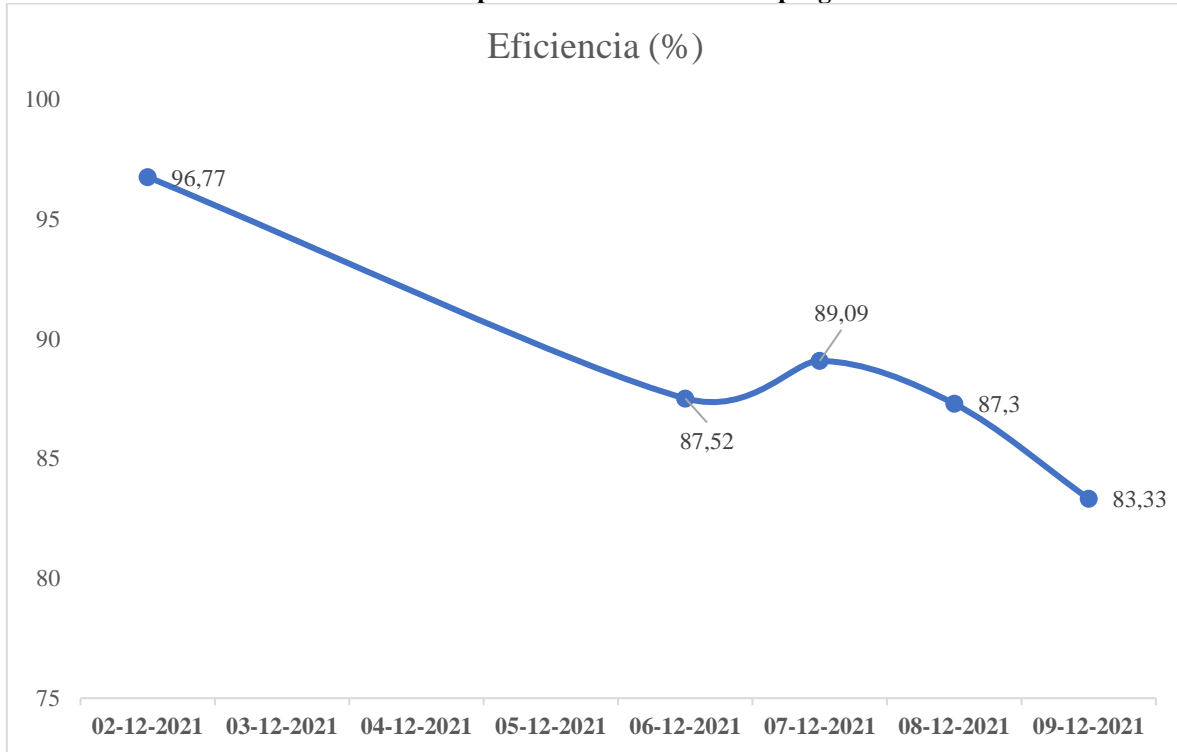
**Tabla 8: Eficiencia del programa durante diferentes días**

Fecha	Eficiencia (%)	Tiempo obtenido (minutos)	Tiempo óptimo (minutos)
02-12-2021	96,77	19,15	18,55
06-12-2021	87,52	32,90	29,25
07-12-2021	89,09	33,05	29,8
08-12-2021	87,30	32,85	29,15

09-12-2021	83,33	19,95	17,1
------------	-------	-------	------

Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.

Gráfico 5: Comportamiento eficiencia del programa



Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.



# **CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN DE IMPACTOS DEL PROYECTO**

*En este capítulo se abordarán los diferentes impactos que puede traer la implementación del proyecto dentro de la empresa, indicando en qué consiste cada uno de ellos y cómo puede afectar de manera directa o indirecta a la empresa.*

## 6.1 Impacto organizacional

Uno de los impactos que podría tener la implementación del programa dentro de la empresa es el impacto organizacional. Estos impactos pueden ser positivos o negativos, dependiendo del momento en que se aplique.

Como primer impacto organizacional, se tiene el reajuste de la ejecución del programa de vaciado del turno para cada línea. Esta tarea era realizada por el jefe de operaciones, quien con este programa puede delegar dicha función al jefe de producción. Con esto, el jefe de operaciones solamente debe revisar los resultados entregados por el programa y realizar algún reajuste en caso de existir algún problema.

Otro impacto organizacional que se presenta es el uso de la tecnología para la gestión de las operaciones. Hoy en día, la gestión de operaciones se realiza de forma semi automática, lo que conlleva a tomar el riesgo de tener errores en las decisiones tomadas. La tecnología se utiliza para compartir información o llevar un registro semi automático de los pedidos, lo que también deja una probabilidad de cometer errores que podrían tener un efecto negativo en algún ámbito de las operaciones, por lo que surge la necesidad de tener una mayor presencia de la tecnología. Esta presencia de tecnología hará que surjan mayores capacitaciones de cómo operar con la ayuda de ésta a través de *softwares* como *Excel*, *Power BI*, entre otros, haciendo que la gente cambie la forma normal que tenían de operar y, por ende, su cultura organizacional.

Por último, se tiene el reajuste del número de trabajadores destinados a la ineficiencia que generaba la selección manual (a través de planillas, pero sin algún algoritmo que ayudase en la toma de decisión) de lotes. En este caso, existía personal que debía estar ayudando en la línea en momentos en que los cambios de lote generaban cambios en el número de salidas, y que, por ende, debían realizar cambios de embalaje al tener que pasar de un color a otro. Esta persona realizaba la búsqueda de los embalajes necesarios para el nuevo color, mientras que con el uso del programa los cambios de colores serían de forma descendiente, por lo tanto, podrían ser planificados los cambios de embalaje. Con esto, esa persona que realizaba esa función podría ser reasignada a otra área de trabajo donde se necesite la presencia de una mayor cantidad de colaboradores.

## 6.2 Impacto en la producción

Como impactos que podría generar el uso del programa dentro de la empresa se tienen los que están relacionados directamente con la producción. Uno de ellos es la distribución en forma descendiente de la cantidad de salidas de la línea (20) para cada uno de los colores categorizados presentes en la cereza (*Light*, *Dark* y *Dark Dark*). Este orden conlleva a que el operador de cada línea no deba realizar reajustes constantemente al tener que asignar un número de salidas para cada color, puesto que si un lote presenta un 80% de cereza color *Light*, el siguiente lote presentase un 20% y el siguiente un 35% del mismo color, el operador de línea tendría que realizar constantemente cambios en el orden de las salidas y en la cantidad de ellas para poder distribuir la fruta y que ésta no cayese al suelo por desbordamiento de fruta en la cinta, lo que generaría un cambio de embalaje constante en las salidas que en un principio estaban destinadas para un color pero que con el cambio de lote deban buscar y cambiar de embalaje al de otro color.

Otro impacto que se produce dentro de la producción es el mejor conocimiento que se tiene en existencia en un día determinado. La planilla con la que se trabaja en la empresa es muy engorrosa, no existe forma de revisar o filtrar información que pueda ser importante para la toma de decisiones sobre qué lote debería escogerse para ser procesado. En este sentido, el saber la cantidad de kg disponibles que se posee para un cierto pedido o la cantidad de lotes que ya están por bajar su calidad (más de 2 días) es crucial para evitar problemas con los productores, lo que podría generar la pérdida de éstos para una temporada siguiente. Además, el mostrar la cantidad de días en existencia como número (ejemplo: 2 días) en vez de mostrar la fecha, ayuda de forma más rápida al usuario a interpretar cuántos días posee dicho lote en la empresa.

Por último, se tiene el impacto principal que provocaría la implementación del programa; disminución de tiempos de detención. En este sentido, elegir un orden apropiado de secuenciación de los lotes permite disminuir el número de detenciones que debe sufrir la línea al tener que cambiar los parámetros del selector cuando existe un cambio de variedad o los tiempos de espera cuando existe un cambio de segregación o de productor. Si bien el programa no encuentra el orden óptimo, si genera valores aceptables (entre 94% y 97% de

eficiencia) en comparación a secuenciaciones manuales anteriores donde se llegaba al 90%, pero que dejaba en peligro la calidad de lotes con 2 días o más, que aún no eran procesados.

### **6.3 Impacto ambiental**

Dentro de los posibles impactos ambientales, se tiene la eliminación de los lotes que presentan virus *Prunus* hacia el mercado chino. Según este país, este virus que ha existido siempre en la cereza y que no es dañino para el ser humano, causa problemas en la flora del gigante asiático, lo que generó una alerta para las exportaciones de cereza a nivel mundial. Por este motivo, los lotes que son muestreados y que den positivo no pueden ser exportados a China, teniendo que buscar un nuevo mercado donde ser reinsertado. En este sentido, el programa no considera los lotes muestreados ni positivos para ser secuenciados, dejando fuera de proceso estos lotes para que no exista error alguno en la inserción de éstos en la producción. Si bien este impacto no se genera en la zona de la planta productora, se genera en el medioambiente del cliente, que de alguna u otra forma corresponde a un impacto medioambiental.

### **6.4 Impacto político**

Como posible impacto político se tiene la de evitar la pérdida del distribuidor en China por culpa de fruta con presencia de *Prunus*. En este caso, se trata de un impacto político debido a que está directamente relacionado con las políticas de un país. Si la empresa envía fruta contaminada con el virus antes mencionado, el distribuidor en China deja una amonestación a la empresa y al huerto desde donde salió el lote contaminado. Cuando se encuentra un segundo lote contaminado de la misma empresa, ésta es eliminada por parte del distribuidor en China, mercado donde se obtiene las mayores utilidades para la cereza. Por este motivo, la presencia del programa generaría que no se contabilicen los lotes que están en proceso de muestreo o que estén contaminados, secuenciando solamente los lotes que estén liberados del análisis o los lotes que no hayan sido escogidos para ser muestreados. Por este motivo, no se estaría infringiendo las leyes establecidas por el país asiático, los cuales han realizado constantes visitas en diferentes plantas para verificar cómo se está manejando este tema.

## 6.5 Impacto económico

Corresponden a las consecuencias económicas que podría traer la aplicación del programa dentro de Copefrut. En este caso, los impactos económicos por analizar pueden ser divididos en dos aspectos; directo e indirecto. En el directo, se encontrarían los costos que el programa generaría dentro de la producción, mientras que en el indirecto se encontrarían los costos del desarrollo de este proyecto para la empresa.

### 6.5.1 Impacto económico directo

Como impacto económico directo se tienen los relacionados a la producción. En este sentido, el programa puede generar ahorros de tiempo, tanto de la elaboración del programa de vaciado (secuenciación de lotes) como de ahorros de tiempo de producción que generarían ahorros de dinero.

Por una parte, se tiene el ahorro de tiempo de elaboración del programa de vaciado, donde el jefe de operaciones o el jefe de producción elaboran la secuenciación de los lotes de acuerdo con la existencia del día. Dicha elaboración al hacerse de forma manual tomaba un tiempo de 15 a 20 minutos por turno, donde el programa produce un resultado con una eficiencia de alrededor del 96% en 3 minutos, dejando 4 minutos para una posible corrección. Por ende, se estarían ahorrando 8 minutos como mínimo por turno, los cuales si se llevan a una temporada de cereza (aproximadamente 50 días) equivaldrían a 800 minutos o 13,5 horas aprox. Esto corresponde a la jornada laboral de un día en temporada de cereza, ahorrando un aproximado de \$120.000 pesos por concepto de costo para la empresa. Lo que no se puede medir económicamente de este ahorro de tiempo es el aumento de productividad que puede existir al poder tener más tiempo disponible para la realización de tareas por parte del jefe de operaciones. Si llegase a existir un aumento de productividad, habría también un impacto económico positivo para la empresa.

Por otro lado, se tiene el ahorro de tiempos de detención, el cual genera impactos económicos al tener más tiempo disponible para procesar fruta. Considerando una velocidad media de 7.680kg/h, los segundos de ahorro son vitales a largo plazo, puesto que por segundo la fruta procesada en una línea equivalen a 2,13kg. Por este motivo, poseer una detención no

programada por cambio de productor (10 segundos) genera un retraso de 21,3kg del pedido que se esté realizando. El hecho de funcionar a un 96-97% de eficiencia, permite encontrar un orden adecuado para la variedad, segregación y productor del lote. El único problema es el no ordenar de mayor a menor los porcentajes de fruta por color, los cuales si pueden ser ordenados de forma manual por el usuario. Con esto, no deberían existir retrasos no planificados, por lo que para evaluar el ahorro de dinero que podría generar la implementación del programa, se utilizará como supuesto el porcentaje de eficiencia calculado en el apartado 5.5 del proyecto (96,77%), en conjunto con el tiempo de detención que se produjo el mismo día (02/12/2021).

Con los tiempos producidos por el programa (19,5 minutos) vs el tiempo óptimo calculado (18,55 minutos) se tiene una diferencia de 0,95 minutos, a los cuales se les debe calcular el costo que significa para la empresa estar detenidos durante ese tiempo. La empresa paga a sus trabajadores de *packing* \$78.000 brutos por turno (9 horas), donde se tienen 350 trabajadores por turno. Por ende, el precio por minuto de tener el *packing* detenido es de \$50.554 pesos. Ese día la creación del programa se realizó de forma manual, donde se registraron 20,3 minutos de detenciones por cambios de variedad, productor y segregación, lo que genera una diferencia de 1,75 minutos entre el óptimo calculado y el valor real del día. Con esto y teniendo en consideración el tiempo de detenciones arrojado por el programa, el precio del minuto por turno y el tiempo real, se puede calcular el ahorro de dinero que podría generarse en la planta, el cual puede ser visualizado en la Tabla 9 .

**Tabla 9: Impacto económico directo del programa en el día 02/12/2021**

Concepto	Real	Programa	Óptimo
Tiempo (minutos)	20,3	19,15	18,55
Costo (CLP)	\$1.026.246	\$968.109	\$937.776
Ahorro utilización programa (CLP)	\$58.137		

*Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.*

### 6.5.2 Impacto económico indirecto

El principal impacto económico indirecto corresponde al gasto en que se debe incurrir por la elaboración del programa, desde la recaudación de información hasta el correcto funcionamiento del algoritmo. Para esto, se hace una estimación del costo de tener a un

alumno memorista en la empresa, donde el pago mensual que se le realiza corresponde a \$120.000 pesos chilenos. Teniendo en cuenta este valor, se debe estimar el tiempo presupuestado para dicha elaboración, el cual corresponde a un semestre de clases universitarias, aproximadamente 4 meses. Con este tiempo, el costo de la elaboración del programa corresponde a la multiplicación de ambos parámetros, lo que arroja un costo de \$480.000 pesos.

Por otro lado, el algoritmo realizado se programó en *Visual Basic* de la herramienta *Excel* a través de la versión 365, puesto que fue necesario el uso de fórmulas presentes en esa versión que las anteriores no poseían. Por lo tanto, la empresa debió adquirir tres licencias de dicha versión para los computadores del jefe de planta, jefe de operaciones y jefe de producción, quienes serían los encargados de verificar el correcto funcionamiento del algoritmo de secuenciación. Cada una de las licencias adquiridas tuvo un valor de \$20USD (Microsoft, 2021) al valor del dólar de ese momento (839CLP (Dolar Online, 2021)), teniendo un valor de \$50.539 pesos chilenos.

Con esto, el costo total indirecto de la implementación del programa fue de \$530.539 pesos, el cual queda resumido en la Tabla 10.

**Tabla 10: Impacto económico indirecto por elaboración del programa**

Concepto	Costo (CLP)
Sueldo memorista	\$480.000
Licencia <i>Microsoft</i>	\$50.539
<b>Total</b>	<b>\$530.539</b>

*Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.*

## CONCLUSIÓN

Luego de la elaboración del proyecto, surgen resultados de los análisis que se aplicaron dentro de la empresa en base a los objetivos específicos planteados. Como primer punto, se estableció la metodología a utilizar para poder llevar a cabo el proyecto dentro de la empresa Copefrut, la cual a través de una matriz multicriterio dio como resultado que la mejor opción de metodología era la *Design Thinking*. Además, se realizó la programación de las actividades en base a la metodología escogida, asignando fecha para cada una de las etapas.

Luego, se tiene el análisis realizado a la planta sobre su situación actual y la causa raíz que podría estar afectando la problemática de secuenciación de lotes, donde se obtuvo como situación actual la pérdida de disponibilidad de 3,5 turnos por las detenciones nombradas en la problemática (1.882 minutos de detenciones estimadas). Además, como causa raíz se obtuvo que el principal motivo era la realización manual de la secuenciación de lotes por parte del jefe de operaciones, por lo que se debía atacar ese foco a través de un programa que permitiese obtener un mejor resultado (ojalá cercano al óptimo) y así evitar errores en la programación de vaciado de los lotes a la línea.

Con la idea de realizar un programa para mejorar la secuenciación de lotes de producción, se debió establecer la importancia de los criterios sobre otros para poder estructurar el orden del programa. Se creó un algoritmo de secuenciación programado en *Visual Basic* de *Excel*, que minimice los cambios de variedad, productor, segregación y desorden de porcentaje de colores (*Light, Dark y Dark Dark*) en base a la lógica que realiza el jefe de operaciones para crear dicho programa, pero de forma manual. Con todos los parámetros identificados para poder otorgar información al programa, la heurística realiza cambios de posiciones entre 2 números aleatorios que se mueven entre el valor 1 y el largo de la existencia, donde busca los lotes que cumplan con las características para suplir los pedidos y asigna el orden del pedido al cual pueden satisfacer. En base a eso, el usuario asigna un número de veces que quiere que se realicen intercambios de posiciones; a mayor número de permutaciones, mayor será la efectividad del programa.



En base a la interacción del programa con el usuario, se crearon formularios a través de *visual basic* que permitiesen al usuario ingresar los datos necesarios para realizar la visualización e ingreso de pedidos, la visualización y actualización de existencia, y la ejecución del programa de secuenciación de pedidos. Con esto, la interacción con el usuario se vuelve más fácil y amigable, permitiendo evitar el número de errores que el usuario pueda causar. Esto permitió realizar un análisis de la efectividad del programa, donde se realizó un experimento para poder determinar dicha eficiencia. En él, se ejecutó el programa con un cierto número de repeticiones, las cuales fueron planteadas en conversaciones con la empresa, dando como mejor resultado de eficiencia vs tiempo el número de 50.000 repeticiones, obteniendo el mismo resultado que si se ejecutase con 1.000.000 de permutaciones (96,77%), con un tiempo de 19,15 minutos de detención, con un tiempo óptimo de 18,55 en un día de poca cantidad de lotes en existencia. Para los demás días analizados, se obtuvo un porcentaje promedio de eficiencia del 86,81%, ejecutándolos también con 50.000 permutaciones.

Por último, se midieron los potenciales impactos que podría traer la implementación del proyecto. Se analizaron 5 tipos de impactos; organizacional, productivo, ambiental, político y económico. Para el organizacional, se llegó a los cambios que traería en los ahorros de tiempo que tendrían los usuarios del programa, además de la reubicación de colaboradores. Por otro lado, el impacto productivo concluyó los minutos de ahorro de tiempo durante la producción por evitar detenciones mal programadas, además de una mejora en el control de la cantidad de salidas destinadas a cada color. El impacto ambiental y político estuvieron relacionados con el tema del virus presente en la mayoría de los cerezos, el cual para China es una restricción debido a que afecta a su flora, por lo que la presencia del programa evitaría un posible proceso de algún lote con dicho virus. Por último, el impacto económico se basó en el costo del proceso que podría ahorrarse, lo que arrojó tras una simulación un valor de \$37.268 pesos por ese turno tras ordenar de mejor forma los lotes, mientras que para la elaboración del programa se tuvo un costo de \$530.539 pesos.

Considerando la problemática inicial, se puede concluir que la implementación del programa de secuenciación en la empresa puede ayudar a la toma de decisiones, acercando la secuenciación a un orden que permita al usuario construir de manera más rápida y correcta

el programa de vaciado, todo a través de una herramienta (*Excel*) que los administrativos de la empresa manejan, lo que permitiría que el programa sea más amigable y fácil de comprender para el usuario.

## RECOMENDACIONES

Las recomendaciones a la empresa que pudieron identificarse con el desarrollo del proyecto corresponden a:

- Realizar capacitaciones sobre el manejo de *softwares* de *office* a los colaboradores que deban captar datos, de tal forma de hacer fluir la información de una manera más rápida y con una menor cantidad de errores.
- Actualizar de manera más continua los diferentes pedidos que la empresa posee, con el fin de poder llevar un control más exhaustivo del avance de los diferentes pedidos de la empresa.
- Formalizar las capacidades de producción de la planta para cada uno de los SKU que se embalan en ella, permitiendo orientar la producción cuando la cantidad de gente no es la indicada para poder realizar grandes pedidos.
- Realizar un cruce de información de los colaboradores de *packing*, entre los que marcan por sistema y los que de verdad asisten a trabajar, disminuyendo sueldos que no deberían ser pagados, pero también estableciendo la dotación real con la que se cuenta para poder realizar los pedidos.

## TRABAJO FUTURO

Con el proyecto ya finalizado, se presentan posibles trabajos futuros que pudiesen realizarse para complementar este proyecto, los cuales son los siguientes:

- Analizar la opción de secuenciar los pedidos en base a la existencia de fruta que ya existe, de tal forma de verificar el mejor orden de pedidos que posean la misma prioridad.
- Realizar una simulación en las líneas de proceso a través de algún *software* de simulación, para poder verificar el cambio de flujo de fruta por la permutación en los números de salidas de la línea o cómo afectaría a la línea la variación en el total de la dotación por cada una de las áreas que presenta el *packing*, con el fin de mejorar la gestión de las operaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- AEC.* (2019). Obtenido de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/5-porque>
- Agro Proyectos.* (2014). Obtenido de <https://agroproyectos.org/que-es-la-trema/>
- Asesor de calidad.* (2017). Obtenido de <http://asesordecualidad.blogspot.com/2017/05/analisis-decision-multicriterio-ahp.html#.YTUbWp1KjIU>
- Atlas Big.* (2019). Obtenido de <https://www.atlasbig.com/es-mx/paises-por-produccion-de-cerezas>
- Aula Virtual.* (2021). Obtenido de <https://enriqueconde.wixsite.com/informaticauno/metodologia-para-la-solucion-de-problema>
- Bembibre, V. (Febrero de 2009). *Definición ABC.* Obtenido de <https://www.definicionabc.com/tecnologia/visual-basic.php>
- Cerem.* (8 de Agosto de 2018). Obtenido de <https://www.cerem.es/blog/que-es-y-como-hacer-una-matriz-de-priorizacion>
- Copefrut.* (2021). Obtenido de <https://www.copefrut.com/plantas/cenfrut/>
- Copefrut.* (2021). Obtenido de <https://www.copefrut.com/plantas/linares/>
- Copefrut.* (2021). Obtenido de <https://www.copefrut.com/plantas/cenkiwi/>
- Copefrut.* (2021). Obtenido de <https://www.copefrut.com/nosotros/gobernanza/>
- Copefrut.* (2021). Obtenido de <https://www.copefrut.com/productos/cerezas/>
- Copefrut.* (2021). Obtenido de <https://www.copefrut.com/productos/manzanas-2/>
- Copefrut.* (2021). Obtenido de <https://www.copefrut.com/productos/arandanos/>

- Copefrut*. (2021). Obtenido de <https://www.copefrut.com/productos/kiwis/>
- Copefrut*. (2021). Obtenido de <https://www.copefrut.com/productos/ciruelas/>
- Copefrut*. (2021). Obtenido de <https://www.copefrut.com/nosotros/historia/>
- Correa, A. (18 de Diciembre de 2019). *Ana Correa*. Obtenido de <https://www.anacorrea.es/impacto-organizacional/>
- Design Thinking España*. (2021). Obtenido de <https://xn--designthinkingespaa-d4b.com/>
- Digital Guide*. (2019). Obtenido de <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/que-es-kanban/>
- Dolar Online*. (7 de 12 de 2021). Obtenido de <https://www.dolaronline.cl/>
- Economía Simple*. (8 de Noviembre de 2017). Obtenido de <https://www.economiasimple.net/glosario/brainstorming>
- Economipedia*. (2020). Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/sistema-de-informacion.html>
- Gestión de Operaciones*. (03 de Marzo de 2017). Obtenido de <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>
- Gómez. (2000). *Economía UNAM*. Obtenido de <http://www.economia.unam.mx/secss/docs/tesisfe/GomezAM/cap4.pdf>
- HubSpot*. (2021). Obtenido de <https://blog.hubspot.es/marketing/recoleccion-de-datos>
- Ingeniería de operaciones*. (3 de Octubre de 2010). Obtenido de <http://pert-cpm-operaciones.blogspot.com/2010/12/secuenciacion.html>
- Ingenio Empresa*. (2019). Obtenido de <https://www.ingenioempresa.com/diagrama-de-pareto/>

*Instituto universitario politécnico "Santiago Mariño".* (29 de Junio de 2017). Obtenido de <https:// analisisheurísticos.wordpress.com/metodo-heuristico/>

*La Tercera.* (10 de Febrero de 2020). Obtenido de <https://www.latercera.com/conexion-china/noticia/cereza-chilena-china/1005102/>

*La Tercera.* (07 de Diciembre de 2021). Obtenido de <https://www.latercera.com/pulso-pm/noticia/un-virus-inquieta-a-los-exportadores-chilenos-de-cerezas-a-china-estamos-haciendonos-cargo-del-problema-no-hay-que-sobredimensionar/JYABCMUEJNBH7B3236HQMYGY5Q/>

*LucidChart.* (2020). Obtenido de <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-flujo>

*LucidChart.* (2020). Obtenido de <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-flujo-de-datos>

*Medium.* (20 de Abril de 2018). Obtenido de <https://medium.com/@requeridosblog/requerimientos-funcionales-y-no-funcionales-ejemplos-y-tips-aa31cb59b22a>

*Metodología Gestión de requerimientos.* (s.f.). Obtenido de <https://sites.google.com/site/metodologiareq/capitulo-ii/tecnicas-para-identificar-requisitos-funcionales-y-no-funcionales>

*Microsoft.* (12 de Septiembre de 2021). Obtenido de <https://docs.microsoft.com/es-es/office/troubleshoot/access/database-normalization-description>

*Microsoft.* (2021). Obtenido de [https://www.microsoft.com/es-cl/microsoft-365/business/compare-all-microsoft-365-business-products-b?&ef\\_id=Cj0KCQiAqbyNBhC2ARIsALDwAsB4\\_RU62EK1qLpiwxy95IE6nB8wRgUXW2C8jA\\_JAqcyDo7hnoZbxpoaAiE6EALw\\_wcB:G:s&OCID=AID2200006\\_SEM\\_Cj0KCQiAqbyNBhC2ARIsALDwAsB4\\_R](https://www.microsoft.com/es-cl/microsoft-365/business/compare-all-microsoft-365-business-products-b?&ef_id=Cj0KCQiAqbyNBhC2ARIsALDwAsB4_RU62EK1qLpiwxy95IE6nB8wRgUXW2C8jA_JAqcyDo7hnoZbxpoaAiE6EALw_wcB:G:s&OCID=AID2200006_SEM_Cj0KCQiAqbyNBhC2ARIsALDwAsB4_R)

*Monografías*. (2021). Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos60/diagrama-flujo-datos/diagrama-flujo-datos2.shtml>

*Platzi*. (2018). Obtenido de <https://platzi.com/tutoriales/1444-pensamiento-logico/6697-que-son-los-diagramas-de-flujo-y-como-aprenderlos-sin-morir-en-el-intento/>

*PMO Informática*. (6 de Mayo de 2015). Obtenido de <http://www.pmoinformatica.com/2015/05/requerimientos-no-funcionales-ejemplos.html>

*Portal del Campo*. (31 de Agosto de 2020). Obtenido de [https://portaldelcampo.cl/Noticias/78578\\_Ranking-de-exportadoras-de-fruta-fresca-2019-2020--La-temporada-m%C3%A1s-compleja.html](https://portaldelcampo.cl/Noticias/78578_Ranking-de-exportadoras-de-fruta-fresca-2019-2020--La-temporada-m%C3%A1s-compleja.html)

*Ractem*. (25 de Febrero de 2019). Obtenido de <https://www.ractem.es/blog/metodo-fifo-lifo-almacen>

*Santander*. (2020). Obtenido de <https://www.becas-santander.com/es/blog/metodologias-desarrollo-software.html>

*SCRIBD*. (2020). Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/26815942/Reglas-De-Despacho>

*Significado*. (6 de Julio de 2021). Obtenido de <https://www.significados.com/marco-teorico/>

*SINAVIMO*. (2018). Obtenido de Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas: <https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/prunus-necrotic-ringspot-virus>

*Sinnaps*. (2021). Obtenido de <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/metodologia-xp>

Troncoso, J. J. (23 de Junio de 2020). Obtenido de [file:///C:/Users/matia/OneDrive/Escritorio/Universidad/Semestre%202020-1/Planificaci%C3%B3n%20y%20Gesti%C3%B3n%20de%20las%20Operaciones/Unidad%202/Clase%208%20-%20Plan%20Detallado%20\(alumnos\).pdf](file:///C:/Users/matia/OneDrive/Escritorio/Universidad/Semestre%202020-1/Planificaci%C3%B3n%20y%20Gesti%C3%B3n%20de%20las%20Operaciones/Unidad%202/Clase%208%20-%20Plan%20Detallado%20(alumnos).pdf)



*We are Marketing.* (8 de Marzo de 2020). Obtenido de <https://www.wearemarketing.com/es/blog/metodologia-scrum-que-es-y-como-funciona.html>

# ANEXOS

## Anexo 1: Características de producción de cerezas Copefrut

### Prunus Avium

Cerezas · Cerises · Kirsche · Ciliegie · Cerejas · Kersen

Quality Standards			
Size Denomination	Color		Fruit Size (mm)
GIANT	DARK RED	LIGHT RED	>30.0
SUPER JUMBO			28.0 - 29.9
JUMBO			26.0 - 27.9
EXTRA LARGE			24.0 - 25.9
LARGE			22.0 - 23.9
			Row
			9
			9 1/2
			10 1/2
			11
			12

Size	PLU
ALL SIZES	# 4045

Variety	Nov	Dec	Jan
SANTINA			
ROYAL DAWN			
VAN			
STELLA			
BING			
LAPINS			
KORDIA			
SWEET HEART			
REGINA			
OTHERS			

Package	External Dimension (cm)	Net Weight (kg)	Gross Weight (kg)	Boxes per pallet High Cube	Boxes per pallet 2.13 mts.	Pallet Dimension (mts.)	Pallet per Container 40"
Carton Loose / Bags	25 x 30 x 86	2.5	3.2	384	368	1.0 x 1.20	20
Carton Loose	50 x 30 x 92	5.0	5.5	184	176	1.0 x 1.20	20
Carton Master 5 kg. (2 x 2,5)	40 x 30 x 120	5.0	6.0	180	-	1.0 x 1.20	20

Fuente: (Copefrut, 2021)

**Anexo 2: Características de producción de manzana bicolor Copefrut**

# Malus Domestica

Manzanas Bi-Color · Pommes Bi-Couleurs · Bi-Color Äpfel · Mele Bicolori · Maças Bi-Color · Bi-Color Appelen

Box Type	Sizing Conversion Table															
Carton 19 kg	48	56	64	72	80	88	100	113	125	138	150	163	175	198	216	
Carton 18 kg				70	80	90	100	110	120	135	150	165	180			
Carton 17 kg				70	80	90	100	110	120	135	150	165	180			
Carton 12 kg				50	55	65	70	78	84							
Carton 13 kg		45	50	55	60	65	70	78	84	90	98					
Carton 9.5 kg	24	28	32	36	40	44										
Carton 9.0 kg				35	40	45	50									
Carton 6.0 kg		22	25	27	30	32	35	39	42							
Carton 6.5 kg		22	25	27	32	35	39	42								

Variety	Size	PLU
ROYAL GALA	>90	#4174
	<100	#4173
PINK LADY	>90	#4130
	<100	#4128
FUJI	>90	#4131
	<100	#4129

Variety	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct
ROYAL GALA									
PINK LADY									

Variety	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct
CRIPPS PINK									
FUJI (BLUSHED)									
FUJI (STRIPED)									

Variety	Grade (Color%)					
	Premium	Extra Fancy AAA	Extra Fancy-AA	Extra Fancy-A	Fancy -V	Elegido
PINK LADY	> 40% + intense color	-	-	-	-	-
CRIPPS PINK	-	-	>40%+intense color+defects	30 - 40% + intense color	-	-
ROYAL GALA	> 75% + intense color	50 - 74%	>50% + intense color + defects leves	35 - 50% + intense color	-	>30% + intense + defects
FUJI	> 75% + intense color	50 - 74 % + intense color	>50% + intense color + defects leves	35 - 50% + intense color	35 - 50% + intense + defects leves	>35% + intense + defects

Package	External Dimension (cm)	Net Weight (kg)	Gross Weight (kg)	Boxes per pallet High Cube	Boxes per pallet 2.13 m	Pallet Dimension (m)	Pallet per Container 40"
Carton 1 Layer	60 X 40 x 96	6.0	6.9	105	-	1.0 x 1.20	20
Carton 2 Layers	50 X 33.2	9.0	10.0	91	84	1.0 x 1.17	21
Carton 2 Layers	50 X 31	9.5	10.7	84	77	1.0 x 1.17	21
Carton 2 Layers	60 X 40 X 167	12.5	13.8	65	55	1.0 x 1.20	20
Carton 2 Layers	60 X 40 X 155	12.5	13.8	70	60	1.0 x 1.20	20
Carton 2 Layers	60 X 40 X 167	13	14.3	65	55	1.0 x 1.20	20
Carton 2 Layers	60 X 40 X 155	13	14.3	70	60	1.0 x 1.20	20
Carton Layers	50 X 33.5	18.0	19.5	56	49	1.0 x 1.17	21
Carton Layers	50 X 31.5	19.0	20.7	56	48	1.02 x 1.27	19
Carton Layers	50 X 31.5	19.0	20.7	56	48	1.14 x 1.14	19
Carton Layers	50 X 31.5	19.0	20.7	49	42	1.0 x 1.17	19
Carton Layers	50 X 31.5	20.0	21.9	56	48	1.02 x 1.26	19
Carton Layers	50 X 31.5	20.0	21.9	56	48	1.14 x 1.14	19

Fuente: (Copefrut, 2021).

### Anexo 3: Características de producción de manzanas verdes Copefrut

## Malus Domestica

Manzanas Verdes • Pommes Vertes • Grüne Äpfel • Mele Verdi • Maças Verdes • Groene Appelen

Variety	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
GRANNY SMITH												

Package	External Dimension (cm)	Net Weight (kg)	Gross Weight (kg)	Boxes per pallet High Cube	Boxes per pallet 2.13 m	Pallet Dimension (m)	Pallet per Container 40"
Carton 1 Layer	60 X 40	6.0	6.9	105	-	1.0 x 1.20	20
Carton 2 Layers	50 X 33.2	9.0	10.0	91	84	1.0 x 1.17	21
Carton 2 Layers	50 X 31	9.5	10.7	84	77	1.0 x 1.17	21
Carton 2 Layers	60 X 40 X 167	12.5	13.8	65	55	1.0 x 1.20	20
Carton 2 Layers	60 X 40 X 155	12.5	13.8	70	60	1.0 x 1.20	20
Carton 2 Layers	60 X 40 X 167	13	14.3	65	55	1.0 x 1.20	20
Carton 2 Layers	60 X 40 X 155	13	14.3	70	60	1.0 x 1.20	20
Carton Layers	50 X 33.5	18.0	19.5	56	49	1.0 x 1.17	21
Carton Layers	50 X 31.5	19.0	20.7	56	48	1.02 x 1.27	19
Carton Layers	50 X 31.5	19.0	20.7	56	48	1.14 x 1.14	19
Carton Layers	50 X 31.5	19.0	20.7	49	42	1.0 x 1.17	19
Carton Layers	50 X 31.5	20.0	21.9	56	48	1.02 x 1.26	19
Carton Layers	50 X 31.5	20.0	21.9	56	48	1.14 x 1.14	19

Box Type	Sizing Conversion Table												
Carton 19 kg	64	72	80	88	100	113	125	138	150	163	175	198	
Carton 18 kg		70	80	90	100	110	120	135	150	165	180		
Carton 13 kg	45	50	55	60 - 65	70	78	84	90					
Carton 9.5 kg	32	36	40	44	50								
Carton 9.0 kg		30	35	40	45	50							
Carton 6.5 kg	22	25	27	30 - 32	35	39	42						

Variety	Size	PLU
GRANNY SMITH	>90	#4017
	<100	#4139

Fruit Specification Table		
Carton 18 kg Size	Fruit Weight Range (grs.)	Fruit Diameter Range (mm)
60	282-325	85.0-92.0
70	244-282	79.0-86.0
80	215-244	76.0-83.0
90	192-215	73.0-80.0
100	174-192	71.0-77.0
110	159-174	69.0-74.0
120	143-159	66.0-71.0
135	128-143	63.0-68.0
150	116-128	60.0-65.0
165	106-116	57.0-61.0
180	97-106	54.0-58.0

Fruit Specification Table		
Carton 19 kg Size	Fruit Weight Range (g)	Fruit Diameter Range (mm)
64	283-317	90.0-94.0
72	253-283	87.0-91.0
80	229-253	83.0-87.0
88	205-229	80.0-84.0
100	181-205	77.0-81.0
113	162-181	74.0-78.0
125	146-162	71.0-75.0
138	134-146	67.0-71.0
150	123-134	64.0-68.0
163	114-123	61.0-65.0
175	103-114	58.0-62.0
198	93-103	54.0-58.0
216	85-93	51.0-55.0

Fuente: (Copefrut, 2021)

## Anexo 4: Características de producción de manzanas rojas Copefrut

## Malus Domestica

Manzanas Rojas • Pommés Rouges • Rote Äpfel • Mele Rosse • Maças Vermelhas • Rode Appelen

Variety	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
RED CHIEF (Striped)												
RED DELICIOUS (Blushed)												

Package	External Dimension (cm)	Net Weight (kg)	Gross Weight (kg)	Boxes per pallet High Cube	Boxes per pallet 2.13 m	Pallet Dimension (m)	Pallet per Container 40"
Carton 1 Layer	60 X 40	6.0	6.9	105	-	1.0 x 1.20	20
Carton 2 Layers	50 X 33.2	9.0	10.0	91	84	1.0 x 1.17	21
Carton 2 Layers	50 X 31	9.5	10.7	84	77	1.0 x 1.17	21
Carton 2 Layers	60 X 40 X 167	12.5	13.8	65	55	1.0 x 1.20	20
Carton 2 Layers	60 X 40 X 155	12.5	13.8	70	60	1.0 x 1.20	20
Carton 2 Layers	60 X 40 X 167	13	14.3	65	55	1.0 x 1.20	20
Carton 2 Layers	60 X 40 X 155	13	14.3	70	60	1.0 x 1.20	20
Carton Layers	50 X 33.5	18.0	19.5	56	49	1.0 x 1.17	21
Carton Layers	50 X 31.5	19.0	20.7	56	48	1.02 x 1.27	19
Carton Layers	50 X 31.5	19.0	20.7	56	48	1.14 x 1.14	19
Carton Layers	50 X 31.5	19.0	20.7	49	42	1.0 x 1.17	19
Carton Layers	50 X 31.5	20.0	21.9	56	48	1.02 x 1.26	19
Carton Layers	50 X 31.5	20.0	21.9	56	48	1.14 x 1.14	19

Box Type	Sizing Conversion Table															
Carton 19 kg	48	56	64	72	80	88	100	113	125	138	150	163	175	198	216	
Carton 18 kg				70	80	90	100	110	120	135	150	165	180			
Carton 13 kg				50	55	60 - 65	70	78	84	90						
Carton 9.5 kg	24	28	32	36	40	44										
Carton 9.0 kg				35	40	45	50	55								
Carton 6.5 kg		22	25	27	30 - 32	35	39									

Variety	Size	PLU
RED CHIEF	<100	#4015
RED DELICIOUS	>90	#4016

Variety	Grade (Color%)				
	Premium	Extra Fancy AAA	Extra Fancy-AA	Extra Fancy-A	Elegido
RED CHIEFF	> 91% + intense color	76-90 % + intense color	> 75% + intense color		
RED DELICIOUS				65-75 %	> 50 %

Fruit Specification Table		
Carton 18 kg Size	Fruit Weight Range (grs.)	Fruit Diameter Range (mm)
60	282-325	85.0-91.0
70	244-282	79.0-84.0
80	215-244	77.0-82.0
90	192-215	74.0-79.0
100	174-192	71.0-76.0
110	159-174	68.0-73.0
120	143-159	65.0-70.0
135	128-143	62.0-67.0
150	116-128	59.0-64.0
165	106-116	56.0-61.0
180	97-106	54.0-59.0

Fruit Specification Table		
Carton 19 kg Size	Fruit Weight Range (g)	Fruit Diameter Range (mm)
64	283-317	83.0-89.0
72	253-283	80.0-86.0
80	229-253	77.0-83.0
88	205-229	74.0-80.0
100	181-205	71.0-78.0
113	162-181	69.0-76.0
125	146-162	67.0-73.0
138	-	64.0-70.0

Fruit Specification Table		
Carton 20 kg Size	Fruit Weight Range (g)	Fruit Diameter Range (mm)
150	129-140	-
163	120-129	-
175	109-120	-
198	98-109	-
216	89-98	-

Fuente: (Copefrut, 2021).

### Anexo 5: Características de producción de arándanos Copefrut

## Vaccinium Corymbosum

Arándano · Myrtille · Heidelbeere · Mirtillo · Mirtilo · Bosbes

Production Calendar												
Variety	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
STAR												
O'NEAL												
EMERALD												
BLUE RIBBON												
DUKE												
CARGO												
BLUECROP												
TOP SHELF												
TIFBLUE												
LEGACY												
BRIGITTA												
BRIGHTWELL												
SUSY BLUE												

Clamshell/ Box (USA, Canada, Europe, Far East, Middle East)			
Packaging	Clamshell per box	Format	Net Weight/Box
Carton	12	4,4 Oz (125 Grs)	1,5 Kgs
Carton	12	6 Oz (170 Grs)	2,04 Kgs
Carton	12	11 Oz (312 Grs)	3,74 Kgs
Carton	8	18 Oz (510 Grs)	4,08 Kgs

Bulk/UK			
Packaging	Clamshell per box	Format	Net Weight/Box
Carton	0	Bulk	2,50 Kgs
Carton	0	Bulk	3,5 Kgs
Carton	0	Bulk	3,2 Kgs
Carton	0	Bulk	3,5 Kgs

Fuente: (Copefrut, 2021).

## Anexo 6: Características de producción de kiwis Copefruit

## Actinidia Deliciosa

Kiwis · Kiwifrüchte · Kiwi · Kiwifruit

	External Dimension (cm)	Net Weight (kg)	Gross Weight (kg)	Boxes per pallet High Cube	Boxes per pallet 2.13 m	Pallet Dimension (m)	Pallet per Container 40"
Carton 1 Layer	60 X 40	4.9-5.4	5.5-6.0	175-180	160	1.0 X 1.20	20
Carton 1 Layer	50 X 30	3.2	4.0	296	248	1.0 X 1.20	20
Carton 1 Layer	50 X 30	2.7	3.5	296	248	1.0 X 1.20	20
Carton 10 Punnets (800 grs.)	60 X 40	8.3	9.3	110	95	1.0 X 1.20	20
Carton 12 Kg.	60 X 40	12	13.0	95	80	1.0 X 1.20	20
Carton 13 Punnets (500 gr.)	60 X 40	6.5	7.5	110	95	1.0 X 1.20	20
Carton 8 Clamshell (2lbs.)	60 X 40 X 12.5	7.2	8.5	85	75	1.0 X 1.20	20
Carton 10 Clamshell (700 gr.)	60 X 40 X 12.5	7.0	8.0	85	75	1.0 X 1.20	20
Carton 6X3 Lbs (1360 grs)	60 X 40 X 12.5	8.1	9.1	95	75	1.0 X 1.20	20
Carton 6X4 Lbs (1812 grs)	60 X 40 X 140	10.9	11.9	80	70	1.0 X 1.20	20
Carton Loose	50 X 30	9.0	10.0	120 - 128	104	1.0 X 1.20	20
Carton Loose	50 X 30	10.0	11.0	112 - 120	104	1.0 X 1.20	20
Plastic 3 Layers	50 X 30	9.6	10.6	112 - 120	104 - 96	1.0 X 1.20	20
Plastic Loose	50 X 30	10.0	11.0	112 - 120	104 - 96	1.0 X 1.20	20

Vol. Fill (10kg)	1 Layer (3.2 kgs)	2 Layers (5.0 kgs)	Fruit Weight Table	
Size	Size	Min. (grs)	Max. (grs)	
20	32	148	172	
23	36	135	148	
25	40	125	135	
27	42	113	125	
30	46	102	113	
33	50	93	102	
36	56	87	93	
39	60	79	87	
42	-	74	79	
45	-	70	74	

	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct
HAYWARD								
SUMMER KIWI								
DORI								

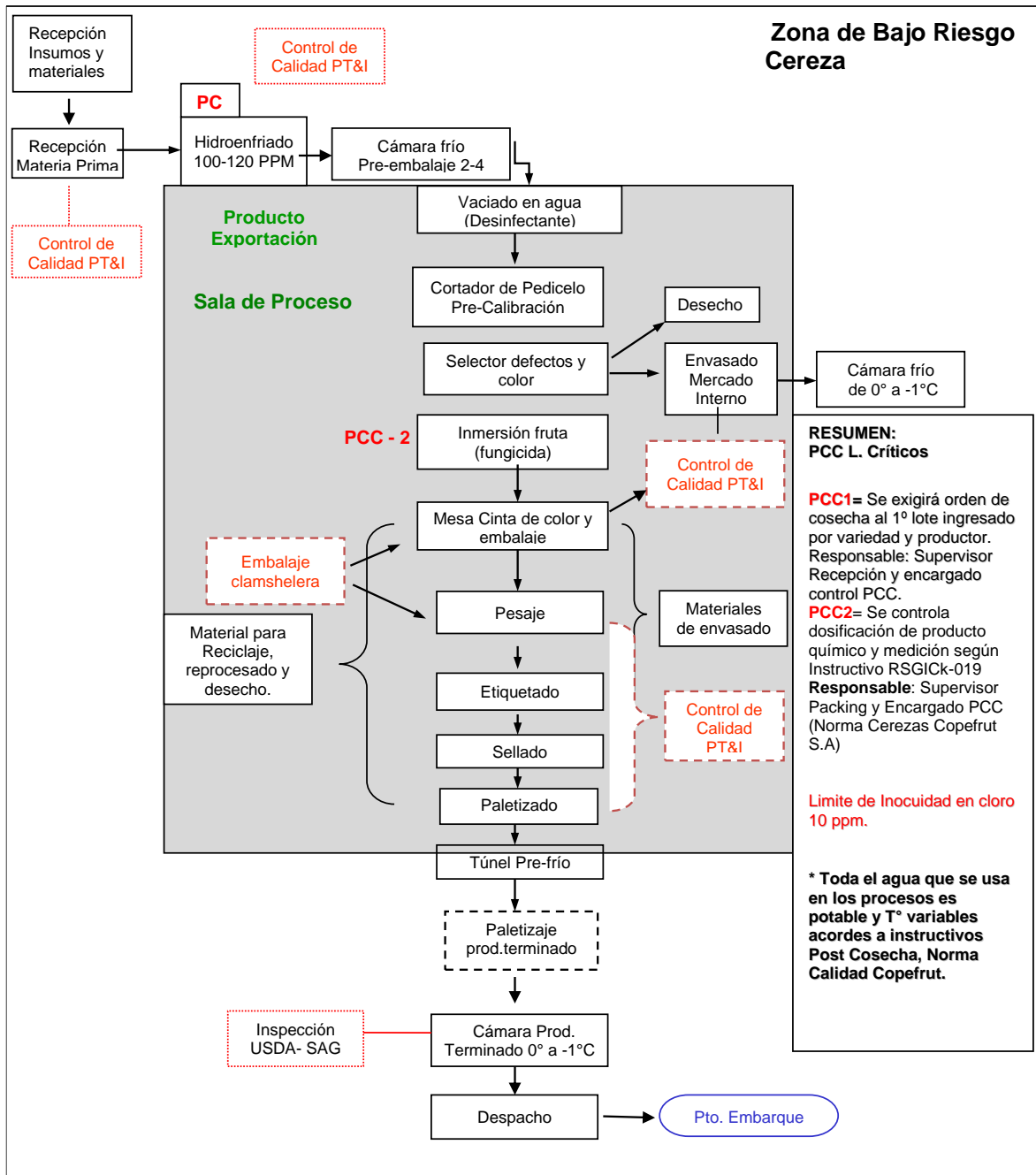
HAYWARD	ALL	#4030
SUMMER KIWI	ALL	#4030
DORI	ALL	#3279

Fuente: (Copefruit, 2021).



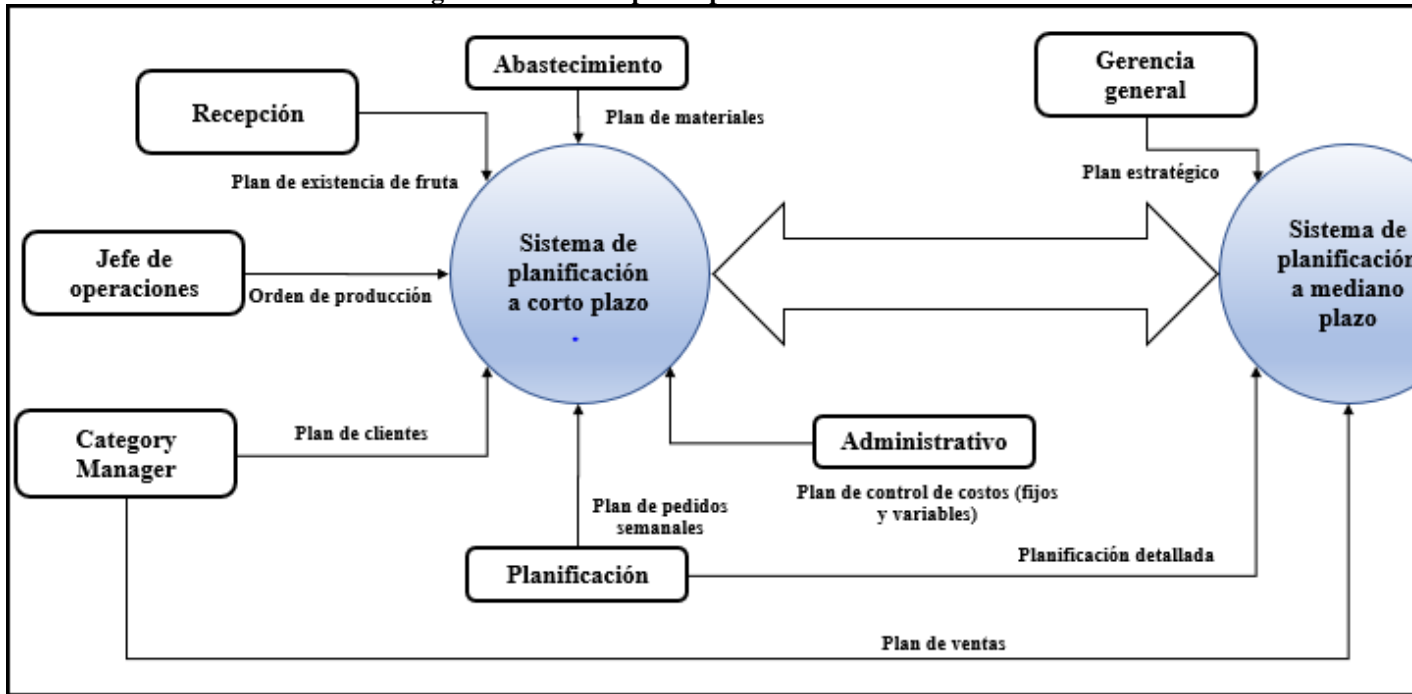


Anexo 8: Diagrama de flujo proceso de cerezas



Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa..

Anexo 9: Diagrama de nivel superior proceso de cereza



Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.