



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE UN PLAN DE OPERACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE  
SERVICIO EN UN LABORATORIO FARMACÉUTICO**

**Diego Armando Martínez Alvarado**

Asesorado por el Ing. Julio César Jiménez López

Guatemala, julio de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN PLAN DE OPERACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE  
SERVICIO EN UN LABORATORIO FARMACÉUTICO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**DIEGO ARMANDO MARTÍNEZ ALVARADO**

ASESORADO POR EL ING. JULIO CÉSAR JIMÉNEZ LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a.i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Guillermo Federico Mijangos Martínez
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford Estrada
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **DISEÑO DE UN PLAN DE OPERACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE SERVICIO EN UN LABORATORIO FARMACÉUTICO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 27 de julio de 2022.

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a vertical line, positioned above the printed name.

**Diego Armando Martínez Alvarado**

Guatemala, Enero del 2023

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
U.S.A.C.  
Presente

Estimado Ingeniero César Ernesto Urquizú Rodas:

Por este medio, hago contar yo, el Ingeniero JULIO CÉSAR JIMÉNEZ LÓPEZ, con colegiado número diez mil novecientos treintaisiete (10,937), doy como visto bueno el desarrollo del trabajo de investigación final de graduación del alumno DIEGO ARMANDO MARTÍNEZ ALVARADO, identificado con CUI 3017 59375 0101, alumno quien he podido apoyar como asesor de su protocolo de tesis.

Dando por concluido el desarrollo de la misma investigación y planteando las soluciones inmediatas y efectivas para el beneficio de la institución donde se desarrolló la misma.

Doy por concluido de forma eficiente ante mi persona el desarrollo de su trabajo de investigación, como tema: DISEÑO DE UN PLAN DE OPERACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE SERVICIO EN UN LABORATORIO FARMACÉUTICO.

Línea de investigación: Operaciones

Área: Manufactura y Producción

Aprovecho la oportunidad para expresarle mi consideración.

Atentamente,

(f)



Julio César Jiménez López  
Ingeniero Industrial  
Colegiado No. 10937

Ing. Julio César Jiménez López  
Colegiado No. 10937

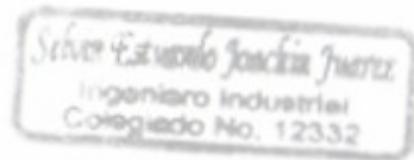


ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.024.023

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN PLAN DE OPERACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE SERVICIO EN EL LABORATORIO CALLE DE LA PLAZA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Diego Armando Martínez Alvarado**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Selvin Estuardo Joachin Juárez  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, marzo de 2023.

/mgp



ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LNG.DIRECTOR.169.EMI.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN PLAN DE OPERACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE SERVICIO EN UN LABORATORIO FARMACÉUTICO**, presentado por: **Diego Armando Martínez Alvarado**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas  
Motivo: Ingeniero Industrial  
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería  
Mecánica Industrial, USAC  
Colegiado 4,272  
Periodo: julio a diciembre año 2023

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2023.

LNG.DECANATO.OI.572.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UN PLAN DE OPERACIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE SERVICIO EN UN LABORATORIO FARMACÉUTICO**, presentado por: **Diego Armando Martínez Alvarado**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. José Francisco Gómez Rivera

Decano a.i.

Guatemala, julio de 2023

AACE/gaoc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por estar junto a mí, brindarme fortaleza y darme la oportunidad de conocer personas genuinas y honestas a lo largo de mi vida.
<b>Mis padres</b>	Jorge Martínez y Hany Alvarado. Mi educación inició en el hogar que juntos construyeron; donde tengo la mayor parte de recuerdos y enseñanzas que atesoro en mi corazón.
<b>Mi hermano</b>	Jorge Martínez, quien es la primera persona en celebrar mis logros. Tu compañía, cariño y sueños son muy importantes para mí.
<b>Otilia Hernández</b>	Por ser como mi segunda madre y quererme como si fuese tu hijo. (q. e. p. d.).
<b>Mis abuelos</b>	Por consentirme y cuidarme a lo largo de mi vida.
<b>Familia Paniagua</b>	Por su apoyo y confianza desde nuestra niñez. El crecer junto a ustedes siempre me hace sentir que tenemos un vínculo especial.
<b>Familia Osorio</b>	Por hacerme sentir en casa, aconsejarme y darme su cariño incondicional.

**Familia Noriega**

Por compartir risas en cada reunión familiar donde nos sentáramos a jugar.

**Familia Cruz**

Por la alegría que nos han regalado a toda la familia. Gracias por su apoyo y el aprecio que siento al estar con ustedes.

**Familia Alvarado**

Por abrirme las puertas de su hogar con un abrazo y una sonrisa en cada visita.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San Carlos de Guatemala** Por ser parte de mi formación profesional.

**Colegio Mixto Bilingüe Nuevo Amanecer** Por ser parte de mi formación educativa.

**José Lemus** Por ser como un hermano para mí. Te agradezco tu compañía y cariño.

**Mi asesor** Ing. Julio Jiménez, por la confianza y guía que me brindó durante todo el proceso, para realizar esta tesis.

**Mis amigos** Teresa Escobar, Valeria Mejía y Milton López, por darme un apoyo extra cada día y brindarme recuerdos que sin duda hicieron mejor mi vida.



	1.2.2.2.2.	Modelos de correlación.....	8
	1.2.3.	Señal de rastreo para los pronósticos .....	11
	1.2.4.	Planeación de la capacidad.....	11
	1.2.4.1.	Capacidad .....	12
	1.2.4.2.	Capacidad de diseño.....	13
	1.2.4.3.	Capacidad efectiva.....	13
	1.2.4.4.	Opciones de incremento en la fuerza de trabajo .....	14
1.3.		Productividad .....	15
	1.3.1.	Tipos de productividad .....	15
1.4.		Teoría de inventarios.....	16
	1.4.1.	Tipos de inventario según su función .....	17
	1.4.2.	Métodos de control de inventarios.....	17
	1.4.2.1.	Clasificación ABC.....	18
	1.4.2.2.	Modelo de cantidad fija .....	19
	1.4.3.	Estrategias de revisión .....	22
	1.4.4.	Costos involucrados en modelo de inventarios .....	22
1.5.		Administración de operaciones .....	23
	1.5.1.	Planeación agregada .....	23
	1.5.1.1.	Herramientas para la planeación agregada .....	24
	1.5.1.2.	Método para la planeación agregada ...	24
	1.5.1.3.	Programación de producción.....	25
	1.5.1.4.	Criterios de programación .....	25
	1.5.2.	Programa de requerimiento de materiales .....	26
	1.5.2.1.	Tamaño del lote en el sistema MRP.....	26
2.		ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO INTERNO .....	29
	2.1.	Clasificación empresarial .....	29
	2.2.	Tipo de industria.....	29

2.3.	Estructura organizacional .....	30
2.4.	Productos elaborados y materias primas.....	32
2.4.1.	Listado de productos terminados.....	33
2.4.2.	Listado de materias primas.....	34
2.4.3.	Producción en unidades mensuales .....	35
2.4.4.	Ventas en unidades mensuales.....	37
2.4.5.	Demanda real mensual.....	41
2.4.6.	Sobreproducción y demanda insatisfecha .....	44
2.4.7.	Utilidades no percibidas por demanda insatisfecha.....	46
2.4.8.	Capital en <i>stock</i> .....	48
2.5.	Análisis de operaciones.....	49
2.5.1.	Estudio de tiempos de la línea de producción .....	50
2.5.1.1.	Verificación de la muestra .....	51
2.5.2.	Diagrama de análisis del proceso.....	55
2.5.3.	Diagrama de recorrido del proceso.....	60
2.6.	Indicadores actuales de producción .....	61
2.6.1.	Productividad laboral .....	61
2.6.2.	Actividades productivas .....	63
2.7.	Capacidad real de la producción .....	66
2.8.	Identificación de problemas en el proceso de producción .....	68
2.8.1.	Identificación de causas .....	69
2.9.	Planificación y control de la producción actual .....	70
2.10.	Análisis de costo de oportunidad.....	70
3.	ANÁLISIS DEL NIVEL DE SERVICIO Y DE LA DEMANDA .....	73
3.1.	Análisis del nivel de servicio actual .....	73
3.2.	Análisis de los productos.....	75
3.2.1.	Aplicación herramienta de clasificación ABC.....	75
3.2.1.1.	Clasificación ABC según la demanda real anual en unidades .....	76

	3.2.1.2.	Clasificación ABC según las utilidades percibidas.....	80
	3.2.2.	Análisis de la demanda por producto .....	84
	3.2.3.	Elección del modelo de proyección por producto ....	98
	3.2.4.	Pronóstico de la demanda por producto.....	100
4.		ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES.....	103
4.1.		Plan de operaciones.....	103
	4.1.1.	Establecer los procesos y operaciones más adecuados.....	103
	4.1.2.	Definir los recursos materiales necesarios .....	105
	4.1.2.1.	Determinar las existencias .....	108
	4.1.3.	Políticas de pedido .....	110
	4.1.3.1.	Variables cuantitativas del MRP .....	110
	4.1.3.2.	Líneas teóricas de consumo.....	112
	4.1.4.	Determinar la fuerza de trabajo requerida .....	114
	4.1.4.1.	Definir los recursos humanos necesarios.....	115
	4.1.5.	Plan agregado de producción.....	119
	4.1.6.	Plan de requerimiento de materiales .....	122
	4.1.7.	Plan maestro de producción.....	128
	4.1.8.	Mantenimiento y control de calidad .....	136
	4.1.9.	Análisis costo-beneficio del plan operativo.....	138
5.		PLAN DE MEJORA CONTINUA .....	145
5.1.		Selección de las áreas de mejora .....	145
5.2.		Seguimiento del plan de operaciones .....	146
	5.2.1.	Pasos para elaborar pronósticos.....	146
	5.2.2.	Pasos para elaborar un plan agregado de producción.....	148

5.2.3.	Pasos para elaborar un plan maestro de producción .....	149
5.2.4.	Pasos para elaborar un plan de requerimiento de materiales .....	149
5.3.	Indicadores de desempeño .....	151
5.3.1.	Evaluación de desempeño .....	152
5.4.	Estrategias a corto plazo .....	153
5.4.1.	Alineación entre la estrategia y los procesos.....	153
5.5.	Estrategias a mediano plazo .....	154
5.5.1.	Procesos estratégicos .....	154
5.6.	Estrategias a largo plazo .....	155
5.6.1.	Procesos de apoyo .....	155
5.6.2.	Mapeo de procesos .....	156
CONCLUSIONES .....		159
RECOMENDACIONES .....		163
REFERENCIAS .....		165



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Modelo de cantidad fija a través del tiempo.....	19
<b>Figura 2.</b>	Estructura organizacional del laboratorio.....	30
<b>Figura 3.</b>	Diagrama de análisis de proceso en los envases de 250ml. ....	57
<b>Figura 4.</b>	Diagrama de análisis de proceso en los envases de 60ml. ....	58
<b>Figura 5.</b>	Diagrama de análisis de proceso en los envases de 30ml. ....	59
<b>Figura 6.</b>	Diagrama de recorrido del proceso.....	60
<b>Figura 7.</b>	Comparación multianual de producción.....	61
<b>Figura 8.</b>	Causas del bajo nivel de servicio al cliente.....	69
<b>Figura 9.</b>	Demanda del aceite de ajeno ..... 84	84
<b>Figura 10.</b>	Demanda del aceite de almendra ..... 84	84
<b>Figura 11.</b>	Demanda del aceite de ricino en presentación de 2 onzas.....	85
<b>Figura 12.</b>	Demanda del aceite de ricino en presentación de gotero.....	85
<b>Figura 13.</b>	Demanda del aceite de ruda.....	86
<b>Figura 14.</b>	Demanda del aceite mineral ..... 86	86
<b>Figura 15.</b>	Demanda del aceite rosado (mosca) ..... 87	87
<b>Figura 16.</b>	Demanda de la acetona.....	87
<b>Figura 17.</b>	Demanda del agua oxigenada en presentación de 16 onzas.....	88
<b>Figura 18.</b>	Demanda del agua oxigenada en atomizador ..... 88	88
<b>Figura 19.</b>	Demanda del alcohol al 95 % ..... 89	89
<b>Figura 20.</b>	Demanda del alcohol etílico al 55 %.....	89
<b>Figura 21.</b>	Demanda de la glicerina ..... 90	90
<b>Figura 22.</b>	Demanda del Lent Pro.....	90
<b>Figura 23.</b>	Demanda de mercurocromo en presentación de atomizador.....	91
<b>Figura 24.</b>	Demanda de mercurocromo en presentación de gotero.....	91

<b>Figura 25.</b>	Demanda de merthiosana en presentación de atomizador .....	92
<b>Figura 26.</b>	Demanda de merthiosana en presentación de gotero .....	92
<b>Figura 27.</b>	Demanda de la miel de achicoria .....	93
<b>Figura 28.</b>	Demanda del repelente para zancudos .....	93
<b>Figura 29.</b>	Demanda del shampoo para piojos .....	94
<b>Figura 30.</b>	Demanda de siete espíritus .....	94
<b>Figura 31.</b>	Demanda del timerosal en presentación de atomizador .....	95
<b>Figura 32.</b>	Demanda del timerosal en presentación de gotero .....	95
<b>Figura 33.</b>	Demanda de la tintura cordial del susto .....	96
<b>Figura 34.</b>	Demanda de la tintura de árnica .....	96
<b>Figura 35.</b>	Demanda de la tintura de ruibarbo .....	97
<b>Figura 36.</b>	Demanda de la violeta de genciana en atomizador .....	97
<b>Figura 37.</b>	Demanda de la violeta de genciana en gotero .....	98
<b>Figura 38.</b>	Disponibilidad de tiempo durante junio del 2021 .....	115
<b>Figura 39.</b>	Disponibilidad de tiempo durante julio del 2021 .....	116
<b>Figura 40.</b>	Disponibilidad de tiempo durante agosto del 2021 .....	116
<b>Figura 41.</b>	Disponibilidad de tiempo durante septiembre del 2021 .....	117
<b>Figura 42.</b>	Disponibilidad de tiempo durante octubre del 2021 .....	117
<b>Figura 43.</b>	Disponibilidad de tiempo durante noviembre del 2021 .....	118
<b>Figura 44.</b>	Disponibilidad de tiempo durante diciembre del 2021 .....	118
<b>Figura 45.</b>	Matriz de asignación .....	121
<b>Figura 46.</b>	Icono e interfaz de la herramienta Previsión .....	147
<b>Figura 47.</b>	Mapeo de un plan estratégico .....	156
<b>Figura 48.</b>	Mapeo del flujo operacional .....	157

## TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Forma general de las ecuaciones más utilizadas .....	9
<b>Tabla 2.</b>	Productos terminados .....	33
<b>Tabla 3.</b>	Materias primas .....	34

<b>Tabla 4.</b>	Producción mensual en unidades del año 2019 .....	35
<b>Tabla 5.</b>	Producción mensual en unidades del año 2020 .....	36
<b>Tabla 6.</b>	Producción mensual en unidades del año 2021 .....	37
<b>Tabla 7.</b>	Ventas mensuales en unidades del año 2019 .....	38
<b>Tabla 8.</b>	Ventas mensuales en unidades del año 2020 .....	39
<b>Tabla 9.</b>	Ventas mensuales en unidades del año 2021 .....	40
<b>Tabla 10.</b>	Demanda mensual real en unidades del año 2019.....	41
<b>Tabla 11.</b>	Demanda mensual real en unidades del año 2020.....	42
<b>Tabla 12.</b>	Demanda mensual real en unidades del año 2021.....	43
<b>Tabla 13.</b>	Sobreproducción y demanda insatisfecha en unidades del año 2019.....	44
<b>Tabla 14.</b>	Sobreproducción y demanda insatisfecha en unidades del año 2020.....	45
<b>Tabla 15.</b>	Sobreproducción y demanda insatisfecha en unidades del año 2021 .....	46
<b>Tabla 16.</b>	Utilidades no devengadas.....	47
<b>Tabla 17.</b>	Capital en stock de mercadería .....	48
<b>Tabla 18.</b>	Número recomendado de ciclos .....	50
<b>Tabla 19.</b>	Muestreo del envase de 250ml.....	51
<b>Tabla 20.</b>	Estudio de tiempos del envase de 250ml. ....	51
<b>Tabla 21.</b>	Muestreo del envase de 60ml.....	52
<b>Tabla 22.</b>	Estudio de tiempos del envase de 60ml. ....	53
<b>Tabla 23.</b>	Muestreo del envase de 30ml.....	53
<b>Tabla 24.</b>	Estudio de tiempos del envase de 30ml. ....	54
<b>Tabla 25.</b>	Productividad laboral durante los últimos tres periodos.....	62
<b>Tabla 26.</b>	Resumen de actividades en el proceso productivo del envase de 250ml.....	63
<b>Tabla 27.</b>	Resumen de actividades en el proceso productivo del envase de 60ml.....	64
<b>Tabla 28.</b>	Resumen de actividades en el proceso productivo del envase de 30ml.....	65
<b>Tabla 29.</b>	Tiempo promedio de etiquetado .....	66

<b>Tabla 30.</b>	Ventas y demanda real.....	73
<b>Tabla 31.</b>	Nivel de servicio histórico .....	74
<b>Tabla 32.</b>	Clasificación ABC según la demanda real del año 2019 .....	76
<b>Tabla 33.</b>	Clasificación ABC según la demanda real del año 2020 .....	77
<b>Tabla 34.</b>	Clasificación ABC según la demanda real del año 2021 .....	79
<b>Tabla 35.</b>	Clasificación ABC según las utilidades percibidas del 2019.....	80
<b>Tabla 36.</b>	Clasificación ABC según las utilidades percibidas del 2020.....	81
<b>Tabla 37.</b>	Clasificación ABC según las utilidades percibidas del 2021.....	82
<b>Tabla 38.</b>	Comportamiento de las curvas de demanda .....	99
<b>Tabla 39.</b>	Previsión de ventas .....	100
<b>Tabla 40.</b>	Rendimiento de la materia prima.....	105
<b>Tabla 41.</b>	Proyección del producto terminado por tipo de presentación .....	106
<b>Tabla 42.</b>	Materia prima requerida .....	107
<b>Tabla 43.</b>	Existencias en bodega de producto terminado.....	108
<b>Tabla 44.</b>	Existencias de materia prima en bodega.....	109
<b>Tabla 45.</b>	Variables cuantitativas del MRP .....	111
<b>Tabla 46.</b>	Líneas teóricas de consumo.....	113
<b>Tabla 47.</b>	Horas requeridas para la demanda proyectada .....	114
<b>Tabla 48.</b>	Prestaciones laborales de ley.....	120
<b>Tabla 49.</b>	Resumen de los costos de producción.....	121
<b>Tabla 50.</b>	Pedidos requeridos para cubrir la demanda proyectada .....	122
<b>Tabla 51.</b>	Pedidos requeridos durante junio del 2021 .....	124
<b>Tabla 52.</b>	Pedidos requeridos durante julio del 2021 .....	124
<b>Tabla 53.</b>	Pedidos requeridos durante agosto del 2021 .....	125
<b>Tabla 54.</b>	Pedidos requeridos durante septiembre del 2021 .....	125
<b>Tabla 55.</b>	Pedidos requeridos durante octubre del 2021 .....	126
<b>Tabla 56.</b>	Pedidos requeridos durante noviembre del 2021 .....	127
<b>Tabla 57.</b>	Pedidos requeridos durante diciembre del 2021 .....	127
<b>Tabla 58.</b>	Programación de producción para junio del 2021 .....	129
<b>Tabla 59.</b>	Programación de producción para julio del 2021 .....	130

<b>Tabla 60.</b>	Programación de producción para agosto del 2021 .....	131
<b>Tabla 61.</b>	Programación de producción para septiembre del 2021 .....	132
<b>Tabla 62.</b>	Programación de producción para octubre del 2021 .....	133
<b>Tabla 63.</b>	Programación de producción para noviembre del 2021 .....	134
<b>Tabla 64.</b>	Programación de producción para diciembre del 2021.....	135
<b>Tabla 65.</b>	Ingresos estimados.....	139
<b>Tabla 66.</b>	Inversión inicial .....	141
<b>Tabla 67.</b>	Costo estimado de materia prima .....	142
<b>Tabla 68.</b>	Análisis costo-beneficio .....	143
<b>Tabla 69.</b>	Datos para realizar proyecciones .....	146
<b>Tabla 70.</b>	Ejemplo de una matriz de asignación .....	149
<b>Tabla 71.</b>	Evaluadores de desempeño .....	152



## LISTA DE SIMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
$\nabla$	Almacenamiento
$r$	Coefficiente de correlación
$\alpha$	Constante de suavizado
$D$	Demora
$i$	Índice estacional
$\square$	Inspección
$ml$	Mililitros
$O$	Operación
$a$	Pendiente de intersección con eje Y
$b$	Pendiente de la curva
$\bar{X}_{Hor}$	Promedio de ventas horizontal
$\bar{X}_{Ver}$	Promedio de ventas horizontal
$P$	Proyección
$Q$	Quetzal (moneda guatemalteca)
$\Sigma$	Sumatoria de los términos de una sucesión
$\Rightarrow$	Transporte
$V$	Ventas



## GLOSARIO

<b>Correlación</b>	Indica lo relacionadas que están dos variables entre ellas mismas.
<b>Demanda</b>	Representa las ventas de un bien.
<b>Eficiencia</b>	Relación entre los recursos utilizados y los resultados obtenidos.
<b>Fraccionamiento</b>	Separar o dividir una mezcla.
<b>Lote</b>	Conjunto de unidades de venta de un producto
<b>LTC</b>	Línea teórica de consumo. Representa el tiempo en el que se consumirán las existencias.
<b>MRP</b>	Programa de requerimiento de materiales.
<b>Nivel de servicio</b>	Es el porcentaje de clientes que acuden al establecimiento y encuentran el producto que desean.
<b>N.R.</b>	Nivel de reorden.
<b>Proyección</b>	Estimación de las ventas de un producto a un periodo futuro.

<b>Q opt</b>	Cantidad óptimo de pedido.
<b>Requerimiento</b>	Cantidad necesaria de recursos para fabricar un número determinado de productos terminados.
<b>Ritmo de producción</b>	Cantidad necesaria de recursos para fabricar un número determinado de productos terminados.
<b>Series temporales</b>	Es una sucesión de números a lo largo del tiempo que poseen un comportamiento estable.
<b>S.S.</b>	Stock de seguridad.
<b>Utilización</b>	Es el porcentaje de la capacidad de diseño que se utiliza.

## RESUMEN

La actividad comercial del laboratorio ha incrementado durante los últimos años, sin embargo; debido a la creciente demanda de sus productos padecen problemas de desabastecimiento para proveer a todos sus clientes oportunamente. El reto es desarrollar un plan de operaciones que se adecúe a gestionar la operación del grupo de trabajo; elaborando un plan maestro de producción que cumpla con las expectativas de venta.

Inicialmente se detalla la información recopilada sobre las ventas y producción histórica, demanda real e insatisfecha, niveles de inventario y capital en *stock*. Se desarrolló un análisis de operaciones con el objetivo de definir el proceso actual de producción junto a la productividad laboral y su capacidad real.

Posterior al análisis de la situación actual se definieron los niveles de servicio de los últimos tres periodos. Se identificó los productos críticos del portafolio de la empresa y se analizó su demanda. Identificar el comportamiento de la demanda de un producto permite elegir el método idóneo para proyectar un periodo futuro de ventas. Se determinó el modelo de proyección para cada producto y se realizó un pronóstico para el segundo semestre del 2021.

En los últimos capítulos se desarrolló un plan maestro de producción junto al programa de requerimiento de materiales para la optimización de los recursos y del espacio físico con que se cuenta, y, se calculó el análisis costo - beneficio del plan operativo. Por último, se definió estrategias a corto, mediano y largo plazo, que permitan brindar el seguimiento oportuno a la implementación y aplicación del sistema de operaciones propuesto



# OBJETIVOS

## General

Diseñar un Plan Integral de Operaciones para satisfacer la demanda real y cumplir con las expectativas de venta y de producción proyectadas para cada ejercicio.

## Específicos

1. Analizar los datos históricos del Departamento de Ventas y de Producción para determinar los productos críticos y la demanda real e insatisfecha.
2. Diagnosticar la capacidad del laboratorio utilizando indicadores de productividad, para establecer la estrategia que permita cumplir con un plan maestro de producción que se ajuste a la demanda real.
3. Evaluar la demanda de cada uno de los productos mediante herramientas cualitativas y cuantitativas para determinar el modelo de proyección de ventas correspondiente.
4. Elaborar un programa de requerimiento de materiales para asegurar su disponibilidad, mantener bajos niveles de inventario y contribuir al cumplimiento del plan de producción.
5. Proponer un plan de mejora continua que reúna los lineamientos específicos para mantener un alto nivel de servicio y eficiencia, brindando ventajas competitivas y productivas frente a la competencia.



## INTRODUCCION

El laboratorio en estudio es un establecimiento cuyo giro comercial es la venta y comercialización de productos farmacéuticos y afines, además fracciona fórmulas químicas para elaborar productos higiénicos, cosméticos y de limpieza; los cuales oferta en eventos de compra directa, cotización y licitación a entidades del Estado, descentralizadas y autónomas que se perfilan como potenciales clientes por medio del sistema Guatecompras.

Por medio de las visitas al laboratorio y la técnica de observación se identificó que el establecimiento experimenta deficiencias en la planificación de producción y en el nivel de servicio que se les brinda a los clientes, por lo cual se decidió examinar e investigar el estado del inventario y de las ventas con el objeto de establecer los productos críticos y la demanda real e insatisfecha. Definida la problemática, se desarrollará un análisis de operaciones que permita identificar las principales causas del problema para proponer una solución técnica y eficaz.

Utilizando la administración de operaciones junto a los datos históricos de producción se podrá diseñar un plan de operaciones que considere el ritmo de producción de la planta, los niveles de inventario óptimos y la fuerza de trabajo. Se desarrollará una metodología basada en los objetivos de la investigación que permita definir los modelos adecuados para elaborar pronósticos de ventas y determinar los índices de productividad del laboratorio. Con la información recolectada en los pasos anteriores, se obtendrá un modelo determinístico para elaborar la programación de requerimiento de materiales junto al plan maestro de producción.



# **1. MARCO TEÓRICO**

## **1.1. Sistemas de producción**

Un sistema de producción es una forma de utilizar y combinar los factores productivos para llevar a cabo su transformación y, de esa forma, convertirlos en bienes y servicios. Cuando se habla de un sistema de producción se refiere al conjunto de personas, materiales, métodos y máquinas que se relacionan entre sí para lograr el propósito del proceso productivo (Quiroa, 2021).

Las empresas utilizan diferentes métodos para hacer que su sistema de producción sea más eficiente y económico, siendo clave el tipo de producto o servicio al que se dedique la compañía. Para cualquier empresa que necesite ser rentable, analizar sus operaciones es una de las tareas más importantes ya que permite estructurar planes de mejora u optimizar procesos.

### **1.1.1. Tipos de producción**

Hay cuatro tipos principales de producción y se detallan a continuación.

#### **1.1.1.1. Producción por proyecto**

Es adecuada para productos únicos o de gran escala. “Se caracteriza por una planificación compleja. Además, aunque se pueden utilizar equipos de uso general, son difíciles de automatizar. La mano de obra debe ser altamente calificada ya que la naturaleza del producto o servicio que se elabora es única” (Schroeder et al., 2011, p. 64).

### **1.1.1.2. Producción por lotes**

“Se caracteriza por la elaboración en lotes. Se apoya en la distribución física, ya que cada lote se traslada de operación a otra. Las máquinas y la mano de obra están organizadas por tipo de proceso” (Schroeder et al., 2011, p. 62).

Cuando el volumen necesario no es tan grande o hay muchos productos diferentes, se utiliza la producción por lotes; en este caso, la operación por lotes es la más económica. Los ejemplos de productos que mejor se adaptan al sistema de producción incluyen productos con varios estilos y opciones, además de tener volúmenes de producción variados para cada producto.

### **1.1.1.3. Producción continua**

La producción continua tiende a elaborar un producto de forma consecutiva mediante procesos que ocurren uno después del otro, sin interrupción. El costo y los tiempos de producción se convierten en el factor decisivo para las empresas que adoptan este sistema productivo.

Suele estar altamente automatizada, opera a toda su capacidad y minimiza inventarios y costos de distribución para reducir el costo total de manufactura. Aunque el costo por unidad de producción es bajo, la flexibilidad para cambiar la mezcla o el tipo de productos es muy limitada. Esto es debido a que sus instalaciones están estandarizadas en cuanto a flujos e itinerarios, con el objetivo de mantener niveles de inventario que cumplan con los requerimientos de demanda. (Schroeder et al., 2011, p. 64; Prado, 1992, p. 17)

#### **1.1.1.4. Producción en masa**

Se caracteriza por una secuencia lineal de las operaciones y por ser altamente automatizada. Este sistema hace uso en mayor proporción de la maquinaria que de los propios trabajadores.

Al igual que los procesos de producción continuos, las operaciones tradicionales de la producción en masa son muy eficientes, pero muy inflexibles. La línea de ensamble requiere de productos de alto volumen y que sean estandarizados. Derivado que se trabaja a una velocidad constante, el volumen sólo puede alterarse variando el número de horas que la planta trabaja. (Schroeder et al., 2011, p. 65)

### **1.2. Control para la producción**

El control de producción es la forma de manejar y regular el movimiento de los diferentes materiales mientras se realiza un ciclo de elaboración, que parte desde la recepción de las materias primas hasta la entrega del producto ya terminado, según el tipo de plan que se desarrolle en las instalaciones. (Pacheco, 2020, párr. 1)

La función de este sistema es asegurar que los pedidos de productos se entreguen en la cantidad requerida dentro del límite de tiempo acordado, al tiempo que se asegura que el costo del producto no exceda el valor inicial e implementar un tiempo técnico que pueda identificar las fallas y solucionarlas inmediatamente.

### **1.2.1. Horizontes de tiempo de los pronósticos**

Indican el plazo para el que se realiza el pronóstico y puede variar desde pronósticos para días hasta varios años, esto dependerá de los objetivos de la entidad. Los pronósticos generalmente se clasifican de acuerdo con el período de tiempo que cubren. Los horizontes de tiempo se dividen en tres categorías.

- A corto plazo: son diseñados para algunos días o semanas. Se utiliza para administrar los inventarios en los planes de producción que se derivan de los sistemas MRP (siglas de *Material Requirement Planning* o Plan de requerimiento de materiales) y MPS (siglas de *Master Production Schedule* o Plan maestro de producción).
- A medio plazo: se mide en semanas o meses. Se caracteriza por analizar los patrones de venta de familias de productos, requisitos y disponibilidades de trabajadores, incluyendo el requerimiento de recursos.
- “A largo plazo: están orientadas a la estrategia general de la empresa, por ejemplo, cuando se espera un aumento o reducción de la demanda, debe planearse nuevas instalaciones o reestructurar las actuales” (Rincón, 2019, párr. 4).

### **1.2.2. Tipos de pronósticos**

Cuando se habla de pronóstico de ventas, hay que tener en cuenta que existen dos modelos de pronóstico diferentes: pronóstico de ventas cuantitativo y cualitativo.

### **1.2.2.1. Métodos cualitativos**

La previsión cualitativa es un método de estimación que no utiliza modelos matemáticos, sino que utiliza el juicio de expertos. Entonces, en pocas palabras, se basa en la experiencia y el conocimiento que posee una o varias personas para estimar el resultado. Se recomienda utilizarlo cuando la empresa es nueva y no hay suficientes datos históricos para realizar una previsión cuantitativa. Entre ellos están:

#### **1.2.2.1.1. Método Delphi**

“Consiste en llevar a cabo el pronóstico a partir de la opinión experta y la recopilación de apreciaciones y opiniones de personal clave, las cuales están basadas en su experiencia y conocimiento de la situación” (Reyes, 2019, párr. 33).

#### **1.2.2.1.2. Composición de la fuerza de ventas**

“Consiste en preguntarle a quienes están cerca del consumidor final los posibles patrones de compra. Por ejemplo, el personal de ventas está en constante interacción con nuestros clientes. Ellos pueden conocer los hábitos de compra mucho mejor que los gerentes” (Reyes, 2019, párr. 32).

#### **1.2.2.1.3. Encuesta de mercado de consumo**

Este método se basa en el estudio de mercado y evaluar el potencial de este. Se utiliza principalmente en productos nuevos dentro de una compañía.

### 1.2.2.2. Métodos cuantitativos

Estas previsiones utilizan modelos matemáticos. Entre ellos se pueden mencionar:

#### 1.2.2.2.1. Series temporales

“El análisis de series de tiempo se basa en la idea de que es posible utilizar la información de la demanda pasada para predecir la demanda futura” (Chase et al., 2009, p. 498). Las series temporales tienen un comportamiento estable. Entre los métodos cuantitativos para las familias estables están:

- Último período: la venta del mes anterior es la proyección del actual.

$$P_{mes\ actual} = V_{mes\ anterior}$$

- Promedio aritmético: el promedio de ventas de los meses anteriores será el pronóstico del nuevo periodo.

$$P = \frac{\sum_1^{n-1} Ventas}{n - 1}$$

- Promedio móvil simple: “Se calcula el promedio de un periodo que contiene varios puntos de datos dividiendo la suma de los valores de los puntos entre el número de éstos” (Chase et al., 2009, p. 500).

$$P_n = \frac{\sum_{n-1}^{n-x} Ventas\ reales}{x}$$

- Promedio móvil ponderado: “Algunos puntos específicos se ponderan más o menos que los otros, según la experiencia” (Chase et al., 2009, p. 501).

La sumatoria de las ponderaciones elegidas deben ser igual al número de períodos a pronosticar. Es decir, si se elige un ciclo de cinco entonces la sumatoria de las ponderaciones debe ser cinco.

$$P_n = \frac{\sum_{n-1}^{n-5} \text{Ponderaciones} * \text{Ventas}}{5}$$

- Suavizado exponencial (Caso A): “Los puntos de datos recientes se ponderan más y la ponderación sufre una reducción exponencial conforme los datos se vuelven más antiguos” (Chase et al., 2009, p. 470).

$$P_n = P_{n-1} + \alpha (V_{n-1} - P_{n-1})$$

Donde:

- $P_n$  = Pronóstico para el período  $n$
- $P_{n-1}$  = Pronóstico para el período anterior a  $n$
- $V_{n-1}$  = Ventas para el período anterior a  $n$
- $\alpha$  = constante de suavizado

La constante de suavización es un valor entre 0 y 1. Si la demanda real es estable, es deseable una alfa pequeña para reducir los efectos de cambios aleatorios. Si aumenta o disminuye con rapidez se quisiera una alfa alta para tratar de seguirle el paso al cambio. (Chase et al., 2009, p. 480)

- Suavizado exponencial (caso B): se utiliza con los datos que se desfasan del comportamiento normal de la demanda.

$$P_n = P_{n-1} + \frac{(1-\alpha)}{\alpha} * (T_{n-1})$$

$$T_{n-1} = \alpha (V_n - V_{n-1}) + (1-\alpha)(T_{n-1})$$

Donde:

- $P_n =$  Pronóstico para el período  $n$
- $P_{n-1} =$  Pronóstico anterior  $= (V_{n-2} + V_{n-3} + V_{n-4})/3$
- $T_{n-1} =$  Tendencia
- $\alpha =$  factor

#### 1.2.2.2. Modelos de correlación

“Los modelos de previsión causal consideran diferentes variables que están de alguna manera relacionadas con la variable que se va a predecir. Una vez que estas variables son identificadas se construye el modelo que se utilizará para hacer la previsión” (Caba et al., 2011, p. 113). El modelo cuantitativo de previsión causal más común es el análisis de regresión y correlación.

- **Análisis de Regresión Lineal:** es un modelo matemático para describir las relaciones funcionales entre dos o más variables (dependientes e independientes). Se debe observar el gráfico de datos para ver si aparecen lineales (o por lo menos una parte de ellos); “el término regresión lineal se refiere a la clase de regresión especial en la que la relación entre las variables forma una recta” (Chase et al., 2009, p. 483).

“Es útil para el pronóstico a largo plazo. Aun cuando la demanda de productos individuales puede variar durante un periodo, la demanda de toda la familia es sorprendentemente suavizada” (Chase et al., 2009, p. 484).

Para conocer la intensidad de la relación lineal se calcula el coeficiente de correlación. La ecuación de regresión expresa la relación entre dos variables, ya que muestra como una variable está relacionada con los valores y cambios de la otra variable. El coeficiente de correlación se identifica normalmente como  $r$  y toma valores en el rango de  $-1$  a  $+1$ . (Heizer et al., 2009, p. 131)

Si  $r$  está entre  $-1$  y  $0$ , indica que el conjunto de datos tiene una tendencia descendente; por otro lado, si los valores están entre  $0$  y  $+1$ , quiere decir que el conjunto de datos tiene una tendencia ascendente.

- Métodos Estadísticos de Evaluación: toma en cuenta cuatro ecuaciones estadísticas relacionadas a la Regresión Lineal. La forma general de las ecuaciones que se utilizan comúnmente es:

**Tabla 1.**

*Forma general de las ecuaciones más utilizadas*

Ecuación	Forma general
Lineal	$Y = a + b * x$
Logarítmica	$Y = a + b * \ln x$
Exponencial	$Y = a + b^x$
Potencial	$Y = a + x^b$

*Nota.* En la presente tabla se muestra la forma general de las ecuaciones más utilizadas. Elaboración propia, realizado con Word.

Donde:

- $a$  = Punto de intersección en el eje Y, cuando  $x = 0$
- $b$  = Pendiente de la curva
- $x$  = variable independiente (representa las unidades de tiempo)
- $y$  = variable dependiente (valores de pronóstico requerido)
- $r$  = coeficiente de correlación Series estacionales

Cuando un conjunto de datos sigue un comportamiento repetitivo se puede definir como “series de datos ordenados en forma cronológica; formados por uno o más componentes de demanda: tendencia, factor estacional y comportamiento cíclico” (Chase et al., 2009, p. 487). Los ciclos se pueden componer por períodos de meses, semestres, años, entre otros.

El factor estacional permite identificar estos comportamientos porque relaciona la demanda tanto de forma estacional como cíclica, es decir, a un nivel horizontal y vertical. Por ejemplo: la demanda de los meses de enero de años consecutivos y el de todos los meses durante esos años.

$$P_n = V_n * i_n$$

Donde:

- $i_n = \frac{X_{horizontal}}{X_{vertical}} = \text{índice estacional para el enésimo mes}$
- $V_n = \text{Venta reales para el enésimo mes del último período completo}$

“Por lo general, se relaciona “estacional” para un período del año caracterizado por alguna actividad en particular. Se usa la palabra “cíclico” para indicar que se trata de períodos anuales recurrentes de actividad repetitiva” (Chase et al., 2009, p. 487).

### **1.2.3. Señal de rastreo para los pronósticos**

Es una medida que permite conocer la desviación de los pronósticos realizados respecto a las demandas reales. Al pasar el periodo proyectado, permite comparar los nuevos datos disponibles de la demanda con los valores pronosticados. Las interpretaciones de este indicador son:

- “Si la señal de rastreo es positiva indica que la demanda es mayor que el pronóstico.
- Si la señal de rastreo es negativa indica que la demanda es menor que el pronóstico” (Render et al.,2006, p. 176).

### **1.2.4. Planeación de la capacidad**

De acuerdo con Heizer & Render (2009), en su obra *Principios de administración de operaciones*, la planeación de la capacidad tiene tres horizontes de tiempo:

- En el corto plazo (por lo general hasta 3 meses), la mayor preocupación consiste en programar los trabajos y las personas, así como asignar maquinaria. En el corto plazo es difícil modificar la capacidad; se usa la capacidad que ya existe.
- En el plazo intermedio (3 a 18 meses), se puede agregar equipo, personal y turnos; se puede subcontratar, almacenar o utilizar el inventario.
- En el largo plazo (mayor a 1 año), es una función de agregar instalaciones y equipos que tienen un tiempo de entrega largo.

#### 1.2.4.1. Capacidad

Es un elemento importante para definir la estrategia operativa. Permite determinar la fuerza de trabajo disponible y hacer una comparativa con la demanda esperada. “También determina si algunas de las partes estarán ociosas y agregarán costos a la producción. Si la instalación es demasiado pequeña, se perderán clientes y quizá mercados completos” (Heizer et al., 2009, p. 288). Con este análisis, es posible decidir si es necesario aumentar o disminuir la fuerza de trabajo. Asimismo, es importante darle seguimiento a la estrategia mediante indicadores de desempeño. Dos métricas útiles son la utilización y la eficiencia.

- La utilización representa cuánto se utiliza la capacidad de diseño y se obtiene dividiendo la producción real entre la producción máxima.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad de diseño o producción máxima}}$$

- La eficiencia representa cuánto se utiliza la capacidad efectiva, y se obtiene dividiendo la producción real entre la producción esperada.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad efectiva o producción esperada}}$$

Dependiendo de la forma en que se usen y administren las instalaciones, puede ser difícil o imposible alcanzar el 100% de eficiencia. La clave para mejorar se encuentra frecuentemente en la corrección de los problemas de calidad, así como en una programación, capacitación y mantenimiento efectivos. (Heizer et al., 2009, p. 289)

Un analista de operaciones analiza el desempeño histórico de producción y prevé si es posible cubrir la demanda esperada con la capacidad actual. Es clave que el analista conozca la diferencia entre la capacidad de diseño y la capacidad efectiva para que su planificación sea acertada. En este punto, es posible establecer un presupuesto y escoger las alternativas que mejor se acoplen a él.

#### **1.2.4.2. Capacidad de diseño**

La capacidad de diseño es la producción teórica máxima de un sistema bajo condiciones ideales. Para muchas compañías medir la capacidad resulta sencillo: es el número máximo de unidades producidas en un tiempo específico. Otras organizaciones usan el tiempo de trabajo total disponible como medida de su capacidad. (Heizer et al., 2009, p. 289)

Es casi imposible hacer uso de la capacidad máxima en su totalidad, no obstante; el operar a una tasa adecuada tanto para el operario como para el patrono es idóneo para maximizar las utilidades del negocio y el bienestar del trabajador desde un punto de vista emocional.

#### **1.2.4.3. Capacidad efectiva**

“La capacidad efectiva es la capacidad que espera lograr una compañía, dados su mezcla de productos, sus métodos de programación, su mantenimiento y sus estándares de calidad” (Heizer et al., 2009, p. 289). Se debe considerar los factores o actividades que disminuyan las horas efectivas de producción. Estos pueden ser porcentajes estimados de ausentismo, rotación de personal, incidencias técnicas o bien las horas de capacitación planificadas.

#### **1.2.4.4. Opciones de incremento en la fuerza de trabajo**

Para tomar la decisión de disponibilidad de tiempo se elige dentro de las siguientes opciones con el objetivo de minimizar el costo de mano de obra:

- Doblar turno: varios equipos de trabajo laborando en una misma jornada.
- Doblar jornada: se utiliza el formato de tiempo disponible de 24 horas diarias acorde a las necesidades de requerimiento, esto se hace cuando el tipo de maquinaria o el espacio físico en planta no permite instalar más líneas de producción.
- Horas extraordinarias: cuando las anteriores posibilidades se agotan, se recurre a laborar horas extras, esta opción es muy cara por lo tanto es de las últimas opciones a tomar en consideración. Cuando las horas que faltan para cumplir con el requerimiento son pocas, generalmente es preferible utilizar ésta última alternativa. El criterio de elección recomienda que el porcentaje de horas extraordinarias (utilizadas/disponibles), debe estar alrededor del 15 %.
- Outsourcing: es pedir a otra compañía que lleva a cabo la misma función la manufactura de los productos faltantes. En una maquila ocurre cuando una empresa toma una de sus fábricas y cambia toda la planta hacia otro país, región o localidad. Ahí produce el mismo artículo de la misma manera, pero con un costo de mano de obra más bajo, impuestos bajos, energía subsidiada, costos de salud ocupacional menores y toda una bondad de beneficios producto de las políticas gubernamentales, nivel de desarrollo y costo de vida de la región.

### 1.3. Productividad

La productividad representa la utilización de los recursos invertidos por la empresa, relación entre los recursos obtenidos y los recursos invertidos. “También se refiere a la utilización eficiente de los recursos al producir bienes/servicios” (Sumanth, 1992, p. 4).

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas}$$

Donde:

- Salidas: bienes o servicio.
- Entradas: mano de obra, materia prima, maquinaria, energía, capital, capacidad técnica.

#### 1.3.1. Tipos de productividad

- “Productividad total: Es la razón de la cantidad producida y la sumatoria de todos los factores de insumo” (Sumanth, 1992, p. 7).

$$Productividad\ total = \frac{Producción}{\sum Insumos}$$

- “Productividad parcial: Es la razón entre la cantidad producida y un solo tipo de insumo” (Sumanth, 1992, p. 7).

$$Productividad\ parcial = \frac{Producción}{1\ solo\ tipo\ de\ insumo}$$

- “Productividad factor total: Es la cantidad producida dividida entre la suma de los insumos de mano de obra y el capital” (Sumanth, 1992, p. 7).

$$Productividad\ de\ factor\ total = \frac{Producción}{Insumo\ mano\ de\ obra + Insumo\ capital}$$

Otros tipos de productividad:

$$Actividades\ productivas = \frac{\sum Operacion + \sum Inspeccion + \sum Combinada}{Tiempo\ total\ empleado}$$

$$Actividades\ improductivas = \frac{\sum Transportes}{Tiempo\ empleado}$$

- “Productividad laboral: Es el resultado de una actividad y los medios que han sido necesarios para obtener dicha producción” (Grifol, 2018, párr. 4).

$$Productividad\ laboral = \frac{\# Unidades\ producidas}{Tiempo\ empleado}$$

#### 1.4. Teoría de inventarios

“Un sistema de inventarios es el conjunto de políticas y controles que regula los niveles de inventarios y determinan aquellos a mantener, cuándo se deben reabastecer existencias y cuál debe ser el volumen de los pedidos” (Chase et al, 2009, p. 547). El control de inventarios es la técnica diseñada para mantener los elementos en existencia en niveles deseados. La administración del inventario es la responsable de establecer las políticas, donde se debe un sistema de control de inventarios; se realiza mediante el uso de un conjunto de procedimientos que se conocen como sistema de administración.

### **1.4.1. Tipos de inventario según su función**

De acuerdo con Caurin (2017), en su artículo *Tipos de inventarios*, indica que según la función que posea el inventario se puede encontrar:

- Inventarios de seguridad o reserva: sirven para cubrir la demanda cuando esta supera la proyección de producción, asimismo, también compensa los fallos que ocasionen paros o retrasos en el proceso productivo.
- Inventarios en tránsito: son registros que permiten conocer la cantidad de producto o bienes que están por llegar de los proveedores a la empresa.
- Inventarios de ciclo: es el resultado de almacenar los productos que excedieron el requerimiento de producción. Este excedente puede ser utilizado para cubrir la demanda futura de la empresa.
- Inventarios de previsión: si la temporada es baja se puede planificar producciones futuras. Es decir, se fabrican productos para temporadas altas y, a la vez, se reduce el tiempo ocioso de los trabajadores.

### **1.4.2. Métodos de control de inventarios**

Para cualquier empresa es de suma importancia optimizar el uso y mejorar el seguimiento de los recursos disponibles. Implementar un método de control de inventarios en las compañías permite maximizar las ganancias y contribuye a aumentar los niveles de servicio, ya que brinda un panorama más preciso de los requerimientos que se pueden cubrir y de esta forma, evitar cancelaciones de las órdenes de compra. Un método eficiente junto a un plan de producción correctamente diseñado incrementa la capacidad de una empresa.

#### 1.4.2.1. Clasificación ABC

Es un sistema para fijar un determinado nivel de control sobre las existencias de un producto. Su objetivo es “reducir esfuerzos, tiempos de control, y costos en el manejo de inventarios. Resulta innecesario controlar artículos de poca importancia” (Guerrero, 2009, p. 20), para las utilidades de la compañía.

La empresa puede identificar aquellos artículos que son realmente importantes y concentrar en ellos una mayor atención, esfuerzo y dinero en su control. No todos los artículos se venden por igual ni generan la misma ganancia; existe un grupo reducido de artículos que son los que generan la mayor parte de las utilidades, mientras que el resto de los artículos representan una utilidad menor. Si se controla el *stock* de este grupo reducido de artículos, se tendrá controlada la mayor parte de las ventas. De acuerdo con Alfonso García, en su obra *Enfoques prácticos para la planeación y el control de inventarios*, el método ABC agrupa los artículos en tres categorías:

- Categoría A: grupo formado por un número de artículos muy importantes.
- Categoría B: grupo integrado por artículos de importancia media.
- Categoría C: grupo formado por un gran número de artículos poco importantes.

Cualquier empresa, sin importar su tamaño puede encontrar en el sistema de clasificación ABC, los beneficios de una mejor rotación de los inventarios y los respectivos ahorros en los costos totales de los inventarios. “Dentro de los sistemas más comunes utilizados para realizar esta clasificación se encuentran:

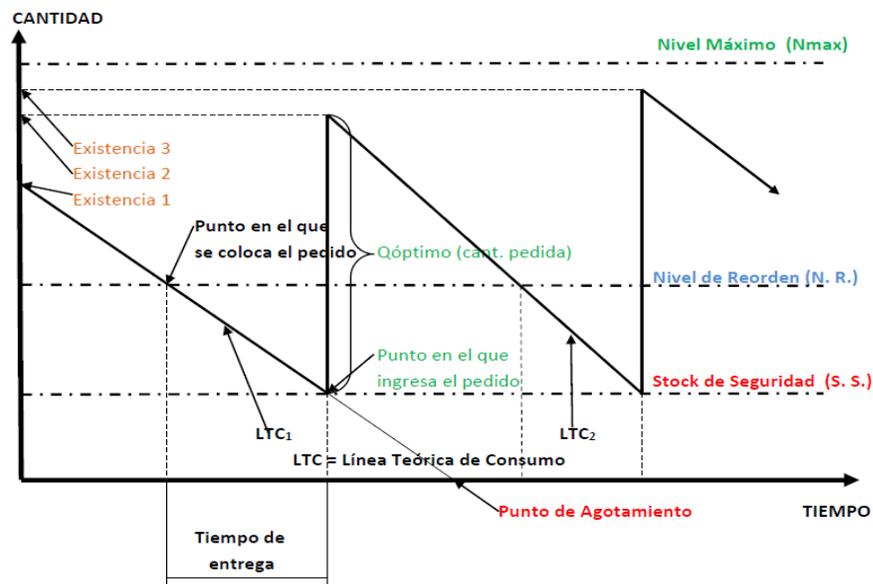
1. Clasificación por precio unitario y total
2. Clasificación por utilización y valor
3. Clasificación por su aporte a las utilidades” (Guerrero, 2009, p. 21).

### 1.4.2.2. Modelo de cantidad fija

De acuerdo con Heizer & Barry (2008), en su obra *Dirección de la operación y de operaciones*, este modelo es conocido por su forma de dientes de sierra. Es práctico de aplicar. Consiste en colocar un nuevo pedido para abastecer la cadena de suministros al llegar al punto de reorden. Este modelo “contempla cumplir con toda la demanda y no permite pedidos acumulados” (Chase et al., 2009, p. 556).

**Figura 1.**

*Modelo de cantidad fija a través del tiempo*



*Nota.* Modelo de cantidad fija a través del tiempo. Adaptado de Chase et al. (2009). *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros*. (<https://valparaiso.redfuturotecnico.cl/wp-content/uploads/2020/08/-Administracion-de-operacion-es-Produccion.pdf>), consultado el 24 de mayo de 2021. De dominio público.

Definición de las variables cuantitativas del gráfico:

- Existencia: inventario disponible
- Planificado: se le denomina de esta forma al requerimiento de materia prima necesario para satisfacer el plan de requerimiento de materiales.
- Ciclo: duración de la tanda de producción, es decir, el periodo que abarca el programa de producción. Este dato debe estar expresado en una unidad de tiempo (día, meses, años, entre otros).
- Máximo nivel de inventario: establece el máximo de inventario que se debe tener en bodega. Toma en consideración la fecha de caducidad del producto, dato brindando por el proveedor. Se calcula de la siguiente manera:

$$N_{max} = \frac{Planificado}{Ciclo} * RN_{max}$$

- $RN_{max}$ : tiempo máximo de almacenamiento.
- Punto de pedido o de reorden: fija cuándo se debe de pedir. Hace referencia al “nivel de inventarios (punto) en el cual hay que emprender una acción para reponer el artículo almacenado” (Heizer & Render, 2008, p. 71).

$$N.R. = \frac{Planificado}{Ciclo} * RNR$$

- $RNR$ : tiempo promedio del plazo de entrega de los últimos pedidos.

- *Stock* de seguridad: “Stock extra que se reserva para hacer frente a una demanda irregular; un amortiguador” (Heizer & Render, 2008, p. 71).

$$S.S. = \frac{Planificado}{Ciclo} * RSS$$

- *RSS*: plazo de entrega más tardío registrado – RNR.
- Línea teórica de consumo: representa el tiempo en el que se consumirá la existencia. También indica cuándo llegarán los pedidos, siendo el *stock* de seguridad la referencia. Se calcula de la siguiente manera:

$$LTC = \frac{Existencia}{Planificado} * Ciclo$$

- Cada materia prima tendrá su propia línea de consumo ya que no todas tiene la misma tasa de utilización. Si fuese perecedera se puede calcular en función del dato brindado por el proveedor:

$$LTC = \frac{Existencia}{Ciclo} * RNMax$$

- Cantidad óptima de pedido: indica el tamaño el número de unidades que se deben ordenar para minimizar los costos y abastecer la producción. Se calcula de la siguiente forma:

$$Q_{opt} = 2 * S.S. + N.R.$$

- Con este valor se puede calcular el nuevo LTC2:

$$Existencia_2 = Q_{opt} + S.S.$$

$$LTC_2 = \frac{Existencia_2}{Planificado} * Ciclo$$

### **1.4.3. Estrategias de revisión**

Son estrategias de abastecimiento en las que se realiza periódicamente conteos físicos de las existencias de materias primas y el producto terminado. Los modelos en que basa la estrategia dependen si la demanda es dependientes o independiente.

La demanda más importante es la previsión obtenida para el plazo de reaprovisionamiento, ya que es cuando la compañía se puede quedar sin existencias. Es para prevenir esta situación para lo que se tiene existencias de seguridad. El sistema de gestión de existencias más utilizado es el sistema de revisión periódica a nivel de pedido, el cual se realiza luego de cada venta.

### **1.4.4. Costos involucrados en modelo de inventarios**

De acuerdo con su obra *Inventarios, manejo y control*, entre estos costos se encuentran indica Guerrero (2009):

- Costo de mantenimiento: se incurre en este costo cuando se tiene un producto almacenado. Se incluye todo lo “asociado a la posesión y mantenimiento de los inventarios” (Heizer & Render, 2008, p. 63). Se puede mencionar los costos de inversión (capital, préstamos, seguros), el costo de arrendamiento o almacenaje, el personal para su control, mermas y otros costos como servicios públicos si fuesen necesarios.

- Costo de oportunidad: representa las órdenes que no se pueden contemplar porque el producto está agotado, ocasionando pérdidas de potenciales clientes y una mala reputación. Incluye también las horas extras para cumplir un pedido y la compra del producto a terceros.
- Costo por ordenar fijo: costo en el que se incurre por colocar una orden de compra o producción, sin importar la cantidad a comprar o fabricar.
- Costo variable: “Cuando el artículo es comprado es lo que cobra el proveedor por cada unidad entregada; si el artículo es producido, este involucra la mano de obra, materia prima y gasto generales de fabricación generados por cada unidad producida” (Guerrero, 2009, p. 20).

## **1.5. Administración de operaciones**

Es el área que se dedica a eficientar la adquisición y el uso de los bienes y recursos. “Se relaciona con todas las áreas claves de una organización. Con la financiera porque precisa inversiones; con la de recursos humanos porque necesita personal para los procesos productivos; con compras para los suministros, y, con ventas para saber qué producir” (Arias, 2020, párr. 16). La administración de operaciones es fundamental para el desarrollo de una empresa.

### **1.5.1. Planeación agregada**

La planificación de operaciones se ocupa de establecer los índices de producción por unidad o grupo de productos de distintas categorías, generalmente a corto o mediano plazo. El propósito principal de la planificación es especificar la combinación óptima de ritmo de producción, nivel de fuerza de trabajo e inventario de materias primas para satisfacer la demanda proyectada.

### **1.5.1.1. Herramientas para la planeación agregada**

“La planeación agregada busca determinar la cantidad y los tiempos de producción necesarios para el futuro intermedio” (Heizer & Render, 2009, p. 528).

Es preferible dejar un margen flexible ante situaciones imprevistas. De acuerdo con Heizer & Render (2009), se necesitan cuatro elementos:

- Unidad lógica o equivalente de los productos que se comercializa
- Sistema de pronósticos
- Un método para determinar los costos
- Un modelo que combine los tres anteriores

Durante la planificación se puede utilizar las siguientes herramientas:

- Cambiar los niveles de inventario para aumentar la capacidad
- Incrementar o disminuir la fuerza de trabajo

### **1.5.1.2. Método para la planeación agregada**

Cuando se realiza una planeación agregada se necesitar conocer cierta información:

- Tiempo estándar de la operación
- Costo de mantener el inventario por unidad de mes
- Costo de subcontratar por unidad
- Tasa salarial promedio por hora y por hora extra
- Costo de incrementar la producción: contratación y capacitación
- Disponibilidad y requerimiento mensual de horas efectivas

### **1.5.1.3. Programación de producción**

Es un programa que indica la cantidad necesaria para satisfacer la demanda esperada y cumplir con el plan de producción. Establece cuáles artículos hay que realizar, cuándo y cuánto se necesita de materia prima para fabricarlo. Para desarrollar este programa se utilizó el modelo de cantidad fija.

### **1.5.1.4. Criterios de programación**

La programación es el nivel de detalle para el realizar el plan de producción y toma en consideración todos los elementos, estos son:

- Número de turnos
- Hora de inicio y de finalización
- Tiempo de cambio
- Saneamientos
- Tiempos de mantenimiento

El objetivo son entregas más flexibles mediante una producción más rápida. De acuerdo con Heizer & Render (2009), los criterios de programación son:

- Minimizar el tiempo de producción
- Maximizar la utilización
- Minimizar el trabajo en proceso
- Minimizar el tiempo de espera de los clientes

## **1.5.2. Programa de requerimiento de materiales**

Técnica de demanda dependiente utilizada en entornos productivos que utilizan inventarios, recepciones esperadas y un sistema de planeación para determinar las necesidades de materiales. Se conoce como sistema MRP (*Material Requirements Planning*). Entre los principales beneficios están:

- “Respuesta más rápida a los cambios del mercado.
- Mejor utilización de las instalaciones y el personal.
- Reducción en los niveles de inventario” (Heizer & Render, 2009, p. 562).

El MRP proporciona detalles sobre las órdenes futuras, retrasadas y las que no deben realizarse. Dada su versatilidad, también brinda información sobre la capacidad y permite planificar cualquier otro recurso que se vea involucrado en el proceso productivo. La relación de todos estos elementos da lugar al ERP (Planeación de los recursos de la empresa).

### **1.5.2.1. Tamaño del lote en el sistema MRP**

Los tamaños de lotes son las cantidades de producto emitidas. “En el caso de las piezas producidas internamente, los tamaños de lotes son las cantidades de producción de los mismos lotes. En cuanto a las piezas compradas, se refiere a las cantidades pedidas al proveedor” (Chase et al., 2009, p. 607). De acuerdo con Chase (2009) existen técnicas para la determinación del tamaño de lotes:

- Lote por lote: esta técnica se caracteriza por la planeación y fabricación de los requerimientos netos correspondientes a los periodos a trabajar sin tomar en consideración los costos de preparación. Tampoco contempla periodos futuros ni las limitaciones de capacidad para la programación.

- Modelo de cantidad de pedido económico: “Implica una tasa constante de demanda con el surtido instantáneo del pedido y sin faltantes” (Taha, 2004, p. 430). No permite llegar al punto de agotamiento. El plazo de entrega es conocido, por lo tanto, se puede incrementar este tiempo promedio para que las tardanzas o sucesos imprevistos no impacten la producción.
  
- Modelo de cantidad de pedido de producción: técnica para determinar la cantidad óptima aplicada a los pedidos de producción. El inventario se recibe a lo largo de un período de tiempo, es decir, llega en varios lotes. Es aplicable en cualesquiera de las siguientes dos situaciones:
  - “El inventario es fluctuante o va acumulándose.
  - Se producen unidades y se venden en forma simultánea. En estas circunstancias se debe tener en cuenta la tasa de producción diaria y la tasa de demanda diaria” (Heizer & Render, 2008, p. 72).
  
- Costo total mínimo: minimiza el costo total comparando los costos de preparación y el costo de los bienes inactivos. Se selecciona el lote donde la diferencia entre ambos valores sea menor. “Si aumenta la cantidad de pedido, el número total de pedidos efectuados y el coste anual de preparación disminuirán. Por otro lado, los costes de almacenamiento aumentarán debido a los mayores inventarios medios que se han de mantener” (Heizer & Render, 2008, p. 66).



## **2. ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO INTERNO**

### **2.1. Clasificación empresarial**

El laboratorio objeto de estudio es una empresa cuyo giro comercial es la venta y comercialización de productos farmacéuticos y afines. Desde su apertura ha comercializado medicamentos de calidad, los cuales le brindan a los consumidores la efectividad y seguridad que demandan, manteniendo un compromiso de mejora continua que permite ofrecer más y mejores productos, así como mejores servicios a sus clientes.

La importancia de los productos farmacéuticos y afines en la sociedad guatemalteca como herramienta esencial para el desarrollo integral de las comunidades; exige productos elaborados bajo los más altos estándares de calidad, que sean adecuados y efectivos para el tratamiento de las enfermedades. Sumado a lo anterior, el laboratorio cuenta con un sistema de gestión de calidad que se encuentra certificado con las buenas prácticas de manufactura, con lo cual ratifica su compromiso con el seguimiento de la calidad de sus productos.

### **2.2. Tipo de industria**

Es una empresa que se dedica al fraccionamiento, elaboración, venta y distribución de productos farmacéuticos y afines, por lo cual se puede describir como una industria farmacéutica. Luego del análisis del portafolio, se identificaron los productos que se encuentran dentro de su catálogo de ventas, de los cuales existen varios que gozan de la aceptación y preferencia de los clientes, lo cual les ha permitido ensanchar su mercado e incrementar su cartera de clientes.

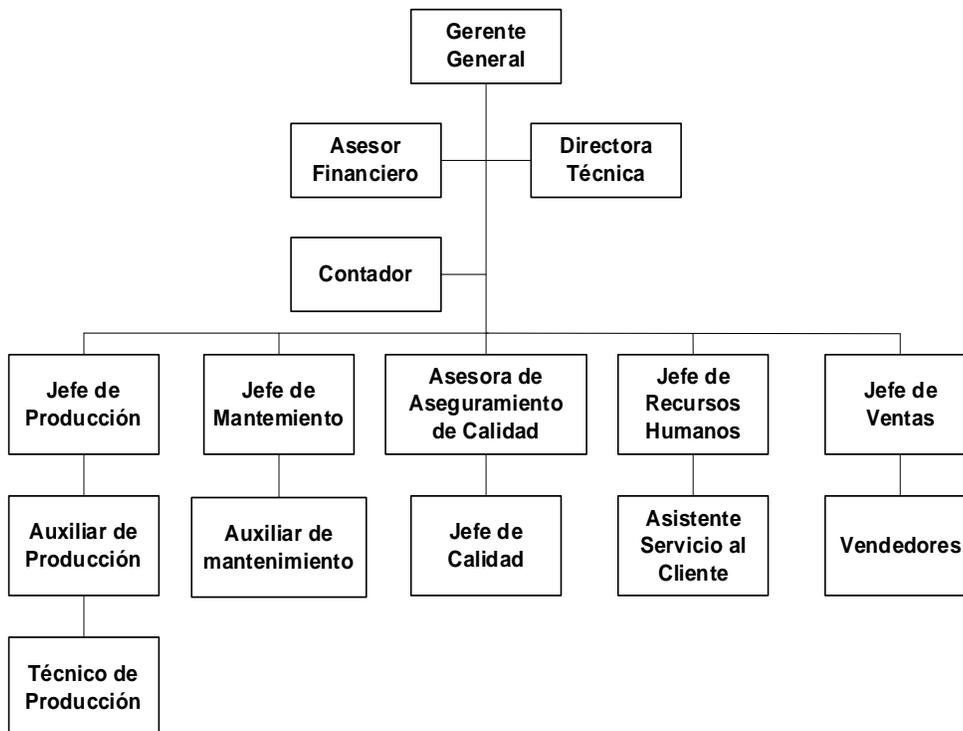
Es importante mencionar que posee las características y los elementos necesarios para alcanzar un nivel óptimo en producción, y en el nivel de las ventas. En la empresa se identifica que las decisiones referentes al inventario están enlazadas con las decisiones de planeación de capacidad y con las estructuras de planeación a mediano y corto plazo.

### 2.3. Estructura organizacional

El laboratorio funciona mediante departamentos interrelacionados entre sí, y se compone de acuerdo con el siguiente esquema:

**Figura 2.**

*Estructura organizacional del laboratorio*



*Nota.* Organigrama de la estructura del laboratorio. Elaboración propia, realizado con Visio.

A continuación, se detallan las actividades que desempeña el personal y las actividades que están a su cargo:

- Gerente general: es la persona que toma todas las decisiones relacionadas a la gestión y dirección administrativa del laboratorio. Durante la investigación se observó que sus funciones diarias son casi nulas porque labora en otra institución entre semana.
- Directora técnica: coordina todas las actividades que se desempeñan diariamente con los jefes de todos los departamentos, quienes le entregan reportes diarios y ella le presenta los resultados al gerente general semanalmente.
- Contador: encargado de los registros contables de la empresa.
- Asesor financiero: no se encuentra todos los días en la empresa. Sin embargo, es quien asesora al gerente en todos lo relacionado con las finanzas y las licencias del laboratorio.
- Jefe de producción: es quien desarrolla el plan de producción para cumplir con la demanda de la empresa. Supervisa las líneas de producción y verifica que se cumplan las indicaciones brindadas por el departamento de Calidad y de Mantenimiento. También se encarga de la bodega de materia prima y producto terminado.
- Jefe de calidad: diseña e implementa los procesos para cumplir con las licencias sanitarias y con el certificado de buenas prácticas de manufactura establecido por el MSPAS (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social).

- Jefe de ventas: es el encargado del portafolio de clientes y de las ventas del laboratorio.
- Jefe de recursos humanos: regula los aspectos relacionados al capital humano de la empresa. Le da seguimiento a la planificación y contratación del personal, así como evaluar su desempeño y registrar sus procesos disciplinarios. También se encarga de la gestión de nóminas, prestaciones y beneficios de los trabajadores.
- Jefe de mantenimiento: es el responsable de los mantenimientos correctivos y preventivos de las máquinas y equipos que se utilizan en producción.

#### **2.4. Productos elaborados y materias primas**

La empresa percibe sus ingresos principalmente de la venta de productos farmacéuticos, los cuales son requeridos por varias entidades del Estado y clientes particulares. En este grupo de productos farmacéuticos se encuentran además productos afines como alcohol, soluciones, yodo, aceites minerales, agua oxigenada, mercurocromo, acetona, glicerina, entre otros.

No obstante, se persigue escalar hacia los grandes mercados debido a su capacidad de producción, es por ello por lo que la gerencia siempre busca nuevas alternativas y oportunidades. Las ventas por contrato abierto podrían significar una de esas alternativas, ya que por medio de esta modalidad de compra es posible beneficiar a las instituciones del Estado ofreciéndoles precios más competitivos. Estas modalidades de compra se ejecutan mediante eventos ingresando al portal de Guatecompras.

### 2.4.1. Listado de productos terminados

El portafolio de productos terminados del laboratorio es el siguiente:

**Tabla 2.**

*Productos terminados*

Producto terminado					
No	Producto	Volumen	Envase	Precio Farmacia y Droguería	Precio Público
PT-1	Aceite de Ajenjo	1 onza	Gotero	Q 9.20	Q 11.50
PT-2	Aceite de Almendra	1 onza	Gotero	Q 8.50	Q 11.47
PT-3	Aceite de Ricino	1 onza	Gotero	Q 8.40	Q 10.54
PT-4	Aceite de Ricino	2 onzas	2 onzas	Q 12.11	Q 15.13
PT-5	Aceite de Ruda	1 onza	Gotero	Q 9.80	Q 12.25
PT-6	Aceite Mineral	4 onzas	4 onzas	Q 12.34	Q 14.72
PT-7	Aceite Rosado (Mosca)	1 onza	Gotero	Q 9.80	Q 12.25
PT-8	Acetona	2 onzas	2 onzas	Q 6.41	Q 8.00
PT-9	Agua Oxigenada	16 onzas	16 onzas	Q 5.00	Q 6.25
PT-10	Agua Oxigenada	1 onza	Atomizador	Q 3.60	Q 5.40
PT-11	Alcohol Etilico al 55 %	1 onzas	Atomizador	Q 4.12	Q 6.17
PT-12	Alcohol al 95 %	250 ml	250 ml	Q 13.41	Q 13.76
PT-13	Glicerina	1 onza	Gotero	Q 7.39	Q 9.23
PT-14	Lent Pro	<i>Kit</i>	<i>Kit</i>	Q 12.60	Q 16.80
PT-15	Mercurocromo	1 onza	Gotero	Q 6.09	Q 7.62
PT-16	Mercurocromo	1 onza	Atomizador	Q 6.88	Q 8.81
PT-17	Merthiosana	1 onza	Gotero	Q 5.80	Q 7.26
PT-18	Merthiosana	1 onza	Atomizador	Q 6.55	Q 8.39
PT-19	Miel de Achicoria	1 onza	Gotero	Q 8.54	Q 10.67
PT-20	Repelentes para zancudos	4 onzas	Atomizador	Q 17.54	Q 22.15
PT-21	Shampoo para piojos	2 onzas	2 onzas	Q 9.45	Q 12.76
PT-22	Siete Espíritus	1 onza	Gotero	Q 9.00	Q 11.27
PT-23	Timerosal	1 onza	Gotero	Q 6.67	Q 8.35
PT-24	Timerosal	1 onza	Atomizador	Q 7.47	Q 9.58
PT-25	Tintura Cordial del Susto	1 onza	Gotero	Q 10.52	Q 13.15
PT-26	Tintura de Árnica	1 onza	Gotero	Q 10.52	Q 13.15
PT-27	Tintura de Ruibarbo	1 onza	Gotero	Q 7.49	Q 9.36
PT-28	Violeta de Genciana	1 onza	Gotero	Q 7.04	Q 8.80
PT-29	Violeta de Genciana	1 onza	Atomizador	Q 7.82	Q 10.05

Continuación de la tabla 2.

Producto terminado						
No	Producto	Volumen	Envase	Precio Farmacia y Droguería		Precio Público
PT-29	Violeta de Genciana	1 onza	Atomizador	Q	7.82	Q 10.05

*Nota.* Catálogo de productos. Adaptado de registros del Laboratorio Farmacéutico (2021). *Precios actualizados 2021.*

### 2.4.2. Listado de materias primas

La materia prima que se utiliza se enlista a continuación:

**Tabla 3.**

*Materias primas*

Listado de materia prima			
No	Producto	No	Producto
MP-1	Aceite de Ajenjo	MP-19	Esencia Citronela
MP-2	Aceite de Ricino	MP-20	Esencia de Almendra
MP-3	Aceite Mineral	MP-21	Esencia Limón Fresco
MP-4	Aceite Rosa de Mosqueta	MP-22	Esencia Mango Splash
MP-5	Aceite Vegetal	MP-23	Esencia Naranja Roja España
MP-6	Acetona	MP-24	Esencia Sandía Kids
MP-7	Ácido Benzoico	MP-25	Glicerina
MP-8	Ácido Cítrico	MP-26	Goma Arábica
MP-9	Agua Desmineralizada	MP-27	Metil Paraben
MP-10	Alcohol Etilico al 95 %	MP-28	Peróxido de Hidrógeno 50 %
MP-11	Amida de Coco	MP-29	Propil Paraben
MP-12	Azúcar	MP-30	Raíz de Ruibarbo
MP-13	Betaína de Coco	MP-31	Sabor Fresa Madura
MP-14	Citrato de Sodio	MP-32	Siete Espiritus
MP-15	Cloruro de Sodio	MP-33	Tiamina
MP-16	Cloruro de Potasio	MP-34	Timerosal
MP-17	Cristales de Mercurocromo	MP-35	Tintura de Árnica
MP-18	D-Pantenol	MP-36	Violeta de Genciana

*Nota.* Se presenta el listado de las materias primas que se utilizan. Adaptado de registros del Laboratorio Farmacéutico (2021). *Materias primas.*

La producción y las ventas se determinaron con registros históricos. No existe ningún plan de producción, sino que se persigue la demanda. Por otro lado, la administración del laboratorio cambió a inicios del 2020 por lo que se utilizó el periodo del 2019, 2020 e inicio del 2021 como referencia.

### 2.4.3. Producción en unidades mensuales

El laboratorio utiliza hojas de producción para llevar un control de cada producto que se ha producido durante el mes.

**Tabla 4.**

*Producción mensual en unidades del año 2019*

Producto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aceite de Ajenjo	277	366	211	0	786	344	342	309	0	624	0	371
Aceite de Almendra	0	0	352	0	0	0	0	380	318	0	0	0
Aceite de Ricino	0	0	0	0	0	0	0	1,270	1,090	280	2822	1,147
Aceite de Ruda	260	0	496	0	0	0	0	0	0	842	0	0
Aceite Mineral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,608	0
Aceite Rosado (Mosca)	256	0	251	0	0	0	0	121	599	0	0	0
Acetona	520	140	168	83	570	164	0	365	351	0	559	517
Agua Oxigenada	11	334	0	308	0	0	0	0	0	210	342	61
Glicerina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	3,917	1,554
Lent Pro	0	0	0	0	0	0	0	0	352	12	48	0
Mercurocromo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	521	3,677	2,510
Merthiosana	683	0	510	0	0	300	155	793	410	389	125	280
Miel de Achicoria	2,095	677	654	0	2,628	0	1,430	1,436	673	1,443	772	730
Repelentes para zancudos	1,109	0	0	1,015	0	975	1,045	976	2,066	998	0	0
Shampoo para Piojos	0	0	1,068	0	0	1,267	0	0	0	0	0	120
Siete Espíritus	667	0	517	0	1,046	479	509	987	612	616	889	0
Tintura Cordial del Susto	0	0	246	0	272	0	0	0	1,016	0	0	0
Tintura de Árnica	390	370	495	0	0	0	370	0	607	0	0	238
Tintura de Ruibarbo	0	155	503	0	0	0	329	0	466	0	184	198

*Nota.* Se presenta la producción obtenida durante el año. Adaptado de registros de producción del Laboratorio Farmacéutico (2019). *Registros de producción.*

**Tabla 5.***Producción mensual en unidades del año 2020*

Producto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aceite de Ajenjo	0	397	0	398	362	754	324	701	0	341	0	863
Aceite de Almendra	339	0	0	375	0	0	384	348	325	0	0	346
Aceite de Ricino	2,285	1,209	1,810	3,873	2,265	2,221	3,358	5,647	0	4,486	3,391	0
Aceite de Ruda	0	0	0	0	0	0	0	32	360	592	0	0
Aceite Mineral	1,505	2,065	901	1,002	1,797	0	1,855	0	1,594	1,872	0	1,968
Aceite Rosado (Mosca)	0	0	0	600	0	0	0	0	123	300	0	0
Acetona	0	363	533	0	249	528	308	1	576	136	337	517
Agua Oxigenada	325	657	816	0	0	0	0	0	1,075	925	0	0
Alcohol al 95 %	0	0	0	0	0	1,364	2,008	3,261	375	750	0	0
Alcohol Etilico al 55 %	0	0	0	0	0	673	1,460	1,367	1,141	648	274	659
Glicerina	5,773	3,417	29,714	16,460	2,981	0	0	6,093	0	2,790	5,242	1,454
Lent Pro	0	0	61	169	0	0	0	0	725	0	0	0
Mercurocromo	5,524	3,768	3378	2,205	4,331	1,763	5,096	4,817	5,176	2,301	5,112	2,352
Merthiosana	200	600	273	732	0	0	604	0	1,022	860	0	0
Miel de Achicoria	1,433	736	1,366	709	1,414	1,383	2,413	850	1,487	2,343	761	1,510
Repelentes para zancudos	0	1,000	0	0	0	993	503	998	1,167	0	1,000	0
Shampoo para Piojos	867	0	0	0	0	0	0	1,549	0	0	0	0
Siete Espiritus	996	125	608	605	634	1,002	2,022	1,021	1,096	603	998	739
Tintura de Árnica	630	0	0	480	0	366	0	413	314	348	0	860
Tintura de Ruibarbo	0	193	0	358	0	317	132	502	0	585	0	105
Violeta de Genciana	1,304	3,483	1,769	1,742	2,882	1,757	4,055	4,010	2,801	3,403	3,223	416

*Nota.* Se presenta la producción obtenida durante el año. Adaptado de registros de producción del Laboratorio Farmacéutico (2020). *Registro de producción.*

Durante el 2020 el laboratorio fue sujeto a los cambios y exigencias que el mercado sufrió derivado de la pandemia mundial de COVID-19. Durante este año, el departamento de producción también tuvo que alinearse al plan de trabajo de la nueva administración, quienes mantuvieron los procesos y se alinearon a la forma de trabajo existente.

**Tabla 6.***Producción mensual en unidades del año 2021*

Producto	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Aceite Mineral	0	1,676	1,789	0	1,303
Acetona	821	0	499	282	242
Agua Oxigenada	0	898	0	686	0
Alcohol al 95 %	0	0	100	164	0
Alcohol Etílico al 55 %	1,376	0	1,260	1,001	684
Glicerina	0	4,787	2,064	9,429	0
Mercurocromo	3,569	4,129	4,568	5,766	3,385
Merthiosana	860	0	0	0	0
Repelentes para zancudos	989	0	1,000	0	1,000
Shampoo para Piojos	0	0	1,362	0	0
Timerosal	0	675	652	0	668
Violeta de Genciana	1,815	1,640	3,540	1,775	15

*Nota.* Producción que se obtiene durante el año. Adaptado de los registros de producción del Laboratorio Farmacéutico (2021). *Registro de producción.*

Los registros de producción también sirven para llevar un conteo de los lotes que realizan. Dichos registros son autorizados por la encargada de producción, que posterior a su autorización los archiva junto a la orden de compra para la que se realizó el lote. Para la elaboración de las tablas se utilizó Microsoft Office Excel y se tabularon los datos de los registros archivados.

#### **2.4.4. Ventas en unidades mensuales**

El registro total de las ventas se obtuvo del programa contable que utiliza la empresa para almacenar esta información, Diamond versión 9.2. Posee mecanismos de seguridad que permiten guardar la información de forma segura.

**Tabla 7.***Ventas mensuales en unidades del año 2019*

Producto	Ventas mensuales en unidades del año 2019											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aceite de Ajenjo	277	214	211	0	775	270	340	309	0	125	0	212
Aceite de Almendra	0	0	260	0	0	0	0	315	154	0	0	0
Aceite de Ricino	0	0	0	0	0	0	0	1,270	1,090	280	2,235	1,147
Aceite de Ruda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	0	0
Aceite Mineral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,608	0
Aceite Rosado (Mosca)	120	0	200	0	0	0	0	121	14	0	0	0
Acetona	455	140	168	82	278	164	0	355	163	0	390	294
Agua Oxigenada	11	190	0	308	0	0	0	0	0	210	219	61
Alcohol Etilico al 55 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glicerina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	3,540	1,554
Lent Pro	0	0	0	0	0	0	0	0	61	12	48	0
Mercurocromo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	521	3,677	2,510
Merthiosana	518	0	335	0	0	300	155	640	110	389	55	280
Miel de Achicoria	1,132	677	654	0	1,820	0	1,325	1,400	610	1,255	772	730
Repelentes para zancudos	739	0	0	354	0	820	1,045	976	2,061	670	0	0
Shampoo para piojos	0	0	455	0	0	215	0	0	0	0	0	120
Siete Espíritus	12	0	517	0	1,046	455	509	815	425	480	860	0
Timerosal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tintura Cordial del Susto	0	0	40	0	225	0	0	0	59	0	0	0
Tintura de Árnica	101	314	225	0	0	0	125	0	24	0	0	147
Tintura de Ruibarbo	0	114	109	0	0	0	120	0	40	0	184	32
Violeta de Genciana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Nota.* Ventas mensuales 2019. Adaptado de Diamond 9.2, programa contable del Laboratorio Farmacéutico (2021). *Reporte de ventas.*

**Tabla 8.***Ventas mensuales en unidades del año 2020*

Producto	Ventas mensuales en unidades del año 2020											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aceite de Ajenjo	0	310	0	275	320	615	324	290	0	235	0	855
Aceite de Almendra	140	0	0	20	0	0	330	348	215	0	0	346
Aceite de Ricino	2,285	1,209	1,810	2,535	1,160	1,496	3,358	2,725	0	1,610	1,280	0
Aceite de Ruda	145	10	10	0	25	20	150	225	335	45	25	142
Aceite Mineral	990	890	901	750	1,260	0	1,260	0	1,594	360	0	1,265
Aceite Rosado (Mosca)	0	0	0	45	0	0	0	0	123	50	0	0
Acetona	0	325	260	0	249	430	200	1	555	136	337	270
Agua Oxigenada	260	450	790	0	0	0	0	0	1,020	327	0	0
Alcohol al 95 %	0	0	0	0	0	673	1,460	1,367	1,102	211	274	100
Alcohol Etilico al 55 %	0	0	0	0	0	556	1,890	1,290	375	420	0	0
Glicerina	4,175	3,417	25,985	12,852	2,915	0	0	3,222	0	1,635	4,250	1,454
Lent Pro	0	0	61	25	0	0	0	0	92	0	0	0
Mercurocromo	5,524	3,725	3,378	2,205	3,290	1,626	5,096	3,510	5,176	2,301	4,432	2,352
Merthiosana	95	570	270	175	0	0	370	0	655	25	0	0
Miel de Achicoria	1,255	736	1,366	709	1,120	1,115	2,200	850	1,487	1,557	761	1,510
Repelentes para zancudos	0	124	0	0	0	646	503	350	765	0	779	0
Shampoo para piojos	513	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0
Siete Espíritus	437	125	608	270	634	880	1,740	1,021	1,096	603	998	720
Timerosal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tintura Cordial del Susto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tintura de Árnica	345	0	0	175	0	120	0	275	51	200	0	650
Tintura de Ruibarbo	0	30	0	240	0	265	132	250	0	150	0	105
Violeta de Genciana	1,304	1,790	1,769	1,742	2,640	1,585	4,055	1,822	2,801	1,497	3,158	416

*Nota.* Ventas mensuales 2020. Adaptado de Diamond 9.2, programa contable del Laboratorio Farmacéutico (2021). *Reporte de ventas.*

**Tabla 9.***Ventas mensuales en unidades del año 2021*

Producto	Ventas mensuales en unidades del año 2021				
	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Aceite de Ajenjo	0	0	0	0	0
Aceite de Almendra	0	0	0	0	0
Aceite de Ricino	0	0	0	0	0
Aceite de Ruda	0	0	0	0	0
Aceite Mineral	0	1,210	1,291	0	645
Aceite Rosado (Mosca)	0	0	0	0	0
Acetona	426	0	365	0	0
Agua Oxigenada	0	315	0	400	0
Alcohol al 95 %	0	0	100	164	0
Alcohol Etilico al 55 %	1,376	0	1,095	830	536
Glicerina	0	2,255	2,064	5,460	0
Lent Pro	0	0	0	0	0
Mercurocromo	3,569	3,240	3,560	5,124	978
Merthiosana	375	0	0	0	0
Miel de Achicoria	0	0	0	0	0
Repelentes para zancudos	870	0	585	0	535
Shampoo para piojos	0	0	445	0	0
Siete Espíritus	0	0	0	0	0
Timerosal	0	165	400	0	220
Tintura Cordial del Susto	0	0	0	0	0
Tintura de Árnica	0	0	0	0	0
Tintura de Ruibarbo	0	0	0	0	0
Violeta de Genciana	662	719	991	1,198	2,914

*Nota.* Ventas mensuales 2021. Adaptado de Diamond 9.2, programa contable del Laboratorio Farmacéutico (2021). *Reporte de ventas.*

## 2.4.5. Demanda real mensual

La demanda real se obtuvo de las solicitudes de compra del departamento de Ventas. Se tabuló la totalidad de la información de forma mensual.

**Tabla 10.**

*Demanda mensual real en unidades del año 2019*

Demanda mensual real en unidades												
Producto	2019											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aceite de Ajenjo	325	214	435	45	775	270	340	425	35	125	270	212
Aceite de Almendra	0	55	260	25	0	60	70	315	154	85	50	164
Aceite de Ricino	2,108	2,695	1,465	1,610	2,290	2,765	2,530	2,690	1,179	2,445	2,235	1,415
Aceite de Ruda	0	149	0	45	125	25	160	147	14	180	155	47
Aceite Mineral	1,717	1,663	620	960	705	1,292	915	1,280	770	1,480	1,225	933
Aceite Rosado (Mosca)	120	70	200	60	25	60	25	210	14	120	210	0
Acetona	455	215	765	82	278	425	95	355	163	235	390	294
Agua Oxigenada	85	190	495	310	110	182	415	430	180	370	219	219
Alcohol Etilico al 55 %	160	170	95	170	138	84	185	330	90	240	305	106
Glicerina	1,999	5,880	3,285	1,735	4,720	5,995	4,045	4,420	2,425	4,660	3,540	2,320
Lent Pro	25	25	140	10	0	160	15	56	61	15	84	43
Mercurocromo	4,919	5,295	2,935	1,635	4,700	3,895	5,247	4,422	2,450	3,540	3,855	3,480
Merthiosana	518	300	335	0	25	300	310	640	110	582	55	304
Miel de Achicoria	1,132	750	1,605	95	1,820	840	1,325	1,400	610	1,255	1040	1,175
Repelentes para zancudos	739	174	0	0	0	0	0	0	2,061	670	285	247
Shampoo para piojos	436	340	455	50	400	215	240	200	98	150	230	281
Siete Espiritus	12	214	844	0	1,055	455	655	815	425	480	860	597
Timerosal	515	340	905	320	315	745	186	510	525	210	840	320
Tintura Cordial del Susto	0	114	40	0	225	25	35	210	59	100	170	0
Tintura de Árnica	101	314	225	85	225	200	125	335	24	225	245	147
Tintura de Ruibarbo	165	114	109	35	100	200	120	255	40	110	275	32
Violeta de Genciana	2,219	1,340	2,260	1,160	1,685	2,280	1,742	2,629	1,463	1,990	1,405	1,450

*Nota.* Demanda real. Adaptado de los registros de ventas del Laboratorio Farmacéutico (2019).  
*Solicitudes de compra.*

**Tabla 11.***Demanda mensual real en unidades del año 2020*

Demanda mensual real en unidades												
Producto	2020											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aceite de Ajenjo	90	310	190	275	320	615	450	290	410	235	235	855
Aceite de Almendra	140	15	290	20	45	145	330	350	215	50	50	438
Aceite de Ricino	2,525	2,430	2,390	2,535	1,160	1,496	5,385	2,725	4,110	1,610	1,280	3,690
Aceite de Ruda	145	10	10	0	25	20	150	225	335	45	25	160
Aceite Mineral	990	890	1,858	750	1,260	535	1,260	650	1,915	360	1,126	1,265
Aceite Rosado (Mosca)	35	0	150	45	125	20	190	25	315	50	145	210
Acetona	310	325	260	320	301	430	200	95	555	145	418	270
Agua Oxigenada	260	450	790	867	1,201	1,291	555	1,740	1,020	327	205	545
Alcohol al 95 %	0	0	0	0	2,795	2,058	3,640	2,174	1,102	211	483	100
Alcohol Etilico al 55 %	302	215	4,395	3,315	785	556	1,890	1,290	1,270	420	200	822
Glicerina	4,175	4,915	25,985	12,852	2,915	1,881	3,330	3,222	4,060	1,635	4,250	4,160
Lent Pro	87	51	79	25	35	10	96	16	92	66	96	0
Mercurocromo	5,670	3,725	4,820	3,923	3,290	1,626	6,885	3,510	6,570	2,305	4,432	5,672
Merthiosana	95	570	270	175	56	0	370	495	655	25	53	594
Miel de Achicoria	1,255	970	1,507	1,120	1,120	1,115	2,200	1,105	1,720	1,557	1,420	1,905
Repelentes para zancudos	685	124	858	165	398	646	1,064	350	765	252	779	615
Shampoo para piojos	513	200	25	60	95	138	115	200	302	155	72	140
Siete Espiritus	437	340	710	270	750	880	1,740	1,095	1,370	652	1,025	720
Timerosal	685	695	865	372	140	225	1,040	425	1,035	170	745	902
Tintura Cordial del Susto	35	10	10	0	0	45	175	0	120	25	50	75
Tintura de Árnica	345	325	15	175	285	120	125	275	51	200	160	650
Tintura de Ruibarbo	155	30	140	240	100	265	220	250	340	150	280	220
Violeta de Genciana	2,200	1,790	2,120	1,892	2,640	1,585	4,905	1,822	4,015	1,497	3,158	3,657

*Nota.* Demanda real. Adaptado de los registros de ventas del Laboratorio Farmacéutico (2020).  
*Solicitudes de compra.*

**Tabla 12.***Demanda mensual real en unidades del año 2021*

Demanda mensual real en unidades					
Producto	2021				
	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Aceite de Ajenjo	579	175	393	740	54
Aceite de Almendra	100	75	470	25	140
Aceite de Ricino	2,640	1,762	2,672	2,705	1,059
Aceite de Ruda	16	50	103	310	0
Aceite Mineral	1,345	1,210	1,291	1,061	645
Aceite Rosado (Mosca)	125	70	25	290	0
Acetona	426	100	365	0	0
Agua Oxigenada	680	315	315	400	0
Alcohol al 95 %	380	401	275	230	325
Alcohol Etílico al 55 %	1,449	375	1,095	830	536
Glicerina	310	2,255	3,014	5,460	10,506
Lent Pro	97	47	31	41	50
Mercurocromo	3,791	3,240	3,560	5,124	978
Merthiosana	375	140	0	140	0
Miel de Achicoria	989	680	1,180	1,485	228
Repelentes para zancudos	870	225	585	320	535
Shampoo para piojos	225	260	445	466	25
Siete Espíritus	980	347	740	1,245	0
Timerosal	905	165	400	440	220
Tintura Cordial del Susto	54	100	7	155	0
Tintura de Árnica	210	50	175	300	25
Tintura de Ruibarbo	55	125	173	160	0
Violeta de Genciana	1,962	1,445	3,113	1,880	1,070

*Nota.* Demanda real. Adaptado de los registros de ventas del Laboratorio Farmacéutico (2021).  
*Solicitudes de compra.*

## 2.4.6. Sobreproducción y demanda insatisfecha

En este apartado se encuentran detallados con signo positivo los excedentes en producción y con signo negativo la suma de los pedidos que no fueron despachados. Se tomó en cuenta que los excedentes compensaban la demanda del siguiente mes y sirven como *stock* de mercadería.

**Tabla 13.**

*Sobreproducción y demanda insatisfecha en unidades del año 2019*

Producto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aceite de Ajenjo	-325	152	-283	-45	11	85	87	-338	-35	499	229	159
Aceite de Almendra	0	-55	92	67	0	-60	-70	65	229	144	-50	-164
Aceite de Ricino	-2,108	-2,695	-1,465	-1,610	-2,290	-2,765	-2,530	-2,690	-1,179	-2,445	587	-828
Aceite de Ruda	260	-149	496	451	-125	-25	-160	-147	-14	662	507	-47
Aceite Mineral	-1,717	-1,663	-876	-960	-705	-1,292	-915	-1,280	-770	-1,480	-1,609	-933
Aceite Rosado (Mosca)	136	-70	51	-9	-25	-60	-25	-210	585	465	-210	0
Acetona	65	-215	-765	1	293	-132	-95	10	198	-37	169	392
Agua Oxigenada	-85	144	-351	-310	-110	-182	-415	-430	-180	-370	123	-96
Alcohol Etilico al 55 %	-160	-170	-95	-170	-138	-84	-313	-330	-90	-240	-305	-106
Glicerina	-1,999	-5,880	-3,285	-1,735	-4,720	-5,995	-4,045	-4,420	-2,425	-4,660	377	-1,943
Lent Pro	-25	-25	-140	-10	0	-160	-15	-56	291	276	-84	-43
Mercurocromo	-4,919	-5,295	-2,935	-1,635	-4,700	-3,895	-5,247	-4,422	-2,450	-3,540	-3,855	-3,480
Merthiosana	165	-300	175	175	150	0	-310	153	453	-129	70	-234
Miel de Achicoria	963	-750	-1,605	-95	808	-32	105	141	204	392	-648	-1,175
Repelentes para zancudos	370	-174	-339	661	296	155	-934	-1,205	5	333	48	-247
Shampoo para piojos	-436	-340	613	563	-400	1,052	812	-200	-98	-150	-230	-281
Siete Espíritus	655	-214	-844	0	-1,055	24	-631	172	359	495	524	-73
Timersal	-515	-340	-2,697	-320	-315	-745	-186	-510	-525	-210	-840	-320
Tintura Cordial del Susto	0	-114	206	206	253	228	-35	-210	957	857	-170	0
Tintura de Árnica	289	56	326	241	-225	-200	245	-90	583	358	-245	91
Tintura de Ruibarbo	-165	41	435	400	-100	-200	209	-46	426	316	-275	166
Violeta de Genciana	-2,219	-1,340	-2,260	-1,160	-1,685	-2,280	-1,742	-2,629	-1,463	-1,990	-1,405	-1,450

*Nota.* Sobreproducción y demanda insatisfecha que se ha dado durante el año. Adaptado de los Registros de Producción y Ventas (2019). *Histórico de producción y ventas.*

**Tabla 14.***Sobreproducción y demanda insatisfecha en unidades del año 2020*

Producto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aceite de Ajenjo	69	156	-34	123	165	304	-146	411	1	107	-128	8
Aceite de Almendra	199	184	-106	355	310	165	219	-131	110	60	10	-428
Aceite de Ricino	-2,525	-2,430	-2,390	1,338	2,443	3,168	-2,217	2,922	-1,188	2,876	4,987	1,297
Aceite de Ruda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-18
Aceite Mineral	515	1,690	-168	252	789	254	849	199	-1,716	1,512	386	1,089
Aceite Rosado (Mosca)	-35	0	-150	555	430	410	220	195	-120	250	105	-105
Acetona	82	120	393	73	-228	98	206	111	132	-13	-418	247
Agua Oxigenada	65	272	298	-569	-1,201	-1,291	-555	-1,740	55	653	448	-97
Alcohol al 95 %	0	0	0	0	-2,795	-2,058	-3,640	-2,174	39	476	-7	559
Alcohol Etilico al 55 %	-302	-215	-4,395	-3,315	-785	808	926	2,897	1,627	1,957	1,757	935
Glicerina	1,598	-3,317	3,729	7,337	7,403	5,522	2,192	5,063	1,003	2,158	3,150	-1,010
Lent Pro	-87	-51	-79	144	109	99	3	-13	633	567	471	471
Mercurocromo	-5,670	43	-4,777	-3,923	1,041	1,178	-5707	1,307	-5,263	-2,305	680	-4,992
Merthiosana	105	135	,138	695	639	639	873	378	745	1,580	1,527	933
Miel de Achicoria	178	-792	-1,507	-1,120	294	562	775	-330	-1,720	786	-634	-1,905
Repelentes para zancudos	-685	876	18	-147	-398	347	-717	648	1,050	798	1,019	404
Shampoo para piojos	354	154	129	69	-26	-138	-115	1,349	1,047	892	820	680
Siete Espíritus	559	219	-491	335	-415	122	404	-691	-1,370	-652	-1,025	19
Timerosal	-685	-695	-865	-372	-140	-225	-1,040	-425	-1,035	-170	-745	-902
Tintura Cordial del Susto	-35	-10	-10	0	0	-45	-175	0	-120	-25	-50	-75
Tintura de Árnica	376	51	36	341	56	302	177	315	578	726	566	776
Tintura de Ruibarbo	11	174	34	152	52	104	-116	252	-88	435	155	-65
Violeta de Genciana	-2,200	1,693	-427	-1,892	242	414	-4,491	2,188	-1,827	1,906	1,971	-1,686

*Nota.* Sobreproducción y demanda insatisfecha que se produjo durante el año. Adaptado de los Registros de Producción y Ventas (2020). *Histórico de producción y ventas.*

**Tabla 15.***Sobreproducción y demanda insatisfecha en unidades del año 2021*

Producto	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Aceite de Ajenjo	-571	-175	-393	-740	-54
Aceite de Almendra	-100	-75	-470	-25	-140
Aceite de Ricino	-1,343	-1,762	-2,672	-2,705	-1,059
Aceite de Ruda	-16	-50	-103	-310	0
Aceite Mineral	-256	466	964	-97	658
Aceite Rosado (Mosca)	-125	-70	-25	-290	0
Acetona	642	542	676	958	1,200
Agua Oxigenada	-680	583	268	554	554
Alcohol al 95 %	179	-222	-275	-230	-325
Alcohol Etilico al 55 %	-514	-375	165	336	484
Glicerina	-310	2532	-482	3,969	-6,537
Lent Pro	374	327	296	255	205
Mercurocromo	-3,791	889	1,897	2,539	4,946
Merthiosana	1,418	1,278	1,278	1,138	1,138
Miel de Achicoria	-989	-680	-1,180	-1,485	-228
Repelentes para zancudos	523	298	713	393	858
Shampoo para piojos	455	195	1112	646	621
Siete Espíritus	-961	-347	-740	-1,245	0
Timerosal	-905	510	762	322	770
Tintura Cordial del Susto	-54	-100	-7	-155	0
Tintura de Árnica	566	516	341	41	16
Tintura de Ruibarbo	-55	-125	-173	-160	0
Violeta de Genciana	-1,962	195	622	-1,258	-1,070

*Nota.* Sobreproducción y demanda insatisfecha en el transcurso del año. Adaptado de los Registros de Producción y Ventas (2021). *Histórico de producción y ventas.*

#### **2.4.7. Utilidades no percibidas por demanda insatisfecha**

Para este apartado se cuantificaron el total de órdenes que no fueron realizadas por el departamento de Producción, y se multiplicó por el precio de venta a mayoristas.

**Tabla 16.***Utilidades no devengadas*

Producto	2019	2020	2021
Aceite de Ajenjo	-Q 9,430.00	-Q 2,824.40	-Q 35,631.60
Aceite de Almendra	-Q 3,662.30	-Q 6,109.50	-Q 14,895.50
Aceite de Ricino	-Q 207,957.60	-Q 98,891.60	-Q 187,478.40
Aceite de Ruda	-Q 6,126.60	-Q 155.80	-Q 8,803.62
Aceite Mineral	-Q 130,627.66	-Q 17,320.46	-Q 4,394.46
Aceite Rosado (Mosca)	-Q 5,593.00	-Q 3,762.11	-Q 9,374.02
Acetona	-Q 11,438.39	-Q 6,056.39	-Q 6.41
Agua Oxigenada	-Q 23,261.80	-Q 50,162.60	-Q 6,251.00
Alcohol al 95 %	Q -	-Q 98,200.43	-Q 24,499.60
Alcohol Etilico al 55 %	-Q 20,245.08	-Q 82,906.28	-Q 16,049.88
Glicerina	-Q 378,177.01	-Q 39,801.01	-Q 134,846.21
Lent Pro	-Q 5,121.00	-Q 2,103.40	-Q 548.51
Mercurocromo	-Q 426,625.51	-Q 300,254.31	-Q 34,871.11
Merthiosana	-Q 8,945.80	-Q 5.80	-Q 5.80
Miel de Achicoria	-Q 39,597.46	-Q 73,665.06	-Q 83,932.26
Repelentes para zancudos	-Q 26,653.26	-Q 17,894.86	-Q 17.54
Shampoo para piojos	-Q 19,632.55	-Q 2,557.35	-Q 9.45
Siete Espíritus	-Q 25,907.40	-Q 42,715.80	-Q 60,756.82
Timerosal	-Q 69,204.93	-Q 67,144.13	-Q 8,319.33
Tintura Cordial del Susto	-Q 4,856.28	-Q 5,003.20	-Q 5,803.70
Tintura de Árnica	-Q 6,981.48	-Q 10.52	-Q 6,834.28
Tintura de Ruibarbo	-Q 7,223.71	-Q 2,467.31	-Q 9,431.53
Violeta de Genciana	-Q 198,924.56	-Q 115,204.56	-Q 78,928.96
Total general	-Q 1,634,174.38	-Q 1,033,164.24	-Q 729,590.57

*Nota.* Estimación de utilidades no devengadas por el Laboratorio Farmacéutico durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

Los montos de esta sección son estimados, aun así, sirven de referencia para conocer el momento que el laboratorio dejó de percibir por no tener un plan de producción que aprovechase la capacidad real.

## 2.4.8. Capital en stock

Para este apartado se cuantificaron el total de excedentes que fueron fabricados por el departamento de Producción y se multiplicó por el precio de venta a mayoristas, derivado que el laboratorio decidió no compartir los costos invertidos en los distintos niveles de *stock* de producto terminado.

**Tabla 17.**

*Capital en stock de mercadería*

Capital en stock			
Mes	Año		
	2019	2020	2021
Enero	Q 26,707.60	Q 37,821.29	Q 38,244.58
Febrero	Q 3,615.60	Q 53,056.68	Q 76,645.38
Marzo	Q 22,024.80	Q 43,930.28	Q 83,665.08
Abril	Q 25,438.00	Q 108,275.26	Q 102,589.48
Mayo	Q 16,661.20	Q 128,551.78	Q 105,340.92
Junio	Q 14,204.80	Q 133,363.29	NA
Julio	Q 13,413.60	Q 62,964.89	NA
Agosto	Q 4,977.20	Q 167,762.18	NA
Septiembre	Q 39,468.00	Q 64,584.09	NA
Octubre	Q 44,132.40	Q 163,198.89	NA
Noviembre	Q 24,232.80	Q 166,078.49	NA
Diciembre	Q 7,433.60	Q 68,245.78	NA

*Nota.* Estimación del capital en *stock* del Laboratorio Farmacéutico durante el periodo 2019-2021.

Elaboración propia, realizado con Excel.

Evitar un capital alto en *stock* reduce los costos asociados con el almacenamiento y el manejo de inventario, reduce riesgos y mejorar el flujo de efectivo. Estos beneficios se traducen en una operación más rentable.

## **2.5. Análisis de operaciones**

En la producción se tienen 3 envases con distintos volúmenes: 30 ml, 60 ml y 250 ml. Los productos que utilizan los envases de 30 ml pueden tener presentación tanto en gotero como en atomizador, siendo la tapa de este la única variación. Por otro lado, los que utilizan el envase de 60 ml únicamente requieren de una tapadera tradicional al igual que la presentación de 250 ml.

Las operaciones realizadas durante el proceso productivo son las mismas con la diferencia en el tiempo de llenado y en los esfuerzos derivados del peso del envase. En seguida se describe cada operación:

- Llenado: el proceso productivo inicia con el llenado de los envases. La materia se encuentra en galones por lo que se coloca en un dispensador y este lo vacía directo en el envase de forma manual.
- Sellado: con los envases llenos se procede a sellar los envases con su tapadera correspondiente para la presentación requerida.
- Colocar lote: este proceso se caracteriza específicamente por la identificación de cada lote de producto por medio de la adhesión de un código de barras con número de lote.
- Etiquetado: se coloca la etiqueta de forma manual en cada envase.
- Inspección: en esta operación interviene el operario que etiquetó el producto, quien lleva a cabo la inspección de calidad en cada unidad.
- Estibado: se preparan los productos empaquetados para su distribución.

- Empaquetado: en esta parte del proceso se agrupan los productos en paquetes de diez unidades, colocándolos en bolsas plásticas.
- Flejado: es la última parte del proceso de empaque en el cual se caracteriza por la aplicación de una película de protección a cada lote de producto antes de ser enviado al cliente.

### 2.5.1. Estudio de tiempos de la línea de producción

El estudio de tiempos fue realizado durante el proceso productivo de los envases de 30 ml, 60 ml y 250 ml abarcando el traslado de materia prima al área de Manufactura hasta el almacenaje en la bodega de producto terminado.

Se tuvo en cuenta el número recomendado de ciclos de observación que sugieren los autores del libro *Ingeniería Industrial*, Andris Freivalds y Benjamin Niebel. El número recomendado es:

**Tabla 18.**

*Número recomendado de ciclos*

Tiempo del ciclo (minutos)	Número recomendable de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 - 5.00	15
5.00 - 10.00	10
10.00 - 20.00	8
20.00 - 40.00	5
40.00 o más	3

*Nota.* Son los ciclos de observación que se recomiendan. Obtenido de B. Niebel & A. Freivalds (2009). *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. (p. 82). McGraw-Hill/Irwin.

### 2.5.1.1. Verificación de la muestra

Los tres procesos que se analizaron se sitúan en el intervalo de 10 a 20 minutos en la tabla 18; derivado que se sitúan cercanos al límite inferior se tomaron 10 muestras en lugar de 8 para cada proceso.

**Tabla 19.**

*Muestreo del envase de 250 ml*

Muestras tomadas para el estudio de tiempos del envase de 250ml.											
No	Actividad	Ciclos (segundos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Traslado de MP al Área de Manufactura	139.12	135.60	135.32	123.65	134.30	139.05	129.06	135.64	127.82	125.77
2	Colocar MP en la mesa de trabajo	24.08	125.47	123.09	127.51	139.20	133.08	140.27	132.07	137.27	126.64
3	Llenado	16.61	16.18	15.32	17.52	15.72	16.47	15.89	17.38	18.01	15.49
4	Sellado	8.41	6.76	8.62	7.27	6.74	7.95	8.48	6.13	6.63	6.57
5	Colocar Lote	1.75	0.78	1.27	1.39	1.49	1.57	1.20	0.98	1.12	1.41
6	Etiquetado	27.40	29.11	34.30	26.76	26.56	34.62	31.24	33.13	31.46	27.21
7	Inspección	6.97	7.05	7.21	6.87	6.91	7.08	7.19	6.94	6.85	6.75
8	Empaquetado	36.24	34.62	43.65	29.11	24.84	27.21	46.47	38.97	42.97	47.61
9	Estibado	28.65	29.24	25.47	30.09	22.84	26.87	27.19	28.13	27.46	32.04
10	Flejado	82.92	75.97	77.62	81.47	84.62	76.48	79.18	80.17	89.37	82.67
11	Traslado de PT a BPT	150.99	143.44	147.54	144.70	163.65	162.50	145.79	155.18	153.83	147.03

*Nota.* Ciclos tomados en el proceso productivo del envase de 250 ml para realizar un estudio de tiempos. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 20.**

*Estudio de tiempos del envase de 250 ml*

Estudio de tiempos del envase de 250ml.			
No	Actividad	$\bar{X}$ en segundos	$\bar{X}$ en minutos
1	Traslado de MP al Área de Manufactura	132.53	2.21
2	Colocar MP en la mesa de trabajo	120.87	2.01

Continuación de la tabla 20.

Estudio de tiempos del envase de 250ml.			
No	Actividad	$\bar{X}$ en segundos	$\bar{X}$ en minutos
3	Llenado	16.46	0.27
4	Sellado	7.36	0.12
5	Colocar Lote	1.30	0.02
6	Etiquetado	30.18	0.50
7	Inspección	6.98	0.12
8	Empaquetado	37.17	0.62
9	Estibado	27.80	0.46
10	Flejado	81.05	1.35
11	Traslado de PT a BPT	151.47	2.52
Tiempo total empleado		613.17	10.22

*Nota.* Resultado del estudio de tiempos en el proceso productivo del envase de 250 ml en minutos y segundos. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 21.**

*Muestreo del envase de 60ml*

Muestras tomadas para el estudio de tiempos del envase de 60ml.											
No	Actividad	Ciclos (segundos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Traslado de MP al Área de Manufactura	127.45	124.66	133.93	134.42	125.56	128.80	126.38	131.11	126.76	134.83
2	Colocar MP en la mesa de trabajo	27.79	139.37	123.63	126.94	126.26	126.16	127.53	135.83	137.57	135.96
3	Llenado	21.20	21.51	22.51	21.19	21.85	22.28	21.88	22.91	21.51	22.27
4	Sellado	6.50	7.09	7.00	7.71	6.93	7.13	7.85	7.06	6.79	7.31
5	Colocar Lote	1.54	1.08	1.23	1.43	1.58	1.62	1.58	1.24	1.36	1.41
6	Etiquetado	35.13	35.71	34.92	31.11	24.47	35.46	31.03	27.64	29.97	26.17
7	Inspección	7.30	6.67	6.99	6.57	6.87	6.70	6.57	6.74	6.88	7.34
8	Empaquetado	38.90	34.20	35.54	35.74	40.92	40.65	34.73	43.01	35.00	39.10
9	Estibado	34.88	27.81	30.95	30.21	30.87	26.20	30.40	26.67	31.78	26.01
10	Flejado	83.15	83.83	78.77	74.53	78.21	84.26	79.67	78.73	81.71	83.20
11	Traslado de PT a BPT	163.04	141.58	147.03	143.95	157.08	158.09	161.77	160.42	145.80	156.85

*Nota.* Ciclos tomados en el proceso productivo del envase de 60 ml para realizar un estudio de tiempos. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 22.***Estudio de tiempos del envase de 60ml*

Resumen del estudio de tiempos para el envase de 60ml.			
No	Actividad	$\bar{X}$ en segundos	$\bar{X}$ en minutos
1	Traslado de MP al Área de Manufactura	129.39	2.16
2	Colocar MP en la mesa de trabajo	120.70	2.01
3	Llenado	21.91	0.37
4	Sellado	7.14	0.12
5	Colocar Lote	1.41	0.02
6	Etiquetado	31.16	0.52
7	Inspección	6.86	0.11
8	Empaquetado	37.78	0.63
9	Estibado	29.58	0.49
10	Flejado	80.61	1.34
11	Traslado de PT a BPT	153.56	2.56
Tiempo total empleado		620.10	10.33

*Nota.* Resultado del estudio de tiempos en el proceso productivo del envase de 60 ml en minutos y segundos. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 23.***Muestreo del envase de 30ml*

Muestras tomadas para el estudio de tiempos del envase de 30ml.											
No	Actividad	Ciclos (segundos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Traslado de MP al Área de Manufactura	130.10	133.28	130.25	136.94	126.83	133.14	139.13	136.29	130.45	135.17
2	Colocar MP en la mesa de trabajo	29.46	131.57	130.16	139.32	129.22	123.56	133.07	130.31	135.91	123.04
3	Llenado	18.89	19.66	22.75	19.78	21.29	22.13	22.22	21.83	22.85	20.46
4	Sellado	6.78	6.71	7.23	7.51	6.64	7.57	6.67	7.86	6.74	6.88
5	Colocar Lote	1.02	1.07	1.47	1.07	1.53	1.25	0.98	0.98	1.57	0.96
6	Etiquetado	28.07	31.12	25.37	31.05	35.20	25.86	25.51	34.46	25.99	25.16
7	Inspección	6.57	6.83	7.32	6.55	7.15	6.74	6.55	7.00	6.57	6.62
8	Empaquetado	37.00	33.44	41.78	39.18	36.18	37.56	42.01	34.11	41.78	40.49

Continuación de la tabla 23.

Muestras tomadas para el estudio de tiempos del envase de 30ml.											
No	Actividad	Ciclos (segundos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	Estibado	25.62	29.66	32.57	30.25	31.62	35.08	33.50	25.01	32.94	29.32
10	Flejado	83.33	79.82	83.10	78.89	74.48	75.89	78.84	78.84	81.85	77.68
11	Traslado de PT a BPT	162.20	159.75	154.80	150.40	154.36	158.61	149.54	152.22	155.40	140.92

*Nota.* Ciclos tomados en el proceso productivo del envase de 30 ml para realizar un estudio de tiempos. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 24.**

*Estudio de tiempos del envase de 30 ml*

Resumen del estudio de tiempos para el envase de 30ml.			
No	Actividad	$\bar{X}$ en segundos	$\bar{X}$ en minutos
1	Traslado de MP al Área de Manufactura	133.16	2.22
2	Colocar MP en la mesa de trabajo	120.56	2.01
3	Llenado	21.19	0.35
4	Sellado	7.06	0.12
5	Colocar Lote	1.19	0.02
6	Etiquetado	28.78	0.48
7	Inspección	6.79	0.11
8	Empaquetado	38.35	0.64
9	Estibado	30.56	0.51
10	Flejado	79.27	1.32
11	Traslado de PT a BPT	153.82	2.56
Tiempo total empleado		620.73	10.35

*Nota.* Resultado del estudio de tiempos en el proceso productivo del envase de 30 ml en minutos y segundos. Elaboración propia, realizado con Excel.

Donde:

- $\bar{X}$  en segundos: promedio de las muestras tomadas de la actividad analizada en segundos.
- $\bar{X}$  en minuto: promedio de las muestras tomadas de la actividad analizada en minutos.
- Tiempo total empleado: es la sumatoria de los tiempos promedio de todas las actividades realizadas durante el proceso productivo.

Para obtener los promedios se utilizó la ecuación:

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{muestras tomadas}}{\text{Cantidad de ciclos}}$$

### **2.5.2. Diagrama de análisis del proceso**

Este diagrama permitirá identificar las actividades productivas e improductivas del proceso de producción mediante los siguientes símbolos:

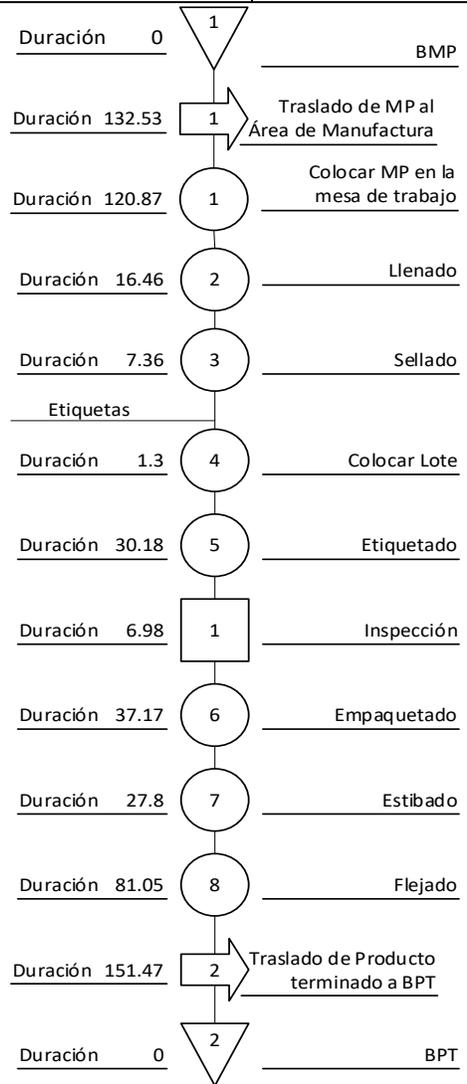
- Operación: es toda actividad que modifique las propiedad física o químicas de la materia prima.
- Inspección: ocurre cuando un trabajador cualquier de sus cinco sentidos para verificar la calidad de los productos que se están fabricando.
- Combinada: ocurre cuando se realiza una operación y una inspección simultáneamente.

- Transporte: sucede cuando se debe mover la materia prima o un objeto en general por una distancia superior a 1.5 metros.
- Demora: se produce cuando se interrumpe el flujo de operaciones derivado de una pausa o paro no planificado.

**Figura 3.**

*Diagrama de análisis de proceso en los envases de 250 ml*

Diagrama de análisis del proceso del envase de 250 ml.		
Nombre de la empresa: anónimo, S. A.	Método: actual	Hoja: 1/1
Departamento: producción	Diagramado por: Diego A. Martínez	
Proceso: producción en envases de 250ml.	Autorizado por: anónimo, S. A.	Fecha: 22/07/21
Inicia en: bodega de materia prima	Termina en: bodega de producto terminado	



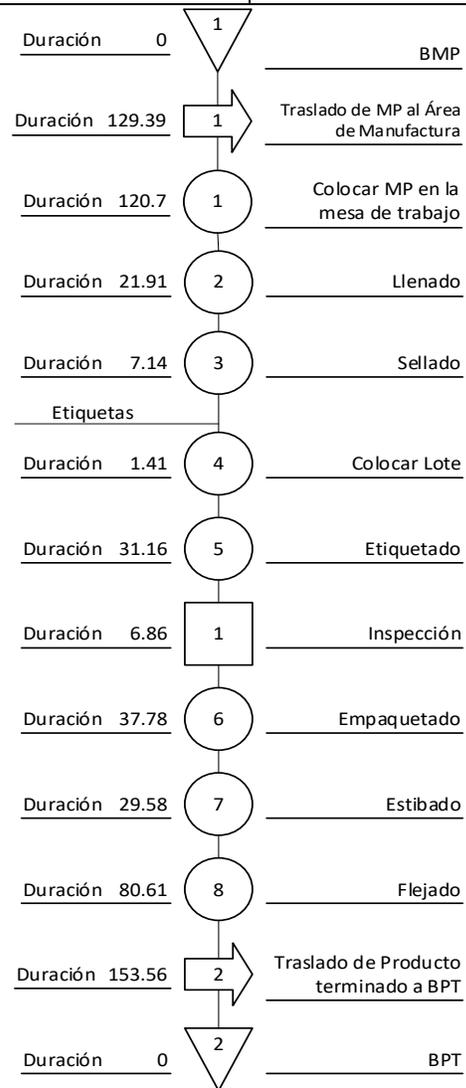
Resumen			
Símbolo	Actividad	Cantidad	Tiempo [seg]
○	Operación	8	322.19
□	Inspección	1	6.98
⇨	Transporte	2	284.00
▽	Almacenamiento	2	0.00
◻	Combinado	0	0.00
⊔	Demora	0	0.00
<b>Total</b>			<b>613.17</b>

*Nota.* Resumen por operación y tiempo empleado en segundos. Elaboración propia, realizado con Visio.

**Figura 4.**

*Diagrama de análisis de proceso en los envases de 60 ml*

Diagrama de análisis del proceso del envase de 60 ml.		
Nombre de la empresa: anónimo, S. A.	Método: actual	Hoja: 1/1
Departamento: producción	Diagramado por: Diego A. Martínez	
Proceso: producción en envases de 60ml.	Autorizado por: anónimo, S. A.	Fecha: 22/07/21
Inicia en: bodega de materia prima	Termina en: bodega de producto terminado	



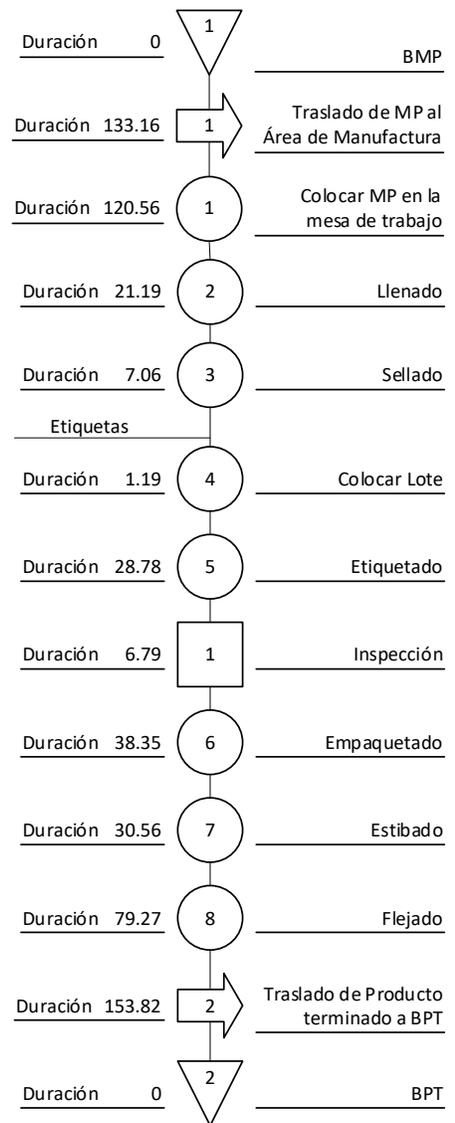
Resumen			
Símbolo	Actividad	Cantidad	Tiempo [seg]
○	Operación	8	330.19
□	Inspección	1	6.86
➡	Transporte	2	282.95
▽	Almacenamiento	2	0.00
◻	Combinado	0	0.00
⊔	Demora	0	0.00
<b>Total</b>			<b>620.10</b>

*Nota.* Resumen por operación y tiempo empleado en segundos. Elaboración propia, realizado con Visio.

**Figura 5.**

*Diagrama de análisis de proceso en los envases de 30 ml*

Diagrama de análisis del proceso del envase de 30 ml.		
Nombre de la empresa: Anónimo, S. A.	Método: actual	Hoja: 1/1
Departamento: producción	Diagramado por: Diego A. Martínez	
Proceso: producción en envases de 30ml.	Autorizado por: anónimo, S. A.	Fecha: 22/07/21
Inicia en: bodega de materia prima	Termina en: bodega de producto terminado	



Resumen			
Símbolo	Actividad	Cantidad	Tiempo [seg]
○	Operación	8	326.96
□	Inspección	1	6.79
➔	Transporte	2	286.98
▽	Almacenamiento	2	0.00
◻	Combinado	0	0.00
⊔	Demora	0	0.00
<b>Total</b>			<b>620.73</b>

*Nota.* Resumen por operación y tiempo empleado en segundos. Elaboración propia, realizado con Visio.

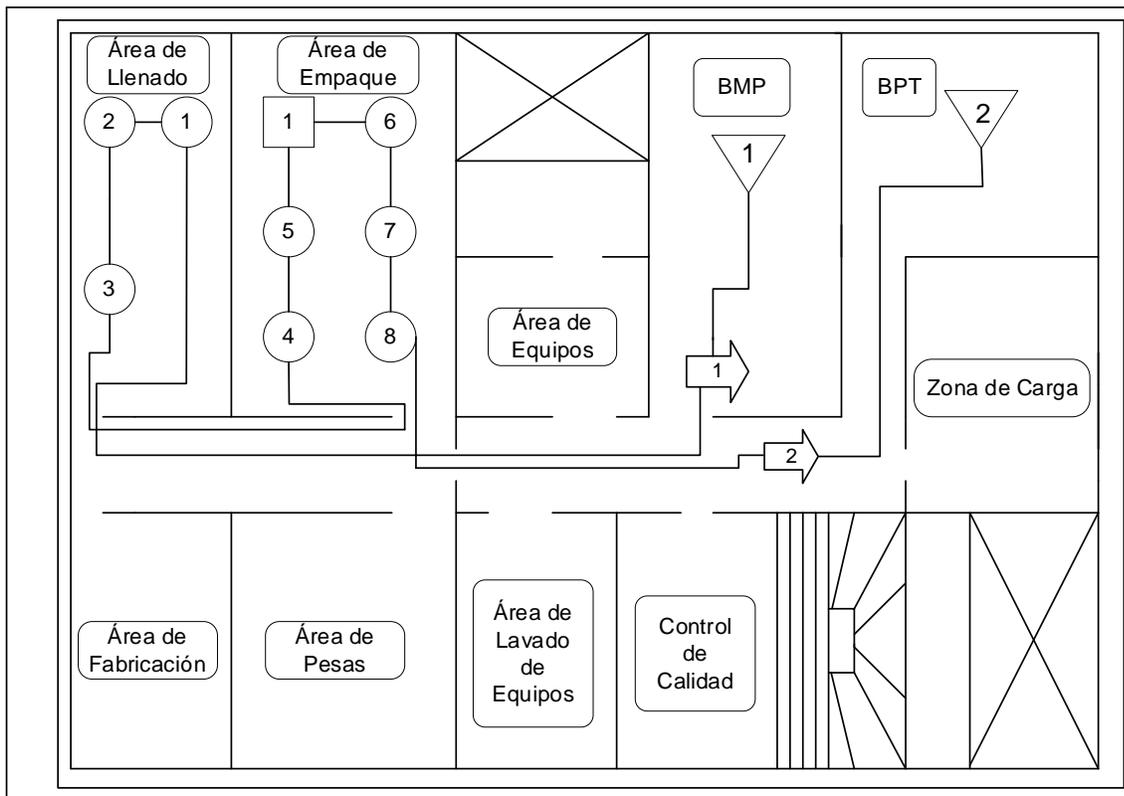
### 2.5.3. Diagrama de recorrido del proceso

Este diagrama muestra la distribución de planta del laboratorio, así como el flujo operativo de producción.

**Figura 6.**

*Diagrama de recorrido del proceso*

Diagrama de recorrido del proceso		
Nombre de la empresa: anónimo, S. A.	Método: actual	Hoja: 1/1
Departamento: producción	Diagramado por: Diego A. Martínez	
Proceso: producción de los envases de 30,60 y 250 ml.	Autorizado por: anónimo, S. A.	Fecha: 22/07/21
Inicia en: bodega de materia prima	Termina en: bodega de producto terminado	



*Nota.* Proceso sobre el plano de la planta productiva del Laboratorio Farmacéutico. Elaboración propia, realizado con Visio.

## 2.6. Indicadores actuales de producción

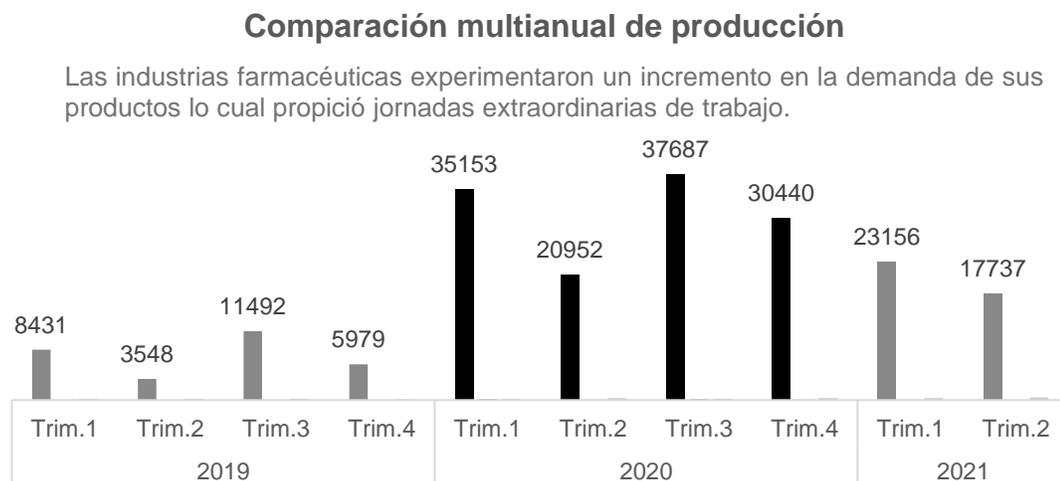
Haciendo uso del estudio de tiempos es posible definir indicadores de producción y capacidad en el área de Manufactura que representen el desempeño actual de la planta de producción.

### 2.6.1. Productividad laboral

La productividad laboral posee una serie de datos atípicos, derivado de que en el año 2020 se vio afectada por la pandemia de COVID-19. Esto ocasionó un alza en los productos farmacéuticos y afines que fabrica el laboratorio. Los datos reflejados en el ejercicio del 2020 y 2021 demarcan la producción a la que se ha llegado para cumplir con el alza de la demanda.

#### Figura 7.

*Comparación multianual de producción*



*Nota.* Comparación durante el periodo 2019-2021 en cantidad de unidades producidas. Adaptado de los registros de producción del Laboratorio Farmacéutico (2021). *Registro de producción.*

Para el cálculo de la productividad se utilizó los registros de producción en donde se especifica el tamaño de los lotes producidos con la fecha de inicio y fin de estos. De esta manera, los datos reflejados en la figura 7 representan las cantidades de productos terminados en unidades por trimestre.

Luego de ello, se sumó la cantidad de días laborales utilizados para cada lote y se dividió la producción trimestral entre el total de días laborados para obtener la productividad laboral en cada trimestre. Este índice indica la cantidad de productos elaborados por jornada laboral. Derivado de la similitud en el estudio de tiempos para las presentaciones de 30, 60 y 250 ml se calculó la productividad laboral sobre el total de unidades.

**Tabla 25.**

*Productividad laboral durante los últimos tres periodos*

Producto	Producción Trimestral	Días-Hombre utilizados	Productividad Laboral
<b>2019</b>	[unidades]	[días]	[unidades/día]
Trim.1	8,431	43	196.07
Trim.2	3,548	19	186.74
Trim.3	11,492	53	216.83
Trim.4	5,979	43	139.05
<b>2020</b>			
Trim.1	35,153	203	173.17
Trim.2	20,952	63	332.57
Trim.3	37,687	160	235.54
Trim.4	30,440	97	313.81
<b>2021</b>			
Trim.1	23,156	70	330.80
Trim.2	17,737	40	443.43

*Nota.* Productividad laboral del Laboratorio Farmacéutico, durante el periodo 2019-2021. Adaptado de los registros de producción del laboratorio (2021). *Registro de producción.*

## 2.6.2. Actividades productivas

Las actividades productivas son todas aquellas que agregan valor al producto terminado. Toda operación que no le agregue valor es considerada como una demora o un transporte. Se calcularon los siguientes índices para las presentaciones de 30ml, 60 ml y 250 ml respectivamente.

- Envase de 250ml

**Tabla 26.**

*Resumen de actividades en el proceso productivo del envase de 250ml*

Actividad	Tiempo [segundos]
Operaciones	322.19
Inspección	6.98
Transporte	284.00
Combinadas	0.00
Tiempo total empleado	613.17

*Nota.* Tiempo empleado por tipo de actividad en el proceso productivo del envase de 250 ml. Elaboración propia, realizado con Excel.

$$\% \text{ de actividades productivas} = \frac{\sum \text{Operacion} + \sum \text{Inspeccion} + \sum \text{Combinada}}{\text{Tiempo total empleado}}$$

$$= \frac{322.19 + 6.98}{613.17} = 0.5368 * 100 = 53.68 \%$$

$$\% \text{ de actividades improductivas} = \frac{\sum \text{Transportes} + \sum \text{Demoras}}{\text{Tiempo total empleado}} = \frac{284}{613.17}$$

$$= 0.4632 * 100 = 46.32 \%$$

En los envases de 250 ml se obtuvo la proporción de actividades que le agregan valor al producto ascendiendo a 53.68 %, mientras que un 46.32 % del tiempo empleado no genera valor porque se invierte en actividades de transporte.

- Envase de 60 ml

**Tabla 27.**

*Resumen de actividades en el proceso productivo del envase de 60 ml*

Actividad	Tiempo [segundos]
Operaciones	330.29
Inspección	6.86
Transporte	282.95
Combinadas	0.00
Tiempo total empleado	620.10

*Nota.* Tiempo empleado por tipo de actividad en el proceso productivo del envase de 60 ml. Elaboración propia, realizado con Excel.

$$\% \text{ de actividades productivas} = \frac{\sum \text{Operacion} + \sum \text{Inspeccion} + \sum \text{Combinada}}{\text{Tiempo total empleado}}$$

$$= \frac{330.29 + 6.86}{620.10} = 0.5437 * 100 = 54.37 \%$$

$$\% \text{ de actividades improductivas} = \frac{\sum \text{Transportes} + \sum \text{Demoras}}{\text{Tiempo total empleado}} = \frac{282.95}{620.10}$$

$$= 0.4563 * 100 = 45.63 \%$$

En la fabricación de los productos que utilizan el envase de 60 ml se obtuvo la proporción de actividades que le agregan valor al producto siendo un valor de 54.37 %, mientras que un 45.63 % del tiempo empleado no genera valor ya que se invierte en actividades de transporte.

- Envase de 30 ml

**Tabla 28.**

*Resumen de actividades en el proceso productivo del envase de 30ml*

Actividad	Tiempo [segundos]
Operaciones	326.96
Inspección	6.79
Transporte	286.98
Combinadas	0.00
Tiempo total empleado	620.73

*Nota.* Tiempo empleado por tipo de actividad en el proceso productivo del envase de 30 ml. Elaboración propia, realizado con Excel.

$$\% \text{ de actividades productivas} = \frac{\sum \text{Operacion} + \sum \text{Inspeccion} + \sum \text{Combinada}}{\text{Tiempo total empleado}}$$

$$= \frac{326.96 + 6.79}{620.73} = 0.5377 * 100 = 53.77 \%$$

$$\% \text{ de actividades improductivas} = \frac{\sum \text{Transportes} + \sum \text{Demoras}}{\text{Tiempo total empleado}} = \frac{286.98}{620.73}$$

$$= 0.4623 * 100 = 46.23 \%$$

En la fabricación de los productos que utilizan el envase de 30ml se obtuvo la proporción de actividades que le agregan valor al producto siendo un valor de 53.77 %, mientras que un 46.23 % del tiempo empleado no genera valor ya que se invierte en actividades de transporte.

## 2.7. Capacidad real de la producción

La capacidad real de la planta está dada por la operación individual que toma más tiempo en la fabricación del producto o también llamado “cuello de botella”. En las tres presentaciones que se fabrican en el laboratorio se identificó el etiquetado como la operación más tardía en el proceso productivo. Los tres tiempos correspondientes a esta operación en cada envase son de:

### Tabla 29.

*Tiempo promedio de etiquetado*

Tiempo promedio de etiquetado según el tipo de envase utilizado [segundos]	
250ml	30.18
60ml	31.16
30ml	28.78

*Nota.* Tiempo de etiquetado por tipo de envase. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para calcular la capacidad real se utilizará la cantidad promedio mensual de días laborados en un año comercial en Guatemala, el cual tiene 52 semanas y 365 días. En el 2021 se tuvo un promedio de 23.08 días efectivos de labores por mes; exceptuando 52 domingos, 26 medios días correspondientes a los sábados y restando los 10 días de asuetos y feriados otorgados por la legislación laboral. Se tomó un tiempo estimado de 7 horas como el tiempo efectivo de trabajo por jornada.

- Envase de 250 ml

$$\frac{1 \text{ unidad}}{30.18 \text{ segundos}} * \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} * \frac{7 \text{ horas}}{1 \text{ día}} * \frac{23.08 \text{ días}}{1 \text{ mes}}$$

= 19,271 envases de 250 ml por mes

$$\frac{1 \text{ unidad}}{30.18 \text{ segundos}} * \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} * \frac{7 \text{ horas}}{1 \text{ día}}$$

= 834 envases de 250 ml por día

$$\frac{1 \text{ unidad}}{30.18 \text{ segundos}} * \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}}$$

= 119 envases de 250 ml por hora

- Envase de 60 ml

$$\frac{1 \text{ unidad}}{31.16 \text{ segundos}} * \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} * \frac{7 \text{ horas}}{1 \text{ día}} * \frac{23.08 \text{ días}}{1 \text{ mes}}$$

= 18,665 envases de 60 ml por mes

$$\frac{1 \text{ unidad}}{31.16 \text{ segundos}} * \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} * \frac{7 \text{ horas}}{1 \text{ día}}$$

= 808 envases de 60 ml por día

$$\frac{1 \text{ unidad}}{31.16 \text{ segundos}} * \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}}$$

= 115 envases de 60 ml por hora

- Envase de 30 ml

$$\frac{1 \text{ unidad}}{28.78 \text{ segundos}} * \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} * \frac{7 \text{ horas}}{1 \text{ día}} * \frac{23.08 \text{ días}}{1 \text{ mes}}$$

$$= 20,209 \text{ envases de 250 ml por mes}$$

$$\frac{1 \text{ unidad}}{28.78 \text{ segundos}} * \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} * \frac{7 \text{ horas}}{1 \text{ día}}$$

$$= 875 \text{ envases de 30 ml por día}$$

$$\frac{1 \text{ unidad}}{28.78 \text{ segundos}} * \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}}$$

$$= 125 \text{ envases de 30 ml por hora}$$

## 2.8. Identificación de problemas en el proceso de producción

Con base al diagnóstico empresarial y a las entrevistas llevadas a cabo con el personal del laboratorio, se estableció que existen varios factores que afectan el nivel de servicio que se les brinda a los clientes. Estos elementos son causas secundarias que inciden sobre el problema principal detectado. A continuación, se enumeran los más importantes:

- Despido de personal.
- Clima laboral inadecuado.
- Inexistencia de mantenimientos correctivos y preventivos.
- Inspección ocular, no física.

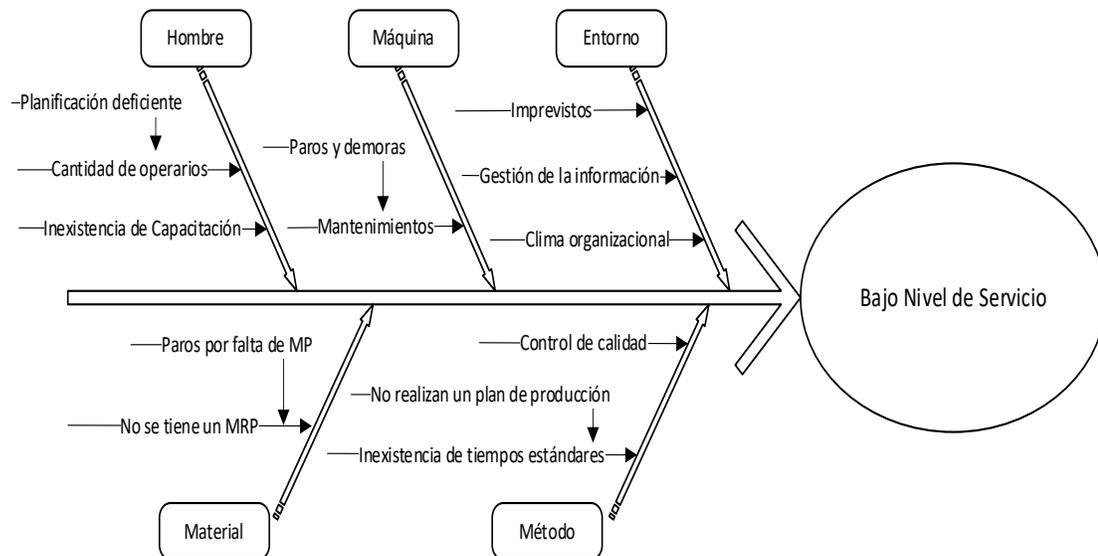
- Inexistencia de una planificación de producción y de un sistema de pronósticos acertado derivado del desconocimiento del tiempo estándar de producción.
- Paros y demoras en la producción por falta de materia prima.
- Persecución de la demanda sin considerar la fuerza de trabajo disponible.
- No hay políticas de entrega establecidas para el cliente.

### 2.8.1. Identificación de causas

En la figura 8 se identifican las causas.

**Figura 8.**

*Causas del bajo nivel de servicio al cliente*



*Nota.* Diagrama de Ishikawa sobre las causas del bajo nivel de servicio en el Laboratorio Farmacéutico. Elaboración propia, realizado con Visio.

## **2.9. Planificación y control de la producción actual**

Las órdenes de compra se llevan a cabo de acuerdo con su ingreso, es decir; se producen en ese orden y en el proceso se identifican los pedidos de clientes frecuentes y con mayor margen de ganancia. Derivado de lo anterior, se concluyó que el laboratorio no cuenta con una planificación diseñada para atender la demanda. Asimismo, no se cuenta con un sistema de proyecciones que permita anticipar la demanda ni programar el requerimiento de materiales.

## **2.10. Análisis de costo de oportunidad**

El costo de oportunidad como concepto financiero tiene que ver con la valoración del riesgo que se debe de tomar y la rentabilidad que se pudo obtener en un negocio. Se puede obtener calculando la diferencia entre el valor de la opción elegida menos el valor de la mejor opción no realizada, es decir; el costo de oportunidad es el valor de la siguiente mejor alternativa u opción.

Se utiliza para saber qué recursos se pierden o cuáles se dejan de ganar. La mejor forma de interpretarlo es pensando en tiempo o en dinero, porque son dos de los recursos con mayor facilidad para cuantificarse.

Para obtener el costo de oportunidad se pueden seguir estos pasos:

- Identificar o conocer las opciones que se tiene.
- Calcular los gastos y costos de cada opción.
- Calcular el retorno de cada inversión.
- Elegir la opción más beneficiosa.
- Dividir la opción tomada entre la opción más beneficiosa permite conocer el coste de oportunidad.

En definitiva, el cálculo del costo de oportunidad no implica que se deba elegir la opción más económica. Muchas veces consiste en tomar riesgos en la toma de decisiones porque un mayor riesgo puede suponer un mayor beneficio. En esta investigación se procuró la obtención de las muestras para la finalización del análisis del costo de oportunidad, sin embargo; éstos no fueron facilitados por el laboratorio objeto de estudio, por lo cual no se emiten conclusiones sobre este tema.



### 3. ANÁLISIS DEL NIVEL DE SERVICIO Y DE LA DEMANDA

#### 3.1. Análisis del nivel de servicio actual

El nivel de servicio indica el nivel de cumplimiento en relación con lo que el cliente demanda. Se utilizaron los datos de los apartados 2.5.2 y 2.5.3.

**Tabla 30.**

*Ventas y demanda real*

Producto	Ventas en unidades			Demanda real en unidades		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Aceite de Ajenjo	2,733	3,224	0	3,471	4,275	1,941
Aceite de Almendra	729	1,399	0	1,238	2,088	810
Aceite de Ricino	6,022	19,468	0	25,427	31,336	10,838
Aceite de Ruda	180	1,132	0	1,047	1,150	479
Aceite Mineral	1,608	9,270	3,146	14,200	12,859	5,552
Aceite Rosado (Mosca)	455	218	0	1,114	1,310	510
Acetona	2,489	2,763	791	3,752	3,629	891
Agua Oxigenada	999	2,847	715	3,205	9,251	1,710
Alcohol Etílico al 55 %	0	4,531	3,837	2,201	15,460	4,285
Alcohol al 95 %	0	5,187	264	0	12,563	1,611
Glicerina	5,114	59,905	9,779	45,024	73,380	21,545
Lent Pro	121	178	0	634	653	266
Mercurocromo	6,708	42,615	16,471	46,373	52,428	16,693
Merthiosana	2,782	2,160	375	3,479	3,358	655
Miel de Achicoria	10,375	14,666	0	13,047	16,994	4,562
Repelentes para zancudos	6,665	3,167	1,990	8,348	6,701	2,535
Shampoo para piojos	790	713	445	3,095	2,015	1,421
Siete Espíritus	5,119	9,132	0	6,412	9,989	3,312
Timerosal	0	0	785	7,523	7,299	2,130
Tintura Cordial del Susto	324	0	0	978	545	316
Tintura de Árnica	936	1,816	0	2,251	2,726	760
Tintura de Ruibarbo	599	1,172	0	1,555	2,390	513

Continuación de la tabla 30.

Producto	Ventas en unidades			Demanda real en unidades		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Violeta de Genciana	0	24,579	6,484	21,623	31,281	9,470

*Nota.* Ventas y demanda real del Laboratorio Farmacéutico, durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

Se utilizó la siguiente fórmula para determinar el nivel de servicio de cada producto:

$$\text{Nivel de servicio} = \left( \frac{\text{Ventas}}{\text{Demanda real}} \right) * 100$$

**Tabla 31.**

*Nivel de servicio histórico*

Producto	2019	2020	2021	General
Aceite de Ajenjo	78.74 %	75.42 %	0.01 %	61.50 %
Aceite de Almendra	58.89 %	67.00 %	0.02 %	51.46 %
Aceite de Ricino	23.68 %	62.13 %	0.00 %	37.71 %
Aceite de Ruda	17.19 %	98.43 %	0.03 %	49.03 %
Aceite Mineral	11.32 %	72.09 %	56.67 %	43.00 %
Aceite Rosado (Mosca)	40.84 %	16.65 %	0.03 %	22.95 %
Acetona	66.34 %	76.14 %	88.78 %	73.05 %
Agua Oxigenada	31.17 %	30.78 %	41.82 %	32.20 %
Alcohol Etilico al 55 %	0.00 %	29.31 %	89.55 %	38.13 %
Alcohol al 95 %	0.00 %	41.29 %	16.39 %	38.46 %
Glicerina	11.36 %	81.64 %	45.39 %	53.45 %
Lent Pro	19.09 %	27.27 %	0.05 %	19.27 %
Mercurocromo	14.47 %	81.28 %	98.67 %	56.97 %
Merthiosana	79.97 %	64.33 %	57.25 %	70.97 %
Miel de Achicoria	79.52 %	86.30 %	0.00 %	72.37 %
Repelentes para zancudos	79.84 %	47.26 %	78.50 %	67.23 %
Shampoo para piojos	25.53 %	35.39 %	31.33 %	29.83 %
Siete Espiritus	79.83 %	91.42 %	0.00 %	72.29 %
Timerosal	0.00 %	0.00 %	36.86 %	4.63 %

Continuación de la tabla 31.

Producto	2019	2020	2021	General
Tintura Cordial del Susto	33.13 %	0.02 %	0.04 %	17.63 %
Tintura de Árnica	41.58 %	66.62 %	0.02 %	47.97 %
Tintura de Ruibarbo	38.52 %	49.04 %	0.03 %	39.73 %
Violeta de Genciana	0.00 %	78.57 %	68.47 %	49.80 %
Nivel de servicio por año	25.35 %	69.20 %	48.58 %	50.61 %

*Nota.* Nivel de servicio histórico anual y general durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

### **3.2. Análisis de los productos**

El enfoque de todo análisis es determinar los elementos relevantes y más significativos de un proceso para brindar soluciones que agreguen valor.

#### **3.2.1. Aplicación herramienta de clasificación ABC**

La aplicación de un inventario ABC se realiza con el fin de conocer la importancia de los artículos según el criterio que se imponga. Para los fines del laboratorio, se hizo esta clasificación con base en la demanda anual y a los ingresos percibidos por su venta al mayoreo.

Se posee un portafolio de 23 productos, de los cuales seis tienen dos presentaciones distintas. Para realizar la clasificación ABC se tomaron las demandas reales de los productos sin hacer hincapié en sus presentaciones, sino en su porcentaje de participación sobre el total de unidades demandadas. La categoría A comprende un 75 % de participación sobre el total; la categoría B, un 20 %; y la categoría C, un 5 %.

Los artículos correspondientes al estrato A son a los que se debe aplicar un mayor grado de control, ya que este bloque está conformado por los productos que mayor demanda tienen por los clientes. Son estos quienes generan tres cuartos de los ingresos totales.

### 3.2.1.1. Clasificación ABC según la demanda real anual en unidades

La demanda real se obtuvo de las solicitudes de compra del departamento de Ventas, dichas demandas se tabularon y agregaron en el apartado 2.5.3 de esta tesis. Se hizo la clasificación ABC por año natural y también se hizo una clasificación ABC general que abarca los 3 períodos.

**Tabla 32.**

*Clasificación ABC según la demanda real del año 2019*

Producto	Demanda en unidades	Porcentaje de participación	Porcentaje acumulado	Clasificación
Mercurcromo	46,373	22.16 %	22.16 %	A
Glicerina	45,024	21.52 %	43.68 %	
Aceite de Ricino	25,427	12.15 %	55.83 %	
Violeta de Genciana	21,623	10.33 %	66.16 %	
Aceite Mineral	13,560	6.48 %	72.64 %	
Miel de Achicoria	13,047	6.23 %	78.87 %	
Siete Espíritus	6,412	3.06 %	81.94 %	
Timerosal	5,731	2.74 %	84.68 %	
Repelentes para zancudos	4,176	2.00 %	86.67 %	
Acetona	3,752	1.79 %	88.46 %	
Merthiosana	3,479	1.66 %	90.13 %	
Aceite de Ajenjo	3,471	1.66 %	91.79 %	
Agua Oxigenada	3,205	1.53 %	93.32 %	
Shampoo para piojos	3,095	1.48 %	94.80 %	C
Tintura de Árnica	2,251	1.08 %	95.87 %	
Alcohol Etílico al 55 %	2,073	0.99 %	96.86 %	

Continuación de la tabla 32.

Producto	Demanda en unidades	Porcentaje de participación	Porcentaje acumulado	Clasificación
Tintura de Ruibarbo	1,555	0.74 %	97.61 %	C
Aceite de Almendra	1,238	0.59 %	98.20 %	
Aceite Rosado (Mosca)	1,114	0.53 %	98.73 %	
Aceite de Ruda	1,047	0.50 %	99.23 %	
Tintura Cordial del Susto	978	0.47 %	99.70 %	
Lent Pro	634	0.30 %	100.00 %	
Total	209,265	100.00 %		

*Nota.* Clasificación ABC del portafolio de productos según la demanda real en unidades del año 2019. Elaboración propia, realizado con Excel.

El estrato A está conformado por seis artículos, de los cuales tres representan el 55.83 % de la demanda total. Según la tabla 31, que indica el nivel de servicio, durante el 2019 ninguno de los tres artículos de mayor participación superó el 25.00 %. El Aceite de Ricino tuvo un nivel de servicio de 23.68 %; la Glicerina, 11.36 %; y, el Mercurrocromo, 14.47 %. En general, el nivel de servicio en este año fue de 25.35 %. Es decir, se despachó un cuarto de la demanda real.

**Tabla 33.**

*Clasificación ABC según la demanda real del año 2020*

Producto	Demanda en unidades	Porcentaje de participación	Porcentaje acumulado	Clasificación
Glicerina	73,380	24.16 %	24.16 %	A
Mercurrocromo	52,428	17.26 %	41.43 %	
Aceite de Ricino	31,336	10.32 %	51.75 %	
Violeta de Genciana	31,281	10.30 %	62.05 %	
Miel de Achicoria	16,994	5.60 %	67.64 %	
Alcohol Etílico al 55 %	15,460	5.09 %	72.73 %	
Aceite Mineral	12,859	4.23 %	76.97 %	
Alcohol al 95 %	12,563	4.14 %	81.11 %	B

Continuación de la tabla 33.

Producto	Demanda en unidades	Porcentaje de participación	Porcentaje acumulado	Clasificación
Siete Espíritus	9,989	3.29 %	84.39 %	A
Agua Oxigenada	9,251	3.05 %	87.44 %	
Timerosal	7,299	2.40 %	89.84 %	
Repelentes para zancudos	6,701	2.21 %	92.05 %	
Aceite de Ajenjo	4,275	1.41 %	93.46 %	
Acetona	3,629	1.20 %	94.65 %	
Merthiosana	3,358	1.11 %	95.76 %	
Tintura de Árnica	2,726	0.90 %	96.66 %	
Tintura de Ruibarbo	2,390	0.79 %	97.44 %	
Aceite de Almendra	2,088	0.69 %	98.13 %	
Shampoo para piojos	2,015	0.66 %	98.80 %	
Aceite Rosado (Mosca)	1,310	0.43 %	99.23 %	
Aceite de Ruda	1,150	0.38 %	99.61 %	
Lent Pro	653	0.22 %	99.82 %	
Tintura Cordial del Susto	545	0.18 %	100.00 %	
Total general	303,680	100.00 %		

*Nota.* Clasificación ABC del portafolio de productos según la demanda real en unidades del año 2020. Elaboración propia, realizado con Excel.

En este periodo es notable el cambio en la administración del laboratorio. Durante el 2020, se registró un nivel de servicio de 69.20 %. La demanda real aumentó un 45.12 % respecto al año anterior, y, el nivel de servicio 43.85 %. El alcohol al 95 % se incluyó en el portafolio de productos disponibles y fue el producto con mayor participación del estrato B.

**Tabla 34.***Clasificación ABC según la demanda real del año 2021*

Producto	Demanda en unidades	Porcentaje de participación	Porcentaje acumulado	Clasificación
Glicerina	21,545	23.22 %	23.22 %	A
Mercurocromo	16,693	17.99 %	41.20 %	
Aceite de Ricino	10,838	11.68 %	52.88 %	
Violeta de Genciana	9,470	10.20 %	63.08 %	
Aceite Mineral	5,552	5.98 %	69.07 %	
Miel de Achicoria	4,562	4.92 %	73.98 %	
Alcohol Etílico 55 %	4,285	4.62 %	78.60 %	
Siete Espíritus	3,312	3.57 %	82.17 %	B
Repelentes zancudos	2,535	2.73 %	84.90 %	
Timerosal	2,130	2.30 %	87.20 %	
Aceite de Ajenjo	1,941	2.09 %	89.29 %	
Agua Oxigenada	1,710	1.84 %	91.13 %	
Alcohol al 95 %	1,611	1.74 %	92.87 %	
Shampoo piojos	1,421	1.53 %	94.40 %	
Acetona	891	0.96 %	95.36 %	C
Aceite de Almendra	810	0.87 %	96.23 %	
Tintura de Árnica	760	0.82 %	97.05 %	
Merthiosana	655	0.71 %	97.75 %	
Tintura de Ruibarbo	513	0.55 %	98.31 %	
Aceite Rosado	510	0.55 %	98.86 %	
Aceite de Ruda	479	0.52 %	99.37 %	
Tintura Cordial	316	0.34 %	99.71 %	
Lent Pro	266	0.29 %	100.00 %	
Total general	92,805	100.00 %		

*Nota.* Clasificación ABC del portafolio de productos según la demanda real en unidades del año 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

En el año 2021, el nivel de servicio disminuyó de 69.20 % a 48.58 %. Cabe destacar que dos de los siete artículos que componen el estrato A no tienen ninguna entrega realizada, no se despachó ningún pedido de Aceite de Ricino ni de Miel de Achicoria.

La planeación de producción es deficiente porque los productos del estrato A siguen sin ser atendidos en su totalidad. Sumado a lo anterior, es el tercer periodo que son los mismos y no se realizó ningún plan de acción.

### 3.2.1.2. Clasificación ABC según las utilidades percibidas

Las utilidades percibidas, al igual que la demanda real, se obtuvieron de las solicitudes de compra del departamento de Ventas.

**Tabla 35.**

*Clasificación ABC según las utilidades percibidas del 2019*

Producto	Ingreso	Porcentaje de participación	Porcentaje acumulado	Clasificación
Glicerina	Q 214,218.74	19.70 %	19.70 %	A
Mercurocromo	Q 181,584.56	16.70 %	36.39 %	
Aceite de Ricino	Q 155,406.45	14.29 %	50.68 %	
Aceite Mineral	Q 105,978.40	9.74 %	60.42 %	
Violeta de Genciana	Q 101,280.08	9.31 %	69.73 %	
Miel de Achicoria	Q 63,369.44	5.83 %	75.56 %	
Repelentes para zancudos	Q 51,441.89	4.73 %	80.29 %	B
Siete Espíritus	Q 36,439.36	3.35 %	83.64 %	
Timerosal	Q 26,302.43	2.42 %	86.06 %	
Aceite de Ajenjo	Q 21,430.56	1.97 %	88.03 %	
Shampoo para piojos	Q 20,443.07	1.88 %	89.91 %	
Merthiosana	Q 16,910.86	1.55 %	91.46 %	
Tintura de Árnica	Q 16,099.56	1.48 %	92.94 %	
Acetona	Q 14,742.19	1.36 %	94.30 %	
Agua Oxigenada	Q 10,953.64	1.01 %	95.31 %	
Alcohol Etílico al 55 %	Q 7,868.21	0.72 %	96.03 %	
Tintura de Ruibarbo	Q 7,769.69	0.71 %	96.74 %	C
Aceite Rosado (Mosca)	Q 7,519.28	0.69 %	97.44 %	
Aceite de Almendra	Q 7,244.86	0.67 %	98.10 %	

Continuación de la tabla 35.

Producto	Ingreso	Porcentaje de participación	Porcentaje acumulado	Clasificación
Tintura Cordial del Susto	Q 7,145.68	0.66 %	98.76 %	C
Aceite de Ruda	Q 7,045.41	0.65 %	99.41 %	
Lent Pro	Q 6,453.38	0.59 %	100.00 %	
Total general	Q 1,087,647.74	100.00 %		

*Nota.* Clasificación ABC del portafolio de productos según las utilidades percibidas del año 2019. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 36.**

*Clasificación ABC según las utilidades percibidas del 2020*

Producto	Ingresos	Porcentaje de participación	Porcentaje acumulado	Clasificación
Glicerina	Q 345,368.38	20.85 %	20.85 %	A
Mercurocromo	Q 217,124.18	13.11 %	33.95 %	
Aceite de Ricino	Q 192,504.72	11.62 %	45.57 %	
Alcohol al 95 %	Q 171,444.31	10.35 %	55.92 %	
Violeta de Genciana	Q 146,513.57	8.84 %	64.76 %	
Aceite Mineral	Q 99,777.97	6.02 %	70.78 %	
Miel de Achicoria	Q 80,770.24	4.88 %	75.66 %	
Repelentes para zancudos	Q 79,355.21	4.79 %	80.45 %	B
Alcohol Etilico al 55 %	Q 58,669.60	3.54 %	83.99 %	
Siete Espiritus	Q 56,765.88	3.43 %	87.42 %	
Timerosal	Q 33,966.83	2.05 %	89.47 %	
Agua Oxigenada	Q 33,258.73	2.01 %	91.47 %	
Aceite de Ajenjo	Q 26,068.75	1.57 %	93.05 %	
Tintura de Árnica	Q 22,651.68	1.37 %	94.41 %	
Acetona	Q 15,318.44	0.92 %	95.34 %	C
Shampoo para piojos	Q 13,064.95	0.79 %	96.13 %	
Merthiosana	Q 12,685.35	0.77 %	96.89 %	
Aceite de Almendra	Q 12,211.49	0.74 %	97.63 %	
Tintura de Ruibarbo	Q 11,861.20	0.72 %	98.35 %	
Aceite Rosado (Mosca)	Q 8,824.97	0.53 %	98.88 %	
Aceite de Ruda	Q 7,634.32	0.46 %	99.34 %	

Continuación de tabla 36.

Producto	Ingresos	porcentaje de participación	Porcentaje acumulado	Clasificación
Lent Pro	Q 6,874.41	0.41 %	99.75 %	C
Tintura Cordial del Susto	Q 4,066.70	0.25 %	100.00 %	
Total general	Q 1,656,781.88	100.00 %		

*Nota.* Clasificación ABC del portafolio de productos según las utilidades percibidas del año 2020. Elaboración propia, realizado con Excel.

Durante el 2020 se introdujo el alcohol al 95 % con un precio de introducción elevado derivado a la alta demanda. Siendo el octavo producto con mayor participación en la demanda real se ubica cuarto en cuanto a generación de ingresos. Es el producto con mayor variación en relación con la clasificación según las unidades demandadas.

Haciendo un análisis entre la clasificación según la demanda real y los ingresos percibidos existe una relación con el precio. Si este está por debajo de la media la variación es negativa y su participación en los ingresos disminuye. Si el precio está por encima de la media la variación es positiva y su participación en los ingresos aumenta.

**Tabla 37.**

*Clasificación ABC según las utilidades percibidas del 2021*

Producto	Ingreso	Porcentaje de participación	Porcentaje acumulado	Clasificación
Mercurocromo	Q 73,003.10	15.05 %	15.05 %	A
Glicerina	Q 72,188.90	14.89 %	29.94 %	
Aceite de Ricino	Q 69,787.67	14.39 %	44.33 %	
Violeta de Genciana	Q 46,988.64	9.69 %	54.02 %	
Aceite Mineral	Q 46,253.21	9.54 %	63.56 %	
Repelentes para zancudos	Q 30,587.75	6.31 %	69.87 %	

Continuación de la tabla 37.

Producto	Ingreso	Porcentaje de participación	Porcentaje acumulado	Clasificación
Miel de Achicoria	Q 22,996.29	4.74 %	74.61 %	A
Alcohol al 95 %	Q 21,976.50	4.53 %	79.14 %	B
Siete Espíritus	Q 18,486.01	3.81 %	82.95 %	
Alcohol Etilico 55 %	Q 14,757.92	3.04 %	85.99 %	
Aceite de Ajenjo	Q 11,972.40	2.47 %	88.46 %	
Timerosal	Q 10,109.04	2.08 %	90.55 %	
Shampoo para piojos	Q 9,320.69	1.92 %	92.47 %	
Agua Oxigenada	Q 5,831.57	1.20 %	93.67 %	
Tintura de Árnica	Q 5,483.37	1.13 %	94.80 %	
Aceite de Almendra	Q 4,748.70	0.98 %	95.78 %	
Acetona	Q 3,733.65	0.77 %	96.55 %	
Aceite Rosado (Mosca)	Q 3,466.49	0.71 %	97.27 %	
Aceite de Ruda	Q 3,172.11	0.65 %	97.92 %	
Lent Pro	Q 2,677.25	0.55 %	98.47 %	
Tintura de Ruibarbo	Q 2,590.33	0.53 %	99.01 %	
Merthiosana	Q 2,507.65	0.52 %	99.52 %	
Tintura Cordial del Susto	Q 2,304.15	0.48 %	100.00 %	
Total general	Q 484,943.39	100.00 %		

*Nota.* Clasificación ABC del portafolio de productos según las utilidades percibidas del año 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

El mercurocromo y la glicerina son los productos cuya participación en la generación de ingresos disminuye en mayor medida durante los tres periodos. Por otro lado, junto al alcohol al 95 % se encuentra el repelente para zancudos, el aceite mineral y el aceite de ricino como los productos con la variación más grande en la generación de ingresos.

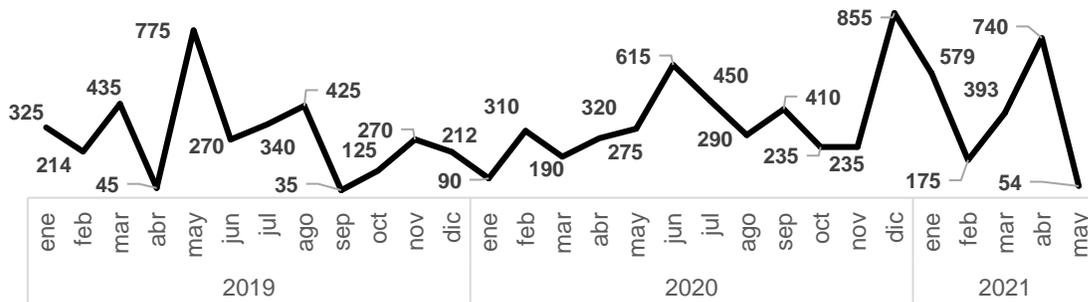
Los productos restantes poseen un porcentaje de participación similar a la clasificación según su demanda real. Esto se debe a la que la variación de precios entre los productos no es tan significativa, información detallada en la tabla 2.

### 3.2.2. Análisis de la demanda por producto

El comportamiento de las ventas para cada producto es distinto, por esta razón se ha graficado cada demanda a lo largo de los últimos tres periodos. En los gráficos es posible identificar el compartimiento de cada curva y, posterior a ello, elegir el método de proyección adecuado para cada producto.

**Figura 9.**

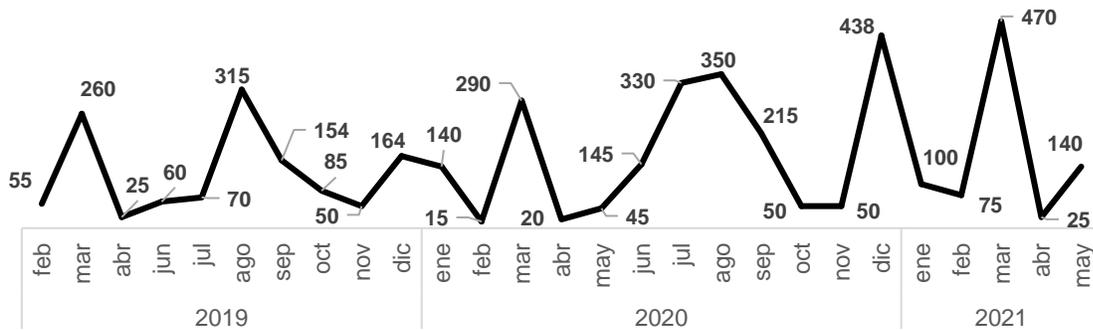
*Demanda del aceite de ajeno*



*Nota.* Análisis de la demanda de aceite de ajeno durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 10.**

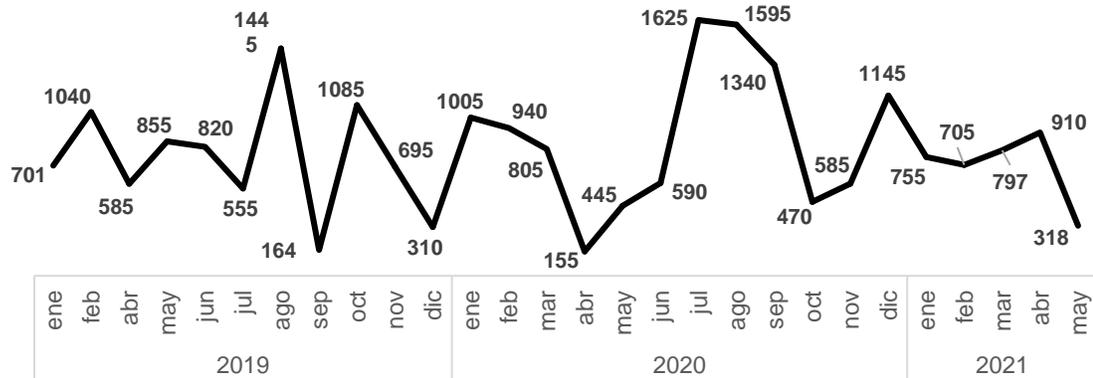
*Demanda del aceite de almendra*



*Nota.* Análisis de la demanda de aceite de almendra durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 11.**

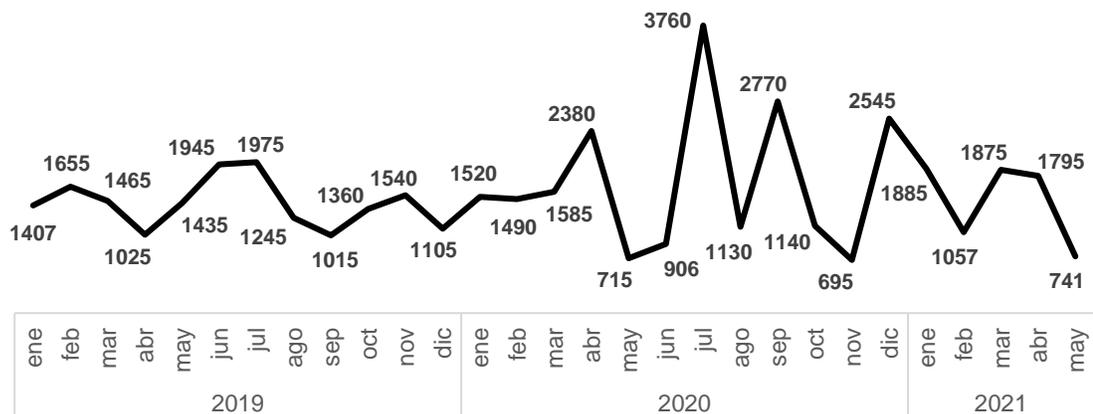
*Demanda del aceite de ricino en presentación de 2 onzas*



*Nota.* Análisis de la demanda de aceite de ricino en presentación de 2 onzas durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 12.**

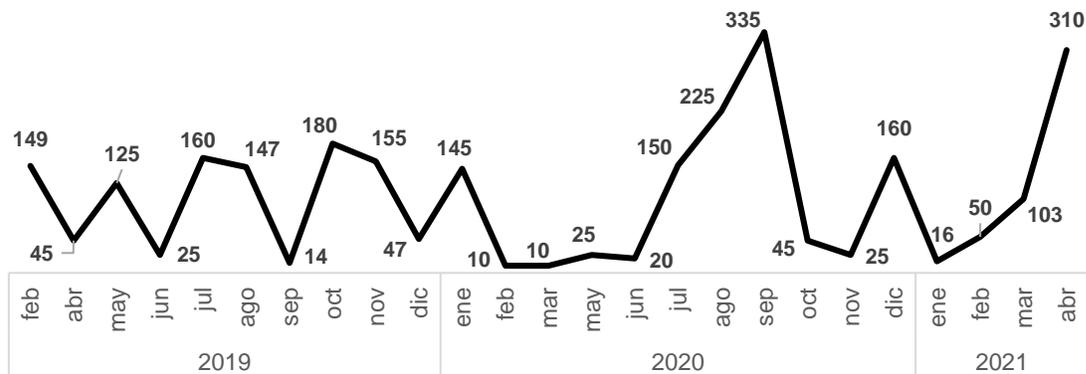
*Demanda del aceite de ricino en presentación de gotero*



*Nota.* Análisis de la demanda de aceite de ricino en presentación de gotero durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 13.**

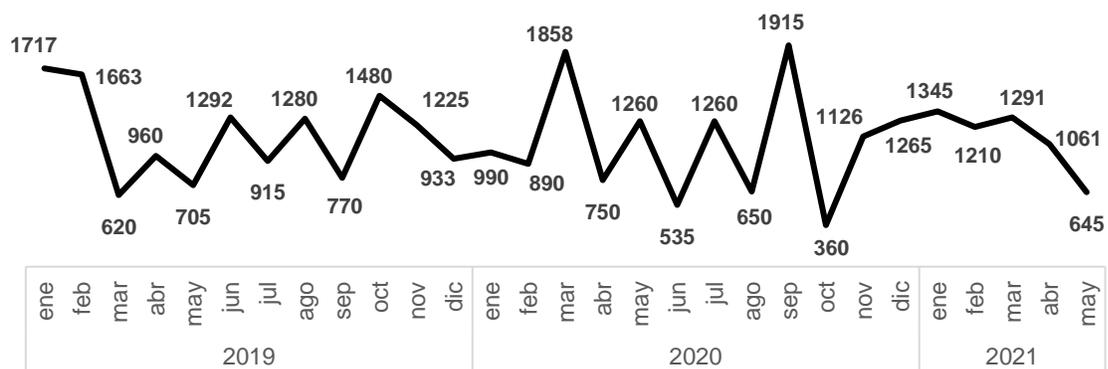
*Demanda del aceite de ruda*



*Nota.* Análisis de la demanda de aceite de ruda durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 14.**

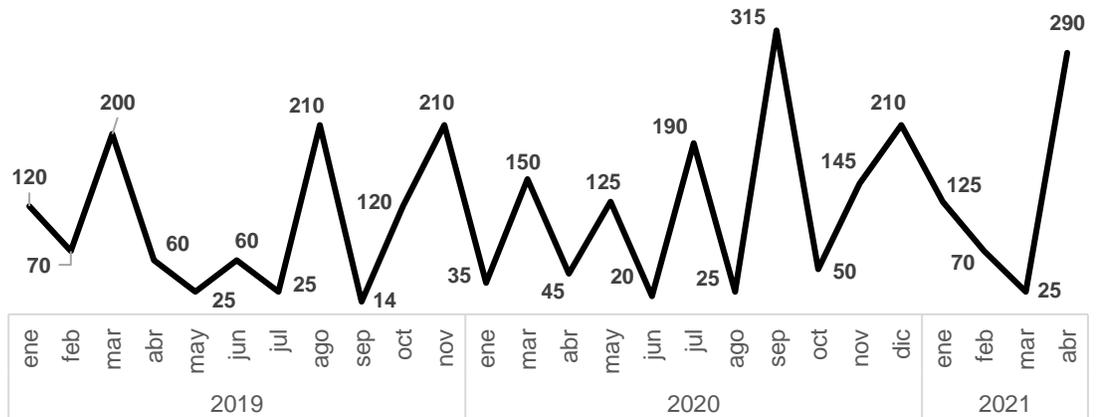
*Demanda del aceite mineral*



*Nota.* Análisis de la demanda de aceite mineral durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 15.**

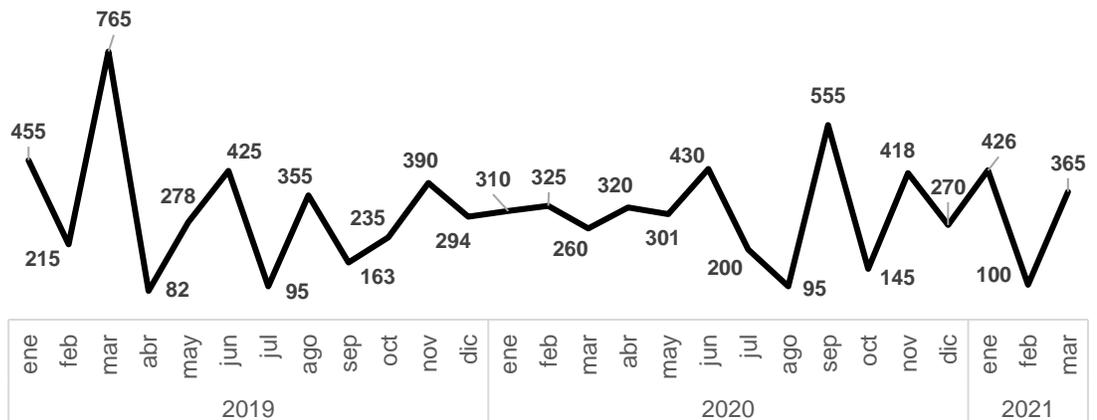
*Demanda del aceite rosado (mosca)*



*Nota.* Análisis de la demanda de aceite rosado durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 16.**

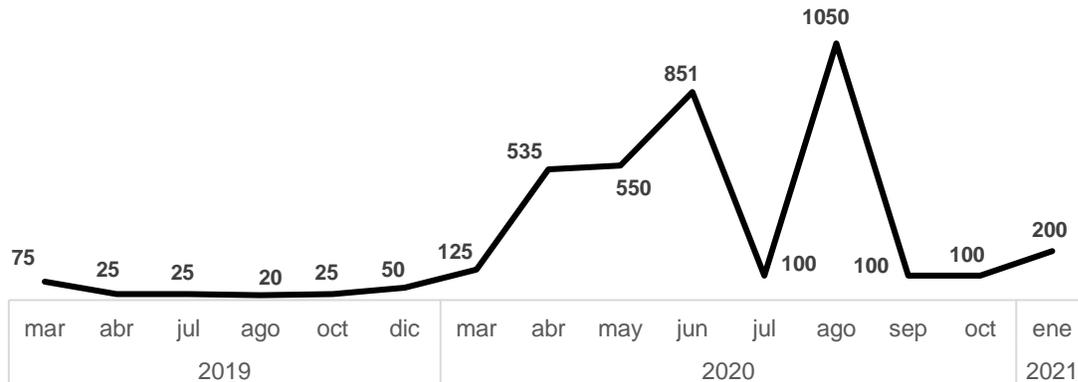
*Demanda de la acetona*



*Nota.* Análisis de la demanda de acetona durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 17.**

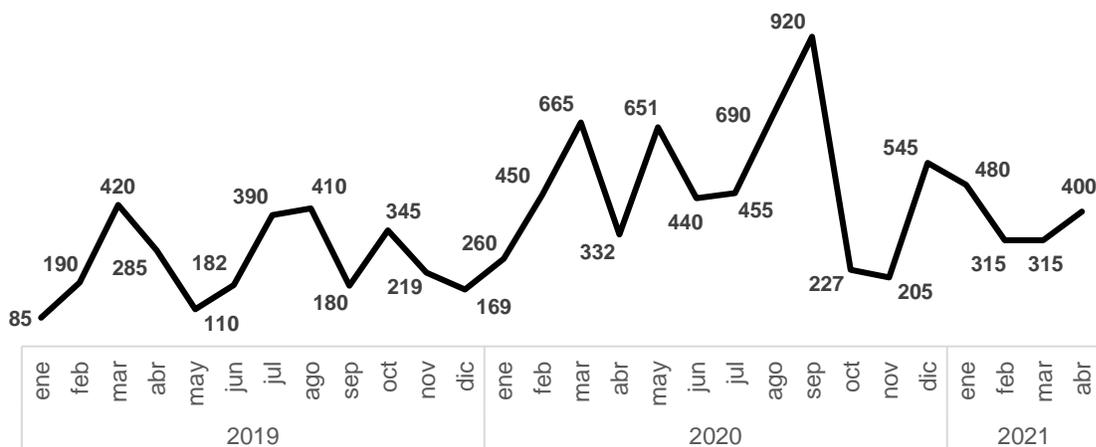
*Demanda del agua oxigenada en presentación de 16 onzas*



*Nota.* Análisis de la demanda de agua oxigenada en presentación de 16 onzas durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 18.**

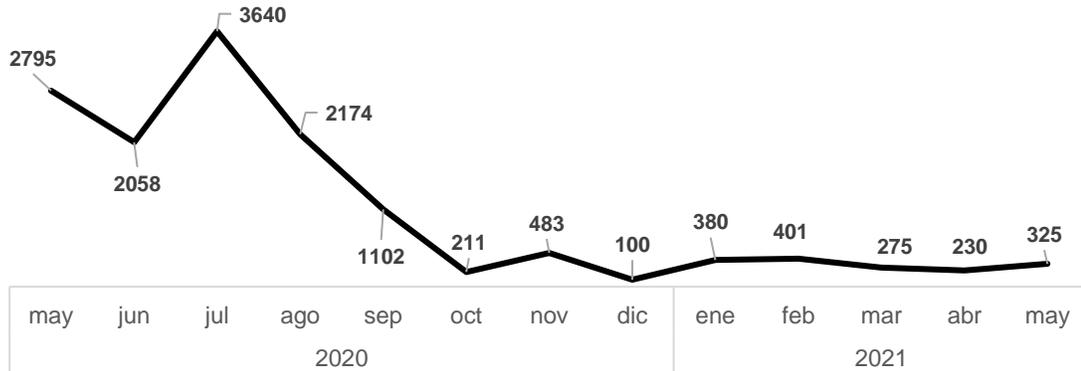
*Demanda del agua oxigenada en atomizador*



*Nota.* Análisis de la demanda de agua oxigenada en atomizador durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 19.**

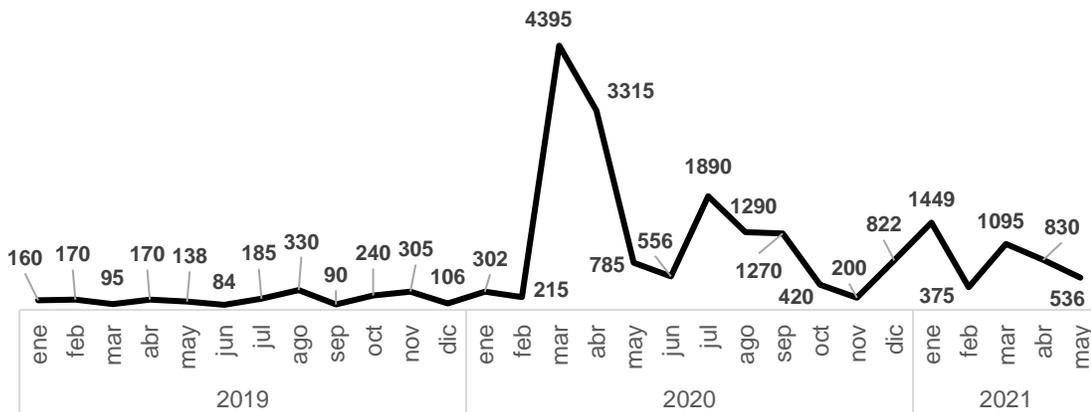
*Demanda del alcohol al 95 %*



*Nota.* Análisis de la demanda de alcohol al 95 % durante el periodo 2020-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 20.**

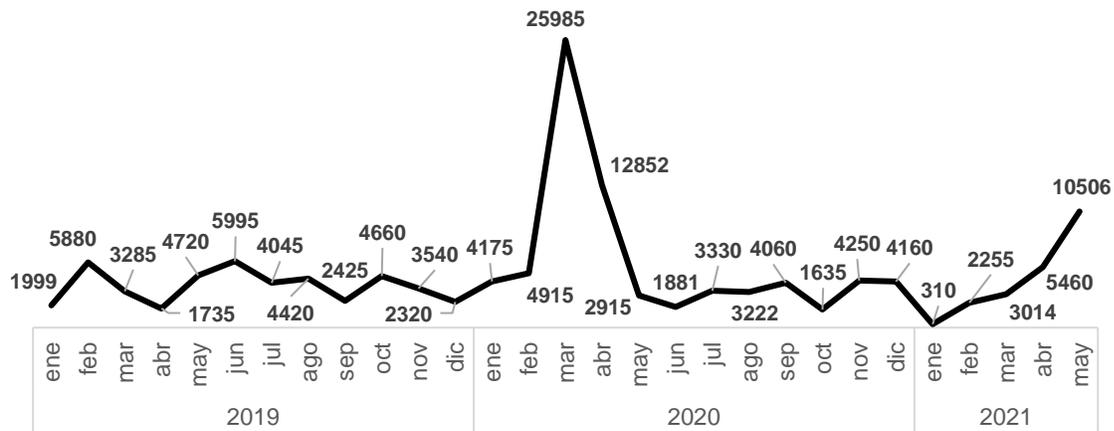
*Demanda del alcohol etílico al 55 %*



*Nota.* Análisis de la demanda de alcohol etílico al 55 % durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 21.**

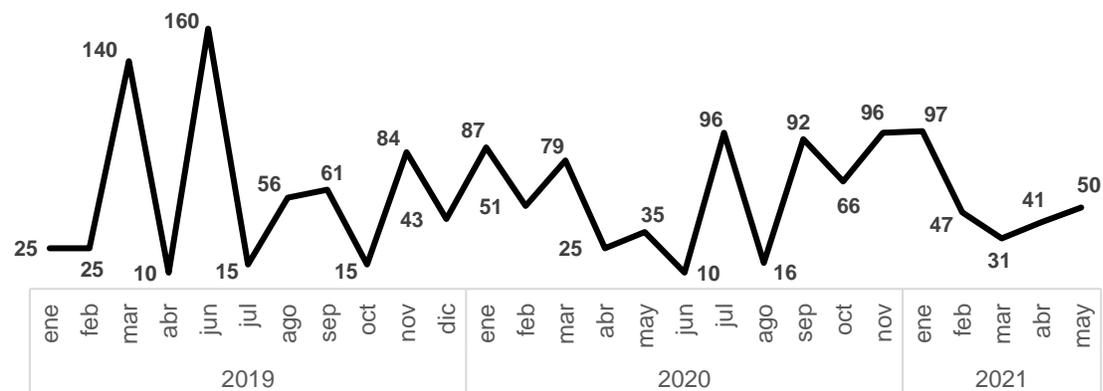
*Demanda de la glicerina*



*Nota.* Análisis de la demanda de glicerina durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 22.**

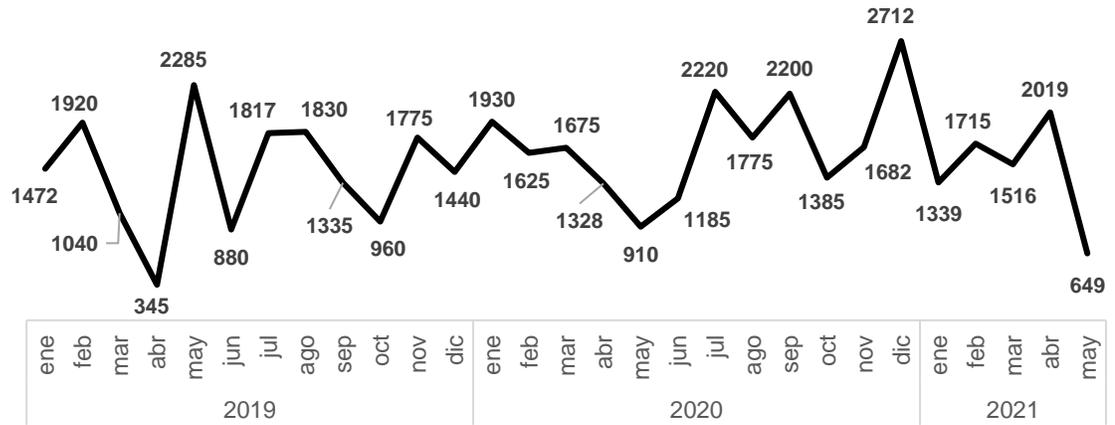
*Demanda del Lent Pro*



*Nota.* Análisis de la demanda de Lent Pro durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 23.**

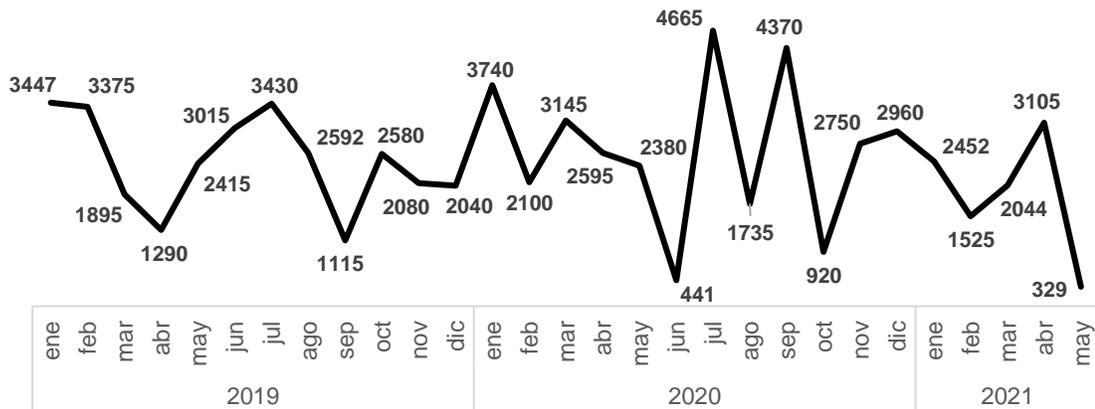
*Demanda de mercurocromo en presentación de atomizador*



*Nota.* Análisis de la demanda de mercurocromo en presentación de atomizador durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 24.**

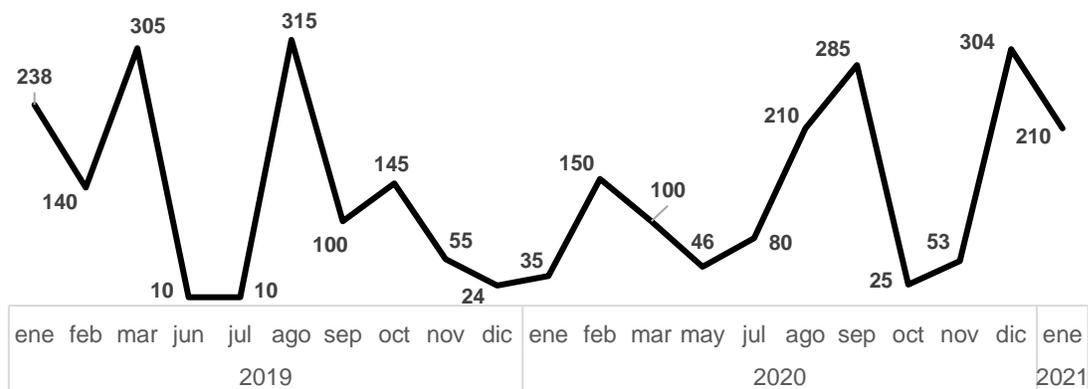
*Demanda de mercurocromo en presentación de gotero*



*Nota.* Análisis de la demanda de mercurocromo en presentación de gotero durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 25.**

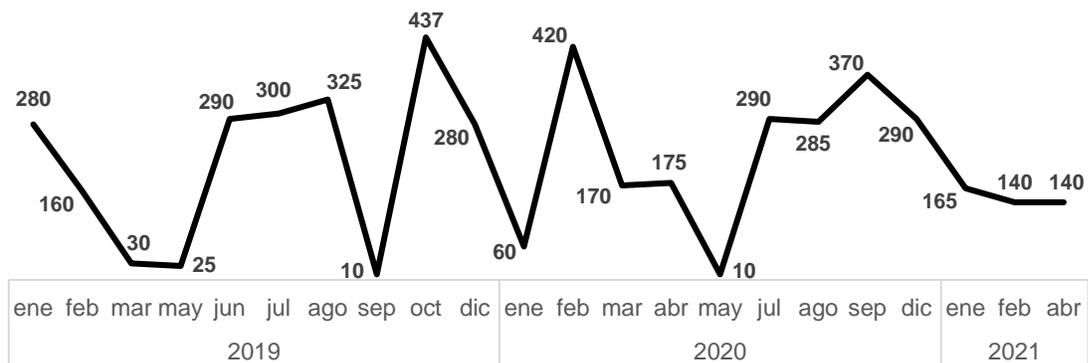
*Demanda de merthiosana en presentación de atomizador*



*Nota.* Análisis de la demanda de merthiosana en presentación de atomizador durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 26.**

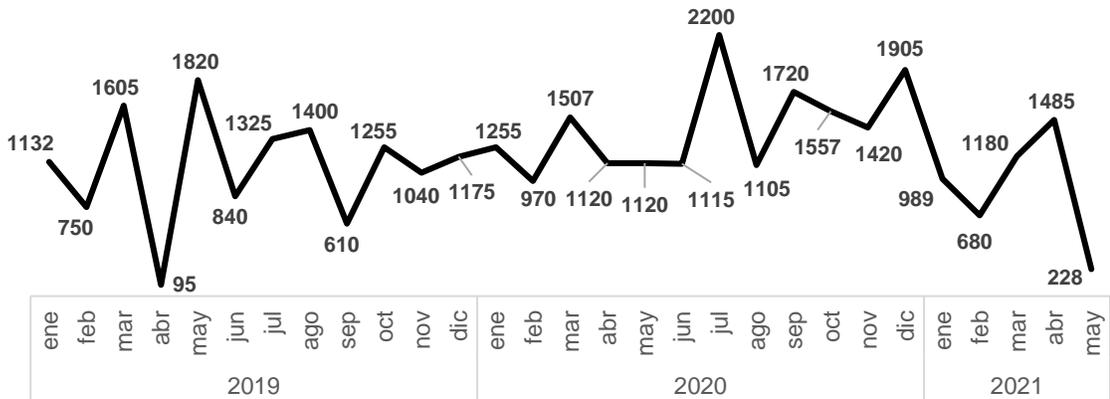
*Demanda de merthiosana en presentación de gotero*



*Nota.* Análisis de la demanda de merthiosana en presentación de gotero durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 27.**

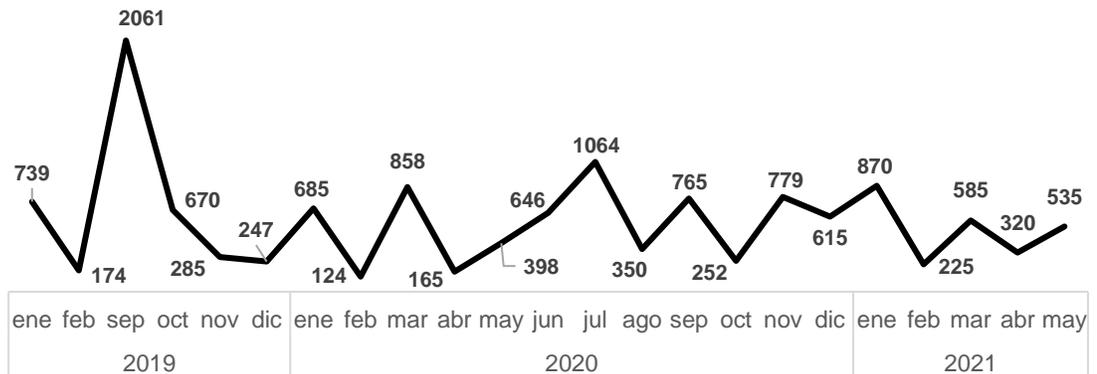
*Demanda de la miel de achicoria*



*Nota.* Análisis de la demanda de miel de achicoria durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 28.**

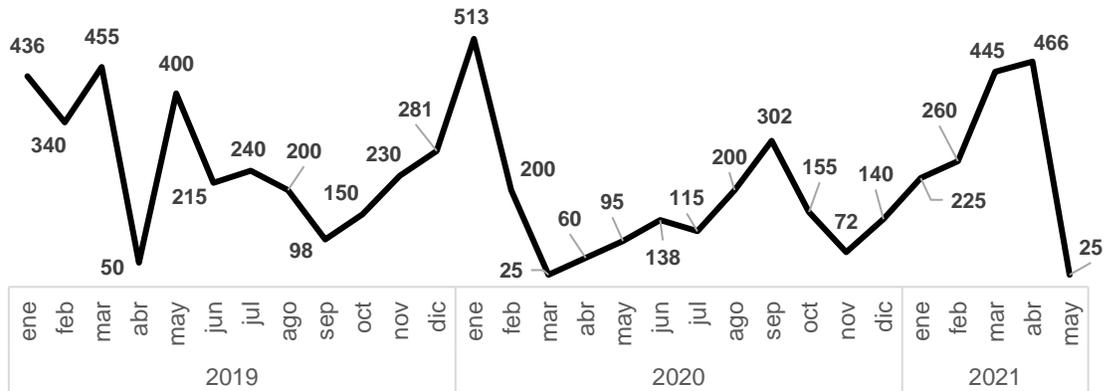
*Demanda del repelente para zancudos*



*Nota.* Análisis de la demanda de repelente para zancudos durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 29.**

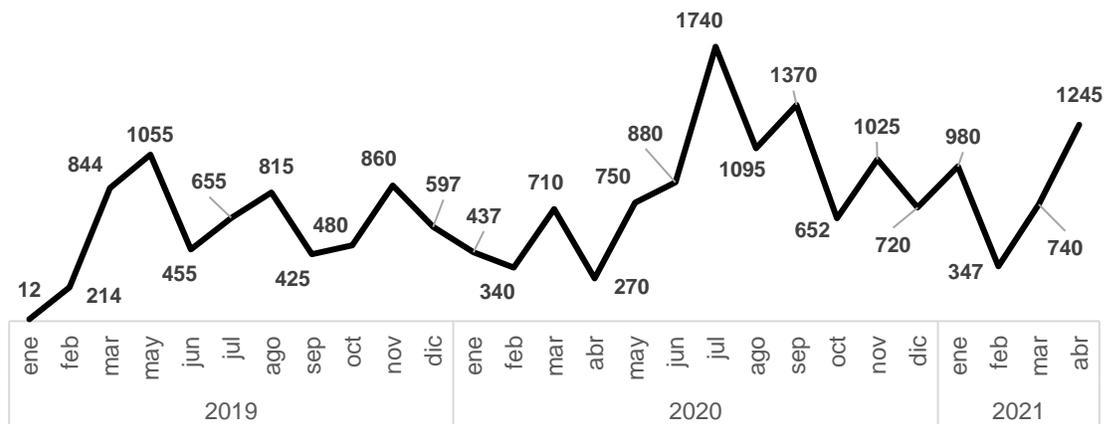
*Demanda del shampoo para piojos*



*Nota.* Análisis de la demanda de shampoo para piojos durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 30.**

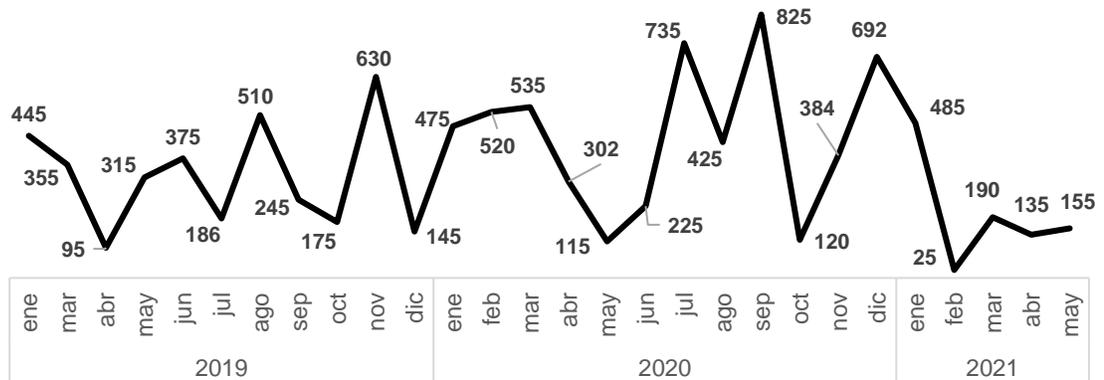
*Demanda de siete espíritus*



*Nota.* Análisis de la demanda de siete espíritus durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 31.**

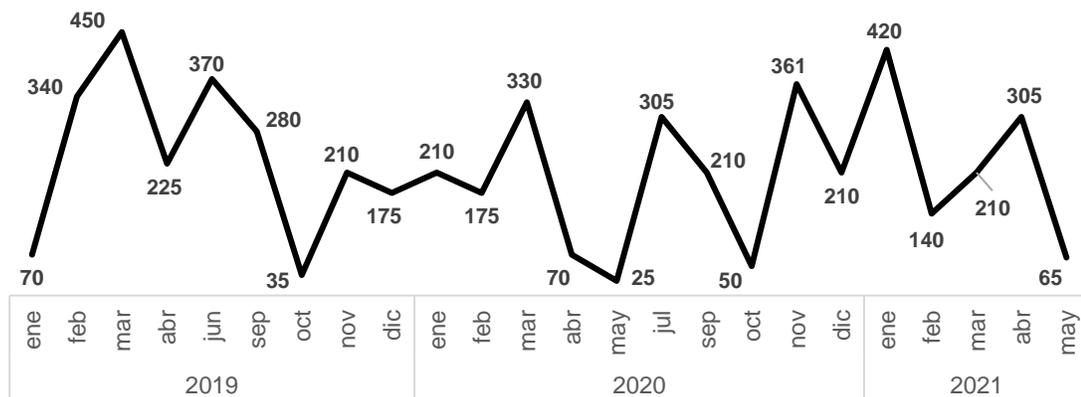
*Demanda del timerosal en presentación de atomizador*



*Nota.* Análisis de la demanda de timerosal en presentación de atomizador durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 32.**

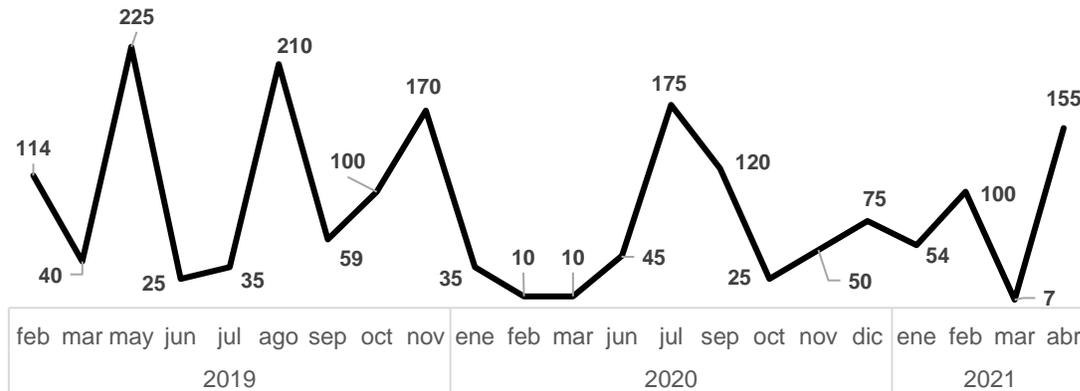
*Demanda del timerosal en presentación de gotero*



*Nota.* Análisis de la demanda de timerosal en presentación de gotero durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 33.**

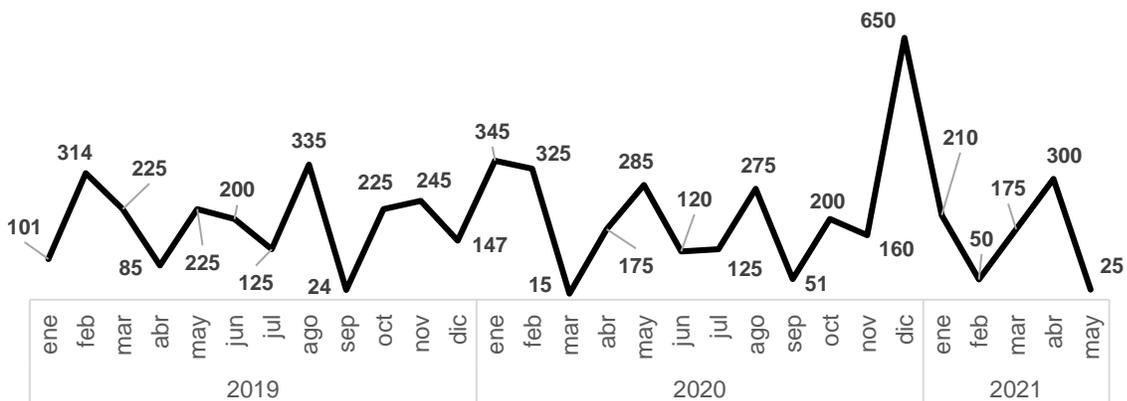
*Demanda de la tintura cordial del susto*



*Nota.* Análisis de la demanda de tintura cordial del susto durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 34.**

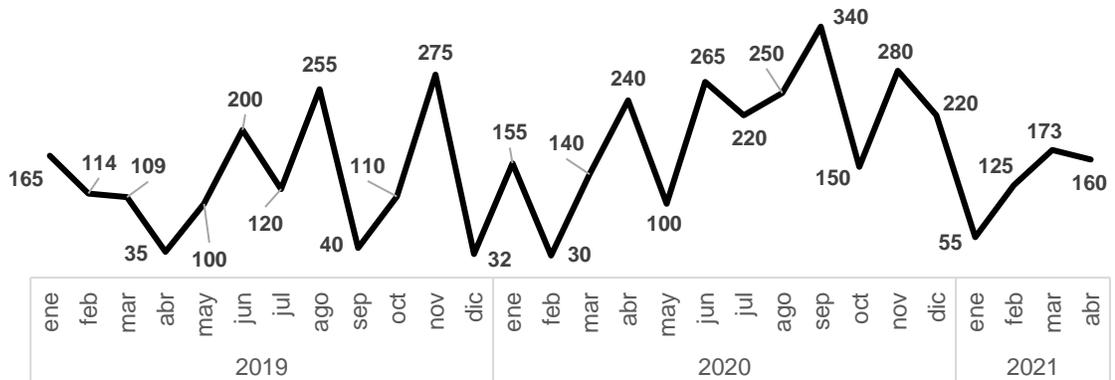
*Demanda de la tintura de árnica*



*Nota.* Análisis de la demanda de tintura de árnica durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 35.**

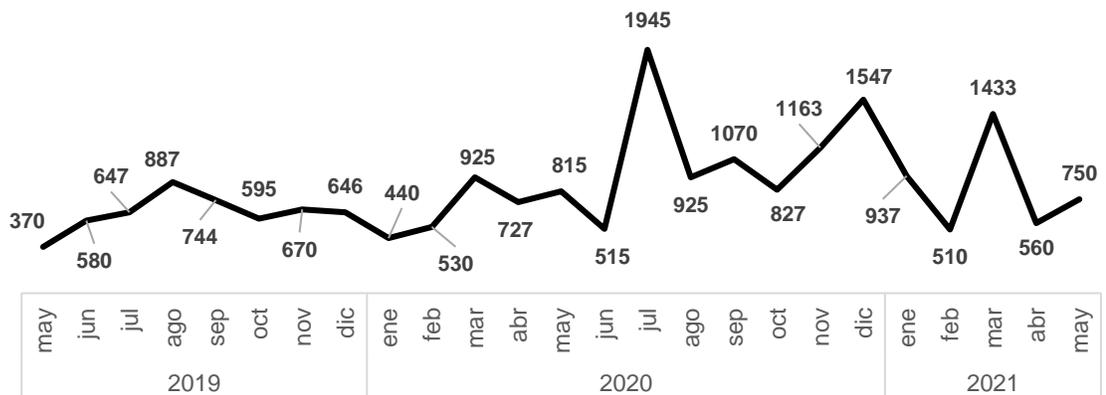
*Demanda de la tintura de ruibarbo*



*Nota.* Análisis de la demanda de tintura de ruibarbo durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 36.**

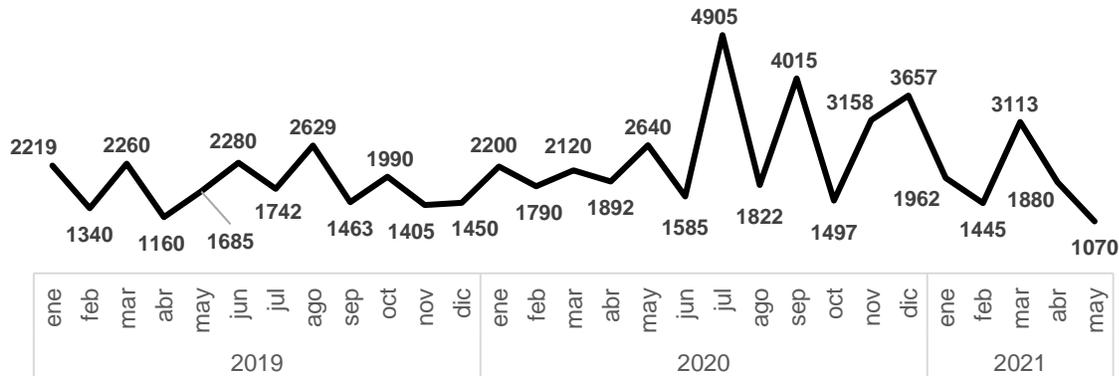
*Demanda de la violeta de genciana en atomizador*



*Nota.* Análisis de la demanda de violeta de genciana en atomizador durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 37.**

*Demanda de la violeta de genciana en gotero*



*Nota.* Análisis de la demanda de aceite de almendra durante el periodo 2019-2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

### **3.2.3. Elección del modelo de proyección por producto**

El modelo de proyección se elige de acuerdo con el comportamiento de la demanda a través del tiempo. Si la curva de demanda posee un comportamiento estable entonces el método de proyección idóneo es el modelo de series temporales; si tiene un comportamiento con picos y valles, se utilizan modelos cíclicos; si tiene una tendencia lineal ascendiente o descendente, los análisis de correlación serán los indicados; y, si se visualizan picos y valles con tendencia lineal la mejor opción son los métodos combinados.

Elegir correctamente el método de proyección es de utilidad para que el error entre las ventas reales y las ventas proyectadas sea mínimo. Para el análisis de las curvas de demanda y su comportamiento se utilizarán cuatro letras que indicarán el tipo de comportamiento y el modelo adecuado de proyección, siendo estas:

- A: comportamiento estable; modelo de series temporales
- B: tendencia lineal; análisis de correlación
- C: compartimiento de picos y valles estables; modelo cíclico
- D: tendencia lineal con picos y valles; método combinado

En la siguiente tabla se utilizaron las letras mencionadas para tipificar el comportamiento de las curvas de demanda y su modelo correspondiente.

**Tabla 38.**

*Comportamiento de las curvas de demanda*

Producto	Comportamiento y modelo de proyección
Aceite de Ajenjo	D
Aceite de Almendra	D
Aceite de Ricino de 2 onzas	D
Aceite de Ricino en gotero	C
Aceite de Ruda	D
Aceite Mineral	C
Aceite Rosado (Mosca)	C
Acetona	C
Agua Oxigenada de 16 onzas	D
Agua Oxigenada en atomizador	D
Alcohol al 95 %	A
Alcohol Etilico al 55 %	D
Glicerina	C
Lent Pro	C
Mercurocromo en atomizador	D
Mercurocromo en gotero	D
Merthiosana en atomizador	D
Merthiosana en gotero	C
Miel de Achicoria	C
Repelente para zancudos	C
Shampoo para piojos	D
Siete Espíritus	D

Continuación de tabla 38.

Producto	Comportamiento y modelo de proyección
Timerosal en atomizador	C
Timerosal en gotero	C
Tintura Cordial del Susto	D
Tintura de Árnica	C
Tintura de Ruibarbo	D
Violeta de Genciana en atomizador	C
Violeta de Genciana en gotero	C

*Nota.* Comportamiento de las curvas de demanda de los productos en el portafolio junto a su modelo ideal de proyección. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 3.2.4. Pronóstico de la demanda por producto

Los pronósticos nos brindarán un panorama más detallado de la demanda que se puede esperar para cada producto.

**Tabla 39.**

*Previsión de ventas*

Producto	Previsión para los meses restantes del 2021						
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aceite de Ajenjo	499	698	105	511	710	118	524
Aceite de Almendra	202	206	210	214	217	221	225
Aceite de Ricino de 2 onzas	862	868	874	879	885	890	896
Aceite de Ricino en gotero	1,628	1,636	1,644	1,652	1,660	1,668	1,677
Aceite de Ruda	102	103	105	107	109	111	113
Aceite Mineral	1,009	1,002	996	990	983	977	971
Aceite Rosado (Mosca)	107	136	109	139	112	141	114
Acetona	191	185	179	172	166	159	153
Agua Oxigenada de 16 onzas	6	11	17	22	28	33	39
Agua Oxigenada en atomizador	495	506	517	528	539	550	561

Continuación de la tabla 39.

Producto	Previsión para los meses restantes del 2021						
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Alcohol al 95 %	242	239	235	231	227	223	219
Alcohol Etilico al 55 %	642	615	588	561	533	506	479
Glicerina	5,105	5,147	5,188	5,229	5,271	5,312	5,353
Lent Pro	53	53	53	54	54	54	54
Mercurocromo en atomizador	1,747	1,756	1,765	1,773	1,782	1,791	1,800
Mercurocromo en gotero	2,064	2,037	2,010	1,983	1,956	1,929	1,902
Merthiosana en atomizador	0	0	182	100	0	0	0
Merthiosana en gotero	113	110	107	104	100	97	94
Miel de Achicoria	1,291	1,297	1,302	1,307	1,313	1,318	1,323
Repelente para zancudos	471	454	436	419	401	384	366
Shampoo para piojos	103	213	119	326	358	207	105
Siete Espíritus	878	896	915	934	953	971	990
Timerosal en atomizador	334	334	334	334	334	334	334
Timerosal en gotero	193	194	195	197	198	199	200
Tintura Cordial del Susto	58	57	57	57	56	56	56
Tintura de Árnica	200	200	201	202	203	204	205
Tintura de Ruibarbo	228	186	188	236	194	196	244
Violeta de Genciana en atomizador	1,075	1,097	1,119	1,141	1,163	1,185	1,207
Violeta de Genciana en gotero	1,128	1,117	1,107	1,096	1,085	1,074	1,064

*Nota.* Previsión de ventas por producto para el segundo semestre del 2021 en unidades.  
Elaboración propia, realizado con Excel.



## **4. ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES**

### **4.1. Plan de operaciones**

En el capítulo anterior se analizó la demanda de los productos que comercializa el laboratorio, y, junto a los datos históricos de producción, se obtuvo el nivel de servicio que han recibido los clientes. En general, se registra 50.61 % de cumplimiento de la demanda según la tabla 31 *Nivel de servicio por año y durante los últimos 3 periodos*. En este capítulo se realiza una propuesta de un plan de operaciones con el objetivo de planificar, organizar y brindar soluciones al área de Producción que le permitan cumplir con las solicitudes de compra en su totalidad.

#### **4.1.1. Establecer los procesos y operaciones más adecuados**

Es conveniente definir procesos claros y eficientes para evitar un alto porcentaje de actividades improductivas. Entiéndase como improductivo todo aquello que no le agrega valor al producto terminado. En el apartado 2.6 se realizó un análisis del proceso productivo, donde se detallan las operaciones que se llevan a cabo para la elaboración de los medicamentos.

Este análisis dejó un tiempo estándar para cada operación y, posterior a ello, se calculó el porcentaje de actividades productivas e improductivas del proceso en el apartado 2.7.2. Los números indican que, en las presentaciones de 30, 60 y 250 ml, se realizan actividades improductivas que ascienden a un 46.23 %, 45.63 %, y 46.32 %, respectivamente. Se trata sobre transportes que se realizan a la bodega de materia prima y producto terminado.

El tiempo que se emplea en estos recorridos es significativo por lo que reducirlo es clave para la operativa. Redistribuir la planta sería lo más lógico; no obstante, implica un reacondicionamiento del segundo piso derivando en un mayor gasto. Asimismo, se paralizaría la producción durante la reorganización. Por estas razones, el uso de un *troquet* para acarrear múltiples lotes es ideal, no solo para disminuir el tiempo empleado en los traslados sino también para reducir la cantidad de recorridos realizados. Adicional a ello, se resguarda la salud física del operador y se reduce la fatiga.

Entre las ocho operaciones y la inspección que se realiza durante el proceso productivo se tienen:

- Llenado
- Sellado
- Colocación de número de lote
- Etiquetado
- Inspección de calidad
- Empaquetado
- Estibado
- Flejado

Siendo las dos actividades de transporte las únicas improductivas de dicho proceso. Todas estas actividades se realizan de forma artesanal, es decir, de forma manual y sin ninguna máquina automatizada. No se detectó falencias en ninguna de las actividades productivas ni factores externos que pudiesen ocasionar distracciones o efectos negativos en el rendimiento de los operarios. El aprendizaje de los trabajadores para realizar las actividades fue empírico, debido a que no se les brinda ninguna inducción ni capacitación.

#### 4.1.2. Definir los recursos materiales necesarios

A continuación, se detalla el rendimiento de la materia prima.

**Tabla 40.**

*Rendimiento de la materia prima*

Producto	Unidad de medida	Presentación bruta (A granel)	Rendimiento neto
Aceite de Ajenjo	Gotero	Galón	127 unidades
Aceite de Almendra	Gotero	Galón	127 unidades
Aceite de Ricino	Gotero	Galón	127 unidades
Aceite de Ricino	2 onzas	Galón	63 unidades
Aceite de Ruda	Gotero	Galón	127 unidades
Aceite Mineral	4 onzas	Tonel	1,680 unidades
Aceite Rosado (Mosca)	Gotero	Galón	127 unidades
Acetona	2 onzas	20 litros	336 unidades
Agua Oxigenada	16 onzas	20 litros	42 unidades
Agua Oxigenada	Atomizador	20 litros	672 unidades
Alcohol Etilíco al 55 %	Atomizador	20 litros	672 unidades
Alcohol al 95 %	250 ml	20 litros	79 unidades
Glicerina	Gotero	Tonel	6,750 unidades
Lent Pro	<i>Kit</i>	25 kits	25 kits
Mercurocromo	Gotero y atomizador	50 litros	1,685 unidades
Merthiosana	Gotero y atomizador	25 litros	842 unidades
Miel de Achicoria	Gotero	25 litros	842 unidades
Repelentes para zancudos	Atomizador	Litro	33 unidades
Shampoo para piojos	2 onzas	100 litros	1,685 unidades
Siete Espíritus	Gotero	25 litros	842 unidades
Timerosal	Gotero y atomizador	20 litros	672 unidades
Tintura Cordial del Susto	Gotero	20 litros	672 unidades
Tintura de Árnica	Gotero	20 litros	672 unidades
Tintura de Ruibarbo	Gotero	20 litros	672 unidades
Violeta de Genciana	Gotero y atomizador	50 litros	1,685 unidades

*Nota.* Rendimiento de la materia prima a granel junto a su unidad de medida. Elaboración propia, realizado con Excel.

En la tabla anterior se describe la forma en la que ingresa cada producto a las bodegas de materia prima, asimismo; el rendimiento esperado luego de fraccionar a su presentación final. A continuación, se tabuló las cantidades de producto terminado que se necesitará por tipo de presentación. Se utilizó la tabla 39 para cuantificar las unidades por su tipo de envase.

**Tabla 41.**

*Proyección del producto terminado por tipo de presentación*

Presentación	Producto terminado proyectado para el segundo semestre del 2021						
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>Kit</i>	53	53	53	54	54	54	54
Gotero	13,796	14,020	13,443	13,968	14,137	13,615	14,084
Atomizador	4,764	4,762	4,941	4,856	4,752	4,750	4,747
4 onzas	1,009	1,002	996	990	983	977	971
250 ml	242	239	235	231	227	223	219
2 onzas	1,156	1,266	1,172	1,377	1,409	1,256	1,154
16 onzas	6	11	17	22	28	33	39

*Nota.* Proyección del requerimiento de envases por tipo de presentación. Elaboración propia, realizado con Excel.

Cabe destacar que el gotero y el atomizador son presentaciones de 30 ml, lo único que varía es la tapadera que se le coloca. Para los envases de 4 y 16 onzas se tomará el tiempo estándar del envase de 250 ml, siendo el tiempo intermedio entre los 3 ritmos de producción que permitió el laboratorio analizar. Los *kits* ya están listos para su entrega por lo que no es necesario tomar en cuenta ningún ritmo de producción para su planeación.

Estos datos junto a la materia prima requerida serán de utilidad para realizar el plan de requerimiento de materiales y el plan agregado de producción. Con los rendimientos establecidos en la tabla 40 se determinó las cantidades de materia prima que serán requeridas durante los periodos de venta proyectados.

**Tabla 42.***Materia prima requerida*

Producto	Presentación a granel	Materia prima requerida							Total Plan
		Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Aceite de Ajenjo	Galón	3.93	5.50	0.83	4.02	5.59	0.93	4.13	24.92
Aceite de Almendra	Galón	1.59	1.62	1.65	1.69	1.71	1.74	1.77	11.77
Aceite de Ricino	Galón	13.68	13.78	13.87	13.95	14.05	14.13	14.22	97.68
Aceite de Ricino	Galón	12.82	12.88	12.94	13.01	13.07	13.13	13.20	91.06
Aceite de Ruda	Galón	0.80	0.81	0.83	0.84	0.86	0.87	0.89	5.91
Aceite Mineral	Tonel	0.60	0.60	0.59	0.59	0.59	0.58	0.58	4.12
Aceite Rosado (Mosca)	Galón	0.84	1.07	0.86	1.09	0.88	1.11	0.90	6.76
Acetona	20 litros	0.57	0.55	0.53	0.51	0.49	0.47	0.46	3.59
Agua Oxigenada	20 litros	0.14	0.26	0.40	0.52	0.67	0.79	0.93	3.71
Agua Oxigenada	20 litros	0.74	0.75	0.77	0.79	0.80	0.82	0.83	5.50
Alcohol al 95 %	20 litros	3.06	3.03	2.97	2.92	2.87	2.82	2.77	20.46
Alcohol Etilico al 55 %	20 litros	0.96	0.92	0.88	0.83	0.79	0.75	0.71	5.84
Glicerina	Tonel	0.76	0.76	0.77	0.77	0.78	0.79	0.79	5.42
Lent Pro	25 kits	2.12	2.12	2.12	2.16	2.16	2.16	2.16	15.00
Mercurocromo	50 litros	1.04	1.04	1.05	1.05	1.06	1.06	1.07	7.37
Mercurocromo	50 litros	1.22	1.21	1.19	1.18	1.16	1.14	1.13	8.24
Merthiosana	25 litros	0.00	0.00	0.22	0.12	0.00	0.00	0.00	0.33
Merthiosana	25 litros	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.11	0.86
Miel de Achicoria	25 litros	1.53	1.54	1.55	1.55	1.56	1.57	1.57	10.87
Repelente para zancudos	Litro	14.27	13.76	13.21	12.70	12.15	11.64	11.09	88.82
Shampoo para piojos	100 litros	0.06	0.13	0.07	0.19	0.21	0.12	0.06	0.85
Siete Espíritus	25 litros	1.04	1.06	1.09	1.11	1.13	1.15	1.18	7.76
Timerosal en atomizador	20 litros	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	3.48
Timerosal en gotero	20 litros	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.30	0.30	2.05
Tintura Cordial del Susto	20 litros	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.59
Tintura de Árnica	20 litros	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.31	2.11
Tintura de Ruibarbo	20 litros	0.34	0.28	0.28	0.35	0.29	0.29	0.36	2.19
Violeta de Genciana	50 litros	0.64	0.65	0.66	0.68	0.69	0.70	0.72	4.74
Violeta de Genciana	50 litros	0.67	0.66	0.66	0.65	0.64	0.64	0.63	4.55

*Nota.* Materia prima requerida para el periodo de ventas proyectado correspondiente al segundo semestre del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

#### 4.1.2.1. Determinar las existencias

En la tabla 15, sobreproducción y demanda insatisfecha correspondientes al año 2021, se detalla la existencia final por producto durante cada mes del año en mención. En el mes de mayo, siendo el mes inmediato anterior al plan de producción, se registraron los siguientes productos con existencias en bodega:

**Tabla 43.**

*Existencias en bodega de producto terminado*

Producto	Mayo
Aceite Mineral	658
Acetona	1,200
Agua Oxigenada en atomizador	554
Alcohol Etilico al 55 %	484
Lent Pro	205
Mercurocromo en gotero	4,946
Merthiosana en gotero	1,138
Repelentes para zancudos	858
Shampoo para piojos	621
Timerosal en atomizador	770
Tintura de Árnica	16

*Nota.* Listado de producto terminado. Adaptado de los registros de inventario del Laboratorio Farmacéutico (2021). *Registro de inventario.*

El inventario de productos terminados se toma en cuenta para realizar el plan de producción. De la misma manera ocurre con la materia prima en bodega, el conteo debe ser preciso para realizar pedidos a tiempo y abastecer al departamento de Producción sin inconvenientes. No se debe tener mucho capital en bodega, porque este es un activo que no genera valor. Para el plan de requerimiento de materiales, MRP, se necesita el inventario de materia prima, este inventario se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 44.***Existencias de materia prima en bodega*

Materia prima	Presentación a granel	Existencia
Aceite de Ajenjo	Galón	16.00
Aceite de Almendra	Galón	5.00
Aceite de Ricino para 2 onzas	Galón	16.00
Aceite de Ricino para gotero	Galón	30.00
Aceite de Ruda	Galón	14.00
Aceite Mineral	Tonel	1.60
Aceite Rosado (Mosca)	Galón	3.00
Acetona	20 litros	2.40
Agua Oxigenada para 16 onzas	20 litros	0.30
Agua Oxigenada para atomizador	20 litros	0.25
Alcohol al 95 %	20 litros	0.10
Alcohol Etilico al 55 %	20 litros	2.20
Glicerina	Tonel	1.90
Lent Pro	25 kits	0.12
Mercurocromo para atomizador	50 litros	0.60
Mercurocromo para gotero	50 litros	0.24
Merthiosana para atomizador	25 litros	0.40
Merthiosana para gotero	25 litros	0.28
Miel de Achicoria	25 litros	0.88
Repelente para zancudos	Litro	20.00
Shampoo para piojos	100 litros	0.14
Siete Espíritus	25 litros	1.60
Timerosal para atomizador	20 litros	1.25
Timerosal para gotero	20 litros	1.90
Tintura Cordial del Susto	20 litros	0.30
Tintura de Árnica	20 litros	1.50
Tintura de Ruibarbo	20 litros	1.25
Violeta de Genciana para atomizador	50 litros	0.22
Violeta de Genciana para gotero	50 litros	0.22

*Nota.* Materia prima en existencia. Adaptado de los registros de inventario del Laboratorio Farmacéutico (2021). *Registro de inventario.*

### **4.1.3. Políticas de pedido**

Con los datos recopilados en este capítulo se desarrolló el modelo de inventario EOQ para todos los productos y se determinó la materia prima que debe haber en bodega para cumplir con el plan de producción. Se calculó variables cuantitativas que permiten conocer cuándo hacer un pedido y el nivel óptimo de inventario que debe manejar el laboratorio.

Se eligió este tipo de inventario ya que permite una respuesta más rápida a los cambios del mercado, en lugar de realizar una persecución de la demanda se planea el requerimiento de materiales con base en líneas teóricas de consumo. La línea de consumo de un producto posee puntos significativos a lo largo del tiempo y está representada en un gráfico de cantidad versus tiempo. El modelo permite identificar la fecha en que es necesario solicitar una orden de compra de materia prima, teniendo como referencia la política de entrega del proveedor y un nivel óptimo de inventario para abastecer la línea de producción.

#### **4.1.3.1. Variables cuantitativas del MRP**

En un gráfico de cantidad versus tiempo, similar a la figura 1, cuando la línea teórica de consumo intercepta el nivel de *stock* de seguridad, representa la fecha tentativa en que el pedido de materia prima será entregado por el proveedor. El modelo de inventario pretende reabastecer la bodega, cuando se tiene un nivel mínimo de materia prima, evitando puntos de agotamiento que detengan la producción. La solicitud de compra se realiza de acuerdo con el nivel de reorden y toma en consideración una cantidad óptima de pedido para satisfacer al departamento de Producción. El cálculo de variables cuantitativas realizadas para cada material se encuentra detallado a continuación:

**Tabla 45.***Variables cuantitativas del MRP*

Cantidades expresadas en la presentación a granel de cada materia prima						
Materia prima	S.S.	N.R.	N. Max	Q Opt	Existencia 1	Existencia 2
Aceite de Ajenjo	0.65	1.01	85.44	3.00	16.00	3.65
Aceite de Almendra	0.31	0.48	25.22	2.00	5.00	2.31
Aceite de Ricino para 2 onzas	2.56	3.95	334.91	10.00	16.00	12.56
Aceite de Ricino para gotero	2.38	3.69	312.22	9.00	30.00	11.38
Aceite de Ruda	0.15	0.24	20.25	1.00	14.00	1.15
Aceite Mineral	0.19	0.28	14.14	1.00	1.99	1.19
Aceite Rosado (Mosca)	0.18	0.27	23.16	1.00	3.00	1.18
Acetona	0.09	0.15	18.44	1.00	5.97	1.09
Agua Oxigenada para 16 onzas	0.10	0.15	4.24	1.00	0.30	1.10
Agua Oxigenada para atomizador	0.14	0.22	6.29	1.00	1.07	1.14
Alcohol al 95 %	0.54	0.83	87.67	2.00	0.10	2.54
Alcohol Etilico al 55 %	0.15	0.24	25.03	1.00	2.92	1.15
Glicerina	0.25	0.37	23.24	1.00	1.90	1.25
Lent Pro	0.39	0.61	77.14	2.00	8.32	2.39
Mercurocromo para atomizador	0.19	0.30	31.57	1.00	0.60	1.19
Mercurocromo para gotero	0.22	0.33	35.31	1.00	3.18	1.22
Merthiosana para atomizador	0.01	0.01	1.44	1.00	0.40	1.01
Merthiosana para gotero	0.02	0.03	3.69	1.00	1.63	1.02
Miel de Achicoria	0.28	0.44	37.26	2.00	0.88	2.28
Repelente para zancudos	2.33	3.60	380.65	9.00	46.00	11.33
Shampoo para piojos	0.02	0.03	3.64	1.00	0.51	1.02
Siete Espíritus	0.20	0.31	26.62	1.00	1.60	1.20
Timerosal para atomizador	0.09	0.14	14.91	1.00	2.40	1.09
Timerosal para gotero	0.05	0.08	8.78	1.00	1.90	1.05
Tintura Cordial del Susto	0.02	0.02	2.03	1.00	0.30	1.02
Tintura de Árnica	0.06	0.09	7.22	1.00	1.52	1.06
Tintura de Ruibarbo	0.06	0.09	7.51	1.00	1.25	1.06
Violeta de Genciana para atomizador	0.12	0.19	16.25	1.00	0.22	1.12
Violeta de Genciana para gotero	0.12	0.18	15.61	1.00	0.22	1.12

*Nota.* Variables cuantitativas del MRP para el cálculo de las líneas teóricas de consumo. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para el cálculo de estas variables se utilizaron las ecuaciones descritas en el apartado 1.4.2.2 Método EOQ o de Cantidad Fija. Cada variable está representada por una abreviación de esta, dichas abreviaciones son:

- S.S.: *stock* de seguridad
- N.R: nivel de reorden
- N. Max: nivel máximo de almacenamiento
- Qopt: cantidad óptima de pedido
- Existencia 1: cantidad de materia prima en bodega
- Existencia 2: cantidad de materia prima que habrá en bodega luego de recibir un pedido de materia prima.

#### **4.1.3.2. Líneas teóricas de consumo**

El nivel de reorden indica cuándo es necesario colocar un pedido de materia prima en función de la cantidad que hay disponible. Para conocer las fechas en que se deben colocar las solicitudes de compra se utilizan las líneas teóricas de consumo; estas se obtienen de las variables cuantitativas y la proyección de materiales requeridos durante todo el periodo del plan. Las abreviaciones para estos cálculos son:

- LTC1: línea teórica de consumo inicial con la existencia 1
- LTC2: línea teórica de consumo con la existencia 2
- X1: tiempo en meses para realizar la solicitud de compra al proveedor a partir de la fecha de inicio del MRP.
- X2: tiempo en meses para realizar la solicitud de compra a partir de la fecha de ingreso del último pedido.

**Tabla 46.***Líneas teóricas de consumo*

Cantidades expresadas en meses					
Materia prima	Planificado	LTC 1	LTC 2	X1	X2
Aceite de Ajenjo	24.92	4.49	1.03	4.39	0.90
Aceite de Almendra	11.77	2.97	1.37	2.87	1.26
Aceite de Ricino para 2 onzas	97.68	1.15	0.90	1.03	0.77
Aceite de Ricino para gotero	91.06	2.31	0.88	2.20	0.75
Aceite de Ruda	5.91	16.59	1.37	16.49	1.25
Aceite Mineral	4.12	3.38	2.01	3.20	1.82
Aceite Rosado (Mosca)	6.76	3.11	1.22	3.00	1.10
Acetona	3.59	11.66	2.14	11.55	2.03
Agua Oxigenada para 16 onzas	3.71	0.57	2.07	0.42	1.96
Agua Oxigenada para atomizador	5.50	1.37	1.46	1.25	1.34
Alcohol al 95 %	20.46	0.03	0.87	0.06	0.74
Alcohol Etílico al 55 %	5.84	3.50	1.38	3.40	1.27
Glicerina	5.42	2.45	1.61	2.26	1.40
Lent Pro	15.00	3.88	1.12	3.78	1.00
Mercurocromo para atomizador	7.37	0.57	1.13	0.42	1.01
Mercurocromo para gotero	8.24	2.70	1.03	2.59	0.91
Merthiosana para atomizador	0.33	8.36	21.08	8.26	20.98
Merthiosana para gotero	0.86	13.26	8.31	13.16	8.21
Miel de Achicoria	10.87	0.57	1.47	0.42	1.36
Repelente para zancudos	88.82	3.63	0.89	3.52	0.77
Shampoo para piojos	0.85	4.19	8.43	4.09	8.32
Siete Espíritus	7.76	1.44	1.08	1.33	0.96
Timerosal para atomizador	3.48	4.82	2.20	4.72	2.09
Timerosal para gotero	2.05	6.50	3.60	6.39	3.50
Tintura Cordial del Susto	0.59	3.55	12.03	3.45	11.93
Tintura de Árnica	2.11	5.07	3.51	4.96	3.40
Tintura de Ruibarbo	2.19	3.99	3.38	3.89	3.27
Violeta de Genciana para atomizador	4.74	0.32	1.66	0.10	1.55
Violeta de Genciana para gotero	4.55	0.34	1.72	0.12	1.61

*Nota.* Líneas teóricas de consumo expresadas en meses y por producto. Elaboración propia, realizado con Excel.

#### 4.1.4. Determinar la fuerza de trabajo requerida

Los ritmos de producción fueron calculados en el apartado 2.8, tomando como criterio la estación más lenta para determinar los flujos del producto terminado. Las capacidades reales están dadas por:

- Envase de 250 ml: 119.28 unidades por hora
- Envase de 60 ml: 115.53 unidades por hora
- Envase de 30 ml: 125.09 unidades por hora

En esta sección se calculó la cantidad de horas hombre que son requeridas para satisfacer la demanda esperada. En la tabla 41 se establecieron las unidades proyectadas por tipo de envase. Se tomarán estos datos y los ritmos de producción para determinar la fuerza de trabajo que se necesita. Los *kits* son la presentación a granel de los Lent Pro y este producto ya entra al laboratorio en su presentación final por lo que no requiere de horas hombre.

**Tabla 47.**

*Horas requeridas para la demanda proyectada*

Horas Requeridas							
Presentación	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>Kit</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gotero	110.03	112.1	107.5	111.7	113.0	108.8	112.6
Atomizador	38.01	38.11	39.5	38.8	38.0	38.0	37.9
4 onzas	8.46	8.40	8.35	8.30	8.24	8.19	8.14
250 ml	2.03	2.00	1.97	1.94	1.90	1.87	1.84
2 onzas	10.01	10.96	10.14	11.92	12.20	10.87	9.99
16 onzas	0.05	0.09	0.14	0.18	0.23	0.28	0.33
Total	168.92	171.60	167.57	172.82	173.58	168.02	170.83

*Nota.* Requerimiento de fuerza laboral para cubrir para la demanda proyectada. Elaboración propia, realizado con Excel.

#### 4.1.4.1. Definir los recursos humanos necesarios

Se calculó las horas hombre disponibles para los meses de venta proyectados, es decir, de junio a diciembre del 2021. Se tomó en consideración los feriados y asuetos de este periodo junto a los descansos durante la jornada laboral. Entre semana un operario posee un turno de nueve horas, de las cuales labora 7.5; los sábados trabaja cuatro horas. Entre semana se puede incrementar la fuerza laboral en tres horas extra por día y, los sábados cuatro más. Los feriados y asuetos correspondientes al ciclo del plan operativo son:

- 30 de junio (Día del Ejército)
- 15 de agosto (Feria de la Virgen de la Asunción)
- 15 de septiembre (Día de la independencia)
- 20 de octubre (Día de la revolución)
- 1 de noviembre (Día de Todos los Santos)
- 24 de diciembre (Noche Buena)
- 25 de diciembre (Navidad)

**Figura 38.**

*Disponibilidad de tiempo durante junio del 2021*

Junio 2021		
Semana	Lunes - Viernes	Sábado
1	4	1
2	5	1
3	5	1
4	5	1
5	2	0
<b>Días disponibles</b>	<b>21</b>	<b>4</b>

<b>Horas Normales</b>	<b>173.5</b>
<b>Horas Extra</b>	<b>79</b>

junio						
do.	lu.	ma.	mi.	ju.	vi.	sá.
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

*Nota.* Horas hombre disponibles durante junio del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 39.**

*Disponibilidad de tiempo durante julio del 2021*

Julio 2021		
Semana	Lunes - Viernes	Sábado
1	2	1
2	5	1
3	5	1
4	5	1
5	5	1
Días disponibles	22	5

Horas Normales	185
Horas Extra	86

julio

do.	lu.	ma.	mi.	ju.	vi.	sá.
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

*Nota.* Horas hombre disponibles durante julio del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 40.**

*Disponibilidad de tiempo durante agosto del 2021*

Agosto 2021		
Semana	Lunes - Viernes	Sábado
1	5	1
2	5	1
3	4	1
4	5	1
5	2	0
Días disponibles	21	4

Horas Normales	173.5
Horas Extra	82

agosto

do.	lu.	ma.	mi.	ju.	vi.	sá.
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

*Nota.* Horas hombre disponibles durante agosto del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 41.**

*Disponibilidad de tiempo durante septiembre del 2021*

Septiembre 2021		
Semana	Lunes - Viernes	Sábado
1	3	1
2	5	1
3	4	1
4	5	1
5	4	0
Días disponibles	21	4

Horas Normales	173.5
Horas Extra	79

septiembre

do.	lu.	ma.	mi.	ju.	vi.	sá.
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

*Nota.* Horas hombre disponibles durante septiembre del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 42.**

*Disponibilidad de tiempo durante octubre del 2021*

Octubre 2021		
Semana	Lunes - Viernes	Sábado
1	1	1
2	5	1
3	5	1
4	4	1
5	5	1
Días disponibles	20	5

Horas Normales	170
Horas Extra	80

octubre

do.	lu.	ma.	mi.	ju.	vi.	sá.
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

*Nota.* Horas hombre disponibles durante octubre del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 43.**

*Disponibilidad de tiempo durante noviembre del 2021*

Noviembre 2021		
Semana	Lunes - Viernes	Sábado
1	4	1
2	5	1
3	5	1
4	5	1
5	2	0
Días disponibles	21	4

Horas Normales	173.5
Horas Extra	79

noviembre

do.	lu.	ma.	mi.	ju.	vi.	sá.
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

*Nota.* Horas hombre disponibles durante noviembre del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 44.**

*Disponibilidad de tiempo durante diciembre del 2021*

Diciembre 2021		
Semana	Lunes - Viernes	Sábado
1	3	1
2	5	1
3	5	1
4	4	0
5	4	0
Días disponibles	21	3

Horas Normales	169.5
Horas Extra	78

diciembre

do.	lu.	ma.	mi.	ju.	vi.	sá.
		1	2	3	4	
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

*Nota.* Horas hombre disponibles durante diciembre del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

#### 4.1.5. Plan agregado de producción

Calculadas las horas requeridas y las disponibles se procedió a relacionarlas para el desarrollo de un plan de producción que utilice eficientemente el recurso humano y minimice su costo. El laboratorio no compartió los costos de la materia prima; no obstante, se realizó un costo de producción estimado para llevar a cabo las actividades de producción.

- Costo de Mano de obra

Primero se calculó el costo total de los sueldos

$$\text{Sueldos: } \frac{4 \text{ operarios}}{1 \text{ mes}} * \frac{Q4\ 000}{1 \text{ operario}} + \frac{1 \text{ supervisor}}{1 \text{ mes}} * \frac{Q5,000.00}{1 \text{ operario}}$$

$$\text{Sueldos: } Q21,000.00$$

Conseguido el dato anterior, se procedió a determinar el costo de la hora normal y extraordinaria.

$$\text{Hora Normal: } \frac{Q21,000.00}{1 \text{ mes}} * \frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ días}} * \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ hrs}} * 1.4322 \% = \frac{Q125.32}{1 \text{ hora}}$$

$$\text{Hora Extraordinaria: } \frac{Q125.32}{1 \text{ hora}} * 1.5 = \frac{Q187.98}{1 \text{ hora}}$$

Cabe destacar que la hora normal se multiplicó por 1.4322 %, correspondiente al porcentaje de pago por concepto de prestaciones laborales. Este porcentaje se desglosa así:

**Tabla 48.***Prestaciones laborales de ley*

Porcentajes aplicables a las prestaciones laborales		
Aguinaldo	1/12 de sueldos	8.33 %
Indemnización	1/12 sueldos + 1/12 aguinaldo + 1/12 Bono 14	9.72 %
Bono 14	1/12 de sueldos	8.33 %
Vacaciones	15/360 días	4.17 %
IGSS		10.67 %
INTECAP		1.00 %
IRTRA		1.00 %
Total		43.22 %

*Nota.* Porcentajes aplicables a las prestaciones laborales de ley. Elaboración propia, realizado con Excel.

No se calculó un costo de almacenaje derivado que las instalaciones cuentan con bodegas propias donde no se incurre en ningún gasto por guardar el producto terminado ni la materia prima. Derivado que todo el proceso es artesanal tampoco se consideraron gastos de energía eléctrica.

Se realizó la matriz de asignación para el plan agregado de producción y se determinaron los costos de mano de obra estimados para cada mes proyectado. La matriz demostró que el problema de los últimos años en el laboratorio ha sido la planificación, debido a que únicamente se utilizarán 6 horas extraordinarias a lo largo de todo el periodo que abarca el plan. Para el costo estimado de la fuerza laboral se multiplicaron las horas-hombre requeridas y se multiplicó por el precio de la hora normal o extraordinario según correspondía.

A continuación, se detallan la matriz de asignación y el costo de la fuerza laboral requerida.

**Figura 45.**

*Matriz de asignación*

Matriz de Asignación	Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
	HN	HE	HN	HE	HN	HE	HN	HE	HN	HE	HN	HE	HN	HE
Requerimiento en horas	Junio 168,92	173,5 Q125.35 168,92	79 Q 187.98 NA											
	Julio 171,60		185 Q125.35 171,60	86 Q 187.98 NA										
	Agosto 167,57				173,5 Q125.35 167,57	82 Q 187.98 NA								
	Septiembre 172,82						173,5 Q125.35 172,82	79 Q 187.98 NA						
	Octubre 173,58								170 Q125.35 170	80 Q 187.98 4				
	Noviembre 168,02										173,5 Q125.35 168,02	79 Q 187.98 NA		
	Diciembre 170,83												169,5 Q125.35 169,5	78 Q 187.98 2

*Nota.* Matriz de asignación para el periodo proyectado correspondiente al segundo semestre del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

Los costos de producción están dados de la siguiente manera:

**Tabla 49.**

*Resumen de los costos de producción*

Mes	Subtotal
Junio	Q 21,174.12
Julio	Q 21,510.06
Agosto	Q 21,004.90
Septiembre	Q 21,662.99
Octubre	Q 22,061.42
Noviembre	Q 21,061.31
Diciembre	Q 21,622.79
Total	Q 128,923.46

*Nota.* Resumen de los costos de producción para el periodo proyectado correspondiente al segundo semestre del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

#### 4.1.6. Plan de requerimiento de materiales

Establecer el MRP, plan de requerimiento de materiales, es esencial en una empresa para reducir los costos; este plan toma en consideración niveles de inventario óptimos para cumplir con la demanda proyectada sin saturar la bodega de materia prima y que se cuente con un *stock* de seguridad para no detener la producción en caso de algún imprevisto. Las variables y líneas de consumo que conforman este sistema ya fueron calculadas en el apartado 4.1.3. A continuación, se tabularon las fechas en que cada producto debe ser solicitado al proveedor y su fecha de entrega tentativa.

Aunque los cálculos para las variables cuantitativas toman en consideración el historial de entregas por parte del proveedor, se recomendó al supervisor de producción hacer los pedidos con tres o cinco días de anticipación a la fecha propuesta para que el departamento de Compras pueda procesar la solicitud y realizar el pedido a tiempo.

**Tabla 50.**

*Pedidos requeridos para cubrir la demanda proyectada*

Producto	Pedidos necesarios
Aceite de Ajenjo	3
Aceite de Almendra	4
Aceite de Ricino para 2 onzas	7
Aceite de Ricino para gotero	6
Aceite Mineral	2
Aceite Rosado (Mosca)	4
Agua Oxigenada para 16 onzas	4
Agua Oxigenada para atomizador	5
Alcohol al 95 %	9
Alcohol Etílico al 55 %	3
Glicerina	4

Continuación de la tabla 50.

Producto	Pedidos necesarios
Lent Pro	4
Mercurocromo para atomizador	6
Mercurocromo para gotero	5
Miel de Achicoria	5
Repelente para zancudos	5
Shampoo para piojos	1
Siete Espíritus	6
Timerosal para atomizador	2
Timerosal para gotero	1
Tintura Cordial del Susto	1
Tintura de Árnica	1
Tintura de Ruibarbo	1
Violeta de Genciana para atomizador	5
Violeta de Genciana para gotero	5
Total general	99

*Nota.* Pedidos requeridos por producto para cubrir la demanda proyectada. Elaboración propia, realizado con Excel.

Se realizó un conteo de pedidos requeridos por cada producto. La tabla únicamente enlista 25 productos ya que de los 4 que no figuran (Aceite de ruda, acetona y merthiosana para gotero y atomizador), se tiene suficiente materia prima para cubrir la demanda esperada durante los 7 meses restantes del 2021.

Es importante mencionar que las cantidades óptimas de pedido ya fueron detalladas en la tabla 45, variables cuantitativas del MRP. Estas cantidades fueron redondeadas al entero mayor, porque no se pueden hacer pedidos por cantidades que no son exactas. Se desglosaron los pedidos totales por mes, estos se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 51.***Pedidos requeridos durante junio del 2021*

Producto	Pedido	Ingreso
Alcohol al 95 %	1/06/2021	1/06/2021
Violeta de Genciana para atomizador	2/06/2021	9/06/2021
Violeta de Genciana para gotero	3/06/2021	10/06/2021
Agua Oxigenada para 16 onzas	12/06/2021	16/06/2021
Miel de Achicoria	12/06/2021	17/06/2021
Mercurocromo para atomizador	12/06/2021	17/06/2021
Alcohol al 95 %	23/06/2021	27/06/2021
Aceite de Ricino para 2 onzas	30/06/2021	4/07/2021

*Nota.* Producto que se requirió durante junio del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 52.***Pedidos requeridos durante julio del 2021*

Producto	Pedido	Ingreso
Agua Oxigenada para atomizador	7/07/2021	11/07/2021
Siete Espíritus	9/07/2021	13/07/2021
Mercurocromo para atomizador	17/07/2021	21/07/2021
Alcohol al 95 %	19/07/2021	23/07/2021
Violeta de Genciana para atomizador	26/07/2021	29/07/2021
Aceite de Ricino para 2 onzas	27/07/2021	31/07/2021
Miel de Achicoria	27/07/2021	31/07/2021
Violeta de Genciana para gotero	28/07/2021	31/07/2021

*Nota.* Producto que se requirió durante julio del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 53.***Pedidos requeridos durante agosto del 2021*

Producto	Pedido	Ingreso
Aceite de Ricino para gotero	4/08/2021	8/08/2021
Glicerina	6/08/2021	12/08/2021
Siete Espíritus	11/08/2021	14/08/2021
Alcohol al 95 %	14/08/2021	18/08/2021
Agua Oxigenada para 16 onzas	14/08/2021	18/08/2021
Mercurocromo para gotero	16/08/2021	19/08/2021
Agua Oxigenada para atomizador	20/08/2021	23/08/2021
Mercurocromo para atomizador	20/08/2021	24/08/2021
Aceite de Ricino para 2 onzas	23/08/2021	27/08/2021
Aceite de Almendra	25/08/2021	28/08/2021
Aceite Rosado (Mosca)	29/08/2021	1/09/2021
Aceite de Ricino para gotero	30/08/2021	3/09/2021

*Nota.* Producto que se requirió durante agosto del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 54.***Pedidos requeridos durante septiembre del 2021*

Producto	Pedido	Ingreso
Aceite Mineral	3/09/2021	9/09/2021
Alcohol al 95 %	9/09/2021	13/09/2021
Alcohol Etílico al 55 %	9/09/2021	13/09/2021
Miel de Achicoria	9/09/2021	13/09/2021
Tintura Cordial del Susto	11/09/2021	14/09/2021
Siete Espíritus	12/09/2021	16/09/2021
Repelente para zancudos	13/09/2021	16/09/2021
Violeta de Genciana para atomizador	13/09/2021	17/09/2021
Mercurocromo para gotero	16/09/2021	19/09/2021
Violeta de Genciana para gotero	18/09/2021	21/09/2021
Aceite de Ricino para 2 onzas	19/09/2021	23/09/2021
Lent Pro	21/09/2021	24/09/2021

Continuación de la tabla 54.

Producto	Pedido	Ingreso
Mercurocromo para atomizador	23/09/2021	27/09/2021
Glicerina	23/09/2021	29/09/2021
Tintura de Ruibarbo	24/09/2021	27/09/2021
Aceite de Ricino para gotero	25/09/2021	29/09/2021
Shampoo para piojos	30/09/2021	3/10/2021

*Nota.* Producto que se requirió durante septiembre del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 55.**

*Pedidos requeridos durante octubre del 2021*

Producto	Pedido	Ingreso
Agua Oxigenada para atomizador	2/10/2021	6/10/2021
Aceite Rosado (Mosca)	4/10/2021	7/10/2021
Aceite de Almendra	4/10/2021	8/10/2021
Alcohol al 95 %	5/10/2021	9/10/2021
Aceite de Ajenjo	9/10/2021	12/10/2021
Repelente para zancudos	9/10/2021	13/10/2021
Siete Espíritus	15/10/2021	18/10/2021
Agua Oxigenada para 16 onzas	15/10/2021	19/10/2021
Aceite de Ricino para 2 onzas	16/10/2021	20/10/2021
Mercurocromo para gotero	17/10/2021	20/10/2021
Timerosal para atomizador	19/10/2021	22/10/2021
Alcohol Etílico al 55 %	21/10/2021	24/10/2021
Aceite de Ricino para gotero	22/10/2021	25/10/2021
Miel de Achicoria	24/10/2021	27/10/2021
Lent Pro	24/10/2021	27/10/2021
Tintura de Arnica	26/10/2021	29/10/2021
Mercurocromo para atomizador	27/10/2021	31/10/2021
Alcohol al 95 %	31/10/2021	4/11/2021

*Nota.* Producto que se requirió durante octubre del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 56.***Pedidos requeridos durante noviembre del 2021*

Producto	Pedido	Ingreso
Violeta de Genciana para atomizador	2/11/2021	6/11/2021
Aceite Mineral	2/11/2021	8/11/2021
Repelente para zancudos	5/11/2021	9/11/2021
Violeta de Genciana para gotero	8/11/2021	12/11/2021
Aceite de Ajenjo	8/11/2021	12/11/2021
Aceite Rosado (Mosca)	9/11/2021	13/11/2021
Glicerina	10/11/2021	17/11/2021
Aceite de Ricino para 2 onzas	12/11/2021	16/11/2021
Aceite de Almendra	15/11/2021	18/11/2021
Agua Oxigenada para atomizador	15/11/2021	19/11/2021
Siete Espíritus	16/11/2021	20/11/2021
Mercurocromo para gotero	17/11/2021	20/11/2021
Aceite de Ricino para gotero	17/11/2021	21/11/2021
Alcohol al 95 %	26/11/2021	30/11/2021
Lent Pro	26/11/2021	30/11/2021
Mercurocromo para atomizador	30/11/2021	4/12/2021

*Nota.* Producto requerido durante noviembre del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 57.***Pedidos requeridos durante diciembre del 2021*

Producto	Pedido	Ingreso
Alcohol Etilico al 55 %	1/12/2021	4/12/2021
Repelente para zancudos	2/12/2021	6/12/2021
Miel de Achicoria	7/12/2021	10/12/2021
Timerosal para gotero	8/12/2021	11/12/2021
Aceite de Ricino para 2 onzas	9/12/2021	13/12/2021
Aceite de Ajenjo	9/12/2021	13/12/2021
Aceite de Ricino para gotero	13/12/2021	17/12/2021
Aceite Rosado (Mosca)	16/12/2021	20/12/2021
Agua Oxigenada para 16 onzas	16/12/2021	20/12/2021

Continuación de la tabla 57.

Producto	Pedido	Ingreso
Mercurocromo para gotero	18/12/2021	21/12/2021
Siete Espíritus	19/12/2021	23/12/2021
Alcohol al 95 %	22/12/2021	26/12/2021
Violeta de Genciana para atomizador	22/12/2021	25/12/2021
Timerosal para atomizador	24/12/2021	27/12/2021
Aceite de Almendra	26/12/2021	29/12/2021
Glicerina	29/12/2021	4/01/2022
Repelente para zancudos	29/12/2021	1/01/2022
Agua Oxigenada para atomizador	29/12/2021	1/01/2022
Violeta de Genciana para gotero	30/12/2021	2/01/2022
Lent Pro	30/12/2021	2/01/2022

*Nota.* Producto requerido durante diciembre del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

#### **4.1.7. Plan maestro de producción**

El plan maestro de producción especifica las cantidades exactas y el tipo de producto a fabricar semanalmente. Se realizó con el objetivo de cubrir la demanda proyectada en su totalidad. El orden en que se realice es flexible a los criterios que considere más convenientes el encargado de producción.

Tanto procesar las tareas más cortas como iniciar con las más largas es válido, ya que ambas minimizan el tiempo de espera de los clientes. Se recomendó utilizar ambas e identificar cuál se adapta mejor a las necesidades del laboratorio. Se dividió la previsión dentro del número de días que se tiene disponible, dando como resulta una tasa de producción uniforme a lo largo del tiempo. En seguida se detalla la programación de producción para todos los productos de laboratorio.

**Tabla 58.***Programación de producción para junio del 2021*

Producto	Presentación	Previsión	Junio				
			Semana				
			1	2	3	4	5
Aceite de Ajenjo	Gotero	499	95	119	119	119	48
Aceite de Almendra	Gotero	202	38	48	48	48	19
Aceite de Ricino	2 onzas	862	164	205	205	205	82
Aceite de Ricino	Gotero	1,628	310	388	388	388	155
Aceite de Ruda	Gotero	102	19	24	24	24	10
Aceite Mineral	4 onzas	1,009	192	240	240	240	96
Aceite Rosado (Mosca)	Gotero	107	20	25	25	25	10
Acetona	2 onzas	0	0	0	0	0	0
Agua Oxigenada	16 onzas	6	1	1	1	1	1
Agua Oxigenada	Atomizador	0	0	0	0	0	0
Alcohol al 95 %	250 ml	242	46	58	58	58	23
Alcohol Etílico al 55 %	Atomizador	158	30	38	38	38	15
Glicerina	Gotero	5,105	972	1,215	1,215	1,215	486
Lent Pro	Kit	0	0	0	0	0	0
Mercurocromo	Atomizador	1,747	333	416	416	416	166
Mercurocromo	Gotero	0	0	0	0	0	0
Merthiosana	Atomizador	0	0	0	0	0	0
Merthiosana	Gotero	0	0	0	0	0	0
Miel de Achicoria	Gotero	1,291	246	307	307	307	123
Repelente para zancudos	Atomizador	0	0	0	0	0	0
Shampoo para piojos	2 onzas	0	0	0	0	0	0
Siete Espíritus	Gotero	878	167	209	209	209	84
Timerosal en atomizador	Atomizador	0	0	0	0	0	0
Timerosal en gotero	Gotero	193	37	46	46	46	18
Tintura Cordial del Susto	Gotero	58	11	14	14	14	6
Tintura de Árnica	Gotero	184	35	44	44	44	18
Tintura de Ruibarbo	Gotero	228	43	54	54	54	22
Violeta de Genciana	Atomizador	1,075	205	256	256	256	102
Violeta de Genciana	Gotero	1,128	215	269	269	269	107

*Nota.* Programación por producto y semana, para junio del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 59.***Programación de producción para julio del 2021*

Producto	Presentación	Previsión	Julio				
			Semana				
			1	2	3	4	5
Aceite de Ajenjo	Gotero	698	63	159	159	159	159
Aceite de Almendra	Gotero	206	19	47	47	47	47
Aceite de Ricino	2 onzas	868	79	197	197	197	197
Aceite de Ricino	Gotero	1,636	149	372	372	372	372
Aceite de Ruda	Gotero	103	9	23	23	23	23
Aceite Mineral	4 onzas	1,002	91	228	228	228	228
Aceite Rosado (Mosca)	Gotero	136	12	31	31	31	31
Acetona	2 onzas	0	0	0	0	0	0
Agua Oxigenada	16 onzas	11	1	3	3	3	3
Agua Oxigenada	Atomizador	447	41	102	102	102	102
Alcohol al 95 %	250 ml	239	22	54	54	54	54
Alcohol Etilico al 55 %	Atomizador	615	56	140	140	140	140
Glicerina	Gotero	5,147	468	1,170	1,170	1,170	1,170
Lent Pro	Kit	0	0	0	0	0	0
Mercurocromo	Atomizador	1,756	160	399	399	399	399
Mercurocromo	Gotero	0	0	0	0	0	0
Merthiosana	Atomizador	0	0	0	0	0	0
Merthiosana	Gotero	0	0	0	0	0	0
Miel de Achicoria	Gotero	1,297	118	295	295	295	295
Repelente para zancudos	Atomizador	67	6	15	15	15	15
Shampoo para piojos	2 onzas	0	0	0	0	0	0
Siete Espíritus	Gotero	896	81	204	204	204	204
Timerosal en atomizador	Atomizador	0	0	0	0	0	0
Timerosal en gotero	Gotero	194	18	44	44	44	44
Tintura Cordial del Susto	Gotero	57	5	13	13	13	13
Tintura de Ámica	Gotero	200	18	45	45	45	45
Tintura de Ruibarbo	Gotero	186	17	42	42	42	42
Violeta de Genciana	Atomizador	1,097	100	249	249	249	249
Violeta de Genciana	Gotero	1,117	102	254	254	254	254

*Nota.* Programación por producto y semana, para julio del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 60.***Programación de producción para agosto del 2021*

Producto	Presentación	Previsión	Agosto				
			Semana				
			1	2	3	4	5
Aceite de Ajenjo	Gotero	105	25	25	20	25	10
Aceite de Almendra	Gotero	210	50	50	40	50	20
Aceite de Ricino	2 onzas	874	208	208	166	208	83
Aceite de Ricino	Gotero	1,644	391	391	313	391	157
Aceite de Ruda	Gotero	105	25	25	20	25	10
Aceite Mineral	4 onzas	996	237	237	190	237	95
Aceite Rosado (Mosca)	Gotero	109	26	26	21	26	10
Acetona	2 onzas	0	0	0	0	0	0
Agua Oxigenada	16 onzas	17	4	4	3	4	2
Agua Oxigenada	Atomizador	517	123	123	98	123	49
Alcohol al 95 %	250 ml	235	56	56	45	56	22
Alcohol Etilico al 55 %	Atomizador	588	140	140	112	140	56
Glicerina	Gotero	5,188	1,235	1,235	988	1,235	494
Lent Pro	Kit	0	0	0	0	0	0
Mercurocromo	Atomizador	1,765	420	420	336	420	168
Mercurocromo	Gotero	1,165	277	277	222	277	111
Merthiosana	Atomizador	182	43	43	35	43	17
Merthiosana	Gotero	0	0	0	0	0	0
Miel de Achicoria	Gotero	1,302	310	310	248	310	124
Repelente para zancudos	Atomizador	436	104	104	83	104	42
Shampoo para piojos	2 onzas	0	0	0	0	0	0
Siete Espíritus	Gotero	915	218	218	174	218	87
Timerosal en atomizador	Atomizador	232	55	55	44	55	22
Timerosal en gotero	Gotero	195	46	46	37	46	19
Tintura Cordial del Susto	Gotero	57	14	14	11	14	5
Tintura de Árnica	Gotero	201	48	48	38	48	19
Tintura de Ruibarbo	Gotero	188	45	45	36	45	18
Violeta de Genciana	Atomizador	1,119	266	266	213	266	107
Violeta de Genciana	Gotero	1,107	264	264	211	264	105

*Nota.* Programación por producto y semana, para agosto del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 61.***Programación de producción para septiembre del 2021*

Producto	Presentación	Previsión	Septiembre				
			Semana				
			1	2	3	4	5
Aceite de Ajenjo	Gotero	511	73	122	97	122	97
Aceite de Almendra	Gotero	214	31	51	41	51	41
Aceite de Ricino	2 onzas	879	126	209	167	209	167
Aceite de Ricino	Gotero	1,652	236	393	315	393	315
Aceite de Ruda	Gotero	107	15	25	20	25	20
Aceite Mineral	4 onzas	990	141	236	189	236	189
Aceite Rosado (Mosca)	Gotero	139	20	33	26	33	26
Acetona	2 onzas	0	0	0	0	0	0
Agua Oxigenada	16 onzas	22	3	5	4	5	4
Agua Oxigenada	Atomizador	528	75	126	101	126	101
Alcohol al 95 %	250 ml	231	33	55	44	55	44
Alcohol Etílico al 55 %	Atomizador	561	80	134	107	134	107
Glicerina	Gotero	5,229	747	1,245	996	1,245	996
Lent Pro	Kit	8	1	2	2	2	2
Mercurcromo	Atomizador	1,773	253	422	338	422	338
Mercurcromo	Gotero	1,983	283	472	378	472	378
Merthiosana	Atomizador	100	14	24	19	24	19
Merthiosana	Gotero	0	0	0	0	0	0
Miel de Achicoria	Gotero	1,307	187	311	249	311	249
Repelente para zancudos	Atomizador	419	60	100	80	100	80
Shampoo para piojos	2 onzas	140	20	33	27	33	27
Siete Espíritus	Gotero	934	133	222	178	222	178
Timerosal en atomizador	Atomizador	334	48	80	64	80	64
Timerosal en gotero	Gotero	197	28	47	38	47	38
Tintura Cordial del Susto	Gotero	57	8	14	11	14	11
Tintura de Árnica	Gotero	202	29	48	38	48	38
Tintura de Ruibarbo	Gotero	236	34	56	45	56	45
Violeta de Genciana	Atomizador	1,141	163	272	217	272	217
Violeta de Genciana	Gotero	1,096	157	261	209	261	209

*Nota.* Programación por producto y semana, para septiembre del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 62.***Programación de producción para octubre del 2021*

Producto	Presentación	Previsión	Octubre				
			Semana				
			1	2	3	4	5
Aceite de Ajenjo	Gotero	710	36	178	178	142	178
Aceite de Almendra	Gotero	217	11	54	54	43	54
Aceite de Ricino	2 onzas	885	44	221	221	177	221
Aceite de Ricino	Gotero	1,660	83	415	415	332	415
Aceite de Ruda	Gotero	109	5	27	27	22	27
Aceite Mineral	4 onzas	983	49	246	246	197	246
Aceite Rosado (Mosca)	Gotero	112	6	28	28	22	28
Acetona	2 onzas	0	0	0	0	0	0
Agua Oxigenada	16 onzas	28	1	7	7	6	7
Agua Oxigenada	Atomizador	539	27	135	135	108	135
Alcohol al 95 %	250 ml	227	11	57	57	45	57
Alcohol Etílico al 55 %	Atomizador	533	27	133	133	107	133
Glicerina	Gotero	5,271	264	1,318	1,318	1,054	1,318
Lent Pro	Kit	54	3	14	14	11	14
Mercurocromo	Atomizador	1,782	89	446	446	356	446
Mercurocromo	Gotero	1,956	98	489	489	391	489
Merthiosana	Atomizador	0	0	0	0	0	0
Merthiosana	Gotero	0	0	0	0	0	0
Miel de Achicoria	Gotero	1,313	66	328	328	263	328
Repelente para zancudos	Atomizador	401	20	100	100	80	100
Shampoo para piojos	2 onzas	358	18	90	90	72	90
Siete Espíritus	Gotero	953	48	238	238	191	238
Timerosal en atomizador	Atomizador	334	17	84	84	67	84
Timerosal en gotero	Gotero	198	10	50	50	40	50
Tintura Cordial del Susto	Gotero	56	3	14	14	11	14
Tintura de Árnica	Gotero	203	10	51	51	41	51
Tintura de Ruibarbo	Gotero	194	10	49	49	39	49
Violeta de Genciana	Atomizador	1,163	58	291	291	233	291
Violeta de Genciana	Gotero	1,085	54	271	271	217	271

*Nota.* Programación por producto y semana, para octubre del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 63.***Programación de producción para noviembre del 2021*

Producto	Presentación	Previsión	Semana				
			Noviembre				
			1	2	3	4	5
Aceite de Ajenjo	Gotero	118	22	28	28	28	11
Aceite de Almendra	Gotero	221	42	53	53	53	21
Aceite de Ricino	2 onzas	890	170	212	212	212	85
Aceite de Ricino	Gotero	1,668	318	397	397	397	159
Aceite de Ruda	Gotero	111	21	26	26	26	11
Aceite Mineral	4 onzas	977	186	233	233	233	93
Aceite Rosado (Mosca)	Gotero	141	27	34	34	34	13
Acetona	2 onzas	0	0	0	0	0	0
Agua Oxigenada	16 onzas	33	6	8	8	8	3
Agua Oxigenada	Atomizador	550	105	131	131	131	52
Alcohol al 95 %	250 ml	223	42	53	53	53	21
Alcohol Etílico al 55 %	Atomizador	506	96	120	120	120	48
Glicerina	Gotero	5,312	1,012	1,265	1,265	1,265	506
Lent Pro	Kit	54	10	13	13	13	5
Mercurocromo	Atomizador	1,791	341	426	426	426	171
Mercurocromo	Gotero	1,929	367	459	459	459	184
Merthiosana	Atomizador	0	0	0	0	0	0
Merthiosana	Gotero	0	0	0	0	0	0
Miel de Achicoria	Gotero	1,318	251	314	314	314	126
Repelente para zancudos	Atomizador	384	73	91	91	91	37
Shampoo para piojos	2 onzas	207	39	49	49	49	20
Siete Espíritus	Gotero	971	185	231	231	231	92
Timerosal en atomizador	Atomizador	334	64	80	80	80	32
Timerosal en gotero	Gotero	199	38	47	47	47	19
Tintura Cordial del Susto	Gotero	56	11	13	13	13	5
Tintura de Árnica	Gotero	204	39	49	49	49	19
Tintura de Ruibarbo	Gotero	196	37	47	47	47	19
Violeta de Genciana	Atomizador	1,185	226	282	282	282	113
Violeta de Genciana	Gotero	1,074	205	256	256	256	102

*Nota.* Programación por producto y semana, para noviembre del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 64.***Programación de producción para diciembre del 2021*

Producto	Presentación	Previsión	Diciembre				
			Semana				
			1	2	3	4	5
Aceite de Ajenjo	Gotero	524	75	125	125	100	100
Aceite de Almendra	Gotero	225	32	54	54	43	43
Aceite de Ricino	2 onzas	896	128	213	213	171	171
Aceite de Ricino	Gotero	1,677	240	399	399	319	319
Aceite de Ruda	Gotero	113	16	27	27	22	22
Aceite Mineral	4 onzas	971	139	231	231	185	185
Aceite Rosado (Mosca)	Gotero	114	16	27	27	22	22
Acetona	2 onzas	5	1	1	1	1	1
Agua Oxigenada	16 onzas	39	6	9	9	7	7
Agua Oxigenada	Atomizador	561	80	134	134	107	107
Alcohol al 95 %	250 ml	219	31	52	52	42	42
Alcohol Etílico al 55 %	Atomizador	479	68	114	114	91	91
Glicerina	Gotero	5,353	765	1,275	1,275	1,020	1,020
Lent Pro	<i>Kit</i>	54	8	13	13	10	10
Mercurocromo	Atomizador	1,800	257	429	429	343	343
Mercurocromo	Gotero	1,902	272	453	453	362	362
Merthiosana	Atomizador	0	0	0	0	0	0
Merthiosana	Gotero	0	0	0	0	0	0
Miel de Achicoria	Gotero	1,323	189	315	315	252	252
Repelente para zancudos	Atomizador	366	52	87	87	70	70
Shampoo para piojos	2 onzas	105	15	25	25	20	20
Siete Espíritus	Gotero	990	141	236	236	189	189
Timerosal en atomizador	Atomizador	334	48	80	80	64	64
Timerosal en gotero	Gotero	200	29	48	48	38	38
Tintura Cordial del Susto	Gotero	56	8	13	13	11	11
Tintura de Árnica	Gotero	205	29	49	49	39	39
Tintura de Ruibarbo	Gotero	244	35	58	58	46	46
Violeta de Genciana	Atomizador	1,207	172	287	287	230	230
Violeta de Genciana	Gotero	1,064	152	253	253	203	203

*Nota.* Programación por producto y semana, para diciembre del 2021. Elaboración propia, realizado con Excel.

#### **4.1.8. Mantenimiento y control de calidad**

Durante el proceso productivo es necesario mantener estándares de calidad e higiene para que las unidades que se fabriquen sean homogéneas. En la industria farmacéutica esto es delicado y se debe cumplir con las disposiciones de ley para evitar sanciones y multas. Entre estas leyes se pueden mencionar los siguientes artículos:

Control de calidad de productos. El Estado controlará la calidad de los productos alimenticios, farmacéuticos, químicos y de todos aquellos que puedan afectar la salud de los habitantes. Velará por el establecimiento y programación de la atención primaria de la salud, y por el mejoramiento de las condiciones de saneamiento ambiental básico. (Constitución Política de la República de Guatemala, 1985, Sección VII, Art. 96, p. 17)

El registro sanitario de referencia. Es el conjunto de especificaciones que servirá de patrón para controlar el mismo cuando se esté comercializando. Tendrá una duración de cinco años, siempre que mantenga las características y cumpla con las normas de calidad y seguridad. En caso contrario, se aplicarán las sanciones que el presente código establezca. (Código de Salud, 1997, Cap. III, Art. 167, p. 27)

Brindándole seguimiento a estas disposiciones se enlistaron recomendaciones para implementar y confeccionar los controles de calidad e higiene que verifican el producto final y las actividades realizadas para fabricarlo.

- Antes de realizar una actividad de producción
  - Designar de forma clara las responsabilidades de cada operario
  - Desinfectar la maquinaria y esterilizar las herramientas que serán utilizadas durante el proceso productivo.
  - Todo el personal debe colocarse el equipo de seguridad junto con su uniforme esterilizado antes de entrar al área de Producción.
  - Acondicionar la temperatura del laboratorio para evitar que se dañe la materia prima.
  - Verificar que la materia prima se pueda utilizar y no esté caducada.
  - Disponer de la materia, envases y etiquetas correctas y necesarias.
- Durante la actividad de producción
  - Mantener datos y registros de las operaciones para demostrar que se siguieron los protocolos y se inspeccionó la calidad del producto.
- Al finalizar la actividad de producción
  - Chequear el almacenamiento y la distribución de los productos para reducir al mínimo cualquier agente que pueda dañar la calidad.
  - Limpiar el área de Trabajo y la maquinaria utilizada.

- Colocar las herramientas, nuevamente esterilizadas, en su lugar junto a una hoja de registro donde se conste que siguen en buen estado y se denote la fecha tentativa del próximo mantenimiento.
- Analizar las quejas sobre los productos comercializados para corregir y prevenir las causas que lo provoquen.
- Aplicar métodos de muestreo para corroborar que el producto cumpla con las especificaciones técnicas y físicas establecidas.

#### **4.1.9. Análisis costo-beneficio del plan operativo**

Se desarrolló la propuesta del plan operativo en los capítulos y secciones anteriores; no obstante, se requiere evaluar la factibilidad de este.

En esta sección se hizo una estimación de la ganancia obtenida por quetzal invertido en dos escenarios, el que se tiene actualmente y al que se pretende llegar con las mejoras y recomendaciones que se plantearon.

Primero, se realizó una proyección de los ingresos que se obtendrían en los siete meses restantes del 2021, para ello se utilizó el nivel de servicio histórico por producto y las proyecciones de venta. Dichos datos están en las tablas 31 y 39. También se usó los precios brindados a droguerías y farmacias, detallado en la tabla 2, para obtener los montos en quetzales.

Se realizó el procedimiento paso a paso con el aceite de ajeno, al terminar este ejemplo se detallarán los ingresos esperados de todos los productos. Se multiplicó la demanda proyectada por el precio que se le brinda a las droguerías y farmacias.

$$\text{Ingresos del aceite de ajeno} = 3,165 \text{ unidades} * \frac{Q9.20}{\text{unidad}} = Q29,118.00$$

Luego de obtener los ingresos potenciales, en un escenario hipotético donde se atiende la demanda proyectada en su totalidad, se multiplicó este monto por el nivel de servicio histórico. Esto da a conocer los ingresos que se obtendrán con la metodología de trabajo de los últimos tres periodos.

$$\text{Ingresos según el nivel de servicio} = Q29,118.00 * 61.50 \% = Q17,906.59$$

**Tabla 65.**

*Ingresos estimados*

Producto	Ingresos potenciales	Nivel de servicio histórico	Ingresos según el nivel de servicio histórico
Aceite de Ajenjo	Q 29,118.00	61.50 %	Q 17,906.59
Aceite de Almendra	Q 12,707.50	51.46 %	Q 6,538.71
Aceite de Ricino de 2 onzas	Q 51,693.60	37.71 %	Q 19,491.99
Aceite de Ricino en gotero	Q 140,052.15	37.71 %	Q 52,813.67
Aceite de Ruda	Q 7,350.00	49.03 %	Q 3,603.94
Aceite Mineral	Q 85,491.52	43.00 %	Q 36,765.05
Aceite Rosado (Mosca)	Q 8,408.40	22.95 %	Q 1,929.32
Acetona	Q 7,724.05	73.05 %	Q 5,642.73
Agua Oxigenada de 16 onzas	Q 780.00	32.20 %	Q 251.15
Agua Oxigenada en atomizador	Q 13,305.60	32.20 %	Q 4,284.15
Alcohol al 95 %	Q 21,670.56	38.46 %	Q 8,334.21
Alcohol Etilico al 55 %	Q 16,166.88	38.13 %	Q 6,164.48
Glicerina	Q 270,510.95	53.45 %	Q 144,579.21
Lent Pro	Q 4,725.00	19.27 %	Q 910.38
Mercurocromo en atomizador	Q 75,601.26	56.97 %	Q 43,068.12
Mercurocromo en gotero	Q 95,501.28	56.97 %	Q 54,404.65

Continuación de la tabla 65.

Producto	Ingresos potenciales	Nivel de servicio histórico	Ingresos según el nivel de servicio histórico
Merthiosana en atomizador	Q 1,635.60	70.97 %	Q 1,160.78
Merthiosana en gotero	Q 4,748.75	70.97 %	Q 3,370.18
Miel de Achicoria	Q 78,149.54	72.37 %	Q 56,554.45
Repelente para zancudos	Q 51,409.74	67.23 %	Q 34,563.81
Shampoo para piojos	Q 13,522.95	29.83 %	Q 4,033.96
Siete Espíritus	Q 58,833.00	72.29 %	Q 42,532.17
Timerosal en atomizador	Q 5,594.46	4.63 %	Q 722.35
Timerosal en gotero	Q 10,278.72	4.63 %	Q 476.12
Tintura Cordial del Susto	Q 4,176.44	17.63 %	Q 736.32
Tintura de Árnica	Q 14,885.80	47.97 %	Q 7,141.11
Tintura de Ruibarbo	Q 11,025.28	39.73 %	Q 4,380.38
Violeta de Genciana en atomizador	Q 56,228.48	49.80 %	Q 28,002.54
Violeta de Genciana en gotero	Q 59,987.22	49.80 %	Q 29,874.44
Totales	Q 1,221,282.73		Q 620,236.96

*Nota.* Ingresos potenciales e ingresos estimados según nivel de servicio histórico. Elaboración propia, realizado con Excel.

Obtenidos los ingresos en ambos escenarios se estimó el costo de producción y la inversión inicial para implementar la propuesta. Derivado de la negativa del laboratorio en compartir los costos de la materia prima se cotizó la misma para fines de cálculo. Se comenzará detallando los costos involucrados en la etapa inicial en la siguiente tabla.

**Tabla 66.***Inversión inicial*

Inversión Inicial			
Costo de personal	Cantidad	Costo Unitario	Subtotal
Jefe de proyecto	1	Q 9,000.00	Q 9,000.00
Jefe de SSO y Mantenimiento	1	Q 6,500.00	Q 6,500.00
Jefe de Calidad	1	Q 6,500.00	Q 6,500.00
Capacitación de Microsoft Excel	1	Q 1,280.00	Q 1,280.00
Capacitación del plan de operaciones	1	Q 5,000.00	Q 5,000.00
Pronósticos			
Plan agregado de producción			
Plan de requerimiento de materiales			
Plan maestro de producción			
Mobiliario y equipo			
Escritorio	3	Q 900.00	Q 2,700.00
Silla ejecutiva	3	Q 1,200.00	Q 3,600.00
Impresora	1	Q 1,950.00	Q 1,950.00
Total			Q 36,530.00

*Nota.* Inversión inicial para la implementación del plan operativo propuesto. Elaboración propia, realizado con Excel.

Adicional a la inversión inicial, se utilizó los costos calculados en el apartado 2.1.5 y el costo estimado de la materia prima.

Para este último costo se tomó como referencia la materia prima requerida para cubrir la demanda proyectada y el nivel de servicio histórico, dichos datos se encuentran en las tablas 42 y 31.

**Tabla 67.***Costo estimado de materia prima*

Producto	Requerimiento	Precio	Subtotal 1	Nivel de servicio histórico	Subtotal 2
Aceite de Ajenjo	25.00	Q 360.75	Q 9,018.75	61.50 %	Q 5,546.23
Aceite de Almendra	12.00	Q 359.85	Q 4,318.20	51.46 %	Q 2,221.95
Aceite de Ricino	190.00	Q 155.95	Q 29,630.50	37.71 %	Q 11,172.71
Aceite de Ruda	6.00	Q 375.45	Q 2,252.70	49.03 %	Q 1,104.57
Aceite Mineral	5.00	Q 3,928.50	Q 19,642.50	43.00 %	Q 8,447.12
Aceite Rosado (Mosca)	7.00	Q 285.30	Q 1,997.10	22.95 %	Q 458.24
Acetona	4.00	Q 1,400.00	Q 5,600.00	73.05 %	Q 4,091.03
Agua Oxigenada	10.00	Q 700.00	Q 7,000.00	32.20 %	Q 2,253.87
Alcohol al 95%	21.00	Q 300.00	Q 6,300.00	38.46 %	Q 2,422.90
Alcohol Etilico al 55%	6.00	Q 900.00	Q 5,400.00	38.13 %	Q 2,059.04
Glicerina	6.00	Q 6,950.00	Q 41,700.00	53.45 %	Q 22,287.28
Lent Pro	15.00	Q 220.00	Q 3,300.00	19.27 %	Q 635.82
Mercurocromo	17.00	Q 3,447.50	Q 58,607.50	56.97 %	Q 33,387.21
Merthiosana	2.00	Q 1,472.50	Q 2,945.00	70.97 %	Q 2,090.06
Miel de Achicoria	11.00	Q 2,125.00	Q 23,375.00	72.37 %	Q 16,915.78
Repelente para zancudos	89.00	Q 45.00	Q 4,005.00	67.23 %	Q 2,692.64
Shampoo para piojos	1.00	Q 5,860.00	Q 5,860.00	29.83 %	Q 1,748.07
Siete Espíritus	8.00	Q 1,612.50	Q 12,900.00	72.29 %	Q 9,325.80
Timerosal	7.00	Q 886.00	Q 6,202.00	4.63 %	Q 287.28
Tintura Cordial del Susto	1.00	Q 1,447.00	Q 1,447.00	17.63 %	Q 255.11
Tintura de Árnica	3.00	Q 1,447.00	Q 4,341.00	47.97 %	Q 2,082.49
Tintura de Ruibarbo	3.00	Q 1,206.00	Q 3,618.00	39.73 %	Q 1,437.44
Violeta de Genciana	10.00	Q 2,770.00	Q 27,700.00	49.80 %	Q 13,794.97
Envase de gotero	97,063.00	Q 0.45	Q 43,678.35	47.23 %	Q 20,629.23
Envase de atomizador	33,572.00	Q 0.38	Q 12,757.36	45.70 %	Q 5,830.68
Envase de 4 onzas	6,928.00	Q 0.60	Q 4,156.80	43.00 %	Q 1,787.60
Envase de 250 ml	1,616.00	Q 0.65	Q 1,050.40	38.46 %	Q 403.97
Envase de 2 onzas	8,790.00	Q 0.52	Q 4,570.80	46.86 %	Q 2,142.05
Envase de 16 onzas	156.00	Q 1.05	Q 163.80	32.20 %	Q 52.74
Total			Q 353,537.76		Q 177,563.87

*Nota.* Estimación de la materia prima. Adaptado de Distribuidora “El Caribe” S.A. *Catálogo de precios 2021.*

Cabe aclarar que el nivel de servicio de los distintos envases se obtuvo del promedio de todos los productos que utilizan dicha presentación. Obtenidos los costos, se hizo una sumatoria de los mismos.

Por último, se dividió la cantidad de ingresos correspondiente a cada escenario entre el total de costos para obtener el costo-beneficio por quetzal invertido. La ejecución del plan operativo representa un beneficio adicional de 51 centavos para el laboratorio, por consiguiente, la propuesta es factible a nivel económico.

**Tabla 68.**

*Análisis costo-beneficio*

Análisis Costo-beneficio		
	Escenario 1 (Actual)	Escenario 2 (Propuesto)
Inversión inicial	Q -	Q 36,530.00
Costo de materia prima	Q 177,563.87	Q 353,537.76
Costo de personal	Q 128,923.46	Q 128,923.46
Total de costos	Q 306,487.33	Q 482,461.22
Total de ingresos	Q 620,236.96	Q 1,221,282.73
Costo-Beneficio	Q 2.02	Q 2.53

*Nota.* Análisis costo-beneficio del plan operativo propuesto vs el método actual. Elaboración propia, realizado con Excel.



## 5. PLAN DE MEJORA CONTINUA

### 5.1. Selección de las áreas de mejora

En el apartado 2.1.1 se analizaron las operaciones del proceso, para identificar las que aportan valor al producto terminado y se hizo hincapié en optimizar el tiempo empleado en recorridos. En este apartado se recomiendan las operaciones en las que se debe emplear recursos para hacer de ellas actividades más eficientes. A continuación, se enlistan las operaciones y acciones recomendadas:

- Llenado: luego del etiquetado es la operación que más tiempo toma por producto. Actualmente, se dispone de un dispensador manual donde se fraccionen los envases. Esto limita la cantidad de productos que se pueden fabricar simultáneamente a uno. Lo ideal es aumentar el número de estaciones de llenado y reemplazar los dispensadores actuales por máquinas automatizadas que permitan programar la cantidad dispensada y el tiempo de llenado.
- Etiquetado: siendo el cuello de botella del proceso es importante minimizar el tiempo empleado en esta operación. Lo mejor es utilizar máquinas etiquetadoras para acortar el tiempo de operación.
- Flejado: se utiliza tape para reforzar las cajas donde se distribuye el producto, aumentando su dificultad. Por lo tanto, cambiar a *stretch* film agilizará el proceso y les brindará confianza a los clientes proporcionándoles un embalaje con materiales de calidad.

## 5.2. Seguimiento del plan de operaciones

En este apartado se hizo una guía paso a paso de cómo darle seguimiento apropiadamente al plan de operaciones, con esto se pretende tener lineamientos claros para actualizar los datos históricos y, de esta forma, obtener datos precisos de los meses o periodos a planificar.

### 5.2.1. Pasos para elaborar pronósticos

- Tabular las ventas históricas en dos columnas, una donde se enumeren los meses, y otra donde se digite las ventas realizadas.

**Tabla 69.**

*Datos para realizar proyecciones*

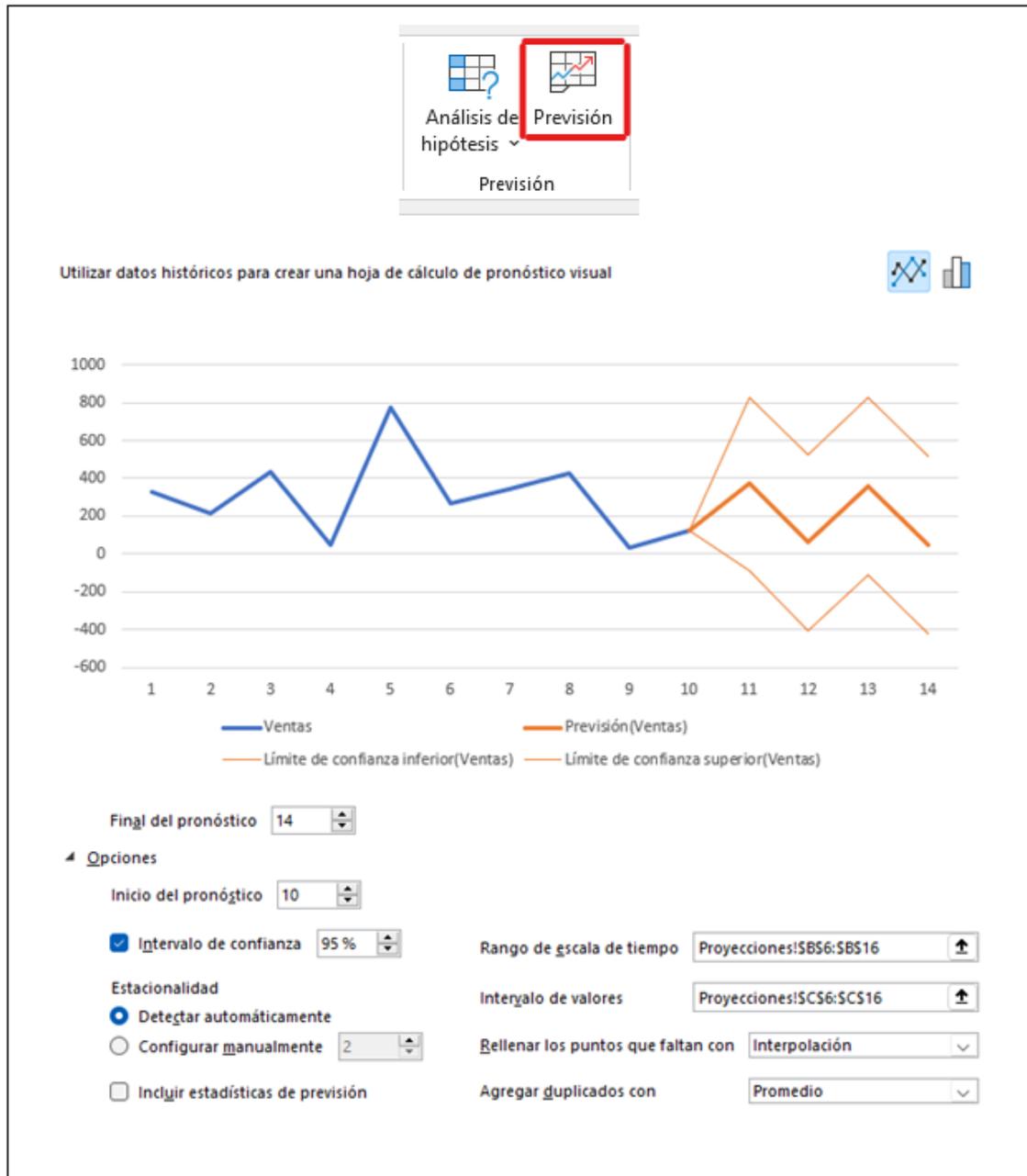
Aceite de Ajenjo	
Mes	Ventas
1	325
2	214
3	432
4	45
5	775
6	270
7	340
8	425
9	35

*Nota.* Ejemplo de demanda histórica para realizar una proyección. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Seleccionar el rango de datos y utilizar la herramienta de Previsión en la pestaña Datos de Microsoft Excel con el fin de analizar la serie de datos e identificar su comportamiento para realizar la proyección de ventas.

**Figura 46.**

*Icono e interfaz de la herramienta Previsión*



*Nota.* Herramienta desarrollada para pronósticos visuales. Elaboración propia, realizado con Excel.

### **5.2.2. Pasos para elaborar un plan agregado de producción**

- Calcular las horas requeridas para cumplir la demanda proyectada. Para este paso se necesita conocer los ritmos de producción y las proyecciones de ventas, dividiendo estas últimas entre los primeros se obtiene la cantidad de horas necesarias para cumplir con la producción. Véase el apartado 4.1.4 para mayor detalle.
- Definir las horas efectivas que se tendrá a disposición durante los meses que se planificarán, es decir, el tiempo que los colaboradores estarán disponibles para trabajar. Se deben considerar feriados, asuetos y los tiempos no productivos de la jornada laboral. Véase el apartado 4.1.4.1 para mayor detalle.
- Identificar los costos participantes en la fabricación del producto (mano de obra, materiales, energía, almacenaje, entre otros); y expresarlos en dimensiones comunes (horas), con la finalidad de deducir el costo de la hora normal y extraordinaria. Estos datos serán de utilidad para construir la matriz de asignación. Véase el apartado 4.1.5 para mayor detalle.
- Comparar las horas efectivas disponibles vs las requeridas con el objetivo de identificar la capacidad instalada y analizar las opciones para incrementar la fuerza de trabajo si fuese necesario. En este paso se determina el plan de producción que se implementará.
- Se procede a construir la matriz de asignación. Se coloca el requerimiento en la columna izquierda, la disponibilidad en la parte superior y la utilización de esta en la fila inferior junto al costo asociado a la hora normal y extraordinaria.

**Tabla 70.**

*Ejemplo de una matriz de asignación*

Matriz de asignación		Junio	
		Horas normales	Horas extraordinarias
Requerimiento en horas	Junio 168.92	173.5	79
		GTQ 125.35	GTQ 187.98
		168.92	NA

*Nota.* Asignación donde no se requiere horas extraordinarias. Elaboración propia, realizado con Excel.

### **5.2.3. Pasos para elaborar un plan maestro de producción**

- Tabular las proyecciones de venta obtenidas previamente
- Determinar la secuenciación de los centros de trabajo, siendo el jefe de producción quien decida esto último. Se pueden utilizar las reglas de prioridad, entre ellas están: FCFS (primero en llegar, primero en salir), SPT (tiempo de procesamiento más corto), EDD (primera fecha de entrega) o LPT (tiempo de procesamiento más largo). La secuenciación de trabajo debe indicar el material a fabricar, cuánto y cuándo.

### **5.2.4. Pasos para elaborar un plan de requerimiento de materiales**

- Tabular las proyecciones de venta obtenidas con anterioridad

- Calcular el rendimiento de los insumos que forman parte del proceso productivo.
- Realizar una explosión de materiales, este paso consiste en determinar las cantidades de materia prima que se utilizará durante el periodo planificado.
- Enlistar la cantidad de materia prima y producto terminado en bodega. Esta información será de utilidad cuando se calculen las variables cuantitativas para cada producto.
- Registrar el histórico de los tiempos de entrega del proveedor, es decir, anotar el tiempo más corto y largo que se ha tardado en entregar los pedidos. Posterior a ello, se calcula el tiempo promedio o *lead time*.
- Con los datos anteriores, se procede a obtener las políticas de pedido para el almacenamiento máximo, nivel de reorden y *stock* de seguridad. Entre estas políticas se encuentran:  $R_n$  Max (criterio establecido por el proveedor que indica el tiempo que el material puede estar almacenado),  $R_nR$  (*lead time*) y RSS (periodo de tiempo definidos por la diferencia entre el tiempo de entrega más tardío y el *lead time*).
- Determinar el almacenamiento máximo, nivel de reorden, *stock* de seguridad, línea teórica de consumo y cantidad óptima de pedido (se toman en cuenta los niveles de inventario registrados en el paso 4, las políticas de pedido y el ciclo de planificación). Véase el apartado 1.4.2.2 para mayor detalle sobre estos cálculos.
- Graficar las variables cuantitativas en un gráfico de dos dimensiones, donde el eje de las abscisas sea el tiempo y las ordenadas las unidades.

- Utilizar relaciones de triángulos para calcular las fechas donde se deben colocar los pedidos y el punto en que los mismos ingresarán a la bodega de materia prima.
- Enlistar las fechas previstas de colocación y recepción de pedidos.

### **5.3. Indicadores de desempeño**

Las metas operativas de toda empresa deben ser alcanzables y medibles, para cumplirlas se deben establecer indicadores que permitan medir el desempeño de la organización. Tomando en consideración la realidad actual del laboratorio, la cual ha sido analizada en los primeros capítulos de este trabajo de investigación, se procedió a definir siete indicadores de desempeño que ayudarán a brindarle un seguimiento adecuado al plan de producción.

Los evaluadores de desempeño mostrarán cuando no se cumpla con las métricas esperadas de producción, dicho de otra manera, cuando no se trabaje de acuerdo con los lineamientos establecidos al plan de trabajo. En seguida se enlistan las siete medidas de desempeño recomendadas:

- Nivel de atención
- Nivel de servicio
- Porcentaje de retrasos
- Ausentismo
- Utilización
- Eficiencia
- Inventario de trabajos sin terminar (en proceso)

### 5.3.1. Evaluación de desempeño

En este apartado se definen las métricas y la forma recomendada para implementarlas. Un cambio es difícil de asimilar para un trabajador, por lo tanto, la correcta introducción de los evaluadores de desempeño es clave para mantener un clima laboral positivo. A continuación, se detalla el indicador con sus metas recomendadas para los primeros 3 meses.

**Tabla 71.**

*Evaluadores de desempeño*

Indicador de desempeño	Fórmula	Meta		
		1er mes	2do mes	3er mes
Nivel de atención	$\frac{\text{Pedidos atendidos}}{\text{Pedidos recibidos}}$	78 %	86 %	94 %
Nivel de servicio	$\frac{\text{Pedidos atendidos} < x'}{\text{Pedidos recibidos}}$ x': tiempo de entrega pactado	70 %	80 %	85 %
Porcentaje de retrasos	$\frac{\text{Horas de retraso}}{\text{Horas efectivas programadas}}$	10 %	8 %	5 %
Ausentismo	$\frac{\text{Ausencias}}{\text{Personal programado}}$	20 %	16 %	12 %
Utilización	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad de diseño}}$	82 %	86 %	90 %
Eficiencia	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad efectiva}}$	82 %	86 %	90 %
Inventario de trabajos sin terminar	<i>Inventario</i>	A criterio del jefe de producción		

*Nota.* Plan de introducción de evaluadores de desempeño. Elaboración propia, realizado con Excel.

Véase el apartado 1.2.5.1 para mayor detalle sobre la utilización y la eficiencia. Se recomienda establecer una política de entrega con el propósito de incrementar la confianza en la organización, asimismo; el indicador de ausentismo le brindará información al departamento de Recursos Humanos sobre el requerimiento real de personal. Esto último se propone debido a que actualmente no se contemplan vacaciones, licencias médicas, permisos sin o con goce de salario, ni ningún otro tipo de ausencia que pueda presentarse.

Por último, el porcentaje de retrasos y el inventario de trabajos sin terminar se deben mantener bajos porque no generan ganancias e impactan el desempeño del laboratorio. Concluidos los tres meses aún se pueden improvisar los resultados y, por ende, la meta de los indicadores.

#### **5.4. Estrategias a corto plazo**

Actualmente, las empresas se enfrentan a escenarios complejos y a la vez inestables, los cuales requieren que en cada proceso se elijan estrategias que permitan medir y cuantificar los avances obtenidos en comparación con el diagnóstico de inicio. Por lo tanto, para el efectivo y constante control de las operaciones que forman parte de los procesos, se deben crear y adoptar métodos sencillos que permitan competir en una economía de mercado.

##### **5.4.1. Alineación entre la estrategia y los procesos**

La estrategia es el patrón para integrar los objetivos generales de la organización de forma coherente, lógica y con un propósito. Toda vez sea formulada correctamente, permitirá integrar las competencias organizacionales con los recursos necesarios para anticiparse a los cambios del mercado.

Por otra parte, el desarrollo de la estrategia permitirá identificar oportunidades para obtener ventajas competitivas, así como riesgos y amenazas que se podrán evitar. La estrategia debe representar y reflejar una planeación competitiva, siendo necesario que la alineación entre esta y los procesos sea analizada desde un punto de vista empresarial. Las actividades y tareas deben formular y ejecutar las estrategias de la organización con el objetivo de insertarlas de acuerdo con la misión, y, teniendo en consideración el contexto en el cual se encuentre el laboratorio. El proceso de inserción no debe ser de forma burocrática, sino consensuado e inclusivo con el personal.

## **5.5. Estrategias a mediano plazo**

Como estrategias a mediano plazo, basados en el estudio y la observación del proceso administrativo existente, se puede implementar la redefinición de la misión y la visión, el bosquejo de estrategias, estudio y análisis de los riesgos internos y externos, así como la elaboración de indicadores de gestión que permitan monitorear el cumplimiento y el alcance que se derivan de los tiempos de producción.

### **5.5.1. Procesos estratégicos**

En esta etapa se van a delegar funciones específicas, el enfoque que se le dará al manejo de los recursos disponibles, la cultura y el cambio organizacional direccionado a la consecución de las metas del laboratorio; por medio del desarrollo coordinado y estructurado de los procesos vinculados con la empresa. La magnitud del proceso estratégico permitirá comprender la filosofía y la dinámica que se adoptará. En este periodo se debe agendar reuniones periódicas para la revisión de la bitácora de operaciones a ejecutar y la correspondiente evaluación de desempeño.

Los procesos estratégicos afectarán aspectos estructurales y contextuales. En los estructurales se pueden mencionar, la formalización de actividades, reforzar la jerarquía de autoridad y centralización en la toma de decisiones, los indicadores de recursos humanos, entre otros; y en los contextuales está la tecnología, el entorno y la cultura organizacional.

La estrategia y la estructura organizacional representan un todo unificado, ya que si la estrategia cambia se debe evaluar las áreas que necesiten de apoyo durante su implementación. Sucede lo mismo con los problemas, competencias y capacidades de la estrategia si cambiase la estructura.

## **5.6. Estrategias a largo plazo**

La correcta aplicación e implementación de las estrategias a corto y mediano plazo permitirán cimentar las condiciones específicas que como organización se necesitan para convertirlas en una bitácora de funciones y atribuciones en cada una de las áreas fundamentales dentro de la empresa. El conjunto de estrategias previas permitirá crear ventajas competitivas viables subsistir de manera competitiva y sostenible.

### **5.6.1. Procesos de apoyo**

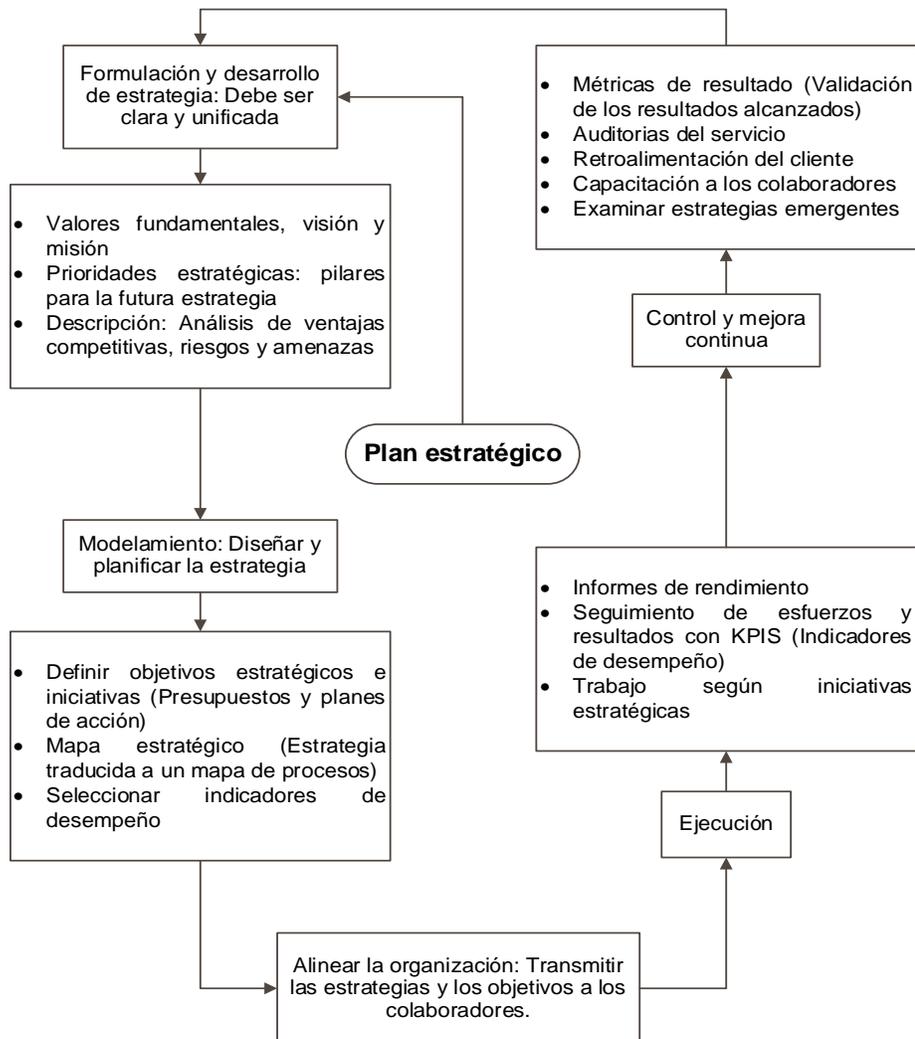
Para estar en condiciones de brindar el seguimiento oportuno y eficiente a los procesos estratégicos son necesarios los procesos de apoyo. Dichos procesos son la principal herramienta para analizar y establecer todos aquellos métodos y técnicas que permitan provisionar los recursos materiales, humanos, tecnológicos, financieros y estructurales que serán necesarios para ejecutar con éxito los procesos estratégicos, misionales y de mejora continua.

## 5.6.2. Mapeo de procesos

Se realizó la estructura idónea para diseñar un plan estratégico y un flujo operacional que garantice la buena gestión del laboratorio.

**Figura 47.**

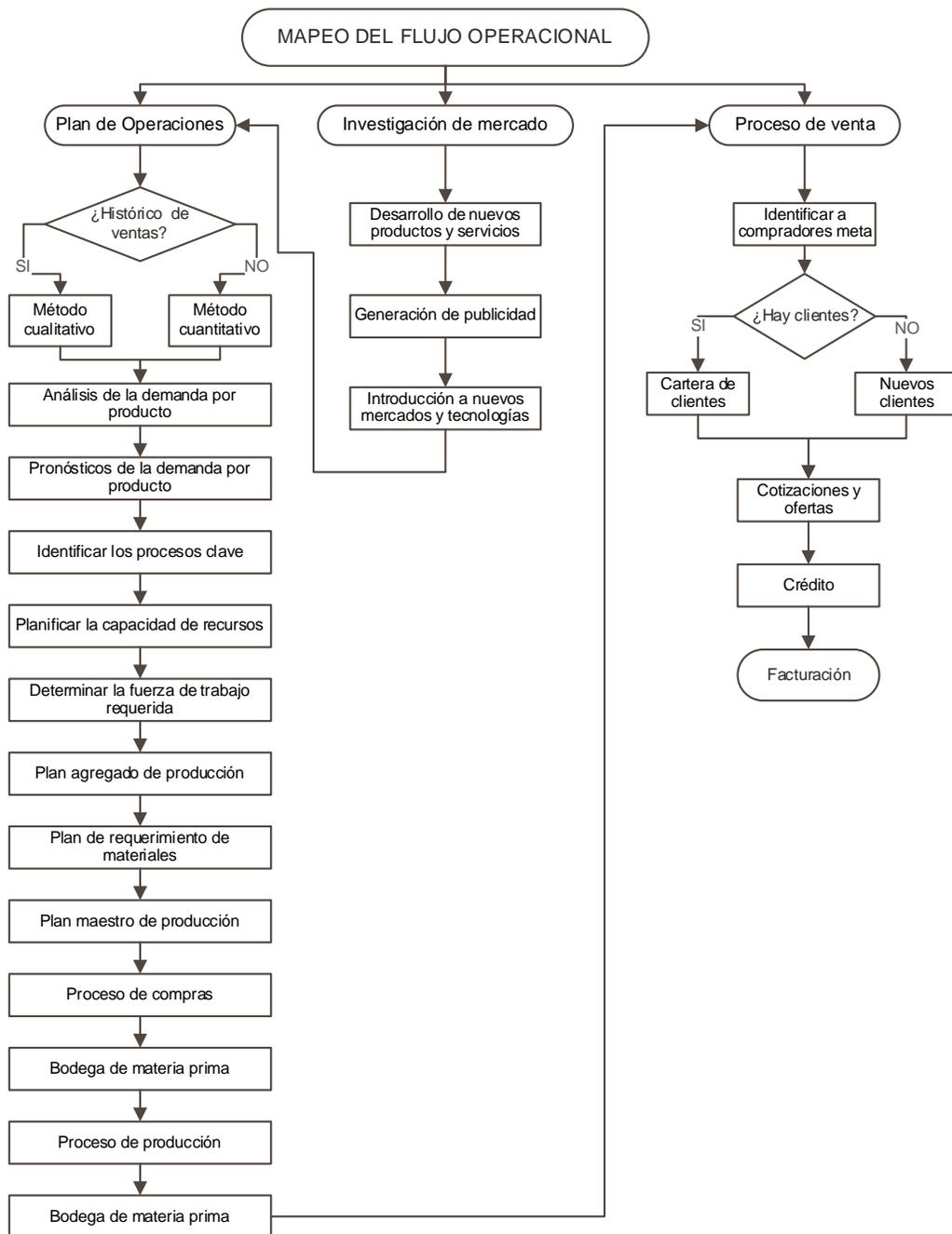
*Mapeo de un plan estratégico*



*Nota.* Para la formulación de un plan estratégico eficiente. Elaboración propia, realizado con Visio.

**Figura 48.**

*Mapeo del flujo operacional*



*Nota.* Recomendado para el Laboratorio Farmacéutico. Elaboración propia, realizado con Visio.



## CONCLUSIONES

1. El análisis del proceso productivo permitió identificar las operaciones clave y la capacidad real del laboratorio. Se logró recopilar la información histórica, y, con base en estos datos se desarrolló un plan operativo con el objetivo de obtener proyecciones de ventas precisas y calcular los requerimientos necesarios para cumplir con dicha demanda. De acuerdo con el análisis costo-beneficio, la propuesta representa un retorno de Q2.53 por cada quetzal invertido versus el escenario actual de Q2.02.
2. Se utilizó la clasificación ABC para identificar los productos críticos del portafolio de la empresa, considerando dos criterios: demanda histórica y utilidades percibidas. Se aplicó esta metodología con los tres periodos analizados. No se analizaron en conjunto ya que en el 2020 el COVID-19 generó un año atípico en la demanda. Sin embargo, hay seis productos que integran el estrato A en todos los periodos. El mercurocromo, glicerina, aceite de ricino, violeta de genciana, aceite mineral y la miel de achicoria tienen el mayor peso en utilidades, y en demanda histórica. El alcohol se añade a este listado para los periodos del 2020 y 2021.

La demanda real en unidades fue de 209,265 en el año 2019; 303,680 en 2020; y, 92,805 en el primer semestre del 2021. El estrato A representó el 78.89 % de la demanda en el primer periodo; 78.60 %, en el segundo; y, 75.56 %, en el tercero. A nivel general, se tuvo un nivel de servicio de 25.35 % en el primero año. Luego de ello, se cambió de administración y el nivel de servicio ascendió a 69.20 % en el segundo año y durante el primer semestre del 2021 se culminó en 48.58 %.

3. El laboratorio cuenta con hojas de registro de los lotes producidos, cantidad de operarios utilizados y duración del proceso. Se tomaron estos datos y se calculó el índice de productividad laboral. En el 2019, el promedio trimestral de unidades producidas fue de 7,362; en el 2020, aumentó a 31,058, debido a la pandemia mundial de COVID-19; y, en el 2021, el promedio trimestral decayó a 20,466 unidades. El índice laboral en el 2019 fue de 184.67 unidades por día-hombre; en el 2020, de 233.77 unidades y, en el 2021 aumentó a 387.11 unidades por día-hombre. La producción reflejó un alza durante los años 2020 y 2021, la cual se cubrió por medio de la mejora en el tiempo medio de operación.

Basado en el estudio de tiempos de las presentaciones de 250, 60 y 30 mililitros, se determinó que el departamento de Producción tiene una capacidad para fraccionar 19,271, 18,665 y 20,209 envases respectivamente, en el término de un mes. En el primer semestre del 2021, la demanda promedio mensual fue de 18,561 unidades entre todas las presentaciones. Esta comparativa indica que el laboratorio es capaz de cubrir la demanda en su totalidad, e incluso si hubiese un incremento en el requerimiento se podría recurrir a jornadas extraordinarias para satisfacer al mercado.

4. Se proyectó la demanda de cada producto para determinar el modelo de proyección idóneo según el comportamiento histórico de venta. Del total de productos, 14 tienen un comportamiento con picos y valles por lo que el método de proyección a implementar son las series cíclicas; la misma cantidad posee una tendencia lineal con picos y valles, siendo las familias combinadas el método más adecuado a utilizar; y, un producto refleja ventas estables a lo largo del tiempo perteneciendo al modelo de series temporales.

5. De acuerdo con los pronósticos de cada producto y al rendimiento de la materia prima, se calculó la expansión de materiales para determinar la cantidad mínima de ésta que debiere estar disponible en bodega para cumplir con la demanda esperada. Además, se utilizó el promedio de entrega y el ciclo de la proyección para definir el *stock* de seguridad, nivel de reorden y la cantidad óptima de pedido para estar en condiciones de calendarizar el oportuno abastecimiento de materiales. Lo anterior, con el objeto de coadyuvar a que las líneas de producción eviten paros, atrasos e incumplimientos conforme al plan maestro de producción.
  
6. El proceso de diagnóstico realizado dentro del laboratorio demuestra que se deben fortalecer cuatro puntos estratégicos que permitirán obtener una mejora continua a corto y mediano plazo. Inicialmente, se debe redefinir la planificación de producción para optimizar el uso de los recursos de la empresa, y se debe implementar indicadores de desempeño que permitan la eficiente utilización del recurso humano. Sumado a lo anterior, es indispensable mejorar la comunicación interna para agilizar la gestión de la información y favorecer el clima organizacional. Además, es necesario implementar controles de calidad para asegurar la calidad ofrecida al consumidor. Estos factores dotarán al laboratorio de ventajas competitivas frente a la competencia y facilitarán el incremento del nivel de servicio.



## RECOMENDACIONES

1. Verificar que el responsable de diseñar el plan operativo sea un profesional con experiencia comprobable, específicamente en el área de Manejo de Datos, instrumentos de planificación, ingeniería de métodos y controles industriales. Anteriormente, la deficiencia en la planificación generó un bajo nivel de servicio y pérdida de potenciales clientes. Por lo tanto, es necesario implementar herramientas vanguardistas para el control y desarrollo del plan operacional, que permitan identificar oportunamente los cambios en la demanda que ameriten ajustes en la fuerza de trabajo, ritmo de producción o niveles de inventario.
2. Planificar un plan comercial priorizando los productos del estrato A y B de la clasificación ABC, con el propósito de monitorizar la fase del ciclo de vida en la cual se encuentra cada producto. Esto permitirá identificar el comportamiento de cada producto y tomar decisiones en relación con los que se encuentren en la etapa de declive. Lo anterior, propiciará la inversión e introducción de nuevos productos al portafolio de productos.
3. Rediseñar la distribución de planta a un mediano plazo. La capacidad de producción está limitada por la cantidad de tiempo utilizado en actividades de transporte en el proceso productivo, debido al acondicionamiento de una vivienda en donde opera el laboratorio. Esto implica que existen ambientes cerrados que no fueron diseñados para llevar a cabo un proceso de producción lógico que minimice los tiempos de transporte.

4. Adquirir software para el registro, análisis y manejo de datos estadísticos relacionados a la demanda histórica de productos. Asimismo, se debe brindar capacitación a los usuarios para maximizar el uso de esta herramienta y fortalecer el sistema de pronóstico de ventas.
5. Contratar a un jefe de bodega para delimitar las funciones que corresponden a los departamentos de planeación, producción y bodega. Esta jefatura debe implementar una política de inventarios encaminada a cumplir el plan maestro de producción, garantizando la disponibilidad de materiales e insumos y evitar el sobreabastecimiento.
6. Elaborar manuales de funciones y procedimientos, de puestos y atribuciones, así como proponer una política de calidad; con el objeto de que la cultura organizacional y la comunicación interna alcancen niveles idóneos para el cumplimiento de los objetivos trazados. Además, en el largo plazo y mediante la constancia, se debe procurar reunir los requisitos mínimos para aspirar a una certificación de calidad.

## REFERENCIAS

- Arias, E. (1 de marzo de 2020). *Administración de operaciones*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/administracion-de-operaciones.html>
- Caba, N., Chamorro, O., & Fontalvo, T. (2011). *Gestión de la producción y las operaciones*. Corporación para la Gestión del Conocimiento Asesores del 2000. [https://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/e-libros\\_internet/55847.pdf](https://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/e-libros_internet/55847.pdf)
- Caurin, J. (19 de mayo de 2017). *Clasificación de inventarios*. Emprendepyme.net. <https://www.emprendepyme.net/tipos-de-inventarios.html>
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros*. McGraw-Hill/Irwin. <https://valparaiso.redfuturotecnico.cl/wp-content/uploads/2020/08/-Administracion-de-operaciones-Produccion.pdf>
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (1997). *Código de Salud (Decreto 90-97)*. <https://medicamentos.mspas.gob.gt/index.php/legislacion-vigente/decretos?do-wnload=292%3Acodigo-de-salud>
- Asamblea Nacional Constituyente de la República de Guatemala (1985). *Constitución Política de la República de Guatemala*. <https://pdba.georgetown.edu/Parties/Guate/Leyes/constitucion.pdf>

Fogarty, D. (2009). *Administración de la producción de inventarios*. Grupo Editorial Patria.

García, A. (2000). *Enfoques prácticos para planeación y control de inventarios*. Trillas S.A.

Grifol, D. (2015). *¿Qué es productividad laboral?* DanielGrifol.es. <https://danielgrifol.es/que-es-productividad-laboral/#:~:text=La%20productividad%20laboral%20es%20la,necesarios%20para%20obtener%20dicha%20producci%C3%B3n>

Guerrero, H. (2009). *Inventarios, manejo y control*. Ecoe Ediciones. <https://www.ecoediciones.mx/wp-content/uploads/2017/08/Inventarios.-Manejo-y-control-2da-Edici%C3%B3n.pdf>

Heizer, J. & Render, B. (2008). *Dirección de la producción y de operaciones*. Pearson Educación. <https://s39fbb900fa1cbc52.jimcontent.com/download/version/1519071965/module/14098467830/name/2.%20Direcci%C3%B3n%20de%20la%20producci%C3%B3n%20y%20de%20operaciones%2C%208va%20Edici%C3%B3n%20-%20Jay%20Heizer-.pdf>

Heizer, J. & Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones*. Pearson Educación. <https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/47cb70cab6ec78aa65b34e6c70ce8822.pdf>

Niebel, B. & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño de trabajo*. McGraw-Hill/Irwin. [http://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlineBook/a9p7r9\\_Metodos%20estandares%20y%20diseno%20del%20trabajo.pdf](http://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlineBook/a9p7r9_Metodos%20estandares%20y%20diseno%20del%20trabajo.pdf)

- Pacheco, J. (3 de mayo de 2021). *¿Qué es el control de producción y cómo implementarlo?* Web y empresas. <https://www.webyempresas.com/control-de-produccion/>
- Prado, J. (1992). *La planeación y el control de la producción*. Universidad Autónoma Metropolitana. <https://core.ac.uk/download/pdf/83079715.pdf>
- Quiroa, M. (1 de mayo de 2020). *Sistema de producción*. Economipedia. <https://economipedia.com/defin-iciones/sistema-de-produccion.html>
- Render, B., Stair, M., & Michael, E. (2006). *Métodos cuantitativos para los negocios*. Pearson Educación.
- Reyes, E. (7 de septiembre de 2019). *Pronóstico de ventas*. Emprendedor inteligente. <https://www.emprendedorinteligente.com/pronostico-de-ventas/>
- Rincón, D. (31 de mayo de 2019). *El horizonte de tiempo en los pronósticos*. Course Hero. <https://www.coursehero.com/file/p49lh039/El-horizonte-de-tiempo-en-los-pron%C3%B3sticos-Una-forma-de-clasificar-los/>
- Rojas, K. (16 de octubre de 2019). *Planeación de la capacidad*. Blogspot. <https://administraciondeoperaciones5d.blogspot.com/2019/10/blog-post.html>
- Schroeder, R., Meyer, S., & Rungtusanatham, J. (2011). *Administración de operaciones, conceptos y casos contemporáneos*. McGraw-Hill/Irwin. [https://intercovamex.com/wp-content/uploads/2019/06/Administracion\\_de\\_operaciones-1.pdf](https://intercovamex.com/wp-content/uploads/2019/06/Administracion_de_operaciones-1.pdf)

Sumanth, D. (1992). *Ingeniería y administración de la productividad*. McGraw-Hill/Irwin.

Taha, H. (2004). *Investigación de operaciones*. Pearson Educación.  
<http://faviok.weebly.com/uploads/6/4/0/3/6403801/thaja-investigacion-de-operaciones-by-k9.pdf>