



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: SISTEMA LOGÍSTICO PARA EL CONTROL DE MERMAS DE  
REACTIVOS DE UN LABORATORIO AGRÍCOLA DE GUATEMALA**

**Adela Noemí Morales Palacios**

Asesorado por el MScs Ing. Oscar Efraín Quiñónez Reyes

Guatemala, julio de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: SISTEMA LOGÍSTICO PARA EL CONTROL DE MERMAS DE  
REACTIVOS DE UN LABORATORIO AGRÍCOLA DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ADELA NOEMÍ MORALES PALACIOS**

ASESORADO POR EL MSC. ING. OSCAR EFRAÍN QUIÑÓNEZ REYES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIA	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADOR	Ing. Jaime Roberto Ruiz Diaz
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpata Reyes
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **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 INVESTIGACIÓN: SISTEMA LOGÍSTICO PARA EL CONTROL DE MERMAS DE REACTIVOS DE UN LABORATORIO AGRÍCOLA DE GUATEMALA**

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

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Adela Noemí Morales Palacios', written in a cursive style.

**Adela Noemí Morales Palacios**



EEPFI-PP-0670-2022

Guatemala, 6 de mayo de 2022

**Director**  
**César Ernesto Urquizú Rodas**  
**Escuela Ingeniería Mecánica Industrial**  
**Presente.**

**Estimado Ing. Urquizú**

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN SISTEMA LOGÍSTICO PARA EL CONTROL DE MERMAS DE REACTIVOS DE UN LABORATORIO AGRÍCOLA DE GUATEMALA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Área de Operaciones - Gestión de almacenamiento, inventarios y distribución**, presentado por la estudiante **Adela Noemí Morales Palacios** carné número **201213031**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestion Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Mtro. Oscar Efraín Quiñónez Reyes  
Asesor(a)

Oscar Efraín Quiñónez Reyes  
Ingeniero Mecánico Industrial  
Colegiado No. 12 383

  
Mtro. Kenneth Lubeck Corado Esquivel  
Coordinador(a) de Maestría

  
Mtro. Edgar Darío Alvaréz Cotí  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería





EEP-EIMI-0670-2022

El Director de la Escuela 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 y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN SISTEMA LOGÍSTICO PARA EL CONTROL DE MERMAS DE REACTIVOS DE UN LABORATORIO AGRÍCOLA DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Adela Noemí Morales Palacios**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in blue ink is written over a circular official stamp. The stamp contains the text: "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS", "DIRECCION", "Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial", and "FACULTAD DE INGENIERIA".

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2022

LNG.DECANATO.OI.556.2022

La Decana 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 INVESTIGACIÓN: SISTEMA LOGÍSTICO PARA EL CONTROL DE MERMAS DE REACTIVOS DE UN LABORATORIO AGRÍCOLA DE GUATEMALA**, presentado por: **Adela Noemí Morales Palacios**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Esquivel

Decana



Guatemala, julio de 2022

AACE/gaoc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por su apoyo en el transcurso de la carrera.
<b>Mis padres</b>	Adela Palacios y Luis Enrique Morales. Por ser incondicionales.
<b>Mis amigos</b>	Astrid Aguirre y Efraín Quiñónez. Por su ayuda en todo momento.
<b>Mis tíos</b>	Jorge Beteta, Magda Ortíz, Walter Palacios, Fernando Palacios y Carlos Carias. Por ser gran influencia el alcance de metas.
<b>Mis abuelitas</b>	Por creer que todo esto sería posible.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San Carlos de Guatemala** Por ser la casa de estudios muy importante y clave de éxito.

**Facultad de Ingeniería** Por la importante formación proporcionada.

**Mis amigos de la Facultad** Benjamín Solís y Eduardo Arauz. Por formar parte de tan grata experiencia

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XV
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
3.1. Contexto general .....	9
3.2. Descripción del problema .....	11
3.3. Formulación del problema .....	11
3.3.1. Pregunta central.....	11
3.3.2. Preguntas auxiliares .....	12
3.4. Delimitación del problema.....	12
4. JUSTIFICACIÓN .....	13
5. OBJETIVOS .....	15
5.1. General.....	15
5.2. Específicos .....	15
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN .....	17
6.1. Etapas de la investigación .....	17

7.	MARCO TEÓRICO .....	19
7.1.	Modelo Logístico .....	19
7.1.1.	Definición.....	19
7.1.1.1.	Características.....	19
7.1.1.2.	Logística .....	19
7.1.1.3.	Ciclo logístico .....	20
7.1.1.3.1.	Definición.....	20
7.1.1.3.2.	Niveles del ciclo logístico .....	20
7.1.1.4.	Importancia e implementación de un modelo logístico.....	20
7.2.	Detección de necesidades de abastecimiento.....	21
7.2.1.	Requerimiento de reactivos .....	21
7.2.2.	Recepción de reactivos .....	21
7.2.3.	Clasificación de los reactivos.....	22
7.2.4.	Control de inventarios.....	23
7.2.4.1.	Finalidad de los inventarios .....	23
7.2.4.2.	Métodos de valuación de inventarios ...	24
7.2.4.2.1.	Método FIFO o PEPS ...	24
7.2.4.2.2.	Método LIFO o UEPS ...	24
7.2.4.2.3.	Método del Costo Promedio Aritmético.....	24
7.2.5.	Dificultades más frecuentes en el control de inventarios .....	25
7.2.6.	Costo de inventario.....	25
7.2.6.1.	Definición.....	25
7.2.6.2.	Tipos de costos.....	26
7.2.6.2.1.	Costo por pedir .....	26
7.2.6.2.2.	Costo por mantener .....	26

		7.2.6.2.3.	Costo por desabastecimiento .....	26	
7.3.	Demanda .....			27	
	7.3.1.	Definición .....		27	
	7.3.2.	Características .....		27	
	7.3.3.	Tipos de demanda .....		27	
		7.3.3.1.	Demanda Dependiente .....	27	
		7.3.3.2.	Demanda independiente .....	28	
		7.3.3.3.	Demanda determinística .....	28	
			7.3.3.3.1.	Estática .....	28
			7.3.3.3.2.	Dinámica .....	28
		7.3.3.4.	Demanda probabilística.....	29	
			7.3.3.4.1.	Estacionaria .....	29
			7.3.3.4.2.	No estacionaria .....	29
7.4.	Merma .....			29	
	7.4.1.	Tipos de merma .....		29	
		7.4.1.1.	Merma cuantificada .....	30	
			7.4.1.1.1.	Merma por vencimiento de reactivos.....	30
			7.4.1.1.2.	Merma por inconsistencias en los reactivos.....	30
			7.4.1.1.3.	Merma por empleo inadecuado por parte del personal.....	30
			7.4.1.1.4.	Merma por repeticiones.....	31

	7.4.1.1.5.	Merma no cuantificada. ....	31
7.5.		Área administrativa de un laboratorio .....	31
	7.5.1.	Descripción del área y procesos vinculados .....	31
7.6.		Abastecimiento de reactivos.....	32
	7.6.1.	Requisición de reactivos.....	32
		7.6.1.1. Criterios de aceptación en compras y almacenaje de reactivos .....	32
	7.6.2.	Reactivos agotados o insuficientes.....	33
7.7.		Técnicas para el control de inventarios .....	34
	7.7.1.	Sistema ABC .....	34
	7.7.2.	El principio o regla de Pareto.....	35
7.8.		Análisis de riesgos .....	35
	7.8.1.	Comunicación y consulta.....	35
	7.8.2.	Determinación del alcance y análisis de las partes interesadas.....	36
	7.8.3.	Evaluación del ámbito interno y externo (PESTAL, TECOP O SPECTRUM) .....	36
	7.8.4.	Probabilidades de impacto .....	37
	7.8.5.	Priorización de impactos según el nivel de riesgo... 37	
	7.8.6.	Plan de respuesta y cronograma .....	38
	7.8.7.	Evaluación del plan de acción .....	39
8.		PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	41
9.		METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	45
	9.1.	Enfoque.....	45
	9.2.	Diseño.....	45
	9.3.	Tipo de estudio.....	45

9.4.	Alcance.....	46
9.5.	Variables e indicadores .....	46
9.6.	Fases.....	48
9.7.	Resultados esperados .....	50
9.8.	Población y muestra .....	50
9.8.1.	Unidad de análisis.....	50
	9.8.1.1. Muestra .....	51
9.8.2.	Sujetos de estudio .....	51
	9.8.2.1. Muestra .....	51
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	53
10.1.	Media.....	53
10.2.	Moda .....	53
10.3.	Mediana.....	54
10.4.	Gráficos de barras y de tendencias .....	54
10.5.	Diagrama de Pareto.....	54
10.6.	Diagrama Ishikawa .....	54
10.7.	Matriz de análisis de riesgos.....	55
11.	CRONOGRAMA.....	57
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	59
13.	REFERENCIAS.....	61
14.	APÉNDICES .....	63



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Esquema de solución .....	18
2.	Matriz de compatibilidad de riegos .....	33
3.	Matriz de probabilidades e impacto .....	38
4.	Cronograma de actividades .....	57

### TABLAS

I.	Pictogramas de riesgos .....	22
II.	Análisis de riesgos – Acción a tomar según prioridad .....	38
III.	Operacionalización de variables .....	47
IV.	Puestos de los sujetos de estudio .....	51
V.	Muestra por puesto de los sujetos de estudio .....	52
VI.	Presupuesto .....	59



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>B</b>	Boro
<b>Ca</b>	Calcio
<b>Ca</b>	Costo por almacenar
<b>Cf</b>	Costo por faltante
<b>Cm</b>	Costo por mantener
<b>Cp</b>	Costo por pedir
<b>D</b>	Demanda
<b>F</b>	Frecuencia
<b>Fe</b>	Hierro
<b>g</b>	Gramo
<b>kg</b>	kilogramo
<b>L</b>	Litro
<b>mg</b>	Miligramo
<b>ml</b>	Mililitro
<b>N</b>	Nitrógeno
<b>N</b>	Normal
<b>P</b>	Peso
<b>ppm</b>	Partes por millón
<b>Pr</b>	Punto de reorden
<b>Si</b>	Silicio
<b>Ta</b>	Tiempo de adquisición.
<b>Zn</b>	Zinc



## GLOSARIO

<b>Abastecimiento</b>	Proceso orientado a satisfacer una necesidad de consumo.
<b>Análisis</b>	Examen químico de una muestra orgánica o inorgánica para determinar la proporción de sustancias que la componen.
<b>Ciclo</b>	Serie de pasos o fases por los que pasa un proceso.
<b>Demanda</b>	Cantidad de productos o servicios que los consumidores están dispuestos a adquirir.
<b>Desabastecimiento</b>	Falta de abastecimiento.
<b>Desperdicio</b>	Parte o cosa que queda después de haberla utilizado.
<b>Gestión</b>	Conjunto de acciones realizadas para conseguir o resolver una cosa.
<b>Inventario</b>	Conjunto de bienes o cosas valorables que pertenecen a un departamento o entidad.
<b>Logística</b>	Serie de actividades necesarias para el cumplimiento de un fin en un proceso.

<b>Merma</b>	Pérdida o reducción del volumen o calidad de un material o cosa.
<b>Método</b>	Modo ordenado y sistemático que permite llegar a un resultado.
<b>Modelo</b>	Representación de un esquema definido que sirve como pauta para ser estandarizado.
<b>Obsolescencia</b>	Condición o estado de un producto que ya cumplió con su estado de vigencia.
<b>PEPS</b>	Primero en entrar primero en salir.
<b>PESTAL</b>	Político, económico, social, tecnológico, ambiental y legal.
<b>Pictograma</b>	Representación gráfica entendida como un signo que traslada información del objeto al que se refiere.
<b>Proveedor</b>	Persona o empresa que abastece de productos o servicios a otra persona o empresa.
<b>Reactivo</b>	Sustancia empleada en ensayos y análisis químicos.
<b>Riesgo</b>	Situación de incertidumbre que puede darse con determinada probabilidad.

<b>SPECTRUM</b>	<i>Sociocultural, political, economic, competitive, technology, regulatory/legal, uncertainty/risk</i> (sociocultural, político, económico, competitivo, tecnológico, regulatorio/legal, incertidumbre/riesgo).
<b>TECOP</b>	<i>Technical, environmental, comercial, opetational, política</i> (técnico, ambiental, comercial, operacional, político).
<b>UEPS</b>	Último en entrar primero en salir.



## RESUMEN

El presente estudio busca describir el contexto del rendimiento del control de inventarios de un laboratorio agrícola ubicado en la ciudad de Guatemala, el cual está a cargo del área administrativa. Debido a que últimamente se han detectado brechas en cuanto al manejo, se hace necesario la evaluación del modelo actual, los registros y datos generados evaluando desde varias aristas como: sobreabastecimientos, desabastecimientos, obsolescencia de insumos, entre otros.

Se realizó un análisis detallado del origen de mermas generadas, se modificaron procesos existentes, se propusieron nuevas y eficientes formas de ejecutar dicho proceso, se crearon registros y mecanismos de control para el adecuado manejo de reactivos y se formó al personal involucrado en cuanto a optimización de procesos relativos a inventarios incluyendo a los usuarios directos e indirectos, también se establecieron prácticas que proporcionarían de forma inmediata el material químico a solicitar, los niveles óptimos a mantener en almacén y proyección de demanda anual.

Se detectó que, a pesar de contar con varios procesos ya estandarizados y documentados, era necesario métodos de corrección que mejoren significativamente el abastecimiento, los cuales fueran de utilidad al personal a cargo, con lo que se comprueba que si la gestión e implementación de inventarios se mejora impactará de forma positiva al laboratorio generando disminución de costos asociados al exceso de inventario generado



# 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación consiste en una sistematización que plantea la realización de un modelo logístico, el cual busca desarrollar mejoras al proceso de abastecimiento; el cual se enmarca en un escenario que registra una situación de merma, teniendo en consideración que son muchos los factores que la provocan; algunas de esta son gestionables y otras no.

El problema que tiene el laboratorio es que se han presentado deficiencias en los controles de la gestión de inventarios de reactivos empleados en determinados análisis provocando impactos negativos en la productividad y a la vez aumentando de costos asociados a repeticiones, prácticas inadecuadas o por sobreabastecimiento.

La importancia de la solución se enmarca está alineada a la eficiencia en cuanto a toma de decisiones, el cual buscará ordenar dicho proceso aumentando la probabilidad de tomar la mejor decisión ante futuros cambios de categoría positiva como oportunidades o por problemas. Se espera tener como resultado la mayor utilidad de la propuesta evitando posibles desviaciones, la cual facilitará la visualización de la estimación de niveles de existencias en concordancia a los requerimientos que surjan.

Los aportes y beneficios de esta investigación se concentran en la estandarización del proceso logístico el cual será entendido y adaptado a la operativa facilitando la obtención de información actualizada y robusteciendo proyecciones de consumo en periodos futuros.

El esquema que se ensayará en la solución constará de cinco etapas principales, iniciando con la revisión documental para identificar los antecedentes del contexto, en la segunda etapa, se recopilarán datos para conocer a detalle el comportamiento actual del proceso. En la tercera etapa, se determinarán puntos críticos de mejora a través de herramientas que permitan detectar las causas que están provocando ineficiencias, en la cuarta etapa, se estructurará la propuesta del modelo logístico que se adapte a las necesidades del área administrativa, y en la etapa final, se evaluará el cumplimiento de los indicadores establecidos.

Por este motivo se clasificarán y definirán cuáles serán las posibles soluciones, teniendo en cuenta que no es imposible buscar una “merma cero”, pero si se puede controlar el impacto que esta tenga.

El presente trabajo de graduación pretende diseñar un modelo de inventarios que reduzca la merma, y de esta forma mejorar la situación económica del laboratorio.

Para diseñar dicho modelo propuesto, se realizará el diagnóstico del modelo actual, considerando los procesos internos y externos de la cadena de suministros, desde la elaboración de la planificación de abastecimiento, hasta el uso de los reactivos precisando el comportamiento global del sistema; con el objetivo de identificar oportunidades de mejora.

Se emplearán herramientas y métodos de aplicación de ingeniería industrial para realizar el diagnóstico de la metodología actual, seleccionando las técnicas a tomar en consideración en el modelo propuesto, y finalmente evaluar los resultados operacionales y financieros del sistema.

Por último, se presentará la propuesta de implantación del modelo, en donde se especificarán las condicionantes de su aplicación y se brindarán los indicadores de gestión que evaluarán los resultados del modelo.

El trabajo de investigación es viable porque cuenta con los recursos necesarios para la realización de cada una de las etapas anteriormente descritas. Y también se cuenta con la autorización del laboratorio brindando acceso a la información, al recurso humano y de infraestructura.

El informe final de investigación estará conformado por cinco capítulos:

- El primer capítulo, corresponde a los antecedentes que serán de utilidad para investigar a mayor profundidad el entorno de metodologías y prácticas realizadas previamente para identificar aportes en la solución del problema en estudio.
- El segundo capítulo, corresponde al marco teórico, el cual constará de la teoría necesaria en cuanto a gestión de inventarios, mermas, controles óptimos, entre otros.
- El tercer capítulo, consiste en el desarrollo de la investigación, el cual está conformado por cinco etapas como: revisión documental, identificación y recopilación de la información, evaluación de la situación actual, propuesta del modelo logístico y por la evaluación de beneficios.
- En el capítulo cuatro, se presentarán los resultados obtenidos en el laboratorio a raíz de la propuesta.

- En el capítulo cinco, que consta de la discusión de resultados, se evaluará el impacto del trabajo de investigación detallando el comportamiento de las modificaciones dictadas por la propuesta.

## 2. ANTECEDENTES

La gestión de inventarios que realiza el área administrativa es fundamental dentro de los procesos de producción de productos o servicios. Los cuales están alineados al cumplimiento de los requisitos del cliente y permiten un nivel óptimo de existencias. Evitando la escasez de reactivos o el exceso en existencias de este. Por tal motivo la búsqueda de aportes que enriquezcan la investigación en cuanto a nuevas y mejores formas de gestionar la logística que implica poseer cantidades adecuadas de material químico que satisfaga lo requerido por proceso analítico se consideran de gran utilidad ampliando la perspectiva de los factores a tomar en consideración en cada etapa de la propuesta del modelo logístico.

Reyes (2018) en su artículo de la revista de la Escuela de Estudios de Postgrado habla sobre las consecuencias de un sistema incorrecto de gestión de inventarios como el hecho de incurrir en una serie de costos innecesarios.

Así como también el adaptar un sistema utilizando herramientas como un sistema ABC, el cual se basa en la clasificación de costos de los inventarios; permitiendo el establecimiento de pronósticos según el comportamiento de la demanda, con sistemas de conteo cíclico, propiciando la parametrización de inventarios y de esta manera poseer mayor certeza en cuanto a los niveles de inventario necesarios para evitar costos innecesarios asociados, garantizando stocks necesarios el flujo correcto según el comportamiento de los requerimientos.

Céspedes (2017) en su informe de administración de inventarios desde el marco financiero en el corto plazo, demuestra que para la minimización en la inversión de este mínimo es cero y por lo mismo no podrá responder a sus funciones; lo cual resulta imposible debido a que se debe cumplir con los requerimientos que establece el cliente. En caso contrario la demanda será cubierta por un de los competidores del laboratorio. Es por esa razón que afirma que las empresas o entidades deben procurar minimizar sus inventarios, pero a la vez garantizar niveles de existencia que permitan satisfacer la demanda.

También menciona que una arista puede resultar costosa si los inventarios permanecen estáticos provocando el estancamiento de un presupuesto que podría estar cubriendo otras necesidades; por lo que recomienda se establezcan niveles apropiados de inventarios con los cuales se eviten síntomas de faltantes e incurrir en costos por mantenimiento.

Fallas (2018) en su artículo de principios esbeltos en actividades logísticas, al detectar desperdicios excesivos en procesos, propuso un modelo de pedido de cantidad económica (EOQ), del cual se obtuvo como resultado una reducción de costos en abastecimiento y mantenimiento de inventarios; logró demostrar que una de las recomendaciones para reducir de forma perpetua las mermas es a través de prácticas esbeltas provenientes de la visión fundamental del sistema de producción Toyota (STP). Con lo cual se obtiene un incremento de valor, atacando como prioridad principal inventarios defectuosos. Y con valor hace referencia a características tangibles e intangibles por los cuales el cliente final está dispuesto a pagar.

Adicional a lo anterior, la editora menciona que una dicha metodología resultó efectiva en la identificación de desperdicios lo cual indica que la cadena logística no es tomada en consideración con una visión holística, sino

fraccionada. Evidenciando que la sincronización en toda la cadena reduce costos. Tamayo (2018) en su trabajo de graduación recomienda que uno de los aspectos más importantes a considerar son las políticas sobre la solicitud de insumos, materiales, que proporcionará un orden en cuanto a requerimientos en especial si se busca agilidad en tiempos y controles de suministro y despacho.

Paredes (2020) en su trabajo de investigación menciona que los indicadores de gestión logística permiten evaluar el desempeño de un proceso la cual es tomado como punto de referencia y si presenta desviaciones o incumplimiento ante dichos indicadores será necesario tomar acciones preventivas o correctivas respectivamente. La autora comenta hay entidades que carecen de un sistema fortalecido de medición de actividades logísticas y de distribución de almacén de forma interna, lo cual representa un obstáculo en la detección de problemas y presencia de retrasos que impacta directamente la competitividad en el mercado. Mencionando que un indicador es un sistema de alerta temprana la cual permitirá tomar medidas con anticipación.

Es por tal motivo que al adecuar y monitorear un modelo logístico paralelo a procesos estandarizados. Puede revelar con mayor claridad las necesidades que se generan para alcanzar el buen funcionamiento del proceso administrativo y de esta manera garantizar el éxito según los resultados de la propuesta.



### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **3.1. Contexto general**

Según el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, en Guatemala se cultiva el café en 276,000 hectáreas, distribuida en 204 municipios de un total de 334 (61% de los municipios con café). El 60% de las plantaciones tiene más de 15 años, considerándose que la vida económica de una plantación se sitúa alrededor de 25 años. (Ministerio de agricultura, Ganadería y Alimentación, 2021)

La entidad agrícola a la que pertenece el laboratorio establece una regionalización administrativa para brindar los servicios de asistencia y asesoría técnica a los productores, que es diferente a la regionalización del sector público. Poco más de 90% de la producción se exporta a diferentes destinos. En la actualidad se estima un consumo local de 400,000 quintales oro. (MAGA, 2021)

El laboratorio es líder en el sector café y desde hace varios años, ha extendido sus servicios a otros sectores agrícolas para mejorar la productividad de las plantaciones por medio del análisis de suelos, plantas, aguas, abonos orgánicos, cales agrícolas, plagas y enfermedades. Los análisis de suelos plantas y aguas son la base de la agricultura, son los medios por los cuales la producción de alimentos que alimentan tanto a las personas como a los animales. Ya que de ello dependen los cultivos sanos, a través de la evaluación de muestras representativas para realizar diagnósticos adecuados para transformar la materia en inerte y en descomposición, así como los minerales en nutrientes para los cultivos, controlar enfermedades en las plantas, mejorando la estructura de los suelos en cuanto a la retención de nutrientes y optimizando la producción.

El laboratorio agrícola de Guatemala posee un papel fundamental en la caficultura y agricultura en general, teniendo participación directa en la economía del país. Por lo cual impacta en el desarrollo, crecimiento y producción de plantaciones de diversas clasificaciones; es por esta misma razón que se debe asegurar que los resultados reflejados en los informes son de la más alta calidad ya que serán tomados como referencia para la aplicación de nutrientes a los cultivos y lograr de esta manera la productividad del cultivo.

En el marco del área administrativa esta posee un sinnúmero de asignaciones como lo son las revisiones periódicas de costos, los cuales entre ellos se considera la logística que implica el abastecimiento de productos químicos de diferentes características y niveles de peligrosidad, lo que hace necesario disponer de prácticas apropiadas en el manejo de estos.

La merma guarda una relación estrecha con las pérdidas, un hecho identificado son las oportunidades de mejora en la gestión de inventarios de material químico por lo cual se hace necesario mitigar un modelo logístico reduciendo a un nivel aceptable los remanentes. La pérdida o reducción de materiales aumenta considerablemente los costos, pudiendo causar un fuerte impacto sobre las utilidades. Existen autores que consideran que una merma aceptable sería desde el 2% hasta el 30% del valor del inventario. La realidad es que la única merma aceptable es del 0% (Actualidad empresarial, 2017).

### **3.2. Descripción del problema**

El laboratorio agrícola se encuentra ubicado en el departamento de Guatemala, Guatemala; en el cual se realizan análisis físico/químicos de suelos, plantas y aguas. La cual emplea constantemente insumos de origen químico; en cuanto al control y monitoreo del suministro de dicho material reactivo está a cargo del área administrativa, en donde el manejo y gestión de inventarios representa un área crucial para el control de costos. Es necesario el análisis en la incidencia del manejo deficiente de insumos en la estructura de costos asociados al manejo de inventarios del almacén. El débil control de los reactivos ha originado una inadecuada estimación de los niveles de existencias acorde a los requerimientos reales de los procesos, poniendo en riesgo la continuidad en las operaciones del laboratorio por desabastecimiento o bien incrementando el gasto por obsolescencia. Debido a que entre los años 2019 y 2020 se registró una demanda de 16568 muestras analizadas con las cuales se empleó un aproximado de 527 unidades de distintas clasificaciones de reactivos siendo alrededor de Q. 37, 322.88 (Asociación de servicios al caficultor, 2021).

### **3.3. Formulación del problema**

Las interrogantes basadas en los objetivos del presente trabajo de graduación son:

#### **3.3.1. Pregunta central**

¿Cómo diseñar un modelo logístico para el control de mermas de reactivos de un laboratorio agrícola de Guatemala?

### **3.3.2. Preguntas auxiliares**

- ¿Cuál es la situación actual que se lleva a cabo en el laboratorio agrícola para el manejo de reactivos?
- ¿Cuáles son los planes de acción e indicadores de mitigación de errores que establece el modelo para la disminución de costos por sobreabastecimiento o merma considerados como innecesarios?
- ¿Cuáles serán los beneficios de la propuesta del modelo logístico mejorando la productividad y optimización de procesos?

### **3.4. Delimitación del problema**

El presente trabajo de graduación se enfocará principalmente en aquellos reactivos de alta y baja rotación del laboratorio agrícola ubicado en la ciudad de Guatemala; el cual consiste en analizar la situación actual tomando en consideración que al año se detectan las necesidades para la gestión de planes de acción alineados a los objetivos. Con lo cual cabe mencionar que se cuenta con los recursos necesarios para la realización del proyecto y con la autorización de las autoridades competentes. Dicho trabajo se realizará en la ciudad de Guatemala, en los meses de enero a junio 2022.

## 4. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de graduación es una propuesta que estará basado en la línea de investigación diseño de almacenamiento, inventarios y distribución, específicamente al área de operaciones, de la Maestría de Gestión Industrial, de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Debido a que se busca analizar la incidencia de costos logísticos, esto porque en la actualidad pocas entidades estiman de forma correcta el desempeño eficaz y eficiente de sus inventarios, esta área, aunque aparente no demandar controles estrictos; requiere de métodos, técnicas y procedimientos para su manejo.

El área de administración del laboratorio cuenta con dos personas encargadas de varias retribuciones como lo son las revisiones periódicas de costos, los cuales entre ellos se considera la logística que implica el abastecimiento de productos químicos de diferentes características y niveles de peligrosidad, lo que hace necesario disponer de prácticas apropiadas en el manejo de estos. El problema es que actualmente el área administrativa no cuenta con controles que incrementen la competitividad y la productividad para la minimización de costos asociados a mermas por obsolescencia y desabastecimiento de productos.

El aporte de esta investigación es el diseño de un modelo logístico para el control y monitoreo eficiente de mermas de reactivos con el desarrollo de planes de acción de mejora que serán de utilidad para facilitar la visualización de una adecuada estimación de niveles de existencias en concordancia a los requerimientos de cada método de análisis. Y a la vez buscando la optimización de costos por sobreabastecimiento.

El beneficio de esta investigación es adecuar y monitorear acorde al proceso estandarizado y que este no esté sujeto al criterio del analista o del administrador. Buscando mejorar el proceso de gestión de inventarios para facilitar el manejo de niveles de reorden, estimación de compras y de esta manera obtener información actualizada. Se busca sistematizar el procedimiento de logística con el objeto de reducir la generación de merma. Por lo que los colaboradores vinculados al manejo de inventario de almacén serán los principales beneficiarios. Y por ende el productor quien espera un servicio de calidad al menor costo.

La relevancia social de la investigación está en que se podrá efficientizar y cuantificar de forma certera el consumo de reactivos por mes al ejercer un mayor control sobre la estimación y proyecciones de material químico.

Desde el ámbito profesional, los conocimientos adquiridos permitirán confrontar la realidad, con la finalidad de estudiarlos y reforzarlos, al mismo tiempo, es un aporte académico, el profundizar en puntos críticos de merma efficientizando recursos para que las áreas que estén vinculadas a la gestión de inventarios dispongan de herramientas a implementar en sus procesos ya que será de utilidad como una referencia para investigaciones futuras.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Diseñar un modelo logístico para el control de mermas de reactivos de un laboratorio agrícola de Guatemala.

### **5.2. Específicos**

- Identificar la situación actual que se lleva a cabo para el manejo de reactivos.
- Desarrollar la metodología de los indicadores del modelo logístico para el control de mermas de reactivos en el laboratorio agrícola.
- Evaluar los beneficios de la propuesta del modelo logístico eficientizando el monitoreo de productividad y optimización de procesos.



## **6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN**

La necesidad para cubrir es evitar el manejo deficiente de insumos en la estructura de costos asociados al manejo de inventarios del almacén. Una segunda necesidad para cubrir es el desaprovechamiento de los reactivos que ha originado una inadecuada estimación de los niveles de unidades existentes, la cual se basa en el promedio de salidas de almacén acorde a los requerimientos reales de los procesos, considerándose como posible amenaza la continuidad en las operaciones del laboratorio por desabastecimiento o bien por incremento del gasto por obsolescencia a consecuencia de cambios en metodología o cambios de equipo. El estudio de investigación pretende mejorar el mecanismo logístico existente para el seguimiento eficiente a remanentes de reactivos con el desarrollo de planes de mitigación que serán de utilidad que favorezcan la visualización de estimación que de niveles de existencias en concordancia a los requerimientos de cada metodología y reducir costos.

### **6.1. Etapas de la investigación**

Primera etapa, revisión documental: análisis de los conceptos actuales de las diversas metodologías de monitoreo y seguimiento de inventarios durante una semana.

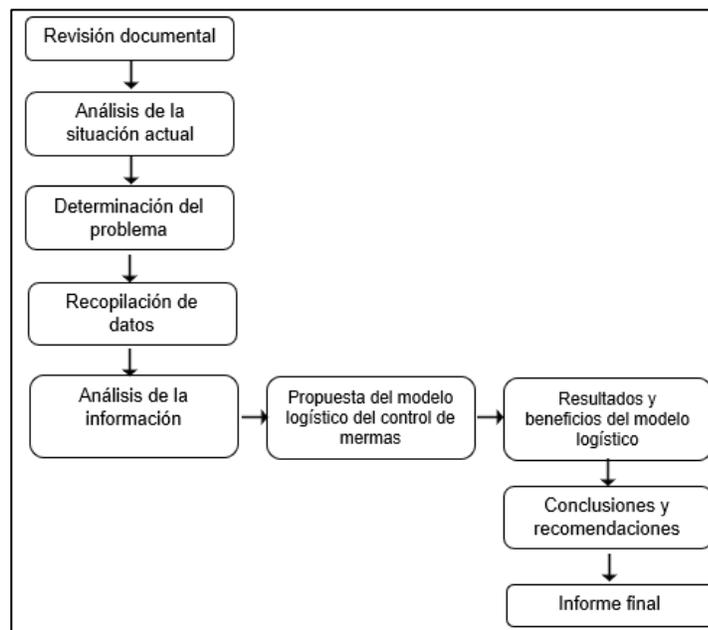
Segunda etapa, identificación y recopilación de datos: revisión de historiales de niveles de consumo y tiempos de aprovisionamiento de artículos de alto consumo o gran impacto para el control de ingresos y despachos, así como almacenamiento de insumos durante tres semanas.

Tercera etapa, evaluación de la situación actual: detección de puntos de mejora en la planificación de inventarios determinando la causa raíz para evitar cualquier escasez y sobreabastecimiento durante dos semanas.

Cuarta etapa, propuesta del modelo logístico de control de mermas: desarrollo de un modelo logístico para reactivos de alta y baja rotación monitoreando los indicadores según el comportamiento de la adaptación de la propuesta durante tres semanas.

Quinta etapa, evaluación de beneficios: realizar una evaluación de los beneficios que se obtienen de la adaptación del modelo logístico eficientizando el monitoreo de procesos durante tres semanas.

Figura 1. **Esquema de solución**



Fuente: elaboración propia en Microsoft Word.

## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. Modelo Logístico**

El modelo logístico se define de la siguiente manera:

#### **7.1.1. Definición**

Es un instrumento de planificación en donde se gestionan recursos que permitirán generar resultados tangibles o intangibles.

##### **7.1.1.1. Características**

Entre las principales características de un modelo logístico están:

- Controles eficientes en el manejo de materiales e insumos desde su obtención hasta el consumo de este.
- Manejo de materiales bajo las condiciones y ubicación correspondientes, en el momento adecuado.

##### **7.1.1.2. Logística**

Es el conjunto de varias actividades orientadas a un fin con el propósito de efectuar una asignación compleja.

### **7.1.1.3. Ciclo logístico**

El ciclo logístico se define de la siguiente manera:

#### **7.1.1.3.1. Definición**

Conjunto de actividades interrelacionadas sí que trabajan de forma ordenada y cíclica para conseguir un propósito.

#### **7.1.1.3.2. Niveles del ciclo logístico**

Los niveles que integran un modelo logístico son:

- Detección de la necesidad.
- Solicitud de compra.
- Recepción de materiales.
- Almacenamiento.
- Gestión de existencias.
- Salida de almacén.

#### **7.1.1.4. Importancia e implementación de un modelo logístico**

El modelo logístico a través de evaluaciones constantes permite detectar mejoras relativas a reducción de costos y tiempos de respuesta; siendo una de las prioridades principales la satisfacción del cliente provocando impactos positivos.

## **7.2. Detección de necesidades de abastecimiento**

Las necesidades que surgen en la cadena de suministro son todos aquellos materiales necesarios para la ejecución de determinadas tareas para determinado periodo de tiempos en donde también se deben considerar cambios en las políticas, la demanda del mercado o requisitos del cliente.

### **7.2.1. Requerimiento de reactivos**

Es la planificación de solicitud de materiales o suministros, comprendiendo cada una de las compras programadas a proveedores en función de la capacidad para cada uno de los ensayos realizados por el laboratorio.

Debe considerarse la optimización de costos en suministros sin dejar en menor grado de prioridad la calidad ya que puede aumentar problemas de gestión o potencializar riesgos en interrupciones.

### **7.2.2. Recepción de reactivos**

Corresponde a los materiales o suministros entregados por el proveedor al laboratorio los cuales se revisan corroborando que concuerden con el requerimiento de la compra.

Se debe revisar que los artículos se encuentren sellados y no quebrados-rotos, fecha de vencimiento aceptable, código de proveedor, presentación, concentración y la cantidad requerida. Y al validar que el pedido es correcto se procede con el almacenamiento de productos químicos.

### 7.2.3. Clasificación de los reactivos

Los reactivos deben clasificarse y colocarse en el almacén de acuerdo con los riesgos asociados con cada uno de ellos.

Tabla I. Pictogramas de riesgos

Pictograma	Clasificación	Especificaciones
 GHS05	Corrosivo	Destrucción del tejido cutáneo al contacto con el reactivo. Daño en contacto con metales.
 GHS06	Tóxico	Riesgo de intoxicación aguda e incluso mortal.
 GHS09	Dañino al medio ambiente	Sustancia que en contacto con el medio ambiente ocasiona la muerte de los seres vivos (animales y plantas).
 GHS02	Inflamable	Producto fácilmente combustible.
 GHS03	Comburente	Gases, sólidos o líquidos oxidantes que intensifican un incendio y potencializan una explosión.

Continuación de la tabla I.

Pictograma	Clasificación	Especificaciones
 GHS07	Irritante	Genera sensibilización o irritación al contacto con la piel. La inhalación o ingestión tiene efectos narcóticos y mareos. Peligroso para la capa de ozono.
 GHS08	Mutagénico / cancerígeno	Sustancia que al ser inhalada o ingerida genera cáncer, mutaciones en niños en gestación, problemas de fertilidad, problemas en las vías respiratorias.

Fuente: Merck. (2010). *Etiquetado de compuestos químicos peligrosos*.

#### 7.2.4. Control de inventarios

Se refiere al monitoreo de cada proceso vinculado al suministro, incluyendo la accesibilidad y almacenamiento de los productos físicos con el objeto de minimizar tiempos y costos relacionados considerando aspectos como gestión y optimización.

##### 7.2.4.1. Finalidad de los inventarios

Rosales y Villa Sánchez (2017) mencionan que dentro de las empresas existen pocos elementos que jueguen un papel prioritario como los inventarios. Además de ser esenciales, representan un gran porcentaje de la inversión, por lo que la eficiencia con que sean manejados es un factor crucial para el éxito de la misma.

#### **7.2.4.2. Métodos de valuación de inventarios**

Betancourt (2018) menciona que las normas internacionales de información financiera (NIIF) definen la valuación de inventarios como “Fórmulas de cálculo de costo”, dentro de los cuales establecen los métodos aceptados para valorar inventario.

El método de valuación de inventarios se basa en las características y fundamentos del sistema para valorar un stock óptimo para fijar un adecuado volumen según la línea base fijada.

##### **7.2.4.2.1. Método FIFO o PEPS**

Betancourt (2018) define FIFO (*first in, first out*) por sus siglas en inglés que las existencias que ingresan primero al inventario son las primeras en salir de este, es decir, que las primeras existencias adquiridas, son las primeras en emplearse.

##### **7.2.4.2.2. Método LIFO o UEPS**

Betancourt (2018) hace referencia a LIFO (*Last in, first out*) como las últimas existencias que ingresan al inventario son las primeras en salir de este, es decir, que las últimas existencias en entrar son las primeras en emplearse.

##### **7.2.4.2.3. Método del Costo Promedio Aritmético**

Betancourt (2018) describe que en este método se basa en determinar el costo promedio de cada una de las existencias en el inventario final, es decir, se

divide el costo de los artículos en venta por el número de existencias. Y esto aplica únicamente cuando estas son idénticas en cuanto a características, pero no en precio por haberse adquirido en distintos precios y/o condiciones.

### **7.2.5. Dificultades más frecuentes en el control de inventarios**

Trujillo et al. (2017) determinaron que los aspectos principales a tomar en consideración es la minimización de la inversión en inventarios; por lo que las empresas deben procurar minimizarlos y tener claro que este no podrá ser cero. Y la satisfacción de la demanda maximizando ingresos atendiéndola de manera inmediata.

Paralelo a lo descrito anteriormente se debe controlar que las existencias físicas concuerden con los registros, que los artículos no caduquen o se dañen y que exista una adecuada proyección de estas.

### **7.2.6. Costo de inventario**

Es uno de los criterios fundamentales para el manejo eficiente de inventarios.

#### **7.2.6.1. Definición**

El costo de inventario se define como el costo por ordenar y almacenar materiales conservando el *stock* de unidades en un determinado periodo de tiempo.

Es por esa razón por la cual Trujillo et al. (2017) menciona que los costos sin límites pueden perjudicar económicamente la sostenibilidad de una empresa por poseer varios recursos ociosos.

### **7.2.6.2. Tipos de costos**

Entre los costos de inventario se describen los siguientes:

#### **7.2.6.2.1. Costo por pedir**

Trujillo et al. (2017) lo define como el costo en el que se incurre para incorporar un artículo al inventario, es decir, ~~el costo~~ al reabastecer el almacén el cual incluye: costos de envío, llamadas telefónicas, facturación, impuestos, entre otros.

#### **7.2.6.2.2. Costo por mantener**

Trujillo *et al.* (2017) lo menciona como costo de almacenar que incluye factores relativos a la conservación de las existencias y que incluye: el costo de movilización de recursos (costo de oportunidad del capital); costo de manejo de materiales; de almacenaje que se compone de depreciación, construcción, entre otros; por obsolescencia del inventario y los administrativos como por ejemplo salarios.

#### **7.2.6.2.3. Costo por desabastecimiento**

Trujillo et al. (2017) lo define como el costo por penalización por faltante.

Es el costo por falta de existencias originado por no contar con el inventario suficiente para abastecer la demanda necesaria para las actividades habituales

del laboratorio. Lo cual originaría recurrir a la solicitud de materiales al último momento incurriendo en gastos adicionales; por tal motivo dicho costo es un punto crítico en la gestión y manejo de inventarios.

### **7.3. Demanda**

La demanda es uno de los principales aspectos que deben considerarse en el control de inventarios.

#### **7.3.1. Definición**

Se define como el conjunto de materiales, suministros o servicios que adquiere el usuario en un determinado momento.

#### **7.3.2. Características**

La demanda es clara hace referencia a la cantidad de artículos que un cliente está dispuesto a demandar y depende principalmente de la disponibilidad de materiales.

#### **7.3.3. Tipos de demanda**

Entre los tipos de demanda están:

##### **7.3.3.1. Demanda Dependiente**

Schroeder *et al.* (2011) definen a la demanda dependiente en donde los artículos poseen una demanda que se relaciona con otro artículo y que no queda

independientemente determinada por el mercado, la cual depende de forma directa de la demanda de los servicios que brinda el laboratorio.

### **7.3.3.2. Demanda independiente**

Schroeder et al. (2011) mencionan que está influida por las condiciones del mercado externas al laboratorio por lo que es independiente de otros artículos del inventario, es decir, es el tipo de demanda que está asociada a diferentes artículos que suplen necesidades externas en donde las decisiones de quien demanda el servicio no son controlables por el laboratorio.

### **7.3.3.3. Demanda determinística**

Hace referencia a la combinación de la demanda dependiente e independiente y es caracterizada por conocerse con certeza.

#### **7.3.3.3.1. Estática**

Tipo de demanda determinística que no varía con el transcurrir del tiempo dependiendo principalmente de la tasa de consumo.

#### **7.3.3.3.2. Dinámica**

Tipo de demanda determinística se caracteriza por poseer variaciones en un periodo de tiempo.

#### **7.3.3.4. Demanda probabilística**

Como su nombre lo indica nace del principio de probabilidad y es aplicable sólo en la demanda independiente. También llamada demanda estocástica debido a que es considerada aleatoria.

##### **7.3.3.4.1. Estacionaria**

Tipo de demanda probabilística en la cual la probabilidad de demanda no presenta cambios en el tiempo.

##### **7.3.3.4.2. No estacionaria**

Tipo de demanda probabilística en la cual la probabilidad de pedidos presenta cambios en un determinado periodo de tiempo.

#### **7.4. Merma**

Se define con la pérdida de peso, volumen o cantidad de los artículos generada durante el empleo de materiales o suministros en los diferentes análisis del laboratorio formando parte del costo de ejecución. La merma es la diferencia entre las existencias disponibles físicamente en el almacén y las reflejadas en registros contables o de control.

##### **7.4.1. Tipos de merma**

La merma se visualiza de dos maneras en el laboratorio:

#### **7.4.1.1. Merma cuantificada**

La merma cuantificada se visualiza en la reducción de volumen, peso o cantidad de artículos. Esta puede ser medida, controlada o monitoreada a través de varios tipos de herramientas que serán de utilidad en la optimización de la misma.

##### **7.4.1.1.1. Merma por vencimiento de reactivos**

Esta merma se presenta en artículos que ya han caducado, y que se les debe dar la debida salida del inventario y de las estanterías, por lo tanto, se vuelven no aptos para su empleo.

##### **7.4.1.1.2. Merma por inconsistencias en los reactivos**

Entre las inconsistencias que pueden presentarse en el manejo de reactivos, radica en la obsolescencia de equipos, los cuales emplean suministros de determinado tipo de reactivo e incluso el hecho de que el laboratorio decida migrar a otros análisis de ensayo desaprovechando las existencias en bodega.

##### **7.4.1.1.3. Merma por empleo inadecuado por parte del personal**

Es la merma originada por el usuario en la realización de análisis y preparación de muestras a ser analizadas.

#### **7.4.1.1.4. Merma por repeticiones**

Se define como la merma generada por los retrabajos a causa de inconsistencias en resultados o solicitudes del cliente externo.

#### **7.4.1.1.5. Merma no cuantificada.**

Es el tipo de merma que no puede ser cuantificada, por lo tanto, se atribuye a factores no parametrizables o medidos. Pero pueden ser detectados y establecerse una estrategia que reduzca el impacto que lo genera.

### **7.5. Área administrativa de un laboratorio**

El área actualmente está conformada por el Administrador quien es el encargado de controlar las actividades concernientes a la gestión de recursos, la auxiliar que lo asiste en el seguimiento y monitoreo de actividades vinculadas a tareas internas, control de materiales y atención al cliente. También es quien establece el primer contacto con el cliente y recibe los reactivos e insumos.

#### **7.5.1. Descripción del área y procesos vinculados**

Es una de las áreas más importantes del laboratorio, esta área es la responsable de realizar el ingreso de muestras al laboratorio y hacer entrega del informe de resultados al cliente solicitante. Garantizando la trazabilidad de los resultados, y su entrega puntual y completa; estando a la vanguardia de las necesidades del cliente, creando nuevos servicios, modificando los ya existentes y determinando costos en la generación de análisis tomado en consideración la capacidad instalada del laboratorio.

Con el objetivo de monitorear la calidad de los resultados, el área administrativa es la encargada de la adquisición de bienes y servicios necesarios para la operativa del laboratorio, y por consiguiente el manejo de productos químicos dentro de la bodega de almacenamiento desde la recepción de parte del proveedor hasta la entrega de estos al usuario final, quien es el encargado de emplearlo como recurso en el proceso de análisis de muestras.

## **7.6. Abastecimiento de reactivos**

Comprende el proceso a seguir para la solicitud, adquisición y almacenamiento de reactivos en el laboratorio.

### **7.6.1. Requisición de reactivos**

Para hacer el requerimiento de reactivos internamente cada auxiliar, analista o especialista debe notificar la salida del reactivo de forma escrita en el que completa los campos como: fecha del requerimiento, número de correlativo del día, código del reactivo/insumo, presentación, cantidad, nombre y apellido de la persona que requiere los artículos, firma del solicitante y firma de quien despacha; y el solicitante debe revisar lo requerido.

Por la naturaleza de los reactivos de baja rotación, estos se adquieren únicamente cuando se agotan.

#### **7.6.1.1. Criterios de aceptación en compras y almacenaje de reactivos**

Se debe verificar las condiciones como: estado físico, fecha de vencimiento, código, presentación, concentración y cantidad solicitada.

Los reactivos se almacenan de acuerdo con el riesgo asociado. Según su clasificación pueden ser: corrosivos, tóxicos, dañinos al medio ambiente, comburentes, cancerígenos, irritantes o inflamables.

Al momento de almacenarlos estos se deben colocar en las estanterías correspondientes según la matriz compatibilidad de riegos en donde el signo “+” significa que es posible almacenarlos juntos, y el signo “-” indica incompatibilidad entre los productos.

Figura 2. **Matriz de compatibilidad de riegos**

													nulo
	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	
	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	
	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	
	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	
	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	
	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	
	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	
	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	
	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	
nulo	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	

Líquidos inflamables y aerosoles   
 Sustancias de posible combustión espontánea  
 Sustancias que producen gases inflamables en contacto con el agua   
 Sólidos inflamables

Fuente: Merck. (2010). *Etiquetado de compuestos químicos peligrosos.*

### 7.6.2. Reactivos agotados o insuficientes

Esta condición se presenta por planificar de forma inadecuada el reabastecimiento del inventario no se tiene una estimación del tiempo transurre

para que un reactivo salga del almacén; por no contar con un plan que refleje el *stock* mínimo o por contratiempos con proveedores o por retrabajos.

## **7.7. Técnicas para el control de inventarios**

Entre las técnicas o herramientas de control de inventarios están:

### **7.7.1. Sistema ABC**

El análisis ABC, abarca varios factores a los cuales proporciona un peso de mayor a menor costo dentro del entorno de consumo y demanda interna.

El método o gráfico ABC puede ser aplicado a:

- Las ventas de la empresa y a los clientes con los que se efectúan las mismas.
- Optimización de pedidos.
- El valor de los stocks y el número de ítems de los almacenes.
- Los costos y sus componentes.

Los beneficios de la empresa y los artículos que los producen (determinar aquellos productos que, teniendo una alta penetración en el mercado facturación-, disponen de baja rentabilidad; detectar por prioridades aquellos productos que, teniendo una baja penetración (comercialización), disponen de alta rentabilidad). (Rosales y Villa Sánchez, 2017, pág. 356)

### **7.7.2. El principio o regla de Pareto**

La regla de Pareto se basa en la agrupación de datos de estudio por medio del uso de fórmulas matemáticas que relacionan una variable con otra con la que originalmente no estaban relacionadas. Pareto estableció que el 20 por ciento de las causas de un suceso provocaban el 80 por ciento de los efectos, y el 80 por ciento de las causas del suceso sólo producía el 20 por ciento de esos efectos.

## **7.8. Análisis de riesgos**

El pensamiento que está basado en posibles riesgos permite planificar y aumentar la eficacia de los procesos proporcionando acciones preventivas para futuros impactos negativos.

El objetivo de un análisis de riesgos es aumentar la probabilidad de las oportunidades y disminuir el impacto de las amenazas que podían afectar los objetivos de calidad y la satisfacción del cliente.

### **7.8.1. Comunicación y consulta**

El propósito es asistir a las partes interesadas pertinentes a comprender el riesgo, las bases con las que se toman decisiones y las razones por las que son necesarias acciones específicas. La comunicación y consulta, en este caso de la gestión de inventarios de reactivos del laboratorio es promover la toma de conciencia, la comprensión de los riesgos asociados y la consulta implica obtener retroalimentación e información para la toma de decisiones.

### **7.8.2. Determinación del alcance y análisis de las partes interesadas**

En un análisis de riesgos es importante tener claro el alcance o contexto, los objetivos pertinentes y su alineación a objetivos de la institución agrícola. En este caso el alcance a analizar es puntualmente la Gestión de inventarios de reactivos del laboratorio, para el cual es importante listar a las partes interesadas, es decir, todas las partes que de alguna manera influyen en el alcance establecido o los puestos que guardan relación, de la expectativa o tareas asociadas que estas tienen, y de la manera en la que se considera cumplirlas.

### **7.8.3. Evaluación del ámbito interno y externo (PESTAL, TECOP O SPECTRUM)**

En este apartado se citan factores de riesgo del ámbito interno y externo, los cuales están ligados directa o indirectamente al contexto. Para el cual se debe especificar el riesgo que conllevaría, su respectiva descripción y las posibles consecuencias o el impacto que estos podrían generar.

Los contextos externo e interno son el entorno en el cual la institución busca definir y lograr sus objetivos. Estos reflejan aspectos específicos del proceso al cual se va a aplicar el proceso de la gestión del riesgo.

El factor de riesgo puede variar dependiendo del entorno en el que se encuentre el alcance planteado y el enfoque que se le vaya a dar, por lo cual puede optar por PESTAL (político, económico, social, tecnológico, ambiental y legal) TECOP (*technical, environmental, comercial, opetational, political*) o SPECTRUM (*sociocultural, political, economic, competitive, technology, regulatory/legal, uncertainty/risk*).

Cuando se tiene claro el entorno en el que se van a plantear los riesgos se procede a enlistar cada causa que puede ser el motivo, origen o principio de algo, riesgo que contempla el grado de incertidumbre de los objetivos de un evento y las posibles consecuencias en el caso que se materializara el riesgo.

#### **7.8.4. Probabilidades de impacto**

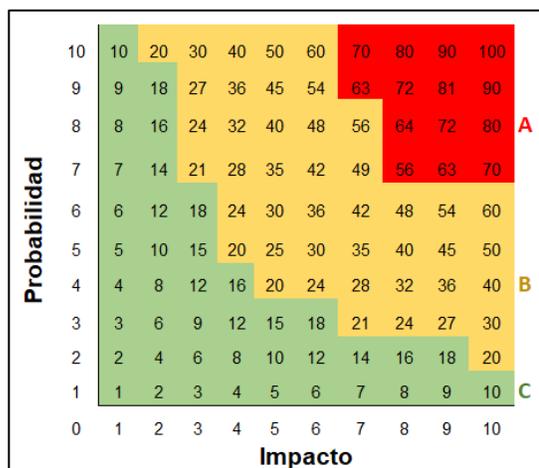
En relación con el paso anterior se procede a ponderar según los rangos establecidos la probabilidad de que estos riesgos sucedan, así mismo, la magnitud del impacto que estos podrían ocasionar. De lo cual se generará el peso o la magnitud de los riesgos con el que se determinará la prioridad de estos.

#### **7.8.5. Priorización de impactos según el nivel de riesgo**

Con los campos anteriormente completados, en el apartado de “prioridades” se debe colocar la literal correspondiente según el peso obtenido, para ello se utilizará la matriz de probabilidades e impactos.

La matriz de probabilidades e impactos permite evaluar la probabilidad de que ocurran los eventos de riesgo que han sido previamente identificados, así como el efecto que sus impactos tendrían sobre los objetivos del alcance. De esta forma, se obtiene una perspectiva de qué riesgos requieren una gestión más exhaustiva.

Figura 3. **Matriz de probabilidades e impacto**



Fuente: elaboración propia en Microsoft Excel

Al momento de determinar el tipo de prioridad según la clasificación establecida se recomienda se tome en consideración el tratamiento que se dará para establecer acciones basadas en este, como se muestra en la imagen.

Tabla II. **Análisis de riesgos – Acción a tomar según prioridad**

Peso del riesgo	Prioridad	Acción a tomar
61 – 100	A	Realizar plan de respuesta
20 – 60	B	Realizar plan de respuesta
1 – 19	C	Aceptar el riesgo

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel

### 7.8.6. Plan de respuesta y cronograma

En este apartado se determina el plan de acción a tomar en relación con la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo vinculado al alcance.

Acciones, consiste en detallar las opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas, las cuales se componen de: responsable, nombre de quien se delega; se debe tomar en cuenta de que esta misma persona es quien es responsable de implementar y mantener la acción a tomar. Fecha inicio, fecha en la que se iniciará con la(s) acción(es) mencionada(s). Fecha finalización, fecha en la que se tendrán implementadas la(s) acción(es) mencionada(s). E indicadores, que indiquen que el riesgo está bajo control.

#### **7.8.7. Evaluación del plan de acción**

Por tratarse de riesgos, de los cuales no se tiene la certeza de que sucederán o no. Todo esto depende del monitoreo de los indicadores que se tienen establecidos o que están por establecerse. Por lo cual es conveniente evaluarlos y analizados según los resultados obtenidos de los objetivos del presente trabajo de graduación.



## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Modelo logístico 2.1.1. Definición 2.1.1.1. Características

2.1.1.2. Logística

2.1.1.3. Ciclo logístico

2.1.1.3.1. Definición

2.1.1.3.2. Niveles del ciclo logístico

2.1.1.4. Importancia e  
implementación de un  
modelo logístico

2.1.2. Detección de necesidades de abastecimiento

2.1.2.1. Requerimiento de reactivos

2.1.2.2. Recepción de reactivos

2.1.2.3. Clasificación de los reactivos

- 2.1.2.4. Control de inventarios
- 2.1.2.5. Finalidad de los inventarios
- 2.1.2.6. Métodos de valuación de inventarios
  - 2.1.2.6.1. Método FIFO o PEPS
  - 2.1.2.6.2. Método LIFO o UEPS
  - 2.1.2.6.3. Método del Costo Promedio Aritmético
- 2.1.2.7. Dificultades más frecuentes en el control de inventarios
- 2.1.2.8. Costo de inventario
- 2.1.2.9. Definición
- 2.1.2.10. Tipos de costos
  - 2.1.2.10.1. Costo por pedir
  - 2.1.2.10.2. Costo por mantener
  - 2.1.2.10.3. Costo por desabastecimiento
- 2.2. Demanda
  - 2.2.1. Definición
  - 2.2.2. Características
  - 2.2.3. Tipos de demanda
    - 2.2.3.1. Demanda dependiente
    - 2.2.3.2. Demanda independiente
    - 2.2.3.3. Demanda determinística
      - 2.2.3.3.1. Estática
      - 2.2.3.3.2. Dinámica
    - 2.2.3.4. Demanda probabilística
      - 2.2.3.4.1. Estacionaria
      - 2.2.3.4.2. No estacionaria
- 2.3. Merma

- 2.3.1. Tipos de merma
  - 2.3.1.1. Merma cuantificada
    - 2.3.1.1.1. Merma por vencimiento de reactivos
    - 2.3.1.1.2. Merma por inconsistencias en los reactivos
    - 2.3.1.1.3. Merma por empleo inadecuado por parte del personal
    - 2.3.1.1.4. Merma por repeticiones
  - 2.3.1.2. Merma no cuantificada
- 2.4. Área administrativa de un laboratorio
  - 2.4.1. Descripción del área y procesos vinculados
- 2.5. Abastecimiento de reactivos
  - 2.5.1. Requisición de reactivos
    - 2.5.1.1. Criterios de aceptación en compras y almacenaje de reactivos
  - 2.5.2. Reactivos agotados o insuficientes
- 2.6. Técnicas para el control de inventarios
  - 2.6.1. Sistema ABC
  - 2.6.2. El principio o regla de Pareto
- 2.7. Análisis de riesgos
  - 2.7.1. Comunicación y consulta
  - 2.7.2. Determinación del alcance y análisis de las partes interesadas
  - 2.7.3. Evaluación del ámbito interno y externo (PESTAL, TECOP O SPECTRUM)
  - 2.7.4. Probabilidades de impacto
  - 2.7.5. Priorización de impactos según el nivel de riesgo

2.7.6. Plan de respuesta y cronograma

2.7.7. Evaluación del plan de acción

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Identificación de la situación actual que se lleva a cabo para el manejo de reactivos

4.2. Desarrollo de la metodología de los indicadores del modelo logístico para el control de mermas de reactivos en el laboratorio agrícola

4.3. Evaluación de los beneficios de la propuesta del modelo logístico eficientizando el monitoreo de productividad y optimización de procesos.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

ANEXO

## **9. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **9.1. Enfoque**

El enfoque será mixto debido a que pueden tomarse en cuenta aspectos cuantitativos porque se recolectarán datos numéricos como costos por faltantes, de logística, de compra, por descarte, unidades de reactivo necesarias por método de análisis, cuantificación de cantidades óptimas, entre otros. Los cuáles serán de utilidad para evaluar el comportamiento actual de los procesos vigentes relativos a inventarios y logística, detección de posibles deficiencias; y cualitativos debido a que se revisará información histórica de periodos anteriores, comportamiento de cambios al proceso cada año y atestiguamientos con el personal a cargo.

### **9.2. Diseño**

En el presente trabajo de investigación es no experimental, porque no se recurrirá a ensayos de laboratorio. La información se consolidará a través de métodos de ordenamiento y estructuración que permitirán el estudio de datos para detectar puntos críticos de control que requieran correcciones.

### **9.3. Tipo de estudio**

El tipo de estudio según la ocurrencia de los hechos y el registro de la información será retrospectivo debido a que se estarán analizando datos generados entre los años 2018 al 2021 con el objeto de visualizar el comportamiento de cada subproceso para continuar con la evaluación de

desviaciones para luego establecer nuevos mecanismos de trabajo y mejorar el manejo de inventarios.

#### **9.4. Alcance**

El presente trabajo de investigación es descriptivo y analítico, porque se cuenta con la disponibilidad de registros relativos a la gestión de inventarios, que permiten investigar sobre controles que se llevan en la actualidad. Con lo cual se planteará una propuesta de reducción de merma originada por manejo de suministros o materiales de análisis, empleando un plan logístico que se componga de herramientas de control que agilicen el proceso de gestión, con revisiones de almacén con determinada periodicidad y estableciendo niveles óptimos de *stock* para evaluar rendimientos esperados a través de métricas.

#### **9.5. Variables e indicadores**

A continuación en la tabla III se describe la operacionalización de variables.

Tabla III. Operacionalización de variables

Objetivos	Variable	Tipo de variable	Indicador	Técnica	Método de tabulación
Identificar la situación actual que se lleva a cabo para el manejo de reactivos.	Identificación de historiales de manejo de reactivos	Variable independiente	Niveles de consumo por unidad de reactivos por año durante 3 años.	Revisión documental del laboratorio	Revisión documental de las actividades en el laboratorio
			Cantidad de ensayos por reactivo a utilizar	Revisión de procesos actuales de requisición y despacho y almacenamiento de reactivos	Entrevistas con el personal que participa en los procesos que involucran consumo de reactivos
			Tiempos de aprovisionamiento de alto y bajo consumo en 3 años	Listado de salida de reactivos de almacén	
			Identificación de fuentes que originen mermas innecesarias en 3 años	Diagrama de Pareto Análisis ABC Análisis de riesgos	
Desarrollar la metodología de los indicadores del modelo logístico para el control de mermas de reactivos en el laboratorio agrícola.	Desarrollo del modelo logístico propuesto	Variable independiente	Cumplimiento de planes de acción por metodología		Integración, revisión, análisis y comparación de datos recolectados en el trabajo de investigación
			tiempos de aprovisionamiento de artículos de alto consumo o gran impacto		
			Reducción de mermas		
			Estandarización de procesos		
Evaluar los beneficios de la propuesta del modelo logístico eficientizando el monitoreo de productividad y optimización de procesos	Beneficios del modelo logístico	Variable dependiente	Porcentaje de efectividad del proceso de monitoreo de inventarios		Evaluación de la efectividad de la implementación de la propuesta logística que le permita a la administración del laboratorio evitar costos innecesarios a través del monitoreo de procesos mejorados.
			Aceptación del desarrollo de la propuesta		

Fuente: elaboración propia en Microsoft Word.

## 9.6. Fases

Primera fase: revisión documental que consiste en analizar los conceptos actuales de las diversas metodologías de monitoreo y seguimiento de inventarios, solicitando registros generados desde el año 2018, tanto en formato físico y digital y consultar los procesos documentados vinculados a la gestión y de ser necesario consultar versiones anteriores de los mismos durante una semana.

Segunda fase: identificación y recopilación de datos que es la revisión de historiales de niveles de consumo, mecanismos de almacenamiento y tiempos de aprovisionamiento de artículos de alto consumo o gran impacto para el control de ingresos y despachos, consultando formatos de salida de reactivos de almacén los cuales poseen una frecuencia de uso semanal en donde detalla el nombre del analista que solicitante, nombre del reactivo, unidades requeridas, fecha de la solicitud y presentación del reactivo según su composición. También será necesario consultar registros de repeticiones por análisis y el motivo por el cual se realizó la misma, si esta fue por inconsistencia de resultados, por solicitud del cliente o por otro motivo durante tres semanas.

Tercera fase: evaluación de la situación actual que es la detección de puntos de mejora en la planificación de inventarios determinando la causa raíz con la realización de un diagrama análisis de causas o Ishikawa (ver anexo 3,) donde se analicen los motivos por los cuales las herramientas de apoyo vigentes no han sido efectivas o capaces de proporcionar información inmediata a través de una entrevista (ver anexo 4), al administrador y a la asistente administrativa, con el objeto de consolidar y comparar datos de consumo promedio de reactivos especificando la presentación demandada regularmente y cuantificando costos según dichas unidades y determinar cantidades de reactivo teóricas por análisis para compararlas con lo que se emplea en la práctica.

De modo que se contabilice la cantidad de repeticiones por análisis del año 2018 al 2021, registrando la justificación de esta; analizar los posibles riesgos que posee el manejo de inventarios actual en donde se establezcan niveles de riesgo y planteando planes de acción en proporción a ellos con el objeto de evitar cualquier escasez y sobreabastecimiento en toda la gestión durante dos semanas.

Cuarta fase: propuesta del modelo logístico de control de mermas a través del desarrollo de un modelo logístico para reactivos de alta y baja rotación el cual consiste en monitorear los indicadores establecidos por año, que se estandaricen revisiones de existencias en almacén con determinada periodicidad, y que se implementen herramientas documentales que le permitan a los usuarios a contar con información actualizada y que facilite la visualización de consumos promedio por mes y proyecciones a futuro; adaptando la propuesta durante tres semanas.

Quinta fase: se va a realizar una evaluación de los beneficios que se obtienen de la adaptación del modelo logístico eficientizando el monitoreo del proceso, analizando la efectividad de estos a través de las nuevas herramientas que permitan una adecuada planificación de compra en el año que facilite la visualización de reactivos importados con tiempos máximos y mínimos de obtención de esto, formatos de control de revisiones mejorados, ajuste de consumo real y teórico, entre otros.

Lo cual se revisará en conjunto con el área administrativa, donde se dará a conocer a los responsables los cambios propuestos y para verificar el cumplimiento de indicadores establecidos durante tres semanas, se les proporcionará la retroalimentación correspondiente tanto a las dos personas delegadas de la gestión de inventarios y analistas o especialistas que tengan

relación con las herramientas por tratarse de autorizaciones o solicitudes al área en mención.

## **9.7. Resultados esperados**

Lo que se espera del presente proyecto de investigación es la realización de un modelo logístico que proporcionará todas las herramientas que serán de utilidad para el área administrativa en cuanto al manejo de inventarios de reactivos desde la compra hasta el almacenamiento y despacho.

De igual manera dichos resultados le permitirán tanto al administrador como a la Asistente Administrativa una serie de pasos a seguir los cuales serán estandarizados con los que se basarán para reabastecer el almacén en función de lo requerido por análisis y de los requerimientos de cada analista los cuales deberán considerar el consumo consciente de los materiales químicos y disminución de mermas.

## **9.8. Población y muestra**

La información para evaluar se divide en:

### **9.8.1. Unidad de análisis**

Debido a que la población a analizar está conformada aproximadamente por 55 tipos de reactivos químicos.

### **9.8.1.1. Muestra**

Estará conformada por un solo proveedor debido a que es el que tiene aproximadamente el 70 % de las compras.

### **9.8.2. Sujetos de estudio**

Las herramientas propuestas por este trabajo de graduación serán empleadas por dos usuarios principales quienes conforman el área administrativa del laboratorio y existirán otras herramientas en las que se registran las salidas de almacén y repeticiones con las que para ser estructuradas se analizará el área operativa.

Tabla IV. **Puestos de los sujetos de estudio**

<b>Puesto</b>
Administrador
Asistente administrativo
Especialista de suelos y aguas
Especialista de plantas y especiales
Especialista en calidad, investigación y desarrollo
Analistas técnicos
Analistas profesionales

Fuente: elaboración propia en Microsoft Word.

### **9.8.2.1. Muestra**

La muestra estará conformada por las personas que están relacionadas directamente con análisis químicos.

Tabla V. **Muestra por puesto de los sujetos de estudio**

<b>Puesto</b>
Especialista en calidad, Investigación y desarrollo
Analistas Técnicos
Analistas Profesionales
Auxiliares de suelos y aguas
Auxiliares de plantas y especiales

Fuente: elaboración propia en Microsoft Word.

## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

En el presente trabajo de graduación se emplearán técnicas de estadística descriptiva con los datos recolectados, así como también herramientas que serán de utilidad para el diagnóstico del comportamiento actual de la gestión de inventarios, los cuales facilitarán el análisis de la información para determinar la propuesta de mejora, evaluar beneficio y eficacia de las acciones tomadas.

Entre las herramientas a utilizar están:

### 10.1. Media

Del conjunto de datos recolectados se determinarán comportamientos de demanda de material químico por mes en periodos de un año y se compararán entre los años del 2018 al 2021. Por lo cual se toma como referencia la fórmula del cálculo de media.

$$X = \frac{\Sigma X}{N}$$

Ec. 1

### 10.2. Moda

Se evaluarán los reactivos que se adquieren frecuentemente y que además tienen incidencia en los análisis de mayor preferencia por el cliente.

### **10.3. Mediana**

El resultado de esta medida de tendencia central será complemento con la media y la desviación estándar para observar la dispersión de la información brindada por la institución y con base a ello tomar decisiones relativos a la propuesta.

### **10.4. Gráficos de barras y de tendencias**

Con el objeto de representar la información de repeticiones de análisis o reactivos de por valor económico según rangos rotación. Permitirá representar de forma resumida gráficos que permitan analizar y tomar conclusiones de forma práctica.

### **10.5. Diagrama de Pareto**

Esta herramienta se utilizará identificar aspectos clave de mejora para priorizar a través de la segmentación de reactivos según su uso y valor en periodos anuales.

### **10.6. Diagrama Ishikawa**

Representando de forma ordenada el efecto, el cual consiste en evaluar aspectos clave de merma y las causas que la provocan, las cuales se clasificarán según su naturaleza como: mano de obra, medición, método, materiales, equipo, medio ambiente.

## **10.7. Matriz de análisis de riesgos**

La matriz cuenta con el detalle de los posibles riesgos a presentarse en el manejo de inventarios, en el que se plasman posibles acontecimientos que, si llegaran a materializarse, según su nivel de gravedad podrían afectar directamente la calidad de los resultados. Por lo que es indispensable fomentar el pensamiento basado en riesgos y la implementación de mejoras previo a convertirse en desviaciones.



# 11. CRONOGRAMA

Figura 4. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia en Microsoft Project.



## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Para la realización del presente trabajo de investigación se cuenta con los recursos necesarios, los cuales incluyen recursos humanos, materiales, físicos, tecnológicos, entre otros. Que permitirán la ejecución de cada una de las fases establecidas por el presente documento y el cumplimiento de los objetivos definidos.

El laboratorio autoriza la realización del presente proyecto y proporcionará la información física y digital necesaria requerida por la investigación la cual será relativa al proceso del manejo de inventarios que incluyen documentos relacionados, registros históricos y vigentes, entrevistas y seguimiento con cada integrante del laboratorio como: analistas, auxiliares y especialistas. Revisiones de consumo por equipos de alta tecnología que empleen reactivos.

Tabla VI. **Presupuesto**

	Ítem	Cantidad	Costos	Porcentaje	Indicar la fuente de financiamiento
Recurso Humano	Asesor del trabajo de investigación	1	Q. 13,300.00	32.68%	Donación
	Inversión de tiempo por el investigador	1	Q. 2300.00	5.65% <sup>a</sup>	Propio
	Trabajadores del laboratorio (Coordinador, Especialistas, analistas y auxiliares)	11	Q 13,500.00	33.17%	Por la industria
Recursos Materiales	Papelería y útiles	1	Q 1500.00	3.69%	Propio
Recursos Físicos	Consumo de combustible y depreciación del vehículo	1	Q 500.00	1.23%	Propio

Continuación de la tabla VI.

	<b>Internet</b>	<b>1</b>	<b>Q 1000.00</b>	<b>2.46%</b>	<b>Por la industria</b>
<b>Recursos</b>	Computadora	1	Q 6000.00	14.74%	Propio
<b>Tecnológicos</b>	Uso de Microsoft Project	1	Q 100.00	0.25%	Propio
	Uso de Microsoft Excel	1	Q 100.00	0.25%	Propio
	Paquete de Internet y llamadas	84 GB	Q 300.00	0.74%	Propio
	Programa antiplagio	1	Q 200.00	0.49%	Propio
<b>Equipo</b>	ICP	1	Q 0.00	0.00%	Por la Industria
	Absorción atómica	1	Q 0.00	0.00%	Por la Industria
<b>Varios</b>	Imprevistos (5%)	1	Q 1900.00	4.67%	Propio
			<b>Q 40,700.00</b>	<b>100.00%</b>	

Fuente: elaboración propia en Microsoft Word.

El 5.65 % del total del presupuesto será cubierto por el investigador.

### 13. REFERENCIAS

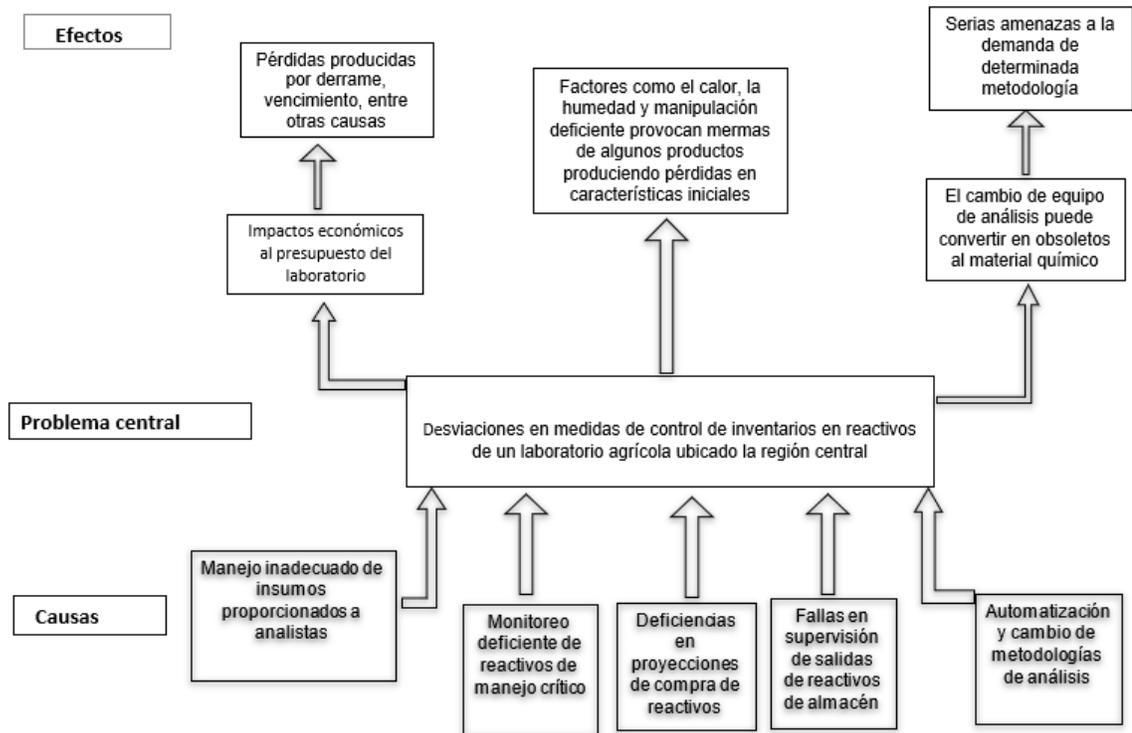
1. Betancourt, D. (30 de mayo de 2018). Ingenio Empresa. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://www.ingenioempresa.com/metodos-valoracion-inventarios/>.
2. Calderón, J. (2020). *Implementación de la metodología Lean Six Sigma para mejorar la productividad en una empresa de plásticos*. (Tesis de maestría). Escuela de Postgrado de la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
3. Chú, N., Estela Tamay, W., y Gutiérrez Ascón, J. E. (2017). Gestión de inventario para mejorar el abastecimiento de equipamiento de una empresa de seguridad. *Revistas UCV*.
4. León Ruiz, K. (2017). *Desarrollo de un modelo de gestión de riesgos operativo para una empresa ecuatoriana de comercialización*. (Tesis de maestría en finanzas y gestión de riesgos). Universidad Andina Simón Bolívar, Quito, Ecuador.
5. MERCK. (2021). Obtenido de MERCK: <https://www.merckmillipore.com/GT/es/support/safety/safety-data-sheets/lvmb.qB.TzsAAAFcXd4Xr74u,nav?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>
6. Ramirez, A. (2019). *Propuesta de un modelo basado en desarrollo tecnológico para la creación de un software de control de inventario*

*de laboratorios, para la carrera de Tecnologías de la Información y comunicación de la Universidad Tecnológica de Tamaulipas Norte.* (Tesis de maestría en ciencias y tecnologías computacionales). Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-RODHE. Reynosa, Tamaulipas, México.

7. Rosales, I. B., & Villa Sánchez, G. (2017). Propuesta de un pla de inventarios para un control eficiente del almacén de una empresa dedicada a la elaboración de elásticos. *Revista Ciencia Administrativa*.
8. Schroeder, R., Meyer Goldstein, S., & Rungtusanatham, M. (2011). *Administración de Operaciones*. Mc Graw Hill.
9. Trujillo, N. C., Paz Rodríguez , J., Jimenez Figueredo, F. E., Pérez Molina, L., & Pérez Mayedo, Y. (2017). *La Administración de los Inventarios en el Marco de la Administración Financiera a Corto Plazo* . La Habana, Cuba: Dialnet.
10. Vargas, A. A. (s.f.). Manual de seguridad para laboratorios de la Universidad de Costa Rica, versión 4. *Manual de seguridad UCR*. Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

## 14. APÉNDICES

### Apéndice 1. Árbol del problema



Fuente. elaboración propia en Microsoft Word.

## Apéndice 2. Matriz de Coherencia

Objetivos	Nombre de las variables	Indicadores	Técnicas e instrumentos	Metodología
Identificar la situación actual que se lleva a cabo para el manejo de reactivos.	Identificación de historiales de manejo de reactivos	Niveles de consumo por unidad de reactivos por año durante 3 años.		Revisión documental de las actividades en el laboratorio
		Cantidad de ensayos por reactivo a utilizar		Entrevistas con el personal que participa en los procesos que involucran consumo de reactivos
		Tiempos de aprovisionamiento de alto y bajo consumo en 3 años	Revisión documental del laboratorio	
Desarrollar la metodología de los indicadores del modelo logístico para el control de mermas de reactivos en el laboratorio agrícola.	Desarrollo del modelo logístico propuesto	Identificación de fuentes que originen mermas innecesarias en 3 años	Revisión de procesos actuales y requisición y despacho y almacenamiento de reactivos	
		Cumplimiento de planes de acción por metodología	Listado de salida de reactivos almacén	Integración, revisión, análisis y comparación de datos recolectados en el trabajo de investigación
		tiempos de aprovisionamiento de artículos de alto consumo o gran impacto	Diagrama de Pareto	
		Reducción de mermas	Análisis ABC	
		Estandarización de procesos	Análisis de riesgos	
Evaluar los beneficios de la propuesta del modelo logístico eficientizando el monitoreo de productividad y optimización de procesos	Beneficios del modelo logístico	Elaboración de herramientas de control		
		Porcentaje de efectividad del proceso de monitoreo de inventarios		Evaluación de la efectividad de la implementación de la propuesta logística que le permita a la administración del laboratorio evitar costos innecesarios a través del monitoreo de procesos mejorados.
		Aceptación del desarrollo de la propuesta		

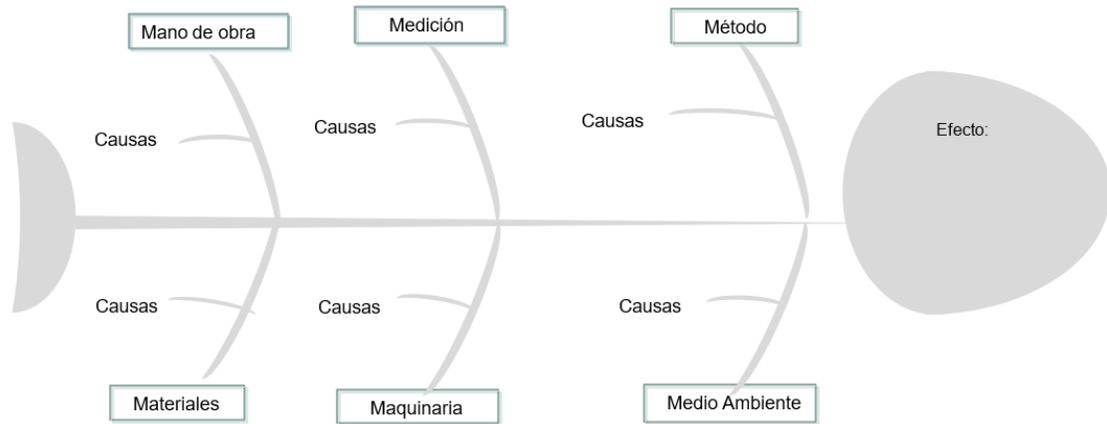
Fuente: elaboración propia en Microsoft Word

### Apéndice 3. Diagrama ISHIKAWA



Identificación del registro: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_



Participantes: \_\_\_\_\_

Conclusión: \_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia en Microsoft Word.

## Apéndice 4. Entrevista no estructurada



FACULTAD DE  
INGENIERÍA - USAC  
ESCUELA DE  
ESTUDIOS DE POSTGRADO

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

Identificación del registro: \_\_\_\_\_

Investigador:	
Nombre y puesto del entrevistado:	
Fecha de la entrevista:	

1. Del proceso de gestión de inventarios, ¿Cuáles tiene a su cargo?
2. ¿Cuáles son los procedimientos escritos relacionados al manejo de inventarios?
3. ¿Cuáles son los registros que generan para el control para la requisición, recepción y despacho de reactivos en el laboratorio?
4. ¿Cuáles son los criterios para la recepción de reactivos solicitados al proveedor?
5. ¿Cuál es la frecuencia de uso de los registros y quiénes son los usuarios?
6. ¿Cuáles son los reactivos de importación?

Continuación del apéndice 4.

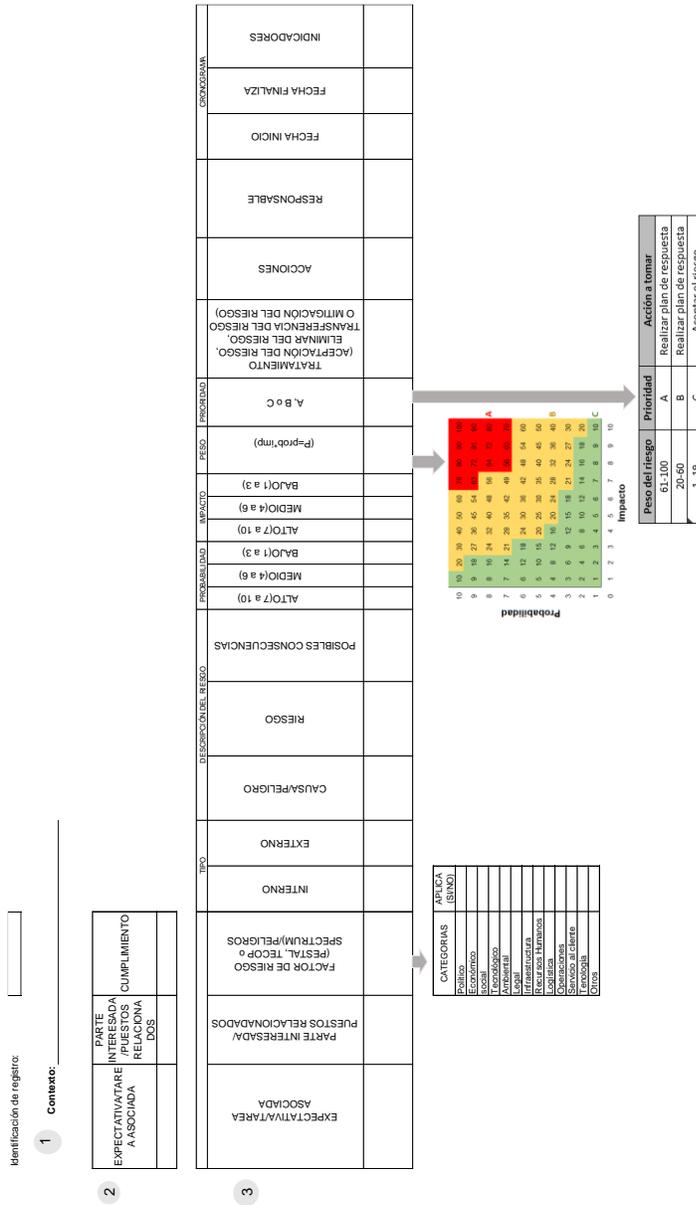
7. ¿Actualmente posee una herramienta para el manejo del inventario de reactivos?
8. ¿Qué sistema de codificación utiliza para el manejo de reactivos en el inventario?
9. ¿Podría describir cuáles son los proveedores aprobados para el abastecimiento de reactivos?
10. ¿Con qué frecuencia se realizan las revisiones de las existencias que tiene en el sistema en comparación con lo que posee en el almacén?

Fuente: elaboración propia en Microsoft Word.

## Apéndice 5. Matriz de análisis de riesgos



### UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



Fuente: elaboración propia, empleando Excel.