



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UNA PROPUESTA DE UN MODELO DE MEJORA
CONTINUA PARA CUMPLIR CON LOS PARÁMETROS DE EXACTITUD DE RESULTADOS
EN LOS ANÁLISIS REALIZADOS POR EL ÁREA DE MICROBIOLOGÍA EN EL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD EN UN INGENIO AZUCARERO**

Deyler David Porón Boch

Asesorado por el MSc. Lic. Baudilio Javier Bracamonte Tablas

Coasesorado por el MSc. Ing. Omar Estuardo Porón Boch

Guatemala, enero de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UNA PROPUESTA DE UN MODELO DE MEJORA
CONTINUA PARA CUMPLIR CON LOS PARÁMETROS DE EXACTITUD DE RESULTADOS
EN LOS ANÁLISIS REALIZADOS POR EL ÁREA DE MICROBIOLOGÍA EN EL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD EN UN INGENIO AZUCARERO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DEYLER DAVID PORÓN BOCH

ASESORADO POR EL MSC. LIC. BAUDILIO JAVIER BRACAMONTE TABLAS
COASESORADO POR EL MSC. ING. OMAR ESTUARDO PORÓN BOCH

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	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 Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

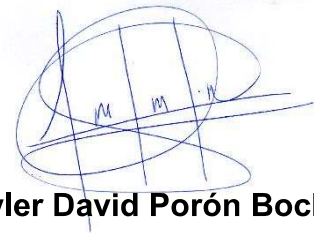
DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Inga. María Martha Wolford Estrada
EXAMINADOR	Inga. Nora Leonor García Tobar
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 INVESTIGACIÓN DE UNA PROPUESTA DE UN MODELO DE MEJORA CONTINUA PARA CUMPLIR CON LOS PARÁMETROS DE EXACTITUD DE RESULTADOS EN LOS ANÁLISIS REALIZADOS POR EL ÁREA DE MICROBIOLOGÍA EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD EN UN INGENIO AZUCARERO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 12 de noviembre de 2022.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above the printed name.

Deyler David Porón Boch



EEPFI-PP-2024-2022

Guatemala, 12 de noviembre 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: **PROPUESTA DE UN MODELO DE MEJORA CONTINUA PARA CUMPLIR CON LOS PARÁMETROS DE EXACTITUD DE RESULTADOS EN LOS ANÁLISIS REALIZADOS POR EL ÁREA DE MICROBIOLOGÍA EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD EN UN INGENIO AZUCARERO**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Sistemas Integrados de Gestión - Calidad**, presentado por el estudiante **Deyler David Porón Boch** carné número **201613396**, 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.

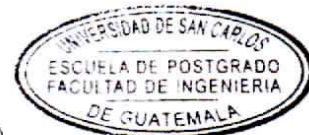
Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Mtro. Baudilio Javier Bracamonte Tablas
Asesor(a)



Mtro. Hugo Humberto Rivera Perez
Coordinador(a) de Maestría



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





EEP-EIMI-1669-2022

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: **PROPUESTA DE UN MODELO DE MEJORA CONTINUA PARA CUMPLIR CON LOS PARÁMETROS DE EXACTITUD DE RESULTADOS EN LOS ANÁLISIS REALIZADOS POR EL ÁREA DE MICROBIOLOGÍA EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD EN UN INGENIO AZUCARERO**, presentado por el estudiante universitario **Deyler David Porón Boch**, 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



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

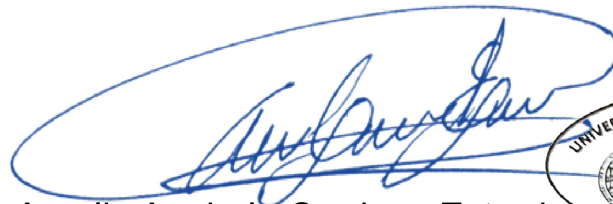
Guatemala, noviembre de 2022

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.084.2023

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 DE UNA PROPUESTA DE UN MODELO DE MEJORA CONTINUA PARA CUMPLIR CON LOS PARÁMETROS DE EXACTITUD DE RESULTADOS EN LOS ANÁLISIS REALIZADOS POR EL ÁREA DE MICROBIOLOGÍA EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD EN UN INGENIO AZUCARERO**, presentado por: **Deyler David Porón Boch**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, enero de 2023

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por guiarme en cada paso que daba y por su misericordia a mi vida.
Mis padres	Por el apoyo incondicional que me brindan.
Mi hermano	Por su apoyo.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudio que me permitió estudiar.
Mis papas	Omar Porón y Sara Boch. Por el apoyo brindado en el transcurso de la carrera.
Mi hermano	Por su ayuda y apoyo brindado en durante la carrera.
Mis amigos	Por su ayuda y comprensión durante la carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO.....	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
3.1. Contexto general	7
3.2. Descripción del problema	8
3.3. Formulación del problema	8
3.4. Delimitación del problema.....	9
4. JUSTIFICACIÓN	11
5. OBJETIVOS	13
5.1. General.....	13
5.2. Específicos	13
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	15
7. MARCO TEÓRICO.....	19
7.1. Productividad.....	19
7.1.1. Índice de productividad	19

7.1.2.	Productividad laboral	20
7.1.3.	Productividad total	21
7.1.4.	Administración de la productividad	22
7.2.	Gestión de la calidad	24
7.2.1.	Definiciones de la gestión de calidad	24
7.2.1.1.	Inspección	26
7.2.1.2.	Control estadístico	26
7.2.1.3.	Aseguramiento de la calidad	28
7.2.1.4.	Mejora continua	28
7.2.2.	Ciclo Deming o ciclo PDCA	29
7.2.2.1.	Etapa Plan	30
7.2.2.2.	Etapa <i>Do</i>	30
7.2.2.3.	Etapa <i>Check</i>	31
7.2.2.4.	Etapa <i>Act</i>	33
7.2.3.	Principales herramientas de la calidad	34
7.2.3.1.	Diagrama de Pareto.....	34
7.2.3.2.	Diagrama causa y efecto	35
7.2.3.3.	Histograma	36
7.2.3.4.	Diagrama de dispersión	37
7.2.3.5.	Diagramas de control.....	38
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	41
9.	METODOLOGÍA	45
9.1.	Características de estudio	45
9.2.	Unidades de análisis	46
9.3.	Variables	46
9.4.	Fases del estudio	47

10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS	53
10.1.	Técnicas de recolección de datos	53
10.2.	Técnicas de análisis de información	53
11.	CRONOGRAMA.....	55
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	57
12.1.	Recursos necesarios	57
13.	REFERENCIAS.....	59
14.	APÉNDICES	63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Efectos de la falta de productividad en la empresa y en el país	20
2.	Mejora de la productividad	22
3.	Ciclo PHVA	23
4.	Etapas de la calidad	25
5.	Aplicación de métodos estadísticos a la resolución de problemas	27
6.	Círculo PDCA.....	29
7.	Etapa planificar	30
8.	Etapa hacer.....	31
9.	Etapa verificar	32
10.	Etapa actuar.....	33
11.	Diagrama de Pareto para mostrar los defectos principales	35
12.	Diagrama de causa y efecto de una pizza apetitosa	36
13.	Histograma de artículos fuera de las especificaciones	37
14.	Diagrama de dispersión costo directo de MO y producción.....	38
15.	Gráfico de control.....	39
16.	Gráfica en X para un golfista principiante	39

TABLAS

I.	Necesidades y esquema de solución	16
II.	Variables del estudio	47
III.	Fases del estudio	48
IV.	Cronograma	55

V. Recursos financieros 58

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
\$	Dólar estadounidense
°C	Grados Celsius
°	Grados
Hz	Hercio
h	Horas
=	Igual que
%	Porcentaje

GLOSARIO

Control de calidad	Conjunto de los mecanismos, acciones y herramientas realizadas para detectar la presencia de errores.
Laboratorio	Es un lugar que se encuentra equipado con los medios necesarios para llevar a cabo experimentos, investigaciones o trabajos de carácter científico o técnico.
Zafra	Tiempo de cosecha de caña de azúcar.

1. INTRODUCCIÓN

El control de calidad en el laboratorio es un mecanismo diseñado para detectar, reducir, y corregir posibles deficiencias analíticas internas, antes de emitir un resultado. Tiene por finalidad aumentar la calidad y confiabilidad de los resultados informados.

El objetivo del presente trabajo de investigación es proponer un modelo de mejora continua para el área de microbiología del laboratorio de control de calidad en un ingenio azucarero, para resolver la falta de exactitud en los resultados de los análisis realizados. En el desarrollo de la investigación se plantean diferentes actividades las cuales contribuirán en plantear alternativas para la solución del problema identificado.

La investigación se desarrollará en cinco fases, en la primera fase se buscará la información bibliográfica existente sobre la mejora de exactitud en los resultados presentados por el laboratorio de control de calidad. En la segunda fase se desarrollará un análisis de la situación actual de los procesos que se involucran en la realización de los análisis del área de microbiología.

En la tercera fase se redactarán las propuestas de mejoras que se consideren factibles para su presentación ante los encargados del laboratorio de control de calidad. En la fase cuatro se implementarán las propuestas factibles técnicas y económicamente, por último, se analizaron los resultados obtenidos al implementar las mejoras y así poder realizar una comparativa de la situación previa y posterior a la implementación de las propuestas.

2. ANTECEDENTES

Para García (2005) en este mundo globalizado las empresas que perduran son aquellas que buscan que sus procesos sean más eficientes, innovar en sus productos y servicios, y satisfacer al cliente sin descuidar sus utilidades, haciendo énfasis en la calidad de sus productos; es decir que perduran aquellas que logran ser más productivas. Definiendo el término productividad como el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos determinados.

En relación con los errores por la intervención de personal en un laboratorio de control de calidad, García (2017) definen error humano como:

Decisiones o acciones humanas inapropiadas o indeseables que reducen o pueden reducir la eficiencia, la seguridad o el rendimiento de un sistema. En cualquier caso, un error humano es un fallo a la hora de realizar una tarea satisfactoriamente y que no puede ser atribuido a factores que están más allá del control del ser humano. (p. 123)

Según Lopez *et. al.* (2015), mencionan que las áreas en las que se involucran a personas, “los errores son frecuentes han sido estimados en diversas encuestas que el error humano es la causa principal del 60 al 90% de accidentes e incidentes en sistemas complejos como la energía nuclear, control de procesos y la aviación” (p. 192). Su investigación se basó en buscar el error humano en la etapa preanalítica en un hospital privado y se espera identificar los factores de riesgos y el elemento con mayor error humano que causan los problemas en el laboratorio.

Según Ledesma *et. al.* (2017), presentan un análisis de errores en los diferentes procesos de un laboratorio, el propósito de la investigación fue encontrar el error en la etapa de laboratorio de evaluación de patología clínica, información que es esencial para la correcta realización del procedimiento. Por medio de análisis determinaron la fase que presentaba mayor cantidad de errores la cual correspondía a un 11.1 % de los errores.

En la investigación realizada por Sieg, Ortuño y Gottsleben (2017), hacen mención que “el control confiable y preciso de la caña de azúcar se puede lograr mediante la estandarización y automatización de la mayoría de los procesos de análisis, con el objetivo de evitar errores humanos” (p. 1). Determinando que la automatización de los procesos en un laboratorio de control de calidad en un ingenio azucarero reducirá el porcentaje de error en los análisis de las muestras

Sánchez (2019), analizo la baja de productividad generada por el producto no conforme en un ingenio azucarero, realizó un análisis del producto no conforme como factor de improductividad utilizando el modelo Lean Six Sigma y la herramienta metodológica DMAIC. Logrando diseñar estrategias y acciones de mejora que obtuvieron reducciones en los índices de improductividad del área de envase, y mejora de los índices de producción.

Duque (2017), en su investigación el objetivo fue reducir el tiempo perdido en el área de elaboración de azúcar, el cual implementó una metodología para hallar los factores que influyen significativamente en la generación de tiempo perdido, determinando que los labores de riesgos a personas, compras en tiempos requeridos, disponibilidad repuesto adecuado y tiempo de mantenimiento representan el 80 % de los problemas en la empresa, por medio de la mejora continua fue alcanzable por medio de la mitigación mediante planes

de acción para desarrollar la ejecución y obtener un buen desarrollo en la empresa.

Alarcón (2017), tomando el ejemplo de 263 clientes de ServiFreno en Quito, definió dos momentos antes de la implementación del modelo y posterior a la implementación del modelo para mejorar la relación entre la empresa y el cliente por medio de los servicios prestados. Mediante el estudio de mejora determinó que el servicio que brinda la empresa se ha visto afectada positivamente. Y como consecuencia ha aumentado su calidad.

En su trabajo de investigación Núñez (2017), realizó “la aplicación de un sistema integrado de control microbiológico que incluye el monitoreo en caña y molinos, y el control operativo en estos últimos” (p. 1). Con el fin de lograr menor costo y tiempo de respuesta, más fiabilidad, sencillez y precisión, y sobre todo, su viabilidad y disposición para usarlo de forma operativa en las áreas de la fábrica.

Núñez (2017), determinó después de su aplicación “ser efectivo para determinar donde, cuanto y cuando se incrementa la actividad microbiológica, tanto en la cosecha como en el área de extracción, permitiendo tomar medidas operativas durante el proceso productivo y definir estrategias para reducirla, y evaluar la efectividad” (p. 1).

Flores (2019), usó sistemas de gestión de calidad en su investigación para implementarlo en un ingenio azucarero en México. Como resultado al emplear el modelo de los tres elementos de los sistemas de gestión, “se confirmó la eficacia del uso del enfoque de los tres elementos de un sistema de gestión: documentación, infraestructura y la cultura de la calidad siendo este último el más importante de estos aspectos” (p. 1). Lograr la meta propuesta de ayudar a

mejorar el desempeño al educar a los empleados sobre la importancia de cumplir con las metas de política y calidad. Como el proyecto fue satisfactorio, fue aprobado por la auditoría con menos de tres desviaciones.

Un modelo de mejora continua nos ayudará a proponer un conjunto de acciones que resolverá los errores y problemas que presenta el área de estudio, reforzando los aciertos para beneficiar a los clientes, empleados y a la empresa. Esto no es lo único que nos asegurará los resultados esperados; también se requiere de una buena planificación de los procesos involucrados, la verificación de los materiales y equipos utilizados, contar con el personal operativo capacitado y sobre todo el uso eficiente de los recursos.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Contexto general

La empresa perteneciente a la agroindustria azucarera se dedica al procesamiento de la caña de azúcar, durante los meses de noviembre a mayo procesa la caña de azúcar con el objetivo de obtener azúcar crudo, VHP, refino, estándar A, estándar B, Icumsa 150 (Coca Cola), actimaz y morena; la cual debe cumplir con estándares de calidad establecidos por el laboratorio de control de calidad de la institución el cual analiza y autoriza los resultados para poder almacenar en sacos listos para su venta.

El trabajo del laboratorio de control de calidad en la industria azucarera es una herramienta insustituible en el control del proceso productivo, contribuyendo a lograr una mayor eficiencia en los resultados finales. Para cualquier proceso de producción, el laboratorio de control de calidad es fundamental, pues con ello se cumple el objetivo de controlar el comportamiento de sus parámetros básicos para los análisis de los diferentes problemas que ocurren durante el desarrollo de la zafra y corregirlos con acciones inmediatas.

Los análisis del proceso elaboración de azúcar se realizan en el laboratorio de control de calidad el cual cuenta con un área de microbiología, dicha área ha presentado problemas con los resultados evidenciando variabilidad en los parámetros de aceptación fijados por el laboratorio de control de calidad, por lo que es necesario y preciso realizar un estudio para determinar las causas y darle soluciones a las mismas en el área de microbiología.

3.2. Descripción del problema

Los resultados que presentan el área de microbiología del laboratorio de control de calidad presentan problemas con los resultados, evidenciando variabilidad en los parámetros de aceptación fijados por el laboratorio de control de calidad; lo anteriormente expuesto genera deficiencia en los procesos debido a que se deben realizar varias veces los análisis hasta que estén correctos y sean aceptados.

El problema evidenciado genera molestia a los clientes debido a que los tiempos de despacho y recepción sufren variabilidad debido a que los análisis del área de microbiología se deben de repetir. El laboratorio de control de calidad se ve afectado en los procesos que realiza para determinar la calidad del azúcar procesada, esto se debe a que el área de microbiología no es eficiente en sus procesos.

Esto se evidencia en el rechazo de los análisis realizados por el área de microbiología, por lo que se vuelven a realizar los análisis de las muestras, esto genera tiempos de espera y sobre carga de trabajo.

3.3. Formulación del problema

- Pregunta general

¿Cómo resolver la falta de exactitud en los resultados de los análisis realizados por el área de microbiología en el laboratorio de control de calidad en un ingenio azucarero?

- Preguntas específicas
 - ¿Cuáles son los principales factores que afectan el resultado de los análisis realizados por el área de microbiología del laboratorio de control de calidad?
 - ¿Cuál es el nivel de exactitud actual de los análisis realizados por el área de microbiología del laboratorio de control de calidad?
 - ¿Cómo mejorar el nivel de exactitud de los análisis realizados por el área de microbiología del laboratorio de control de calidad?

3.4. Delimitación del problema

El estudio se desarrolla durante los doce meses comprendidos entre los cursos de Seminario I y Seminario III, de mayo 2022 a octubre 2023. La investigación se desarrollará en el área de microbiología del laboratorio de control de calidad de un ingenio azucarero guatemalteco, ubicado en el departamento de Escuintla.

4. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación pertenece a la línea de investigación de sistemas de control de calidad y surge de la necesidad de resolver la variabilidad en los resultados que proporciona el área de microbiología del laboratorio de control de calidad el cual pertenece a un ingenio azucarero.

La investigación nace de la necesidad de proporcionar una solución al laboratorio de control de calidad, debido a que en el área de microbiología se tiene variabilidad en los resultados en los análisis que efectúa. La motivación que se tuvo para realizar esta investigación se debe a que actualmente la empresa se está viendo afectada por un proceso de control de calidad que no cumple con los parámetros de aceptación de los análisis.

Actualmente las operaciones que realiza el laboratorio de control de calidad se quedan retrasadas en el proceso de despacho a proveedores, debido a retrasos en los resultados de análisis de muestras de azúcar. Por esta razón se iniciará identificando cuáles son las oportunidades de mejora en los procesos realizados por el área de microbiología y así poder proponer mejoras en las operaciones que lo ameriten, con el fin de beneficiar al laboratorio de control de calidad a mejorar sus funciones y optimizar los tiempos de despacho.

Se evidenciarán los factores críticos que intervienen en la realización de los análisis los cuales serán objeto de estudio para minimizar los errores de exactitud en los resultados presentados por el área de microbiología. Los beneficiarios de esta investigación es directamente el área de microbiología, laboratorio de control de calidad, como al área de fabricación y maquinaria del ingenio azucarero, y por

último el área de bodega de producto terminado, con relación a su proceso de despacho.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Proponer un modelo de mejora continua, en el área de microbiología en el laboratorio de control de calidad en un ingenio azucarero, para cumplir con los parámetros de exactitud de resultados en los análisis realizados.

5.2. Específicos

- Identificar los principales factores que afectan el resultado de los análisis realizados por el área de microbiología del laboratorio de control de calidad.
- Establecer el nivel exactitud de los análisis realizados por el área de microbiología del laboratorio de control de calidad.
- Plantear un modelo de mejora para validar el aumento del nivel de exactitud de los análisis realizados por el área de microbiología del laboratorio de control de calidad.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Al culminar el presente estudio, el laboratorio de control de calidad de un ingenio azucarero guatemalteco donde se realizará el estudio cumplirá con los parámetros de exactitud de resultados en los análisis realizados por el área de microbiología, con lo cual podrán aumentar la productividad y eficiencia en los tiempos de análisis del laboratorio.

Para llevar a cabo el estudio se revisarán los datos históricos de análisis rechazados al área de microbiología por el laboratorio de control de calidad en el periodo correspondiente a la zafra 2021-2022. Se estará revisando y evaluando los métodos y procedimientos con los cuales se realizarán los análisis, para detectar las acciones o actividades que generan el problema de variabilidad en los parámetros de aceptación fijados por el laboratorio de control de calidad, que producen deficiencia en los procesos debido a que se deben realizar varias veces los análisis hasta que estén correctos y sean aceptados.

Para poder determinar las causa raíz se utilizará la metodología 5'M, la cual nos ayuda a conocer la causa raíz de algún problema en un proceso, evaluando los 5 aspectos más importantes que influyen en el: máquina, método, mano de obra, medio ambiente y materias primas, para posteriormente presentar un plan de mejora el cual propondrá los pasos a seguir para poder eliminar los errores en el proceso y disminuir la variabilidad en los resultados y como consecuencia un aumento en la productividad.

Para cumplir con los objetivos planteados y otorgar una solución eficiente al laboratorio de control de calidad de un ingenio azucarero, se realizarán las siguientes fases.

Tabla I. **Necesidades y esquema de solución**

Fase	Actividad	Metodología	Recursos	Tiempo
Fase 1: revisión documental.	Búsqueda de información bibliográfica existente sobre problemas de exactitud de análisis realizados por laboratorios de control de calidad.	Búsqueda de información en internet relacionadas al tema, lectura de libros, tesis y artículos científicos.	Internet, libros, tesis, artículos de investigación es.	3 meses
Fase 2: estudio y análisis de la situación actual de los procesos.	Entrevistas al personal.	Entrevistas abiertas la cual se realizarán de forma presenciales y a distancia al personal involucrado en los procesos, al personal auxiliar y supervisores,	Cuaderno de apuntes.	1 semana
	Realización de diagrama causa y efecto.	Determinar y analizar los factores que influyen en los errores generados por el área de microbiología.	Computadora y hoja electrónica.	2 semanas
	Análisis de la información obtenida.	Realización de gráficos de control para analizar la información obtenida.	Computadora .	2 semanas

Continuación tabla I.

Fase 3:	Redacción de propuestas de mejora.	Redactar propuestas de mejora que se consideren factibles de implementar.	Humano, computadora, procesador de texto y hoja electrónica.	1 mes
	Presentación de propuestas de mejora.	Realización de presentación en PowerPoint y presentación ante encargado del laboratorio de control de calidad.	Humano, computadora y cañonera.	1 semana
Fase 4:	Presentación de propuestas de mejora.	Realización de presentación en PowerPoint y presentación ante encargado del laboratorio de control de calidad.	Humano, computadora y cañonera.	1 semana
Fase 5:	Análisis de propuesta de beneficios que se obtendrán.	Se analizarán los datos obtenidos por medio de gráficos de control del antes y después con los modelos de mejoras obtenidos con las propuestas.	Computadora y hoja electrónica.	1 mes

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Productividad

La productividad es optimizar la producción. La optimización significa una comparación positiva entre los recursos empleados y los insumos. Así, la productividad es una métrica que relaciona lo que produce un sistema (salida o producto) con los recursos (entradas o insumos) utilizados para crearlo. (Carro y González, 2012, p. 6)

La productividad, establece la aptitud de un proceso para elaborar los productos demandados y el grado en que los recursos son aprovechados. Un crecimiento en la productividad con el uso del mismo nivel de recursos nos arrojará una mayor rentabilidad en el proceso. Además, el concepto de productividad es funcional para cualquier tipo de empresa, ya sea produciendo bienes tangibles o en la prestación de servicios.

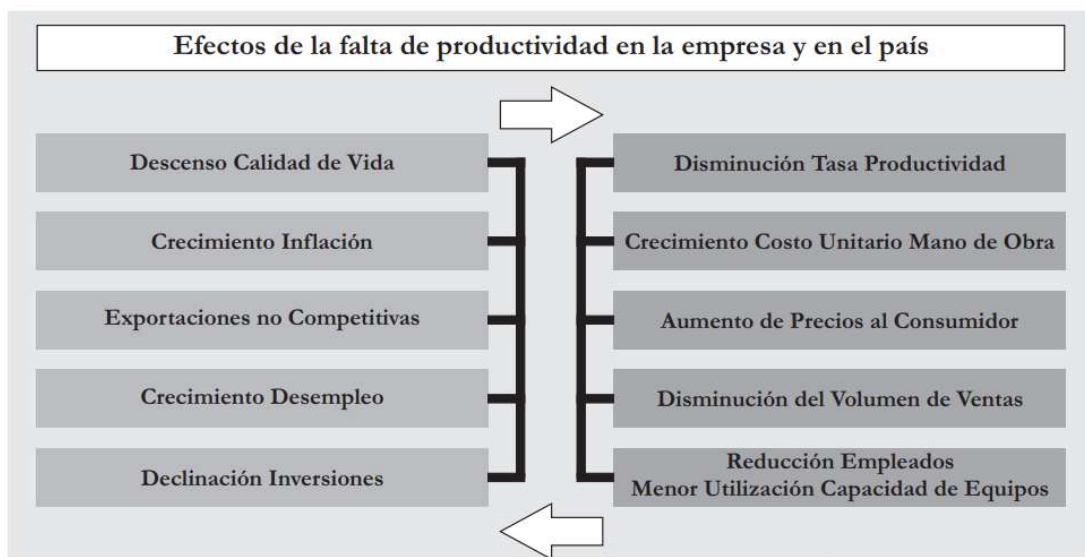
7.1.1. Índice de productividad

“La productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos)” (Carro y González, 2012, p. 7).

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas} \quad (Ec. 1)$$

Donde las salidas se refieren a la totalidad de productos elaborados y entradas se refiere a mano de obra, materias primas, insumos, tiempo de máquina, energía y capital.

Figura 1. **Efectos de la falta de productividad en la empresa y en el país**



Fuente: Carro y González (2012.) *Administración de la calidad total*.

7.1.2. Productividad laboral

Según Baltodano y Leyva (2020), es la relación de la producción durante un período determinado de trabajo, que se obtiene determinando la relación de la producción, es decir los ingresos y la cantidad de horas trabajadas o la cantidad de trabajadores utilizados para completar la actividad en un período de tiempo.

Es decir que la productividad laboral está en función del total de horas de trabajo requeridas para fabricar los productos. De esta manera, la meta de toda

industria debe ser incrementar su productividad, es decir, maximizar el aprovechamiento de los recursos para incrementar su producción, para que se genere una maximización de rentabilidad.

$$Productividad\ laboral = \frac{Producción}{Horas\ de\ trabajo} \quad (Ec. 2)$$

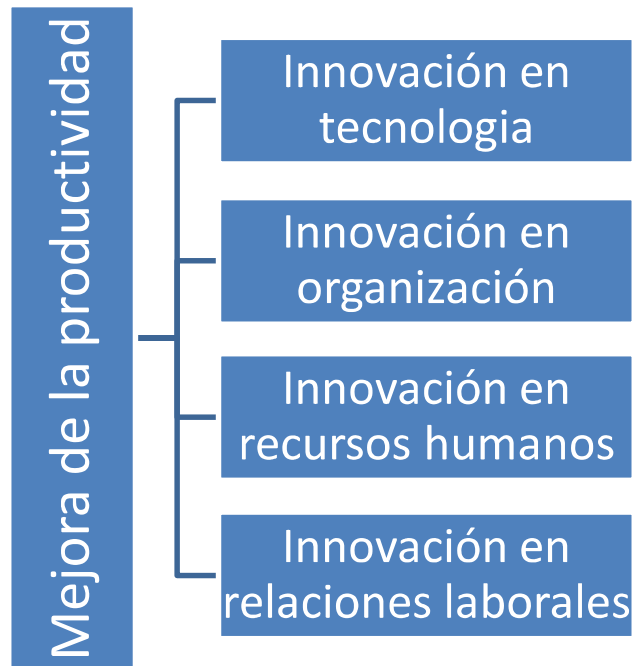
7.1.3. Productividad total

“La productividad total involucra, en cambio, a todos los recursos (entradas) utilizados por el sistema; es decir, el cociente entre la salida y el agregado del conjunto de entradas” (Carro y González, 2012, p. 3).

$$Productividad\ total = \frac{Salidas}{Horas\ de\ trabajo} \quad (Ec. 2)$$

La productividad puede analizarse a nivel micro es decir a nivel individual ya sea una persona o una máquina y se puede evaluar a nivel macro, es decir puede evaluarse a una población completa. Esto quiere decir que la productividad se puede analizar desde una persona hasta una población, una máquina, un proceso o toda una industria.

Figura 2. **Mejora de la productividad**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

7.1.4. Administración de la productividad

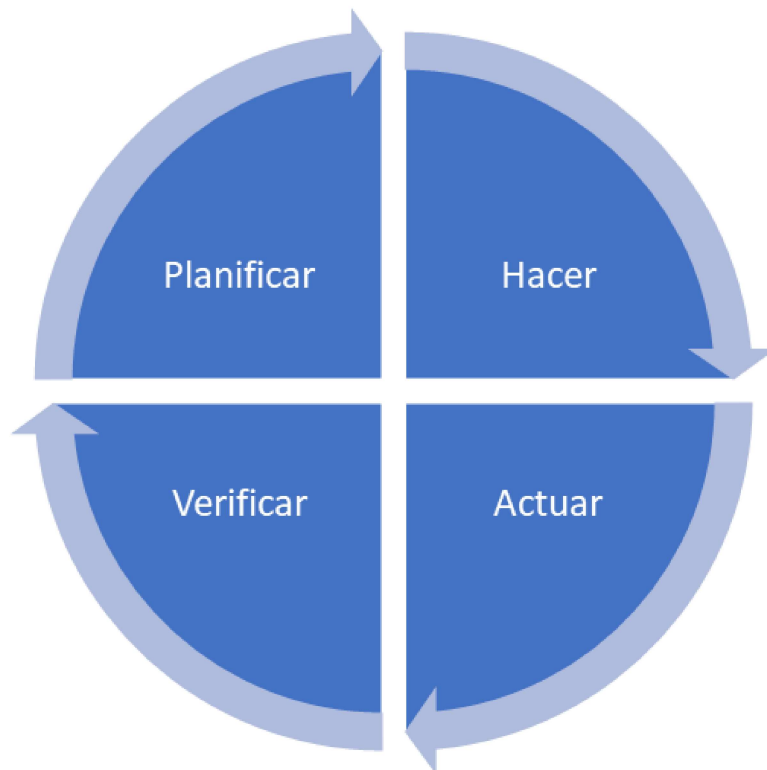
Es de suma importancia que la productividad sea medida en toda organización, esto con la intención de poder controlarla y sobre todo mejorarla. Para ello se puede utilizar el ciclo de la administración, el cual es conocido también por sus siglas PHVA o ciclo de productividad.

De acuerdo con Carro y González (2012), el círculo de productividad contiene cuatro categorías las cuales son:

- Planificar: se refiere a tener claros los objetivos a alcanzar.

- Hacer: este paso se refiere a que hay que implementar lo planificado, es decir, echar andar los planes en busca de los objetivos trazados.
- Verificar: en esta etapa se realiza un comparativo para conocer si existe alguna variación entre lo planificado y lo ejecutado.
- Actuar: en este paso se toman las acciones pertinentes para acercar el curso actual a lo planificado. Es decir, aquí se toman las decisiones para mejorar el desempeño actual. (p. 16)

Figura 3. **Ciclo PHVA**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

7.2. Gestión de la calidad

Según Fayas (1995) “la administración y dirección de un sistema de calidad contiene procesos sistemáticos para planear, planificar, ejecutar y controlar las distintas actividades” (p. 172).

Según Fayas (1995), la gestión de calidad está conformada por:

- Una distribución adecuada de funciones y carga laboral.
- Una planificación estratégica para el alcance de las metas.
- Asignación de recursos adecuada.
- El establecimiento de documentos y procedimientos.

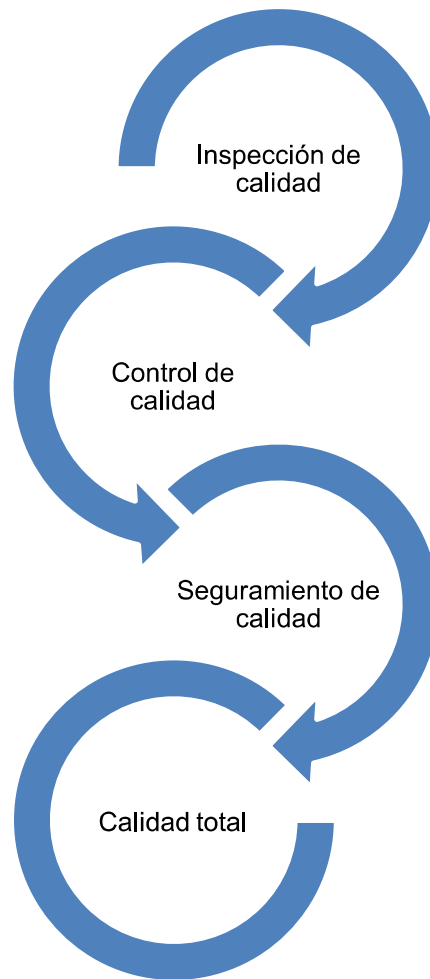
7.2.1. Definiciones de la gestión de calidad

Para Camisón, Cruz y González (2006), “la gestión de la calidad es un concepto complejo y abstracto” (p. 210). Pero surge la duda de cómo poner en práctica la gestión de la calidad, esto se debe a que se desconoce sus principios, prácticas y técnicas para el desarrollo óptimo.

Esto genera una necesidad relacionada a la producción, para poder abaratar costos y producir con estándares apropiados según los lineamientos dados.

Arias (2018), menciona que “la gestión de la calidad es la comprensión y aplicación de principios y conceptos de gestión en todos los niveles y actividades de una empresa” (p. 10).

Figura 4. **Etapas de la calidad**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

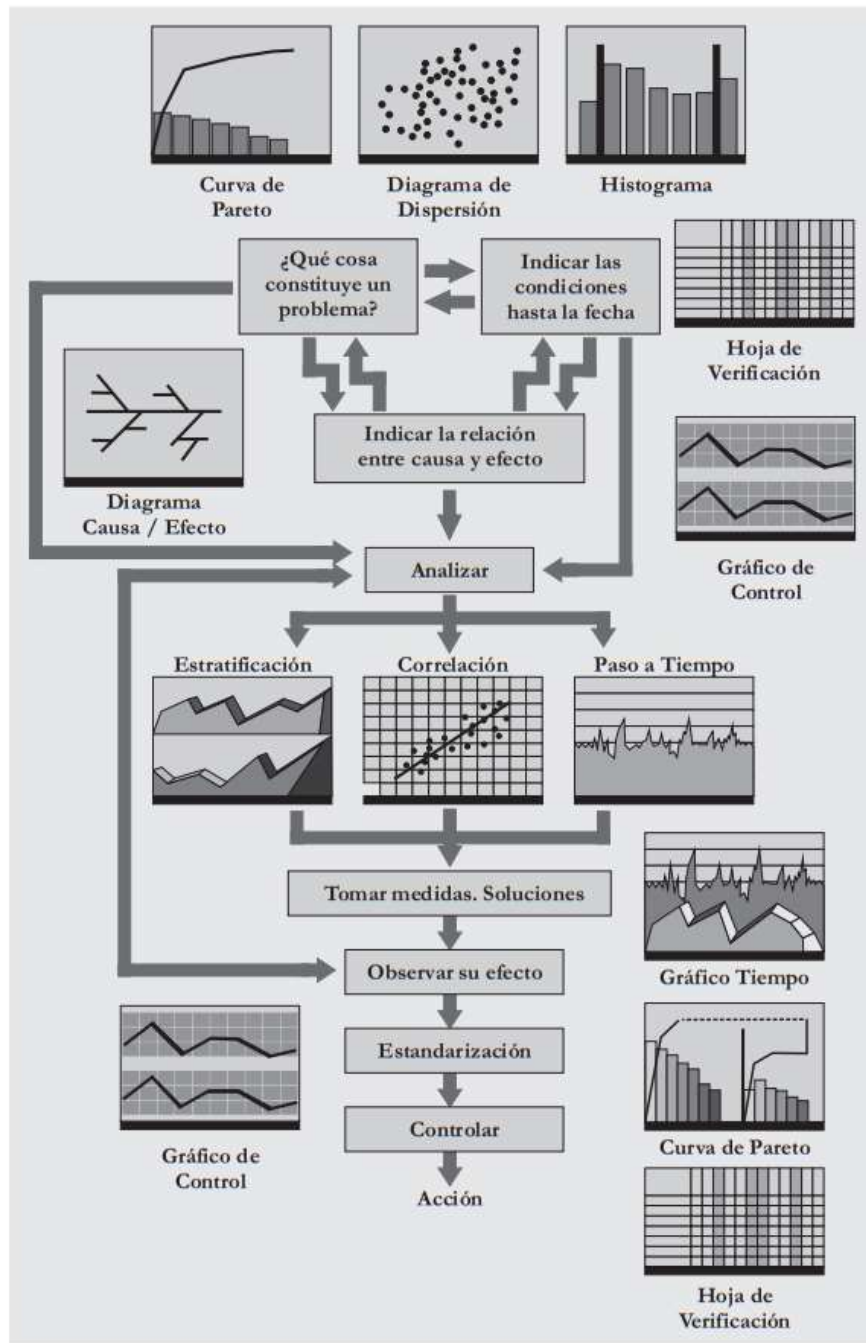
7.2.1.1. Inspección

La era de la revolución industrial trajo consigo el sistema de fábricas para el trabajo en serie y la especialización del trabajo. Debido al alto nivel de exigencia y la necesidad de mejorar la calidad de las operaciones requeridas para los nuevos escenarios productivos, las funciones de inspección se están convirtiendo en una parte esencial del proceso productivo que realizan los operarios (Cubillos y Rozo, 2009).

7.2.1.2. Control estadístico

Según Carro y González (2012) se usan métodos estadísticos para determinar si los resultados del proceso son consistentes con el diseño del producto o servicio en cuestión. Los controles estadísticos a menudo se usan para informar a la gerencia sobre los cambios en los procesos que afectan positivamente la salida generada por esos procesos.

Figura 5. **Aplicación de métodos estadísticos a la resolución de problemas**



Fuente: Carro y González (2012.) *Administración de la calidad total.*

7.2.1.3. Aseguramiento de la calidad

Según el Gobierno de México (2019), “es el conjunto de actividades sistemáticas planeadas que lleva a cabo una organización, con el objeto de brindar la confianza apropiada para que un producto o servicio cumpla con los requisitos de calidad especificados” (p. 27). Es decir que una empresa o institución asegura que la calidad de sus procesos cumple los estándares establecidos y los mismos no tendrán variación en el tiempo o durante el proceso de elaboración.

7.2.1.4. Mejora continua

Según Novillo, Parra, Ramón y Lopez (2017):

La mejora continua puede ser definida como una medida para lograr el adecuado desempeño de las empresas y asimismo es considerada como un proceso que se debe seguir para lograr que los procesos y productos sean mejores, así como las distintas actividades de las empresas. (p. 98)

Según González, Domingo y Sebastián (2013) “aunque la mejora de calidad de cada una de las actividades de la empresa es un fin natural al que tienden las organizaciones que desean ser competitivas, los enfoques para llevarla a cabo son diversos” (p.34).

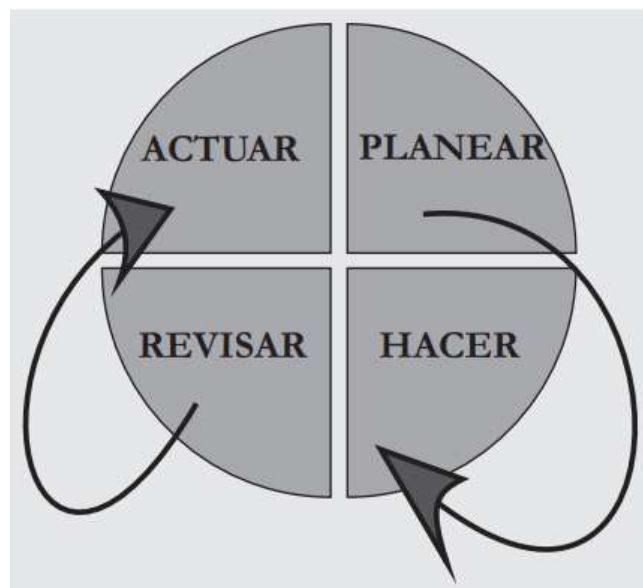
Dentro de las actividades de mejora continua el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), conocido también como el círculo de calidad de Deming. Este proceso está interactuando constantemente e intervienen procesos relacionados con la planificación, ejecución y evaluación.

7.2.2. Ciclo Deming o ciclo PDCA

Según Summers (2006):

El ciclo PDCA se utiliza como una metodología de mejora continua, siendo bastante versátil en cuanto a su aplicación. Consta de cuatro fases o etapas. La primera fase, llamada Plan, en donde se formulan los planes de mejora utilizando para ello las herramientas administrativas necesarias, por ejemplo, diagrama de Pareto, diagrama de espina, histogramas, entre otros. La segunda fase es Do, consiste en la aplicación del plan establecido en la etapa anterior. La tercera fase es *Check*, y consiste en verificar si los resultados son los esperados luego de la aplicación del plan. La última fase es *Act*, y consiste en la realización de las correcciones necesarias y si el plan es exitoso normar el proceso. (p. 238)

Figura 6. **Círculo PDCA**

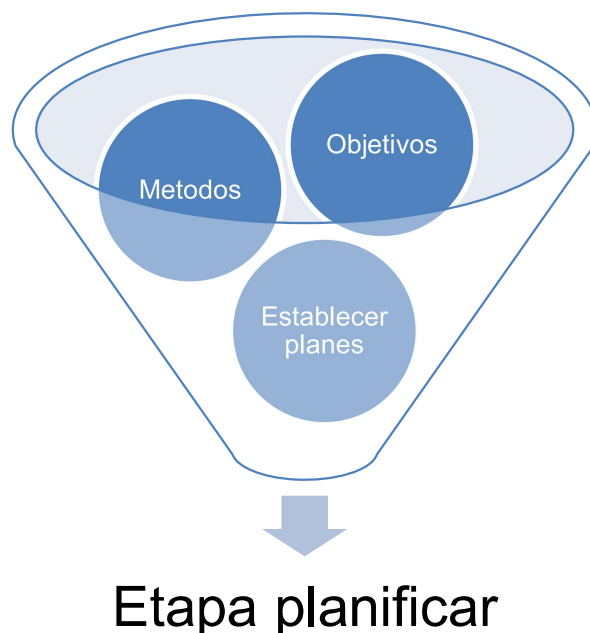


Fuente: Carro y González (2012.) *Administración de la calidad total*.

7.2.2.1. Etapa Plan

Summers (2006), establece que “establecer objetivos requiere un análisis inicial para identificar las causas potenciales que afectan las operaciones, priorizar las causas más efectivas y enfocarse en las causas más importantes” (240). En este punto, es importante utilizar herramientas de mejora continua como los gráficos de Pareto y los gráficos de espina de pescado.

Figura 7. Etapa planificar



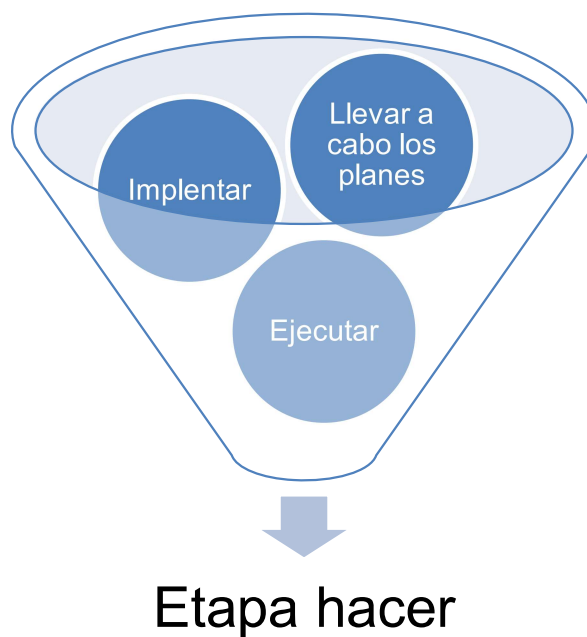
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

7.2.2.2. Etapa Do

En esta etapa se debe aplicar lo diseñado en la etapa de planear. Para ello es necesario considerar y diseñar una formación o capacitación, es importante

que esta capacitación cuente con evaluaciones para comprobar la penetración del conocimiento y se debe contemplar más capacitaciones para asegurarse de estar siempre en la vanguardia y además reforzar lo aprendido. “Posterior a la capacitación y haber asegurado que se tenga comprensión de las normas establecidas en la fase anterior, ya se puede proceder a su aplicación” (Summers, 2006, p. 290).

Figura 8. **Etapa hacer**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

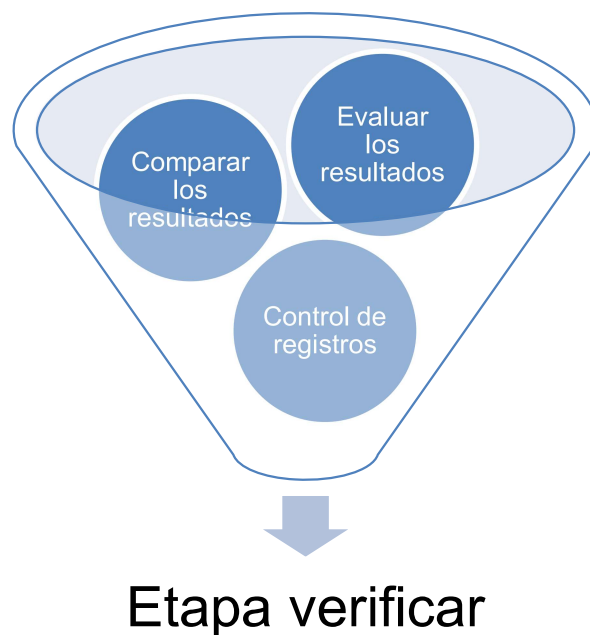
7.2.2.3. **Etapa *Check***

En esta etapa se confirma que las actividades en curso se están llevando a cabo según lo definido en la fase de planificación. Básicamente, consiste en verificar que los resultados han sido conforme se esperaban.

Para Summers (2006):

Esta comprobación deberá realizarse por medio de la observación en el lugar de trabajo y a través de la verificación de resultados, a través del control de los procesos y actividades, de manera que se puedan evidenciar las malas prácticas en las operaciones y poder así eliminar las causas que las provocan. (p. 291)

Figura 9. **Etapa verificar**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

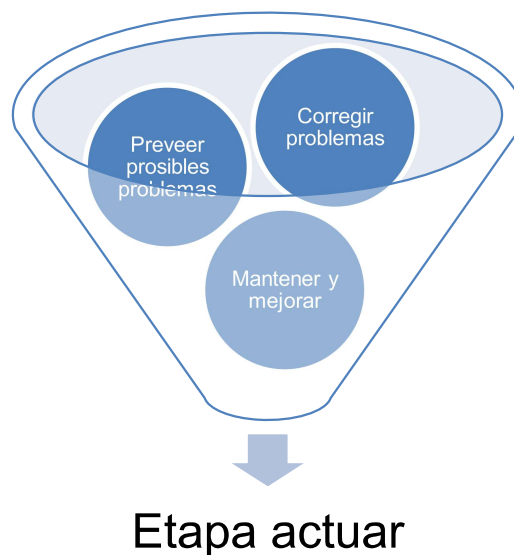
7.2.2.4. Etapa Act

Según Summers (2006):

Cuando se ha alcanzado el éxito de acuerdo con la etapa anterior, se debe actuar inmediatamente normando los procedimientos y las condiciones que han permitido los resultados obtenidos.

Esto implica el ampliar y formalizar la capacitación de los procedimientos y las acciones correctivas en caso de problemas. Si se diera el caso en que la etapa anterior no dio resultados satisfactorios, se debe documentar de la manera más clara las anomalías descubiertas y las causas que las provocan, para poder eliminarlas, y empezar nuevamente el ciclo desde la etapa plan. (p. 292)

Figura 10. Etapa actuar



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

7.2.3. Principales herramientas de la calidad

Es necesario utilizar herramientas o técnicas para lograr mejores resultados de calidad. Muchas de ellas son utilizadas en un ciclo PDCA, principalmente en la etapa de plan, que es cuando sirven para poder diseñar de mejor manera la solución a proponer. A continuación, se describirán algunas de ellas.

No obstante, esta utilización de técnicas básicas no debe limitarse sólo al ámbito descrito. También son aplicadas en aquellas actividades o funciones en relación con la gestión y/o mejora de la calidad, así como en diversas situaciones para tomar decisiones, de forma estratégica, quizá optimizando recursos, entre otros.

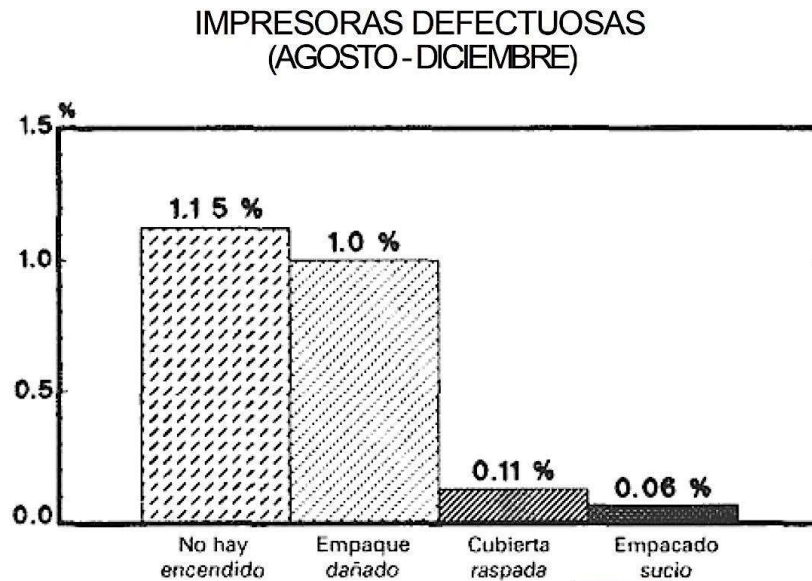
7.2.3.1. Diagrama de Pareto

Para Singh (1997) “se elabora un diagrama de Pareto para mostrar la relativa importancia de diferentes categorías en un proceso” (p. 291).

“El diagrama de Pareto es una herramienta de representación gráfica que identifica los problemas más importantes, en función de su frecuencia de 35 ocurrencia o coste (dinero, tiempo), y permite establecer las prioridades de intervención” (Universidad Rafael Belloso Chacín, 2019, pp. 35-36).

“Es también conocida como regla 80/20, debido a que el 80 % de los problemas son originados por el 20 % de las causas. Esto ayuda a poder separar las situaciones realmente críticas de las situaciones convencionales o triviales” (Evans, 2008, p. 672).

Figura 11. **Diagrama de Pareto para mostrar los defectos principales**



Fuente: Singh (1997). *Control de calidad total*.

7.2.3.2. **Diagrama causa y efecto**

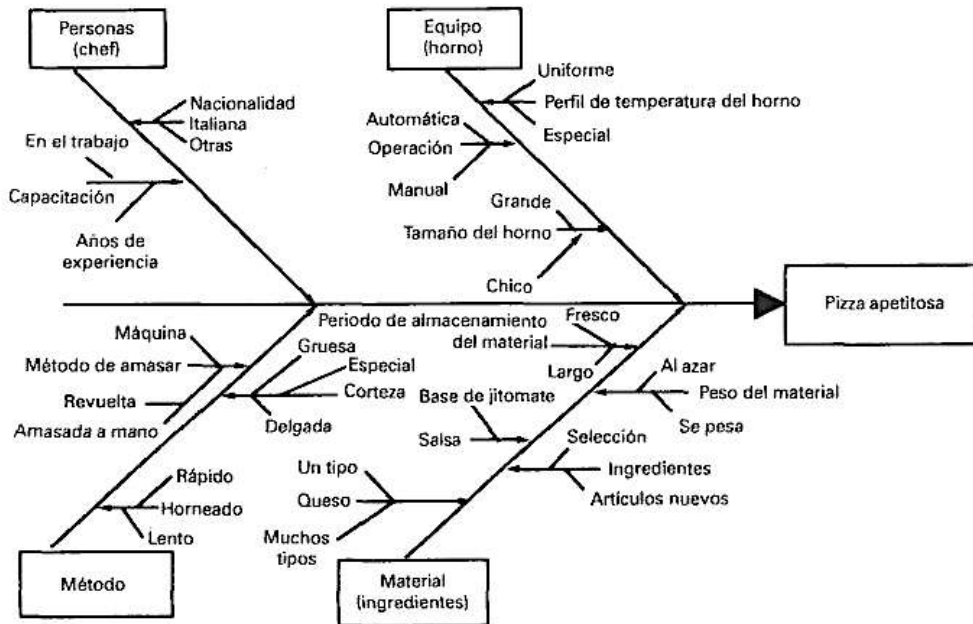
Se utiliza para analizar las posibles causas de los problemas. También es conocido como diagrama de Ishikawa en honor a su creador.

Para llevar a cabo este diagrama es necesario determinar claramente cuál es la situación o problema que se va a analizar. Seguidamente, se escribirán, luego de un análisis las causas que lo provocan. Posteriormente, para cada una de las causas encontradas, se hace el mismo ejercicio, a manera de encontrar las causas raíz. (Evans, 2008, p. 673)

Singh (1997) menciona que “el diagrama de causa y efecto ayuda a averiguar todas las causas posibles, a clasificarlas y a organizar su interrelación” (p. 293). Para estudiar estas causas se puede obtener por medio de lluvia y

después las causas se categorizan por maquinaria, métodos, materiales, mano de obra, medio ambiente, medición, entre otros.

Figura 12. Diagrama de causa y efecto de una pizza apetitosa



Fuente: Singh (1997). *Control de calidad total*.

7.2.3.3. Histograma

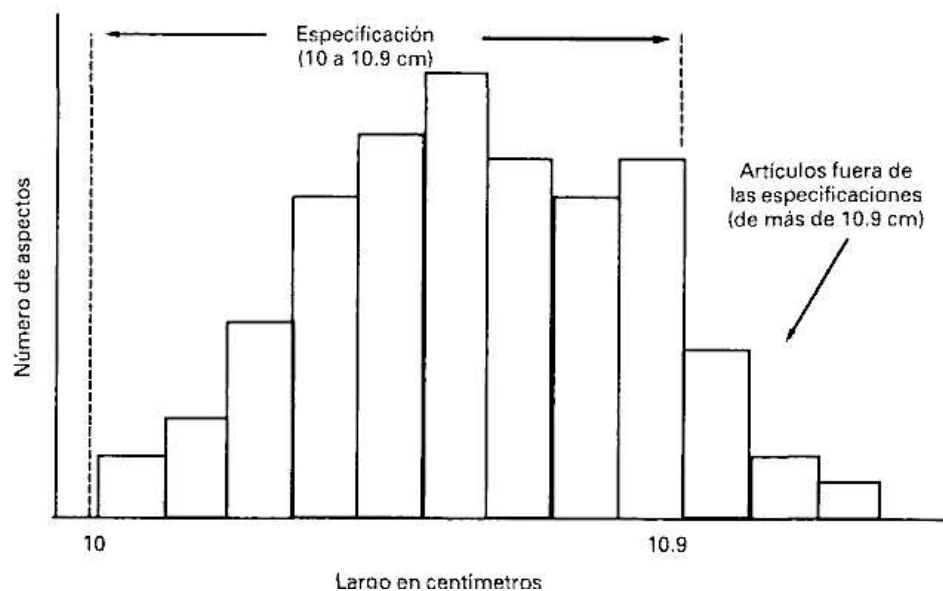
“El histograma es un diagrama de barras que muestra la variación y la naturaleza de la misma dentro del rendimiento de un proceso. Muestra la distribución de frecuencias de un conjunto de variables utilizando la representación gráfica de barras” (Evans, 2008, p. 671).

Los histogramas se utilizan principalmente para crear informes o informes y análisis basados en datos estadísticos. Para poder utilizar esta herramienta es necesario contar con un buen número de datos para poder dividirlo por

frecuencias. También es importante acotar que el histograma no permite identificar las causas de alguna variación sino solo puede mostrarla.

Para Singh (1997) “un histograma se utiliza para resumir la frecuencia de la ocurrencia de algo, a partir de una muestra de datos” (p. 294). Este nos proporciona una representación visual donde nos revela un mensaje oculto por medio de los datos analizados.

Figura 13. **Histograma de artículos fuera de las especificaciones**

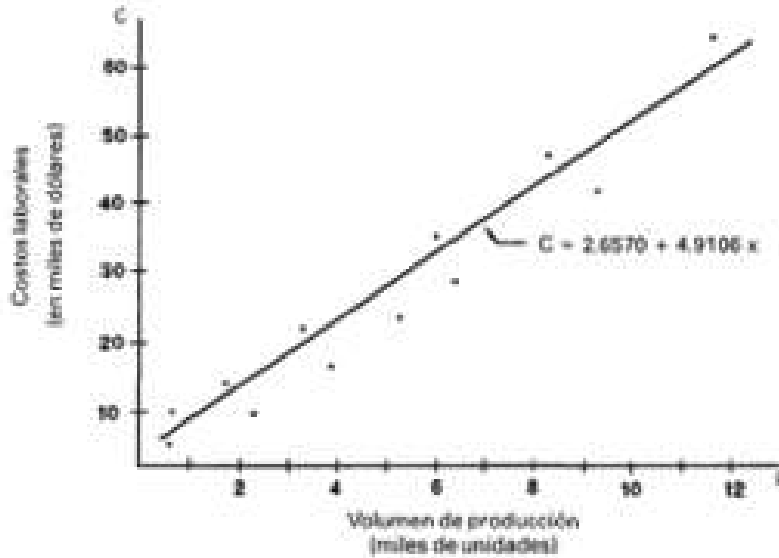


Fuente: Singh (1997). *Control de calidad total*.

7.2.3.4. Diagrama de dispersión

Singh (1997) hace referencia a que “un diagrama de dispersión es un tipo de gráfica especial que muestra las relaciones entre dos variables” (p. 294). El cual servirá para definir la relación entre variables para definir la causa y el efecto, por medio de esta dispersión es posible poder estimar un modelo matemático.

Figura 14. Diagrama de dispersión costo directo de MO y producción

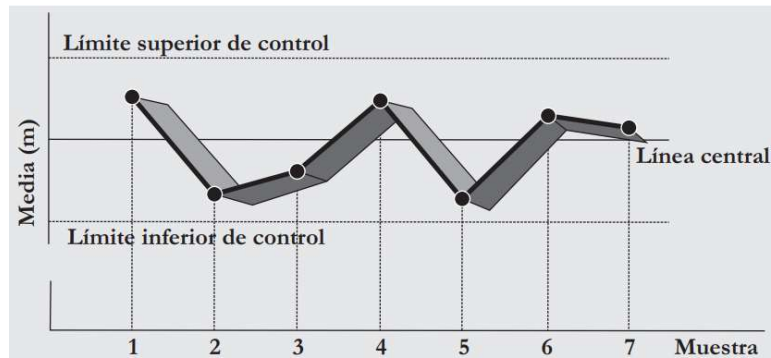


Fuente: Singh (1997). *Control de calidad total*.

7.2.3.5. Diagramas de control

Un gráfico de control para Singh (1997) es importante debido a que “la estandarización de los métodos de trabajo es necesaria para mantener este estado. Un diagrama o carta de control nos permite observar si esta estandarización es correcta y si se está manteniendo” (p. 294).

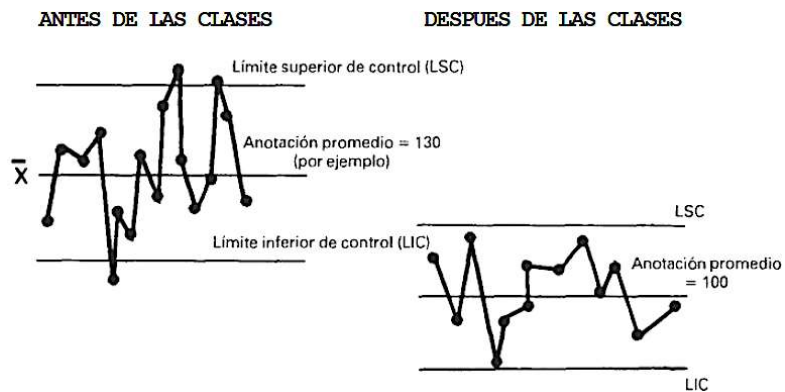
Figura 15. Gráfico de control



Fuente: Carro y González (2012.) *Administración de la calidad total*.

Este diagrama de control no es relevante si es usado para mediciones, atributos o defectos, posee una línea central correspondiente a la calidad promedio, sobre la que se debe desempeñar un proceso; si se posee un control estadístico en el proceso, habrá dos límites de control: superior e inferior. Basándose en esta gráfica, resulta fácil detectar una situación que está fuera de control, las tendencias, ciclos y otros de los patrones que no son naturales.

Figura 16. Gráfica en X para un golfista principiante



Fuente: Singh (1997). *Control de calidad total*.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Productividad

2.1.1. Índice de productividad

2.1.2. Productividad laboral

2.1.3. Productividad total

2.1.4. Administración de la productividad

2.2. Gestión de la calidad

2.2.1. Definiciones de la gestión de calidad

2.2.1.1. Inspección

2.2.1.2. Control estadístico

2.2.1.3. Aseguramiento de la calidad

2.2.1.4. Mejora continua

2.2.2. Ciclo Deming o Ciclo PDCA

2.2.2.1. Etapa Plan

- 2.2.2.2. Etapa *Do*
- 2.2.2.3. Etapa *Check*
- 2.2.2.4. Etapa *Act*
- 2.2.3. Principales herramientas de la calidad
 - 2.2.3.1. Diagrama de Pareto
 - 2.2.3.2. Diagrama causa y efecto
 - 2.2.3.3. Histograma
 - 2.2.3.4. Diagrama de dispersión
 - 2.2.3.5. Diagramas de control

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

- 3.1. Identificar los principales factores que afectan el resultado de los análisis realizados por el área de microbiología del laboratorio de control de calidad
- 3.2. Establecer el nivel exactitud de los análisis realizados por el área de microbiología del laboratorio de control de calidad
- 3.3. Plantear un modelo de mejora para validar el aumento del nivel de exactitud de los análisis realizados por el área de microbiología del laboratorio de control de calidad

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 4.1. Identificar los principales factores que afectan el resultado de los análisis realizados por el área de microbiología del laboratorio de control de calidad
- 4.2. Establecer el nivel exactitud de los análisis realizados por el área de microbiología del laboratorio de control de calidad
- 4.3. Plantear un modelo de mejora para validar el aumento del nivel de exactitud de los análisis realizados por el área de microbiología del laboratorio de control de calidad

CONCLUSIONES
RECOMENDACIONES
REFERENCIAS
APÉNDICES

9. METODOLOGÍA

La investigación tiene un enfoque mixto cualitativo-cuantitativo, un diseño experimental y alcance descriptivo.

9.1. Características del estudio

El enfoque de la investigación es mixto, ya que se recolectarán y analizarán datos cualitativos del proceso de análisis de las muestras por el área de microbiología, teniendo como objetivo identificar las actividades que generan problemas. Cualitativos porque están compuestos por variables no numéricas siendo todos aquellos documentos que contengan descripciones y observaciones sobre los procesos de análisis de las diferentes muestras de azúcar.

El análisis cuantitativo de la investigación se realizará con base a datos estadísticos del número de análisis que tuvieron error en el área de microbiología. Se recopilará, analizará y medirán variables numéricas relacionadas a las cantidades de producción, jornadas laborales, cantidad de muestras analizadas, tiempos de entrega de resultados y recurrencia de errores en los mismos.

El alcance del estudio es de tipo descriptivo, debido a que se pretende expresar de una manera simple la situación que presenta la empresa en el análisis de muestras de azúcar y cómo estos pueden incrementar su productividad con un adecuado proceso de análisis, capacitación del personal y sobre todo el monitoreo y control de dichos procesos a través de indicadores de desempeño.

También se hará una investigación de las técnicas para incrementar la productividad y se realizará una comparación de la situación actual y posterior a las propuestas brindadas describiendo las variables encontradas y las mejoras obtenidas.

El diseño adoptado será experimental debido a que luego de analizar los datos obtenidos mediante observaciones y descripciones del proceso actual, se procederá a la propuesta y puesta en marcha de posibles mejoras en los procesos, esto se hará directamente en la planta con duración de un mes como mínimo, para finalmente realizar una comparación de ambos escenarios.

9.2. Unidad de análisis

La población en estudio es el laboratorio de control de calidad de un ingenio azucarero, la unidad de análisis será el personal y los procesos involucrados en la operación del área de microbiología. Siendo un total de 4 personas, 11 áreas involucradas para un total de 90 muestras, y siendo un total de 3 análisis microbiológicos E Coli/Coliformes Mesofilos, mohos y levaduras. El muestreo se realizará cada 15 días tomando 18 muestras diarias para su análisis.

9.3. Variables

En la tabla II se muestra la definición teórica y operativa de las variables de la investigación.

Tabla II. **Variables del estudio**

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Productividad	Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción	$Productividad = \frac{Análisis\ realizados}{Análisis\ planificados}$
Eficiencia	Es la capacidad de disponer de alguien o algo para conseguir el cumplimiento adecuado de una función.	$Eficiencia = \frac{Análisis\ realizados - Analisis\ rechazados}{Análisis\ realizados}$
Análisis rechazado	Análisis que no cumplen con los parámetros de aceptación del laboratorio de control de calidad en un Ingenio Azucarero.	$AR = Análisis\ realizados - analisis\ aceptados$
Tiempo de entrega de análisis	Tiempo de duración para la entrega de los resultados de los análisis del área de microbiología, si son eficientes o ineficientes.	$TEA = \frac{Tiempo\ de\ entrega}{Tiempo\ estándar\ de\ entrega}$

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

9.4. Fases del estudio

Las fases a desarrollar en el estudio se explican en la siguiente tabla.

Tabla III. **Fases del estudio**

Fase	Actividad	Metodología
Fase 1: revisión documental.	Búsqueda de información bibliográfica existente sobre problemas de exactitud de análisis realizados por laboratorios de control de calidad.	Búsqueda de información en internet relacionadas al tema, lectura de libros, tesis y artículos científicos.
Fase 2: estudio y análisis de la situación actual de los procesos.	Entrevistas al personal.	Se realizarán entrevistas abiertas semi estructuradas de forma presencial y a distancia al personal involucrado en los procesos, al personal auxiliar y supervisores, para conocer cómo realizan el proceso y si se tiene variación con la forma correcta de realizarlos.
	Realización de diagrama causa y efecto.	Determinar y analizar los factores que influyen en los errores generados por el área de microbiología.
	Análisis de la información obtenida.	Realización de gráficos de control para analizar la información obtenida.
Fase 3: Redacción de propuestas de mejora, evaluación y presentación de propuestas de mejora.	Redacción de propuestas de mejora.	Redactar propuestas de mejora que se consideren factibles de implementar.
	Presentación de propuestas de mejora.	Realización de presentación en PowerPoint y presentación ante encargado del laboratorio de control de calidad.
Fase 4: validación de propuestas.	Validación de propuestas.	Se validarán las propuestas técnica y económicamente; se utilizará el formato de registro de producción tal como en la situación actual.

Continuación tabla III.

Fase 5: análisis de beneficios obtenidos.	Análisis de resultados.	Se analizarán los datos obtenidos por medio de gráficos de control del antes y después de la validación de las mejoras.
Fase 6: elaboración del informe final	Elaboración de informe final	Se elaborará el informe final el cual se representará de forma gráfica y escrita los diferentes resultados obtenidos en la realización del estudio comparando los datos históricos con los datos obtenidos en la validación de las mejoras en el proceso.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

- Fase 1: revisión documental

Inicialmente se hace necesario realizar una búsqueda de información teórica y bibliografía existente sobre el incremento de productividad y los factores que influyen en ella, esto con la finalidad de poder realizar el marco teórico del trabajo de investigación que soporte y fundamente la solución a la problemática y necesidades planteadas.

En esta fase se realizará un análisis de la información de organizaciones nacionales e internacionales que aporte al desarrollo de la investigación y que sustente las propuestas que solucionen el o los problemas en los procesos de análisis en un laboratorio de control de calidad en un ingenio azucarero.

- Fase 2: estudio y análisis de la situación actual de los procesos.

Por medio de entrevistas abiertas la cual se realizarán de forma presencial y a distancia al personal involucrado en los procesos, al personal auxiliar y

supervisores, se determinará cada una de las actividades que se ejecutan para llevar a cabo los análisis de muestras. Luego de realizar las entrevistas se comparan con las diferentes normativas o instructivos con los que cuenta el área de microbiología para llevar a cabo los análisis.

Se recolectarán datos o información de los factores que generan rechazo en los análisis realizados por el área de microbiología, se iniciará con reportes diarios del número de análisis realizados, estos informes indicaran la cantidad de análisis que fueron aceptados y rechazados por el laboratorio de control de calidad.

Para el análisis de la productividad y eficiencia de los procesos se utilizarán los datos recolectados para determinar el porcentaje de los análisis rechazados se realizará un diagrama causa y efecto para determinar y analizar los factores que influyen en los errores generados por el área de microbiología. A su vez se analizará la información obtenida por medio de gráficos de control con la ayuda del software Minitab 18.

- Fase 3: realización, evaluación y presentación de propuestas de mejora

Posterior al análisis de la situación actual, se procederá a redactar propuestas de mejora que se consideren factibles. El criterio de evaluación de factibilidad de las soluciones será mediante el estudio económico que conlleva la implementación de cada una de las propuestas, así como también la capacidad técnica que requerirá la implantación de lo propuesto.

- Fase 4: validación de propuestas

Se validarán las propuestas técnica y económicamente; se utilizará el formato de registro de producción tal como en la situación actual.

- Fase 5: análisis de beneficios obtenidos

Se analizarán los datos obtenidos por medio de gráficos de control del antes y después de la validación de las mejoras.

- Fase 6: elaboración del informe final

Se elaborará el informe final el cual se representará de forma gráfica y escrita los diferentes resultados obtenidos en la realización del estudio comparando los datos históricos con los datos obtenidos en la validación de las mejoras en el proceso.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

Para el análisis de la información recopilada mediante la observación, entrevistas y encuestas, se utilizarán las siguientes herramientas cuantitativas y cualitativas.

10.1. Técnicas de recolección de datos

- Observación: se observará la forma en la que se realizan las operaciones y actividades del área de microbiología, toda información relevante se recolectará en informes diarios con el fin de tener registro de cualquier anomalía las cuales serán analizadas.
- Entrevista: se realizarán entrevistas abiertas semi estructurada de forma presencial y a distancia al personal involucrado en los procesos, al personal auxiliar y supervisores, para conocer cómo realizan el proceso y si se tiene variación con la forma correcta de realizarlos.
- Registros históricos: se recopilará datos históricos proporcionados por el laboratorio de control de calidad sobre los análisis realizados por el área de microbiología en la zona 2021-2022.

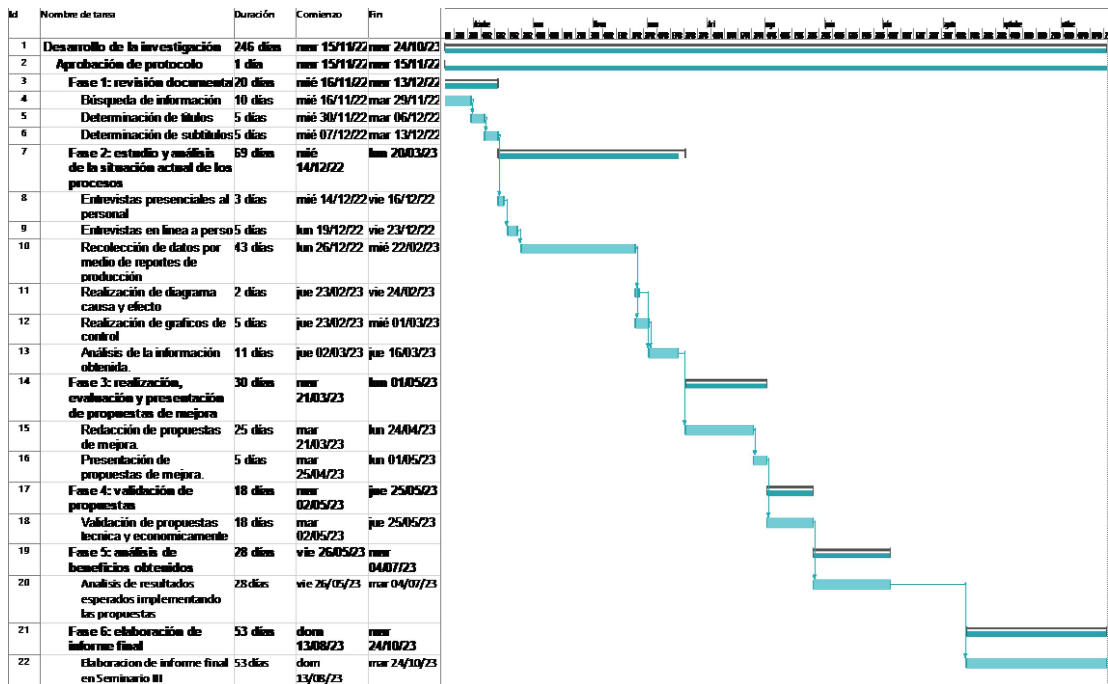
10.2. Técnicas de análisis de información

- Gráficos de control: se utilizará para analizar la información obtenida en las observaciones y datos históricos, permitirá observar la tendencia de variación de los análisis realizados por el área de microbiología.

- Diagrama de Pareto: se utilizará para determinar irregularidades o causas que provocan la mayoría de los problemas, e identificar sus puntos de mejora y definir cuál plan de acción es primordial para atacar.
- Diagrama de causa y efecto: esta herramienta se utilizará para determinar y analizar los factores o puntos críticos que influyen en los errores generados por el área de microbiología.
- Ciclo de Deming: se utilizará para establecer una proceso de mejora continua en el área de estudio en el proceso de estudio, desarrollando sus cuatro etapas por fases donde se determinarán las causas se plantearán propuestas y se verificaran la factibilidad de las mismas.

11. CRONOGRAMA

Tabla IV. Cronograma



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Project.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

La ejecución del trabajo de investigación es factible ya que el ingeniero azucarero autoriza la realización del mismo, brindando el apoyo con los siguientes recursos.

12.1. Recursos necesarios

- **Humanos:** disponibilidad del personal del laboratorio de control de calidad, entre los cuales se encuentra al jefe del laboratorio de control de calidad, supervisor del área de microbiología, analistas y personal operativo del laboratorio para brindar la información requerida.
- **Tecnológicos:** Acceso a internet y equipos de análisis de muestras.
- **Informativos:** acceso a información histórica de análisis realizados por el laboratorio de microbiología.
- **Infraestructura y equipo:** acceso y utilización del laboratorio de control de calidad, específicamente en el área de microbiología y equipos de laboratorio, mobiliario y equipo necesarios para el desarrollo de la investigación.

El recurso financiero necesario para realizar la investigación será aportado al 100 % por el investigador. En la tabla IV se presentan los recursos financieros.

Tabla V. **Recursos financieros**

No.	Recurso	Descripción	Monto	%
1	Humano	Tiempo investigador	Q. 8,500.00	68.83 %
2	Humano	Asesor	Q. 0.00	0 %
3	Operación	Papelería y Útiles	Q. 850.00	6.88 %
4	Operación	Combustible	Q. 1,500.00	12.15 %
5	Operación	Alimentación	Q. 500.00	4.05 %
6	Operación	Imprevistos	Q. 1,000.00	8.10 %
Total			Q. 12,350.00	100.00 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

13. REFERENCIAS

1. Alarcón, J. (2017). *Modelo de mejora continua basado en procesos y su impacto en la calidad de los servicios que perciben los clientes de la empresa de servicios ServiFreno de la ciudad de Quito – Ecuador* (Tesis de doctorado). Universidad Mayor de San Marcos, Ecuador. Recuperado de <https://industrial.unmsm.edu.pe/upg/archivos/TESIS2018/DOCTORADO/tesis11.pdf>.
2. Baltodano, G. y Leyva, O. (noviembre, 2020). La productividad laboral: Una mirada a las necesidades de las Pymes en México. *Revista Ciencia Jurídica y Política*, 6(11), 15-30. Recuperado de <https://portalderevistas.upoli.edu.ni/index.php/5-revcienciasjuridicasypoliticas/article/view/633>
3. Camisón, C., Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid, España: Pearson Educación. Recuperado de <https://porquenotecallas19.files.wordpress.com/2015/08/gestionde-la-calidad.pdf>.
4. Carro, R., y González, D. (2012). *Administración de la calidad total*. Mar del Plata, Argentina: Universidad Nacional de Mar del Plata. Recuperado de http://nulan.mdp.edu.ar/1614/1/09_administracion_calidad.pdf.

5. Cubillos, M., y Rozo, D. (enero. 2009). El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad. *Revista de la Universidad de La Salle*, 2009(48), 80-99. Recuperado de <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1170&context=ruls>
6. Duque, G. (2017). *Método para establecer factores de tiempo perdido en el área de elaboración de azúcar del Ingenio Risaralda* (Tesis de maestría). Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/8ce683b0-76de-41f1-8cca-98edcab189df/content>.
7. Evans, J. (2008). *Administración y Control de la Calidad*. Ciudad de México, México: CENGAGE Learning.
8. Fayas, B. F. (enero, 1995). Una comparación de las percepciones calidad de EE. UU y Asia. *Management International Review*, 35(2), 171-188.
9. Flores, M. (2019). *Cómo lograr con éxito la cultura de la calidad en el ingenio azucarero*. México: Autor. Recuperado de <https://atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2019/10/1.ADMINISTRACION-XLI.pdf>.
10. García, F. (2017). *Libro de satisfacción laboral*. Perú: Universidad Peruana Los Andes.
11. García, R. (2005). *Estudio del trabajo*. México: Mc Graw Hill.

12. Gobierno de México (2019). *Gestión de la calidad en los sistemas de medición de la calidad del aire, SMCA*. México: Autor. Recuperado de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/621/gestion.pdf>.
13. Ledesma, V., Ascencio, R., Larráz, K., Santos, L., Sígala, A., Ascencio, C. y Pérez, H. (agosto, 2017). Análisis de errores en las fases de procesos del Laboratorio de Patología Clínica del Benemérito Antiguo Hospital Civil, Fray Antonio Alcalde. *Latinoam Patol Clin Med Lab*, 64(4), 163-168. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2017/pt174c.pdf>.
14. Lopez, N., Maldonado, A., Garcia, J., Noriega, R. y Trejo, H. (enero, 2015). Evaluación de error humano en el área de laboratorio de un hospital privado de Cd. Juárez, Chihuahua. *Culcyt*, 1(55), 192-2000. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7100119.pdf>.
15. Novillo, E., Parra, E., Ramón, D. y López, M. (2017). *Gestión de calidad: Un enfoque práctico*. Guayaquil, Ecuador: Grupo Compás.
16. Núñez, O. (2017). *Control microbiológico en caña y tándem. Resultados en ingenios de Guatemala*. Guatemala: Autor. Recuperado de <https://www.atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2017/11/3.-F%C3%81BRICA-LABORATORIO.pdf>.
17. Ruiz, A. (2006). *Control estadístico de proceso*. Madrid, España: Universidad Pontificia Comillas.

18. Sánchez, A. (2019). *Análisis del producto no conforme como factor de improductividad en un ingenio azucarero en el norte del Valle – Colombia*. Colombia: Universidad de Ibadué.
19. Sanders, M.S. y McCormick, E.J. (1993). *Human Factors in Engineering and Design*. Estados Unidos: McGraw-Hill.
20. Sieg, J., Ortuño, M. y Gottsleben, F. (2017). *Estándares Internacionales en la Exportación de Azúcar desde la Preparación de Muestras hasta la Pureza Aparente del Azúcar de Caña*. México: Asociación de Técnicos Azucareros de México. Recuperado de <https://www.atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2017/11/7-ELABORACI%C3%93N-2016.pdf>.
21. Singh, S. (1997). *Control de calidad total: Claves, metodologías y administración para el éxito*. México: McGraw-Hill.
22. Summers, D. (2006). *Administración de la Calidad*. México: Prentice-Hall.
23. Universidad Rafael Beloso Chacín (2019). *Capítulo II. Fundamentación teórica*. Venezuela: Autor.

14. APÉNDICES

Apéndice 1. Matriz de coherencia

MATRIZ DE COHERENCIA	
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS
GENERAL	<p>¿Cómo resolver la falta de exactitud en los resultados de los análisis realizados por el área de microbiología en el laboratorio de control de calidad en un ingenio azucarero?</p> <p>Proponer un modelo de mejora continua, en el área de microbiología en el laboratorio de control de calidad en un ingenio azucarero, para cumplir con los parámetros de exactitud de resultados en los análisis realizados.</p>
ESPECÍFICOS	<p>1. ¿Cuáles son los principales factores que afectan el resultado de los análisis realizados por el área de microbiología del laboratorio de control de calidad?</p> <p>1. Identificar los principales factores que afectan el resultado de los análisis realizados por el área de microbiología del laboratorio de control de calidad.</p>
	<p>2. ¿Cuál es el nivel de exactitud actual de los análisis realizados por el área de microbiología del laboratorio de control de calidad?</p> <p>2. Establecer el nivel exactitud de los análisis realizados por el área de microbiología del laboratorio de control de calidad.</p>
	<p>3. ¿Cómo mejorar el nivel de exactitud de los análisis realizados por el área de microbiología del laboratorio de control de calidad?</p> <p>3. Plantear un modelo de mejora para validar el aumento del nivel de exactitud de los análisis realizados por el área de microbiología del laboratorio de control de calidad.</p>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.