



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN SOBRE LA EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES
OPERACIONALES DEL PROCESO DE MEZCLADO PARA MEJORAR LOS COSTOS DE NO
CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE LÍQUIDOS HIGIÉNICOS**

José Javier Morales Romero

Asesorado por la M.A. Inga. Lisbeth Mariela Samayoa Bernal

Guatemala, agosto 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN SOBRE LA EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES
OPERACIONALES DEL PROCESO DE MEZCLADO PARA MEJORAR LOS COSTOS DE NO
CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE LÍQUIDOS HIGIÉNICOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ JAVIER MORALES ROMERO

ASESORADO POR LA M.A. INGA. LISBETH MARIELA SAMAYOA BERNAL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, AGOSTO 2022

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

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Erwin Manuel Ortiz Castillo
EXAMINADOR	Ing. Dr. Adolfo Narciso Gramajo Antonio
EXAMINADOR	Ing. Manuel Gilberto Galván Estrada
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 SOBRE LA EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES OPERACIONALES DEL PROCESO DE MEZCLADO PARA MEJORAR LOS COSTOS DE NO CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE LÍQUIDOS HIGIÉNICOS

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

José Javier Morales Romero



EEPM-PP-0563-2022

Guatemala, 26 de abril de 2022

Director
Williams G. Álvarez Mejía
Escuela De Ingeniería Química
Presente.

Estimado Ing. Álvarez

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 SOBRE LA EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES OPERACIONALES DEL PROCESO DE MEZCLADO PARA MEJORAR LOS COSTOS DE NO CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE LÍQUIDOS HIGIÉNICOS**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Sistemas Integrados de Gestión - Calidad**, presentado por el estudiante **José Javier Morales Romero** carné número **201114227**, 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"

Lisbeth Mariela Samayoa Bernal
Ingeniera Química
Colegiado No. 2254

Mtro. Lisbeth Mariela Samayoa Bernal
Asesor(a)

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



Mtro. Edgar Darío Álvarez Coti
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



EEP.EIQ.0563.2022

El Director de la Escuela De Ingeniería Química 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 SOBRE LA EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES OPERACIONALES DEL PROCESO DE MEZCLADO PARA MEJORAR LOS COSTOS DE NO CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE LÍQUIDOS HIGIÉNICOS**, presentado por el estudiante universitario **José Javier Morales Romero**, 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. Williams G. Álvarez Mejía; Mg.I.Q., M.U.I.E.
Director
Escuela De Ingeniería Química

Guatemala, abril de 2022



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

LNG.DECANATO.OI.577.2022

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 Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN SOBRE LA EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES OPERACIONALES DEL PROCESO DE MEZCLADO PARA MEJORAR LOS COSTOS DE NO CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE LÍQUIDOS HIGIÉNICOS**, presentado por: **José Javier Morales Romero**, 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, agosto de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por haberme permitido cumplir con mis objetivos profesionales.
- Mis padres** Por ser el motor que impulsa mis sueños día con día, por el apoyo incondicional hacia mis estudios y los sacrificios que día con día realizaron para sustentar mis metas
- Mi hermana** Karen Morales, por su apoyo y compañía durante mi vida.
- Mis amigos** Sergio Mancilla y Oscar García por su incontable apoyo durante la carrera, *Qui invenit amicum invenit thesaurum.*

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser el alma *mater* que abrió sus puertas y me permitió nutrirme de conocimientos.

Facultad de Ingeniería

Por proporcionarme los conocimientos y habilidades que me han permitido realizar este trabajo de graduación.

**Ma. Inga. Lisbeth
Mariela Samayoa
Bernal**

Por haberme guiado durante el trabajo de graduación con su valiosa asesoría.

**Familia y amigos en
general**

Por estar a mi lado y haberme enseñado a vivir de una forma plena.

INDICE GENERAL

INDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
3.1. Contexto general	11
3.2. Descripción del problema	11
3.3. Formulación del problema	12
3.4. Delimitación del problema.....	13
4. JUSTIFICACIÓN.....	15
5. OBJETIVOS.....	17
5.1. General.....	17
5.2. Específicos	17
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	19
7. MARCO TEÓRICO.....	23
7.1. Productividad.....	23

7.1.1.	Eficiencia y productividad	24
7.1.2.	Medida de la productividad	24
7.1.3.	Factores para maximizar la productividad	26
7.2.	Calidad de un producto	27
7.2.1.	Costos de calidad	27
7.2.2.	Planificación de la calidad	29
7.2.3.	Control de la calidad	30
7.2.4.	Calidad orientada al producto	31
7.2.5.	Calidad orientada al proceso	33
7.2.6.	Calidad orientada a la prevención	34
7.3.	Productos higiénicos	35
7.3.1.	Tipos de productos higiénicos	36
7.3.2.	Canales de comercialización en Guatemala	37
7.4.	Condiciones de producción empresa del caso de estudio	38
7.5.	Modelo mecánico y termodinámico de emulsificación	39
7.5.1.	Estabilización de la emulsión.....	40
7.5.2.	Tensoactivos y emulsificantes	41
7.5.3.	Control de calidad y análisis de la emulsión	41
7.6.	Mezclado y fabricación de productos higiénicos.....	42
7.6.1.	Mezcla de líquidos	44
7.6.2.	Mezcla solido – líquido	44
7.6.3.	Mezcla líquido – líquido	45
7.7.	Envasado y empaque de productos higiénicos	46
7.8.	Controles en la fabricación	47
7.8.1.	Ajustes en parámetros fisicoquímicos.....	47
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	49
9.	METODOLOGÍA	53

9.1.	Características del estudio.....	53
9.2.	Unidades de análisis.....	54
9.3.	Variables	54
9.4.	Fases del estudio.....	56
9.4.1.	Fase 1: exploración bibliográfica	56
9.4.2.	Fase 2: gestión o recolección de la información.....	56
9.4.3.	Fase 3: análisis de información.....	57
9.4.4.	Fase 4: interpretación de información	57
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	59
11.	CRONOGRAMA.....	63
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	67
13.	REFERENCIAS.....	69
14.	APÉNDICES	73

INDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Árbol de problema.....	13
2.	Esquema solución.....	21
3.	Los tres procesos universales de la gestión para la calidad.....	29
4.	Tipos de productos higiénicos.....	37
5.	Campo de operaciones unitarias de la industria.....	43

TABLAS

I.	Variables de pregunta auxiliar No. 1.....	54
II.	Variables de pregunta auxiliar No. 2.....	55
III.	Variables de pregunta auxiliar No. 3.....	55
IV.	Diagrama de Gantt cronograma	64
V.	Recursos para emplear en la investigación.....	67

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A_{λ}	Absorbancia
Cps	Centipoises
CEP	Control estadístico de procesos
σ	Desviación estándar
w	Dispersión de serie de Dixon
d	Distancia entre valores
$^{\circ}\text{C}$	Grados Celsius
g	Gramo
Hz	Hercio
h	Horas
RH	Humedad relativa
=	Igual que
kg	Kilogramo
L	Litro
>	Mayor que
M	Media aritmética
<	Menor que
m^3	Metro cúbico
m^3/s	Metro cúbico por segundo
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
min	Minutos

%	Porcentaje
pH	Potencial de Hidrogeno
Q_c	Q crítica
Q_d	Q de Dixon
Q_{exp}	Q experimental
R²	Coefficiente de correlación lineal
Q	Quetzales
RPM	Revoluciones por minuto
S²	Varianza

GLOSARIO

Absorbancia	Capacidad de un líquido de absorber cierta longitud de onda de un haz de luz.
Batch	Sistema de producción por lotes.
Blender	Agitador especial destinado para la mezcla de líquidos.
Concentración	Relación entre la cantidad de soluto y solvente en una disolución.
Densidad	Cantidad de masa por unidad de volumen de una sustancia
Excipiente	Medio inactivo para el transporte, disolución y manipulación de un principio activo
Homogeneizador	Equipo industrial que permite la correcta dispersión de partículas en un proceso de emulsión.
Líquido Higiénico	Producto higiénico con forma física líquida
Merma	Perdida de cierto número de unidades producidas

Mezclado	Operación unitaria que permite una distribución al azar de partículas dentro de un sistema de forma homogénea
pH	Grado de ácidos o alcalinidad de una sustancia
Principio Activo	Elemento que genera la actividad principal en la aplicación de un producto higiénico.
Productividad	Capacidad de generar un producto por unidad de trabajo
Producto Higiénico	Producto terminado orientado a la limpieza y cuidado del hogar
PYME	Pequeña o mediana empresa
Reología	Estudio de las propiedades de flujo y deformación de las sustancias
Repetibilidad	Concordancia entre las mediciones de un sistema bajo condiciones constantes
Reproceso	Producto semiterminado que se vuelven a procesar en una etapa productiva para que puedan ser consideradas como productos terminados y aceptables.

Reproducibilidad	Capacidad de un ensayo de ser replicado
RTCA	Reglamento Técnico Centroamericano
Semisólido Higiénico	Producto higiénico con forma física semisólida
Soluto	Elemento en menor cantidad en una disolución.
Solvente	Medio para disolver un soluto
Viscosidad	Capacidad de una sustancia para fluir en función de su fricción interna

RESUMEN

El costo atribuido a la no calidad de productos higiénicos es uno de los problemas más comunes en las empresas dedicadas a este tipo de productos en Guatemala. En el caso de estudio, los costos de producción se ven afectados por el tiempo invertido en ajustes de parámetros fisicoquímicos y reprocesos durante el mezclado de sus productos, dichos parámetros son atribuidos a una serie de condiciones que la presente investigación pretende estudiar.

Se destaca el hecho que actualmente existen estudios que proponen mejoras en los procesos productivos, en búsqueda de la estandarización de sus operaciones. En estos estudios se evidencian grandes resultados al mitigar los costos de no calidad, sin embargo, no existen estudios en Guatemala que muestren una estandarización completa de las operaciones de plantas industriales dedicadas a la fabricación de líquidos y semisólidos higiénicos.

La presente investigación tiene por objeto sentar las bases para reducir los costos de no calidad durante el proceso productivo, a través de la estandarización de las variables operacionales del proceso de mezclado. Dichas variables se limitan a las operaciones de producción y es gracias a estas variables que se busca analizar las condiciones del equipo que se emplea para la fabricación de productos higiénicos, materias primas y manipulación directa del proceso por parte de los operadores.

El estudio en cuestión se considera factible dado que estará dividido en 9 etapas que comprenderán un lapso de 15 meses en total, además, al tomar en

cuenta una inversión de Q 39,132.50 la investigación se considera viable en términos económicos.

1. INTRODUCCIÓN

En los procesos productivos se identifican tres factores fundamentales que regirán los resultados de los parámetros de calidad de un producto terminado, al ser estos, el equipo para la operación, la mano de obra y las materias primas. La forma en que estos elementos interactúan propiciará el resultado de toda la operación en términos funcionales, económicos y productivos.

Uno de los caminos para el éxito de toda empresa es la mejora de su productividad, entendiéndose como productividad el aumento de unidades producidas por hora de trabajo. Para la empresa en estudio es de gran relevancia el costo de producción atribuido a los tiempos invertidos en reprocesos y ajuste de los parámetros finales del producto semiterminado.

Es importante mejorar las condiciones del proceso de mezclado de los productos higiénicos, principalmente porque se ha adoptado un método de trabajo empírico que, aunque cubra los requerimientos de los clientes, no es el óptimo. Para ello se debe tomar en cuenta diferentes elementos tales como: la identificación de las variables operacionales que afectan el método con que se realizan cada una de las etapas productivas que intervienen en el proceso de mezclado.

Para estandarizar el proceso, se deberán tomar en cuenta diferentes elementos tales como, el análisis de las operaciones, las formas de proceso que dependen del tipo de productos a fabricar, los movimientos realizados en la operación, mismos que se analizarán con el fin de lograr la máxima economía.

Todo eso se propone alcanzar al realizar un estudio basado en un análisis estadístico continuo para controlar las variables que poseen mayor influencia en las desviaciones de los parámetros fisicoquímicos. Con el fin de lograr la mayor eficiencia en el proceso productivo, al tomar en cuenta que con la solución propuesta se espera que exista una mejora significativa en la eficiencia de producción.

El esquema de solución planteado se fundamenta en la correcta evaluación de las variables del proceso de fabricación, así se podrá identificar las que tienen un mayor impacto en el proceso, gracias a estos resultados el producto final de la investigación será un proceso de producción estandarizado, con el equipo de producción adecuado y un costo de no calidad bajo.

Las técnicas de análisis para la investigación propuesta se aplican a un estudio mixto con un alcance explicativo, al buscar determinar las variables operacionales que afectan a los costos de producción se deberá realizar una correlación entre estas variables basado en técnicas de estadística descriptiva y correlación lineal entre las variables. Estos resultados sustentarán las posteriores decisiones sobre los equipos adecuados para poder monitorear el nuevo proceso estandarizado las variables operacionales.

Al considerar los recursos requeridos para el alcance de los objetivos propuestos se deduce que son suficientes para el desarrollo de las 9 fases de la investigación, así mismo se considera que el estudio es factible económicamente.

2. ANTECEDENTES

Actualmente existen publicaciones que contienen estudios de estandarización de procesos industriales para mejorar el costo de producción a través de una mejora significativa en la calidad de estos, estos estudios serán de gran soporte para la siguiente investigación.

En el compendio *Fundamentos y Técnicas de Costos* (Ramírez, 2010), se expone la importancia del control de la manipulación de materias primas para transformar un producto semiterminado. A lo largo del documento se evidencia la importancia no solo de los insumos y materias primas, si no también, el consumo energético, la mano de obra, el uso de instalaciones, el aprovechamiento de la capacidad instalada, entre otros. Estos aspectos son de suma importancia en el caso particular de procesos de mezclado de productos higiénicos, debido a que se expone el correcto diagnóstico de las variables operacionales que impactan directamente en el costo de producción.

Lo más destacado del compendio *Fundamentos y Técnicas de Costos* (Ramírez, 2010), es lo desarrollado en la segunda unidad, donde se mencionan los elementos de un sistema de costes por lotes, “Un sistema de costos por lotes u órdenes de fabricación se fundamenta en el carácter diversificado de la producción, la identificación e individualización de cada lote y el conjunto de productos que lo integran” (Ramírez, 2010, p. 78). Esto sustenta la presente investigación y se analizará a profundidad para poder aplicarla.

Es relevante la “Propuesta en la Administración de Costos de los departamentos de Asistencia a los Centros de producción en un sector de la

industria de especialidades químicas, en la ciudad de Guatemala, a través de un sistema de costeo por tiempo de actividad” (Calderón, 2014). Esta investigación destaca la importancia del estudio de tiempos que permite identificar las causas del incremento del costo de un producto por el tiempo invertido en los procesos, por lo que en el caso de esta investigación es relevante destacar que el tiempo invertido en reprocesos de las etapas productivas en la fabricación de productos higiénicos generan una desventaja en optimizar recursos y tiempo, como consecuencia la importancia de monitorear y estandarizar los procesos permitirán establecer las medidas necesarias para reducir los costos de producción.

La ventaja del TDABC es que permite aumentar la eficiencia productiva; asimismo, al estudiar la capacidad ociosa se pueden tomar medidas para reducir los costos en los períodos subsiguientes; como, por ejemplo, en lugar de reducir la capacidad instalada se puede optar por reservar la capacidad ociosa para un crecimiento futuro. (Calderón, 2014, p. 66)

Gracias al aporte de esta fuente, podemos considerar el sistema de costeo por tiempo de actividades (TDABC) como un método de alta precisión para determinar los costos de producción.

Es de importancia el siguiente trabajo de tesis titulado Consultoría sobre estandarización de los procesos de Producción con establecimiento de un sistema de costos, para la empresa Agroindustrias Buenavista, S.A. de C.V (Escobar, 2014) mediante el cual se destaca que durante un crecimiento no planificado una empresa se ve en la necesidad de establecer una estandarización de procesos y controlar sus procesos con las mediciones correctas, Escobar menciona que al implementar una estandarización se puede evaluar de mejor manera las oportunidades de negocio en cuanto a la comercialización de los bienes producidos.

La investigación de Escobar es una de las fuentes más relevantes para la presente investigación, debido a la similitud de las situaciones y condiciones preliminares de la empresa presentada en la investigación comparada con la situación actual de este caso de estudio. Para comenzar se desarrolla la propuesta de estandarización de procesos por medio del enfoque de gestión por procesos, posteriormente se adopta un modelo que permite tener información de costos por procesos.

Escobar afirma como parte de las conclusiones de la investigación lo siguiente “La metodología planteada, permitió que se pudieran determinar todas las variables y recolectar los datos necesarios para poder diseñar la estandarización de proceso y el sistema de costos para la empresa Agroindustria Buena Vista.” (Escobar, 2014, p. 124) Los resultados positivos aportan confiabilidad sobre los que se esperan al concluir la presente investigación.

Los resultados de la investigación *Papel de la reconciliación de datos estacionarios en el desarrollo de modelos de proceso* (Llanos, 2014) evidencia las técnicas efectivas para la reconciliación de datos y la estimación de parámetros en la industria química. “Los estimadores clásicos se ven altamente influenciados por la presencia de valores atípicos en las mediciones; en cambio, los estimadores robustos son insensibles a pequeñas cantidades de estos.” (Llanos, 2014, p. 150). Gracias a esta publicación podremos generar las estrategias más adecuadas de recopilación de datos aplicados a la industria química, al asegurar la poca presencia de valores atípicos en las futuras mediciones.

Otra excelente investigación es la *Propuesta de mejora en el control del proceso productivo para la asociación de productores de leche del cantón Cayambe* (Quishpe, 2016.) que propone un esquema de gestión que se adapta

al proceso productivo se permite estandarizar los procedimientos actuales ajustados a los requerimientos de la planta productiva estudiada.

Saltos considera factor importante la capacitación constante del equipo de trabajo, quienes son el principal motor de trabajo para la producción, así como trabajar sobre información digitalizada que permita centralizar los datos.

Considero importante la constante capacitación de los productores sobre los avances tecnológicos en cuanto al manejo de explotaciones ganaderas de leche, así como a manejo administrativo. Es imprescindible mantener actualizada la información, la digitalización de los registros y la presentación correspondiente en cuadros o gráficas conjuntas e individuales para una mejor interpretación y toma de decisiones. (Quishpe, 2016, p. 121)

Un adecuado recurso, es la información referida en el proyecto Evaluación de los procesos productivos para la optimización en la empresa La Madrileña. (Espín, 2017) Los resultados del proyecto referido son adecuados para el análisis de las materias primas, mermas y su efecto en los costos de producción de una empresa.

El proyecto de Espín alcanza el objetivo de identificar el método de operación adecuada para la materia prima en la fabricación de embutidos, la clave del proyecto se aprecia en el momento en que se identifican adecuadamente las variables del caso de estudio, en esta situación en específico se mencionan temperatura y tiempos de secado. “Esto se lleva a cabo en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular” (Espín, 2017, p. 2)

Esto será un gran aporte para poder identificar adecuadamente las variables dependientes e independientes en la fase experimental de esta investigación.

Otro autor nos propone el trabajo de *Mejoramiento de la calidad en los procesos de Pintura Electrostática de una PYME, ubicada en la ciudad de Quito, sector Amagásí del Inca* (Quinchiguango, 2019). En el cual se demuestra que mediante una correcta gestión de procesos se puede alcanzar mejoras significativas en el desempeño de una empresa mediana, a partir de adoptar una filosofía de calidad y mejoramiento continuo.

Esta fuente es de alto valor para la investigación pues en ella recomienda que las causas potenciales de la no calidad se clasifiquen en seis categorías para posteriormente poder identificar en cuales enfocar la mayor atención, conocidas como las seis M: materiales, maquinaria, métodos de trabajo, medición, mano de obra y medio ambiente.

Quinchiguango menciona diferentes metodologías para mitigar los problemas que surgen durante la producción, a partir del análisis de estos, se logra concluir que la falta de registro periódico de datos y la mala administración documental de los procesos son la principal causa en las desviaciones paramétricas.

Dada las conclusiones de esta fuente el autor menciona “La PYME debe generar una base datos de las fallas en cada una de las fases de tal manera que permita tomar acciones enfocadas al mejoramiento continuo” (Quinchiguango, 2019, p. 57). Esto funcionará como un aporte importante dado que el caso de estudio está enfocado en un laboratorio productor que puede considerarse una PYME, y bajo esta premisa las herramientas presentadas para la indagación de

las variables serán valiosas para la aplicación del progreso continuo de la empresa del caso de estudio.

La investigación *Implementación de un sistema de gestión de costos de la calidad* (González, 2015) nos presenta el caso de una empresa puntual en donde se analizan los costos de prevención, evaluación, fallos internos y fallos externos en un proceso productivo. Como resultado de esta investigación se evidencia un 1.6 % de costos atribuido a los fallos internos y 0.9 % a los externos del proceso, al indicar que el resto de los costos están dedicados a la prevención y evaluación. Con estos resultados el autor logra identificar que la inversión de costos en la prevención y evaluación permite mantener en un margen mínimo los costos de no calidad.

“Como resultado del análisis se observa además que estas actividades están dirigidas a la prevención y evaluación de la calidad, lo que refuerza la idea de la ubicación de la empresa en la zona de perfeccionismo” (Gonzales, 2015, p. 12). El sistema implementado en Vértice demuestra una correcta orientación del manejo de calidad orientada en la disminución de costos, al medir objetivamente cada uno las etapas identificadas en el sistema.

El estudio *Aplicación de la Ingeniería de Métodos para disminuir los desperdicios en la línea de producción de shampoo en un laboratorio cosmético* (García, 2019) plantea la solución a la común problemática de las variaciones en las mermas de producción de productos semisólidos cosméticos, los cuales reológicamente tienen similitudes en fórmula a los semisólidos higiénicos. En dicho estudio se logra apreciar la importancia de incluir herramientas blandas para mitigar, monitorear y estandarizar las mermas en los procesos productivos, al identificar así para este caso en particular la metodología de métodos como la más adecuada.

La aplicación de la ingeniería de método a través del estudio de método y tiempo ha permitido tener una mejora significativa en el tiempo de ciclo de fabricación de granel, una mejora 2.09 horas de proceso, equivalente a un 26.5 % de porcentaje de mejora. (García, 2019, p. 15)

Los resultados demostrados en este estudio son de gran relevancia, pues es de interés maximizar la productividad, como efecto directo se obtiene una mejora en los gastos de producción.

Otra investigación que busca un método para el aumento de productividad es la *Mejora de productividad, en el área de mezclado para la manufactura de grifería en la empresa Franz Viegener, mediante la implementación de la metodología Lean Manufacturing* (Pachacama, 2019). En esta ocasión se propone la metodología Lean Manufacturing para la corrección en la productividad, cabe mencionar que al utilizar esta metodología se destacan los enemigos de la calidad y la productividad 3M.

“El objetivo es identificar los desperdicios y optimizar los tiempos de proceso, adicionalmente el sistema de producción Toyota (TPS) identifico tres tipos de desperdicios: Mura, Muri, Muda y la reducción de los desperdicios permite aumentar la rentabilidad de la empresa.” (Pachama, 2019, p. 25). La interesante aportación de este estudio se puede aplicar al hacer referencia a sus resultados alcanzados con un promedio de 39.63 % en disminución de tiempos de ciclo, resultados que claramente generan un aporte positivo en minimizar costos y aumento de productividad.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los costos de producción en el proceso de mezclado de productos higiénicos de se ven afectados por el constante ajuste de parámetros y reprocesos durante sus diferentes etapas productivas.

3.1. Contexto general

Actualmente existen variaciones significativas en el costo de producción de los productos higiénicos provocadas por las desviaciones en los parámetros de calidad obtenidos en cada proceso de mezclado por lote producido.

3.2. Descripción del problema

El problema radica en que los procesos de mezclado no están estandarizados, y las operaciones de producción tienen variaciones que dependen desde condiciones del equipo, materia prima y manipulación directa del proceso por el operador. Estas variaciones en el proceso provocan un efecto contraproducente en el producto terminado al demostrar parámetros desviados de los estándares de calidad, al variar las viscosidades de 800 a 850 cps para suavizantes líquidos, y 900 a 1200 cps para detergentes de ropa. Para los desinfectantes líquidos los parámetros de absorbancia presentan variaciones actuales de 1.00 a 1.20 unidades.

Las desviaciones mencionadas provocan atrasos en el proceso de producción, debido a que por cada lote producido se deben ajustar constantemente las mezclas con adiciones de excipientes, modificadores

reológicos y modificadores de pH. Esto provoca pérdidas económicas atribuidas al tiempo de producción y gasto por excedentes de excipientes en el proceso productivo al aumentar el costo del producto terminado por unidad producida.

3.3. Formulación del problema

Se tiene como objeto principal de estudio el responder la pregunta central del presente diseño de investigación.

- Pregunta central

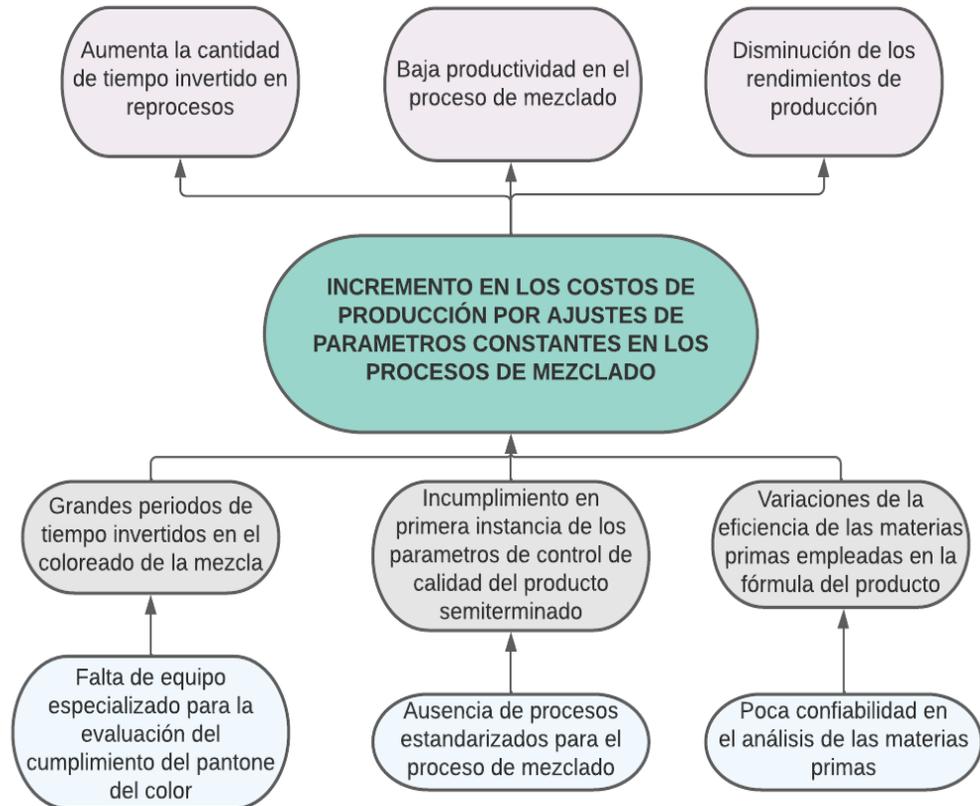
¿Es posible reducir los costos de producción atribuidos a los constantes ajustes de parámetros durante el proceso de mezclado de productos higiénicos?

- Preguntas auxiliares

Para responder a esta interrogante se deberán contestar las siguientes preguntas auxiliares:

- ¿Qué variables operacionales son las que generan las variaciones en el costo del producto?
- ¿Existen equipos especializados para poder monitorear las variables operacionales del proceso de mezclado?
- ¿Se cuenta con un procedimiento estandarizado para el mezclado de los productos higiénicos?

Figura 1. **Árbol de Problema**



Fuente: elaboración propia, realizado con Word.

3.4. **Delimitación del problema**

La investigación se realizará en la planta de producción de una empresa dedicada a la elaboración de productos higiénicos, ubicada en la ciudad de Guatemala, en el período de noviembre 2021 a octubre 2022. Específicamente aplicará para el área de productos higiénicos de esta planta productiva que cubre las líneas de producción de líquidos higiénicos y semisólidos higiénicos.

4. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfoca en la línea de sistemas de control de calidad y el control estadístico de los procesos productivos de la Maestría de Gestión Industrial, eso debido a que el estudio presentará un análisis completo del proceso de fabricación de productos higiénicos de una PYME guatemalteca desde el punto de vista de la calidad del producto. Enfocado en la estandarización del proceso de mezclado para la reducción de los costos de producción a través del análisis estadístico de los parámetros fisicoquímicos y organolépticos de la mezcla de productos higiénicos.

La importancia de este estudio es el hecho de buscar la mejora continua del proceso productivo. dado que al estandarizar el proceso de mezclado se obtendrá un proceso más eficiente, en donde los costos de producción tendrán una reducción significativa al disminuir los tiempos de análisis y los tiempos de producción. El proceso tendrá una mejora significativa en la calidad del producto semiterminado, al evitar al 100 % los reprocesos de un producto y el rechazo por incumplimiento de parámetros de calidad.

Actualmente en Guatemala no existe una industria de productos higiénicos que manufacture sus productos al nivel de control que se presentará en esta investigación, puesto que no existen estudios sobre la estandarización de parámetros de control organolépticos de manera cuantitativa, por lo que la industria guatemalteca debe lidiar con estos ajustes de parámetros de forma empírica. Al poder crear una metodología cuantitativa a través de un análisis estadístico de los procesos la empresa en donde se aplique este estudio podrá

ser la primera PYME en poseer un control total sobre las variables operacionales en su proceso de fabricación.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Reducir los costos de producción de los productos higiénicos a través de la estandarización de las variables operacionales del proceso de mezclado para la una PYME guatemalteca.

5.2. Específicos

- Diagnosticar las variables operacionales que impactan directamente en el costo de producción.
- Caracterizar los equipos para el adecuado control de las variables operacionales del proceso de mezclado.
- Diseñar un procedimiento estándar de mezclado para la correcta ejecución del mezclado de productos higiénicos.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

A partir del presente estudio se pretende cubrir la necesidad de reducir el tiempo de producción de los productos higiénicos. Específicamente en el departamento de producción de una PYME dedicada a la comercialización de este tipo de productos, la cual obtendrá una reducción de los tiempos de reprocesos para el ajuste de parámetros fisicoquímicos y organolépticos de cada lote producido. Sumado a esto se debe considerar la estandarización de los procesos de mezclado de cada lote por tipo de producto. El efecto del aumento de la productividad a partir de la mejora en la calidad de cada línea de producto será una reducción de los costos de producción, lo que aumentará la rentabilidad de la empresa.

Para poder estandarizar el proceso productivo es necesario asegurar que las materias primas empleadas en el proceso de mezclado cumplan con las especificaciones de calidad necesarias, de ser así el resultado de cada mezclado no se verá afectado por desviaciones provocadas por la mala calidad de las materias primas utilizadas.

Cabe mencionar que el estudio también involucrará una adecuada definición de los porcentajes de excipientes para los productos higiénicos, esto previo a la generación de una orden de producción. Como parte de la estandarización, el lograr definir las cantidades adecuadas de reguladores de pH, viscosidad y coloración permitirá mitigar los ajustes a nivel industrial.

Para garantizar el logro de los objetivos planteados en el estudio se propondrá una metodología basada en un análisis estadístico, para determinar así las variables operacionales de mayor impacto en el proceso productivo, al tomar en consideración la reproducibilidad y la repetibilidad de los resultados de viscosidad, pH y densidad de cada lote de productos higiénicos semisólidos, así mismo para los líquidos higiénicos se incluirán en el estudio las variables de pH, densidad y absorbancia.

Estas variables deberán de ser analizadas al variar las condiciones que provocan ruido en los resultados; caben dentro de estas condiciones, el porcentaje de humedad relativa del área de trabajo, la experiencia del personal operativo y las variaciones en la calidad del agua empleada en la producción.

A partir de los resultados obtenidos en función de las variables antes mencionadas se podrá identificar los equipos adecuados para monitorearlas y cuantificarlas durante un proceso productivo, de esta forma se podrá determinar la inversión necesaria en equipos e instrumentación.

El procedimiento estandarizado de fabricación será el resultado de definir las variables de tiempo, temperatura y frecuencia de agitación para cada una de las materias primas en las adiciones sobre las mezclas a nivel productivo, estas variables se podrán determinar y cuantificar con los lotes pilotos durante el proceso de desarrollo del producto.

Figura 2. **Esquema solución**



Fuente: elaboración propia, realizado con Word.

7. MARCO TEÓRICO

Los fundamentos que sustentarán la presente investigación se muestran a continuación, con el fin de validar los posteriores análisis de las variables operacionales de un proceso productivo para productos higiénicos, a través de conceptos teóricos validos; tomando en cuenta diferentes puntos de vista.

7.1. Productividad

La productividad de un proceso de producción en la industria líquidos y semisólidos higiénicos se puede definir como la relación entre el número de unidades producidas y los recursos utilizados para producirlo. Por tanto, se considera como los recursos utilizados la mano de obra directa, materias primas, materiales de empaque, recursos energéticos y no mucho menos importante el tiempo invertido para la elaboración del producto.

Algunos autores afirman que:

Un proceso productivo es altamente eficiente si tiene una productividad maximizada: para grandes resultados se emplean mínimas unidades de entrada en el consumo. También puede hacer referencia a un proceso eficiente debido a que produce con una calidad alta, en consecuencia, la merma es baja: todas las unidades son aprovechables y se invierte poco en reprocesos. (Carro, 2020, p. 8)

Para la industria de productos higiénicos es importante tomar en cuenta el concepto planteado anteriormente, pues el factor calidad será el diferenciador entre un proceso eficiente y uno productivo.

7.1.1. Eficiencia y productividad

Dada la similitud entre los dos términos al abordar sus definiciones es indispensable clarificar sus diferencias. Mientras la eficiencia presentará el aprovechamiento de la mano de obra en función de tiempos o cantidades producidas la productividad también incluye esta relación entradas – salidas, sin embargo, la productividad incluirá el factor calidad, pues para determinar un índice de productividad no se incluye el producto que no cumple con los estándares de calidad.

La eficiencia de un proceso puede ser determinada a través de la relación de sus procesos teóricos y sus procesos reales, pudiéndose interpretar de la siguiente manera.

$$Eficiencia = \frac{Producción\ Real}{Producción\ Estandar} = \frac{Tiempo\ Estandar}{Tiempo\ Real}$$

7.1.2. Medida de la productividad

Al partir de los factores que nos permitirán relacionar las salidas (producto obtenido de alta calidad) y los recursos invertidos (entradas) podemos sustentarnos en la siguiente relación.

$$Productividad = Eficiencia * Calidad$$

Esta ecuación permite medir la productividad siempre en dependencia del enfoque que se pretende analizar, para términos de una planta de producción podría emplearse de la siguiente forma:

$$Productividad = \frac{Tiempo Real}{Tiempo Disponible} * \frac{Unidades Producidas}{Unidades Planificadas}$$

Al aplicar este concepto la productividad se obtendrá como un valor porcentual.

Según Carro (2020):

La eficiencia de un proceso productivo está relacionada con su productividad, su calidad, su costo, su ciclo de respuesta, su inversión, etc. A su vez, estos criterios dependen unos de otros: un equipo versátil y automático puede dar lugar, por ejemplo, a un corto ciclo de respuesta. Al hablar de productividad siempre se tiende a pensar en la mejora del rendimiento del personal en la línea de producción, bien sea mediante ritmos de trabajo más elevados, bien mediante las mejoras en los métodos. (p. 10)

Con esto se puede establecer el concepto de productividad de una forma más amplia, de manera que siempre que se realicen cambios en factores como el costo de materiales directos, la calidad del proceso, el ritmo de trabajo y el aprovechamiento de los recursos se obtendrá un efecto en el resultado de la productividad.

7.1.3. Factores para maximizar la productividad

Entre la variedad de factores que permiten maximizar la productividad significativamente se puede clasificar en: Externos (no controlables) e Internos (controlables). Distinguir los factores controlables de una organización es lo más importante previo al desarrollo de un plan de acción para maximizar la productividad.

Los factores internos a su vez se pueden subdividir en dos categorías: Duros o de difícil modificación y blandos o de fácil modificación. En factores duros se puede encontrar el producto en sí, las instalaciones, la tecnología y la energía, mientras que para factores blandos se encuentran la mano de obra, la metodología de trabajo y los estilos de dirección.

Según el autor Prokopenko (1989):

El mejoramiento de la metodología de trabajo, especialmente en las economías en desarrollo que cuentan con escaso capital y en las que predominan las técnicas intermedias y los métodos en que predomina el trabajo, constituye el sector más prometedor para la productividad. Las técnicas relacionadas con la metodología tienen por finalidad lograr que el trabajo sea más productivo mediante el mejoramiento del mecanismo en que se realiza, los movimientos humanos que se ejecutan, los instrumentos utilizados, la disposición del lugar de trabajo, los materiales manipulados y las máquinas empleadas. Los métodos de trabajo se perfeccionan mediante el análisis sistemático de los métodos actuales, la eliminación del trabajo innecesario y la realización del trabajo necesario con más eficacia y menos esfuerzo, tiempo y costo. (p. 15)

De todos los factores blandos el método de trabajo es un gran impulsor para aumentar la productividad de un procedimiento no automatizado. Mientras, por otra parte, la innovación tecnológica es el factor duro que más se puede aprovechar en la industria actualmente.

7.2. Calidad de un producto

La calidad de un producto puede estar relacionada al precio, imagen, publicidad, tecnología de una empresa, entre otros, pero al final recae en la opinión que tenga el comprador sobre el producto o servicio que este adquiera, ya que es el cliente quien va a decidir si lo que obtuvo es lo que buscaba y si satisface sus expectativas sobre el producto o no.

“La fórmula de Creación de valor para el cliente: $(\text{valor}) = (\text{atributos del producto}) + (\text{imagen}) + (\text{relaciones}) / (\text{precio})$ ” (Gutiérrez, 2010, p. 20).

7.2.1. Costos de calidad

Son todos aquellos costos que se generan en una empresa para poder presentar a sus clientes un producto de calidad y que cumpla con las expectativas que se tengan, y pueden estar divididos en dos tipos.

El primer tipo son los costos propios de la calidad, los cuales son los que aseguran que el producto resultante tenga la calidad deseada. Entre estos se incluyen los costos de prevención y costos de evaluación.

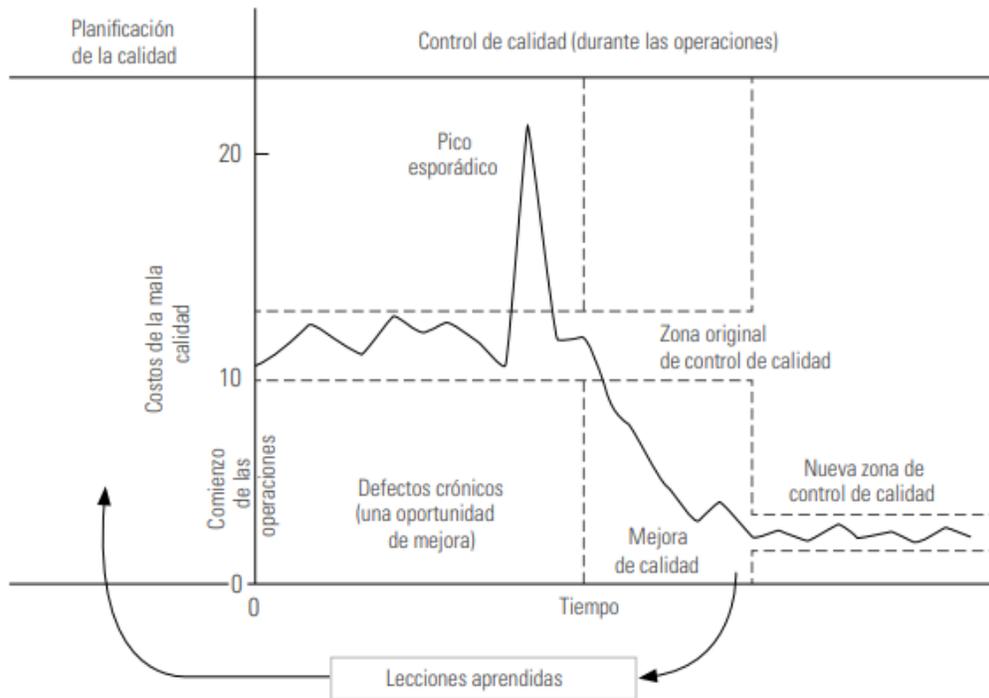
El segundo tipo son los costos de no calidad, estos son el tipo de gasto que se realiza debido a una deficiencia en el proceso o en los recursos mal

empleados, y que provoca que se gaste por segunda vez en un producto ya realizado, con lo cual incrementa su costo final. Se incluyen los costos por fallas internas que son todas aquellas que se puedan llegar a dar dentro de la empresa, tales como problemas en la maquinaria o mal empleo de algún proceso; y por fallas externas que como la palabra lo indica son todas aquellas que se originan fuera de la empresa, tales como una demanda o quejas de los clientes.

Según Gutiérrez (2010)

La trilogía de la calidad de Juran, es la representación gráfica del comportamiento de las mejoras de calidad en función de los costos generados, a medida que en cada ciclo de mejora (proyecto) se genera aprendizaje, al aplicarlo se producen ahorros por la reducción de los costos de no calidad. (p. 46)

Figura 3. **Los tres procesos universales de la gestión para la calidad**



Fuente: Gutiérrez (2010). *Calidad Total y Productividad*.

7.2.2. Planificación de la calidad

Para poder realizar una planificación de calidad, se deben tener en cuenta ciertas normativas y se deben seguir los siguientes pasos:

Según Gutiérrez (2010):

- Determinar el cliente objetivo
- Determinar las necesidades del consumidor.
- Traducir las necesidades al lenguaje de la compañía.

- Desarrollar un producto que responda a esas necesidades.
- Desarrollar el proceso capaz de crear productos con las características requeridas.
- Transferir los planes resultantes a las fuerzas operativas. (p. 46)

La planificación de la calidad es sumamente importante, pues esta deberá de alinearse con los objetivos empresariales de la compañía, a través de estos objetivos se podrá determinar qué características son las que el producto a fabricar deberá cumplir en términos estrictos. Posteriormente el proceso productivo se debe adaptar para cumplir con la calidad del producto, en búsqueda de ser un proceso eficiente y qué cómo resultado se obtenga el producto dentro de las características establecidas en la planificación.

En verdad, el proceso de planificación de la calidad es bastante complejo, y necesita de un enfoque sistemático para detectar y examinar componentes externos a la organización y confrontarlos con las habilidades de un sistema actual de producción. Este proceso establece quienes son los usuarios para conceptualizar las necesidades que tienen que cubrir las propiedades del producto, así como el desarrollo de procesos capaces de generar las propiedades de este, y como transferir los planes a las fuerzas operativas.

7.2.3. Control de la calidad

El control de calidad surge por la necesidad de poder monitorear todas las variables operacionales de un proceso productivo, a través de la comparación de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos de una muestra representativa de un lote de producción contra un parámetro de control previamente establecido.

Los controles son necesarios para identificar tanto fallas o defectos en el producto, como para determinar cuáles son los procedimientos que no aportan a la calidad del producto y cuales son imprescindibles.

El control de calidad como se conoce hoy en día se especializa en el cumplimiento de ciertas especificaciones que debe cumplir el producto resultante. Al ser estas especificaciones para los parámetros adecuados que miden la calidad del producto a través de su evolución con el tiempo. Para poder fijar los estándares apropiados es importante el poder enlazar las necesidades del consumidor con su parámetro de medición adecuado.

“La orientación hacia el cumplimiento de los estándares de calidad también puede ayudar a la mejora de la eficiencia, al reducir los costes de no calidad nacidos de fallos en el producto”. (Camisón, 2006, p. 156)

Camisón nos aclara, que los correctos parámetros establecidos de calidad también son parte fundamental de la productividad, pues a partir de ellos el proceso se podrá orientar a disminuir el número de unidades fuera de parámetros de calidad, unidades que por obvias razones no podrán salir al mercado.

7.2.4. Calidad orientada al producto

En sus primeros años, el concepto de calidad se concentraba en analizar el cumplimiento propio del producto final. Esta orientación inicia con definir la calidad como el cumplimiento paramétrico de una serie de especificaciones de los productos elaborados por una empresa productora. Este primer enfoque de la calidad tiene una visión reducida, pues se inspecciona el producto luego de su fabricación, y no se audita ninguna etapa del proceso.

En esta primera etapa la inspección de calidad es realizada por el mismo artesano pues son ellos quienes formaron parte de la primera revolución industrial.

Según Camisón (2006):

Alguna de las propiedades que definen a la producción artesanal son el control que el fabricante tiene sobre la calidad a lo largo de su proceso. Debido a la producción artesanal y a la ausencia de separación del trabajo, el fabricante podía establecer el control de todos los elementos y etapas del proceso, al rechazar las deficiencias. (p. 84)

Mientras la calidad se monitoreaba de forma artesanal surge una oposición con un verdadero proceso estandarizado. Esta orientación artesanal estaba basada en requisitos que el mismo artesano establecía, y cada artesano por obvias razones variaba en su criterio. Por otra parte, el surgimiento de innovaciones tecnológicas en los procesos de producción podía mecanizar y estandarizar fases.

Tras la adopción de la tecnología por diferentes plantas productivas se distribuye la responsabilidad para calidad y producción, desaparece entonces el autocontrol. Al colocar un responsable del control de calidad, quien, además de supervisar el trabajo de los obreros por tareas, asume el control de calidad total del producto terminado.

Cómo consecuencia de este enfoque, los errores de una producción son apreciables hasta ser inspeccionados como producto final, al aumentar los costos de no calidad, se reduce el margen de beneficio del producto final.

Al demostrar bajas en la productividad, la calidad orientada al producto requiere de un equipo completo de calidad, inspectores entrenados en los métodos de selección de producto en mal estado, así como la inclusión de inspectores en etapas del proceso productivo para detectar piezas defectuosas se mejora la desventaja en el margen de utilidad.

Actualmente, basarse en la orientación al producto tiene una desventaja notable y es que la satisfacción de la dirección de una empresa comienza a perderse ante la creciente complejidad de los sistemas productivos intercambiables y de las tecnologías de producción en masa.

7.2.5. Calidad orientada al proceso

A partir de las desventajas de centrarse en monitorear únicamente el producto la nueva orientación al proceso busca los problemas en línea, es decir, en este enfoque es importante no fabricar productos defectuosos para monitorear estrictamente los procesos de manufactura.

El CEP tiene por objeto adquirir la mayor cantidad de datos sobre el resultado de calidad de un producto y su proceso de manufactura a partir de una minoría de parámetros de control.

Según Camisón (2006):

El aporte primordial consiste en identificar que el proceso productivo demuestra variabilidad. Debido a efectos aleatorios como discrepancias en materias primas, contratiempos con el equipamiento e instrumentación, así como la habilidad y destreza de los operarios. La inconsistencia entre las variables es ineludible incluso al fabricar el mismo producto por la misma

persona al utilizar el mismo equipo e instrumentación. La deducción de esta observación es que los antiguos conceptos de producción intercambiable son imposibles, aunque se puede garantizar la estabilidad de un producto dentro de los márgenes de tolerancia. (p. 91)

Para abordar la problemática, se desarrollan métodos simples estadísticos que facilitan delimitar la variación recomendada, los gráficos de control se desarrollaron como método para diferenciar la muestra con la normal, resultado de errores aleatorios.

El aplicar esta metodología para cada fase del proceso productivo revela las causas tangibles traducidas a desviaciones de gran magnitud en los controles de calidad, para corregir estas desviaciones posteriormente con un plan de acción. Así se consigue reducir la pérdida interna mediante continuos controles en el proceso, concentrándose en las variables operativas con mayor incidencia.

7.2.6. Calidad orientada a la prevención

Las recomendaciones que el análisis estadístico brinda generalmente son drásticas y eventualmente no son sostenibles para la estructura de una PYME, por ejemplo, reconstruir desde cero un equipo de producción para mejorar el volumen de producción a alta calidad puede no ser rentable, rechazar lotes completos de materias primas pueden suspender la producción.

A raíz de esto se sustituye el enfoque de control de calidad por el de aseguramiento de calidad, el cual declina asegurar el proceso mediante la inspección, y propone el aseguramiento a través de la certera planificación, de todos los procesos y etapas productivas para alcanzar grandes resultados positivos en primera instancia, que garantizan la calidad desde el diseño.

Gutiérrez propone (2010):

La función de calidad se enriquece ahora con nuevas responsabilidades en el diseño de productos y procesos; en el aseguramiento de la fiabilidad del sistema mediante programas de mantenimiento preventivo y de nuevas técnicas de ingeniería; el establecimiento de un ciclo periódico de programación, monitoreo y optimización de la calidad; y la documentación del sistema. (p. 96)

En términos económicos, la inversión en programas preventivos, y diagnósticos de calidad previos en el diseño del proceso productivo, son de gran interés para compañías que requieren reducción en sus costos de calidad.

7.3. Productos higiénicos

Según el Reglamento Técnico Centroamericano 71.03.37:07 (2007):

Se considera un producto higiénico aquel destinado a ser aplicado en objetos, utensilios, superficies y mobiliario que estén en contacto con las personas en viviendas, edificios e instalaciones públicas y privadas, industrias y otros lugares, usados con el fin de limpiar, desinfectar, desodorizar y aromatiza. (p. 4)

Un producto higiénico va destinado principalmente al uso doméstico, la formulación del producto y sus principios activos tienen la función de desinfectar, aromatizar el ambiente, remover suciedad y proteger toda superficie u objeto que eventualmente tendrá contacto con un ser humano, sin importar la presentación comercial del producto, se excluyen aquellos productos con certificación para uso

hospitalario y plantas productoras de cloro, las cuales estarán regidas por otro Acuerdo.

En Guatemala la industria de productos higiénicos ha crecido considerablemente en postrimería, la competencia entre las PYMES dedicadas a la producción de esta gama, considerar altos márgenes de productividad es el factor clave para sostener la competencia entre las industrias dedicadas a los productos de higiene doméstica, cabe mencionar que existen actualmente diferentes canales de logística disponibles para el aprovechamiento de las empresas, desde venta directa, centralización del producto hacia los centros de distribución y exportaciones a Centroamérica, México y Republica Dominicana.

En otro orden de ideas, el ámbito internacional actualmente es cada vez más dinámico gracias a la globalización, el marketing internacional surge como una necesidad de exploración para las organizaciones en búsqueda de expandir sus fronteras comerciales, al considerar la información de la Asociación de Exportadores de Guatemala (Agexport), los productos higiénicos en Guatemala han registrado un incremento del 9 % en 2021, valorándose en 364 millones de dólares, que representan el 3 % de las exportaciones de todo el país.

7.3.1. Tipos de productos higiénicos

Pueden considerarse 3 principales clases de producto higiénico los cuales difieren por sus propiedades reológicas, es decir, se pueden clasificar por su grado de viscosidad. Los 3 grupos son: solidos, líquidos y semisólidos.

Dentro de esta clasificación existe una separación por el tipo de aplicación que el producto tenga, al considerar que el mercado está en innovación constantemente por las necesidades de cada generación de clientes podemos

clasificarlos y tomar como referencia el Anexo B del Reglamento Técnico Centroamericano 71.03.37:07.

Figura 4. **Tipos de productos higiénicos**

Tipos de Productos Higiénicos
Para efectos de este reglamento se consideran, entre otros, los siguientes:
Limpiador líquido
Limpiador sólido
Limpiador aerosol
Lavaplatos líquido
Lavaplatos sólido
Detergente líquido
Detergente sólido
Jabón en barra
Suavizante líquido
Toallas suavizantes
Desinfectante líquido
Desinfectante sólido
Desinfectante aerosol
Cera líquida
Cera en pasta
Destapadores de tubería
Quitamanchas
Líquido antigrasa
Abrillantador
Pulidor
Líquido antigrasa semisólido (para hornos convencionales)
Aromatizante ambiental

Fuente: MINECO (2007) *Reglamento Técnico Centroamericano 71.03.37:07*.

7.3.2. Canales de comercialización en Guatemala

Para las empresas que comercializan productos higiénicos en Guatemala el método más común es realizarlo a través de un distribuidor, al considerar el

segmento del mercado y el área geográfica en el que se desea posicionar el producto.

Los datos que nos permite visualizar Chaves en su estudio sobre los canales de distribución para productos en Guatemala es un balance del 20 % en producto importado, 35 % al mercado mayorista y 45 % al detallista. Al tomar en cuenta esta información es tangible la necesidad de cubrir el 80 % del abastecimiento del mercado con producciones en plantas guatemaltecas.

7.4. Condiciones de producción empresa del caso de estudio

El laboratorio productor del caso de estudio es una empresa que se dedica a la comercialización de productos higiénicos y cosméticos, que cuenta con una gama de productos que sus líneas de producción fabrican, desde detergentes de ropa, suavizantes de tela, desinfectantes para piso, jabones para manos, cremas tópicas, perfumería, gel antibacterial, desinfectantes hidroalcohólicos, brillantinas para el cabello y otros productos de menor proporción.

Todas estas líneas se han dividido en tres áreas diferentes de producción debido a las diferentes condiciones que se requieren para la fabricación de los diferentes productos, estas se clasifican en: fabricaciones desinfectantes hidroalcohólicos, fabricación de productos cosméticos, fabricación de productos higiénicos.

Dentro del área de Fabricación de productos higiénicos, se incluyen los productos dedicados a la limpieza del hogar; que cuentan con 2 líneas principales de producción, la primera línea produce lotes de 2000 L de higiénicos semisólidos, mientras la otra línea se dedica exclusivamente a lotes de 2000 L de líquidos higiénicos.

Las condiciones de ambas líneas de producción difieren especialmente en el proceso de mezclado, debido a las modificaciones reológicas que sufre el producto semiterminado, así como la manipulación que requieren sus materias primas para lograr el óptimo resultado en sus parámetros, sin embargo, los controles estadísticos del proceso son inexistentes en la actualidad.

7.5. Modelo mecánico y termodinámico de emulsificación

La mezcla de aceite y agua forma micelas minúsculas, que, con una adecuada agitación, una de las fases líquidas se encapsula dentro de la otra, este encapsulamiento responde a un ordenamiento por glóbulos individuales que dependen directamente del mecanismo de mezclado y la turbulencia generada.

Según Wilkinson (1990):

Si el tamaño de las corrientes de remolino locales es más pequeño que el de los glóbulos, estos se rompen en varias gotas más pequeñas bajo la fuerza de cizalla ejercida por el remolino. (p. 810)

Wilkinson hace referencia a la interfase que se forma entre la fase hidrofílica y la fase hidrofóbica, hace notar que la fuerza de cizalla en la agitación deberá de generar un vector en oposición a la tensión superficial de la interfase.

En el instante en que las gotículas formadas dentro de la interfase se rompen con la agitación, simultáneamente se encuentran en coalescencia, a esta formación se le denomina floculación. Con la agitación correcta la fase dispersa o continua de la emulsión puede ser reducida al mínimo, al dar la apariencia de un producto viscoso en el que microscópicamente se encuentra formado por millones de gotículas formadas en la fase de floculación.

En algunas ocasiones la inmiscibilidad de las fases puede requerir tratamiento térmico para poder incorporar ambas fases, por lo tanto, el modelo mecánico de coalescencia se apoya en un modelo termodinámico.

Sí la fuerza de atracción entre las moléculas similares es muy fuerte, agregar calor constante durante el proceso mecánico permitirá romper los enlaces moleculares, en el momento adecuado con enfriamiento lento, y al disminuir la fuerza de cizalla el efecto en el producto será el semisólido de alta viscosidad deseado. Este mecanismo de incorporación está sustentado en el hecho de que una sustancia en equilibrio térmico tendrá una mínima energía potencial. Por lo tanto, la emulsión cederá el calor suministrado previamente hacía su entorno por el efecto de la coalescencia de sus fases inmiscibles.

7.5.1. Estabilización de la emulsión

Bien formada la emulsión, el verdadero reto que surge es el estabilizar la mezcla durante el tiempo deseado. Pues al ser dos fases inmiscibles su estabilidad es en principio inestable según las leyes de la termodinámica, esto provoca una separación natural con el tiempo.

Si bien es inevitable esta separación, existen principios o mecanismos con los cuales se puede lograr una aceptable estabilidad, entre estos se puede encontrar el aumento de la viscosidad del sistema, la reducción al mínimo volumen de la fase interna, el aumento de la firmeza mecánica de la interfase y la disminución de la tensión superficial de la interfase.

7.5.2. Tensoactivos y emulsificantes

Como solución a la problemática de la estabilidad de una emulsión y al tomar en cuenta los principios para mejorarla, la recomendación es la aplicación de emulsificantes y tensoactivos en la interfase. “Se ha demostrado que es posible estabilizar emulsiones al proveer de una barrera física en la interfase que no sólo reduzca la probabilidad de su ruptura, sino que realmente prevenga que las gotículas se toquen unas con otras.” (Wilkinson, 1990, p. 812)

El funcionamiento de un emulsionante se sustenta en que su estructura molecular muestra una parte hidrofílica y una parte lipofílica. Al incorporar adecuadamente y en correctas concentraciones el emulsionante formará una protección o barrera en la interfase de las gotículas creadas en la emulsión, esto provoca el efecto de encapsulamiento gracias a la afinidad que la cabeza hidrofílica del tensoactivo tendrá con la fase hidrofílica de la emulsión.

7.5.3. Control de calidad y análisis de la emulsión

En el examen de control de calidad sobre la correcta emulsión se debe inspeccionar a detalle el aspecto físico de la mezcla, que incluye características organolépticas, color, aroma, textura y brillo.

La viscosidad es una de las principales medidas que se deben analizar, en la industria de productos higiénicos existen diversas metodologías para poder analizarla, pero actualmente se pueden emplear viscosímetros rotacionales por su versatilidad y compatibilidad con diferentes rangos de viscosidad.

Otra característica que la emulsión debe presentar es el cumplimiento en rango de su concentración de iones libres de hidrógeno, un potenciómetro es lo recomendable por su precisión en la medición de pH's.

La estabilidad de la emulsión podría ser considerado el parámetro por excelencia de una emulsión, dado a que es imposible someter a un estudio largo de estabilidad por cada lote de producción se recomienda un análisis de separación forzada por medio de una centrifugadora.

Cómo análisis adicional se puede implementar la metodología de Karl Fisher para el cálculo del contenido de agua en la emulsión, cabe mencionar que este método no es necesariamente requerido, pues si se tiene correctos controles en los procesos de mezclado, la cantidad de agua puede ser validada desde el instante en que se prepara la mezcla, en este ámbito se incluye el análisis de la identidad química de las fases separadas, pues este método se utiliza generalmente para la validación de emulsiones desconocidas.

7.6. Mezclado y fabricación de productos higiénicos

Los productos higiénicos tienden a producirse por sistema de lotes de producción o sistemas lote principalmente por la diversificación de sus productos en una sola línea de producción.

Las tres principales operaciones unitarias comprendidas en los sistemas de fabricación de este tipo de productos serán, el proceso de mezclado, el flujo de fluidos al aplicar bombeo y la filtración cabe mencionar que la operación de transferencia de calor es intrínseca del proceso de mezclado.

A pesar de esta clasificación resumida la literatura refiere a un amplio listado de operaciones unitarias en la industria de productos cosméticos e higiénicos.

Figura 5. **Campo de operaciones unitarias de la industria**

<i>Tipo de mezcla</i>	<i>Ejemplos</i>
1) Sólido-sólido: a) Separador. b) Cohesivo.	Ninguno. Polvos faciales, sombras de ojos y todas las mezclas secas.
2) Sólido-líquido:	a) Disolución (colorantes hidrosolubles, conservantes, tensioactivos en polvo, etc.). b) Suspensiones y dispersiones (pigmentos en aceite de ricino y en otros líquidos).
3) Líquido-líquido: a) Miscibles. b) Inmiscibles.	a) Reacciones químicas (formación de jabones a partir de ácidos y bases). b) Control pH. c) Mezclas (preparaciones alcohólicas, productos transparentes para brillo de labios). a) Extracción (ninguna). b) Dispersión (emulsiones).
4) Gas-líquido.	a) Absorción (ninguna). b) Dispersión (aireación y desaireación).
5) Distributiva: a) Transporte de fluidos. b) Flujo limitado.	Transferencia de calor (durante emulsiónamiento y otras fabricaciones). Bombeo (pastas y otros productos de elevada viscosidad).

Fuente: Wilkinson J. B. (1990) *Cosmetología de Harry*.

Cada operación unitaria se introduce en el proceso de producción que depende de las propiedades del producto, es decir, para productos característicos de alta viscosidad se emplearán operaciones diferentes que, para productos sólidos, y a su vez los productos líquidos tendrán sus propios controles operacionales. Estos procedimientos se seleccionan en búsqueda de la mayor estabilidad del producto en función del tiempo, la homogeneidad de la mezcla final para el aseguramiento de la correcta distribución del principio activo, la naturaleza de los excipientes en fórmula y los tratamientos mecánicos y térmicos que el producto requiere para poder ser desarrollado.

7.6.1. Mezcla de líquidos

Estimaciones rápidas pueden concluir que el 80 % de los productos higiénicos está representado por mezclas de líquidos, es evidente que los modelos de flujo en general serán parte importante de la producción de los líquidos y semisólidos higiénicos.

Según Wilkinson (1990)

No obstante, incluso para líquidos, la ciencia de mezclar no se ha desarrollado suficientemente como para hacer posible el mezclador óptimo que ha de ser diseñado, para una tarea dada a partir de cálculos puramente teóricos. Mucho del conocimiento que ahora tenemos es empírico, y se ha acumulado a partir de experiencia al utilizar ensayos prácticos; disponemos de escasos conocimientos de muchos de los procesos de mezcla que intervienen. (p. 850)

La mezcla de líquidos se puede clasificar en dos principales tipos, la mezcla sólido – líquido y la mezcla líquido – líquido.

7.6.2. Mezcla sólido – líquido

En algunas ocasiones la materia prima a emplear en el mezclado incluye formas higiénicas sólidas, por lo que el objetivo de mezclado será la correcta adición de estos materiales en la mezcla, ya sea por medio de una disolución, o una pulverización. En el caso de sólidos que no presenten una correcta solubilidad en nuestra base líquida se frecuenta la dispersión coloidal de sólidos en suspensión.

Los equipos para este tipo de mezclados varían al depender de su naturaleza reológica. Se puede indagar la metodología a emplear al sustentarse en emulsiones y métodos de suspensión, es decir, un tensoactivo o emulsificante será el excipiente principal para la correcta floculación del sólido, al tomar en cuenta que para la correcta incorporación del sólido se debe de considerar la parametrización final del producto, y los tratamientos térmicos y mecánicos necesarios.

Según Wilkinson (1990)

En la práctica, frecuentemente los mejores resultados no se obtienen con un tensoactivo, que disminuye considerablemente la tensión superficial del líquido, sino con lo que a veces se describe como «agente tensoactivo activador», que reduce la tensión interfacial entre sólido y líquido. (p. 875)

Se debe considerar que la viscosidad resultante no será efecto directo del tensoactivo, si no también se verá afectada por la cantidad de sólidos agregados, y esto puede dificultar la correcta dispersión, por lo que la correcta distribución porcentual de la fórmula es un criterio muy importante

7.6.3. Mezcla líquido – líquido

La mezcla de líquidos parte de un principio fundamental, este es la miscibilidad de las fases líquidas, de otra forma, es correcto describir la situación de incorporar líquidos miscibles, los cuales no presentan mayor complejidad, incluso puede describirse como la mezcla más simple que existe, sin embargo es de relevancia considerar que la mezcla deberá ser homogénea por lo que al aumentar el volumen de producción por lote, la energía mecánica suministrada a la mezcla es determinante para optimizar tiempos de producción.

Por otro lado, existe la posibilidad de enfrentar la situación en que se desee mezclar dos líquidos inmiscibles, en esta situación la única vía a tomar actualmente es la emulsificación. Pues esta permitirá la incorporación de ambas fases, siempre que se tome en cuenta que esta estará sujeta a un tiempo finito de estabilidad.

7.7. Envasado y empaque de productos higiénicos

En su mayor parte los productos higiénicos se envasan en función de sus propiedades reológicas, pues el diseño y la productividad del proceso debe adaptarse al producto para que la metodología de envasado sea rentable.

Según Wilkinson (1990)

El envasado es el arte o ciencia de la preparación de artículos y mercancías para transportar, almacenar y entregar al consumidor y las operaciones que implica. El envase vende lo que protege y protege lo que vende. (p. 941)

Lo importante para la industria de productos higiénicos es la compatibilidad que el envase tenga con el producto, puesto que en algunas circunstancias se emplean materias primas abrasivas y solventes que pueden presentar reacciones no deseadas con el envase, es de importante mención el hecho de que el envase primario debe cumplir la función de garantizar el despacho seguro al consumidor final siempre que se mantengan costos mínimos de adquisición.

Por regulaciones el envase primario deberá de contener la información necesaria para el consumidor, que brinde instrucciones de uso, fechas de vencimiento y advertencias para la seguridad del consumidor.

Dadas estas regulaciones necesarias en el envase, se deberá de incluir controles en el proceso productivo para garantizar que el envase cumpla con sus funciones a cabalidad. Los métodos de ensayo de materiales proporcionan información importante sobre las condiciones de este, a su vez permite garantizar la estabilidad del producto en condiciones de almacenamiento.

7.8. Controles en la fabricación

La inspección de calidad dará inicio en el momento previo a la adquisición de materiales y materias primas dedicadas a la fabricación de un lote, continua durante cada etapa del procedimiento de producción, esto concluye con la validación de cumplimiento de los parámetros de calidad, en algunos casos se incluyen ensayos microbiológicos para garantizar un producto inocuo.

Algunos requisitos para la elaboración de productos higiénicos son: Mantenimiento de áreas libres, cuidado e higiene del personal operativo, programas de limpieza y desinfección, controles de la calidad del agua, microbiología y vencimientos de materias primas, monitoreo de las fases de producción.

7.8.1. Ajustes en parámetros fisicoquímicos

En ocasiones, errores aleatorios ocasionan desviaciones en cumplimientos de los parámetros fisicoquímicos de un producto, entre los parámetros más afectados encontramos el efecto variable de la viscosidad y el pH en productos que contienen tensoactivos iónicos, pues generalmente la pureza de los viscosantes presenta variaciones. Por otro lado, el error humano es factor de variabilidad con estos parámetros pues la falta de estandarización en tiempos de

mezclado y fluctuaciones de calor en los tratamientos térmicos alteran los resultados de la media esperada.

Dadas las variantes, el pH y la viscosidad deberán de ajustarse con adiciones de materiales modificadores, encontrándose comúnmente para modificar el pH, ácidos y bases con propiedades amortiguadoras. Mientras que para los ajustes de viscosidad se debe recalculer el balance de tensioactivos iónicos y sus cargas.

No es extraño para un lote de producción la variabilidad en el color resultante, aunque las variables de control sean correctamente monitoreadas, en ciertas ocasiones se requerirá una corrección de color para contrarrestar el estándar de calidad.

Según Wilkinson (2017)

El procedimiento común es como sigue. Después de que se ha terminado la mezcla previa, una cantidad pequeña de la masa (generalmente 5 kg), que se supone representativa de la totalidad se examina en el laboratorio y, si es necesario, se especifica la adición de pigmento. (p. 848)

Actualmente para algunos productos higiénicos el análisis de color se efectúa por medio de un espectro colorímetro, el cual eliminará los errores atribuidos al criterio del ojo humano.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Contexto general

Descripción del problema

Formulación del problema (deberá incluir su árbol del problema)

Delimitación del problema

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 Estudios previos (recientes)

1.2 Antecedentes

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Productividad

2.1.1. Eficiencia y productividad

2.1.2. Medida de la productividad

2.1.3. Factores para la mejora de la productividad

2.2. Calidad de un producto

2.2.1. Costos de calidad

- 2.2.2. Planificación de la calidad
- 2.2.3. Control de calidad
- 2.2.4. Calidad orientada al producto
- 2.2.5. Calidad orientada al proceso (Calidad estadística)
- 2.2.6. Calidad orientada a la prevención
- 2.3. Productos higiénicos
 - 2.3.1. Tipos de productos higiénicos
 - 2.3.2. Canales de comercialización de productos higiénicos en Guatemala
- 2.4. Condiciones de producción.
- 2.5. Modelo mecánico y termodinámico de emulsificación
 - 2.5.1. Estabilización de la emulsión
 - 2.5.2. Tensoactivos y emulsificantes
 - 2.5.3. Control de calidad y análisis de la emulsión
- 2.6. Mezclado y fabricación de productos higiénicos
 - 2.6.1. Mezcla de líquidos
 - 2.6.2. Mezcla de sólido - líquido
 - 2.6.3. Mezcla de líquido - líquido
- 2.7. Envasado y empaque de productos higiénicos
- 2.8. Controles en la fabricación
 - 2.8.1. Ajustes en parámetros fisicoquímicos
- 3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN
 - 3.1. Características del Estudio
 - 3.1.1. Diseño
 - 3.1.2. Enfoque
 - 3.1.3. Alcance
 - 3.1.4. Unidades de análisis
 - 3.2. Variables

- 3.3. Fases del Estudio
 - 3.3.1. Fase 1: exploración bibliográfica
 - 3.3.2. Fase 2: gestión o recolección de la información
 - 3.3.3. Fase 3: análisis de información
 - 3.3.4. Fase 4: interpretación de información
- 3.4. Técnicas de análisis de la información
 - 3.4.1. Análisis exploratorio de datos
 - 3.4.2. Prueba de Q de Dixon
 - 3.4.3. Coeficiente de correlación parcial o múltiple R^2

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

9. METODOLOGÍA

La metodología de trabajo de la presente investigación propone un estudio mixto con un alcance explicativo y una metodología no experimental. Las unidades de análisis, variables y las diferentes fases que comprenden el estudio son descritas en esta sección.

9.1. Características del estudio

El enfoque del estudio propuesto es mixto, ya que integra sistemáticamente un método cuantitativo orientado a las variables operacionales que afectan en el proceso de mezclado, así como un método cualitativo que analizará los mejores equipos y procesos de mezclado para productos higiénicos.

El alcance es explicativo, dado que para determinar las variables operacionales que afectan a los costos de producción se deberá realizar una correlación entre ambas variables, así mismo la investigación contendrá la descripción de los equipos y la metodología adecuada del proceso de mezclado dados los resultados obtenidos en las correlaciones previas.

El diseño adoptado será no experimental, pues la información de la evaluación de las variables operacionales del proceso de mezclado para mejorar los costos de no calidad en la producción de líquidos higiénicos se analizará en su estado original sin ninguna manipulación; además será de corte transversal pues se analizará el comportamiento de las variables dentro de un periodo de tiempo determinado sobre una muestra predefinida.

9.2. Unidades de análisis

La población en estudio serán los lotes correspondientes a un mes completo de producción de productos higiénicos de la empresa tratada, la cual se encuentra dividida en subpoblaciones correspondientes a líquidos higiénicos y semisólidos higiénicos, de la cual se extraerán muestras de forma no probabilística, es decir, que serán estudiadas en su totalidad.

9.3. Variables

¿Qué variables operacionales son las que generan las variaciones en el costo del producto?

Tabla I. **Variables de pregunta auxiliar No. 1**

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Viscosidad	Viscosidad de los productos higiénicos semisólidos	Centipoises (Cps), Variable de intervalo que define la viscosidad dinámica del fluido.
Absorbancia	Cantidad de luz absorbida por la concentración de color en líquidos higiénicos.	Variable adimensional de intervalo, índice de longitud de onda absorbida de un Haz de luz en función de la concentración de una solución
pH	Grado de acidez en productos higiénicos	Variable adimensional de Intervalo, concentración de iones de Hidrogeno en una solución.
Tiempo de Mezclado	Tiempo por cada etapa de proceso de mezclado	Minutos (min) invertidos por cada etapa de mezclado, Variable de razón.
Costo de producción	Costo generado por las variables operacionales	Quetzales (Q) por unidad producida, Variable de razón.

Fuente: elaboración propia.

¿Existen equipos especializados para poder monitorear las variables operacionales del proceso de mezclado?

Tabla II. **Variables de pregunta auxiliar No. 2**

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Equipos de Monitoreo y Operación	Equipo dedicado al monitoreo, operación y medición de parámetros del producto	Variable nominal, categorización de la aplicación del equipo.

Fuente: elaboración propia.

¿Se cuenta con un procedimiento estandarizado para el mezclado de los productos higiénicos?

Tabla III. **Variables de pregunta auxiliar No. 3**

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Tiempo de Mezclado	Tiempo invertido por cada etapa del proceso de mezclado	Variable de Razón, Tiempo por cada etapa de mezclado (min)
Frecuencia de Mezcla	Velocidad del mezclado o fuerza de agitación en líquidos y semisólidos higiénicos	Variable de Razón, Revoluciones por segundo (Hz)

Fuente: elaboración propia.

9.4. Fases del estudio

Se describirán a continuación cuatro fases del estudio, correspondientes a la exploración bibliográfica, la recolección de información, el análisis de la información y la interpretación de la información para cada una de las preguntas de investigación propuestas; en búsqueda de alcanzar los objetivos planteados.

9.4.1. Fase 1: exploración bibliográfica

En la primera fase se realizará una exploración bibliográfica para enriquecer los conocimientos sobre las posibles variables operacionales que afectan el proceso de mezclado de un líquido higiénico, así como los diferentes equipos y operaciones unitarias que son necesarias para reducir los costos de fabricación en esta industria.

9.4.2. Fase 2: gestión o recolección de la información

En la segunda fase se efectuará una recolección de datos por medio de las bitácoras de producción y control de calidad de la planta de producción estudiada, al tomar en cuenta todas las variables involucradas en el proceso de mezclado, los resultados obtenidos en cada una de las mezclas realizadas en el periodo de tiempo del estudio.

Así mismo se realizará una recolección de la información sobre los equipos más adecuados a incluir para el monitoreo de las variables operacionales que generen mayor efecto en las variaciones de los resultados.

Se extraerá de la información las diferentes metodologías de fabricación y los diferentes procesos estandarizados para el correcto mezclado de los líquidos higiénicos.

9.4.3. Fase 3: análisis de información

En la tercera fase corresponde realizar el análisis de los datos recopilados para cada una de las variables involucradas en el proceso de mezclado de líquidos higiénicos, se analizarán sus tendencias y sus correlaciones con el costo de producción.

El análisis trasciende a los equipos de monitoreo y fabricación de los productos en fase de mezclado, se puede catalogar cada uno de los equipos disponibles, así como su funcionamiento y el posible efecto en el sistema de producción actual para los productos higiénicos.

Corresponde realizar el análisis del actual proceso de mezclado y poder identificar los efectos contraproducentes en sus etapas no controladas.

9.4.4. Fase 4: interpretación de información

En esta última fase se realizará una interpretación de los resultados obtenidos al correlacionar las variables operacionales identificadas con el costo de producción por lote producido, se identifican las variables de mayor impacto en el proceso.

Se realizará una caracterización de los equipos más adecuados para el monitoreo de dichas variables operacionales, así como los equipos más

adecuados para poder mitigar las variaciones obtenidas en los parámetros fisicoquímicos y organolépticos en la producción de líquidos higiénicos.

La interpretación final consiste en la definición de los métodos de fabricación más adecuados y con menor impacto económico en la producción, fruto del correcto análisis de cada etapa del proceso productivo.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El presente capítulo presenta el sustento de las variables de estudio a través de un análisis estadístico bivariado, enfocado específicamente en un análisis exploratorio de datos al utilizar medidas de tendencia central y una correlación entre las variables dependientes e independientes.

- Análisis exploratorio de datos: para poder determinar que variables operacionales generan mayor variación en el costo del producto terminado se deberán someter los datos obtenidos de viscosidad, absorbancia, pH, tiempo de mezclado a un análisis de tendencia central.

En esta etapa se determinan la media, mediana, desviación estándar y varianza para los datos recolectados de las variables antes mencionadas, cabe mencionar que la estadística descriptiva se realizará a través del software Microsoft Excel. Los resultados obtenidos se ilustrarán a través de tablas de información de estadística descriptiva por cada variable operacional.

- Prueba de Q de Dixon: dentro de los datos recolectados deberán de ser eliminados los valores anómalos o atípicos, a través de esta herramienta se determinará si los valores extremos en el grupo variables de estudio pueden ser retirados del grupo a someterse al análisis exploratorio de datos.

Este test se llevará a cabo de la siguiente manera:

1. Se ordenarán los datos a estudiar en orden ascendente para seleccionar el valor discordante, $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ (supuesto discordante).
 2. Se calcula la diferencia $d=x_6-x_5$ y la dispersión completa de la serie $w= x_6-x_1$
 3. El valor absoluto de “d” se divide entre la dispersión de la serie “w” para obtener el valor de Q experimental
 4. Se buscará en la tabla de valores Q_d de Dixon el valor de Q_c crítica para un intervalo de confianza dado.
 5. Sí Q_{exp} es mayor que Q_c se aplica el rechazo del valor atípico, de lo contrario el valor deberá de permanecer en el grupo de datos de estudio.
- Coeficiente de correlación parcial o múltiple R^2 : el éxito para identificar la magnitud de la influencia que tienen las variables operacionales con el costo de producción dependerá del análisis de correlación entre las variables de estudio con el resultado del costo de producción por cada lote elaborado.

Esta técnica de análisis se efectuará a través de gráficas del software de Excel, el cual permite el poder identificar el tipo de correlación o modelo matemático que relaciona las variables de estudio con la variación del costo de producción, adicional se podrá obtener el coeficiente de correlación R^2 al utilizar esta herramienta; dicho coeficiente podrá indicar su grado de correlación.

Los resultados obtenidos se ilustrarán a través de gráficos de comportamiento de las variables operacionales en función del costo de producción. Con base a los resultados se tomarán decisiones sobre los equipos

adecuados para poder monitorear el nuevo proceso estandarizado las variables operacionales.

11. CRONOGRAMA

El estudio estará dividido en 9 etapas que comprenderán un lapso de 15 meses en total, comprendidos desde el 30 de julio de 2021 que culminan el 30 de noviembre de 2022, el orden y periodo de cada una de las etapas se ilustra en la siguiente figura a través de un diagrama de Gantt dividido en meses de trabajo.

Tabla IV. Diagrama de Gantt cronograma

Nombre de la tarea	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Diseño de anteproyecto	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
Diseño de investigación protocolo																					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Exploración bibliográfica																																
Recolección de información																																
Análisis y depuración de información																																
Selección de variables operacionales																																
Redacción de informe final																																
Redacción de artículo científico																																
Elaboración y preparación defensa de tesis																																

Continuación Tabla IV.

Nombre de la tarea	Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12				Mes 13				Mes 14				Mes 15			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Diseño de anteproyecto																																
Diseño de investigación protocolo	■	■	■	■																												
Exploración bibliográfica					■	■	■	■																								
Recolección de información					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																
Análisis y depuración de información					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																
Selección de variables operacionales					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																
Redacción de informe final																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Redacción de artículo científico																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Elaboración y preparación defensa de tesis																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: elaboración propia, en Excel.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El siguiente estudio empleará recursos económicos, tecnológicos, estructurales y humanos, así como insumos varios que se describen según la siguiente tabla.

Tabla V. Recursos para emplear en la investigación

Recurso	Disponibilidad	Costo	Porcentaje Destino total	Fuente de financiamiento
Humanos	Honorarios del Investigador	Q 2,500 .00	6.0 %	Financiamiento Propio
	Honorarios del Asesor	Q 3,000 .00	7.2 %	Financiamiento Propio
Viáticos y Transporte	Viáticos para combustible	Q 1,500 .00	3.6 %	Empresa de Estudio
	Depreciación de vehículo	Q 450 .00	1.1 %	Empresa de Estudio
Información	Internet	Q 2,000 .00	4.8 %	Empresa de Estudio
	Impresión de documentos	Q 300 .00	0.7 %	Empresa de Estudio
Materias Primas	Material de empaque	Q 600 .00	1.4 %	Empresa de Estudio
	Materias primas	Q 1,500 .00	3.6 %	Empresa de Estudio
Tecnología y Servicio	Consumo eléctrico	Q 13,500 .00	32.4 %	Empresa de Estudio
	Agua desmineralizada	Q 1,800 .00	4.3 %	Empresa de Estudio
Equipo y Tecnología	Potenciómetro	Q 2,500 .00	6.0 %	Empresa de Estudio
	Viscosímetro	Q 8,000 .00	19.2 %	Empresa de Estudio
	Agitador magnético	Q 1,500 .00	3.6 %	Empresa de Estudio
	Uso del mezclador	Q 250 .00	0.6 %	Empresa de Estudio
	Aire comprimido	Q 250 .00	0.6 %	Empresa de Estudio
Imprevistos 5 % (+)		Q 1,982 .50	4.8 %	
SUBTOTAL		Q 41,632 .50	100.0 %	
APORTE DEL INVESTIGADOR		Q 2,500 .00		
TOTAL		Q 39,132.50		

Fuente: elaboración propia.

Dados los recursos requeridos se deduce que son suficientes para la investigación, así mismo se considera que es posible realizar el estudio.

13. REFERENCIAS

1. Calderón, M. (2014). *Propuesta en la administración de costos de los departamentos de asistencia a los centros de producción en un sector de la industria de especialidades químicas, en la ciudad de Guatemala, a través de un sistema de costeo por tiempo de actividad TDABC*. Tesis posgrado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
2. Camisón, C. (2006). *Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid, España: Pearson Educación, S.A.
3. Carro, R. (2020). *Administración de las operaciones: productividad y competitividad*. Mar del Plata, Argentina: Universidad Nacional de Mar del Plata. Recuperado de http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf
4. Chavez, G. (2008). *Artículos para el cuidado personal: Análisis para el mercado de Guatemala*. Costa Rica: PROCOMER. Recuperado de http://servicios.procomer.go.cr/aplicacion/civ/documentos/cuidado%20personal_guatemala_final.pdf
5. Crosby, P. (1967). *Cutting the cost of quality; the defect prevention workbook for managers*. Estados Unidos: Industrial Education Institute.
6. Escobar, R., Guardado, M., Nuñez, L. (2014). *Consultoría sobre estandarización de los procesos de producción con establecimiento de*

un sistema de costos, para la empresa agroindustrias buenavista, s.a. de c.v. Tesis posgrado. Universidad de El Salvador, El Salvador.
Recuperado de
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/6744/1/TESIS%20ESTANDARIZACION%20DE%20PROCESOS.pdf>

7. Espín, C., Guilcamaigua, J. (2017). Evaluación de los procesos productivos para la optimización en la empresa la madrileña, *Boletín Redipe*, 6(6), 161-173. Recuperado de
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6132717>
8. García, B. (2019). *Aplicación de la Ingeniería de Métodos para disminuir los desperdicios en la línea de producción de shampoo en un laboratorio cosmético*, Tesis de posgrado. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
Recuperado de
http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2482/IND_T030_06669687_M%20%20%20VELA%20GARCIA%20FRIGGENS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
9. González, L. (2015). Implementación de un sistema de gestión de costos de la calidad. Caso VÉRTICE. *Ciencias Holguin Revista Trimestral*, 21(4).
Recuperado de
<http://www.ciencias.holguin.cu/index.php/cienciasholguin/article/view/905/1008>
10. Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. México DF, México: McGrawhill

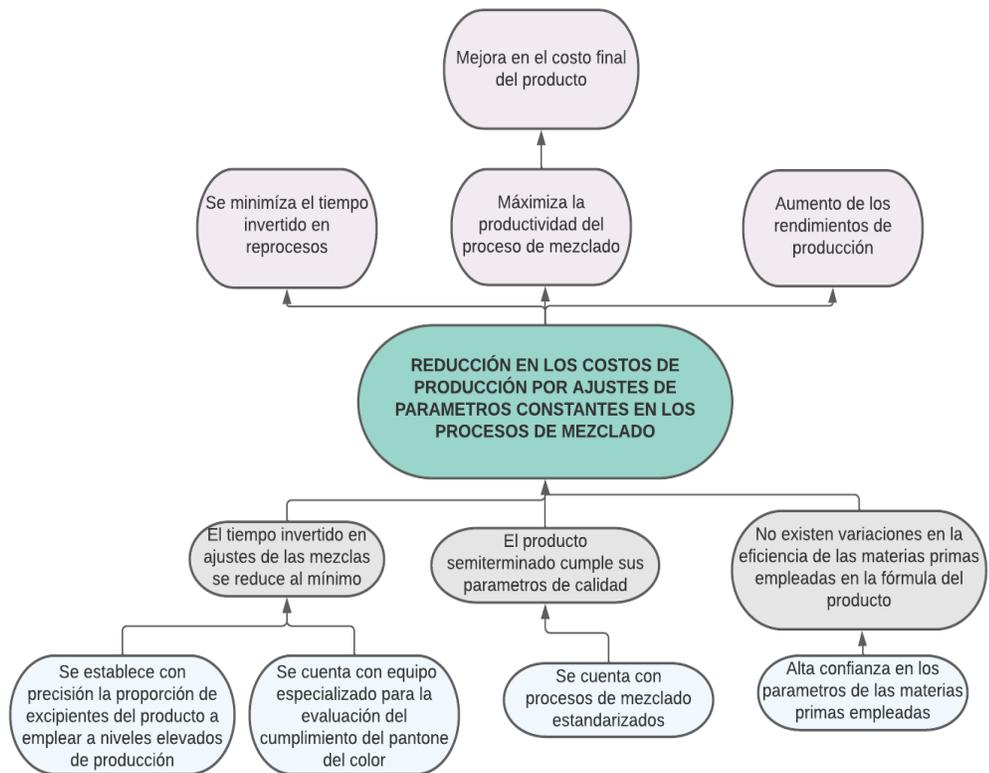
11. Llanos, C., Sánchez, M. (2014). Papel de la reconciliación de datos estacionarios en el desarrollo de modelos de proceso. *Optimización de Procesos*, 2(159), 12-12 Recuperado de <https://www.virtualpro.co/revista/optimizacion-de-procesos-segunda-entrega/12>
12. Pachacama, D. (2019). *Mejora de la productividad, en el área de mecanizado transfer para la fabricación de grifería en la empresa Franz Viegener, mediante la implementación de la metodología "Lean Manufacturing"*, Tesis de posgrado. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20581/1/CD%2010078.pdf>
13. Prokopenko, J. (1989). *La gestión de la productividad*. Ginebra, Suiza: Organización Internacional del Trabajo
14. Quinchiguango, S. (2019). *Mejoramiento de la calidad en los procesos de Pintura Electrostática de una PYME, ubicada en la ciudad de Quito, sector Amagás del Inca*, Tesis de posgrado. Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Quito, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17781/TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
15. Quishpe, V. (2016). *Propuesta de mejora en el control del proceso productivo para la asociación de productores de leche del cantón cayambe. caso: campinorte*. Tesis de posgrado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11649/Trabaj>

o%20de%20Titulaci%c3%b3n%20Vanessa%20Quishpe.pdf?sequence=1&isAllowed=y

16. Ramírez, C., García, M., Pantoja, C. (2010). *Fundamentos y Técnicas de Costos*. Cartagena, Colombia: Centro de Investigaciones, Universidad Libre Sede Cartagena. Recuperado de http://www.unilibre.edu.co/cartagena/pdf/investigacion/libros/ceac/FUNDAMENTOS_Y_TECNICAS%20DE%20COSTO.pdf
17. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 71.03.37:07. Productos higiénicos: registro e inscripción sanitaria de productos higiénicos. Guatemala. 2007
18. Wilkinson J. B. (1990). *Cosmetología de Harry*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A.

14. APENDICES

Apéndice 1. Árbol de objetivos



Fuente: elaboración propia, realizado con Word.

Apéndice 2. Matriz de Coherencia

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS
Evaluación de las variables operacionales del proceso de mezclado para mejorar los costos de no calidad en la producción de líquidos higiénicos	<p>Actualmente en el departamento de producción de una PYME dedicada a la industrialización de productos higiénicos existen variaciones significativas en el costo de producción de los productos provocadas por las desviaciones en los parámetros de calidad obtenidos en cada proceso de mezclado por batch producido.</p>	Principal: ¿Cómo reducir los costos de producción atribuidos a los constantes ajustes de parámetros durante el proceso de mezclado?	General: Reducir los costos de producción a través de la estandarización de las variables operacionales del proceso de mezclado
		Auxiliares: 1. ¿Qué variables operacionales son las que generan las variaciones en el costo del producto? 2. ¿Existen equipos especializados para poder monitorear las variables operacionales del proceso de mezclado? 3. ¿Se cuenta con un procedimiento estandarizado para el mezclado de los productos higiénicos?	Específicos: 1. Diagnosticar las variables operacionales que impactan directamente en el costo de producción 2. Caracterizar los equipos para el adecuado control de las variables operacionales del proceso de mezclado 3. Diseñar un procedimiento estándar de mezclado para la correcta ejecución del mezclado de productos higiénicos

Fuente: elaboración propia.