



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

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: DETERMINACIÓN DEL PARÁMETRO DE ESTABILIDAD QUE ALTERA LA CALIDAD DE LA CREMA REVELADORA DE COLOR EN UNA EMPRESA DE PRODUCTOS COSMÉTICOS

Perla Lucía Espinoza Ramírez

Asesorado por el M.A. Ing. David Alejandro Reynoso Revolorio

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: DETERMINACIÓN DEL PARÁMETRO DE ESTABILIDAD QUE ALTERA LA CALIDAD DE LA CREMA REVELADORA DE COLOR EN UNA EMPRESA DE PRODUCTOS COSMÉTICOS

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

PERLA LUCÍA ESPINOZA RAMÍREZ

ASESORADO POR EL M.A. ING. DAVID ALEJANDRO REYNOSO
REVOLORIO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Wong Daví
EXAMINADOR	Ing. Erwin Manuel Ortiz Castillo
EXAMINADOR	Ing. Jorge Mario Estrada Asturias
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

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:

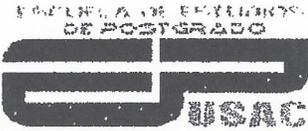
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: DETERMINACIÓN DEL PARÁMETRO DE ESTABILIDAD QUE ALTERA LA CALIDAD DE LA CREMA REVELADORA DE COLOR EN UNA EMPRESA DE PRODUCTOS COSMÉTICOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 29 de julio de 2017.

Perla Lucía Espinoza Ramírez



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / 2418-8000 Ext. 86226

AGS-MGIPP-028-2017

Guatemala, 29 de julio de 2017.

Director
Carlos Salvador Wong
Escuela de Ingeniería Química
Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante Perla Lucía Espinoza Ramírez carné número 200412445, quien optó 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 de Gestión Industrial.

Y si 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 Decimo, 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.

Sin otro particular, atentamente,

"Ia y Enseñad a Todos"



M.A. Ing. David Alejandro Reynoso R.
Asesor (a)

Dra. Alba Maritza Guerrero Spínola
Coordinadora de Área
Gestión de Servicios



MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recio
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo /LA

RESOLUCIÓN DE JUNTA DIRECTIVA: Proceso de Graduación Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011.



Ref.EIQ.TG.051.2017

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el informe de la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería, de la estudiante, **PERLA LUCÍA ESPINOZA RAMÍREZ**, ha optado por la modalidad de estudios de postgrado para el proceso de graduación de pregrado, que para ello el estudiante ha llenado los requisitos establecidos en el normativo respectivo y luego de conocer el dictamen de los miembros del tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el **Informe del Diseño de Investigación del Programa de Maestría en GESTIÓN INDUSTRIAL** titulado **“DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: DETERMINACIÓN DEL PARÁMETRO DE ESTABILIDAD QUE ALTERA LA CALIDAD DE LA CREMA REVELADORA DE COLOR EN UNA EMPRESA DE PRODUCTOS COSMÉTICOS”**. Procede a **VALIDAR** el referido informe, ya que reúne la coherencia metodológica requerida por la Escuela.

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Carlos Salvador Wong Davi
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, octubre de 2017

Cc: Archivo
CSWD/ale



Asociación Centroamericana de Acreditación de
Escuelas de Ingeniería y de Tecnología

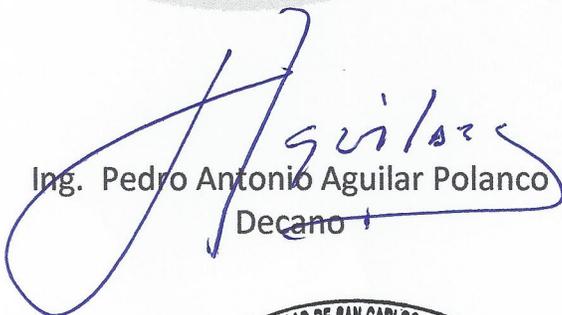




DTG.487.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: DETERMINACIÓN DEL PARÁMETRO DE ESTABILIDAD QUE ALTERA LA CALIDAD DE LA CREMA REVELADORA DE COLOR EN UNA EMPRESA DE PRODUCTOS COSMÉTICOS**, presentado por la estudiante universitaria: **Perla Lucía Espinoza Ramírez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, octubre de 2017

/gdech



AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por sus infinitas bendiciones, porque todo lo he realizado a través de su gracia.
Mi mamá	Por todo su amor, su constante apoyo y preocupación por mi crecimiento personal y profesional.
Mis hermanos	Por su apoyo.
Ervin Colindres	Por su amor, por estar a mi lado siempre, apoyarme y acompañarme día a día en mi crecimiento personal y profesional.
Mi asesor	Por ser un excelente guía y mentor, por compartirme sus conocimientos y motivarme con su ejemplo de profesionalismo y entrega.
Mis docentes	Por abrirme la mente y darme las herramientas para desarrollarme profesionalmente.
Mis compañeros de la carrera	Por compartir con alegría las vicisitudes de esta carrera y brindarme su amistad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	VII
GLOSARIO	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1. Descripción del problema	9
3.2. DELIMITACIÓN	11
3.3. Formulación de preguntas	11
3.4. Viabilidad de la investigación.....	11
3.5. Consecuencias de la implementación de la investigación	12
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS	15
5.1. Objetivo general	15
5.2. Objetivos específicos.....	15
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	17
7. MARCO TEÓRICO.....	19
7.1. Sobre la empresa de productos cosméticos.....	19

7.2.	Parámetros de estabilidad.....	21
7.2.1.	Estudio de estabilidad	21
7.2.2.	Parámetros de evaluación de estabilidad.....	25
7.2.2.1.	Potencial de hidrógeno (pH).....	26
7.2.2.2.	Densidad	26
7.2.2.3.	Viscosidad	26
7.2.2.4.	Concentración	27
7.3.	Crema reveladora de color	28
7.3.1.	Ingredientes.....	28
7.3.2.	Proceso de mezcla	29
7.3.3.	8.3.3 Concentración de peróxido de hidrógeno	29
7.3.4.	Peróxido de hidrógeno	30
7.3.5.	Usos y aplicaciones del peróxido de hidrógeno	31
7.3.5.1.	Aplicaciones del agua oxigenada en peluquería	34
7.3.5.2.	Precauciones al utilizar agua oxigenada en peluquería	35
7.3.5.3.	Conservación del peróxido de hidrógeno utilizado en peluquería	35
7.3.6.	Manejo y almacenamiento del peróxido de hidrógeno	36
7.3.7.	Propiedades del peróxido de hidrógeno	38
7.3.8.	Identificación de peligros del peróxido de hidrógeno	38
7.3.9.	Primeros auxilios ante la intoxicación con peróxido de hidrógeno.....	39
7.3.10.	Información toxicológica	40
7.3.11.	Estabilidad y reactividad del peróxido de hidrógeno	41

7.3.12.	Información ecológica.....	42
7.3.13.	Determinación del peróxido de hidrógeno por medio de volumetría RED-OX I, permanganimetría.....	43
7.3.13.1.	Fundamentos del análisis volumétrico	43
7.3.13.1.1.	Patrón primario.....	44
7.3.13.1.2.	Indicador.....	45
7.3.13.1.3.	Reducciones previas	46
7.3.13.1.4.	Reductores	47
7.3.13.1.5.	Oxidantes	47
7.3.13.2.	Métodos con permanganato	48
7.3.13.3.	Métodos con yodo	49
7.3.13.3.1.	Métodos directos	49
7.3.13.3.2.	Métodos indirectos	49
7.4.	Calidad	51
7.4.1.	Definición de calidad.....	52
7.4.2.	Enfoque de calidad	53
7.4.2.1.	Basado en el cliente	53
7.4.2.2.	Basado en el proceso	54
7.4.2.3.	Basado en el producto.....	54
7.4.3.	Ciclo de la calidad.....	54
7.4.4.	Factores que influyen en la calidad	56
7.4.5.	Principales causas de baja calidad.....	56
7.4.6.	Control de calidad.....	56
7.4.7.	Control estadístico de procesos.....	58
7.4.7.1.	Gráficas de control.....	60
7.4.7.2.	Diagramas de dispersión	62
7.4.7.3.	Diagrama causa-efecto (Ishikawa)	63

	7.4.7.4. Matriz de priorización	64
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	67
9.	METODOLOGÍA DE TRABAJO	71
9.1.	Enfoque mixto: cuantitativo y cualitativo.....	71
9.2.	Tipo de estudio: descriptivo y transversal	71
9.3.	Variables involucradas en la investigación.....	72
9.3.1.	Independientes.....	72
9.3.2.	Dependientes	73
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	83
10.1.	Técnicas de estadística descriptiva.....	84
10.1.1.	Desviación estándar	84
10.1.2.	Incertidumbre de medida.....	85
10.1.3.	Prueba t de Student	86
10.1.4.	Gráficas de control	87
10.1.5.	Diagramas de dispersión.....	88
11.	CRONOGRAMA	91
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	93
12.1.	Lista de instrumentos	94
12.1.1.	Cristalería	94
12.1.2.	Equipo	94
12.1.3.	Reactivos.....	95
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
14.	APÉNDICES	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ciclo de Deming	55
2.	Procesos que denotan situaciones anormales en el comportamiento de las muestras	61
3.	Diagrama de dispersión	63
4.	Diagrama de Ishikawa.....	64
5.	Gráfica de control.....	88
6.	Cronograma de actividades	91

TABLAS

I.	Tiempo de vida útil estimado.....	24
II.	Matriz de priorización	65
III.	Variables e indicadores	74
IV.	Ejemplo concentración de 20 volúmenes realizando la dilución a 50°C	77
V.	Parámetros para la aprobación del peróxido en crema.....	78
VI.	Diseño experimental evaluación de temperatura de dilución	80
VII.	Diseño experimental estudio de estabilidad	81
VIII.	Presupuesto	96

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Símbolo	Significado
ACGIH	<i>Association advancing occupational and environmental health.</i>
x_i	Cada uno de los datos.
cal	Calorías
cps	Centipoise
LC50	Concentración letal para el 50% de un conjunto de animales de prueba.
DQO	Demanda química de oxígeno.
DNA	<i>Deoxyribonucleic acid.</i>
σ	Desviación estándar.
DL50	Dosis letal para el 50 % de un conjunto de animales de prueba.
Δx_i	Es la i-ésima incertidumbre de la enésima variable
f	Función
°C	Grado centígrado
g	Gramos
IARC	<i>International agency for research on cancer.</i>
ISO	<i>International Standardization Organization.</i>
H⁺	Ion de hidrógeno
OH⁻	Ion Hidroxilo
kg	Kilogramos
<i>i</i> es	La i-ésima
LCL	<i>Lower Control Limit.</i>

MSST	<i>Maximum Safe Storage Temperature</i>
mL	Mililitro
mm Hg	Milímetros de mercurio
NIOSH	<i>National Institute for Occupational Safety and Health.</i>
NTP	<i>National Toxicology Program.</i>
N	Normal
<i>N</i>	Número total de datos.
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration.</i>
pH	Potencial de hidrógeno
\bar{x}	Promedio de los datos.
SADT	<i>Self Accelerating Decomposition Temperature</i>
UCL	<i>Upper Control Limit.</i>

GLOSARIO

Álcalis	Hidróxido de amonio o de los metales alcalinos, que pueden actuar como bases enérgicas, debido a que son muy solubles en agua: álcalis cáusticos.
Análisis volumétrico	Aquellos donde la cuantificación del analítico se realiza, a partir de la determinación cuidadosa del volumen de las especies que reaccionan.
Anfolito	Dícese de un cuerpo que puede comportarse como un ácido o como una base.
Calidad	Grado de cumplimiento con los requisitos del cliente.
Causa asignable	Son las variaciones inusuales, previamente no observadas, no cuantificables.
Causa común	Es la variación usual, histórica, cuantificable en un sistema.
Concentración	Es la proporción o relación que hay entre la cantidad de soluto y la cantidad de disolvente, donde el soluto es la sustancia que se disuelve, el disolvente es la sustancia que disuelve al soluto, y la disolución es el resultado de la mezcla homogénea de las dos anteriores.

Control de calidad	Es comparar los resultados obtenidos con los esperados.
Correlación	Correspondencia o relación recíproca entre dos o más o fenómenos.
Crema reveladora de color	Crema capilar cuyo ingrediente activo es el peróxido de hidrógeno y se utiliza como complemento del tinte para el cabello con el fin de aclarar las fibras capilares y permitir una mejor penetración del color.
Densidad	Relación entre la masa y el volumen de una sustancia, o entre la masa de una sustancia y la masa de un volumen igual de otra sustancia tomada como patrón.
Diagrama causa – efecto	Representación gráfica de la relación entre un efecto y todas sus causas o factores que originan dicho efecto.
Diagramas de dispersión	También conocidos como gráficos de correlación, estos diagramas permiten estudiar la intensidad de la relación entre dos variables.
Estabilidad	Propiedad de un cuerpo de mantenerse en equilibrio estable o de volver a dicho estado tras sufrir una perturbación.

Estequiometría	Es el cálculo de las relaciones cuantitativas entre los reactivos y productos en el transcurso de una reacción química.
Gráficas de control	Herramienta estadística utilizada para controlar y mejorar un proceso mediante el análisis de su variación, a través del tiempo.
Higroscópico	Sustancia capaz de absorber humedad del medio.
Indicador	Es un ácido o base débil que cambia de color, debido a una reacción química.
MSST	Máxima temperatura de almacenamiento seguro. Sobre esta temperatura la sustancia puede reaccionar violentamente.
Oxidante	Es un compuesto químico que oxida a otra sustancia en reacciones electroquímicas o de reducción-oxidación. En estas reacciones, el compuesto oxidante se reduce y gana electrones.
Parámetro	Elemento o dato importante desde el que se examina un tema, cuestión o asunto.
Patrón primario	Es usualmente un sólido que tiene composición conocida y elevada pureza.

Peso equivalente	Es la masa de una sustancia dada que sustituye o reacciona con un mol de electrones en una reacción redox.
pH	Coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa.
Reacción de dismutación	Reacción de reducción-oxidación donde un elemento es al mismo tiempo oxidado y reducido cuando la suma de potenciales de los correspondientes pares redox es mayor de 0.
Reacción redox	Se denomina reacción de reducción-oxidación, de óxido-reducción o simplemente, reacción redox, a toda reacción química en la que uno o más electrones se transfieren entre los reactivos, provocando un cambio en sus estados de oxidación.
Reductor	Es aquel que cede electrones a un agente oxidante.
SADT	Temperatura a la cual un peróxido inicia una reacción en cadena que es imposible detener.
Titulación	Es un método de análisis químico cuantitativo en el laboratorio que se utiliza para determinar la concentración desconocida de un reactivo conocido.
Valoración	Titulación.

Viscosidad

Es una medida de su resistencia a las deformaciones graduales producidas por tensiones cortantes o tensiones de tracción. La viscosidad se corresponde con el concepto informal de "espesor".

1. INTRODUCCIÓN

La industria cosmética se dedica a la manufactura de productos para la limpieza, el cuidado y la mejora de la apariencia de la piel y del cabello. Esta investigación se centra en una industria dedicada a la fabricación de cosmético capilares, es decir, para el cuidado del cabello, dentro de los cuales se encuentra la crema reveladora de color como uno de sus productos principales. La crema reveladora de color se utiliza en combinación con los tintes para el cabello y suele comercializarse por compatibilidad con los tintes de la misma marca.

Este es el caso de la crema reveladora de color del cual es objeto el presente diseño de investigación, se ha observado que los envases se están deformando y el producto se está derramando, en ocasiones también se observa un cambio en la densidad de la crema, todo esto se debe a la generación de oxígeno a partir del peróxido de hidrógeno el cual es el ingrediente activo de esta crema.

La investigación busca identificar el parámetro de estabilidad que provoca la pérdida de calidad del producto derivada de la deformación del envase y del derrame del contenido. Debido a que el peróxido de hidrógeno es vulnerable a reaccionar al estar expuesto a altas temperaturas, se hace necesario realizar la presente investigación para determinar si la temperatura a la que se realiza la dilución del mismo dentro de la crema reveladora durante su fabricación influye en la formación de oxígeno posterior a la fabricación. Así también, la investigación busca conocer percepción del cliente hacia la calidad del producto

y sus expectativas hacia el mismo, con el fin de llegar a proponer opciones para mejorar la competitividad del producto en el mercado.

Para realizar la investigación primero se hará una revisión documental al respecto de la crema reveladora de color, el peróxido de hidrógeno, el concepto de calidad y el control estadístico de procesos. Luego se Identificarán de los parámetros a evaluar durante el estudio al respecto de la estabilidad del peróxido de hidrógeno en la crema reveladora para proceder después a la investigación de campo por medio de observación de la fabricación, envasado y almacenaje del producto, verificando temperaturas durante el proceso y en el ambiente. Se realizará una experimentación a nivel laboratorio al respecto de la incidencia de la temperatura de dilución del peróxido de hidrógeno en la estabilidad del mismo, la cual incluye un estudio de estabilidad acelerada.

Para conocer la perspectiva del cliente con respecto a la calidad se realizarán encuestas a una muestra de profesionales en el cuidado del cabello para identificar los factores de calidad relevantes para que una crema reveladora de color tenga credibilidad en su funcionamiento e incremento en sus ventas. Finalmente, se tabularán los datos y se hará un análisis estadístico de los resultados obtenidos para los diversos parámetros de calidad evaluados en el producto y señalados por los clientes, con el fin de detectar la causa principal de la pérdida de calidad en la crema reveladora de color.

A partir de todo esto, se plantearán una opción de cambio en el proceso para corregir el problema del desencadenamiento de la reacción del peróxido de hidrógeno esperando que el producto vuelva a ser bien visto por los clientes y las ventas tanto del producto en cuestión como del producto relacionado aumenten a raíz que aumenta su competitividad en el mercado.

Con la mejora en la calidad de la crema reveladora de color y su adaptación a los requerimientos de calidad indicados por los clientes se espera que el producto sea percibido como uno de los mejores del mercado, lo cual a su vez beneficiaría a los usuarios ya que obtendrían el prestigio de utilizar productos de alta calidad en sus clientes, elevando así la percepción de los clientes sobre el nivel de prestigio de los salones profesionales que lo utilicen.

El diseño de investigación es experimental con enfoque mixto y el tipo de estudio es explicativo y transversal. La empresa dónde se realizará la investigación proporcionará los recursos físicos, humanos, de información, infraestructura tecnológicos e instrumentales para realizar el estudio.

El financiamiento de los costos será aportado por el investigador a excepción de los gastos de laboratorios los cuales cubrirá la empresa.

El informe final constará de cuatro capítulos principales:

El primer capítulo reunirá la teoría relevante para la investigación, incluyendo información sobre la empresa de productos cosméticos, parámetros de estabilidad, la crema reveladora de color y el peróxido de hidrógeno como su ingrediente activo, calidad y control estadístico.

El segundo capítulo consistirá en el diagnóstico de la calidad de la crema reveladora de color a partir de las observaciones de campo, encuestas y experimentaciones realizadas en el laboratorio.

El tercer capítulo consistirá en la presentación y discusión de los resultados obtenidos.

El cuarto capítulo presentará una propuesta para mejorar la calidad en la crema reveladora de color con base en el análisis de los resultados obtenidos.

Por último se sacarán conclusiones y se realizarán las recomendaciones pertinentes para lograr el incremento de las ventas y competitividad del producto.

2. ANTECEDENTES

Martínez Velásquez y Paniagua Gutiérrez (2010) realizaron un experimento en el Laboratorio de Equilibrio y Cinética de la Facultad de Química en la Universidad Nacional de México al respecto de la Descomposición Catalítica del Peróxido de hidrógeno:

Se evaluó la velocidad de reacción del peróxido de hidrógeno cuando se combina con diferentes concentraciones del catalizador condicromato de potasio. Se concluyó que la reacción es de orden cero sin importar la concentración del catalizador, pero sí se modifica la constante de rapidez habiendo un mayor volumen de oxígeno liberado cuando la concentración del catalizador era mayor.

Además de los factores de concentración de reactivo, presión y temperatura, la presencia de un catalizador también puede desencadenar la reacción sin que el mismo reaccione con el peróxido de hidrógeno.

El estudio realizado por Paternina, Arias y Barragán (2009) en el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias en la Universidad Nacional de Colombia sobre la cinética de la descomposición catalizada de peróxido de hidrógeno sobre carbón activado consistió en lo siguiente:

En dicho estudio se analizó la descomposición catalizada del peróxido de hidrógeno en una superficie sólida evaluando el efecto de la concentración inicial del reactivo y la temperatura mediante una ley de velocidad típica de una reacción en fase homogénea obteniendo una reacción de primer orden cuya constante de velocidad aumenta en función de la temperatura.

Este resultado da luz al hecho que la temperatura cataliza la reacción del peróxido de hidrógeno conforme esta aumenta.

Trebal (1974) en su artículo menciona un estudio similar en el cual evaluó la estabilidad y descomposición de las disoluciones de peróxido de hidrógeno:

En dicho estudio se compara la estabilidad del peróxido de hidrógeno en condiciones puras y diluidas en agua, en función de la temperatura desde 50 a 70° C, llegando a encontrar que por cada 10° C de aumento se incrementa la descomposición en un factor exponencial de 2.2×10^{-1} lo que implica que el peróxido puede guardarse sin que sufra pérdidas mayores al 1 %. Si la temperatura es de 100° C la descomposición sería de un 2 % en 24 horas. Así también se encontró que el peróxido de hidrógeno es estable en su concentración de 90 % pero su porcentaje de descomposición aumenta ligeramente en concentraciones entre 95 y 40 %.

El resultado de este estudio es importante para descartar el posible efecto de la estabilidad de la materia prima como tal, así también se comparará el efecto de la descomposición de la dilución pero en este caso será para una crema reveladora de color, llegando a evaluar también la incidencia de la estabilidad de la concentración del peróxido en dicha crema según sea la temperatura de su dilución.

De la Macorra García, Brizard, Rincón Arévalo, & Nieves Sánchez (2004) en su estudio cinético de la descomposición del peróxido de hidrógeno en condiciones de extrema alcalinidad realizado en el Departamento de Tecnología Industrial, de la Escuela Politécnica Superior, en la Universidad Alfonso X el Sabio determinaron que:

Analizando el efecto de cuatro concentraciones de un medio alcalino (0, 2, 3, y 4 %) y tres temperaturas (90, 110 y 130° C) desde el punto de vista cinético para el aumento de la descomposición, se confirmó que las órdenes de reacción son 0 respecto al peróxido de hidrógeno y que tanto la temperatura de operación como el pH elevado aceleran la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno.

Estos resultados permiten prever que las condiciones de pH y de temperatura dentro del estudio a realizar son variables relevantes con respecto a la velocidad de descomposición del peróxido de hidrógeno.

Finalmente, Vinces Remache (2015) realizó un estudio en la Unidad Académica de Ciencias Empresariales de la Universidad Técnica de Machala sobre los factores que inciden en la disminución de ventas de empresas comercializadoras de cosméticos y propuetas, para mejorar ventas en el cual establece lo siguiente:

Los problemas que originan la disminución de ventas en las empresas comercializadoras de cosméticos son de preocupación para la alta dirección y se ven influenciados por factores como la competencia, el contrabando, la baja calidad y menor precio de otros productos, deficiencia en la calidad del servicio al cliente, administración ineficiente, desmotivación laboral, bajo posicionamiento y estancamiento tecnológico.

Conocer esto es importante, debido a que el estudio a realizar buscará comprobar cuáles son los factores relevantes para la buena percepción de la calidad de la crema reveladora de color por parte del cliente lo cual le motivaría a la compra del producto.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El envase de la crema reveladora de color se está deformando y el producto se derrama, lo cual disminuye su calidad, por lo que se recibieron devoluciones del 70 % del producto vendido en el mes y las ventas disminuyeron un 50 %.

3.1. Descripción del problema

La pequeña empresa nacional en la que se centra la presente investigación se dedica a la producción y distribución de productos para el cuidado del cabello para uso profesional y está ubicada en la Carretera Roosevelt. Su producto máster es el tinte para el cabello el cual se comercializa con la crema reveladora de color en distintas concentraciones: 10, 20, 30 y 40 volúmenes, según sea su utilidad.

En el mes de octubre del año 2015, se presentó un problema de calidad en la crema reveladora de color, dos lotes de producción presentaron un 60 % envases deformados y con producto derramado estando aún almacenados en la bodega, y se empezaron a recibir devoluciones del 70 % del producto vendido en el mes por los mismos motivos así como por baja viscosidad en el producto, representando una pérdida de alrededor del 50 % de ventas incluyendo ventas del tinte por ser un producto comercializado como su complemento. La fórmula del producto es de origen alemán y no se ha modificado desde que se inició la producción de este producto, pero se observó que históricamente se ha presentado una tendencia de alrededor de un 20 % en pérdidas por derrame de producto.

El envase hinchado, el derrame del producto y la disminución de viscosidad son consecuencias de la liberación de oxígeno a través de la reacción del peróxido de hidrógeno. El peróxido de hidrógeno utilizado para elaborar el producto tiene una alta reactividad y es necesario tener un cuidado especial durante el proceso de fabricación para evitar la descomposición del mismo por la presencia de iones metálicos, materia orgánica, altas temperaturas y condiciones de pH que puedan desencadenar la reacción.

No hay ingredientes que interfieran desencadenando la reacción como hidróxidos, materia orgánica o iones metálicos, por lo que debe evaluarse si la temperatura a la que se diluye el peróxido de sodio es un factor dentro del proceso de mezcla que esté influyendo en la inestabilidad del producto. El Consejo Colombiano de Seguridad (2005) sugiere que el peróxido debe manipularse a temperaturas menores de 40°C, lo cual no se realiza en el procedimiento original pues éste indica 80°C, por lo que se modificará el procedimiento y se evaluará si un cambio en la temperatura de dilución del peróxido disminuye la incidencia de la descomposición del peróxido de hidrógeno posterior a terminada la fabricación.

La pérdida de calidad del producto ocasionada por la reacción del peróxido de hidrógeno afecta la percepción del cliente hacia el producto y hacia la marca por lo que el producto es rechazado y las ventas disminuyen, llegando incluso a afectar la aceptación por parte del cliente de productos relacionados como lo es el tinte que se comercializa con la crema reveladora en cuestión, ya que deja de venderse como consecuencia de la falta de calidad del peróxido de hidrógeno con el que debe combinarse.

3.2. Delimitación

La investigación se realizará a en el laboratorio fisicoquímico dentro de las instalaciones de la empresa fabricante del producto en cuestión.

El período de ejecución de la misma será desde enero hasta junio del año 2017.

3.3. Formulación de preguntas

- Pregunta central
 - ¿Qué parámetro de estabilidad altera la calidad de la crema reveladora de color?

- Preguntas auxiliares
 - ¿Cuáles son las variables del proceso que ponen en riesgo la estabilidad del Peróxido de hidrógeno en la crema reveladora de color?
 - ¿Cuál es la causa principal de la pérdida de calidad de la crema reveladora de color?
 - ¿Qué medidas se pueden realizar para aumentar la estabilidad del producto y la competitividad del mismo en el mercado?

3.4. Viabilidad de la investigación

La empresa productora y distribuidora de productos para el cuidado del cabello autoriza a realizar la presente investigación y otorga acceso a las instalaciones, recursos y documentación necesaria para realizar el estudio.

El financiamiento de los gastos en que se incurra durante la investigación será aportado por el investigador.

3.5. Consecuencias de la implementación de la investigación

- De realizarse:
 - Se evitará que el producto sufra cambios en viscosidad, que se derrame y que el envase se deforme.
 - Se mejorará la calidad del producto al garantizar la vida útil del mismo.
 - Se mantendrá la competitividad de la marca en el mercado de productos profesionales.
 - Se evitará que la empresa continúe teniendo pérdidas económicas a raíz del derrame de producto en sus bodegas.

- De no realizarse:
 - Las ventas de la crema reveladora de color y del tinte asociado con dicho producto continuarán disminuyendo.
 - Se continuará perdiendo material de envase y producto, debido a los derrames.
 - La marca perderá competitividad en el mercado de productos profesionales para el cabello.
 - La empresa enfrentará pérdidas económicas que dificultarán el sostenimiento de sus procesos.

4. JUSTIFICACIÓN

La línea de investigación con la que se relaciona el presente estudio es la de calidad, la cual específicamente se relaciona con el curso de tecnología para la calidad de la maestría en Gestión Industrial, porque se busca analizar la calidad del producto a través de gráficas de control que evidencien la tendencia de degradación del peróxido de hidrógeno en la crema reveladora de color en comparación con los parámetros esperados.

Al identificar que el problema de calidad en la crema reveladora de color se debe a la generación de oxígeno, a partir de la reacción del peróxido de hidrógeno, se considera que es necesario corroborar la tendencia de degradación del peróxido de hidrógeno en una crema al no haber estudios previos al respecto y a su vez esto ayudará a corroborar que se le está asignando un tiempo de vida adecuado a la crema reveladora de color.

La necesidad de realizar la presente investigación proviene de la vulnerabilidad del peróxido de hidrógeno para reaccionar al estar expuesto a altas temperaturas, por lo que se busca determinar si la temperatura a la que se realiza la dilución del mismo dentro de la crema reveladora durante su fabricación influye en la formación de oxígeno posterior a la fabricación.

Así también se evalúa a través de observación la posible incidencia de la temperatura de almacenamiento, el material del envase y parámetros de estabilidad que influyan en la generación de oxígeno, a partir del peróxido de hidrógeno para realizar recomendaciones en caso de detectarse de nuevo el

problema después de haber asegurado la conservación del activo en el momento de su fabricación.

La importancia del estudio radica en que la crema reveladora de color se comercializa en conjunto con el tinte por ser su complemento. Siendo el tinte el producto máster de la empresa comercializadora de productos para el cuidado del cabello, el hecho que el complemento recomendado para utilizar con el tinte tenga problemas en su calidad afecta la reputación de los dos productos en el mercado así como la competitividad de la marca. Por ello se realizará un sondeo de opinión entre profesionales del cuidado del cabello para determinar los factores de calidad más relevantes para que una crema reveladora de color tenga credibilidad en su funcionamiento, así tener una referencia al respecto de la calidad esperada por parte del cliente al momento de la compra, comprobando que la crema reveladora de color que es sujeto de estudio tiene potencial de aceptación entre los usuarios para incrementar sus ventas.

El presente estudio busca beneficiar a la empresa para disminuir las pérdidas ocasionadas por el derrame de producto ocasionado por dicha reacción e incrementar las ventas del mismo, a través de su adaptación hacia la expectativa del cliente con respecto a su calidad, mejorando entonces su competitividad.

Como beneficiarios adicionales a la empresa están los usuarios del producto, ya que obtendrán un producto de alta calidad que al ser percibido como uno de los mejores del mercado elevará la percepción de los clientes sobre el nivel de prestigio de los salones profesionales que lo utilicen.

5. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

5.1. Objetivo general

Determinar el parámetro de estabilidad que altera la calidad de la crema reveladora de color.

5.2. Objetivos específicos

- Establecer las variables del proceso que ponen en riesgo la estabilidad del peróxido de hidrógeno en la crema reveladora de color.
- Analizar la causa principal de la pérdida de calidad de la crema reveladora de color.
- Proponer medidas a realizar para aumentar la estabilidad del producto y la competitividad del mismo en el mercado.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

La necesidad básica a cubrir es evitar reclamos por mala calidad en la crema reveladora de color derivados de variaciones de viscosidad del producto, envases deformados y producto derramado como consecuencia de la generación de oxígeno ocasionada por la reacción del peróxido de hidrógeno presente en la crema; así también es necesario determinar los factores de calidad relevantes para los clientes con el fin de poder incrementar las ventas del producto.

A continuación se describe la forma o el esquema de solución del trabajo de investigación y consiste en lo siguiente:

- Investigación documental al respecto de la crema reveladora de color, el peróxido de hidrógeno, el concepto de calidad y el control estadístico de procesos e identificación de los parámetros a evaluar durante el estudio al respecto de la estabilidad del peróxido de hidrógeno en la crema reveladora.
- Investigación de campo por medio de observación de la fabricación, envasado y almacenaje del producto, verificando temperaturas durante el proceso y en el ambiente.
- Experimentación a nivel laboratorio al respecto de la incidencia de la temperatura de dilución del peróxido de hidrógeno en la estabilidad del mismo, incluyendo un estudio de estabilidad acelerado de las muestras involucradas en comparación con una muestra estándar del producto.

- Realización de encuestas a una muestra de profesionales en el cuidado del cabello para identificar los factores de calidad relevantes para que una crema reveladora de color tenga credibilidad en su funcionamiento e incremento en sus ventas.
- Tabulación de datos y análisis estadístico de los resultados obtenidos para los diversos parámetros de calidad evaluados en el producto y señalados por los clientes, con el fin de detectar la causa principal de la pérdida de calidad en la crema reveladora de color
- Elaboración del informe final en el cual se discutirán los resultados y se obtendrán las conclusiones y recomendaciones que orientarán a la solución del problema por medio de la propuesta de medidas para aumentar la estabilidad del producto y la competitividad del mismo en el mercado.

7. MARCO TEÓRICO

A continuación se describen los conceptos básicos a ser aplicados durante la realización de la investigación:

7.1. Sobre la empresa de productos cosméticos

Ubicada en el km 14.5 Carretera Roosevelt, la empresa de productos cosméticos en la cual se realiza el estudio es una pequeña empresa nacional conformada por 21 empleados comprendidos en los departamentos de gerencia, bodega, administración, ventas y área técnica. Es una empresa atípica dedicada a la fabricación y comercialización de productos cosméticos para uso profesional, aun así no cuentan con una planta de producción y dependen de una maquila. La maquila cuenta con un 40 % de participación en la empresa.

La empresa surgió con la consigna de establecerse en el área de salones y academias de belleza, buscando brindar productos de alta calidad con precios justos y un servicio personalizado. Fue fundada hace 19 años por el actual gerente general, después de haber tenido la experiencia de laborar durante 22 años en una empresa alemana dedicada a la fabricación y venta de productos capilares, la cual ya está desaparecida. Inició dedicándose a la fabricación y venta de productos capilares y ha tenido un crecimiento continuo llegando también a ser distribuidores de accesorios, mobiliario y equipo para salones, incursionando recientemente en productos para manicura y pedicura, conformándose como una empresa que le da al cliente objetivo prácticamente todo lo que necesita para establecer un salón de belleza. Actualmente cuenta

con un portafolio de más de 1,500 diferentes productos así como más de 56 variedades de tintes para el cabello. Sus ventas se realizan en Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica El 95 % de la producción se destina al área profesional y el 5 % a retail en supermercados.

La alta gerencia visualiza la competitividad de su empresa como estar a la vanguardia manteniendo actualizadas las formulaciones y servicios que presta. La mayoría de los empleados están comprendidos en el área de ventas como enfoque principal y cuentan con el área técnica que son profesionales que visitan clientes y academias, demostrando el buen uso del producto. Una de sus ventajas competitivas es su personal, pues se ha ido formando en la empresa y tiene muy baja rotación, por lo que el conocimiento de los productos y procesos es amplio. Dentro de los aspectos que en algún momento llegan a afectar la competitividad de la empresa están:

- Dificultad para conseguir envases innovadores con proveedores locales.
- Dependen de la importación de materiales y en algunos casos los niveles de consumo son bajos y los mínimos de venta del proveedor son altos, por lo que hay casos en que se deben comprar materias primas para un año o año y medio.
- Dependen de la maquila para el desarrollo y producción de sus productos, por lo que son lentos en reaccionar cuando se están haciendo nuevos proyectos, ya que dependen de la disponibilidad de tiempo y recursos de la otra empresa, además no pueden influenciar directamente en el proceso de producción del producto ni cuentan con control de calidad instalado en la maquila para monitorear la aprobación de los

materiales y el proceso; todos esos servicios son prestados por la maquila bajo estándares de la empresa.

Estos aspectos principalmente traen como consecuencia la pérdida de oportunidades, por falta de producto, llevando al cliente a comprar con la competencia, la pérdida económica debido a la disminución de las ventas y la pérdida de la imagen debido al incumplimiento con el cliente. Para evitar este tipo de casos llevan un especial cuidado con su inventario de productos importados considerando el tiempo de llegada de los pedidos entre 2 y 2 meses y medio llegando a tener muy baja incidencia de problemas en este aspecto.

7.2. Parámetros de estabilidad

La estabilidad de un producto cosmético de un se da por su capacidad de mantener sus características fisicoquímicas, microbiológicas u organolépticas durante determinado período de tiempo, el cual al finalizar determina el vencimiento de dicho producto. Para determinar el tiempo de vida o la vigencia de las características de un producto, es necesario realizar estudios de estabilidad los cuales pueden ser a corto o largo plazo, a continuación se detalla al respecto.

7.2.1. Estudio de estabilidad

Debido a que usualmente un producto debe salir rápidamente al mercado, muchas veces no hay oportunidad de realizar un estudio completo sobre su estabilidad y por lo tanto, la vigencia suele estimarse de manera empírica.

El tiempo de vida de un producto es el periodo en el cual éste mantiene sus características físicas, funcionales y de seguridad. Los estudios de

estabilidad son una herramienta que permiten determinar desde el momento de la formulación del producto si este conservará sus características durante el periodo de tiempo que se desea establecer para el producto.

Melo Zambrano Moncada Rodríguez (2016) indican que existen dos tipos de estabilidad: física y microbiológica, y cada una puede ensayarse de manera natural, acelerada o preliminar.

Los estudios de estabilidad de corto plazo tienen por finalidad predecir la vida útil del producto, cuando éste se mantiene bajo condiciones ambientales corrientes de almacenamiento y uso. Los estudios de corto plazo se pueden a su vez denominar acelerados, cuando las condiciones aplicadas al ensayo permiten acelerar el grado de descomposición química de un componente crítico del producto, el cual se emplea como rastreador de la estabilidad del sistema.

El grado de deterioro observado puede ser interpretado con base en conceptos cinéticos y a partir de él, se puede estimar en una forma bastante confiable la vida útil del producto.

La Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (2005) recomienda para los ensayos de estabilidad acelerada lo siguiente:

- Que las muestras sean acomodados en frascos de vidrio neutro, transparente, con tapa.
- Se debe evitar la incorporación del aire en el producto durante el envasado en el recipiente de prueba. Es importante no completar el volumen del recipiente y dejar proximadamente un tercio de la capacidad del frasco para posibles intercambios gaseosos.

- Se puede realizar un ensayo paralelo con el material de acondicionamiento final para así verificar la compatibilidad entre la fórmula y el empaque.
- Generalmente tiene una duración de 90 días. Las muestras pueden ser sometidas a calentamiento en estufas, enfriamiento en refrigeradores y exposición al la luz y el ambiente.

Ponce D'León (2002) señala que para un estudio acelerado de estabilidad se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Realizar sobre muestras tomadas de por lo menos tres lotes de tamaño piloto industrial, los cuales son manufacturados con un procedimiento estandarizado.
- Las muestras deben estar presentadas en el mismo tipo de envase primario en que se piensa comercializar el producto.
- Cuando se trata de una evaluación química, se recomiendan como mínimo tres unidades experimentales, por muestra a manejar, analizadas en forma independiente.
- Cuando en los ensayos de evaluación química se utiliza el calor como factor de aceleración, se deben efectuar experimentos por lo menos a dos temperaturas diferentes, cuyo intervalo debe ser mayor o igual a 7°C. El rango de temperaturas más empleado es 37^o-45°C.
- Para el estudio se recomienda duración de por lo menos tres meses, haciendo evaluaciones al inicio (tiempo cero), al primer, segundo y tercer mes.
- Con los datos obtenidos de la concentración remanente del componente de interés, se efectúa una gráfica de “concentración remanente” versus “tiempo” y se calcula la recta de regresión con su límite de confianza inferior del 95 %.

- Comparar el dato así obtenido con los datos del a continuación y verificar la vida útil estimada.

Tabla I. **Tiempo de vida útil estimado**

Tipo de ensayo	Degradación en 3 meses de ensayo (%)	
	Ensayo a 37°C	Ensayo a 45°C
Ensayo A para 12 meses	3,76 - 6,51%	5,60 - 17,04%
Ensayo B para 18 meses	2,52 - 4,39%	3,77 - 11,71%
Ensayo C para 24 meses	1,90 - 3,31%	2,84 - 8,92%

Fuente: Ponce D'León (2002).

Si el porcentaje degradado en tres meses concuerda con lo indicado en el Ensayo A, B o C (en la temperatura correspondiente al ensayo), se le puede asignar una vida útil igual a lo anotado (12, 18 o 24 meses, respectivamente) con una probabilidad de acierto del 95 %. Sin embargo, si el valor está por debajo del intervalo anotado, se le puede asignar la vida útil indicada con una altísima probabilidad de acierto (superior al 95 %). Si el valor sobrepasa el intervalo indicado, no se le puede asignar la vida útil planteada, por lo que será necesario efectuar un nuevo ensayo que estipule una menor vida útil. (Ponce D'León, 2002)

Con respecto a los ensayos de estabilidad de largo plazo, Ponce D'León (2002) indica que:

Los resultados permiten confirmar o modificar los estimados efectuados con los ensayos de corto plazo. Por considerarse de confirmación o de definición, estos ensayos deben desarrollarse por tiempo igual a la vida útil que se desea otorgar al producto y se recomienda el siguiente programa general de muestreo: inicio, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 60 meses. El último muestreo debe corresponder siempre al límite de vida útil propuesto para el producto.

Ponce D'León (2002) recomienda realizar estudios de estabilidad fisicoquímica en oxidantes fluidos y en crema, a base de agua oxigenada.

7.2.2. Parámetros de evaluación de estabilidad

Los parámetros de evaluación en la estabilidad de un producto dependen de las características del mismo y de los ingredientes utilizados en la formulación. De acuerdo con QuimiNet (2007) para determinar la estabilidad de productos cosméticos usualmente se evalúan los siguientes parámetros:

- Parámetros organolépticos: aspecto, color, olor y sabor, cuando sea aplicable.
- Parámetros fisicoquímicos: valor de pH, viscosidad, densidad, y en algunos casos, el monitoreo de ingredientes de la formulación.
- Parámetros microbiológicos: conteo microbiano y prueba de desafío del sistema conservante.

Para corroborar que la crema reveladora cumpla con las expectativas del cliente con respecto a la funcionalidad del producto, la empresa considera de importancia el monitoreo de los siguientes parámetros fisicoquímicos de estabilidad: pH, densidad, viscosidad y concentración del peróxido de hidrógeno.

7.2.2.1. Potencial de hidrógeno (pH)

El pH es un indicador de la acidez de una sustancia. Está determinado por el número de iones libres de hidrógeno (H^+) en una sustancia. Las soluciones de peróxido de hidrógeno son lo más estables a pH ligeramente más ácido que el valor de pH natural 7. La crema reveladora debe tener un pH comprendido en el rango de 3.3 a 3.8 ya que en este rango la velocidad de descomposición del peróxido es mínima. El valor del pH se puede medir de forma precisa, mediante un potenciómetro, también conocido como pH-metro, un instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de plata/cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ion de hidrógeno.

7.2.2.2. Densidad

Las emulsiones son sistemas dispersos compuestos por dos fases inmiscibles (acuosa y oleosa) estabilizadas por un sistema emulgente. La densidad es una medida de cuánto material se encuentra comprimido en un espacio determinado; es la cantidad de masa por unidad de volumen. La densidad es un parámetro para la evaluación de la emulsión de una crema. En este caso se espera que la densidad de una crema reveladora esté comprendida en el rango de 1.02 a 1.06g/mL. Para la determinación de la densidad se recomienda el empleo de picnómetro.

7.2.2.3. Viscosidad

Viscosidad es la propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza. Los fluidos de alta viscosidad presentan una cierta resistencia a fluir; los fluidos de baja viscosidad fluyen con facilidad.

La viscosidad se puede determinar utilizando un viscosímetro de Brookfield cuyo funcionamiento se basa en el principio de la viscosimetría rotacional; mide la viscosidad captando el par de torsión necesario para hacer girar a velocidad constante un husillo inmerso en la muestra de fluido a estudiar. El par de torsión es proporcional a la resistencia viscosa sobre el eje sumergido, y en consecuencia, a la viscosidad del fluido.

La crema colorante y reveladora se debe fundir rápidamente, creando una textura en crema homogénea y aterciopelada, que no gotee y permita una fácil aplicación, como una mascarilla para el cabello. La viscosidad adecuada para obtener la apariencia deseada de la crema reveladora está comprendida en el rango de 3,000 a 5,000cps a una temperatura de 25°C, utilizando un spin #3 para analizar la muestra con el viscosímetro.

7.2.2.4. Concentración

La concentración es qué tanto activo contiene un volumen de solución. En el caso del peróxido de hidrógeno, Beauty Market (2011) enseña que “La Concentración del agua oxigenada viene expresada en tanto por ciento en peso o en volúmenes.”

- Tanto por ciento en peso: indica la cantidad de peróxido de hidrógeno que hay en el total de la disolución (3 %: indica que hay 3 g de H₂O₂ por cada 100 g de disolución).
- En volúmenes: Es la cantidad de litros de oxígeno que se forman en la descomposición de un litro de disolución (Agua oxigenada de 20 volúmenes significa que de un litro pueden desprenderse 20 litros de oxígeno gaseoso).

Para el cálculo de pasar de una concentración a otra se usa el factor de conversión 3,29:

- Para pasar el % a volúmenes, se multiplica por 3,29 (el H₂O₂ al 3 % es igual a 10 volúmenes. $3 \times 3,29 = 9,87$).
- Para pasar volúmenes al tanto por ciento de peso, se divide por 3,29 (20 volúmenes es igual al 6 %. $20 / 3,29 = 6,07$).

7.3. Crema reveladora de color

La crema reveladora de color es un producto cosmético que se combina con el tinte capilar con el fin de mejorar la fijación del color por medio de la decoloración de la hebra. La función principal de la crema reveladora es realizar dicha decoloración y funciona a base de agua oxigenada, también conocida como peróxido de hidrógeno. A continuación se extiende al respecto de las características y propiedades de este tipo de crema.

7.3.1. Ingredientes

- EDTA Tetrasódico
- Pirofosfato de sodio
- Acetanilida purísima USP
- Emulgade F (LIPOWAX D)
- Peróxido de Hidrógeno al 50 %
- Agua desmineralizada
- Ácido ortofosfórico
- Fenacetina
- Agua desmineralizada

7.3.2. Proceso de mezcla

- Cargar el agua desmineralizada y calentar a 80°C
- A 80°C y con agitación fuerte, agregar la acetanilida y la fenacetina y disolver.
- A 80°C y con agitación fuerte, agregar el pirofosfato de sodio y el EDTA tetrasódico y disolver hasta obtener una solución transparente.
- Manteniendo la temperatura de 80°C y con agitación media, agregar el Emulgade F y agitar hasta disolver.
- Colocar enfriamiento y enfriar hasta 45°C.
- Ajustar pH con ácido ortofosfórico y continuar enfriando hasta 35°C.
- Agregar el peróxido de hidrógeno lentamente y por gravedad, sin agitación.
- Colocar agitación suave por 20 minutos hasta incorporar.

7.3.3. Concentración de peróxido de hidrógeno

La elección de los volúmenes de la crema reveladora depende de lo que se quiere conseguir. Su fuerza de aclaración se mide en volúmenes, para el uso profesional. Se encuentran en presentación de 10, 20, 30 y 40 volúmenes. Se emplean de la siguiente manera:

10 volúmenes se utilizan para igualar el color. Equivale a un rango de 3 a 3,2 % de peróxido de hidrógeno en la solución.

20 volúmenes se utilizan para igualar y oscurecer el color. Equivale a un rango de 6 a 6,2 % de peróxido de hidrógeno en la solución.

30 volúmenes se utilizan para aclarar el cabello. Equivale a un rango de 9 a 9,2% de peróxido de hidrógeno en la solución.

40 volúmenes se utilizan para aclarar el cabello en casos excepcionales. Equivale a un rango de 12 a 12,2 % de peróxido de hidrógeno en la solución.

Las concentraciones mayores a 40 volúmenes no son recomendables porque se corre el riesgo de sensibilizar el cabello. La concentración se determina por medio de análisis volumétrico.

7.3.4. Peróxido de hidrógeno

El peróxido de hidrógeno es el compuesto activo de la crema reveladora de color. Barroso Moreno (2016) indica que:

El peróxido de hidrógeno es un compuesto químico cuyas moléculas constan de dos átomos de oxígeno y dos de hidrógeno (H_2O_2), y es conocido por ser un poderoso oxidante. Es un líquido incoloro a temperatura ambiente, con sabor amargo. Pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno gaseoso ocurren naturalmente en el aire. El peróxido de hidrógeno es inestable y se descompone rápidamente a oxígeno y agua con liberación de calor.

La Peluquería Beauty Marquet en su artículo técnico electrónico sobre el agua oxigenada, un producto de múltiples aplicaciones (2011) menciona que “El peróxido de hidrógeno fue descubierto por Louis-Jacques Thénard y Gay-Lussac, en 1818. A partir de entonces, la aplicación del agua oxigenada en diferentes campos y sectores ha sido imparable.”

Así también Beauty Marquet (2011) indica que:

El agua oxigenada es la forma disuelta del peróxido de hidrógeno. Habitualmente, viene estabilizada (contiene aditivos que retrasan su descomposición). El agua oxigenada se mide por volúmenes o tantos por ciento, es simple de usar, se almacena fácilmente y puede ser utilizada con varios fines.

7.3.5. Usos y aplicaciones del peróxido de hidrógeno

El peróxido de hidrógeno puede actuar como oxidante (en pH alcalino) y como reductor (en pH ácido). El agua oxigenada es un producto muy usual en cualquier peluquería. Se puede utilizar como decolorante en su proceso de descomposición de la melanina, neutralizante para reconstruir los puentes de la queratina rotos, u oxidante en el proceso de teñido de cabellos. Eso sin contar con sus propiedades antisépticas y antibacterianas ante cualquier emergencia médica leve o para un uso como producto de limpieza. El peróxido de hidrógeno es muy utilizado en diversos ámbitos. Se puede encontrar en altas concentraciones para uso industrial (blanqueo de telas y papel, combustible para cohetes o fabricación de espuma de caucho), o en concentraciones bajas para uso doméstico o medicinal. (Beauty Market, 2011)

Uso en peluquerías: Se empezó a utilizar en peluquerías como decolorante del cabello en 1867; anteriormente se utilizaban recetas agresivas para aclararse el cabello, las cuales eran peligrosas para la salud del pelo y el cuero cabelludo. Se usaba un polvo blanco para la coloración que era una mezcla entre el talco y el almidón.

Uso terapéutico: Científicos militares desarrollaron el agua oxigenada para ser utilizada contra problemas de infecciones y gangrena en los soldados en el frente de batalla en la década de los años 20.

- Industria papelera y textil: Blanqueo de la pulpa de papel, algodón, telas, y en general como sustituto del cloro.
- Industria alimenticia: Se usa para blanquear pollos, carnes, quesos y huesos. Además se utiliza en el proceso para la elaboración de aceites vegetales. El agua oxigenada se usa también como agente bactericida en algunos productos, como la leche o derivados del pescado ya que se descompone rápidamente y no llega a ingerirse como tal, por lo que no presenta riesgo de toxicidad; sin embargo, puede alterar el color y destruir algunas vitaminas.
- Industria química: Se utiliza como reactivo y en la elaboración de fármacos, así como productos para blanqueos dentales.
- Industria aeroespacial: Es utilizado como combustible de cohetes. Se usa a una concentración del 90 %.
- Industria metalúrgica: Se emplea para decapado, pulido y abrillantado. Es un sustituto de la urea.
- Depuración de aguas: Se usa como agente oxidante en la eliminación de compuestos químicos (Reducción DQO), de metales y de contaminantes específicos.
- Restauración: Se emplea en trabajos de restauración en pinturas antiguas, ya que consigue convertir el oscuro sulfuro de plomo al blanquecino sulfato de plomo.

- Blanqueo de piezas delicadas: Se utiliza para blanquear materiales delicados (lana, seda, algodón, marfil).
- Desinfección de acuarios: El peróxido de hidrógeno (de 10 volúmenes) se usa en los acuarios de peces tropicales para combatir a la Cyanobacteria. Se aplica el de 10 volúmenes a razón de 15 ml por cada litro de agua y se debe dejar 12 horas.
- Uso medicinal: Se usa como antiséptico, antibacteriano y hemostático (disoluciones de menos de 10 volúmenes). Gracias a sus efectos oxidantes produce OH^- y radicales libres que atacan una amplia variedad de compuestos orgánicos (la enzima catalasa presente en los tejidos degrada rápidamente el peróxido de hidrógeno, produciendo oxígeno, que dificulta la germinación de esporas anaerobias). También se utiliza en dermoaplicaciones como la limpieza de dentaduras y desinfección bucal. El peróxido de hidrógeno es el componente blanqueador de los productos de blanqueamiento dental.
- Uso doméstico o casero: Debe usarse siempre en concentraciones máximas del 3 % (10 volúmenes: 97 % de agua y 3 % de peróxido de hidrógeno). Su uso en casa es variado, desde limpieza general, quitamanchas o aplicada a heridas o a los pies para evitar problemas de hongos.
- Estética: Se puede usar como decolorante del vello corporal, cejas y pestañas o para eliminar las manchas de la nicotina en las uñas, aunque siempre es aconsejable utilizar productos específicos para ese fin, porque el agua oxigenada puede producir daños al cuero cabelludo.

7.3.5.1. Aplicaciones del agua oxigenada en peluquería

De acuerdo con Beauty Market (2011) el agua oxigenada es muy utilizada en peluquería, ya que reacciona con todo tipo de materia orgánica, como el pelo. Se emplea prácticamente en tres procesos:

- **Decolorante:** a concentraciones de 20 y 30 volúmenes, oxida la melanina del cabello. El peróxido de hidrógeno sólo contiene un estabilizador que lleva el pH a 3.5 - 4.0 (soluciones básicas muy fuertes) que facilita una rápida y total descomposición de la melanina. Como el oxígeno y la melanina se combinan, la solución de peróxido empieza a difundirse (penetrar y expandirse) y a aclarar la melanina en el tallo del cabello dándole su apariencia más clara. Los productos que recomiendan usar 40 volúmenes están diseñados para alcanzar una mayor rotura de melanina, y dan como resultado un color más claro que el que puede alcanzarse con una fórmula estándar de tinte aclarador. La presencia de álcalis se aprovecha para acelerar los procesos de decoloración.

Neutralizante: en concentraciones de 10 volúmenes o menos, reconstruye los puentes de la queratina rotos por el líquido de permanente fría.

Oxidante (tintes de oxidación): el agua oxigenada es el agente oxidante más usado en el teñido del cabello. Se usa a concentraciones de 20 y 30 volúmenes y activa los efectos del tinte, facilita la penetración del color en el córtex capilar y oxida los pigmentos naturales del cabello.

Para la tintura de cabellos se utiliza la oxigenta, que es la misma agua oxigenada a la que se agrega emulsionantes, aloe, hierbas u otros ingredientes,

dependiendo del fabricante. Es frecuente el uso de agua oxigenada como emulsión tipo O/A, usando una fase grasa y un emulgente adecuados, y siendo la fase acuosa una disolución de agua oxigenada.

7.3.5.2. Precauciones al utilizar agua oxigenada en peluquería

Beauty Market (2011) recomienda lo siguiente:

- Usar siempre la concentración adecuada al tipo de trabajo que vaya a realizarse, ya que un exceso de concentración puede causar daños al pelo y quemaduras químicas en piel y cuero cabelludo. No está autorizado por ley el uso de más de 40 volúmenes (ingerir una dosis muy elevada de peróxido de hidrógeno puede resultar mortal para los seres humanos).
- Evitar el contacto con las partes sensibles de la piel (mucosas y ojos).
- Mantenerlo fuera del alcance de los niños.
- No es inflamable pero puede causar combustión espontánea cuando entra en contacto con materia orgánica o algunos metales.
- Evitar los factores que aceleran la descomposición del peróxido de hidrógeno.

7.3.5.3. Conservación del peróxido de hidrógeno utilizado en peluquería

Beauty Market (2011) indica que la presencia de luz, calor, metales, álcalis y materia orgánica provoca que el peróxido de hidrógeno se descomponga. Por tal motivo, se debe evitar todos esos factores a la hora de su conservación:

- Luz: el envase debe ser opaco y se deberá guardar en armarios para evitar los rayos solares directos.
- Calor: mantener el producto alejado de cualquier fuente de calor como pueden ser los secadores, radiadores, etc.
- Metales: evitar siempre el contacto con productos metálicos. Al preparar la disolución no usar recipientes metálicos ni utilizar pinzas metálicas y evitar tintes metálicos en el pelo de quien se lo va a aplicar. Para la disolución usar agua destilada, ya que está libre de iones metálicos disueltos.
- Álcalis: El álcalis está presente en la mayoría de jabones y detergentes, por lo que se aconseja utilizar recipientes perfectamente lavados con productos neutros.
- Materia orgánica: cualquier fragmento orgánico que entre en contacto con la disolución (pelos, polvo o cualquier impureza) provoca su descomposición. Siempre tener los frascos bien cerrados y no usar tapones de corcho.

7.3.6. Manejo y almacenamiento del peróxido de hidrógeno

Debido a que el peróxido de hidrógeno es tóxico y sensible a factores ambientales como la temperatura y su reacción puede desencadenarse en presencia de catalizadores, existen diversas recomendaciones para su almacenamiento.

El Consejo Colombiano de Seguridad (2005) recomienda lo siguiente:

Usar siempre protección personal así sea corta la exposición o la actividad que va a realizar con el producto. Mantener estrictas normas de higiene, no fumar, ni comer en el sitio de trabajo. Usar las menores cantidades posibles.

Conocer en dónde está el equipo para la atención de emergencias. Leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar el producto. Rotular los recipientes adecuadamente.

El peróxido de hidrógeno se puede encontrar en los siguientes tipos de contenedores: Botellas de vidrio ámbar, garrafas, barriles de aluminio, barriles no retornables de polietileno con envoltura de fibra y acero; camiones y vagones cisterna.

Es importante saber que si hubiese derrames del material deberán diluirse con agua en abundancia, antes de desecharlos al drenaje.

Almacenar en lugares ventilados, frescos y secos. Mantener lejos de Fuentes de calor, chispa e ignición. Separar de materiales incompatibles. Rotular los recipientes adecuadamente y mantenerlos bien cerrados. Almacenar protegido de luz y a temperaturas inferiores a 35 °C.

En la hoja de datos de seguridad de CISQUIME (2010) se indican las disposiciones relativas a la regulación de temperaturas:

MSST (Maximum Safe Storage Temperature): Máxima temperatura de almacenamiento seguro. Cuando la sustancia se encuentra por encima de esta temperatura, comienza a descomponerse y puede ocasionar explosiones violentas. La MSST para el peróxido de hidrógeno es de 35°C

SADT (Self-Accelerating Decomposition Temperature): Temperatura a la cual un peróxido inicia una reacción en cadena que es imposible detener. Esta reacción provocará explosiones y proyecciones. La SADT del peróxido de hidrógeno es de 50°C

7.3.7. Propiedades del peróxido de hidrógeno

Productos Químicos Sidney, S.A. de C.V. (2013) en su hoja técnica sobre el peróxido de hidrógeno (50 % grado técnico) declara las siguientes propiedades del mismo:

- Apariencia, olor y estado físico: Líquido incoloro con ligero olor.
- Gravedad específica (Agua=1): 1.2 a 20°C
- Punto de ebullición (°C): 141
- Punto de fusión (°C):-52
- Concentración en volúmenes: 199
- Concentración H₂O₂ en porcentaje en peso: 50
- Contenido de oxígeno activo (%): 23.5
- Densidad a 20°C (g/mL): 1.196
- Densidad relativa del vapor (Aire=1): 1.0
- Presión de vapor (mm Hg): 18.3 a 30°C
- Viscosidad (cps): 1.245 a 20°C
- pH (rango aproximado): 1 - 2
- Solubilidad: Soluble en agua y alcohol.
- Calor específico medio de 0 a 27°C: 0.79 cal/g °C

7.3.8. Identificación de peligros del peróxido de hidrógeno

El Consejo Colombiano de Seguridad (2005) indica los siguientes peligros sobre el peróxido:

Oxidante fuerte. Corrosivo. Al contacto con otro material puede causar fuego. Puede ser dañoso si es ingerido. Puede causar efectos en el Sistema nervioso central, anormalidades en la sangre, irritación severa en los tractos respiratorio y

digestivo e irritación en la piel con posibles quemaduras. Al contacto con los ojos puede dar lugar a daños permanentes.

Efectos adversos potenciales para la salud:

- Inhalación: Sensación de ardor en la garganta, tos. Posible paro respiratorio y edema pulmonar.
- Ingestión: Corrosivo. Ardor en la garganta, dolor en el pecho, vómito, hemorragias. La formación espontánea de oxígeno en el esófago o estómago puede ocasionar heridas.
- Piel: Corrosivo a concentraciones mayores del 10%. Blanqueamiento de la piel y picazón.
- Ojos: Corrosivo. Enrojecimiento, dolor, visión borrosa. Puede causar daños irreparables en la retina y eventualmente ceguera. Efectos retardados hasta 1 semana después.
- Efectos crónicos: El contacto prolongado o repetido con la piel puede causar dermatitis. Los experimentos del laboratorio han dado lugar a efectos mutágenos. El contacto repetido puede causar daño córneo.

7.3.9. Primeros auxilios ante la intoxicación con peróxido de hidrógeno

El Consejo Colombiano de Seguridad (2005) recomienda las siguientes acciones:

- Inhalación: Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial. No usar el método boca a boca. Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Mantener la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.

- Ingestión: Lavar la boca con agua. Si está consciente, suministrar abundante agua. No inducir el vómito, si éste se presenta inclinar la víctima hacia adelante. Buscar atención médica inmediatamente. Si está inconsciente no dar a beber nada.
- Piel: Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Retirar la ropa y calzado contaminados. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.
- Ojos: Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.
- Nota para los médicos: Después de proporcionar los primeros auxilios, es indispensable la comunicación directa con un médico especialista en toxicología, que brinde información para el manejo médico de la persona afectada, con base en su estado, los síntomas existentes y las características de la sustancia química con la cual se tuvo contacto.

7.3.10. Información toxicológica

El Consejo Colombiano de Seguridad (2005) indica que el peróxido de hidrógeno tiene la siguiente toxicidad:

- DL50 (oral,rata) = 376 mg/kg, Efectos: peritonitis, cambio en la cuenta de leucocitos.
- DL50 (piel, ratas) = 4.06 g/kg.
- LC50 (inhalación, ratas) = 2 g/m³ en 4h, Efectos: sobre los pulmones, tórax; embolia pulmonar.

- Ensayos en ojos: Una dosis de concentración entre 5 – 30 % de peróxido de hidrógeno en los ojos de los conejos causó cataratas.
- Mutagenicidad: Presenta cambios en el DNA para la bacteria (E. Coli) y mutaciones en la *Saccharomyces cerevisiae*.
- No es listado como Carcinógeno por la ACGIH, IARC, NIOSH, NTP y OSHA

7.3.11. Estabilidad y reactividad del peróxido de hidrógeno

CISQUIME (2010) menciona que los peróxidos son sustancias térmicamente inestables que pueden sufrir una descomposición exotérmica auto-acelerada. Además, pueden tener una o varias de las propiedades siguientes:

- Ser susceptibles de experimentar una descomposición explosiva;
- Arder rápidamente;
- Ser sensibles a los choques o a la fricción;
- Reaccionar peligrosamente con otras sustancias;
- Producir lesiones en los ojos.

El Consejo Colombiano de Seguridad (2005) indica que:

- Estabilidad química: Estable bajo condiciones normales de presión y temperatura.
- Condiciones a evitar: Choque mecánico, sustancias incompatibles, luz, Fuentes de ignición, generación de polvo, exceso de calor.

- Incompatibilidad con otros materiales: Materiales combustibles, agentes reductores, iones metálicos, materiales oxidables, hierro, cobre, latón, bronce, cromo, cinc, plomo, plata, manganeso.
- Productos de descomposición peligrosos: oxígeno, gas de hidrógeno, agua.

Trebal (1974) menciona que Las soluciones de peróxido de hidrógeno concentradas o diluidas por sí mismas no son flamables, pero pueden favorecer la ignición de materiales fácilmente oxidables como papel, madera u otros materiales.

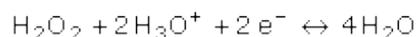
No se ha verificado ningún efecto de descomposición por la agitación. Si se agita una solución de peróxido de hidrógeno, pueden formarse burbujas debido al desprendimiento de oxígeno de la sobresaturación, pero no ocurre un aumento de la descomposición.

7.3.12. Información ecológica

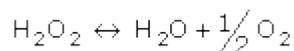
El peróxido de hidrógeno (50 %) (grado técnico), es uno de los productos químicos más versátiles, seguro y deseable desde el punto de vista ecológico que existen en la actualidad, ya que no es agresivo con el medio ambiente. Además de sus conocidas propiedades en el blanqueo de celulosa de madera y blanqueo de textiles, este producto contribuye a la conservación ambiental, tan importante hoy en día, ya que puede sustituir productos tóxicos para el ambiente, como el hipoclorito en los procesos de blanqueo, y ayudar a eliminar compuestos como los cianuros, sulfuros, fenoles, entre otros, encontrados en aguas residuales.

7.3.13. Determinación del peróxido de hidrógeno por medio de volumetría RED-OX I, permanganimetría

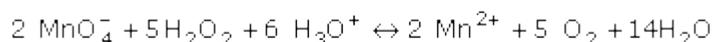
El peróxido de hidrógeno puede actuar como oxidante y como reductor, según las siguientes reacciones:



Se trata por tanto, de un anfólito red-ox que se puede dismutar de acuerdo con la reacción:



Si se valora frente a un oxidante como el permanganato, el peróxido de hidrógeno actuará como reductor según la siguiente reacción volumétrica:



La valoración debe llevarse a cabo en medio de ácido sulfúrico diluido y en frío, ya que en otras condiciones se favorece la reacción de dismutación. El punto final está marcado por la aparición del típico color rosáceo del permanganato en ligero exceso. (Departamento de Química Analítica, 2010).

7.3.13.1. Fundamentos del análisis volumétrico

En el análisis volumétrico la cantidad de sustancia que se busca se determina de forma indirecta midiendo el volumen de una disolución de concentración conocida, que se necesita para que reaccione con el

constituyente que se analiza o con una sustancia químicamente equivalente. El proceso de adición de un volumen medido de la disolución de concentración conocida para que reaccione con el constituyente buscado, se denomina valoración. La disolución concentrada conocida es una disolución patrón que puede prepararse de forma directa o por normalización mediante reacción con un patrón primario. El punto final de la valoración se aprecia por un cambio brusco de alguna propiedad del sistema reaccionante, estimado mediante un indicador; este cambio debería presentarse idealmente en el momento en que se haya añadido una cantidad de reactivo equivalente a la sustancia buscada, es decir en el punto estequiométrico de la reacción.

7.3.13.1.1. Patrón primario

Para que una sustancia pueda considerarse como patrón primario debe cumplir con ciertas condiciones:

- Debe tener una pureza absoluta (100 %) o conocida en componente activo.
- Cuando la sustancia no es absolutamente pura, todas sus impurezas deben ser inertes respecto a las sustancias que se ponen en juego en la reacción.
- Las sustancias interferentes que acompañan como impurezas a un patrón primario deben ser susceptibles de identificar, mediante ensayos sencillos de sensibilidad conocida.
- Las sustancias patrón primarias deben ser estables a las temperaturas necesarias para desecarse en la estufa.
- El patrón debe permanecer inalterable al aire durante la pesada, es decir, no debe ser higroscópico, ni reaccionar con el oxígeno ni el dióxido de carbono a la temperatura ambiente.

- Debe reaccionar con la disolución que se normaliza cumpliendo con todos los requisitos expuestos para los métodos volumétricos, lo cual quiere decir que la reacción debe ser sencilla, rápida, completa y estequiométrica.
- Es deseable que el patrón tenga un peso equivalente elevado, con objeto de que los errores cometidos en su pesada sean siempre inferiores a los errores de lectura y de drenaje de las buretas.
- Un patrón primario debe ser fácil de adquirir y preferiblemente barato.

7.3.13.1.2. Indicador

El punto final de una valoración se detecta mediante un cambio brusco de alguna propiedad de la mezcla reaccionante o de alguna sustancia que se añade a dicha mezcla. Existen distintos tipos de indicadores visuales para detectar el punto final de una valoración:

- El reactivo es un autoindicador.
- Indicadores ácido-base.
- Indicadores redox.
- Formación de productos solubles de color diferente.
- Formación de un segundo precipitado de color diferente a partir del precipitado principal.
- Valoración hasta aparición de turbidez.
- Terminación de la precipitación o método del “punto claro”
- Indicadores de adsorción.

7.3.13.1.3. Reducciones previas

Gran parte de los elementos pueden presentarse en más de un estado de oxidación; por ello, son muchas las sustancias que pueden determinarse por valoración redoximétrica. Para ello son necesarios relativamente pocos reactivos valorantes, ya que un oxidante fuerte como, por ejemplo, una disolución de permanganato, puede utilizarse para valorar un gran número de reductores; de forma análoga, un reductor fuerte puede utilizarse como reactivo para la valoración de un número elevado de oxidantes. El primer método se utiliza con mayor profusión en la práctica, debido principalmente a la dificultad de conservar disoluciones patrón de reductores fuertes ante la oxidación por parte del oxígeno atmosférico.

Los reactivos oxidantes comúnmente utilizados son el permanganato potásico, el dicromato potásico, las disoluciones de cerio (IV), el bromato potásico y el yodo. Los reductores más utilizados como reactivos volumétricos son las disoluciones ferrosas, el arsenito sódico, el oxalato sódico, el ácido oxálico y el tiosulfato sódico. Algunos reactivos bien conocidos, como el ácido nítrico, el ácido clorhídrico, el cloro y el peróxido de hidrógeno, no se utilizan como valorantes, debido a que sus disoluciones no son suficientemente estables o no reaccionan según reacciones estequiométricas sencillas. Sin embargo, estos y otros reactivos pueden utilizarse para la oxidación o reducción preliminar de sustancias llevándolas al estado de oxidación adecuado para que después puedan valorarse con otros reactivos.

Algunas determinaciones se verifican de forma indirecta mediante una secuencia de reacciones redox, en lugar de hacerlo de forma directa, normalmente con objeto de conseguir un punto final satisfactorio. Una determinación volumétrica redox exige que el constituyente que se analiza se

encuentre totalmente en un estado de oxidación apropiado. Del mismo modo, la disolución a valorar no debe contener otra sustancia, además del constituyente que se analiza, que puede reaccionar con el reactivo valorante, siempre que la cantidad de éste consumida deba corresponder exclusivamente a una sola sustancia.

7.3.13.1.4. Reductores

- Metales
- Cloruro estannoso
- Sales ferrosas
- Dióxido de azufre o un sulfato en medio ácido
- Sulfuro de hidrógeno
- Hiposulfito sódico, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$
- Ácido clorhídrico

7.3.13.1.5. Oxidantes

- Ácido perclórico, HClO_4
- Peroxisulfato, [$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ o $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$]
- Peryodato potásico KIO_4
- Bismuto sódico, NaBiO_3
- Clorato potásico, KClO_3
- Peróxido de Hidrógeno H_2O_2
- Óxido de plata (II), Ag_2O_2
- Ozono, O_3
- Ácido nítrico
- Halógenos

7.3.13.2. Métodos con permanganato

El permanganato es un oxidante muy fuerte y autoindicador. En la mayor parte de sus aplicaciones se utiliza en disolución ácida, dando Mn^{++} como producto de su reducción. No obstante, en algunas aplicaciones se utiliza en medio casi neutro o incluso alcalino, dando MnO_2 como producto de reducción. En presencia de F^- o $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ se forman complejos de manganeso (III). Cuando se utiliza para la oxidación de compuestos orgánicos en disolución alcalina y en presencia de ión bórico, tiene lugar su reducción a ion manganato, MnO_4^- , que precipita en forma de BaMnO_4 . La reducción de MnO_4^- a Mn^{++} es un proceso muy complejo que implica la formación de estados intermedios de oxidación del manganeso; sin embargo, si se ajustan las condiciones para que el producto final sea Mn^{++} , se puede establecer la estequiometría entre el permanganato y el agente reductor, independientemente del mecanismo de la reacción.

En disolución neutra, el permanganato se descompone lentamente:



Y las disoluciones ácidas son aún menos estables. La reacción está autocatalizada por el bióxido de manganeso. Las trazas de sustancias reductoras presentes en el agua destilada utilizada en la preparación de la disolución reducen permanganato a bióxido de manganeso, que cataliza la descomposición. La descomposición de las disoluciones de permanganato resulta también catalizada por la luz. Por esto, la disolución se somete a ebullición durante media hora aproximadamente para completar la oxidación de las sustancias reductoras del agua.

Después de un reposo de doce o más horas, para que se sedimente el bióxido de manganeso formado, se filtra la disolución por placa de vidrio y se conserva en un frasco oscuro. Una disolución 0.1N preparada y conservada de esta forma es estable si se protege del polvo y de los vapores reductores.

7.3.13.3. Métodos con yodo

Los oxidantes fuertes oxidan el I^- a I_3^- y los reductores fuertes reducen el I_3^- a I^- . Por esta razón, los métodos se dividen en dos grupos:

7.3.13.3.1. Métodos directos

Métodos en que se utiliza una disolución patrón de yodo para valorar reductores fuertes, normalmente en disolución neutra o débilmente ácida.

7.3.13.3.2. Métodos indirectos

Métodos en que los oxidantes se determinan haciéndolos reaccionar con un exceso de yoduro; el yodo liberado se valora en disolución débilmente ácida con un reductor patrón como el tiosulfato o arsenito sódicos; el primero de estos compuestos se utiliza con más frecuencia:



- Indicador

Una de las ventajas de los métodos en que interviene el yodo es la facilidad y sensibilidad con que se detecta el punto final: en los métodos directos por aparición del primer exceso del yodo que se utiliza como reactivo

valorante; en los métodos indirectos por la desaparición del yodo que se valora. Dentro de los indicadores empleados en los métodos con yodo están:

- Yodo como autoindicador.
 - Almidón.
 - Color en disolventes orgánicos.
- Disoluciones patrón

Las disoluciones patrón se emplea como referencia al momento de hacer una titulación. A continuación se detalla al respecto de las que se utilizan en el análisis del peróxido de hidrógeno.

- Yodo

El yodo es suficientemente puro para poderse utilizar como patrón primario; no obstante, es un poco volátil, incluso a la temperatura ambiente, y su pesada exacta es dificultosa. Por ello se suele preparar una disolución de yodo de concentración aproximada y después se normaliza.

- Tiosulfato sódico

Se prepara una disolución de concentración aproximada a la necesaria en agua destilada recién hervida y luego se normaliza la disolución.

La reacción entre el tiosulfato sódico y el yodo es cuantitativo a lo largo de un amplio intervalo de pH. El yodo puede valorarse con tiosulfato de sodio en disoluciones bastante ácidas (pH 1) si se agita enérgicamente durante la

valoración. La única aplicación del tiosulfato sódico es la valoración del yodo en disolución más o menos ácida.



- Arsenito sódico

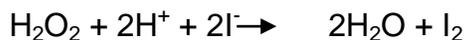
La disolución reactivo se prepara disolviendo óxido de arsénico (III) en un exceso de hidróxido sódico:



El exceso de álcali se neutraliza con ácido clorhídrico y la disolución se tampona después con bicarbonato sódico.

- Aplicación del método indirecto para peróxidos

El peróxido de hidrógeno oxida cuantitativamente el ion yoduro a yodo:



7.4. Calidad

La calidad puede ser percibida de distintas maneras dependiendo del punto de vista del cliente o del fabricante, a continuación se busca identificar cuál es la definición más adecuada de calidad para ser aplicada en esta investigación.

7.4.1. Definición de calidad

Existen diferentes definiciones de calidad dentro de las cuales Climent Serrano (2003) en su libro al respecto de los costes de calidad incluye las siguientes:

Para W. E. Deming (1982) calidad es “El grado perceptible de uniformidad y fiabilidad a bajo costo y adecuado a las necesidades del cliente.”

Para Feigenbaum (1990) la calidad implica que “todas las características del producto y servicio provenientes de Mercadeo, Ingeniería Manufactura y Mantenimiento que estén relacionadas directamente con la necesidades del cliente, son consideradas calidad.”

Joseph Jurán (1993) define calidad como “Adecuado para el uso, satisfaciendo las necesidades del cliente.”

De acuerdo con la Norma ISO 9000:2005, calidad se define como “el grado en que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”.

A partir de esto, se puede considerar a la calidad como el grado de satisfacción de las necesidades o expectativas del cliente con un producto o servicio.

La calidad comprende:

- Cero defectos
- Cumplir con lo requerido por el cliente

- Hacer bien las cosas
- Cero quejas, rechazos y devoluciones

7.4.2. Enfoque de calidad

En su libro Miranda González, Chamorro Mera y Rubio Lacoba (2007) indican que hay al menos cinco maneras de agrupar los conceptos de calidad según su enfoque:

- Enfoque trascendente
- Enfoque basado en el cliente
- Enfoque basado en el producto
- Enfoque basado en el proceso
- Enfoque basado en el valor

De estos se exponen a continuación los tres más relevantes:

7.4.2.1. Basado en el cliente

Calidad basada en el esfuerzo, por exceder las expectativas de los clientes, comprendiendo sus necesidades actuales y futuras para satisfacer sus requisitos. Se refiere tanto a las características del producto como a la ausencia de deficiencias en el mismo.

Las expectativas del cliente se comportan de manera dinámica, por lo que la empresa debe estar constantemente analizando el cambio de dichas expectativas. (Miranda González, *et al*, 2007).

7.4.2.2. Basado en el proceso

Calidad basada en la gestión de recursos y actividades como un proceso. Se involucran insumos de calidad, actividades y procesos con calidad para obtener un producto de calidad.

Todo debe producirse de acuerdo con las especificaciones establecidas para durante el proceso y si esto se cumple el producto se considera válido. (Miranda González, et al, 2007)

7.4.2.3. Basado en el producto

Calidad basada en las características medibles del producto. Se considera como falta de calidad una variación en las cantidades de los ingredientes. Se vuelve subjetivo si se consideran atributos que pueden ser apreciados de manera diferente por cada persona. (Miranda González, *et al*, 2007).

Al combinar estos tres enfoques se obtiene la calidad ideal, por lo que la empresa debe procurar que las características del producto estén dentro de las especificaciones del proceso y las superen las necesidades del cliente.

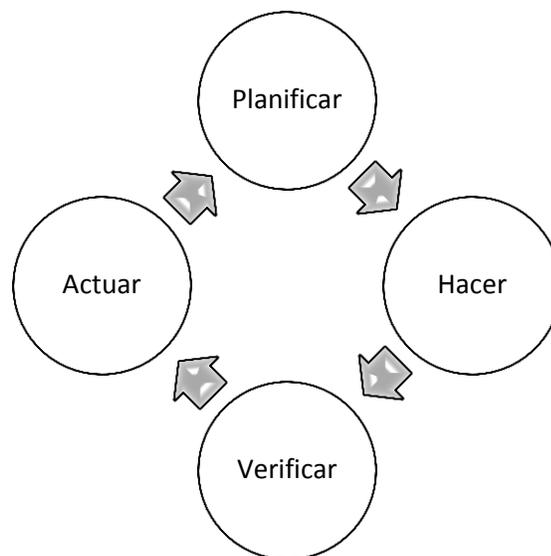
7.4.3. Ciclo de la calidad

Deming establece que para mejorar la calidad se aplique el ciclo PDCA o ciclo de Deming (aunque fue propuesto inicialmente por Shewart) (Miranda González, *et al*, 2007).

La mejora continua en la calidad se logra por medio de la aplicación del ciclo como estrategia. Dicho ciclo consta de cuatro etapas aplicables a cualquier problema:

- Planificar (Plan): Prever las actividades necesarias para lograr el objetivo planteado.
- Hacer (Do): Implementar las acciones previamente planificadas.
- Controlar o verificar (Check): Observar los resultados obtenidos a partir de las acciones.
- Actuar (Act): Corregir las acciones que hayan dado un resultado no deseado.

Figura 1. **Ciclo de Deming**



Fuente: elaboración propia.

Una vez finalizado el ciclo se vuelve a iniciar con el conocimiento adquirido del anterior ciclo, lo que supone una mejora continua.

7.4.4. Factores que influyen en la calidad

Pérez , Hernández y De Barillas (2011) señalan los siguientes factores:

- La calidad de las materias primas e insumos
- Las exigencias del cliente
- La competencia del recurso humano
- El tipo y estado de la maquinaria
- Los recursos financieros disponibles
- El método de trabajo
- El medio ambiente
- La administración de recursos

7.4.5. Principales causas de baja calidad

Pérez *et al.* (2011) señalan las siguientes causas de baja calidad como principales:

- La mala calidad de las materias primas e insumos
- Error humano
- Problemas técnicos
- Desconocimiento de los requerimientos del cliente

7.4.6. Control de calidad

El control de calidad es el conjunto de acciones para detectar la presencia de errores. Aiteco consultores (2013) menciona que:

La función de calidad, bajo esta óptica clásica, se limita a la realización de una serie de observaciones que tienen como objetivo la verificación de la concordancia de los diferentes dispositivos y componentes a su especificación, previamente establecida. Los resultados de las observaciones permitirían separar el producto aceptable del no aceptable mediante la inspección final del producto ya terminado.

De acuerdo con la Norma ISO 9000:2005, control de calidad se define como “parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad”.

Es decir que, el control de la calidad es comparar los resultados obtenidos con los esperados, utilizando para ello parámetros o requisitos previamente establecidos.

Miranda González, *et al.* (2007) señala que:

A medida que el volumen de producción y el grado de complejidad de los productos incrementa, la inspección 100 % de los productos resulta más complicada y costosa lo que condujo a la aparición del nuevo enfoque de control de calidad, en el que se recurrió a técnicas estadísticas basadas en el muestreo.

La variabilidad es inherente al proceso pero puede ser controlada por medio de técnicas estadísticas. Miranda González, *et al.* (2007) cita a Deming: “sin control estadístico el proceso estaba en un caos inestable... enmascaraba cualquier intento de realizar mejoras”

Para Miranda González, *et al.* (2007) “el concepto de control es el de mantener un proceso en su estado planificado, de forma que siga siendo capaz de cumplir con los objetivos establecidos.”

En el control de calidad se evalúa el comportamiento de los parámetros en comparación con estándares establecidos y se actúa reactivamente ante las diferencias significativas.

7.4.7. Control estadístico de procesos

En los procesos de producción en masa se controla la calidad, mediante inspecciones del producto y su aceptación y rechazo se basa en especificaciones. Al implementar un control estadístico en el proceso se puede observar el rendimiento de producción y prever desviaciones importantes que generen productos rechazados. El control estadístico hace predecible un proceso en el tiempo.

De acuerdo con la Norma ISO 9000:2005, el uso de técnicas estadísticas puede ayudar a comprender la variabilidad y por lo tanto, puede ayudar a resolver problemas y mejorar la eficacia y la eficiencia, así mismo facilitan datos útiles para la toma de decisiones.

Un proceso se encuentra bajo control estadístico si sólo se ve afectado por un conjunto de causas aleatorias de variación, comunes e inherentes al proceso. Si la variabilidad del proceso proviene de causas asignables de variación, se dice que está fuera de control. Se debe buscar eliminar dichas causas específicas.

El control estadístico de procesos se utiliza para lograr la estabilidad y mejorar la capacidad del proceso, mediante la aplicación sistemática de herramientas de solución de problemas para reducir la variación.

Estas herramientas estadísticas pueden denominarse herramientas de mejora y se pueden implementar en combinación para una mayor comprensión de lo que ocurre en el proceso.

Aiteco consultores (2013) describe algunas herramientas de mejora que pueden utilizarse:

- Lista de verificación: es un registro para la recolección de datos y se utiliza para registrar frecuencias de uno o varios problemas.
- Estratificación: registro de agrupación de uno o más datos pertinentes. Este permite la evaluación de principal problema según su clasificación.
- Diagrama de correlación: es un gráfico que muestra la correlación de dos variables. Este facilita la interpretación de la influencia entre dos variables objeto de análisis así como los cambios entre ellas.
- Gráfico de Pareto: gráfico de barras que muestra causas identificadas en orden descendente de amplitud o frecuencia, este es para determinar la criticidad de los problemas o causas de los mismos.
- Diagrama de causa y efecto: diagrama de causas de problemas, de acuerdo con los recursos del proceso, este es para investigar un efecto y por tanto corregir sus causas.
- Cartas de control y gráficas: consisten en una comparación gráfica cronológica de una determinada variable y es para controlar variaciones de un proceso en términos de su centralización y dispersión.
- Histograma: son diagramas de barras que representan la distribución de frecuencias y son para verificar el comportamiento de un proceso con relación a la especificación.
- Matriz de priorización: es una herramienta que se utiliza para evaluar distintas categorías asignándoles una puntuación con respecto a criterios de importancia.

De las anteriores herramientas se seleccionan algunas que permiten identificar las causas especiales de una variación de los resultados.

Las herramientas seleccionadas aportan en el control de calidad y pueden relacionarse entre sí y dar a conocer el grado de correlación de los resultados con un modelo matemático, así como ayudar a identificar las causas principales de variabilidad del proceso.

7.4.7.1. Gráficas de control

Los gráficos de control pueden ser por variables o por atributos de acuerdo con la naturaleza de los datos.

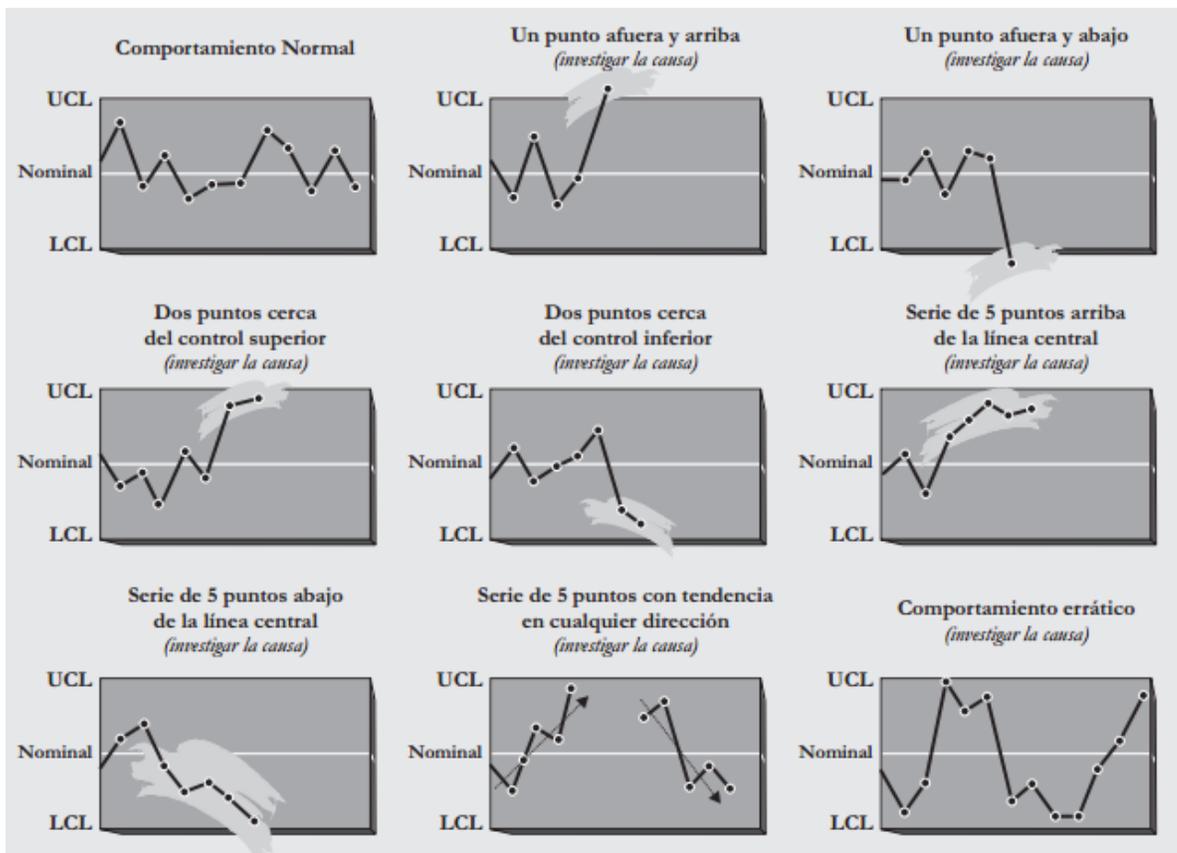
Carro Paz y González Gómez (2012) indican que la gráfica de control tiene una línea central la cual es el objetivo que se desea alcanzar en el proceso y dos límites o acotamientos de control basados en la distribución de muestreo de la medida de la calidad.

Los límites de control se usan para juzgar si es necesario emprender alguna acción. El valor más grande representa el acotamiento de control superior (UCL) (del inglés, *upper control limit*) y el valor más pequeño representa el acotamiento de control inferior (LCL) (del inglés, *lower control limit*)

Si la estadística de las muestras se ubica dentro de los límites establecidos entonces quiere decir que las variaciones son por causa común; en cambio si la estadística de las muestras está fuera de los límites quiere decir que tiene causas asignables de variación que deberán ser investigadas con el fin de eliminarlas y regresar el proceso a su normalidad.

Muchas veces es posible detectar desviaciones del proceso antes de que los resultados se salgan de los parámetros establecidos. En la siguiente figura se muestran diferentes casos en que los datos van indicando que es necesario investigar si existen causas asignables a la variación de datos:

Figura 2. **Procesos que denotan situaciones anormales en el comportamiento de las muestras**



Fuente: Carro Paz y González Gómez (2012).

Debido a que las gráficas de control están basadas en distribuciones de muestreo se pueden presentar dos tipos de error:

- Error tipo I es rechazar un lote de buena calidad cuando se tomó una muestra que aleatoriamente obtuvo resultados fuera del control.
- Error tipo II es aceptar un lote de mala calidad cuando se tomó una muestra que presenta discrepancias aleatorias pero se presumen dentro del control cuando en realidad el proceso está fuera de control.

7.4.7.2. Diagramas de dispersión

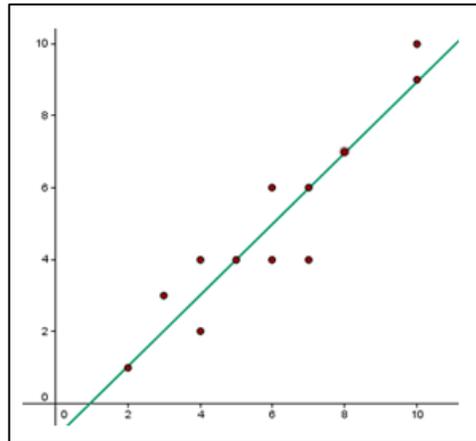
También se conocen como gráficos de correlación y permiten conocer la relación entre dos variables del proceso. Son útiles para verificar la posible relación que exista entre una causa asignable detectada para la desviación de un parámetro. Se grafican las coordenadas X y Y para obtener una nube de puntos y sobre ellos trazar una recta que se ajuste lo mejor posible, la cual se llama recta de regresión.

- Si la recta es de pendiente positiva se obtuvo una correlación directa.
- Si la recta es de pendiente negativa se obtuvo una correlación inversa.
- Si no es posible ajustar los datos a una recta la correlación es nula.

El grado de correlación indica qué tan cerca están los puntos de la nube y puede ser:

- Fuerte si los puntos están cerca de la recta.
- Débil si los puntos están alejados de la recta.
- Nula si los puntos no se relacionan con la recta.

Figura 3. **Diagrama de dispersión**



Fuente: Ditutor (2015).

7.4.7.3. **Diagrama causa-efecto (Ishikawa)**

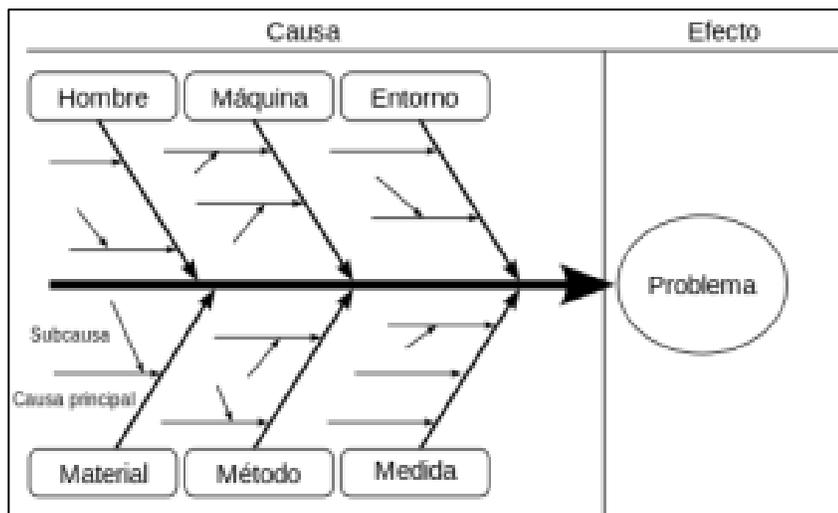
Al detectar una variabilidad en un parámetro de calidad se debe identificar la causa asignable y para ello se utilizan los diagramas causa – efecto, también denominados de espina de pescado o diagramas de Ishikawa. Para elaborar un diagrama de causa – efecto se siguen los siguientes pasos:

- Establecer la característica de calidad que se va a analizar y se traza una flecha horizontal gruesa en sentido de izquierda a derecha para representar el proceso, escribiendo en la punta derecha la característica evaluada.
- Indicar los factores más importantes que pueden generar la variación de la característica. Se trazan flechas secundarias diagonales en dirección de la flecha principal, los cuales representan las materias primas, máquinas, mano de obra, métodos, etc.

- Colocar en cada rama detalles de las posibles causas de la variación de la característica de calidad. Para identificar dichas causas se utiliza la técnica de interrogatorio: ¿Qué? ¿Quién? ¿Cómo? ¿Dónde? ¿Cuánto? ¿Cuándo?
- Analizar y seleccionar las causas reales, comprobando la validez secuencial, es decir, analizando que tengan sentido lógico.

A continuación se presenta un ejemplo del diagrama.

Figura 4. **Diagrama de Ishikawa**



Fuente: SPC Consulting Group (2012).

7.4.7.4. Matriz de priorización

La matriz de priorización es una herramienta que permite seleccionar opciones a partir de la ponderación por medio de criterios establecidos.

“Hace posible, determinar alternativas y los criterios a considerar para adoptar una decisión, priorizar y clarificar problemas, oportunidades de mejora y proyectos y, en general, establecer prioridades entre un conjunto de elementos para facilitar la toma de decisiones.” (Aiteco consultores, 2013)

La matriz de priorización es una tabla en la que se relacionan una serie de criterios y se confrontan entre sí, con el fin de obtener información sobre el valor de dichos criterios y definir cuáles son los más importantes para luego tomar decisiones al respecto.

Tabla II. **Matriz de priorización**

MATRIZ RESUMEN	SERVICIO DE URBANISMO	SERVICIO DE ATENCIÓN AL CIUDADANO	SERVICIO DE MANTENIMIENTO URBANO	SERVICIO DE DEPORTES	SERVICIO ECONÓMICOS
1 Impacto social	0,13	0,08	0,05	0,03	0,00
2 Procesos clave	0,13	0,09	0,02	0,05	0,00
3 Personal motivado hacia la mejora	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
4 Imagen de la institución	0,03	0,12	0,08	0,05	0,00
5 Madurez organizativa	0,00	0,05	0,00	0,04	0,02
TOTALES	0,29	0,35	0,15	0,18	0,03

Fuente: Aiteco consultores (2013).

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS
ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Sobre la empresa de productos cosméticos

1.2. Parámetros de estabilidad

1.2.1. Estudio de estabilidad

1.2.2. Parámetros de evaluación de estabilidad

1.2.2.1. Potencial de hidrógeno (pH)

1.2.2.2. Densidad

1.2.2.3. Viscosidad

1.2.2.4. Concentración

1.3. Crema reveladora de color

1.3.1. Ingredientes

1.3.2. Proceso de mezcla

1.3.3. Concentración de peróxido de hidrógeno

1.3.4. Peróxido de hidrógeno

- 1.3.5. Usos y aplicaciones del peróxido de hidrógeno
 - 1.3.5.1. Aplicaciones del agua oxigenada en peluquería
 - 1.3.5.2. Precauciones al utilizar agua oxigenada en peluquería
 - 1.3.5.3. Conservación del peróxido de hidrógeno utilizado en peluquería
- 1.3.6. Manejo y almacenamiento del peróxido de hidrógeno
- 1.3.7. Propiedades del peróxido de hidrógeno
- 1.3.8. Identificación de peligros del peróxido de hidrógeno
- 1.3.9. Información toxicológica
- 1.3.10. Estabilidad y reactividad del peróxido de hidrógeno
- 1.3.11. Información ecológica
- 1.3.12. Determinación del peróxido de hidrógeno por medio de volumetría RED-OX I, permanganimetría
 - 1.3.12.1. Fundamentos del análisis volumétrico
 - 1.3.12.1.1. Patrón primario
 - 1.3.12.1.2. Indicador
 - 1.3.12.1.3. Reducciones previas
 - 1.3.12.1.4. Reductores
 - 1.3.12.1.5. Oxidantes
 - 1.3.12.2. Métodos con permanganato
 - 1.3.12.3. Métodos con yodo
 - 1.3.12.3.1. Métodos directos
 - 1.3.12.3.2. Métodos indirectos
 - 1.3.12.3.2.1. Indicador
 - 1.3.12.3.2.2. Disoluciones patrón
 - 1.3.12.3.2.3. Yodo

- 1.3.12.3.2.4. Tiosulfato sódico
- 1.3.12.3.2.5. Arsenito sódico
- 1.3.12.3.2.6. Aplicación del método indirecto para peróxidos

1.4. CALIDAD

- 1.4.1. Definición de calidad
- 1.4.2. Enfoque de calidad
 - 1.4.2.1. Basado en el cliente
 - 1.4.2.2. Basado en el proceso
 - 1.4.2.3. Basado en el producto
- 1.4.3. Ciclo de la calidad
- 1.4.4. Factores que influyen en la calidad
- 1.4.5. Principales causas de baja calidad
- 1.4.6. Control de calidad
- 1.4.7. Control estadístico de procesos
 - 1.4.7.1. Gráficas de control
 - 1.4.7.2. Diagramas de dispersión
 - 1.4.7.3. Diagrama causa-efecto (Ishikawa)
 - 1.4.7.4. Matriz de priorización

2. DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LA CREMA REVELADORA DE COLOR Y SUS IMPLICACIONES

3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4. PROPUESTA DE MEJORA DE CALIDAD EN LA CREMA REVELADORA DE COLOR

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA DE TRABAJO

9.1. Enfoque mixto: cuantitativo y cualitativo

El estudio tiene un enfoque cuantitativo, porque se utiliza la medición de variables para el control de proceso, la evaluación de los parámetros de estabilidad del producto y sus desviaciones. Dichos datos se establecen en forma numérica y son analizados estadísticamente

También tiene un enfoque cualitativo, porque utiliza la revisión documental cuando se investiga antecedentes del problema y marco teórico relacionado; además se considerará información visual recolectada durante la observación del proceso de producción y almacenaje del producto.

El diseño metodológico es experimental, porque se realizarán pruebas a nivel laboratorio para identificar la influencia de la temperatura de dilución del peróxido de hidrógeno en su posterior descomposición estando el producto ya empacado. Tiene un alcance descriptivo porque se realizarán observaciones en el proceso para describir la situación actual del almacenaje y fabricación, así como se realizarán encuestas a nivel de usuarios profesionales en el cuidado del cabello para indagar los factores de calidad relevantes en el producto.

9.2. Tipo de estudio: descriptivo y transversal

El estudio es descriptivo, ya que este tipo de estudio busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. En este estudio se

describen las características del proceso, del producto y de la calidad esperada por el cliente.

El estudio es transversal porque la investigación está delimitada en el tiempo y existe una fecha de inicio y fin del proyecto.

Para la elaboración del estudio se cuenta con la información necesaria en el protocolo de fabricación, donde se describe los pasos que se realizan y sirve para conocer y evaluar el mismo. Además se tiene también el protocolo de análisis por parte de control de calidad lo que sirve para comparar los resultados observados en las muestras a evaluar contra lo esperado.

Las mediciones de la concentración del peróxido de hidrógeno se realizarán utilizando el método de yodometría indirecta.

9.3. Variables involucradas en la investigación

En el estudio se considerarán tanto variables cualitativas como cuantitativas. Como variable cualitativa se considera la siguiente:

Calidad: Conjunto de propiedades inherentes al producto, que permite caracterizarlo y valorarlo con respecto a las restantes de su especie.

Como variables cuantitativas se consideran las siguientes:

9.3.1. Independientes

Concentración: Es la cantidad de litros de oxígeno que se forman en la descomposición de un litro de disolución. Se evaluará la descomposición de las

dos concentraciones más comercializadas que son 20 volúmenes y 30 volúmenes.

Temperatura: Es la medida del calor presente en la crema al momento de realizar la dilución del peróxido de hidrógeno. Se evaluarán tres temperaturas de dilución distintas: 80°C, 50°C y 35°C.

9.3.2. Dependientes

Concentración: La cantidad de peróxido de hidrógeno que hay en el producto final, expresado en porcentaje.

$$V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times C \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \rho_m (\text{Cm}) / \rho_m$$

Tiempo: Período transcurrido entre mediciones de parámetros a evaluar en las muestras. Se realizarán mediciones semanales durante un mes.

pH: nivel de acidez de la muestra.

Viscosidad: Resistencia a la deformación de un fluido en movimiento, medido en centipoise (cps).

Densidad: Cantidad de masa en un determinado volumen, medido en g/mL

$$\text{Densidad:} \\ \rho = \frac{(m_b - m_t)}{V}$$

Tabla III. Variables e indicadores

OBJETIVO	VARIABLES	INDICADOR	TIPO DE CONTROL	OBSERVACIÓN	PLAN DE TABULACIÓN
<p>General:</p> <p>Determinar el parámetro de estabilidad que altera la calidad de la crema reveladora de color.</p>	<p><u>Independientes cuantitativas continuas:</u> Temperatura Concentración</p> <p><u>Dependientes cuantitativas continuas:</u> Tiempo Viscosidad Densidad</p> <p><u>Dependiente cualitativa nominal:</u> Calidad</p>	<p>A partir del volumen gastado de solución de tiosulfato de sodio en la titulación: $V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times C \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \text{pm (Cm)} / \text{pm}$</p> <p>Valor de concentración entre 6 - 6.2% para la presentación de 20 volúmenes y entre 9-9.2% para la presentación de 30 volúmenes</p> <p>Valor de viscosidad entre 3,000 y 5,000 cps</p> <p>Densidad: $\rho = \frac{(m_b - m_l)}{V}$</p> <p>Valor de densidad entre 1.02 – 1.06 g/mL</p> <p>Apariencia esperada del producto.</p>	<p>Estadística de datos recopilados de las distintas muestras evaluadas en comparación con parámetros de calidad establecidos.</p>	<p>El análisis se realiza por medio de yodometría indirecta, en medio ácido.</p> <p>La viscosidad es por medio del método de Brookfield, realizando medición directa con un viscosímetro.</p> <p>La densidad se obtiene por la medida y peso de un picnómetro aforado especial para sólidos.</p> <p>Se tomará en cuenta la apariencia del producto según lo esperado por el cliente.</p>	<p>Muestra Concentración pH densidad viscosidad Apariencia</p>

Continuación de la tabla III.

<p>Específicos: Establecer las variables del proceso que ponen en riesgo la estabilidad del Peróxido de hidrógeno en la crema reveladora de color.</p> <p>Analizar la causa principal de la pérdida de calidad de la crema reveladora de color.</p> <p>Proponer medidas a realizar para aumentar la estabilidad del producto y la competitividad del mismo en el mercado.</p>	<p><u>Cuantitativas continuas:</u> Temperatura Concentración pH</p> <p><u>Cualitativa nominal:</u> Calidad.</p> <p><u>Cualitativa nominal:</u> Calidad.</p> <p><u>Cuantitativa continua:</u> Temperatura.</p> <p><u>Cualitativa nominal:</u> Calidad.</p>	<p>Valor de temperatura de almacenamiento menor a 35° C</p> <p>Temperatura de dilución de 80° C</p> <p>Valor de pH entre 3.3 - 3.8</p> <p>Propiedades esperadas en una crema reveladora de color.</p> <p>Cambios en procedimiento de dilución de peróxido de hidrógeno.</p> <p>Sugerencias para ajustar la calidad del producto a la expectativa del cliente</p>	<p>Estadística de datos recopilados de las distintas muestras evaluadas en comparación con parámetros de calidad establecidos.</p> <p>Tabulación de datos obtenidos a través de la encuesta.</p> <p>Análisis de los resultados obtenidos en la fase experimental y la encuesta realizada.</p>	<p>El pH se obtiene por medición directa con un potenciómetro.</p> <p>Se realizarán encuestas de opinión de una muestra de usuarios profesionales en el cuidado del cabello.</p>	<p>Muestra Temperatura pH Variación de concentración Dictamen de calidad</p> <p>Temperatura de dilución Envase Condiciones de almacenaje</p> <p>Resultados de encuesta: Aspectos relevantes de la calidad de la crema reveladora de color para el cliente</p>
--	---	--	---	--	--

Fuente: elaboración propia.

El proceso para cumplir con los objetivos del diseño de investigación debe llevarse a cabo de la siguiente forma:

- Fase 1 – Revisión documental para realizar la investigación de antecedentes del problema y marco teórico relacionado al mismo.
- Fase 2 – Realizar observaciones en la bodega donde se almacena el producto para verificar la temperatura ambiente y compararla con la recomendada para el almacenamiento del peróxido de hidrógeno, así también observar el proceso de fabricación de la crema, poniendo atención al detalle de las condiciones del equipo, la temperatura de la crema y el pH al momento de agregar el peróxido de hidrógeno. Realizar análisis de concentración, viscosidad y pH de las presentaciones que se envasan en frasco negro vs las que se envasan en frasco blanco para verificar si el cambio de envase influye en la estabilidad del producto. Así también, realizar ensayos de laboratorio agregando el peróxido de hidrógeno a distintas temperaturas en la crema para luego verificar si ese paso influye en la estabilidad del peróxido de hidrógeno e identificar cuál es la temperatura a la cual se previene dicho desencadenamiento. De manera paralela se realizará un estudio de estabilidad acelerada con las muestras preparadas.
- Fase 3 – Realizar una encuesta a usuarios profesionales en el cuidado del cabello sobre las características esperadas en una crema reveladora de color que determinen su calidad y la credibilidad en su funcionamiento para incrementar las ventas. Luego cotejar todos los datos cuantitativos y cualitativos obtenidos en las fases previas por medio de gráficas estadísticas para identificar el factor principal que influye en la pérdida de calidad del producto.
- Fase 4 – Con base en los resultados obtenidos, se propondrán medidas a realizar para aumentar la estabilidad del producto y la competitividad

del mismo en el mercado desde el punto de vista de la calidad esperada por el cliente.

Los datos obtenidos de viscosidad, densidad, pH y concentración se presentarán en tablas en función de las temperaturas de dilución y concentraciones a evaluar, de la siguiente manera:

Tabla IV. **Ejemplo concentración de 20 volúmenes realizando la dilución a 50°C**

MUESTRA	DENSIDAD (g/mL)	VISCOSIDAD (cps)	pH	CONCENTRACIÓN (%)	TIEMPO (días)
A	$X_{A,1}$	$X_{A,2}$	$X_{A,3}$	$X_{A,4}$	$T_{A,1}$
B	$X_{B,1}$	$X_{B,2}$	$X_{B,3}$	$X_{B,4}$	$T_{B,1}$
C	$X_{C,1}$	$X_{C,2}$	$X_{C,3}$	$X_{C,4}$	$T_{C,1}$
PROMEDIO	X_1	X_2	X_3	X_4	T_1

Fuente: elaboración propia.

Generando un total de 6 pruebas (3 por cada concentración esperada), a partir de las cuales se busca comparar el efecto de la temperatura de dilución del peróxido de hidrógeno evaluando 3 temperaturas distintas, y se comprobarán los cambios de concentración a lo largo del tiempo durante un mes.

Dichos datos se procesarán comparándolos con los parámetros de estabilidad definidos para la aprobación del producto final.

Tabla V. **Parámetros para la aprobación del peróxido en crema**

CONCENTRACIÓN (Volúmenes)	DENSIDAD (g/mL)	VISCOSIDAD (cps)	pH	CONCENTRACIÓN (%)
20	1.02 – 1.06	3,000 – 5,000	3.3 – 3.8	6 – 6.2
30	1.02 – 1.06	3,000 – 5,000	3.3 – 3.8	9 – 9.2

Fuente: Laboratorio de análisis fisicoquímico de la empresa de cosméticos.

Para llevar a cabo los ensayos en el laboratorio se realizarán los siguientes pasos:

- Se tomará una muestra de 9Kg crema base a partir de un granel en el punto previo a que se le adicione el peróxido de hidrógeno.
- Se medirán los parámetros de pH, viscosidad y densidad de la muestra recolectada del granel.
- Se dividirá la muestra de 9Kg en 18 partes iguales para realizar distintas diluciones en función de las 3 temperaturas y 2 concentraciones a evaluar.
- Se calentarán la muestra de crema base a las temperaturas deseadas para realizar la dilución.
- A la temperatura a evaluar se realizará la dilución de peróxido de hidrógeno al 50 % según la concentración buscada y se enfriará la muestra.
- Se medirán el pH de cada una de las muestras utilizando un potenciómetro.
- Se medirá la viscosidad de cada una de las muestras utilizando un viscosímetro Brookfield.
- Se calculará la densidad de cada una de las muestras, a partir de la tara, el peso bruto y volumen obtenido utilizando un picnómetro para sólidos.

Para obtener el dato de concentración se realizará el siguiente procedimiento en el cual todas las soluciones involucradas son adquiridas directamente del proveedor:

- Se tomará una muestra de 0.2g de crema y se diluirá en 50mL de agua des ionizada.
- Se medirán 5mL de ácido sulfúrico al 20 % y se adicionarán a la muestra ya diluida.
- Se medirán 10mL yoduro de potasio al 15 % y se adicionarán a la muestra ya diluida.
- Se adicionarán 3 gotas de molibdato de amonio al 0,5 % a la muestra.
- Se dejará reposar la muestra durante 10 minutos en la oscuridad.
- Se agregarán 3 gotas de almidón al 1%
- Se procederá a titular la muestra con una solución de tiosulfato de sodio al 0.1N
- Con el gasto de tiosulfato de sodio en mL se procederá a calcular la concentración de peróxido de hidrógeno en la muestra.

Se repetirá la medición de los parámetros de estabilidad semanalmente durante un mes para verificar la posible variación en la concentración de peróxido y cambios en las propiedades físicas en la muestra a lo largo del tiempo.

Con base en lo ya descrito, a continuación se plantea el diseño experimental donde:

- G1 = Grupo de muestras de control 0 vol
- G2 = Grupo de muestras concentración 20 vol
- G3 = Grupo de muestras concentración 30 vol

- X_1 = Temperatura 1 de dilución 80° C
- X_2 = Temperatura 2 de dilución 50° C
- X_3 = Temperatura 3 de dilución 35° C
- = Ausencia de estímulo
- O_n = Medición de parámetros de estabilidad donde n es el correlativo de la medición

Tabla VI. **Diseño experimental evaluación de temperatura de dilución**

Grupo de muestras	Medición inicial	Dilución a diferentes temperaturas	Medición semana 1	Medición semana 2	Medición semana 3	Medición semana 4
G1	O_1	-	O_8	O_{15}	O_{22}	O_{29}
G2	O_2	X_1	O_9	O_{16}	O_{23}	O_{30}
G2	O_3	X_2	O_{10}	O_{17}	O_{24}	O_{31}
G2	O_4	X_3	O_{11}	O_{18}	O_{25}	O_{32}
G3	O_5	X_1	O_{12}	O_{19}	O_{26}	O_{33}
G3	O_6	X_2	O_{13}	O_{20}	O_{27}	O_{34}
G3	O_7	X_3	O_{14}	O_{21}	O_{28}	O_{35}

Fuente: elaboración propia.

Así también se realizará un estudio de estabilidad acelerada durante 3 meses, tomando 3 muestras y colocándolas a temperatura ambiente, 3 muestras se colocarían en un refrigerador a temperaturas bajas y 3 muestras se colocarían en un horno a temperaturas altas. Cada mes se verificarían los parámetros de estabilidad para determinar si el tiempo de vida sería aproximado al establecido de 24 meses. Las condiciones exactas serían las siguientes:

- Debe hacerse en frascos de vidrio neutro transparente y sellado de forma hermética.
- Evitar la exposición directa con el aire a la hora de envasar las muestras.
- No llenar hasta el tope el recipiente, dejar un espacio vacío (head space) para posibles intercambios gaseosos.
- Se debe hacer el estudio simultáneo en el material de acondicionamiento final.
- Duración: 90 días.
- Periodicidad de análisis: evaluación en tiempo cero, 24 horas, 7, 15, 30, 60, 90 días.
- Temperaturas de análisis:
 - Altas: 50-37°C (Horno)
 - Ambiente: 25-20°C
 - Bajas: 5°C (Refrigerador)
- Parámetros a evaluar: Físicoquímico: pH, densidad, viscosidad, concentración del peróxido de hidrógeno.

Tabla VII. **Diseño experimental estudio de estabilidad**

Grupo de muestras	Medición inicial	Diferentes temperaturas ambiente	Medición 24h	Medición 7 días	Medición 15 días	Medición 30 días	Medición 60 días	Medición 90 días
G1	O ₁	-	O ₈	O ₁₅	O ₂₂	O ₂₉	O ₃₆	O ₄₃
G2	O ₂	X ₁	O ₉	O ₁₆	O ₂₃	O ₃₀	O ₃₇	O ₄₄
G2	O ₃	X ₂	O ₁₀	O ₁₇	O ₂₄	O ₃₁	O ₃₈	O ₄₅
G2	O ₄	X ₃	O ₁₁	O ₁₈	O ₂₅	O ₃₂	O ₃₉	O ₄₆
G3	O ₅	X ₁	O ₁₂	O ₁₉	O ₂₆	O ₃₃	O ₄₀	O ₄₇
G3	O ₆	X ₂	O ₁₃	O ₂₀	O ₂₇	O ₃₄	O ₄₁	O ₄₈
G3	O ₇	X ₃	O ₁₄	O ₂₁	O ₂₈	O ₃₅	O ₄₂	O ₄₉

Fuente: elaboración propia.

Donde:

- G1 = Grupo de muestras de control 0 vol
- G2 = Grupo de muestras concentración 20 vol
- G3 = Grupo de muestras concentración 30 vol
- X_1 = Temperatura Alta
- X_2 = Temperatura Ambiente
- X_3 = Temperatura Baja
- = Ausencia de estímulo
- O_n = Medición de parámetros de estabilidad donde n es el correlativo de la medición.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

La investigación se desarrollará utilizando técnicas cuantitativas debido a la naturaleza del fenómeno de interés, pues los parámetros de estabilidad y calidad son medibles por métodos convencionales.

- La medición de la viscosidad se realizará con la técnica de Brookfield utilizando el viscosímetro con el mismo nombre.
- La medición de densidad se realizará utilizando la técnica del picnómetro.
- La medición de pH se realizará utilizando un potenciómetro.
- La medición de la concentración del peróxido de hidrógeno se realizará por medio de una titulación empleando tiosulfato de sodio estando la muestra en un medio ácido.
- La medición de parámetros de calidad esperados por el cliente se realizará por medio de estadística descriptiva, a partir de una encuesta con preguntas cerradas.

También se utilizarán técnicas de observación directa para obtener información al respecto del entorno del almacenaje y del proceso de fabricación (ver formato de observación en anexo 15,1). Para obtener la perspectiva del cliente al respecto de la calidad de la crema reveladora de color se utilizará la técnica de encuesta (ver formato de encuesta en anexo 15,2).

Con todos los datos recolectados se emplearán técnicas de estadística descriptiva para su presentación y caracterización, utilizando indicadores estadísticos para el análisis de la información como lo son la media, la incertidumbre de medición y la desviación estándar.

Se realizará la representación gráfica del comportamiento de las variables por medio de gráficos de control y gráficos de dispersión, con el propósito de caracterizar el comportamiento de las variables relacionadas.

Se relacionarán las causas y efectos de las variables que inciden en las variaciones de los resultados por medio de un diagrama de Ishikawa.

Considerando que el alcance de la investigación es también descriptivo, se transformarán los datos obtenidos, a partir de encuestas y observaciones de campo en una matriz de priorización que ayude a identificar los factores de calidad con mayor relevancia para que el cliente adquiera la crema reveladora de color.

Se considera la participación de operarios fabricantes, supervisión, coordinación y Gerencia de Manufactura en la discusión de resultados, con el propósito de validar la información y que ayude a generar propuestas que agreguen valor a la gestión de la operación de fabricación del producto en cuestión.

10.1. Técnicas de estadística descriptiva

10.1.1. Desviación estándar

La desviación estándar es una medida del grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio. Dicho de otra manera, la desviación estándar es simplemente el "promedio" o variación esperada con respecto a la media aritmética. La desviación estándar puede ser interpretada como una medida de incertidumbre. La desviación estándar de un grupo repetido de medidas nos da la precisión de éstas. Cuando se va a determinar si un

grupo de medidas está de acuerdo con el modelo teórico, la desviación estándar de esas medidas es de vital importancia: si la media de las medidas está demasiado alejada de la predicción (con la distancia medida en desviaciones estándar), entonces consideramos que las medidas contradicen la teoría. Esto es coherente, ya que las mediciones caen fuera del rango de valores en el cual sería razonable esperar que ocurrieran si el modelo teórico fuera correcto. La fórmula para calcular la desviación estándar es la siguiente:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Donde:

σ = Desviación estándar.

N = Número total de datos.

x_i = Cada uno de los datos.

\bar{x} = Promedio de los datos.

10.1.2. Incertidumbre de medida

Es un parámetro, asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que razonablemente podrían ser atribuidos al mensurando. También puede expresarse como el valor de la semi-amplitud de un intervalo alrededor del valor resultante de la medida, que se entiende como el valor convencionalmente verdadero. Representa el valor real y depende únicamente de la naturaleza de los instrumentos para los cuales se realiza la medición.

Al calcular una medida indirecta se hace a partir de medidas directas en las que se conocen sus errores. En este caso se deriva parcialmente para evaluar los diferenciales y las incertidumbres que se obtienen de los instrumentos de medición.

Para cualquier ecuación:

$$f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

Donde x_n es la enésima variable, su incertidumbre está dada por su derivada parcial:

$$\Delta f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^N |\partial_{x_i}(f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n))| * \Delta x_i$$

Donde i es la i -ésima y Δx_i es la i -ésima incertidumbre de la enésima variable de la función f

10.1.3. Prueba t de *Student*

Cuando el tamaño de la muestra es muy pequeño y no se puede estimar la media de una población normal entonces surge la distribución t de *Student*. La prueba t de Student determina la diferencia entre dos medias muestrales y el intervalo de confianza para dicha diferencia. Sirve para determinar si los datos tienen una distribución normal cuya media esté especificada en una hipótesis nula.

En esta prueba se evalúa la hipótesis nula de que la media de la población estudiada es igual a un valor especificado μ_0 , se hace uso de la fórmula:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}},$$

Donde:

t = t de Student

\bar{x} = Media muestral

n = tamaño de la muestra

s = desviación estándar de la muestra

Si cae en una zona central de esa distribución de probabilidad 0.95 (el 95%, porcentualmente) mantendremos la Hipótesis nula. Si cae fuera de esa zona, la rechazaremos.

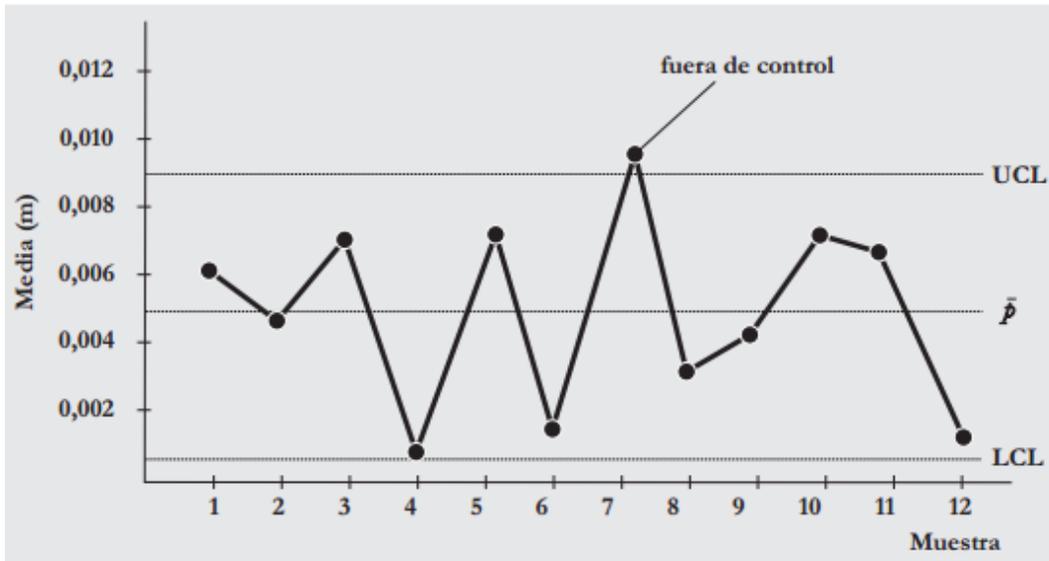
10.1.4. Gráficas de control

Se construye colocando en el eje Y la característica que se está monitoreando en el producto y en el eje X el tiempo transcurrido.

La línea central indica el promedio histórico de la característica y los límites de control estarán equidistantes a esta línea. Los límites de control no necesariamente equivalen a los de las especificaciones.

Los puntos graficados serán los valores de la característica en el tiempo según la frecuencia de muestreo fijada.

Figura 5. Gráfica de control



Fuente: Carro Paz y González Gómez (2012)

La gráfica de control ayudará a detectar las muestras fuera de control a las cuales se les atribuyen causas especiales que deben ser investigadas por medio de un diagrama de ishikawa.

10.1.5. Diagramas de dispersión

En el eje Y se grafica la variable dependiente y en el eje X la independiente. El gráfico indica el grado de correlación entre ambas variables con un intervalo de confianza determinado.

Se puede dibujar una línea de ajuste con el fin de conocer si la correlación es de tendencia positiva, negativa o nula.

El proceso de ajuste es por medio de una regresión. Si el ajuste es lineal la fórmula a emplear es para una recta:

Se denomina error e_i a la diferencia $y_i - y$, entre el valor observado y_i , y el valor ajustado $y = ax_i + b$. El criterio de ajuste se toma como aquél en el que la desviación cuadrática media sea mínima, es decir, debe de ser mínima la suma:

$$s = \sum_1^N e_i^2 = \sum_1^N (y_i - (ax_i + b))^2$$

El coeficiente de correlación indica el grado de dependencia entre las variables X e Y. El coeficiente de correlación r es un número que se obtiene mediante la fórmula.

$$r = \frac{\sum (x_i - \langle x \rangle)(y_i - \langle y \rangle)}{N\sigma_x \sigma_y}$$

El coeficiente de correlación puede valer cualquier número comprendido entre -1 y +1.

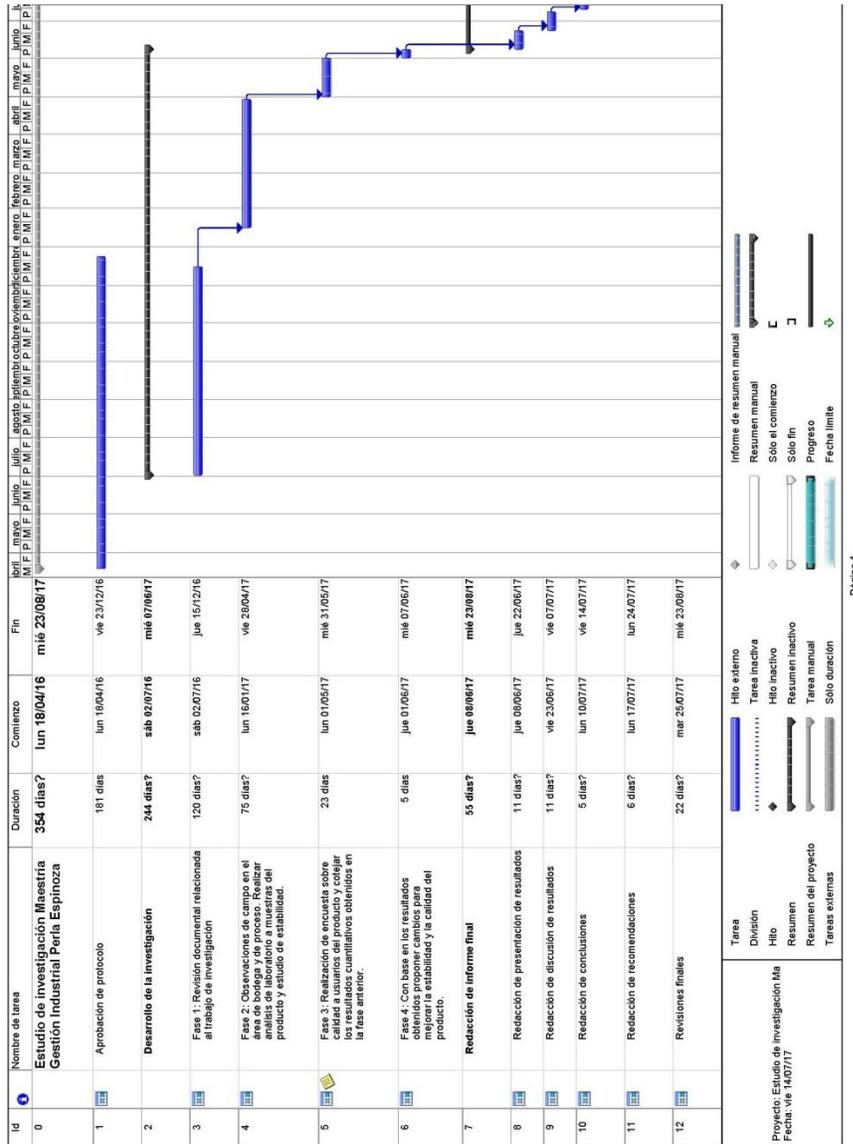
Cuando $r=1$, la correlación lineal es perfecta, directa.

Cuando $r=-1$, la correlación lineal es perfecta, inversa

Cuando $r=0$, no existe correlación alguna, independencia total de los valores X e Y

11. CRONOGRAMA

Figura 6. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El trabajo de investigación es factible porque se cuenta con los recursos necesarios para ejecutar cada una de las fases de la presente investigación y cumplir con los objetivos propuestos.

La empresa autoriza la ejecución del presente trabajo de investigación, proporcionando los recursos:

Humanos: Personal operativo a disposición como fuente de información y guía en la realización de los análisis de laboratorio.

Tecnológicos: Equipo de medición para la observación del comportamiento de variables, acceso a internet.

Información: Acceso a la información documentada requerida en la investigación con el compromiso de respetar los derechos de propiedad.

Infraestructura: La ocupación del área del laboratorio de análisis fisicoquímico de la empresa así como el uso del mobiliario y el acceso a las áreas que permitan la realización de la investigación.

Instrumentales: La utilización de la cristalería, equipo y reactivos del laboratorio de análisis fisicoquímico de la empresa de cosméticos.

12.1. Lista de instrumentos

12.1.1. Cristalería

- beakers de 600mL
- beakers de 250mL
- 1 bureta de 50mL ± 0.05 mL
- 1 probeta de 50mL ± 1 mL
- 1 probeta de 5mL ± 0.05 mL
- 1 probeta de 10mL ± 0.5 mL
- 1 picnómetro para crema
- 1 pipeta de 1mL ± 0.05 mL

12.1.2. Equipo

- 1 agitador magnético VWRDYlastic
- 1 estufa IKA – combimag Ret
- 1 espátula metálica pequeña
- 1 espátula plástica mediana
- 1 viscosímetro Brookfield Synchro - electric
- 1 pin #3 para viscosímetro Brookfield
- 1 potenciómetro
- 1 picnómetro para sólidos
- 1 termómetro de mercurio de -20 a 150° C $\pm 1^\circ$ C
- 1 balanza de precisión Sartorius ± 0.001 g
- 1 cinta de masking tape de 1”
- 1 rollo de papel aluminio
- 1 calculadora

- Guantes
- Mascarilla
- 1 horno
- 1 refrigeradora

12.1.3. Reactivos

- 9 Kg de base de crema reveladora de color
- 1.5 L de peróxido de hidrógeno al 50 %
- 1 L de solución de ácido sulfúrico al 20 %
- 1 L de solución de Tiosulfato de sodio 0,1N
- 50 mL de almidón al 1 %
- 20 mL de solución de molibdato de amonio al 0,5 %
- 500 mL de solución de yoduro de potasio al 15 %
- 1 L de agua desionizada

El recurso financiero necesario para realizar la investigación será aportado por el investigador, pero el costo de los reactivos a utilizar será absorbido por la empresa dentro del mismo rubro de gastos mensuales del laboratorio.

Se presenta el siguiente presupuesto de gasto relacionado a la investigación:

Tabla VIII. Presupuesto

ID	RECURSO	DESCRIPCIÓN DEL GASTO	MONTO ESTIMADO	PORCENTAJE
1	Humanos	Tiempo del investigador.	Q. 15 000,00	58 %
2	Humanos	Asesor de campo de trabajo de investigación.	Q. 0,00 *	0 %
3	Material	Papelería.	Q. 1 000,00	4 %
4	Material	Útiles de oficina.	Q. 1 500,00	6 %
5	Transporte	Consumo de combustible.	Q. 1 500,00	6 %
6	Transporte	Depreciación de vehículo.	Q. 2 000,00	8 %
7	Alimentación	Alimentación	Q. 2 000,00	8 %
8	Electrónico	Teléfono e Internet	Q. 500,00	2 %
9	Electrónico	Internet	Q. 1 000,00	4 %
10	Varios	Imprevistos (5 %)	Q. 1 250,00	5 %
TOTAL			Q. 25 750,00	100 %

Fuente: elaboración propia.

*No se está considerando un monto por el asesor de campo de trabajo debido a que se acordó con el mismo que brindaría su asesoría ad honorem.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria. (2005). *Guía de estabilidad de productos cosméticos*. Brasilia: ANVISA. Recuperado el 25 de enero de 2017, de <http://portal.anvisa.gov.br/documents/106351/107910/Gu%C3%A9da+de+Estabilidad+de+Productos+Cosm%C3%A9ticos/dd40ebf0-b9a2-4316-a6b4-818cac57f6de>
2. Aiteco consultores. (27 de noviembre de 2013). *El control de calidad y las 7 herramientas básicas*. Recuperado el 18 de febrero de 2017, de Aiteco consultores: <https://www.aiteco.com/el-control-de-calidad-herramientas-basicas/>
3. Ayres, G. H. (1970). *Análisis Químico Cuantitativo* (Segunda edición). Madrid: Ediciones del Castillo, S.A.
4. Barroso Moreno, M. (27 de julio de 2016). *Peróxido de hidrógeno*. Recuperado el 01 de septiembre de 2016, de Ciencia Básica Experimental para Estudiantes de Ingeniería Química : <http://ciencia-basica-experimental.net/peroxido.htm>
5. Carro Paz, R. y González Gómez, D. (2012). *Control Estadístico de Procesos*. Universidad de Mar de Plata, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Argentina: Universidad de Mar de Plata. Recuperado el 04 de septiembre de 2016, de http://nulan.mdp.edu.ar/1617/1/12_control_estadistico.pdf

6. CISQUIME. (01 de 10 de 2010). *Peróxidos orgánicos*. Recuperado el 01 de septiembre de 2016, de CISQUIME: <http://www.ciquime.org.ar/peroxidos-organicos.html>
7. Climent Serrano, S. (2003). *Los costes de calidad como estrategia empresarial en las empresas certificadas en la norma ISO 9000 de la CV*. Valencia: Universidad de Valencia. Servicio de publicaciones. Recuperado el 1 de mayo de 2017, de http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/tqm/1_conceptos/1_conceptos.htm
8. Consejo Colombiano de Seguridad. (2005). *Hoja de datos de seguridad peróxido de hidrógeno*. Cisproquim, Colombia. Recuperado el 08 de junio de 2014, de http://www.cisproquim.org.co/HOJAS_SEGURIDAD/Peroxido_de_hidrogeno.pdf
9. de la Macorra García, C., Brizard, A., Rincón Arévalo, P., & Nieves Sánchez, R. (2004). Estudio cinético de la descomposición del peróxido de hidrógeno en condiciones de extrema alcalinidad. *Tecnología y Desarrollo, II*. Recuperado el 6 de mayo de 2016, de <http://www.uax.es/publicacion/estudio-cinetico-de-la-descomposicion-del-peroxido-de-hidroegno-en-condiciones.pdf>
10. Departamento de Química Analítica. (07 de septiembre de 2010). *Volumetrías Red-ox I. Permanganimetrías*. (U. d. Valladolid, Editor) Recuperado el 02 de septiembre de 2016, de Analytica 2.0: <http://www.analytica-2-0.com/fotos/permanga/Practicafotospermanga3.htm>

11. Ditutor. (2015). *Diagrama de dispersión*. Málaga: Ditutor. Recuperado el 04 de septiembre de 2016, de http://www.ditutor.com/estadistica_2/diagrama_dispersion.html
12. ISO. (2008). *ISO 9000:2005 Sistemas de Gestión de Calidad - Fundamentos y vocabulario*. México: Instituto Mexicano de Normalización y Estandarización A.C. Recuperado el 02 de septiembre de 2016, de <http://www.itpiedrasnegras.mx/v2/SGC/ORIGENEXTERNO/ISO-9000-2005%20Fundamentos%20y%20vocabulario.pdf>
13. Martínez Velásquez, D. y Paniagua Gutiérrez, H. O. (2010). *Descomposición catalítica del peróxido de hidrógeno*. Universidad Nacional de México, Laboratorio de Equilibrio y Cinética Facultad de Química, México. Recuperado el 6 de mayo de 2016, de <https://es.scribd.com/doc/27585119/Reporte-Prac-9-Decomp-a-de-Peroxido>
14. Melo Zambrano, C. A. y Moncada Rodríguez, L. P. (2016). *Propuesta documental para la ejecución de pruebas de calidad con miras a establecer estabilidad cosmética*. Bogotá: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales - UDCA. Recuperado el 25 de enero de 2017, de <http://repository.udca.edu.co:8080/jspui/bitstream/11158/492/1/TE-SIS%20FINAL%20COSMETICOS%201%20.pdf>
15. Miranda González, F., Chamorro Mera, A., & Rubio Lacoba, S. (2007). *Introducción a la gestión de la calidad* (Primera Edición ed.). Madrid: Delta, Publicaciones Universitarias.

16. Paternina, E., Arias, J. M. y Barragán, D. (2009). Estudio cinético de la descomposición catalizada de peróxido de hidrógeno sobre carbón activado. *Química Nova*, 32(4). Recuperado el 6 de mayo de 2016, de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422009000400020
17. Peluquería, B. M. (22 de mayo de 2011). *El agua oxigenada, un producto con múltiples aplicaciones*. Recuperado el 01 de septiembre de 2016, de Beauty Marquet Peluquería: http://www.beautymarket.es/peluqueria/articulo_display.php?numero=3576#
18. Pérez , J., Hernández, G, De Barillas, C. (2011). *Inducción a la Calidad*. Guatemala: ONSEC. Recuperado el 03 de septiembre de 2016, de ONSEC: <http://www.onsec.gob.gt/descargas/calidadgestionpublica/MATERIALINDUCCIONALACALIDADParte1.pdf>
19. Ponce D'León, L. (mayo-agosto de 2002). Estudios de estabilidad productos cosméticos. *Global Cosmetic Industry Latinoamérica*, 1, 24-30. Recuperado el 25 de enero de 2017, de <http://www.cosmeticsonline.la/pdfs/gcila12.pdf>
20. Productos Químicos Sidney, S.A. de C.V. (06 de junio de 2013). *Hoja Técnica del Peróxido de Hidrógeno (50% grado técnico)*. Recuperado el 02 de septiembre de 2016, de Sidney 2000: http://www.sydney2000.com.mx/Hoja_tecnica/PEROXIDO_HIDROGENO_T.pdf

21. QuimiNet. (26 de 10 de 2007). *Las pruebas de estabilidad en los productos cosméticos*. Recuperado el 17 de 10 de 2016, de QuimiNet: <https://www.quiminet.com/articulos/las-pruebas-de-estabilidad-en-los-productos-cosmeticos-23120.htm>
22. Rettig, C., Ohmer, J., Hildmann, S. y Schwarz, A. (2015). *Evonik industries*. (Evonik Resource Efficiency GmbH) Recuperado el 6 de mayo de 2016, de Evonik industries: <http://h2o2.evonik.com/product/h2o2/es/about/stability-decomposition/Pages/default.aspx>
23. Ríos Giraldo, R. M. (2009). *Seguimiento, medición, análisis y mejora en los sistemas de gestión*. (Segunda edición ed.). Bogotá: INCONTEC Internacional.
24. Salazar López, B. (2016). *Las siete herramientas de la calidad*. Colombia: Ingeniería Industrial Online. Recuperado el 04 de septiembre de 2016, de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/las-siete-herramientas-de-la-calidad/>
25. SPC Consulting Group. (26 de diciembre de 2012). *Las 7 herramientas básicas de la calidad*. Recuperado el 30 de septiembre de 2016, de SPC Consulting Group: <http://spcgroup.com.mx/7-herramientas-basicas/>
26. Trebal, E. (1974). *Estabilidad y descomposición de las disoluciones de peróxido de hidrógeno*. Recuperado el 6 de mayo de 2016, de

<http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/6041/Article03.pdf>

27. Vines Remache, G. E. (2015). Factores que inciden en la disminución de ventas de empresas comercializadoras de cosméticos y propuestas para mejorar las ventas. Ecuador: Universidad Técnica de Machala. Recuperado el 18 de 09 de 2016, de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/3953/1/ECUA-CE-2015-MKT-CD00039.pdf>

14. APÉNDICES

Apéndice 1. Formato de observación directa

*Determinación del parámetro de estabilidad que altera la calidad de la crema reveladora de color en una empresa de productos cosméticos.
Investigadora: Perla Lucia Espinoza Ramírez
Escuela de Postgrado, Facultad de Ingeniería, USAC.*

FORMATO DE OBSERVACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN Y ALMACENAJE DEL PERÓXIDO EN CREMA

FECHA: PRODUCTO:
HORA: LOTE:

ÁREA DE FABRICACIÓN:
FABRICANTE:
EQUIPO:
ÁREA:

TEMPERATURA AMBIENTE:
TEMPERATURA DE DILUSIÓN DEL PERÓXIDO:

¿EL TERMÓMETRO ESTÁ CALIBRADO? SÍ NO
¿SE CUMPLE CON EL PROCEDIMIENTO ESTABLECIDO? SÍ NO
¿LOS INGREDIENTES ESTÁN VIGENTES Y LIBRES DE CONTAMINACIÓN? SÍ NO
¿SE UTILIZAN LAS CANTIDADES SEGÚN LA FÓRMULA? SÍ NO
¿LA TEMPERATURA ES HOMOGÉNEA EN LA PAILA? SÍ NO
¿LA AGITACIÓN ES HOMOGÉNEA? SÍ NO

RESULTADOS DE ANÁLISIS:

Concentración de peróxido	<input type="text"/>	FECHA:	<input type="text"/>
pH	<input type="text"/>	HORA:	<input type="text"/>
Viscosidad	<input type="text"/>	TEMPERATURA DE LA MUESTRA	<input type="text"/>
Densidad	<input type="text"/>		
Apariencia	<input type="text"/>		
Dictamen de Calidad	<input type="text"/>		

CONDICIONES DE ENVASADO:

EQUIPO	<input type="text"/>	FECHA:	<input type="text"/>
LÍNEA DE ENVASADO	<input type="text"/>	HORA:	<input type="text"/>
TEMPERATURA DE ENVASADO	<input type="text"/>		
APARIENCIA DEL PRODUCTO	<input type="text"/>		

CONDICIONES DE ALMACENAJE:

TEMPERATURA DE ALMACENAJE:	<input type="text"/>	FECHA:	<input type="text"/>
TEMPERATURA DE UNIDADES:	<input type="text"/>	HORA:	<input type="text"/>
APARIENCIA DE UNIDADES:	<input type="text"/>		

OBSERVACIONES ADICIONALES:

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Encuesta para profesionales del cuidado del cabello al respecto de la calidad del peróxido en crema

*Determinación del parámetro de estabilidad que altera la calidad de la crema reveladora de color en una empresa de productos cosméticos.
Investigadora: Perla Lucia Espinoza Ramírez
Escuela de Postgrado, Facultad de Ingeniería, USAC.*

ENCUESTA PARA PROFESIONALES DEL CUIDADO DEL CABELLO AL RESPECTO DE LA CALIDAD ESPERADA EN EL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO EN CREMA

INSTRUCCIONES: Responda las siguientes preguntas:

- ¿Con qué frecuencia adquiere peróxido en crema en la presentación de litro?

semanalmente	<input type="text"/>	semestralmente	<input type="text"/>
mensualmente	<input type="text"/>	anualmente	<input type="text"/>
bimensualmente	<input type="text"/>	otro	<input type="text"/>
trimestralmente	<input type="text"/>		
- ¿Qué volumen de peróxido en crema emplea usualmente?

10 vol	<input type="text"/>	30 vol	<input type="text"/>
20 vol	<input type="text"/>	40 vol	<input type="text"/>
- ¿Qué es lo que busca observar en un peróxido en crema de buena calidad?

que sea bastante viscoso	<input type="text"/>	que tenga un color blanco	<input type="text"/>
que tenga un olor suave	<input type="text"/>	que no se separen las fases	<input type="text"/>
que el envase sea bonito	<input type="text"/>	que actúe rápido	<input type="text"/>
otros aspectos:	<input type="text"/>		
- ¿Qué haría si observa derramado el envase del peróxido en crema?

desecharlo	<input type="text"/>
limpiarlo y continuar usándolo	<input type="text"/>
reclamar al proveedor	<input type="text"/>
- ¿Qué haría si observa deformado el envase del peróxido en crema?

desecharlo	<input type="text"/>
continuar usándolo	<input type="text"/>
reclamar al proveedor	<input type="text"/>
- ¿Cuáles aspectos le hacen dudar de la calidad del peróxido en crema?

el envase	<input type="text"/>	la viscosidad	<input type="text"/>
la etiqueta	<input type="text"/>	el aroma	<input type="text"/>
el color de la crema	<input type="text"/>	fases separadas	<input type="text"/>
otros aspectos:	<input type="text"/>		
- ¿Qué calificación le da a la marca XXX de peróxido en crema?

Excelente	<input type="text"/>	Regular	<input type="text"/>
muy buena	<input type="text"/>	Mala	<input type="text"/>
¿Por qué?	<input type="text"/>		
- Suele combinar el peróxido en crema de la marca XXX con el tinte de la misma marca?

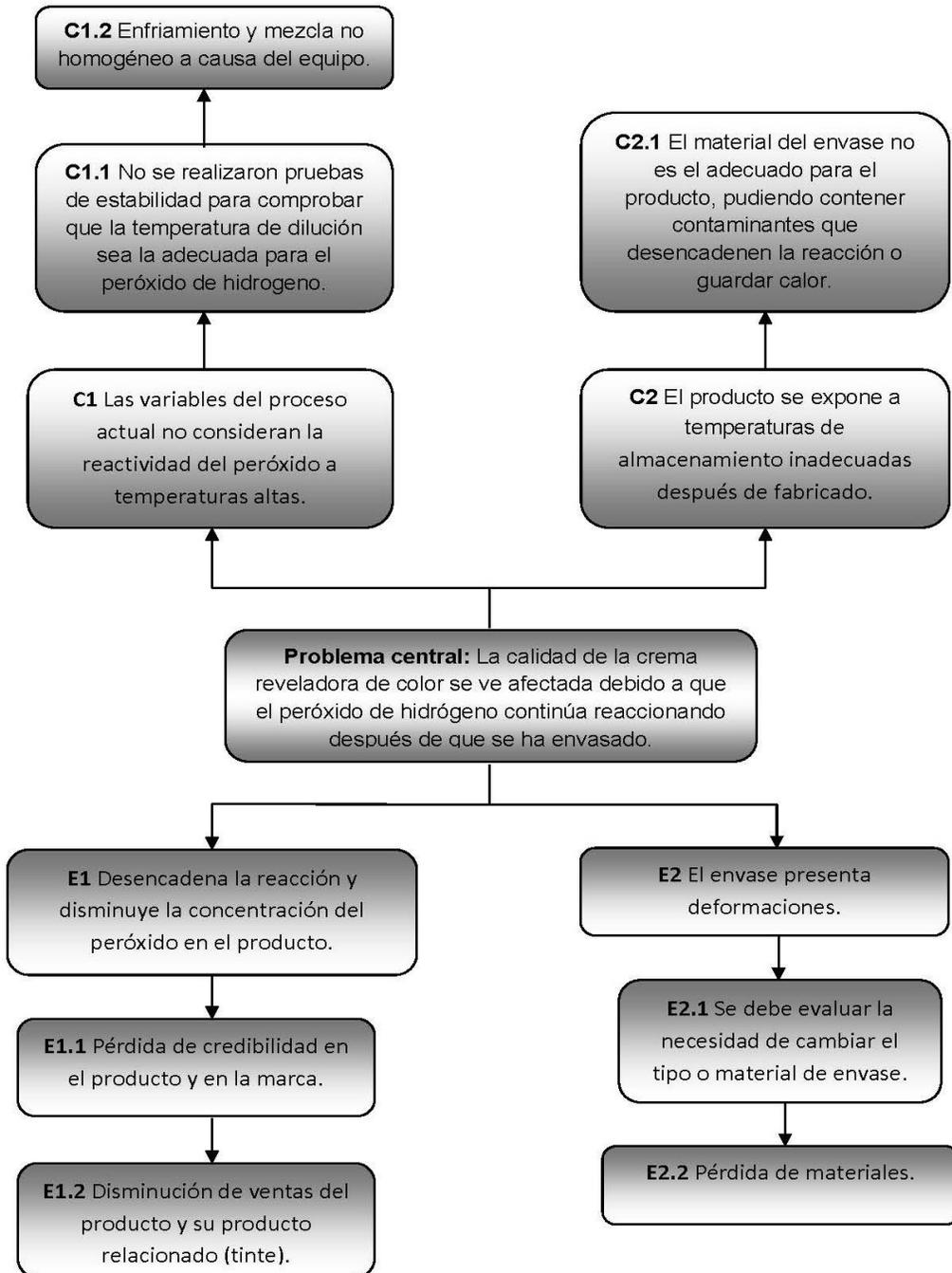
SI	<input type="text"/>	NO	<input type="text"/>
----	----------------------	----	----------------------

COMENTARIOS ADICIONALES:

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3.

Árbol de problemas



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Matriz de coherencia. Determinación del parámetro de estabilidad que altera la calidad de la crema Reveladora de color en una empresa de productos cosméticos

Formulación del problema	Objetivo	VARIABLES	Indicadores	Técnicas e instrumentos	Metodología
¿Qué parámetro de estabilidad altera la calidad de la crema reveladora de color?	Determinar el parámetro de estabilidad que altera la calidad de la crema reveladora de color.	INDEPENDIENTE Concentración: 20 volúmenes 30 volúmenes	A partir del volumen gastado de solución de tiosulfato de sodio en la titulación se obtiene la concentración de la siguiente manera: $V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times C$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \mu\text{m (Cm)}/\mu\text{m}$	Técnicas cuantitativas: Concentración por Titulación Viscosidad de Brookfield Densidad por picnómetro pH por potenciómetro Instrumentos:	Métodos cuantitativos Determinación de la concentración del Peróxido de hidrógeno por medio de yodometría indirecta. Métodos cualitativos Observación de campo
¿Cuáles son las variables del proceso que ponen en riesgo la estabilidad del Peróxido de hidrógeno en la crema reveladora de color?	Indicar una temperatura de almacenamiento recomendada para una crema reveladora de color.	DEPENDIENTE Temperatura: 80° C 50° C 35° C Calidad	Valor de viscosidad Valor de pH Valor de densidad	<u>Cristalería</u> 2 beakers de 600mL 2 beakers de 250mL 1 bureta de 50mL ± 0.05mL 1 probeta de 50mL ± 1mL 1 probeta de 5mL ± 0.05mL 1 probeta de 10mL ± 0.5mL 1 picnómetro para crema 1 pipeta de 1mL ± 0.05mL	
¿Cuál es la causa principal de la pérdida de calidad de la crema reveladora de color?	Establecer las variables del proceso que ponen en riesgo la estabilidad del Peróxido de hidrógeno.			<u>Equipo</u> 1 agitador magnético VWRDYlastic 1 estufa IKA – combimag Ret 1 espátula metálica pequeña 1 espátula plástica mediana 1 viscosímetro Brookfield Synchro - electric 1 pin #3 para viscosímetro Brookfield 1 potenciómetro 1 picnómetro para sólidos 1 termómetro de	
¿Qué medidas se pueden realizar para aumentar la estabilidad del producto y la competitividad del mismo en el mercado?	Determinar los factores de calidad relevantes para aumentar las ventas de la crema reveladora de color.				

Formulación del problema	Objetivo	Variables	Indicadores	Técnicas e instrumentos	Metodología
				mercurio de -20 a 150° C ± 1° C 1 balanza de precisión Sartorius ±0.001g 1 cinta de masking tape de 1" 1 rollo de papel aluminio 1 calculadora Guantes Mascarilla	

Fuente: elaboración propia.

