



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA
KAIZEN PARA LA SOLUCIÓN DE ENTREGA DE PRODUCTO FUERA DE TIEMPO
ESTABLECIDO, EN UN LABORATORIO DE PRODUCCIÓN DE ACEITES ESENCIALES
UBICADO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Kevin Roberto García Guzmán

Asesorado por Ing. Adela María Marroquín

Guatemala, julio de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA
KAIZEN PARA LA SOLUCIÓN DE ENTREGA DE PRODUCTO FUERA DE TIEMPO
ESTABLECIDO, EN UN LABORATORIO DE PRODUCCIÓN DE ACEITES ESENCIALES
UBICADO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

KEVIN ROBERTO GARCÍA GUZMÁN
ASESORADO POR LA ING. ADELA MARÍA MARROQUÍN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, JULIO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

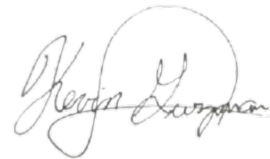
| | |
|-------------|--------------------------------------|
| DECANA | Ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada |
| EXAMINADOR | Ing. César Ariel Villela Rodas |
| EXAMINADOR | Ing. Jorge Rodolfo García Carrera |
| EXAMINADORA | Ing. Mercedes Esther Roquel Chávez |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA
KAIZEN PARA LA SOLUCIÓN DE ENTREGA DE PRODUCTO FUERA DE TIEMPO
ESTABLECIDO, EN UN LABORATORIO DE PRODUCCIÓN DE ACEITES ESENCIALES
UBICADO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, en mayo de 2022.



Kevin Roberto García Guzmán



EEPI-PP-0682-2022

Guatemala, 6 de mayo de 2022

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

Estimado Ing. Álvarez

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

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA KAIZEN PARA LA SOLUCIÓN DE ENTREGA DE PRODUCTO FUERA DE TIEMPO ESTABLECIDO, EN UN LABORATORIO DE PRODUCCIÓN DE ACEITES ESENCIALES UBICADO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Gerencia Estratégica - Sistemas de gestión**, presentado por el estudiante **Kevin Roberto García Guzmán** carné número **201504067**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestion Industrial.

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

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Adela María Marroquín González
Ingeniera Química Col. No. 1446

Mtra. Adela María Marroquín González De García
Asesor(a)





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



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





EEP.EIQ.0682.2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Quimica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA KAIZEN PARA LA SOLUCIÓN DE ENTREGA DE PRODUCTO FUERA DE TIEMPO ESTABLECIDO, EN UN LABORATORIO DE PRODUCCIÓN DE ACEITES ESENCIALES UBICADO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Kevin Roberto García Guzmán**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Williams G. Álvarez Mejía; Mg.I.Q., M.U.I.E.
Director
Escuela De Ingenieria Quimica

Guatemala, mayo de 2022

LNG.DECANATO.OI.503.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA KAIZEN PARA LA SOLUCIÓN DE ENTREGA DE PRODUCTO FUERA DE TIEMPO ESTABLECIDO, EN UN LABORATORIO DE PRODUCCIÓN DE ACEITES ESENCIALES UBICADO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por: **Kevin Roberto García Guzmán**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada ★

Decana

Guatemala, julio de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

| | |
|-------------------|---|
| Dios | Por estar presente en cada momento de mi vida. |
| Mi madre | Emilia Guzmán, mi ejemplo a seguir y por inculcarme el valor de la perseverancia. |
| Mi tío | Erick Guzmán, mi figura paterna, por su gran corazón y apoyo en todos estos años. |
| Mi padrino | Roberto Guzmán, por su apoyo y consejos durante tantos años. |
| Mi familia | Mi abuela, Josefina de Guzmán, y mi hermano, Josué Guzmán, por su cariño y buenos deseos. |
| Mi novia | Joselyn López, por ser parte de mi vida y darme ánimos de seguir adelante. |
| Mis amigos | Junior Cantillano, Leslie García y Esteban Boch. Porque a pesar de la lejanía, sé que siempre están |

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por darme la oportunidad y sabiduría para cumplir esta meta.
- Universidad de San Carlos de Guatemala** Por las instalaciones y catedráticos que compartieron sus conocimientos y me desarrollaron como profesional.
- Mi asesora** Ing. Adela Marroquín, por su paciencia y por compartirme sus conocimientos.
- Laboratorio de Aceites Esenciales** Por brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación.
- Mis mascotas** Por estar conmigo, en los días de desvelo.
- Eiichiro Oda*** Por su obra, la cual estuvo presente durante todos los años de mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | V |
| LISTA DE SÍMBOLOS | VII |
| GLOSARIO | IX |
| RESUMEN..... | XIII |
| | |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| | |
| 2. ANTECEDENTES | 3 |
| | |
| 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 7 |
| 3.1. Contexto general | 7 |
| 3.2. Descripción del problema | 8 |
| 3.3. Formulación del problema | 8 |
| 3.3.1. Pregunta central | 8 |
| 3.3.2. Preguntas auxiliares | 9 |
| 3.4. Delimitación del problema | 9 |
| | |
| 4. JUSTIFICACIÓN | 11 |
| | |
| 5. OBJETIVOS | 13 |
| 5.1. General..... | 13 |
| 5.2. Específicos | 13 |
| | |
| 6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN | 15 |
| 6.1. Etapas de investigación..... | 15 |

| | | |
|--------|--|----|
| 7. | MARCO TEÓRICO | 17 |
| 7.1. | Aceites esenciales..... | 17 |
| 7.1.1. | Rendimiento y composición de los aceites esenciales | 18 |
| 7.1.2. | Producción de aceites esenciales | 20 |
| 7.1.3. | Producción de aceites esenciales en Guatemala.... | 21 |
| 7.2. | Seguridad y salud ocupacional | 22 |
| 7.2.1. | Seguridad industrial en el proceso de extracción de aceites esenciales..... | 22 |
| 7.2.2. | Equipo de seguridad industrial en el proceso de extracción de aceites esenciales..... | 25 |
| 7.3. | Gestión de la calidad..... | 26 |
| 7.3.1. | Lean Manufacturing..... | 29 |
| 7.4. | KAIZEN | 30 |
| 7.4.1. | Producción Just intime | 31 |
| 7.4.2. | La gerencia..... | 31 |
| 7.4.3. | Técnica 5'S..... | 32 |
| 7.4.4. | Técnica Gemba | 33 |
| 7.4.5. | Ciclo de Deming | 34 |
| 8. | PROPUESTA DEL INDICE DE CONTENIDOS | 37 |
| 9. | MARCO METODOLÓGICO | 39 |
| 9.1. | Enfoque..... | 39 |
| 9.2. | Diseño | 39 |
| 9.3. | Tipo | 39 |
| 9.4. | Alcance | 40 |
| 9.5. | Variables e indicadores..... | 40 |
| 9.6. | Fases | 41 |

| | | |
|--------|--|----|
| 9.6.1. | Primera fase: Revisión documental | 41 |
| 9.6.2. | Segunda fase: Identificación de procedimiento de extracción de aceites esenciales | 41 |
| 9.6.3. | Tercera fase: Determinación de puntos críticos..... | 42 |
| 9.6.4. | Cuarta fase: Desarrollo de manual de implementación de metodología KAIZEN..... | 42 |
| 9.7. | Resultados esperados | 44 |
| 9.8. | Población y unidad de estudio | 45 |
| 10. | TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN..... | 47 |
| 11. | CRONOGRAMA..... | 49 |
| 12. | FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO | 51 |
| 13. | REFERENCIAS..... | 53 |
| 14. | APÉNDICE | 59 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|----|--|----|
| 1. | Esquema de solución . | 16 |
| 2. | Cromatograma de gases para un aceite esencial de piña. | 20 |
| 3. | Uso de equipo de protección personal | 25 |
| 4. | Herramientas Lean Manufacturing. | 30 |
| 5. | Modelo PHVA..... | 34 |
| 6. | Cronograma de actividades..... | 49 |

TABLAS

| | | |
|------|--|----|
| I. | Partes de la planta utilizada para extraer aceite esencial según la materia prima. | 17 |
| II. | Clasificación de terpenoides. | 19 |
| III. | Enfoque de calidad. ... | 27 |
| IV. | Operacionalización de variables | 40 |
| V. | Determinación de punto crítico..... | 48 |
| VI. | Presupuesto | 52 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|-----------------------|-------------------------------|
| AP | Accidente potencial |
| DM | Desperdicio de material |
| CO₂ | Dióxido de carbono |
| EPP | Equipo de protección personal |
| g | Gramos |
| kg | Kilogramos |
| L | Litros |
| 5'S | Metodología cinco eses |
| mL | Mililitros |
| % | Porcentaje |
| PR | Proceso repetitivo |

GLOSARIO

| | |
|-------------------------------|--|
| Ciclo de <i>Deming</i> | Herramienta de planificación utilizada en la mejora continua. |
| Compuesto alifático | Compuesto orgánico constituido por carbono e hidrógeno, no contienen carácter aromático. |
| Esencia | Producto natural que ofrece la capacidad de aromatizar. |
| Fenilpropeno | Compuestos orgánico que las plantas sintetizan a partir de aminoácidos naturales, sirven como componentes esenciales de polímeros estructurales. |
| <i>Gemba</i> | Técnica de mejora continua basada en observar el lugar de los hechos. |
| Huella aromática | Patrón de aroma que proviene de algún aceite esencial. |
| <i>KAIZEN</i> | Metodología de mejora continua aplicada en cualquier rama de la industria. |
| Mejora continua | Actividad de analizar procesos de una organización, revisarlos y adecuarlos para minimizar errores. |

| | |
|-------------------------|--|
| Monoterpeno | Compuesto de dos isoprenos, pueden ser lineales o cíclicos. |
| Muda | Actividad que consume recursos y no aportar valor para el cliente. |
| Mura | Operación extra que no fue solicitada por el cliente. |
| Muri | Sobrecarga de actividades en un equipo u operador. |
| PHVA | Ciclo de <i>Deming</i> (Planear, hacer, verificar, actuar). |
| Planta aromática | Plantas cuyos principios activos están conformados total o parcialmente por esencias. |
| Proceso | Conjunto de actividades planificadas que implican la participación de un número de personas y materiales para conseguir un propósito. Es formado por varios subprocesos. |
| Punto crítico | Sección de un proceso que falla en la operación estándar y puede causar daños a los clientes, trabajadores, al negocio o la pérdida de tiempo. |
| Seiketsu | Estandarizar los cambios realizados en la mejora continua. |
| Seiri | Método que consiste en mantener solo las herramientas necesarias en un área de trabajo. |

| | |
|----------------------|---|
| Seiso | Limpieza con inspección en el área de trabajo. |
| Seiton | Ordenar y organizar los elementos necesarios para que estén disponibles rápidamente. |
| Sesquiterpeno | Compuestos presentes en aceites esenciales, conformados por isoprenos de quince carbonos. |
| Shitsuke | Cambiar los hábitos mediante la continuidad y la práctica. |
| Subproceso | Conjunto de actividades con secuencia lógica para alcanzar un propósito. Forma parte de un proceso. |

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación busca realizar un manual para la implementación de la metodología *KAIZEN* con la finalidad de solucionar la problemática de entrega de producto fuera del tiempo establecido en un laboratorio de extracción de aceites esenciales.

Para la elaboración del manual de implementación se deben analizar las metodologías teóricas y prácticas de los procedimientos de extracción de aceites esenciales. Con ello, se debe determinar los puntos críticos que influyen en el retraso de la elaboración del producto. Debido a la aplicación de las herramientas ciclo de *Deming*, técnica *Gemba* y 5'S, la información anterior es necesaria para dar solución a los puntos críticos determinados.

Como resultado, el trabajo de investigación espera obtener un manual de implementación de la metodología *KAIZEN* que pueda aplicarse inmediatamente luego de su realización para dar solución al problema principal de esta investigación y a futuros problemas que puedan presentarse durante la producción de aceites esenciales.

1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de graduación busca realizar una sistematización de distintos factores del procedimiento de extracción de aceites esenciales, con el objetivo de analizar la problemática de la entrega de productos de aceite esencial fuera del tiempo establecido, problemática causada por desorden y falta de disciplina en el laboratorio de producción, accidentes laborales, procesos repetitivos y bajos rendimientos de extracción. Para su solución, el trabajo de investigación se basa en la programación de un sistema de gestión de mejora continua, *KAIZEN*.

La importancia de este estudio de investigación es tener disponible la documentación necesaria para la facilidad de la implementación a futuro de la metodología *KAIZEN*. Como resultado de este estudio de investigación, se espera que la futura implementación de la metodología brinde orden en las instalaciones del laboratorio y disciplina en los trabajadores, se determinarán procesos repetitivos o cualquier otra actividad que pueda representar inconvenientes durante la extracción de aceites esenciales, siendo los beneficiarios de este estudio los trabajadores del laboratorio de producción de aceites esenciales y sus clientes.

El informe final busca estar estructurado en cinco capítulos. El capítulo uno presenta el análisis de los estudios realizados anteriormente acerca del tema de esta investigación. El capítulo dos cubre los conceptos de la metodología *KAIZEN*. El capítulo tres debe presentar las fases en las cuales se debe realizar la programación para la implementación de la metodología *KAIZEN*. En el capítulo cuatro se debe presentar los resultados obtenidos.

Finalmente, en el capítulo cinco debe presentar la discusión de los resultados obtenidos.

2. ANTECEDENTES

Los antecedentes ha utilizar para el desarrollo de la programación de implementación de la metodología *KAIZEN* en el laboratorio de producción de aceites esenciales ubicado en la ciudad de Guatemala son:

Con el objetivo de mejorar la productividad de una empresa de producción de mesas y tachos, Álvarez y Paucar (2021) desarrollaron e implementaron la metodología de mejora continua denominada 5'S. Esta metodología se utiliza para organizar las áreas de trabajo dedicadas a la producción, desarrollar un ambiente de seguridad, orden y agradable para el trabajador. Para la implementación de esta metodología fue muy importante la responsabilidad de tres grupos de trabajo; la alta gerencia, brindando el financiamiento de todo lo necesario para lograr los objetivos; el comité 5'S, planificando actividades y organizando el seguimiento de la implementación de la metodología y, por último, el gerente de producción, el cual fue el encargado de transmitir e inspeccionar a los trabajadores las actividades de las 5'S. Por lo tanto, para esta investigación, ha de utilizar la información sobre la implementación de la metodología 5'S.

La Empresa Línea Uno Muebles E.I.R.L., dedicada a la producción de muebles y juegos de sala, presentaba problemas con el cumplimiento de entrega de producto en las fechas acordadas con sus clientes. Por lo tanto, Gonzales y Parrilla (2021) realizaron una implementación de reingeniería de procesos. La reingeniería de procesos se enfocó en la redistribución de la planta de producción y la planificación de producción. Al finalizar el estudio se identificaron los tiempos ociosos que afectaron durante el proceso de

producción y luego de ser evaluados se procedió a su mejora continua, disminuyendo tiempos de producción de 938.41 minutos a 755.3 minutos. Para esta investigación, ha de utilizar la información sobre la redistribución y la planificación como parte de la metodología 5'S y ciclo de *Deming*.

Debido a la gran demanda de servicios médicos durante la pandemia, los hospitales públicos presentaron fallos en sus procesos y servicios. Para dar solución a esta problemática, Suárez (2020) implementó la metodología *KAIZEN*. La metodología fue cualitativa y se utilizó el proceso de observación directa, análisis documental y entrevistas. Los procesos de *Seiketsu* y *Shitsuke* fueron de mayor importancia durante los mayores días de contagio de Covid-19 debido a la organización y orden. Además, la implementación de *KAIZEN* fue realizada en cuatro fases: preparación, introducción, aplicación y resistencia. Con ayuda de la metodología *KAIZEN*, se determinó 150 Kg de material desechable y equipo obsoleto que fue desechado. También, los trabajadores aportaron su punto de vista para eliminar mudas de distintos procesos, de esta manera se aumentó la rapidez, confiabilidad y seguridad de varios procesos. Por lo tanto, para esta investigación, se utilizará la información sobre la implementación de *Seiketsu*, *Shitsuke* y las fases de implementación para la metodología *KAIZEN*.

La globalización afectó a la Empresa Industrias Galvánicas, esta empresa estaba expuesta a una competencia creciente en la ciudad de Arequipa debido a que sus competidores entraban al mercado ofreciendo precios más bajos, disminuyendo sus clientes y su rentabilidad. Cárdenas y García (2012) decidieron implementar la metodología *KAIZEN* con el objetivo de aumentar la productividad de la Empresa Industrias Galvánicas. El estudio se realizó con la metodología de observación de campo, entrevista a trabajadores y observación documental. Como resultado de la aplicación de la metodología

KAIZEN se logró aprovechar hasta 210 metros cuadrados, se recaudaron 2800 soles en ventas de equipo no utilizado y un ahorro de 2.35 horas por día de trabajo. El laboratorio en donde se realizará el estudio, al igual que la Empresa Industrias Galvánicas, también presenta la exposición a la competencia debido a que fue fundado recientemente. Por lo tanto, para esta investigación, se utilizará la información sobre el análisis documental y entrevistas en la metodología *KAIZEN*.

Una empresa de producción de alimentos balanceados para animales de crianza familiar constaba de tiempos ociosos debido a reprocesos y fallos durante los mantenimientos de maquinaria. Alayo y Becerra (2021), aplicaron la metodología del ciclo de *Deming*. La metodología fue aplicada mediante un diagnóstico inicial de la empresa, diseño de planes que mejoran sus indicadores y que se hayan adecuado a las necesidades de la empresa. Al finalizar el estudio, determinaron que los niveles de eficiencia aumentaron de un 50 a un 70 % y se redujeron tiempos ociosos en un 4 %. Por lo tanto, para esta investigación, se utilizará la información sobre la implementación del ciclo de *Deming*.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Contexto general

Uno de los principales factores que afectan en el tiempo de producción en cualquier industria son los accidentes laborales. “A nivel mundial, aproximadamente dos millones de personas se han enfrentado a accidentes laborales mortales y no mortales” (Mejía, Cárdenas y Gomero, 2014, p. 526). Esto afecta la producción de la industria debido al posterior análisis de riesgo, correcciones en procedimientos o en infraestructura, hasta el tiempo de recuperación del personal.

A nivel industrial, las empresas que no logran producir su producto o servicio correctamente durante el primer proceso retrasan su producción debido a los procesos repetitivos que se deben realizar para corregir cualquier inconveniente que se haya presentado. Esto como consecuencia al mal diseño de procesos, elevando los costos de producción. (Torres y Valdivia, 2020)

En la industria de aceites esenciales, los productos deben cumplir con requisitos dados por sus clientes. Cuando un producto no cumple con los requerimientos, la producción se retrasa hasta que se cumpla con ellos. El incumplimiento de los requisitos afecta tanto en el retraso de producción, como en reclamos por parte del cliente, en caso de que el producto fuera distribuido. La implementación del ciclo de *Deming*, proceso dentro de la metodología *KAIZEN*, tiene como beneficios: la disminución de incumplimientos de los requisitos del cliente, reducción de reclamos y disminución de reprocesos. (Falla y Guevara, 2021)

3.2. Descripción del problema

El laboratorio en donde se realizará el estudio se dedica a la extracción de aceites esenciales. En los últimos meses, las muestras solicitadas por el cliente se han retrasado hasta cinco días luego de la fecha establecida. El atraso de las entregas son consecuencia de múltiples causas: procesos repetitivos, contaminación física y química, bajo rendimiento de la extracción y accidentes laborales.

El desorden que se encuentra en el área de trabajo influye en la contaminación física, contaminación química y en los procesos repetitivos. Ambas contaminaciones retrasan la producción debido a que no se cumplen los estándares que solicita el cliente para su producto y los procesos repetitivos retrasan la producción debido al tiempo desperdiciado en ellos. La mala comunicación entre trabajadores, el cronograma inadecuado de actividades y el desorden existente en el laboratorio ha ocasionado dos accidentes laborales hasta la fecha, retrasando la producción durante 45 días hábiles.

3.3. Formulación del problema

A continuación, se presenta la pregunta central y las preguntas auxiliares para buscar la solución del problema.

3.3.1. Pregunta central

¿Puede un programa de implementación de la metodología *KAIZEN*, solucionar la problemática de entrega de producto fuera del tiempo establecido en un laboratorio de producción de aceites esenciales ubicado en la ciudad de Guatemala?

3.3.2. Preguntas auxiliares

- ¿Cómo es el procedimiento actual para la extracción de aceites esenciales?
- ¿Cuáles son los puntos críticos en el procedimiento que pueden retrasar la extracción de aceites esenciales?
- ¿Cómo será el programa de implementación de la metodología *KAIZEN*?

3.4. Delimitación del problema

El trabajo de investigación se realizará bajo la línea de investigación de Sistemas de Gestión, desde el mes de enero al mes de junio del año 2022, durante la producción de aceite esencial de cardamomo, pimienta gorda y *lemongrass*, en un laboratorio de producción de aceites esenciales ubicado en la ciudad de Guatemala.

4. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de graduación se basa en la programación de implementación de la metodología *KAIZEN*, metodología que pertenece a la gestión de mejora continua. Por lo tanto, se presenta en la línea de investigación de Gerencia Estratégica, específicamente en Sistemas de Gestión, de la Maestría en Gestión Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Como beneficio de la programación de implementación de la metodología *KAIZEN* en el laboratorio de producción de aceites esenciales es importante porque la documentación debe facilitar la implementación de la metodología *KAIZEN*, la cual, debe brindar orden en las instalaciones del laboratorio y disciplina en los trabajadores, se determinarán procesos repetitivos o cualquier otra actividad que pueda representar inconvenientes durante la extracción de aceites esenciales.

Como resultado del presente trabajo de investigación se espera que la documentación realizada pueda aplicarse inmediatamente con el objetivo de determinar procesos repetitivos, disminución de riesgos de accidentes laborales y programación estable de actividades que solucionen la problemática de entrega de producto fuera del tiempo establecido por parte del cliente, de esta manera, los beneficiarios de este trabajo de investigación ha de ser todo el personal del laboratorio de producción de aceites esenciales y sus clientes.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Diseñar el programa de implementación de la metodología *KAIZEN*, para solucionar la problemática de entrega de producto fuera del tiempo establecido en un laboratorio de producción de aceites esenciales ubicado en la ciudad de Guatemala.

5.2. Específicos

1. Identificar el procedimiento actual para la extracción de aceites esenciales.
2. Determinar los puntos críticos en el procedimiento que pueden retrasar la extracción de aceites esenciales.
3. Desarrollar el programa de implementación de la metodología *KAIZEN*.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN

La necesidad a cubrir es evitar la entrega de producto fuera del tiempo establecido, problemática que se desarrolla como consecuencia de accidentes laborales, procesos repetitivos, bajo rendimiento y contaminación en los productos. Programar la implementación de la metodología *KAIZEN* debe generar orden en el laboratorio, disciplina en los trabajadores, eliminación de material y tiempo innecesario y mejora en la metodología de trabajo.

6.1. Etapas de investigación

Primera etapa. Investigación documental sobre la implementación de *KAIZEN*, ciclo de *Deming* y *Gemba*.

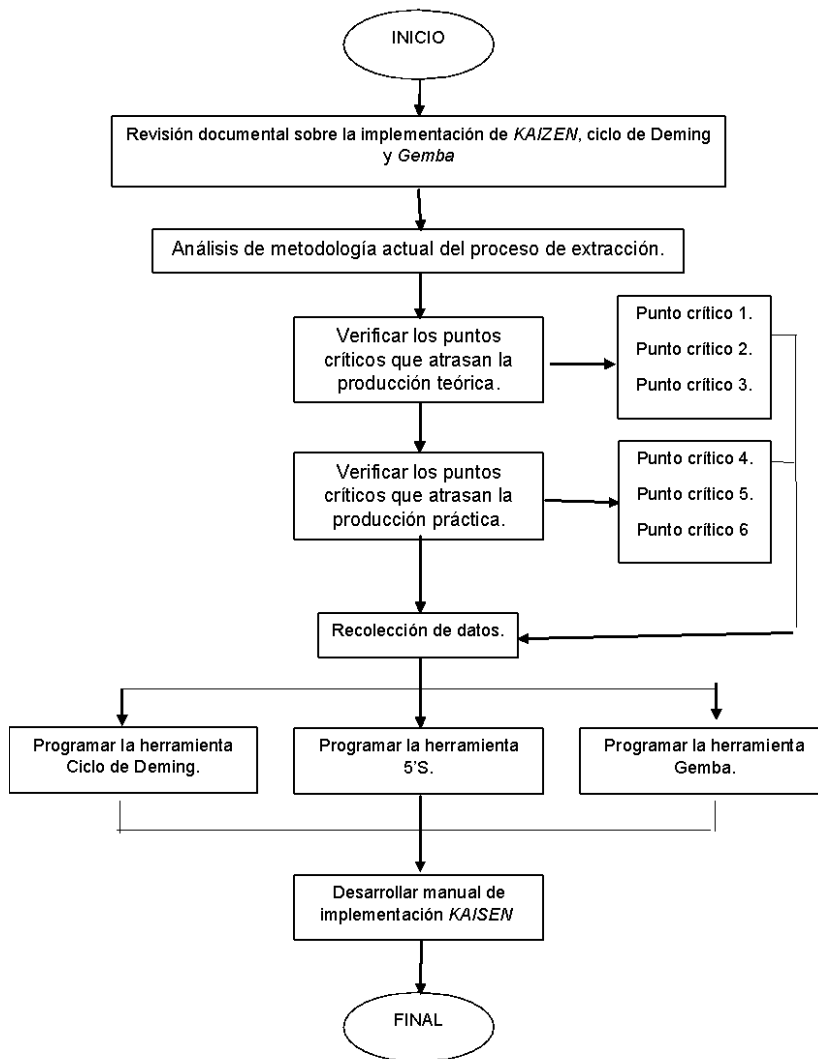
Segunda etapa. Investigación de la documentación actual sobre la metodología de extracción de aceites esenciales, del laboratorio de producción de aceites esenciales, por medio de manuales y observación de campo durante las extracciones de los meses de enero y febrero del año 2022.

Tercera etapa. Verificar los puntos críticos que retrasen la producción de aceites esenciales mediante el análisis teórico de la metodología de extracción y metodología de observación durante la práctica de extracción durante las extracciones de los meses de enero y febrero del año 2022.

Cuarta etapa. Desarrollar la implementación de la metodología *KAIZEN*, mediante el desarrollo de un manual que contenga información sobre la

herramienta 5'S, ciclo de *Deming* y *Gemba*, desde el mes de marzo hasta mayo del año 2022.

Figura 1. Esquema de solución



Fuente: elaboración propia, desarrollada en Microsoft Word.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Aceites esenciales

“Los aceites esenciales son sustancias químicas volátiles con composición altamente compleja, pueden estar conformadas por más de cien componentes obtenidas de plantas” (Martínez, 2003, p. 1). Los aceites esenciales pueden estar conformados por compuestos alifáticos, fenilpropenos, sesquiterpenos, y monoterpenos.

Las plantas aromáticas son las que presentan una gran concentración de aceite esencial. Por lo tanto, las plantas aromáticas se vuelven la materia prima en la industria para la obtención de aceites esenciales a través de distintos métodos para su obtención. La materia prima puede variar, dependiendo de la parte de la planta que se requiera para extraer el aceite esencial. Dependiendo de la planta, puede llegar a utilizarse las hojas, frutos, flores o raíces. (Sánchez, 2006)

Tabla I. **Partes de la planta utilizada para extraer aceite esencial según la materia prima.**

| Aceite esencial | Parte de la planta utilizada |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| Ciprés, jara | Ramas |
| Lavanda, lavandín | Sumidades floridas |
| Menta, hierba de limón, eneldo | Planta entera |
| Geranio, petitgrain | Hojas |
| Neroli, rosa, ylang ylang | Flor |
| Limón, naranja y mandarina | Flavedo (capa externa del fruto) |
| Romero, tomillo, ajedrea, mejorana | Planta entera con flor |
| Melisa | Planta fresca |
| Abeto de Siberia | Acículas |
| Manzanilla | Flor seca |

Continuación Tabla I.

| | |
|---------|------------------|
| Canela | Corteza |
| Cedro | Madera |
| Lima | Fruto enero |
| Clavo | Botones florales |
| Vetiver | Raíz |
| Mostaza | Semillas |

Fuente: Sánchez (2006). *Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes*.

7.1.1. Rendimiento y composición de los aceites esenciales

Por la composición de origen los aceites esenciales se clasifican en naturales, modificados y sintéticos. Los aceites naturales se extraen directamente de la materia vegetal sin ninguna modificación química, usualmente son de rendimientos muy bajos y por lo tanto son muy costosos. (Martínez, 2003) Se pueden encontrar comercialmente como aceite esencial 100 % puro o aceite esencial natural.

En un aceite esencial modificado se elimina o añade algún componente con la finalidad de evitar oxidación en el aceite o potenciar el aroma. “El término también incluye a la mezcla de un aceite esencial puro con un aceite más económico o algún diluyente con el objetivo de disminuir el precio de venta comercializarlo como “aceite esencial 100 % puro” de forma fraudulenta” (Sánchez, 2006, p. 11).

Los aceites esenciales sintetizados son una combinación de componentes que logran simular el aroma de un aceite esencial natural. Son más económicos y, por lo tanto, son más utilizados como aromatizantes y saborizantes. (Martínez, 2003). El proceso de extracción, la sección de la planta e incluso las propiedades del cultivo de la planta pueden variar en el rendimiento y la composición del aceite esencial. (Usano, Palá y Díaz, 2014)

Los aceites esenciales también pueden clasificarse según su composición de sustancias mayoritarias. Si las sustancias mayoritarias son: monoterpenos, se denominan aceites esenciales monoterpenoides; sesquiterpenos, se denominan aceites esenciales sesquiterpenoides; fenilpropanos, se denominan fenilpropanoides. “Los terpenos son los componentes mayoritarios en la mayoría de los aceites esenciales y llegan a contribuir entre el 75 y 90 % de concentración de los aceites” (Sánchez, 2006, p. 15).

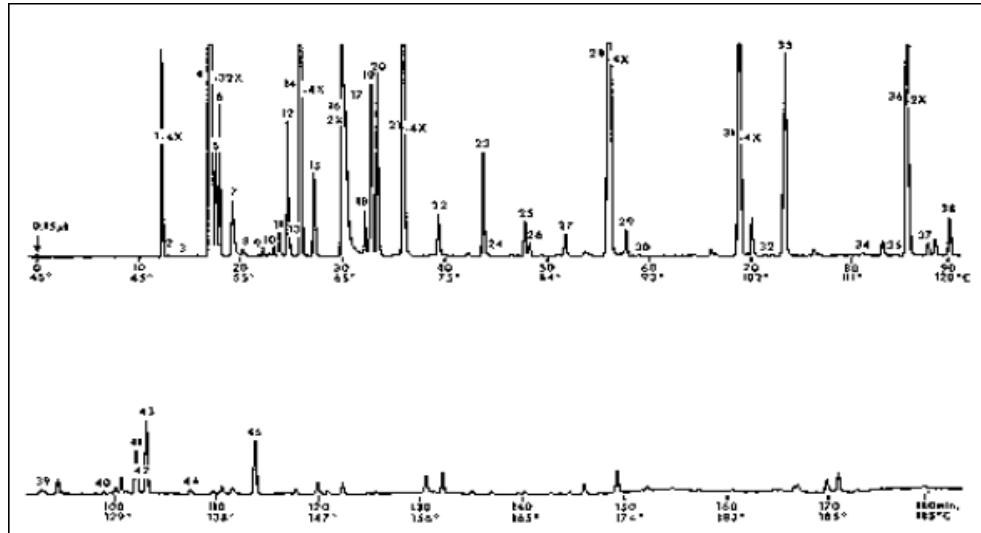
Tabla II. **Clasificación de terpenoides.**

| Número de átomos de carbono | Denominación | Unidades de terpeno |
|-----------------------------|-------------------|---------------------|
| 10 | Monoterpenoides | 1 |
| 15 | Sesquiterpenoides | 1.5 |
| 20 | Diterpenoides | 2 |
| 25 | Sesterpenoides | 2.5 |
| 30 | Triterpenoides | 3 |
| 40 | Tetraterpenoides | 4 |
| >40 | Politerpenoides | >4 |

Fuente: Sánchez (2006). *Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes.*

Uno de los métodos más utilizados para observar la composición de un aceite esencial es la cromatografía de gases. La cromatografía de gases permite la separación de un aceite esencial vaporizado, transportado por una fase móvil a través de una fase estacionaria, la cual absorbe los componentes del aceite esencial por una cantidad de tiempo. (Rivera, 2008) Entre más tiempo un compuesto determinado se encuentre adherido a la fase estacionaria, más tardará en salir del cromatógrafo para pasar al detector. Para aceites esenciales, el detector de masas es de los más utilizados, permite medir la masa de los compuestos e identificarlos.

Figura 2. Cromatograma de gases para un aceite esencial de piña.



Fuente: Martínez (2003). *Aceites esenciales*. Consultado el 5 de junio de 2022. Recuperado de http://www.med-informatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf.

7.1.2. Producción de aceites esenciales

La extracción de aceites esenciales puede realizarse por varios métodos:

El método de extracción de prensado en frío es utilizado para extraer aceite esencial de cítricos. Se basa en presionar la materia prima mecánicamente hasta extraer el contenido. Sin embargo, “el extracto contiene aceite esencial, pigmentos, cumarinas, entre otros compuestos más” (Usano et al., 2014, p. 65).

El método de extracción por arrastre con vapor es el más utilizado. (Cerutti y Neumayer, 2004). Consiste en la generación de vapor en una caldera, el vapor es transportado hacia una marmita que contiene el material vegetal y arrastra el aceite esencial dentro de la materia para ser condensado posteriormente. Se crean dos fases, hidrolato y aceite, las cuales son separadas por decantación.

El método de enflorado consiste en colocar la materia vegetal en una grasa la cual se satura del extracto vegetal, a la grasa junto con el extracto se le denomina concreto. (Piedrasanta, 2007) Posteriormente, se solubiliza el extracto en un solvente que sea insoluble en la grasa utilizada. Este método es brinda bajos rendimientos, pero es necesario para flores específicas como rosas y jazmines.

El método más actualizado y que presenta el mayor rendimiento de extractos vegetales es el método con fluidos supercríticos. Este método se basa en encapsular la materia vegetal molida o triturada en un cilindro de acero inoxidable en el que circula, generalmente, CO₂ que en condiciones normales se encuentra en fase gaseosa. Utilizando el equipo de fluidos supercríticos, se lleva el CO₂ a temperaturas y presiones por arriba de la temperatura crítica y presión crítica de la sustancia, haciendo que sus propiedades cambien y puedan extraer aceites vegetales, pigmentos y sustancias relacionadas. (Ortega, 2018)

7.1.3. Producción de aceites esenciales en Guatemala

En Guatemala existe una biodiversidad floral, tan grande que aún no ha sido estudiada por completo. (Martínez, 2009) Se han realizado diversos estudios en relación con aceites esenciales provenientes de plantas para uso

aromático o medicinal, en donde se a determinado el gran potencial económico que tiene la producción de aceites esenciales en el país. (Rizzo, 2020)

7.2. Seguridad y salud ocupacional

La seguridad y salud ocupacional es un conjunto de factores y procedimientos que tienen como objetivo la prevención de sucesos que puedan poner en riesgo la salud e integridad de cualquier persona, daños a instalaciones o al medioambiente. (Delgado, 2018)

La implementación de seguridad y salud ocupacional debe prevenir cualquier tipo de accidente o incidente. Accidente se entiende como cualquier lesión física o a la salud que sufra un trabajador debido a las actividades que realice, mientras que un incidente es un suceso no deseado pero que no llega a lesionar al trabajador, conocido como casi accidente. (Bestratén et al., 2011)

Durante cualquier actividad, un trabajador siempre esta expuesto a riesgos laborales. “Los riesgos pueden depender de distintos factores: de origen físico, químico, biológico o condiciones medioambientales; derivados de características del trabajo y derivados de la organización” (Cortés, 2012, p. 38).

7.2.1. Seguridad industrial en el proceso de extracción de aceites esenciales

Por el proceso de extracción realizado en el laboratorio de la presente investigación se identifican tres tipos de riesgos: mecánico, riesgos por combustión y riesgo químico.

Según Cortés (2012):

Los riesgos mecánicos se basan en peligros de aplastamiento, corte, arrastre, perforación, entre otros. El procedimiento de aceite esencial indica que la materia prima debe triturarse utilizando un equipo giratorio. Por lo tanto, a continuación, se presentan las características de riesgo para dicho equipo:

Elementos de rotación. Elementos como brocas y tornillos que presentan peligro aún cuando estos giran despacio se les denomina “árboles”. Las “aperturas” son elementos giratorios más peligrosos que los árboles, estos pueden ser poleas y engranajes. Herramientas de corte, entran en contacto con el material para adulterar su forma.

Puntos de atrapamiento. Cuando dos elementos giran en sentido contrario presentan peligro de atrapamiento. Puede presentarse peligro de aplastamiento entre un elemento giratorio y un elemento con movimiento tangencial a este. Cuando un elemento giratorio está en conjunto con un elemento fijo puede presentarse peligros de corte y aplastamiento. (p. 241)

El peligro químico en el laboratorio de extracción de aceites esenciales se basa en el almacenamiento de alcohol etílico.

El principio básico para el almacenamiento de productos químicos es el limitar las cantidades del producto químico en lugares peligrosos. A continuación, se presentan características básicas para el almacenamiento de un líquido inflamable:

Almacenaje con puerta metálica y resistente a cualquier ignición.

No puede haber alguna fuente de ignición cercana.

Sistema de drenaje en caso de derrame.

Si existe alguna instalación eléctrica cercana debe ser antideflagrante.

Alta ventilación.

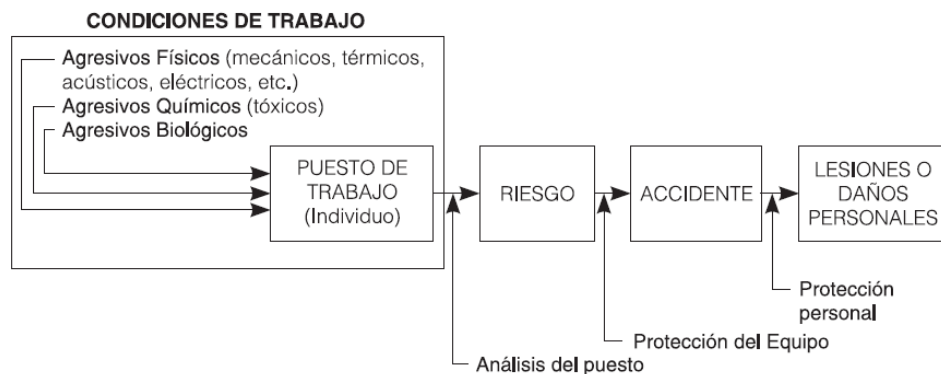
Protección contra incendios dependiendo de la característica del líquido inflamable. (Bestratén et al., 2011, p. 91)

7.2.2. Equipo de seguridad industrial en el proceso de extracción de aceites esenciales

La protección personal tiene como objetivo proteger al trabajador de cualquier actividad inesperada que ocasione agresiones de tipo físico, químico o biológico durante las actividades laborales. (Cortés, 2012) El equipo de protección personal puede ser variado como, por ejemplo, cascos de seguridad, guantes, protección de los ojos, de protección respiratoria. (Gonzáles, 2020)

El equipo de protección personal debe utilizarse solamente cuando se han tomado otras medidas para disminuir los riesgos en las actividades a realizar:

Figura 3. Uso de equipo de protección personal



Fuente: Cortés (2012). *Seguridad e higiene en el trabajo: Técnicas de prevención de riesgos laborales.*

Gonzáles (2020) describe los diferentes tipos de equipo de protección personal. El EPP para utilizar en el laboratorio de extracción de aceites esenciales se encuentra descrito a continuación:

- Protección auditiva: los daños en el oído pueden deberse a la combinación del nivel del ruido y el tiempo en el que el trabajador esta expuesto. Se deben usar tapones de inserción u orejeras para disminuir el nivel de ruido.
- Protección de manos: para proteger las manos de cortes, abrasiones, altas temperaturas o exposición a químicos deben utilizarse guantes de protección. Para cortes deben ser guantes mecánicos, usualmente de cuero. Para altas temperaturas se debe utilizar guantes térmicos. Y para exposición de químicos puede utilizarse guantes de neopreno o látex.
- Protección respiratoria: para evitar el ingreso de cualquier partícula durante la trituración de materia puede utilizarse mascarillas N95.
- Protección de ojos: para asegurarse la protección de ojos de cualquier desprendimiento de partículas o polvos se debe utilizar una careta de protección facial.
- Protección de pies: para proteger los pies de cualquier impacto se deben utilizar botas con punta de acero.

7.3. Gestión de la calidad

El mercado global ha hecho que todas las organizaciones luchan por sobrevivir en el mercado, reconociendo la importancia de entregar productos o servicios de calidad. (Sirvent, Gisbert y Pérez, 2017) A diferencia del término de calidad que se manejaba hace años, la cual consistía en reconocer productos defectuosos y simplemente retirarlos, la evolución de la calidad, conocido

actualmente como calidad total, comprende la participación de todos los aspectos de la organización.

Tabla III. **Enfoque de calidad.**

| VIEJO ENFOQUE | NUEVO ENFOQUE |
|---|---|
| Cumplir los estándares y procedimientos definidos. | Satisfacer las expectativas del cliente. |
| Invertir tiempo y dinero para conseguir mejorar la calidad. | Ahorrar tiempo y dinero haciendo las cosas con calidad. |
| La calidad es responsabilidad de unos pocos. | La calidad es responsabilidad de todos. |
| Detectar los errores producidos en el proceso. | Evitar los errores, haciendo las cosas bien la primera vez. |

Fuente: Sirvent, Gisbert y Pérez (2017). *Los 7 principios de gestión de la calidad en ISO 9001. 3C: investigación y pensamiento crítico*. Consultado el 5 de junio de 2022. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.10-18/>.

Adecuar las características de un producto o servicio a las necesidades de los clientes mediante la coordinación de distintas áreas de una empresa se le denomina aseguramiento de la calidad. (González y Arciniegas, 2016) Es importante tener en cuenta que ningún sistema de producción de algún producto o servicio podrá alcanzar la calidad de cero defectos, este concepto es la base para el mejoramiento continuo.

Las normas ISO 9000, conjunto de normas destinadas al control y gestión de calidad, se basan en siete principios detallados a continuación:

- Enfoque al cliente: comprender y satisfacer las necesidades del cliente, exceder sus expectativas. Si se cumple con lo anterior, se logrará una fidelización por parte del cliente.

- Liderazgo: un líder es el encargado de orientar la organización, debe motivar a los trabajadores a alcanzar los objetivos de la organización.
- Compromiso de las personas: el compromiso de los trabajadores es lo más importante para la organización. La participación total de los trabajadores es vital para la gestión de la calidad, en especial el operario debido a que, por estar la mayor parte del tiempo en contacto con el producto o servicio, puede brindar las mejores ideas.
- Enfoque a procesos: para obtener un mejor control global de la organización se debe subdividir en varios procesos y colocar objetivos a alcanzar en cada uno de ellos.
- Mejora: sin mejora continua no pueden alcanzarse los objetivos. El mejoramiento de resultados no se logra en un solo día, se debe de mejorar de manera progresiva. Existe dos tipos de mejora; mejora tecnología y mejora del proceso productivo.
- Toma de decisiones: las tomas de decisiones deben basarse en hechos previos que garanticen la mejora o reduzcan la posibilidad de un error.
- Gestión de relaciones: para otorgar a un producto o servicio una buena calidad, debe mantenerse una buena relación entre los proveedores de los materiales que la organización utiliza y los clientes. (Sirvent et al., 2017, p. 15)

7.3.1. Lean Manufacturing

Es la combinación de elementos, técnicas y aplicaciones con el objetivo de optimizar un sistema de producción o servicio. (Rojas y Gisbert, 2017)
Optimizar mediante la disminución de desperdicios de todo tipo como: movimientos, transporte, sobreproducción, tiempos de espera, procesos, defectos e inventario. (Vargas, Muratalla y Jiménez, 2018)

Según González (2017) los siete tipos de desperdicios se definen como:

Sobreproducción: fabricar más productos de los que el cliente solicita.

Inventario: exceso de espacio almacenado por sobreproducción.

Transportación: trasladar el producto más de lo necesario.

Espera: cualquier momento de la producción que no aporte ningún valor al producto.

Movimiento: movimientos excesivos en alguna actividad.

Sobreprocesamiento: realizar más procesos sobre el producto, las cuales el cliente no solicitó.

Corrección: procesos que corrijan cualquier trabajo ineficiente. (p. 88)

Para lograr aplicar *Lean Manufacturing* de manera exitosa en un sistema de producción se requiere de la aplicación de distintas herramientas y metodologías como las descritas en la figura 4.

Figura 4. **Herramientas Lean Manufacturing.**



Fuente: Vargas, Muratalla y Jiménez (2018). *Sistemas de producción competitivos mediante la implementación de la herramienta Lean Manufacturing*. Consultado el 5 de junio de 2022. Recuperado de <https://doi.org/10.24215/23143738e020>.

7.4. **KAIZEN**

Esta metodología es caracterizada por cuatro enfoques: mejorar en pasos pequeños, mejoras con inversiones pequeñas, deben participar todos los trabajadores y debe implementarse las mejoras rápidamente. (Alarcon y Paredes, 2015)

La metodología *KAIZEN* se basa en cuatro principios:

El principio de restricciones positivas tiene como finalidad evitar los defectos o fallas durante la creación de productos o al brindar un servicio. El principio de restricciones negativas se basa en la eliminación pasos durante una producción que tienden a atrasar las actividades, conocido también como

cuellos de botella. El principio de enfoque tiene como objetivo el aprovechamiento de los recursos limitados. Y, por último, el principio de facilitación se basa en buscar la manera de simplificar las actividades o procesos mediante automatizaciones, reingenierías u otras herramientas. (Olivarez, Kido, Gerónimo y Hernández, 2016)

Para aplicar la metodología *KAIZEN* se utilizan herramientas de apoyo, las herramientas más utilizadas para apoyar en esta metodología son: técnica Justo a tiempo *Kanban*, *Poka yoke*, 5'S, diagramas causas/efecto y sistemas de sugerencia.

7.4.1. Producción *Just in time*

Es un sistema de producción que tiene como objetivo la entrega inmediata de un producto al cliente sin el uso de inventarios, sin costos agregados por inventarios y sin tiempos de entrega. (Srinivasaiah, 2021) Este sistema debe realizarse con la planeación meticulosa de toda la cadena de suministro.

7.4.2. La gerencia

Para la metodología *KAIZEN*, la gerencia debe participar en dos puntos: mantenimiento y mejoramiento. (Gutiérrez, Pérez, y Ruiz, 2001)

Los gerentes deben ser pacientes, la metodología *KAIZEN* brinda beneficios a largo plazo, no a corto plazo. Para alcanzar los beneficios es importante que los gerentes participen en el mantenimiento y sean ejemplos de disciplina para conservar los estándares tecnológicos. Los gerentes deben

participar en la mejora de actividades para elevar la calidad de los estándares que posee su sistema de producción.

7.4.3. Técnica 5'S

La técnica 5'S apoya a la gestión de calidad integral de una empresa. (Torres y Valdivia, 2020) Este nombre lo recibe debido a las cinco prácticas que comienzan con dicha letra en idioma japonés: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketu* y *Shitsuke*.

Según González (2017) 5'S se definen como:

Seiri: separa lo que no se necesita. Retirar del área todo elemento que no sea de utilidad para la actividad que se realice en dicha área. Si durante la inspección el operador encuentra un elemento y piensa “¿para qué puedo utilizarlo?”, entonces ese elemento también debe retirarse.

Seiton: ordenar y clasificar. Cada actividad debe estar en un lugar asignado y cada elemento en su lugar de uso. Debe organizarse de manera que los elementos se encuentren en un acceso fácil para el operador. Puede etiquetarse el lugar de cada elemento para facilitar la búsqueda del mismo.

Seiso: limpieza. Se debe limpiar el área de trabajo, equipos y evitar el desorden. El objetivo es crear un ambiente de trabajo seguro de accidentes laborales. Además, ayuda a la rápida detección de fallas.

Seiketsu: limpieza estandarizada. Para aplicar esta S deben de aplicarse totalmente las tres S anteriores. El objetivo es crear programas y diseños que permitan mantener el estado de limpieza y orden.

Shitsuke: disciplina. Con el objetivo de cumplir los procedimientos y normas establecidas anteriormente y obtener los beneficios de mejora continua, se debe imlementar disciplina a todos los trabajadores mediante controles periódicos, visitas sorpresa y autocontrol de empleados. (p. 94)

Las herramientas que pueden utilizarse para incorporar la técnica de 5'S a la metodología *KAIZEN* pueden ser: tarjetas rojas o amarillas, simbolizando las áreas las cuales no cumplen con esta técnica; *check list* de implementación, documento que especifica como aplicar la técnica y realiza una toma de datos antes y después de la implementación; plan de seguimiento. (Suárez y Miguel, 2011)

7.4.4. Técnica Gemba

La técnica *Gemba* se basa en la observación directa, observar los procesos en el lugar de trabajo. Esa es la estrategia para comprender, determinar y encontrar soluciones a fallos durante el proceso, se recomienda utilizarla como herramienta de implementación *KAIZEN*. (Suárez, 2020)

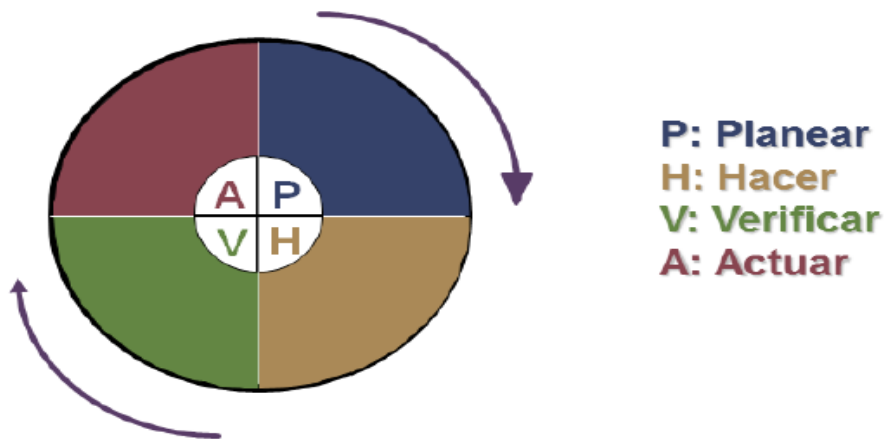
Las herramientas que pueden utilizarse para incorporar la técnica *Gemba* a la metodología *KAIZEN* pueden ser: tarjetas rojas o amarillas, simbolizando las áreas las cuales no cumplen con esta técnica; hoja de recolección de datos, para detectar mudas en el lugar de trabajo; hoja de resumen de anomalías;

mapa de distribución física; protocolo de entrevista de diagnóstico de “los cinco por qué”. (Suárez y Miguel, 2011)

7.4.5. Ciclo de Deming

El ciclo de *Deming* es una estrategia de mejora continua fragmentada en cuatro pasos: Planear, Hacer, Verificar y Actuar. (Alayo y Becerra, 2021)

Figura 5. Modelo PHVA



Fuente: Alarcon y Paredes (2015). *Las herramientas que pueden utilizarse para incorporar la técnica de 5'S a la metodología KAIZEN.*

7.4.5.1. Planear

Según Alarcon y Paredes (2015) se pueden usar diversas herramientas para la planeación:

Diagrama de Pareto: logra identificar las causas más importantes que causan un problema.

Matriz de lluvia de ideas: herramienta grupal que ayuda a la solución de problemas brindando diversas propuestas.

Matriz de planeación 5W/1H: formato que ayuda a dar seguimiento a la solución de un problema, puede utilizarse en los otros 3 pasos.

Diagrama de procesos: diagrama que indica el flujo del proceso para ejecutar la solución al problema. (p. 28)

7.4.5.2. Hacer

Realizar un plan de acciones es una herramienta para este paso, el personal debe entender las acciones que se realizarán y por qué. (Alarcon y Paredes, 2015)

7.4.5.3. Verificar

Según Alarcon y Paredes (2015) puede utilizarse, nuevamente, un diagrama de Pareto para verificar si las causas que generan el problema han disminuido. Los gráficos estadísticos también son una buena herramienta para verificar los resultados de la planeación.

7.4.5.4. Actuar

En base a los resultados del paso “verificar” debe tomarse decisiones. En caso de que los resultados son positivos debe plantearse la estandarización de los procesos utilizados con la finalidad de mantener un orden. (Alarcon y Paredes, 2015) Si los resultados son negativos debe retornarse al paso de planeación y tomar acciones alternativas.

8. PROPUESTA DEL INDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

2. MARCO TEÓRICO

- 2.1. Aceites esenciales
- 2.2. Composición de los aceites esenciales
- 2.3. Producción de aceites esenciales
- 2.4. Producción de aceites esenciales en Guatemala
- 2.5. Seguridad industrial
- 2.6. Seguridad industrial en el proceso de extracción
- 2.7. Equipo de seguridad industrial
- 2.8. Sistemas de gestión de la calidad
- 2.9. Herramientas Lean
- 2.10. *KAIZEN*

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque

3.2. Diseño

3.3. Tipo

3.4. Alcance

3.5. Fases

4. RESULTADOS

4.1. Proceso de extracción de aceite esencial

4.2. Puntos críticos

4.3. Manual de implementación *KAIZEN*

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

9. MARCO METODOLÓGICO

9.1. Enfoque

El enfoque es mixto, debido a que el presente trabajo de graduación presenta enfoque cuantitativo y cualitativo. El enfoque cuantitativo se debe a la determinación de mudas de tiempo y materia prima, durante el proceso de producción de aceite esencial. El enfoque cualitativo se debe a la recopilación de información de antecedentes, marco teórico, nivel de conocimiento del trabajador respecto a los procesos de producción realizado por medio de encuestas.

9.2. Diseño

El diseño será no experimental debido a que el presente trabajo de graduación se basa en el diseño para la implementación de la metodología *KAIZEN*, en un laboratorio de producción de aceites esenciales, por medio de la elaboración de un manual en base de recopilación de información precedente. No se realizará la implementación, análisis de efectividad de la metodología, o manipulación de variables experimentales.

9.3. Tipo

El presente trabajo de graduación se basa en recopilar información del procedimiento de producción de aceites esenciales y sus resultados tanto precedentes como durante un plazo de tres meses para y su posterior análisis para la solución de la problemática de entrega de producto fuera del tiempo

establecido. Por lo tanto, el trabajo de graduación se ha seleccionado como tipo retro-prospectivo transversal.

9.4. Alcance

El alcance es descriptivo, se plantea describir y especificar los puntos críticos durante el proceso de producción de aceites esenciales que contribuyen a la problemática de este trabajo de investigación mediante la recolección de información sobre el procedimiento y sus resultados, tanto precedentes como durante un plazo de tres meses.

9.5. Variables e indicadores

A continuación, se presentan las variables a analizar según el objetivo propuesto y su técnica de resolución.

Tabla IV. Operacionalización de variables

| Objetivo | Nombre de la variable | Tipo | Indicador | Técnica | Plan de Tabulación |
|---|--|----------------------------|--|----------------------------|--|
| Determinar el procedimiento actual para la extracción de aceites esenciales. | Procedimiento teórico de la extracción de aceites esenciales. | Cualitativa independiente. | Documentación física del procedimiento. | Recopilación de registros. | Cuadro comparativo del procedimiento teórico y práctico. |
| | Procedimiento práctico de la extracción de aceites esenciales. | Cualitativa dependiente. | Observación directa del área de trabajo. | Observación de campo. | |
| Determinar los puntos críticos en el procedimiento que pueden retrasar la extracción de aceites esenciales. | Puntos críticos que retrasan la producción de aceite esencial. | Cuantitativa dependiente. | Procesos repetitivos. | Recopilación de registros. | Tabulación de puntos críticos determinados. |
| | | | Desperdicio de materia. | Observación de campo. | |
| | | | Número de accidentes laborales. | | |
| | | | Muda de tiempo. | | |

Continuación tabla IV.

| | | | | | |
|---|---|--------------------------|---|------------------------------------|--|
| Diseñar el programa de implementación de la metodología <i>KAIZEN</i> | Actividades para el cumplimiento de herramientas 5'S, <i>Gemba</i> y ciclo de <i>Deming</i> . | Cualitativa dependiente. | Manual para la implementación de la metodología <i>KAIZEN</i> . | Recopilación de datos y registros. | Manual de implementación <i>KAIZEN</i> . |
|---|---|--------------------------|---|------------------------------------|--|

Fuente: elaboración propia.

9.6. Fases

A continuación, se presentan las distintas fases para desarrollar el presente trabajo de investigación.

9.6.1. Primera fase: Revisión documental

En esta fase se debe realizar la investigación documental sobre conceptos generales de producción de aceites esenciales y el procedimiento utilizado en el laboratorio en donde se ha de realizar el estudio. Además, realizar revisión documental sobre; metodología *KAIZEN*, conceptos generales, ventajas, desventajas y las fases para llevar a cabo su implementación; ciclo de *Deming*, sus etapas como herramienta de mejora continua, y técnica *Gemba*.

9.6.2. Segunda fase: Identificación de procedimiento de extracción de aceites esenciales

En esta fase se debe recopilar información sobre la metodología de extracción de aceites esenciales utilizada actualmente, tanto metodología teórica como metodología práctica.

- Realizar la metodología teórica, durante el mes de marzo del año 2022, mediante la recopilación de registros: manuales de procedimientos, manuales de equipos, manual de seguridad industrial.
- Realizar la metodología práctica mediante técnica de observación de campo, por medio de un formato donde se registrará cada paso del procedimiento y sus respectivas observaciones, formato que se encontrará en el Apéndice IV. Realizar durante todas las extracciones que se realicen en los meses de marzo a mayo del año 2022.

9.6.3. Tercera fase: Determinación de puntos críticos

En esta fase se debe analizar la metodología teórica y práctica determinadas en la segunda fase con el objetivo de determinar los puntos críticos que retrasen la producción de aceites esenciales.

Un paso del procedimiento de extracción de aceite esencial será tomado como un punto crítico cuando represente: desperdicio de materia, es un proceso repetitivo, se desperdicia tiempo, es potencial a algún accidente laboral. El análisis metodología de extracción se debe realizar durante los meses de enero y febrero del año 2022.

9.6.4. Cuarta fase: Desarrollo de manual de implementación de metodología KAIZEN

En esta fase se debe desarrollar, desde el mes de marzo hasta mayo del año 2022, el programa de implementación de la metodología *KAIZEN*, mediante el desarrollo de un manual.

El programa debe contener información general sobre la metodología *KAIZEN*, herramienta 5'S, herramienta ciclo de *Deming* y técnica *Gemba*. Posteriormente, realizar el programa de implementación para la metodología *KAIZEN*, el cual constará de tres etapas: preparación, introducción e implementación.

Durante la etapa de preparación se debe identificar los problemas generales que pueden existir en el laboratorio. Para este estudio, enfocar la problemática de entrega de producto fuera del tiempo establecido.

Durante la etapa de introducción se debe realizar un formato de evaluación para los conocimientos del personal sobre esta metodología. Posteriormente, estructurar la información para brindar capacitaciones al personal sobre la filosofía *KAIZEN* y las herramientas que apoyan a la mejora continua.

Durante la etapa de implementación se debe elaborar un formato para el uso del ciclo de *Deming* ante cualquier problema que se necesite solucionar. El ciclo de *Deming* consta de cuatro fases: Planear, Ejecutar, Verificar y Actuar.

Para la planeación, se debe realizar un formato con tres pasos. El primer paso es la determinación de un problema. El problema para el presente estudio es la entrega de producto al cliente fuera del tiempo establecido, por lo que se espera que los problemas que se plantearán en este paso, al momento de la implementación de la metodología, sean las causas de la problemática principal.

El segundo paso es la recopilación de información actual para la solución al problema del paso anterior. En el tercer paso, analizar las causas

que generan el problema del paso uno, para este paso es importante aplicar la técnica *Gemba*, la cual consiste en la observación de campo, es decir, no puede plantearse la causa teóricamente, sino, al momento de realizar las actividades.

Para la ejecución se debe realizar un formato donde se dé una solución al problema planteado. Es importante recordar que solucionar un pequeño problema contribuye a la solución del problema principal. Por lo tanto, este formato debe brindar solución a las causas del problema planteado en el paso uno. Luego de plantear la solución debe ejecutarse.

Para la verificación se debe realizar un formato que recopile información sobre la ejecución de las soluciones planteadas. Si las soluciones planteadas dan resultados positivos se procederá a la siguiente fase del ciclo, si no, se debe regresar a la fase de ejecución.

La fase Actuar debe consistir en dos pasos: estandarización de la mejora y planeación futura. Si las soluciones planteadas en la verificación dan resultados positivos, se debe actualizar el procedimiento analizado con la finalidad de que las mejoras queden incluidas. Para el paso de planeación futura es importante recordar que, aunque se haya encontrado una solución, en un futuro puede seguirse mejorando. Por lo tanto, se debe realizar un formato en donde se brinde información y recomendaciones para la mejora continua.

9.7. Resultados esperados

Como primer resultado de la presente investigación se espera obtener un cuadro comparativo de toda la información sobre el proceso y subprocesos de

extracción de aceites esenciales, información recopilada de documentos ya existentes e información obtenida mediante la técnica *Gemba*.

Como segundo resultado de la presente investigación se espera obtener una tabulación con los subprocesos, identificados como puntos críticos, involucrados en la extracción de aceite esencial y su descripción sobre como estos contribuyen en la problemática de entrega del producto fuera del tiempo establecido.

Como tercer resultado de la presente investigación se espera obtener un manual completo para implementar la metodología *KAIZEN* en el laboratorio de extracción de aceites esenciales, el cual puede aplicarse en el momento en que la gerencia lo permita. El manual debe contener las tres etapas para su implementación, en donde se debe utilizar el ciclo de *Deming* como herramienta para determinar y solucionar problemas, la técnica *Gemba* para obtener la mayor información durante los procedimientos prácticos y la herramienta 5'S como solución a los problemas determinados durante el ciclo de *Deming*.

9.8. Población y unidad de estudio

La unidad de estudio se identifica como el proceso de extracción de aceites esenciales. La población en el laboratorio donde se debe realizar la presente investigación es de tres personas. Por lo tanto, debido a la cantidad limitada de trabajadores, las encuestas a realizarse y las actividades de medición que han de estar ligadas al personal debe ser la población total.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Para realizar el análisis del primer objetivo de la presente investigación se debe realizar un cuadro descriptivo comparativo en el que se basa en exponer los pasos del procedimiento de extracción que esta descrito en los manuales ya existentes en el laboratorio de producción y el procedimiento que fue observado durante la ejecución de la producción. Es importante mencionar que ambos procedimientos deben variar según la materia prima que se utilice para la extracción. Por lo tanto, se espera tener tres cuadros descriptivos comparativos: extracción de cardamomo, pimienta gorda y *lemongrass*.

Para realizar el análisis del segundo objetivo de la presente investigación, tabular los datos registrados anteriores a esta investigación y los datos que se han de tomar durante la observación de campo. La tabulación de los datos se debe realizar en Microsoft Excel y debe disponer de los pasos del procedimiento de extracción de aceite en los cuales se registren: materia prima desperdiciada, procesos repetitivos y algún accidente laboral. Para la representación de datos se debe utilizar una gráfica de barras, en donde se describa los puntos críticos que tengan mayor porcentaje de influencia en la problemática de entrega de producto fuera del tiempo establecido.

Tabla V. **Determinación de punto crítico**

| Proceso repetitivo (unidad) | Accidente potencial (unidad) | Desperdicio de materia prima (unidad) | Influencia (%) |
|--|---|--|--|
| 1 por cada proceso | 1 por posible accidente | 1 | $\frac{x(PR) + y(AP) + DM}{X(PR) + Y(AP) + Z(DM)}$ |

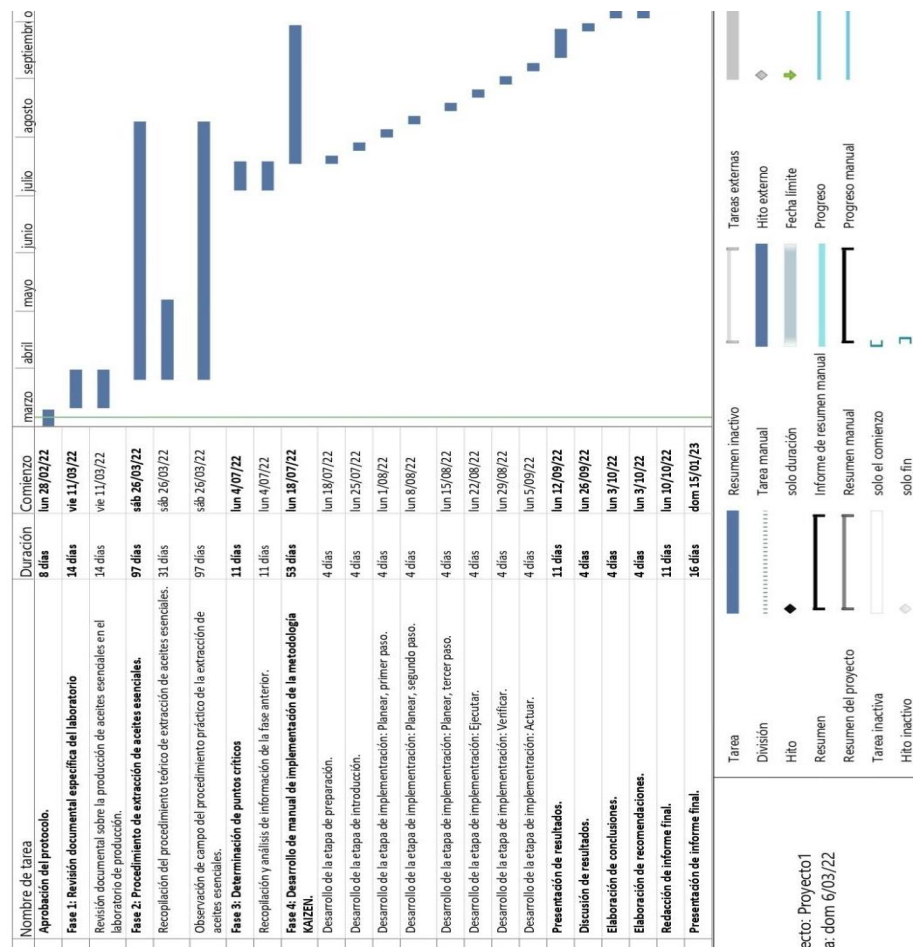
Fuente: elaboración propia, desarrollado en Microsoft Word.

Para el tercer objetivo, los datos y registros recopilados se deben utilizar para la elaboración de un manual para la implementación de la metodología *KAIZEN*. El manual debe contener las herramientas 5'S, técnica *Gemba* y técnica ciclo de *Deming*. Como resultado se espera que el manual pueda ser aplicado inmediatamente luego de su finalización con el objetivo solucionar la problemática de entrega de producto fuera del tiempo establecido y la solución de otros problemas planteados en un futuro.

11. CRONOGRAMA

En la figura 6 se observa la planificación para llevar a cabo la fase experimental del presente trabajo de investigación.

Figura 6. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia en Microsoft Project.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El presente trabajo de investigación es factible porque se cuenta con los recursos necesarios, aportados por el laboratorio de producción de aceites esenciales, para el desarrollo de cada una de las fases planteadas y cumplir con los objetivos propuestos.

El laboratorio de producción de aceites esenciales autoriza la ejecución de la presente investigación proporcionando los siguientes recursos:

- Recurso humano: personal dedicado a realizar las actividades propuestas en la investigación.
- Recurso informativo: acceso a la información de la empresa requerida para la ejecución de la investigación, con el compromiso de respetar la confidencialidad.
- Equipo e infraestructura: equipo necesario para el análisis de las extracciones, infraestructura necesaria para la investigación y equipo de informática.

El investigador también aportará recurso financiero para llevar a cabo la investigación. A continuación, se presenta el presupuesto para ejecutar la presente investigación:

Tabla VI. **Presupuesto**

| No. | Recurso | Descripción del gasto | Monto | Porcentaje |
|------------|----------------|-------------------------------------|--------------|-------------------|
| 1 | Humano | Tiempo del investigador | Q 10,000.00 | 38% |
| 2 | Humano | Asesoramiento de investigación | Q 2,500.00 | 10% |
| 3 | Material | Papelería, tinta, útiles | Q 1,000.00 | 4% |
| 4 | Transporte | Gasolina y depreciación de vehículo | Q 2,500.00 | 10% |
| 5 | Alimentación | Alimentos y bebidas | Q 2,000.00 | 8% |
| 6 | Informático | Internet y computadora | Q 7,000.00 | 27% |
| 7 | Otros | Imprevistos (5%) | Q 1,250.00 | 5% |
| | | | Q 26,250.00 | 100% |

Fuente: elaboración propia.

El investigador cubrirá el 21 % del presupuesto observado anteriormente, mientras que la empresa en donde se realizará el estudio cubrirá el 79 % restante.

13. REFERENCIAS

1. Alarcon, C. y Paredes, F. (2015). *Las herramientas que pueden utilizarse para incorporar la técnica de 5'S a la metodología KAIZEN* (Tesis de maestría). Universidad de Las Fuerzas Armadas, Sangolquí.
2. Alayo, R. y Becerra, A. (2021). Elaboración e implementación de un plan de mejora continua en el área de producción de agroindustrias KAIZEN. *Universidad San Martín de Porres*. Recuperado de <https://www.clubensayos.com/AcontecimientosSociales/ELABORACION-DE-UN-PLAN-DE-MEJORA/5356509.html>.
3. Álvarez, V. y Paucar, P. (2021). *Desarrollo e implementación de la metodología de mejora continua en una mype metalmecánica para mejorar la productividad*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10757/337910>.
4. Bestratén, M., Guardino, X., Irazo, Y., Piqué, T., Pujol, L., Solórzano, M., Tamborero, J., Turmo, E. y Varela, I. (2011). *Seguridad en el trabajo*. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

5. Cárdenas, B. y García, D. (2012). *Influencia de la aplicación de la Técnica KAIZEN en la productividad de la empresa Industrias Galvánicas E.I.R.L. en el período 2010 – 2012. Arequipa* (Tesis de grado). Recuperado de <https://core.ac.uk/display/232070733>.
6. Cerutti, M. y Neumayer, F. (2004) *Introducción a la obtención de aceite esencial de limón Ivenio*. DIALNET. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3331453.pdf>.
7. Cortés, J. (2012). *Seguridad e higiene en el trabajo: Técnicas de prevención de riesgos laborales*. México: Editorial Tébar Flores.
8. Delgado, M. (2018). *Diseño de un plan de higiene, seguridad industrial y salud ocupacional en la empresa Wiled Paper S.R.L.* (Tesis de grado). Recuperado de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/20924/TES1052.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
9. Gonzales, A. y Parrillada, L. (2021). *Implementación de reingeniería de procesos en el área de producción para reducir el incumplimiento en la entrega de pedidos fuera de tiempo en la empresa Línea Uno Muebles E.I.R.L. en el año 2019*. (Tesis de grado). Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27372>.
10. Gonzáles, L. (Uso y limpieza de equipo de protección personal EPP 2020. IGSS GT. Recuperado de <https://www.igssgt.org/wp-content/uploads/2020/08/Guia-uso-y-limpieza-de-equipo-de-proteccion-personal-epp-IGSS-2020.pdf>.

11. Gonzáles, Ó. y Arciniegas, J. (2016). Sistemas de gestión de la calidad teoría y práctica bajo la norma ISO 2015. *Ecoe ediciones*. ISBN: 978-958-771-303-9.
12. Gutierrez, L., Pérez, J. y Ruiz, C. (2001). *Implantación de un sistema KAIZEN, en el ambiente laboral*. Dialnet. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4272988>.
13. Martínez, A. (2003). *Aceites esenciales*. Facultad de química farmaceutica, Universidad de Atioquía. Recuperado de http://www.med-informatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf.
14. Martínez, J. (2009). *Caracterización morfológica, ecológica, genética y química de 3 especies de Piper (Piper jacquemontianum, piper donnell smithii y piper ordendron) con fines de conservación y mejoramiento para su aprovechamiento como nuevos recursos aromáticos y/o medicinales en Guatemala*. Proyecto FODECYT. Fondo nacional de ciencia y tecnología. Recuperado de <https://fondo.senacyt.gob.gt/portal/index.php/catalogo/15-codigo/330-114-2006-industria>.
15. Mejía, C., Cárdenas, M. y Gomero, R. (2015). Notificación de accidentes y enfermedades laborales al ministerio de trabajo. *Perú Med Exp Saludo Pública*, 32(3), 526-531.
16. Olivarez, O., Kido, J., Gerónimo, L. y Hernández, V. (2016). Aplicación como estrategia KAIZEN en la empresa “ópera form”. *Revista de Desarrollo Económico*. Recuperado de <https://docplayer.es/92187>

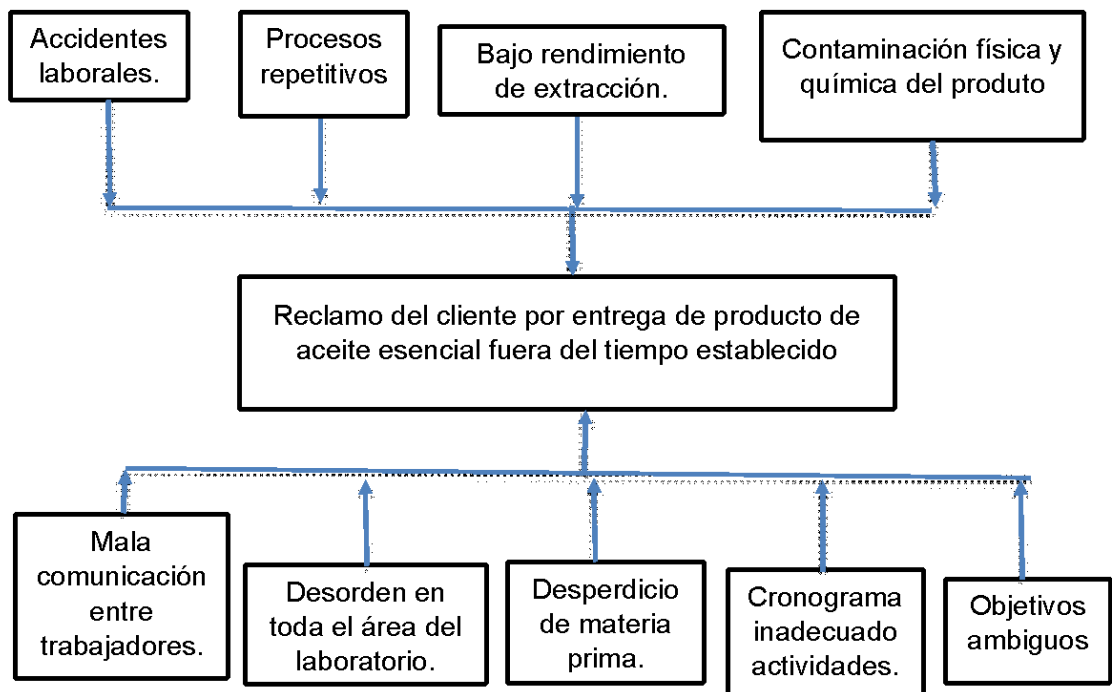
738- Aplicacion-como-estrategia-d el-kaiz en-en-la-empresa-
opera-form.html.

17. Ortega, G. (2018). *Extracción y caracterización fisicoquímica del aceite esencial obtenido de las hojas y flavedo del fruto de limónpersa (Citrus latifolia Tanaka), cultivado en los departamentos de Suchitepéquez, Escuintla y Santa Ros, Guatemala, a escala laboratorio y a escala planta piloto* (Tesis de grado). Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/10906/1/Gerson%20Joél%20Ortega%20Morales.pdf>.
18. Piedrasanta, R. (2007). *Comparación química y de rendimiento del aceite esencial de hoja y raíz de Valeriana prionophulla Standl, de dos diferentes localidades de Guatemala* (Tesis de maestría). Recuperado de <https://bibliotecafarmacia.usac.edu.gt/Tesis/MUPLAM5.pdf>.
19. Rivera, D. (2008). *Caracterización de aceites esenciales por cromatografía de gases de tres especies de género piper y evaluación de la actividad* (Tesis de grado). Recuperado de <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/QF1051.pdf>.
20. Rizzo, L. (2020). *Determinación de actividad antioxidante y componentes mayoritarios de aceites esenciales de plantas aromáticas, de uso medicinal y de importancia económica de Guatemala*. Proyecto de Investigación. Recuperado de <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/Q246.pdf>.

21. Sánchez, O. (2006) *Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes*. España: AIYANA Ediciones.
22. Sirvent, S., Gisbert, V. y Pérez, E. (2017). *Los 7 principios de gestión de la calidad en ISO 9001. 3C Empresa: investigación y pensamiento crítico*. 3 ciencias. doi: <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017especial.10-18/>.
23. Srinivasaiah, R. (2021). International journal of engineering applied sciences and technology. *IJEAST*, 6(2), 77-94. ISSN: 2455-2143.
24. Suárez, M. (2020). Implementación del *KAIZEN*-innovación de procesos-jidoka para hacer frente a la Covid-19: un caso de estudio en un hospital público. *Universidad de las Américas Puebla*, 1(39). doi: <https://doi.org/10.26439/ing.ind2020.n039.4916>.
25. Suárez, M. y Miguel, J. (2011) Implementación del *KAIZEN* en México: un estudio exploratorio de una aproximación gerencial japonesa en el contexto latinoamericano. *INNOVAR Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 21(41), 19-37.
26. Torres, S. y Valdivia, J. (2020). *Waste reduction model design in the textile industry: a lean manufacturing approach*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653476/Torres_LS.pdf?sequence=3&isAllowed=y.
27. Usano, J., Palá, J. y Díaz, S. (2014). Aceites esenciales: conceptos básicos y actividad antibacteriana. *Reduca Biología*, 7(2), 60-70.

14. APÉNDICE

Apéndice 1. **Árbol del problema**



Fuente: elaboración propia, desarrollado en Microsoft Word.

Apéndice 2. Matriz de coherencia

| Formulación del problema | Objetivo | VARIABLES | Indicadores | Técnicas e instrumentos | Metodología |
|--|---|---|---|--|---|
| ¿Cómo es el procedimiento actual para la extracción de aceites esenciales? | Determinar el procedimiento actual para la extracción de aceites esenciales. | Procedimiento teórico de la extracción de aceites esenciales. Procedimiento práctico de la extracción de aceites esenciales. | Documentación física del procedimiento. Visualización en el área de trabajo. Conocimiento del trabajador sobre procedimiento. | Recopilación de registros. Observación de campo. Encuesta. | La metodología a utilizar se basará en la observación de campo, con el objetivo de determinar el procedimiento actual de extracción y sus puntos críticos. Además, se utilizará la recopilación de datos, registros e información para realizar la programación de implementación de la metodología KAIZEN. |
| ¿Cuáles serán los puntos críticos en el procedimiento que pueden retrasar la extracción de aceites esenciales? | Determinar los puntos críticos en el procedimiento que pueden retrasar la extracción de aceites esenciales. | Puntos críticos que retrasan la producción de aceite esencial. | Procesos repetitivos. Desperdicio de materia. Número de accidentes laborales. Muda de tiempo. | Recopilación de registros. Observación de campo. | |
| ¿Cómo será el programa de implementación de la metodología KAIZEN? | Diseñar el programa de implementación de la metodología KAIZEN. | Actividades para el cumplimiento de herramientas 5'S, Gemba y ciclo de Deming. | Manual de Metodología KAIZEN. | Recopilación de datos y registros. | |

Fuente: elaboración propia, desarrollado en Microsoft Word.

Apéndice 3. Recolección de información del procedimiento teórico de extracción de aceite esencial

Proceso de extracción de aceite esencial por medio del método de arrastre por vapor



Fecha de extracción: **Materia prima a utilizar:**

| No. | Pasos del procedimiento | Observación determinada |
|------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |

Fuente: elaboración propia, desarrollado en Microsoft Word, el formato se debe realizar para cada materia prima en donde parte del procedimiento puede variar.

Apéndice 4. Recolección de información del procedimiento experimental de extracción de aceite esencial

Proceso de extracción de aceite esencial por medio del método de arrastre por vapor



Fecha de extracción: **Materia prima a utilizar:** **Repetición:**

| No. | Pasos del procedimiento | Tiempo requerido: | Observación determinada |
|------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |

Fuente: elaboración propia, desarrollado en Microsoft Word, el formato se debe realizar para cada materia prima en donde parte del procedimiento puede variar.

Apéndice 5. **Determinación de puntos críticos en el proceso de extracción de aceite esencial**

Proceso de extracción de aceite esencial por medio del método de arrastre por vapor



Fecha de extracción: **Materia prima a utilizar:** **Repetición:**

| No. | Pasos del procedimiento | Proceso repetitivo | Desperdicio de materia prima | Accidente potencial |
|------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |

Fuente: elaboración propia, desarrollado en Microsoft Word, el formato se debe realizar para cada materia prima en donde parte del procedimiento puede variar.