



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Artes en Gestión Industrial

UTILIZACIÓN DE MÉTODO DEMING PARA MEJORAR EL PROCESO DE PREPARACIÓN DE JARABE ESTÁNDAR, MEDIANTE LA RECUPERACIÓN DE AZÚCAR CONTENIDA EN AGUA DE LAVADO DE COCINAS CONTINUAS, EN UNA FÁBRICA DE CONFITERÍA EN EL MUNICIPIO DE ESCUINTLA

Ing. Marco Antonio Portillo Paniagua

Asesorado por la Mtra. Inga. Karen Viviana Gomar Sierra

Guatemala, septiembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UTILIZACIÓN DE MÉTODO DEMING PARA MEJORAR EL PROCESO DE PREPARACIÓN DE JARABE ESTÁNDAR, MEDIANTE LA RECUPERACIÓN DE AZÚCAR CONTENIDA EN AGUA DE LAVADO DE COCINAS CONTINUAS, EN UNA FÁBRICA DE CONFITERÍA EN EL MUNICIPIO DE ESCUINTLA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR**

ING. MARCO ANTONIO PORTILLO PANIAGUA
ASESORADO POR LA MTRA. INGA. KAREN VIVIANA GOMAR SIERRA

PARA OPTAR AL TÍTULO DE

MAESTRO EN ARTES EN GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Córdova 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. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

JURADO EVALUADOR QUE PRACTICÓ EL EXAMEN DE DEFENSA

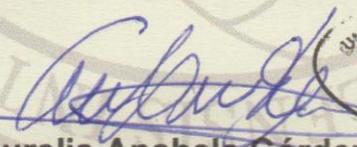
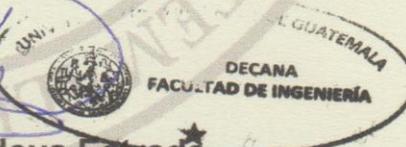
DECANA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
EXAMINADOR	Dra. Licda. Aura Marina Rodríguez de peña
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

EPPFI-821-2019

En mi calidad como 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 Estudios de Postgrado, al Trabajo de Graduación de la Maestría en Artes en Gestión Industrial-Escuintla titulado: **“UTILIZACIÓN DE MÉTODO DEMING PARA MEJORAR EL PROCESO DE PREPARACIÓN DE JARABE ESTÁNDAR, MEDIANTE LA RECUPERACIÓN DE AZÚCAR CONTENIDA EN AGUA DE LAVADO DE COCINAS CONTINUAS, EN UNA FÁBRICA DE CONFITERÍA EN EL MUNICIPIO DE ESCUINTLA”** presentado por el Ingeniero Agroindustrial **Marco Antonio Portillo Paniagua** quien se identifica con Carné **200440509**, procedo a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

“Id y Enseñad a Todos”

Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
Decana
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

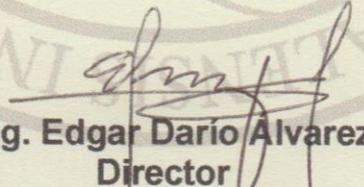
Guatemala, septiembre de 2019

EEPFI-822-2019

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y verificar la aprobación del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística al Trabajo de Graduación titulado: **“UTILIZACIÓN DE MÉTODO DEMING PARA MEJORAR EL PROCESO DE PREPARACIÓN DE JARABE ESTÁNDAR, MEDIANTE LA RECUPERACIÓN DE AZÚCAR CONTENIDA EN AGUA DE LAVADO DE COCINAS CONTINUAS, EN UNA FÁBRICA DE CONFITERÍA EN EL MUNICIPIO DE ESCUINTLA”** presentado por el Ingeniero Agroindustrial **Marco Antonio Portillo Paniagua** quien se identifica con Carné **200440509**, correspondiente al programa de Maestría en Artes en Gestión Industrial-Escuintla; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Mtro. Ing. Edgar Dario Alvarez Coti
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala



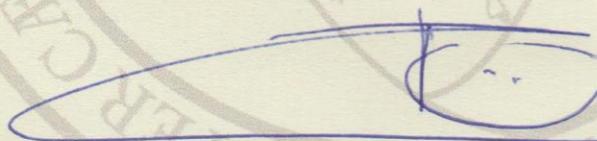
Guatemala, septiembre de 2019

EEPFI-823-2019

Como Coordinador de la Maestría en Artes en Gestión Industrial-Escuintla, doy el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **“UTILIZACIÓN DE MÉTODO DEMING PARA MEJORAR EL PROCESO DE PREPARACIÓN DE JARABE ESTÁNDAR, MEDIANTE LA RECUPERACIÓN DE AZÚCAR CONTENIDA EN AGUA DE LAVADO DE COCINAS CONTINUAS, EN UNA FÁBRICA DE CONFITERÍA EN EL MUNICIPIO DE ESCUINTLA”** presentado por el Ingeniero Agroindustrial **Marco Antonio Portillo Paniagua** quien se identifica con Carné **200440509**.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
Coordinador de Maestría
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

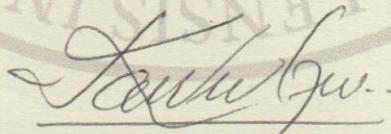
Guatemala, septiembre de 2019

EEPFI-824-2019

En mi calidad como Asesor del Ingeniero Agroindustrial **Marco Antonio Portillo Paniagua** quien se identifica con Carné **200440509** procedo a dar el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **“UTILIZACIÓN DE MÉTODO DEMING PARA MEJORAR EL PROCESO DE PREPARACIÓN DE JARABE ESTÁNDAR, MEDIANTE LA RECUPERACIÓN DE AZÚCAR CONTENIDA EN AGUA DE LAVADO DE COCINAS CONTINUAS, EN UNA FÁBRICA DE CONFITERÍA EN EL MUNICIPIO DE ESCUINTLA”** quien se encuentra en el programa de Maestría en Artes en Gestión Industrial-Escuintla en la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Mtra. Inga. Karen Viviana Gomar Sierra
Asesora

Msa. Ing. Karen Gomar
Ingeniera Agroindustrial
Colegiado No. 1895

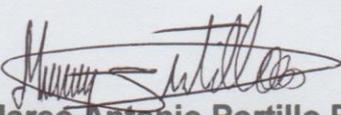
Guatemala, septiembre de 2019

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:

UTILIZACIÓN DE MÉTODO DEMING PARA MEJORAR EL PROCESO DE PREPARACIÓN DE JARABE ESTÁNDAR, MEDIANTE LA RECUPERACIÓN DE AZÚCAR CONTENIDA EN AGUA DE LAVADO DE COCINAS CONTINUAS, EN UNA FÁBRICA DE CONFITERÍA EN EL MUNICIPIO DE ESCUINTLA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 01 de marzo de 2017.


Ing. Marco Antonio Portillo Paniagua

ACTO QUE DEDICO A

Dios Por la vida y bendiciones que me ha dado.

Mi madre Por su apoyo incondicional.

Mi esposa Por su ayuda y apoyo incondicional.

Mis amigos Por su apoyo incondicional.

Mis compañeros Por todos los momentos vividos.

AGRADECIMIENTOS A

**Universidad de San Carlos
de Guatemala**

Por ser la casa de estudios que me permitió formarme como profesional a nivel maestría.

Mis compañeros de estudio

Por su amistad y apoyo en todo momento, por las experiencias y conocimientos compartidos que son muy valiosos en mi vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS AUXILIARES.....	XIII
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO.....	XXIII
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Confitería.....	1
1.1.1. Origen de la confitería.....	1
1.1.2. Clasificación de los confites.....	3
1.1.3. Características de la materia prima y producto.....	4
1.1.4. Principales países productores.....	5
1.1.5. Proyecciones de elementos derivados del azúcar.....	6
1.1.5.1. Naturaleza sana.....	7
1.1.6. Propiedades del agua en dulces.....	8
1.2. Cocción del caramelo en cocinas continuas.....	8
1.2.1. Lavado de cocinas.....	9
1.2.2. Partes principales de la cocinadora.....	9
1.2.2.1. Bomba de producto.....	9
1.2.2.2. Bóveda (espacio de vapor).....	10
1.2.2.3. Espacio de separación de vahos.....	10
1.2.2.4. Espacio de vacío.....	10

1.2.2.5. Calderas giratorias.....	11
1.2.2.6. Tubo de vacío.....	11
1.2.2.7. Bomba de vacío.....	11
1.3. Preparación de jarabe estándar.....	12
1.3.1. El azúcar.....	12
1.3.2. Sacarosa.....	13
1.3.3. Glucosa.....	13
1.3.4. Miel.....	13
1.3.5. Solubilidad del azúcar.....	14
1.3.6. Efecto de la sacarosa sobre el punto de ebullición del agua...	14
1.3.7. Grados Brix (°Brix).....	15
1.4. Calidad y productividad en la empresa.....	15
1.4.1. Puntos de calidad.....	16
1.4.2. Explicación de los puntos mencionados.....	17
1.4.2.1. Formación de consistencia para lograr mejorar los productos y los servicios.....	18
1.4.2.2. Adoptar la nueva filosofía.....	19
1.4.2.3. Acabar con las inspecciones masivas.....	19
1.4.2.4. Acabar con la práctica de hacer negocios sobre la base del precio.....	19
1.4.2.5. Mejorar continuamente los sistemas productivos y de servicio.....	20
1.4.2.6. Implantar la formación.....	20
1.4.2.7. Implementación y adopción del liderazgo.....	21
1.4.2.8. Desechar el miedo.....	21
1.4.2.9. Eliminar contratiempos de las áreas de apoyo.....	22
1.4.2.10. Quitar señalizaciones para los empleados.....	22
1.4.2.11. Quitar estigmas que no permiten a los empleados sentirse orgullosos de su labor.....	22

1.4.2.12. Generar educación y mejora del personal.....	23
1.4.2.13. Lograr transformar las cosas actuando.....	23
1.4.3. Mejora continua.....	24
1.4.3.1. Sistemas productivos.....	24
1.4.3.2. Elementos de un sistema productivo.....	24
1.4.3.3. Periodo PHVA.....	26
1.4.3.4. Etapas de la metodología de Deming.....	26
1.4.3.5. Ejemplo de implantación del ciclo PHVA.....	28
1.4.3.6. Pasos de la aplicación de la mejora continua.....	28
1.4.3.7. Influencia del ciclo Deming de mejora continua en normativos tipo ISO.....	29
2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
2.1. Fase I: revisión documental.....	31
2.2. Fase II: medición de cantidad de agua a recuperar.....	31
2.3. Fase III: medición de parámetros del agua.....	32
2.4. Fase IV: determinación de cantidad de azúcares totales.....	34
2.5. Ensayo de solución.....	34
2.5.1. Incidencia y correlación entre los factores evaluados.....	35
2.5.2. Prueba piloto de recuperación de agua de lavado.....	36
3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	37
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	53
CONCLUSIONES.....	59
RECOMENDACIONES.....	61
BIBLIOGRAFÍA.....	63
ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Esquema de máquina cocinadora de caramelo.....	12
2. Composición química del azúcar.....	13
3. Ciclo PHVA.....	29
4. Mapa conceptual del proceso.....	67
5. Cuadro sinóptico del proceso.....	68
6. Árbol de problema del proceso.....	69
7. PHVA, el ciclo del proyecto.....	71

TABLAS

I. Dulzura de los azúcares.....	14
II. Cantidad de agua recuperada.....	31
III. Análisis sensorial del agua recuperada.....	32
IV. Comparación de temperaturas de agua de lavado.....	33
V. Concentración de azúcares.....	34
VI. Correlación entre concentración de azúcares y agua recuperada.....	35
VII. Correlación entre concentración de azúcares y temperatura de agua.....	35
VIII. Correlación entre agua recuperada y temperatura del agua e lavado.....	36
IX. Proceso de preparación de jarabe de azúcar.....	36
X. Resultados de la sesión de multivotación.....	37
XI. Matriz de priorización.....	38
XII. Análisis de 5 por qué.....	40
XIII. Estadística descriptiva de agua recuperada.....	41
XIV. Resultados de análisis sensorial.....	42
XV. Estadística descriptiva temperatura del agua recuperada.....	46
XVI. Estadística descriptiva concentración de azúcares agua de lavado.....	47
XVII. Matriz de coherencia del proceso.....	70
XVIII. Formato de matriz de priorización de problemas.....	72
XIX. Formato de matriz de priorización de causas.....	73
XX. Formato para análisis de los 5 por qué.....	74
XXI. Formato de control de reuniones con personal operativo y administrativo..	75
XXII. Formato para la recolección de datos.....	76
XXIII. Formato para análisis organoléptico.....	77
XXIV. Correlación de Pearson.....	78
XXV. Valores críticos de r de Pearson.....	79

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
σ	Desviación estándar de la población
e	Error en la muestra
°Brix	Forma de medición de la concentración de azúcares totales en una solución.
Gl/tr	Galones por turno
°C	Grados Celsius
n	Tamaño de la muestra
N	Tamaño de la población
Z	Tipificación del nivel de confianza en la distribución normal.

GLOSARIO

Proceso	Actividades relacionadas entre sí que transforman una entrada en un resultado final (salida).
Metodología	Es un conjunto de pasos o secuencias que se siguen en una investigación; estudio o exposición.
Merma	Se considera como la pérdida o disminución de un producto durante un proceso.
Ciclo PHVA	Método de mejora continua de la calidad, basado en planificar, hacer, verificar y actuar sobre una problemática.
Cocina	Equipo utilizado para la cocción del caramelo que trabaja a base de vapor.
Jarabe	Mezcla en caliente de agua y azúcar hasta lograr la concentración deseada.
Productividad	Relación entre los productos obtenidos de un proceso y los recursos utilizados para obtenerlos.
Confite	Sinónimo de dulce o caramelo.

Sacarosa

Sinónimo de azúcar.

Vahos

Inhalaciones de vapor de agua que salen de las cocinas continuas de cocción de caramelo.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se origina planteando el problema: ¿En qué medida se logrará hacer más eficiente el proceso de fabricación de jarabe de azúcar estándar recuperando el agua de lavado de cocinas aplicando la metodología PHVA?, en una planta de confitería de la costa sur. El primer paso consistió en recolectar toda la información necesaria de las variables y parámetros que interactúan en el proceso de lavado de cocinas continuas de caramelo.

Como objetivo principal se propuso desarrollar el método de Deming en la recuperación del agua de lavado de las cocinas; se llevaron a cabo una serie de toma de datos correspondientes a la cantidad de agua que es posible recuperar posterior al lavado; siendo los objetivos específicos el determinar la información de los parámetros y características del agua mediante análisis organolépticos, la temperatura con la que sale el agua y la concentración de azúcares totales contenida en el agua de lavado. Toda esta información sirvió para realizar análisis estadísticos y determinar la correlación e incidencia de las variables en el proceso, realizándose por último una prueba piloto de recuperación de agua de lavado de cocinas y utilizándola como base en la preparación de jarabe de azúcar estándar.

Al realizar la prueba piloto de utilización del agua de lavado de las cocinas como base en la preparación de jarabe de azúcar estándar, se determinó que se tendría una optimización en tiempo del proceso de 53 % y en utilización de azúcar en kilogramos del 52 %; mientras que en cantidad de agua utilizada se optimizaría en 56 % el proceso de formulación de jarabe.

Se logra establecer que la cantidad de azúcares totales a recuperar en el agua de lavado de cocinas es de 50°Brix promedio, con una desviación estándar de 0.39°Brix, lo cual influye positivamente en la preparación de jarabe de azúcar estándar.

Se determinó que se pueden recuperar en promedio 337 galones de agua por turno, con una desviación estándar de 2.97 galones de agua, para utilizar como base en la preparación de jarabe de azúcar estándar.

Se realizó un estudio de correlación entre las variables cantidad de agua a recuperar, concentración de azúcares y temperatura del agua de lavado las cuales interactúan en el proceso, estableciéndose que estas no son significativas para el proceso, es decir, independientemente de si una de las variables se da la otra no sale afectada y no irrumpe en la recuperación del agua de lavado de las cocinas continuas de caramelo.

Dicha investigación posee un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) con un alcance descriptivo y diseño experimental de tipo transversal.

El tema de investigación se rigió bajo el diseño de investigación descriptiva correlacional, porque se dieron a conocer todas las características visuales del área de estudio a través de la observación del proceso, ello para corroborar que el agua de lavado de las cocinas de caramelo arrastraba consigo un contenido significativo de azúcar y que conjuntamente con las propiedades del agua como la temperatura, color y aroma se podrían aprovechar dentro del mismo proceso productivo; para esto se realizaron pruebas de concentración de azúcar en agua, mediciones de temperatura y análisis organolépticos del producto en un periodo definido para la evaluación del proyecto.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS AUXILIARES

No se cuenta con un proceso de recuperación de jarabe de azúcar de lavado de cocinas.

Descripción del problema

El problema se desarrolla en una industria que se dedica a la elaboración de confites esféricos (bombones), dulces duros y dulces blandos, ubicada en el departamento y municipio de Escuintla desde hace 15 años y que su casa matriz se ubica en Colombia; con un fuerte posicionamiento a nivel nacional, Centroamérica, México y el Caribe.

En la realización de los confites esféricos y dulces duros y en el proceso de cocimiento de caramelo se realizan paros de producción, por distintas razones (tiempo de comida del operador, finalización de proceso, congestión de línea de producción), por lo cual es necesario realizar lavados de las cocinas en su parte interior, para que el residuo de mezcla de jarabe de azúcar y glucosa de maíz que quedan dentro no cristalicen los serpentines de las mismas, pudiendo provocar un mal cocinado de próximos caramelos.

Al realizar este lavado con circulación de agua caliente, el agua se vierte al drenaje, arrastrando consigo el residuo de jarabe de azúcar y glucosa de maíz, que desembocan en el río próximo a la planta, provocando contaminación ambiental y desaprovechando el calor del agua de lavado y la concentración de azúcar contenida en esa agua.

Formulación del problema

¿En qué medida se logrará hacer más eficiente el proceso de fabricación de jarabe de azúcar estándar recuperando el agua de lavado de cocinas aplicando la metodología PHVA?

Preguntas auxiliares de investigación

Para evaluar el problema de investigación planteado se generan las siguientes preguntas orientadas a la solución del mismo:

- ¿Qué cantidad de agua se desperdicia en el proceso de lavado de cocinas?
- ¿Cuáles son los parámetros que posee el agua descargada al finalizar el proceso?
- ¿Qué concentración de azúcares totales se podrá recuperar para preparación de jarabe estándar en el proceso de lavado de cocinas?

Delimitación

La investigación se realizará en una industria que tiene como giro comercial la fabricación y comercialización de confites, ubicada en el km. 55 autopista Palín – Escuintla, sobre la ruta nacional 14 en el municipio de Escuintla, en el periodo de febrero – noviembre de 2016.

Se toma como punto de observación y análisis el área de cocimiento y dilución de azúcar de la unidad productiva.

Viabilidad

Con el problema que se está presentando en la empresa, en el que la solución puede ser planteada a través de una metodología identificada, existen recursos imprescindibles para desarrollar esta investigación, que se deben utilizar en el área de estudio:

- Información ligada al proceso, derivada de la interacción con el proceso evaluado
- Recursos monetarios
- Recurso tiempo

Es importante contar con la información adecuada, el tiempo y los recursos financieros para llevar a cabo la investigación, los cuales serán proporcionados por la empresa.

OBJETIVOS

General

- Utilizar el método PHVA para mejorar el proceso de preparación de jarabe estándar recuperando el azúcar contenido en el agua de lavado de cocinas continuas.

Específicos

- Determinar la cantidad de agua de lavado a recuperar para utilizar como base en la preparación de jarabe de azúcar estándar.
- Establecer los parámetros que posee el agua descargada al finalizar el proceso.
- Determinar la concentración de azúcares totales a recuperar durante el proceso de lavado de cocinas.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se planteó para solucionar la problemática enfocada en la merma o desperdicio de recursos en procesos mal dirigidos que aqueja a muchas industrias a nivel mundial; además, en este caso de investigación en particular también se dio un esquema de solución al problema de contaminación ambiental derivado del desperdicio de materia prima.

En el presente documento de investigación se refleja la sistematización del proceso de lavado de cocinas continuas utilizadas para cocción de caramelo en una industria confitera de la región sur del país. Las cocinas, al surgir un paro ya sea programado o no, se lavan con agua caliente para que el caramelo contenido dentro de ellas no cristalice y dañe los equipos o altere el proceso posterior de cocción de caramelo; derivado de ello, el agua caliente con que lavan las cocinas se vertía al drenaje que conecta directamente al río próximo a la planta, arrastrando consigo cantidades significativas de azúcar que se ha desprendido de los serpentines internos de las cocinas al momento de ser lavadas.

El objetivo primordial de la investigación fue poder recuperar el azúcar que va contenida dentro del agua lavado y aprovechar las características de la misma para utilizarla como base en la preparación de jarabe de azúcar estándar, recuperando la merma que actualmente se tiene y eliminando el vertido de agua con azúcar al río. Para el desarrollo de ello fue necesario utilizar una metodología de investigación, que en este caso se basó en el ciclo de Deming, el cual es una herramienta de proceso que consistió en planificar cómo se realizaría la investigación, esto a través de la revisión documental, observación directa y recolección de datos en el proceso; posteriormente, se

hicieron los muestreos necesarios para poder medir las variables que fueron objeto de estudio. Al tener los datos registrados se procedió a verificar la relación e incidencia que podían tener las variables evaluadas en la preparación de jarabe de azúcar, mediante un análisis estadístico donde posteriormente se actuó con los resultados por medio de la realización de una prueba piloto de recuperación de agua con azúcar para preparar un *batch* de jarabe estándar y se evaluaron sus características previo a cocinar un caramelo de prueba.

El capítulo uno, enfocado al marco teórico, nos brinda un panorama general de la industria confitera a nivel mundial, su historia, orígenes, clasificaciones, características de las materias primas y productos finales, así como las tendencias de la misma; además de los beneficios y formas de aplicación de la mejora continua en los procesos productivos, también se muestra el procedimiento de cocción de caramelo en las cocinas continuas, describiendo qué es una cocinadora continua, sus componentes y el proceso como tal hasta la obtención de un caramelo.

Posteriormente, se observa lo relacionado con la preparación de jarabe de azúcar, desde sus componentes hasta el proceso de obtención del mismo, así como los parámetros y puntos de medición dentro de su fabricación; y, en el último apartado, se da a conocer qué es la calidad en la productividad y sus herramientas para lograr optimizar los procesos donde se apliquen, incluido el ciclo PHVA.

En el capítulo dos se detalla la metodología utilizada basada en un estudio con enfoque mixto por tener variables numéricas como cantidad de agua a recuperar y concentración del azúcar contenida en el agua, validadas a través de la observación directa y análisis estadístico, con alcance descriptivo y diseño experimental, porque se dan a conocer características cualitativas y

cuantitativas durante la recolección de la información. Se llevó a cabo un ensayo de solución consistente en la integración de todos los datos obtenidos de las fases descritas, para ser tratados de manera estadística y corroborar la incidencia y correlación entre los factores evaluados del agua de lavado de cocinas.

En el capítulo tres se muestran los resultados obtenidos del estudio realizado con el método Deming, donde se estableció la factibilidad de recuperar una media de 337 galones de agua por turno de lavado de las cocinas continuas, con una concentración de azúcares promedio de 50°Brix; así como el grado de optimización del proceso, el cual sería de un 53 % en tiempo de proceso, un 52 % en utilización de kilogramos de azúcar y un 56 % en utilización de agua para preparación de jarabe de azúcar que se obtendría al establecer el método en forma definitiva.

En el capítulo cuatro se concluye que el método Deming planteado en la investigación se podría utilizar para la optimización de otros procesos productivos que estén afectando la productividad y competitividad de la compañía; donde posteriormente, al tener fortalecidos estos procesos, se podría migrar a la metodología DMAIC.

Asimismo, es necesario realizar un estudio financiero del proceso de recuperación de agua de lavado de cocinas, en relación con los porcentajes de optimización estudiados.

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

La investigación realizada tuvo un enfoque mixto (cualitativo / cuantitativo), con un alcance descriptivo y diseño experimental de tipo transversal.

Tipo de estudio

Se denotó como enfoque mixto por tener variables numéricas, validadas a través de la observación directa y análisis estadístico, tomando toda la información disponible en el entorno para el análisis.

El enfoque fue con alcance descriptivo y diseño experimental, porque se dieron a conocer características cualitativas y cuantitativas durante la recolección de la información.

Diseño de la investigación

Se consideró de tipo experimental porque se realizó una prueba piloto en la que se comparó el resultado del nuevo proceso con el antiguo y transversal porque se conoció en todo el proceso para proponer una reestructuración del mismo, que dio como resultado una optimización del proceso de preparación de jarabe estándar, a través de la recuperación de jarabe de azúcar del lavado de las cocinas continuas.

Alcances

El alcance metodológico de la investigación que se planteó se fundamentó en un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), ya que se manejaron variables del tipo numéricas, además de que se utilizó la observación para la descripción del proceso a evaluar y de los elementos que lo conforman para realizar dicha evaluación. El tema de investigación se rigió bajo el diseño de investigación descriptiva correlacional, porque se dieron a conocer todas las características visuales del área de estudio, a través de la observación del proceso para corroborar que el agua de lavado de las cocinas de caramelo arrastraba consigo un contenido significativo de azúcar y que conjuntamente con las propiedades del agua como la temperatura, color y aroma se podrían aprovechar dentro del mismo proceso productivo. Para esto se realizaron pruebas de concentración de azúcar en agua, mediciones de temperatura y análisis organolépticos del producto en un periodo definido para la evaluación del proyecto.

En el alcance técnico se eliminaron las mermas de materia prima al ser recuperada y reutilizada como base para otro proceso de producción, reduciendo tiempos de fabricación y aumentando la eficiencia del proceso productivo a evaluar; además de evitar contaminación ambiental al no verter el desecho de lavado al río.

Fase I: revisión documental

Consistió en la recolección de la información, es decir, toda la fase documental y de observación a través de la cual se pudieron obtener los datos necesarios de las variables que se plantearon y que sirvieron para el análisis

estadístico y sensorial de la investigación, para determinar la factibilidad de la recuperación de azúcar que arrastra el agua de lavado de cocinas continuas.

Fase II: medición de cantidad de agua a recuperar

Esta fase consistió en medir la cantidad de agua con trazas de azúcar que se podría recuperar para reutilizar en la formulación de jarabe de azúcar estándar, esto a través de medir la cantidad de agua retenida en las ollas previo a ser desechada. Cada olla tiene una capacidad de 50 galones, esto quiere decir que la cantidad de ollas llenas de agua que generaron cada lavado de cocinas por el número de cocinas disponibles dio el total de galones de agua con azúcar a recuperar, esto, medido por turno, lo cual al final dio los galones totales de agua a recuperar por día de producción; llevando los registros respectivos en una hoja de verificación.

Fase III: medición de parámetros del agua

En esta fase se midieron los parámetros que posee el agua de lavado de cocinas, mediante la utilización de una encuesta dirigida a un panel sensorial, donde se obtuvo la información organoléptica relevante que podía ocasionar alguna alteración sensorial del jarabe estándar de azúcar al momento de reutilizar el agua de lavado de cocinas; para tal efecto se obtuvo información en relación con el sabor, el color, el olor y la consistencia del agua azucarada. Dentro de esta misma fase se midió la temperatura del agua de lavado para verificar cómo afectaría en la preparación de jarabe.

Fase IV: determinación de cantidad de azúcares totales

La cuarta fase consistió en determinar la cantidad de azúcares totales (concentración de azúcar) contenida en el agua de lavado de las cocinas, esto mediante la utilización de un equipo de medición denominado refractómetro; los datos fueron colocados en la hoja de verificación diseñada para llevar los registros y luego fueron tratados de manera estadística.

Ensayo de solución

Esta etapa consistió en la integración de todos los datos obtenidos de las fases descritas para ser tratados estadísticamente y corroborar la incidencia y correlación entre los factores evaluados del agua de lavado de cocinas y la preparación de jarabe de azúcar estándar utilizado para la fabricación de caramelo.

Posterior a la obtención de resultados estadísticos se hizo una prueba piloto de recuperación de agua de lavado con trazas de azúcar para ser reprocesada en un lote de jarabe de azúcar; luego se evaluó la estabilidad de los parámetros establecidos para el jarabe de azúcar estándar al utilizarla como base para dicha preparación.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Confitería

Elaboración de productos alimenticios con base de azúcar, golosinas y caramelos, con exclusión de las elaboraciones con chocolate; que son una rama particular de la confitería, llamadas bombones.

1.1.1. Origen de la confitería

Cuando se habla de dulces, usualmente se hace referencia a ciertos complementos hechos con azúcar, los cuales son elaborados a partir de su ingrediente principal que es el azúcar u otros tipos de azúcares consumibles que pueden ser un componente glucósido y fructosa, pegado a varios complementos consumibles como capa de leche o natilla, chocolate, entre otros.

Se ha podido establecer que la caña de azúcar procede de las partes altas del viejo continente, donde hace aproximadamente ocho mil años ya se usaba como planta ornamental.

Esta era fácil de moldear para tener un sabor agradable; desde allí se amplió el cultivo y consumo en distintas partes del sur, aproximándose a Occidente. En los inicios del cristianismo empezó a producirse, como resultado del jugo extraído de la planta de caña de azúcar, sirvió como sustituto de jarabe de abejas para hacer elementos azucarados.

Se dice que los antiguos griegos conocían el azúcar en forma de cristal y la utilizaban para cocimiento de alimentos y para hacer jarabes con agua. Pero fue

en el área de Persia, hace mucho tiempo, donde inició la extracción de azúcares.

En Arabia se expandieron sus cultivos cerca del área mediterránea, lo que dio paso a cierta forma de refinerías en dichas áreas, según lo demuestran escrituras egipcias y excavaciones.

Se sabe que la mayor parte de los edulcorantes de épocas pasadas eran a base de jarabe de miel, pero los hechos con base en azúcares fueron usados en la China. En otros países bajos se popularizaron caramelos hechos a base de mieles de azúcares con frutas secas y a los azúcares se les consideraba dulces deliciosos con propiedades curativas.

Se comenta que en Europa se abastecían en el siglo XVI, de los azúcares que importaban de otros lados. En los lares franceses, durante cierta época, se inició la fabricación de mieles de azúcar por medio de otra planta azucarera como lo es la remolacha.

Por aparte, cuando se introdujo cacao en Europa se dio un incremento en el consumo de mieles de azúcar por el sabor obtenido de la mezclas de ambos.

La fabricación de caramelos empezó en Europa en el núcleo familiar desde la Época Antigua. Existían lugares de venta de dulces y se usaban en las farmacéuticas, porque a los medicamentos se les ponía mieles de azúcares para encubrir su sabor desagradable.

Cabe resaltar que el inicio de algunos caramelos surgió de la necesidad de buscar formas para preservar comidas. Por ejemplo, se vio que al calentar leche entera con azúcar normal, agitándola y dejando que se fuera

consumiendo, se tendría como resultado “leche condensada” con características especiales y que se podría guardar durante mucho tiempo.

1.1.2. Clasificación de los confites

Actualmente, el consumo de confites se ha convertido en una agradable opción de diversión. Más allá de su original componente alimenticio, los dulces son un placer compartido por niños y adultos.

En épocas cercanas, la oferta de dulces se orientaba con exclusividad a los niños y presentaba muy pocas opciones, las cuales eran encabezadas por los caramelos y luego por los chicles. Recientemente se da una gran variedad de elementos para todo tipo de personas, porque en cualquier lugar podemos observar más de un centenar de dulces distintos, teniendo distintos tamaños, sabor y texturas, muchos de ellos con algún agregado o regalo y se presentan en todos los colores.

Normalmente, se listan los elementos desarrollados de azúcar en cuatro estaciones, subdivididos según se indica a continuación:

a. Caramelos:

- Caramelos duros
- Caramelos blandos
- Comprimidos
- Pastillas de goma.

b. Caramelos masticables de sabor:

- Inflable
- Masticable.

c. Confites recubiertos:

- Grageas
- Confites de frutos secos
- Confites de chocolate
- Garapiñados
- Fruta recubierta de chocolate.

d. Golosinas:

- Gelatinas dulces
- Merengues
- Golosinas líquidas para congelar.

1.1.3. Características de la materia prima y productos

El insumo más usado en la fabricación de confites son los azúcares obtenidos de la caña. Esto se pudo hacer gracias a mezclas de varias plantas de caña azucarera, además de subidas en las inversiones y al rendimiento de procesos industriales.

Las tendencias de mercados en la actualidad, en cuanto a oferta y demanda de dulces, señalan tipos finos y suaves, rellenos y con menor sabor dulce, además de cambiar en formas parciales o totales los azúcares en varios elementos de dulcería.

Los principales elementos usados en la fabricación de confites son:

a. Grageado duro:

- Azúcar refinada
- Goma arábiga
- Grenetina
- Almidón modificado
- Harina

- Jarabe de glucosa
- Colores
- Cera
- Sabores naturales, artificiales y lacas.

b. Grageado blando:

- Azúcar fina
- Grenetín
- Almidón modificado.

c. Grageado de chocolate:

- Cubiertas con base en chocolate
- Goma arábica
- Manteca de cacao
- Cacao en polvo
- Harina
- Leche pulverizada sin crema.

1.1.4. Principales países productores

Los segmentos internacionales de los confites están formados en gran medida por elementos azucarados, cuyo objetivo está enfocado en entretener y no en cumplir requerimientos nutricionales. Esto, por lo tanto, comprende dos grandes grupos:

- Elaboración de chocolates, formado por mezclas de distintos tipos de chocolates.
- Confecciones de azúcar. Dentro de estos se encuentran todos los derivados de las mezclas de mieles de azúcares.

Según estimaciones, en el año 2005 la fabricación de derivados de azúcar estuvo alrededor de las doscientas mil toneladas aproximadamente, mandándose 70 % a los hogares. La mayor parte de la oferta mundial se concentra en la Unión Europea y Norte América, países que se estima que exportan el 49 % de la demanda global.

1.1.5. Proyecciones de elementos derivados del azúcar

Según la historia, el arte de la confección de dulces se remonta a mucho tiempo atrás, basado en demostraciones de escrituras egipcias, que han sido descubiertas. “Excavaciones en las ruinas de *Herculaneum* revelaron un completo taller de confitería con utensilios similares a muchos de los que usamos actualmente” (Mejorado, 2006, p.1).

En la elaboración de caramelos, los elementos ofrecidos normalmente no tienen una clasificación como saludables, pero esta mala percepción ha ayudado a que se convierta en apoyo para el crecimiento del área, que sea innovador con productos diferentes. “Aunque algunas áreas de la industria confitera han alcanzado la madurez en muchas partes del mundo, el mercado de Colombia por ejemplo continúa creciendo, no solo apostándole a desarrollar nuevos y mejores productos, sino proyectándose hacia las tendencias mundiales que serán parte de nuestro mercado” (Bender, 1980, p.35).

1.1.5.1. Naturaleza sana

Las proyecciones de los mercados de dulces reflejan que el usar colores derivados de la naturaleza sigue en aumento, porque se han ido sobrepasando las fronteras que suponía el utilizar estos, si los comparamos con lo artificial.

Cabe mencionar que los detalles específicos de perlado, los brillos, los laminados colóricos y las cubiertas ayudan a que se tenga una mejor apariencia, lo que hace que genere más atracción en el consumidor final. Por ejemplo, si vemos los colores peloteados y sus combinaciones con coloridos normales, tanto sintéticos como naturales, veremos que son usados en los elementos llamados de estación o temporarios, basados en proyecciones de mercados de dulces.

En términos globales en la parte conceptual de características que se utilizan en la fabricación de los dulces, se han centrado en elementos que ayudarán a incrementar toda la parte organoléptica de los caramelos, ya que según lo exigido por los mercados y consumidores, se necesita poner dulces que se enmarquen en conceptualidades de alimentos de clase mundial.

Elementos como chicles y chocolates han incursionado creando ideas y cosas diferentes. La retórica de las fábricas de dulces se enfoca en la fabricación de productos nuevos con algún valor agregado en sus compuestos nutricionales, además, sumado en funciones de propiedades lépticas, que se basan en usar distintos elementos para obtener diversos colores y sabores.

La tendencia en la fabricación actual de dulces va a la descomposición central de los mismos para obtener derivados de ellos, primordialmente aquellos que tienen poca azúcar o nada, porque que en la actualidad los consumidores buscan productos más saludables.

1.1.6. Propiedades del agua en dulces

Como bien se sabe, el agua es componente vital en casi todos los productos alimenticios, la cual puede ocasionar la descomposición de los alimentos que la contengan; por tal motivo es indispensable conocer bien por qué utilizamos agua en nuestros procesos y cuáles serán los resultados del mismo, teniendo en cuenta que la actividad del agua en un producto alimenticio puede ser favorable o desfavorable, dependiendo de la concentración de la misma y el tipo de producto que se está fabricando.

1.2.Cocción de caramelo en cocinas continuas

Las cocinas continuas son equipos diseñados para la conformación del caramelo virgen utilizado en la fabricación de confites; el proceso inicia cuando la solución de producto líquido (jarabe estándar) es bombeada del depósito de existencias a la máquina de cocción.

La solución de producto es bombeada por el serpentín de cocción situado en el espacio de vapor, adquiriendo en el proceso la temperatura predeterminada.

La masa de producto cocida, después de salir de serpentín pasa en el espacio de separación de vahos; separándose en ese instante los vahos de la masa de producto.

En el espacio de separación de vahos, se pueden introducir aditivos y colorantes líquidos que posteriormente se mezclarán de manera uniforme con la masa de producto durante el proceso de vacío; en donde se extrae la humedad restante y se descarga la masa de producto en las ollas de mezclado del resto de aditivos, dando así finalización al proceso de cocinado.

1.2.1. Lavado de cocinas

Durante el proceso de cocción de caramelo se dan paros programados y no programados. Estos deben atenderse en forma adecuada para evitar el daño de los equipos y un mal proceso de cocinado posterior.

Al momento de surgir un paro, las cocinas se detienen y se saca el producto; pero en su interior quedan residuos de masa (glucosa) adheridos al serpentín, por tal motivo se realiza un lavado (enjuague) con circulación de agua caliente para despegar ese producto de la tubería interna y no dañar el equipo y que no interfiera en el proceso posterior.

El agua de lavado es vertida al drenaje, arrastrando consigo la dilución de producto que despegó de las tuberías.

1.2.2. Partes principales de la cocinadora

El equipo de cocinado de caramelo es una representación industrial de una estufa de hogar, ya que dispone de un sistema de calentamiento de recipientes; en este caso una olla de cocción mediante la inyección de vapor. Así mismo cuenta con un sistema de dosificación de materia prima como lo son el azúcar y la glucosa y un sistema de inyección de agua para mezcla y lavado.

siendo su función principal la de cocinar todos los ingredientes hasta formar el caramelo con las características y especificaciones requeridas.

1.2.2.1. Bomba de producto

Impele la solución de producto desde un depósito de existencias hasta el serpentín de cocción, por medio de una bomba centrífuga.

1.2.2.2. Bóveda (espacio de vapor)

Se encuentra en el serpentín de cocción, a través del cual se bombea la solución de producto, aquí la solución se lleva a temperatura de cocción y se hierve hasta alcanzar la sustancia seca correspondiente.

1.2.2.3. Espacio de separación de vahos

La solución de producto hervida en el serpentín de cocción, aún mezclada con el agua evaporada (los llamados vahos) fluye entonces hasta el espacio de separación de vahos; aquí la solución de producto hervida, llamada masa de producto a partir de ese momento, se separa de los vahos; los vahos se eliminan a través del tubo de vahos y la masa de producto fluye de forma controlada hasta el espacio de vacío a través de la válvula de paso.

1.2.2.4. Espacio de vacío

Está formado por la cúpula de vacío y una de las calderas giratorias; el vacío (presión negativa) saca la masa de producto del espacio de separación de vahos y la lleva al espacio de vacío, allí la masa de producto continúa hirviendo por el descenso del punto de ebullición. En consecuencia se evapora hasta aproximadamente un 2 % más de agua, esta nueva cocción hace que la masa pierda energía en forma de calor, refrescándose.

1.2.2.5. Calderas giratorias

Las dos calderas giratorias están montadas sobre un brazo giratorio y son llevadas alternativamente hasta debajo de la cúpula de vacío (donde se llenan de masa de producto) y después a la posición de extracción (para su vaciado), el movimiento giratorio se desencadena con ayuda de un muelle distensor.

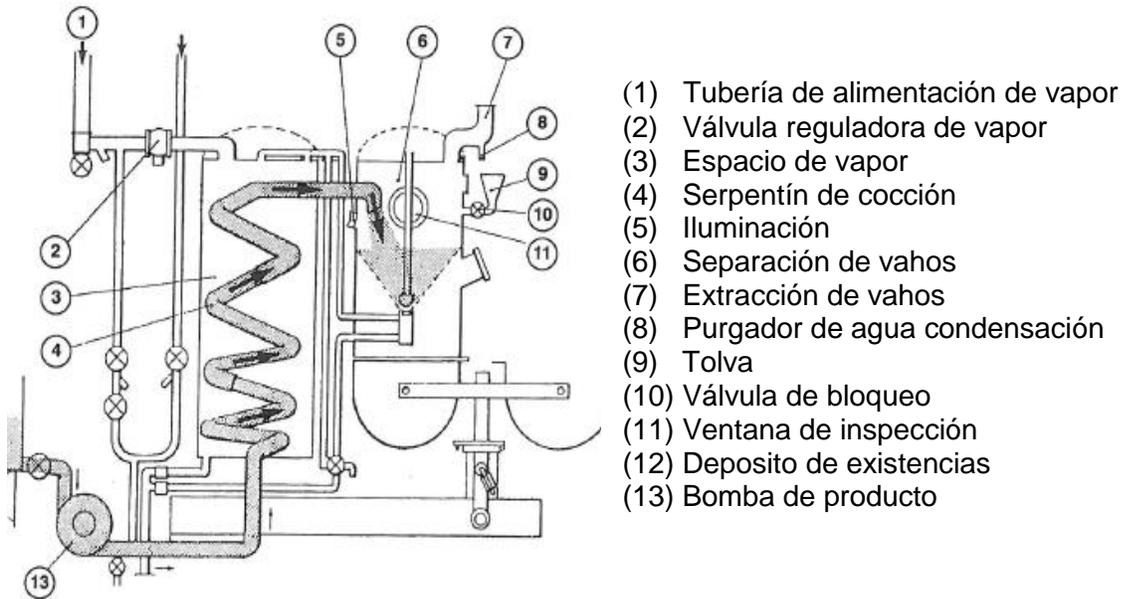
1.2.2.6. Tubo de vacío

El tubo de vacío es una bajante con tobera rociadora, los vahos que se producen tras la continuación de la cocción son aspirados del espacio de vacío y se precipitan aquí con agua adicionada. Toda el agua se bombea hacia el drenaje mediante la bomba de vacío.

1.2.2.7. Bomba de vacío

Es una bomba de anillo hidráulico, su función es tanto retirar el agua rociada con los vahos aspirados como también desairar el espacio de vacío después de cada giro de las calderas giratorias, es decir, crear de nuevo el vacío; la bomba de vacío es accionada por un motor eléctrico y está ininterrumpidamente en marcha durante el funcionamiento de la máquina de cocción.

Figura 1. Esquema de máquina cocinadora de caramelo



Fuente: Manual de servicio para cocinadora BKS 0156 DA, Robert Bosch GmbH, 2004.

1.3.Preparación de jarabe estándar

La preparación de jarabe estándar consiste en diluir azúcar granulada en agua caliente (95-98 °C) hasta obtener un jarabe con una concentración de azúcares de 65°Brix; esto se realiza en un tanque cónico de acero inoxidable y con ayuda de vapor de agua se calienta el agua.

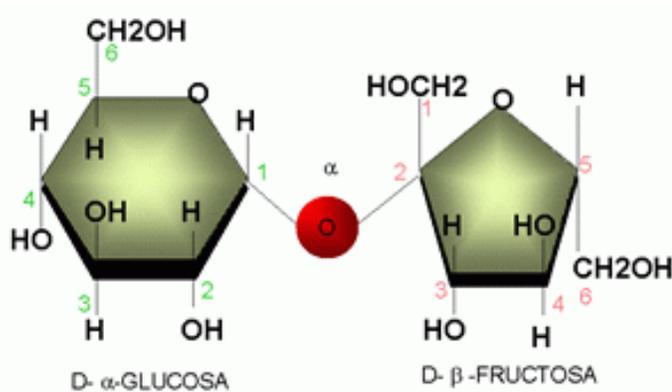
1.3.1. El azúcar

Se debe tener siempre en consideración que para los edulcorantes existen dos clasificaciones si lo vemos desde el punto de vista nutricional, están los que proveen nutrición y los que no.

1.3.2. Sacarosa

Está mejor concebida como azúcar natural, es un di sacárido 1 constituido por alfa-glocopiranososa y beta-fructofuranosa. Su nombramiento químico es: beta-D-fructofuranosil-(2->1)-alfa-D-glucopiranósido.

Figura 2. **Composición química del azúcar**



Fuente: Mejorado (2006), p. 27.

1.3.3. Glucosa

Constituido como mono sacárido cuya formulación es $C_6H_{12}O_6$. Es un derivado dulce azucarado que se encuentra en todas las frutas. Teniendo un rendimiento energético es de 3.75 kilo calorías/gramo, en situaciones ideales.

1.3.4. Miel

La miel es un endulzante natural que se utiliza como sustituto del azúcar y que por sus propiedades es cada día más utilizada a nivel mundial.

Es un carbohidrato único, cuya composición final de la miel madura esta constituida por glucosa 34 %, fructuosa 41 %, sacarosa 2.4 % y agua 18.3%. El tono dulce de la miel sufre variación respecto a su

concentración y la forma en que cristaliza, podría pensarse que es más dulce que el azúcar, pero hay una gran variación en la percepción individual de la dulzura, que varía de 57 a 122 % de la sacarosa (Orozco, 2012, p. 8).

Tabla I. **Dulzura de los azúcares**

Azúcar o producto de azúcar	Valor de dulzura
Levulosa, fructuosa	173
Azúcar invertida	130
Sacarosa	100
Glucosa	74
Sorbitol	60
Manitol	50
Galactosa	32
Maltosa	32
Lactosa	16

Fuente: Mejorado (2006), p. 35.

1.3.5. Solubilidad del azúcar

Se sabe que el azúcar es de fácil disolución en el agua, más que otros azúcares como la glucosa y la fructosa; conociendo también que el ácido posee poca disolución. “El alto grado de solubilidad que tiene la sacarosa es esencial al elaborar cualquier tipo de jarabe, para lo cual se debe comenzar disolviendo los cristales gruesos y secos de azúcar granulada en agua. Es recomendable utilizar un exceso de agua para asegurar completa solución” (Curiel, 2011, p.2).

La disolución de todo tipo de azúcares en líquidos es más eficiente al poner calentamiento en el proceso de disolución. El alto grado de disolución de azúcares en líquidos supone una ventaja en la fabricación de caramelos, pero un punto negativo cuando los caramelos absorben humedad relativa del

ambiente ya que este se puede volver muy pegajoso por el mismo efecto del agua o muy suave dando sensación de chicloso en dulces duros.

1.3.6. Efecto de la sacarosa sobre el punto de ebullición del agua

Una sustancia que se disuelve en el agua como lo es el azúcar, eleva el punto de ebullición del agua; es decir que cada mol de sacarosa (342 gramos de azúcar) disuelto en un litro de agua eleva el punto de ebullición en 0.52 °C; mientras que por el contrario si lo comparamos con un mol de sal (58 g) por litro el agua hace que se incremente el punto de ebullición casi dos veces su punto normal, debido a que cada molécula de sal ioniza para dar lugar a un ion de sodio y un ion de cloruro (Eyzaguirre, 1974, p.26).

1.3.7. Grados Brix (°Brix)

Estos no son más que el porcentaje de sólidos totales disueltos en una solución. Un Brix es igual a 1 gramo de azúcar (u otros solutos) en 100 gramos de determinada solución expresado como porcentaje.

1.4. Calidad y productividad en la empresa

Basado en la evolución se podría decir que las propiedades cualitativas de un elemento o prestación de un servicio es la satisfacción que proporcionan estos a las necesidades y expectativas de un cliente; y que se puede resumir como:

- Cero defectos
- Cumplir exactamente con lo que pide el cliente
- No quejas, rechazos o devoluciones

Es por tal motivo que entre los principales motivos de la caída en calidad de un producto o servicio se pueden mencionar errores humanos, imperfecciones en los insumos, errores técnicos, pero primordialmente el no conocer los requisitos del cliente se ha convertido en factor clave.

1.4.1. Puntos de calidad

“Existen catorce puntos que se deben conocer y aplicar para tener una adecuada gestión de la calidad” (Deming, 1989, p.168), siendo estos:

- La creación de constancia para mejorar un elemento productivo o de servicio para lograr ser competitivos a todo nivel.
- Lograr entender las nuevas filosofías y tener conciencia de los retos que se tendrán, hacerse responsable y ser líderes del cambio.
- Ya no ser dependiente de las inspecciones de sitio para obtener producto de calidad, esto se logra incorporando calidad desde un principio.
- Manejar de una manera más eficaz la relación con los proveedores, negociando no solamente el precio sino también la calidad de las materias primas.
- Mejorar constantemente los sistemas productivos y de servicio para mejorar los resultados productivos y de calidad, reduciendo costos innecesarios.
- Implementar la disciplina en las áreas laborales.

- Implantar el liderazgo. Consiste en ayudar a las personas y equipos de trabajo a lograr los objetivos y desarrollar trabajos más eficientes.
- Suprimir mitos y miedos para que todas las personas laboren eficazmente en la empresa.
- Todas las áreas de una empresa deben estar enfocadas al objetivo principal de la organización e ir todos en esa misma dirección.
- Quitar todos los rótulos, premisas y frases que pidan a los empleados que saquen productos sin defectos, esto solo crea atmósferas contrarias a lo que se requiere.
- Quitar todas las metas estandarizadas de trabajo en planta, cambiar por formas para ser líderes que logren los objetivos.
- Quitar fronteras que no dejan que los empleados estén orgullosos de sus tareas y actividades laborales.
- Implementar programas educacionales y de mejora continua para todo el personal.
- Todas las personas que laboran en la empresa deben estar comprometidos con el cambio, que los resultados se den es compromiso de todos.

1.4.2. Explicación de los puntos mencionados

A continuación se describen los puntos mencionados con anterioridad, para lograr comprender en forma detallada el sistema a seguir para conseguir la mejora continua enfocada al proceso.

1.4.2.1. Formación de consistencia para lograr mejorar los productos y los servicios

Para todas las industrias que esperan seguir vigentes, se les plantean dos tipos de problemáticas: los problemas actuales y los futuros.

Los problemas actuales son del tipo mantenimiento de la calidad del producto que se produce en el presente y el control de los mismos.

La problemática que se presente más adelante pide, más que nada, la perseverancia en el objetivo y dedicación para ser competitivos.

Para lograr estas metas se tienen que cumplir las siguientes obligaciones:

a) Innovar. Consideración futura de planes de acción:

- Nuevos elementos y servicios que faciliten la vida de la gente
- Innovación en habilidades
- Cambio constante en los trabajadores
- Crecimiento de los mandos medios
- Costos de fabricación
- Costos de mercadeo
- Clientes satisfechos

b) Proporcionar fondos para:

- Investigación
- Educación

c) Mejoramiento continuo de servicios y elementos.

1.4.2.2. Adoptar la nueva filosofía

Se trata de adoptar nuevas filosofías de cambio, enfocadas a la mejora continua, a lograr los objetivos y metas de las compañías, a ser más eficientes y productivos para lograr ser competitiva a nivel mundial, de lo contrario, la empresa sucumbirá y desaparecerá.

1.4.2.3. Acabar con las inspecciones masivas

Cuando se realizan inspecciones de rutina para evaluar la calidad de los productos, es como si se planificara que algo saldrá mal, es como si no se confiara en el proceso realizado.

Las inspecciones realizadas para tratar de mejorar la calidad de algo son ineficaces, además de ser un sobre costo, ya que estas se realizan cuando el producto o servicio están finalizados; entonces mejorando los procesos se evita tener que realizar inspecciones de calidad al final de estos.

Por consiguiente, se evitan costos de reprocesar lo que no cumplió con la calidad establecida.

1.4.2.4. Acabar con la práctica de hacer negocios sobre la base del precio

No es posible dejar el servicio, los costos y la calidad en torno a la libre competencia solamente basada en el precio de venta o precios de los competidores.

No se encuentra sentido al precio de un producto o servicio sin tomar en consideración la calidad de lo que se va a adquirir. Al no tomar medidas ceñidas a la calidad de los productos, la negociación iría ligada hacia una licitación más

baja y se tiene como resultante productos y servicios de calidad baja y producciones con costos elevados.

1.4.2.5. Mejorar continuamente los sistemas productivos y de servicio

“Es indispensable comprender que la calidad se debe incorporar en la fase de diseño, debe haber una mejora continua en los métodos de ensayo y un adecuado entendimiento de lo que necesita el cliente” (Vásquez, 2009, p.56).

Entonces podemos decir que la calidad deseada comienza con la idea, la cual es fijada por la dirección; abajo, habrá una continua reducción en los desperdicios y una continua mejora de la calidad en cada actividad de todos los procesos que se llevan a cabo en la compañía, como lo son la adquisición, transporte, ingeniería, métodos de distribución, supervisión, contabilidad, servicio al cliente. (Vásquez, 2009)

Vásquez (2009) refiere que el lema de apagar incendios no es mejorar el proceso, al contrario, eso no nos deja avanzar, ni tampoco lo es el descubrimiento y la eliminación de una causa especial detectada por un punto fuera de control.

1.4.2.6. Implantar la formación

La formación debe ser reimplementada totalmente. La dirección y los gerentes necesitan aprender y comprender lo concerniente a las empresas que manejan.

Los directores japoneses tienen, por naturaleza, importantes ventajas sobre los directores americanos, un directivo japonés comienza su carrera con un largo internado que puede durar hasta los doce años en

planta y en otras tareas dentro de la compañía, conoce los problemas de producción, trabaja en compras, contabilidad, distribución, ventas, un problema en la formación y el liderazgo en los Estados Unidos proviene de que el estándar de lo que constituye un trabajo aceptable y lo que no es flexible; Demasiadas veces el estándar depende de la dificultad que tiene el capataz para cumplir; es decir el americano es más dado a buscar de una vez un puesto alto y muchas veces sin conocer bien la funcionalidad del puesto mientras que un japonés busca explorar por todos los puestos, formándose metódicamente en cada uno de ellos para poder llegar a un puesto de más alto rango, conociendo todo el proceso y dirigiendo acorde a sus capacidades (García, 2005, p.135).

1.4.2.7. Implementación y adopción del liderazgo

La alta dirección no debe dedicarse a la supervisión del trabajo, por el contrario, debe dedicarse a liderar. Se debe erradicar centrarse en la parte productiva como tal, es decir, en gestiones numéricas, gestión por objetivos, entre otros y sobresalir como líder.

Eliminar las barreras que no hacen posible que el empleado trabaje orgullosamente y con sentido de pertenencia.

1.4.2.8. Desechar el miedo

Está comprendido que ninguna persona puede dar más de lo necesario, a no ser que sienta seguridad en lo que hace, o sea, sin temores de expresar lo que piensa y de hacer cuestionamientos.

1.4.2.9. Eliminar contratiempos en las áreas de apoyo

Cualquier persona de las áreas de innovación y desarrollo, diseño de productos, compras y ventas, entre otros, debería ser capaz de identificar la problemática relacionada con las materias primas, productos y montajes.

Usualmente se cree que cualquier persona realiza tareas excelentes donde su trabajo no representa ningún problema. Sin embargo, muchas veces las organizaciones se precipitan a la quiebra; la respuesta a esto es sencilla, y es que cada departamento realiza sus labores y optimizaciones a beneficio propio, pero no se da un trabajo en conjunto como organización, hay un divorcio entre áreas, por lo que es en ese momento donde la alta dirección debe intervenir.

1.4.2.10. Quitar señalizaciones para los empleados

Suponiendo que a un individuo se le dice que la labor diaria ejecutada es su propia foto, ¿cree que lo firmaría?; si no se le dan los insumos necesarios para hacer bien la obra, definitivamente no lo hará.

Es por ello que se debe eliminar todas las cosas que hagan referencia a qué se debe hacer o no hacer, solamente tener en cuenta que las cosas se deben hacer bien.

1.4.2.11. Quitar estigmas que no permiten a los empleados sentirse orgullosos de su labor

Normalmente, los gerentes y accionistas pasan mucho tiempo analizando las ventas, es decir, las caídas y subidas en estas; pero por estar ocupados en dichas labores descuidan el ponerle atención a los trabajadores y a las necesidades que ellos puedan tener, lo que hace que ellos no se sientan identificados con la organización y, mucho menos, sentirse orgullosos de ella.

Lo que impide que una persona se sienta orgullosa en su labor diaria y laboral son todos los obstáculos que las mismas personas en los puestos altos van poniendo y con las cuales es difícil trabajar y sentirse identificados.

1.4.2.12. Generar educación y mejora del personal

Las empresas no necesitan únicamente contar con personal o empleados buenos, necesita estarlos capacitando y educando constantemente para lograr los resultados deseados.

Todo se concentra en el meollo de la sabiduría, es decir para ser cada día más competitivos, es necesario enfocarse en el aprendizaje.

1.4.2.13. Lograr transformar las cosas actuando

Los altos directivos tradicionales de las compañías se oponen en forma rotunda a cada uno de los pasos señalados con anterioridad, lo ven como barreras que deben enfrentar.

Por otro lado, las altas direcciones con mente más abierta, con conocimiento hacia la mejora continua y con metas claras de qué desean, se sentirán bien de llevar a cabo esta metodología de trabajo; estos, a su vez, harán todo lo posible por transmitir el conocimiento a las demás personas dentro de la organización.

Cada uno de los procesos productivos de una compañía deben adaptarse a estos cambios que son tan necesarios para lograr enfocarse bien y seguir el camino correcto hacia la mejora continua; se debe tener en cuenta la filosofía de mejorar cada día enfocado en los clientes, ya que además de los clientes externos, se tienen clientes internos dentro de la organización

1.4.3. Mejora continua

1.4.3.1. Sistemas productivos

Gutiérrez (2010) enfatiza que la manufactura esbelta está enfocada en: “Rediseñar un proceso en el cual el flujo del mismo tiene la mínima cantidad de actividades a la vez que elimina todas aquellas que no agregan valor y que impiden el flujo. Lo contrario al resultado entregado por la aplicación de la manufactura esbelta es un proceso en el que no fluye el trabajo por los atascos, tiempos de espera, altos inventarios, actividades que se hacen por rutina y tradición, pero que no agregan valor al producto.

Según la teoría de sistemas, los resultados obtenidos de un sistema son el resultado de la interacción de los procesos que lo integran.

1.4.3.2. Elementos de un sistema productivo

Torres (2013) explica que sin importar el modelo productivo empleado en una planta de manufactura, existirán siempre los mismos elementos que lo integran, siendo estos:

- Principios para una distribución de planta. Cuando se trata de lograr optimización del lugar para el proceso son varios los criterios que rigen la forma en que se lleva a cabo la distribución.
- Distancia mínima a mover: Se debe minimizar en lo posible los movimientos de los elementos entre operaciones (García, 2005). Minimizando la distancia recorrida se mejora el proceso, debido a que implica una menor manipulación de materiales con una menor probabilidad de estropeo de los mismos por parte del personal.

- Circulación o flujo de materiales: La pérdida de tiempo en los procesos productivos se da en ocasiones al trasladar los materiales entre estaciones de trabajo o de la bodega de materia prima hacia las áreas de producción (Vásquez, 2009). Es por ello que definir un flujo de materiales que no entorpezca el proceso y que además simplifique el manejo de los materiales es un criterio que no puede pasar desapercibido dentro de los principios para la distribución de planta, logrando una mayor fluidez en el proceso.
- Satisfacción y seguridad. Es necesario recordar que el lugar donde convergen todos los elementos necesarios para transformar la materia, también debe considerar la interacción de la mano de obra, por lo tanto, esta distribución deberá minimizar los riesgos de accidentes y proporcionar al operario un ambiente agradable de trabajo. La distribución debe satisfacer y ofrecer seguridad al trabajador (García, 2005).
- Flexibilidad. Es importante tomar en cuenta que al momento de configurar la distribución de la planta se consideren futuras ampliaciones de la planta con crecimientos sustanciales de la demanda en el futuro; sin tener para ello que gastar exorbitantemente en nuevas instalaciones. Este principio asegura que al momento de ajustarla o modificarla la inversión será a bajo costo y sin mayores inconvenientes (Vásquez, 2009).

Toda esta optimización de procesos y estandarización en una planta productiva se logra a través de ir mejorando continuamente, siendo una herramienta muy útil de mejora, el ciclo de Deming, también conocido como ciclo PHVA; si el ciclo es tan poderoso para incrementar los rendimientos de cualquier organización, de nuevo nos planteamos la pregunta: ¿por qué en Occidente es tan poco aplicado? Pensemos que

no se trata de convencer simplemente a una persona. Se trata de que toda una organización adopte la cultura PHVA lo que implica trabajo real en equipo, y eso supone comunicaciones eficaces, valores, visión, espacio y tiempo (Costas, 2010, p.1).

1.4.3.3. Periodo PHVA

“El ciclo PHVA o ciclo de Deming fue dado a conocer por Edwards Deming en la década del 50, basado en los conceptos del estadounidense Walter Shewhart. PHVA significa: Planificar, hacer, verificar y actuar” (Deming, 1989, p.84).

Este ciclo constituye una de las principales herramientas de mejoramiento continuo en las organizaciones, utilizada ampliamente por los sistemas de gestión de la calidad (SGC) con el propósito de permitirle a las empresas una mejora integral de la competencia, de los productos ofrecidos, mejorado permanentemente la calidad, también le facilita tener una mayor participación en el mercado, una optimización en los costos y por supuesto una mejor renta (Deming, 1989, p.49).

1.4.3.4. Etapas de la metodología de Deming

- **Planificar**

Consiste en la definición de cada uno de los objetivos que se desean lograr, así como el plan de acción para poder lograrlos, esto basado en políticas internas y externas de la compañía, de acuerdo a las necesidades que desean cubrir; tomando en cuenta siempre las opiniones y experiencia de todos los empleados de la empresa.

Esta parte del proceso es de suma importancia ya que de aquí se derivan los planes de acción para cada una de las etapas siguientes y si estas no están bien fundamentadas, todo lo demás será en vano.

- **Hacer**

En esta etapa se pone en marcha todo el plan de acción o planes de acción derivados de la etapa anterior, para lo cual se pueden realizar simulaciones para evaluar su veracidad y confiabilidad; además de poder identificar las oportunidades de mejoramiento en el proceso.

- **Verificar**

En este punto se realiza una comprobación de los resultados obtenidos en la etapa anterior, además de reevaluar los objetivos planteados, dando trazabilidad a cada uno de los procedimientos establecidos.

- **Actuar**

En esta parte del ciclo se realizan todas las implementaciones para lograr mejorar la productividad y rendimiento operativo, se hacen los cambios y ajustes necesarios para lograrlo, se establecen medidas como capacitaciones, inversiones, es decir, todo lo relacionado para lograr la mejora continua, todo esto para posteriormente ser controlado y evaluado periódicamente.

Por tanto, adoptar un ciclo Deming para mejorar la productividad es de mucho beneficio ya que con ello se actúa sobre los procesos mal direccionados y no sobre los empleados, como normalmente se desea hacer al tener la idea equivocada de que así se mejoraría la situación.

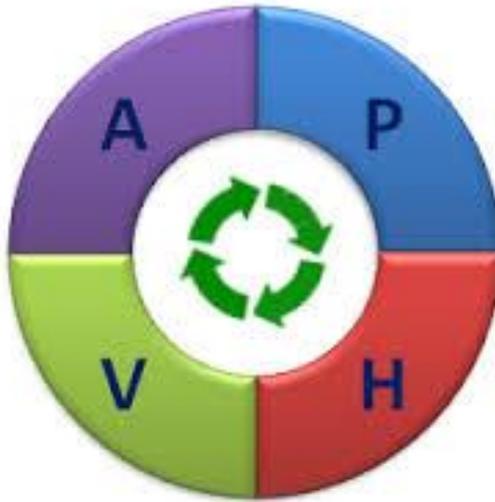
1.4.3.5. Ejemplificación de puesta en marcha de Ciclo PHVA

Se ejemplifica la puesta en marcha del ciclo PHVA. Para ello se tiene que una empresa productora inicia el proceso de mejora continua basado en el ciclo de Deming (PHVA).

1.4.3.6. Pasos de la aplicación de la mejora continua

- Analizar las oportunidades de mejora que se pudieran dar en la detección de problemas, por observación, porque los empleados han hecho propuestas de mejora, porque hay actualmente equipos más eficientes enfocados a la disminución de costos, entre otros.
- Análisis de mejora y cómo estas tendrán impactos significativos. Se elige la que mejores resultados proyecte y se implementa en líneas pilotos para evaluar su funcionamiento.
- Ya habiendo realizado los estudios respectivos, se realizan todos los cambios necesarios para optimizar el proceso, los recursos y obtener los resultados deseados.
- Si el producto obtenido de las pruebas es el deseado, se realiza lo mismo en todas las áreas de la empresa donde se pueda realizar, esto para lograr trabajar en forma más eficiente, ordenada y óptima.

Figura 3. **Ciclo PHVA**



Fuente: Aguilar (2010), p. 67.

1.4.3.7. Influencia del ciclo Deming de mejora continua en normativos tipo ISO

“En varias normas ISO se hace referencia a la mejora continua y al ciclo de Deming. Por ejemplo en la normas ISO 9001 se habla de la mejora continua del sistema de gestión de calidad, nombrando explícitamente al Ciclo PHVA” (Aguilar, 2010, p.92).

“Según la ISO 9001:2015, todo sistema de gestión de calidad certificado por esta norma debe aplicar la metodología de la mejora continua de forma sistematizada” (Bernal, 2013, p.105).

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Fase I: revisión documental

Se procedió a recolectar información por medio de formatos, para llevar el control de agua utilizada en cada lavado de cada cocina, el análisis sensorial, la temperatura del agua de lavado y la concentración de azúcares presente en el agua.

El estudio se llevó a cabo en las siete cocinas que forman el área de cocimiento de caramelo, en el periodo de lavado de las cocinas, durante los tres turnos, en un lapso de cuatro semanas.

2.2. Fase II: medición de cantidad de agua a recuperar

En esta fase se procedió a medir la cantidad de agua con trazas de azúcar que se podría recuperar para reutilizar en la formulación de jarabe de azúcar estándar, esto a través de medir la cantidad de agua retenida en las ollas previo a ser desechada.

Tabla II. Cantidad de agua recuperada

TURNO	CANTIDAD DE AGUA RECUPERADA EN GALONES/TURNO												TOTAL
	SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3			SEMANA 4			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
COCINA 1	48	49	48	48	48	48	48	48	47	47	48	48	575
COCINA 2	49	48	48	48	47	48	50	46	48	48	48	49	577
COCINA 3	48	48	50	48	48	46	48	48	48	47	49	49	577
COCINA 4	49	47	45	48	49	49	49	49	49	49	48	48	579
COCINA 5	48	48	48	49	47	47	48	50	48	47	48	49	577
COCINA 6	48	47	47	47	48	48	49	48	49	47	49	49	576
COCINA 7	46	47	48	49	47	48	49	50	49	48	47	50	578
TOTAL	336	334	334	337	334	334	341	339	338	333	337	342	4039

Fuente: elaboración propia.

2.3. Fase III: medición de parámetros del agua

Se establecieron los parámetros y características que posee el agua de lavado de cocinas mediante la utilización de una encuesta dirigida a un panel sensorial, para obtener la información organoléptica relevante y que pueda ocasionar alguna alteración sensorial del jarabe estándar de azúcar al momento de reutilizar el agua de lavado de cocinas; obteniendo información del sabor, color, olor y consistencia del agua azucarada, asimismo, de la temperatura que esta tiene al ser desechada.

Tabla III. **Análisis sensorial del agua recuperada**

ANÁLISIS SENSORIAL DE AGUA DE ENJUAGUE																					
	SEMANA 1										SEMANA 2										
PERSONAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
OLOR	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1
COLOR	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
SABOR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CONSISTENCIA	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2	1	2	2	1	1	2

OLOR	AGRADABLE	17	COLOR	TURBIO	1	SABOR	DULCE	21
	DESAGRADABLE	4		CLARO	20		NEUTRO	0
CONSISTENCIA	LÍQUIDA	9	CONSISTENCIA	VISCOSA	12			

Fuente: elaboración propia.

2.3.1. Medición de temperatura del agua de lavado

Se realizó la medición de temperatura del agua de lavado de cocinas por medio de un termómetro digital con el cual se establecieron los siguientes resultados.

Tabla IV. **Comparación de temperaturas de agua de lavado**

TURNO	TEMPERATURA DEL AGUA DE LAVADO DE COCINAS EN °C											
	SEMANA 1						SEMANA 2					
	1	1	2	2	3	3	1	1	2	2	3	3
COCINA 1	90	90	92	90	90	90	91	90	90	90	90	90
COCINA 2	91	91	90	89	90	91	91	89	90	90	91	90
COCINA 3	89	89	90	88	90	90	90	91	92	91	92	92
COCINA 4	90	90	90	90	91	90	89	91	91	91	91	90
COCINA 5	90	91	90	90	90	90	90	90	91	92	90	90
COCINA 6	91	89	90	92	89	91	91	89	92	90	89	91
COCINA 7	89	90	90	91	91	92	92	90	89	90	91	90
PROMEDIO	90	90	90	90	90	91	91	90	91	91	91	90

Fuente: elaboración propia.

2.4. Fase IV: determinación de cantidad de azúcares totales

En esta fase se determinó la cantidad de azúcares totales (concentración de azúcar) contenida en el agua de lavado de las cocinas.

Tabla V. **Concentración de azúcares**

CONCENTRACIÓN DE AZÚCARES °BRIX												
TURNO	SEMANA 1						SEMANA 2					
	1	1	2	2	3	3	1	1	2	2	3	3
COCINA 1	49	50	49	50	49	50	49	50	51	50	51	49
COCINA 2	48	51	51	50	53	48	50	48	51	50	49	49
COCINA 3	51	50	50	51	50	49	50	50	50	50	50	49
COCINA 4	48	49	50	50	49	51	50	50	51	50	51	50
COCINA 5	51	49	50	51	47	48	49	53	50	51	50	50
COCINA 6	50	50	51	50	50	50	50	50	50	48	51	50
COCINA 7	53	52	48	48	48	49	48	50	50	52	51	50
MEDIA	50	50	50	50	49	49	49	50	50	50	50	50

Fuente: elaboración propia.

2.5. Ensayo de solución

Consiste en la evaluación de incidencias entre las variables analizadas en el proceso, para establecer si estas son dependientes o independientes y en que grado pueden llegar a afectar el proceso.

También en desarrollar una prueba piloto para validar lo planteado sobre las variables que están inmersas en el de lavado de cocinas y preparación de jarabe de azúcar estándar.

2.5.1. Incidencia y correlación entre los factores evaluados

Para esta etapa se evalúa si existe correlación entre la cantidad de agua recuperada en el lavado de las cocinas, la temperatura del agua y la concentración de azúcares en el agua, mediante una correlación de Pearson.

Tabla VI. **Correlación entre concentración de azúcares y agua recuperada**

		CONCENTRACIÓN DE AZÚCARES	AGUA RECUPERADA
CONCENTRACIÓN DE AZÚCARES	Correlación de Pearson	1	0.01
	N	7	7
AGUA RECUPERADA	Correlación de Pearson	0.01	1
	N	7	7

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Correlación entre concentración de azúcares y temperatura del agua de lavado**

		CONCENTRACIÓN DE AZÚCARES	TEMPERATURA DEL AGUA DE LAVADO
CONCENTRACIÓN DE AZÚCARES	Correlación de Pearson	1	-0.22
	N	7	7
TEMPERATURA DEL AGUA DE LAVADO	Correlación de Pearson	-0.22	1
	N	7	7

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Correlación entre agua recuperada y temperatura del agua de lavado**

		AGUA RECUPERADA	TEMPERATURA DEL AGUA DE LAVADO
AGUA RECUPERADA	Correlación de Pearson N	1 7	0.15 7
TEMPERATURA DEL AGUA DE LAVADO	Correlación de Pearson N	0.15 7	1 7

Fuente: elaboración propia.

2.5.2. Prueba piloto recuperación de agua de lavado

Como parte de la investigación, se realizó una prueba piloto de la recuperación del agua de lavado en la formulación de un *batch* de jarabe de azúcar estándar.

Tabla IX. **Proceso de preparación de jarabe de azúcar**

PROCESO DE PREPARACIÓN DE JARABE DE AZÚCAR ESTÁNDAR							
SECUENCIA	CONDICIONES NORMALES	UN	CONDICIONES AGUA RECUPERADA	UN	OPTIMIZACIÓN	UN	PORCENTAJE DE OPTIMIZACIÓN
DOSIFICACIÓN DE AGUA RECUPERADA	0	MIN	10	MIN	10	MIN	0 %
LLENADO TANQUE CON AGUA (600 GL)	20	MIN	2	MIN	18	MIN	10 %
INYECCIÓN DE VAPOR PARA CALENTAR EL AGUA (90 °C)	10	MIN	5	MIN	5	MIN	50 %
TIEMPO DE DOSIFICACIÓN DE AZÚCAR	5	MIN	2	MIN	3	MIN	40 %
TIEMPO DE PREPARACIÓN Y AGITACIÓN	10	MIN	5	MIN	5	MIN	50 %
TOTAL DE TIEMPO INVERTIDO	45	MIN	24	MIN	41	MIN	53 %
DOSIFICACIÓN DE AZÚCAR (65-67 °BRX)	1450	KILOS	750	KILOS	700	KILOS	52 %

Fuente: elaboración propia.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Fase I: revisión documental

A continuación se muestran los resultados de las actividades y procedimientos de determinación de causa raíz, que se utilizaron para determinar la problemática que afectaba el área de cocinas de caramelo.

Tabla X. **Resultados de la sesión de multivotación**

Multivotación	
Respuestas	Respuestas
1 Desperdicio de jarabe	12 Sale menos producto
2 Pérdida de agua con azúcar	13 El producto sale malo
3 Se pierde agua caliente	14 Se pierde en el drenaje el agua con azúcar
4 Variación en los materiales	15 No se aprovecha el agua caliente
5 Se pierde agua azucarada	16 Se desperdicia vapor
6 Agua caliente que se tira	17 El agua se tira al río
7 Se contamina el río	18 Se pierde jarabe
8 Se fabrica menos	19 Se tira azúcar
9 Se usa más agua	20 Se tira agua caliente
10 Se usa más vapor	21 No se aprovecha el azúcar que lleva el agua
11 Se usa más azúcar para hacer los dulces	

Fuente: elaboración propia.

Al realizar la sesión de multivotación o lluvia de ideas con los veintiún operarios que laboran en las cocinas, se establecieron las causas observadas en la tabla anterior. Con estas, posteriormente, se agruparon las causas que contuvieran la mayor cantidad de las mencionadas por los operarios, y luego fueron tratadas en una matriz de priorización.

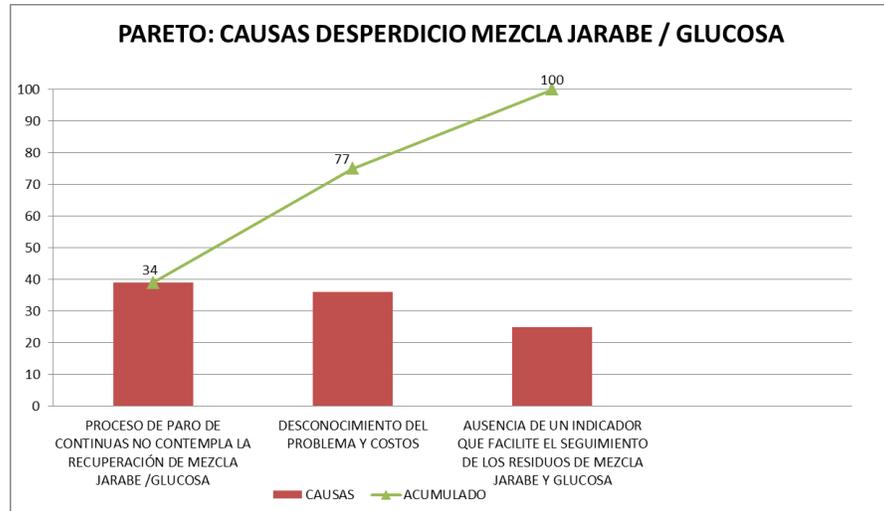
Tabla XI. **Matriz de priorización**

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS								
TEMA / PROBLEMA	CONTROL	DIFICULTAD	URGENCIA	COSTO	RECURSOS	SEGURIDAD	Total	%
Desperdicio jarabe y glucosa	5	4	5	5	5	2	26	30 %
Desperdicio agua caliente	5	3	3	5	5	4	25	29 %
Variaciones	5	2	5	2	3	1	18	21 %
Reducir sólidos de aguas residuales	5	3	3	4	1	1	17	20 %
TOTAL							86	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XI., Matriz de priorización de problemas, se observa que el problema que engloba el mayor porcentaje de las causas expuestas por los operarios, es el desperdicio de jarabe y glucosa con un 30 %; siguiéndole el desperdicio de agua caliente con un 29 %, lo que valida el problema detectado y planteado con anterioridad.

Gráfica 1. Pareto



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica 1, Pareto: causas desperdicio mezcla jarabe/glucosa, se observa que el mayor porcentaje de pérdida de jarabe de azúcar y glucosa se da porque el proceso de paro de cocinas continuas no contempla la recuperación de mezcla jarabe/glucosa; además, se presenta el desconocimiento por parte de los operarios y mandos medios del problema y los costos que esto implica.

Tabla XII. **Análisis de 5 ¿por qué?**

ANÁLISIS DE LOS 5 ¿POR QUÉ?							SOLUCIÓN
CAUSAS DE MAYOR IMPACTO	CLASIFICACIÓN 5M	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	
PROCESO DE PARO DE CONTINUAS NO CONTEMPLA LA RECUPERACIÓN DE MEZCLA JARABE /GLUCOSA	Método	Porque no se cuenta con un dispositivo para la recuperación.	Porque la organización no había contemplado esa pérdida.	Porque la pérdida estaba oculta en el proceso.	Porque contaba con pocos equipos.	Porque la producción era baja.	Crear un sistema para la recuperación.
DESCONOCIMIENTO DEL PROBLEMA Y COSTOS	Mano de obra	Por falta de capacitación al personal.	porque hay una falta de conocimiento al problema.	Porque no está dentro del manual de operación del equipo.	Porque no se había contemplado ninguna pérdida.	Porque estadísticamente no se reflejaba en resultados de variación.	capacitando al personal y dándole a conocer los resultados de las pérdidas.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XII., Análisis de 5 ¿por qué?, se puede observar que de los problemas relevantes identificados, según su clasificación por método y mano de obra, la solución es crear un sistema para la recuperación de jarabe de

azúcar y glucosa contenida en el agua de lavado de las cocinas. Así también, implica capacitar a todos los involucrados en el proceso para que conozcan y dimensionen las pérdidas provocadas por una inadecuada operación.

3.2. Fase II: medición de la cantidad de agua a recuperar

Se muestra la tabla con la estadística descriptiva de la cantidad de agua de lavado recuperada de cocinas.

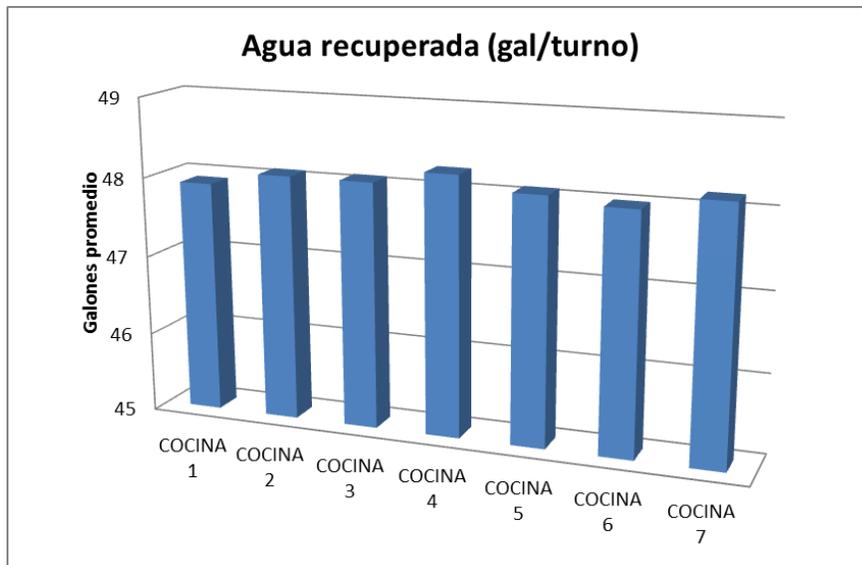
Tabla XIII. **Estadística descriptiva de agua recuperada**

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CANTIDAD DE AGUA RECUPERADA DE COCINAS						
MEDIA	MEDIANA	MODA	VARIANZA	DESVIACIÓN ESTANDAR	MÁXIMO	MÍNIMO
48	48	48	0.2652	0.5149	49	47
48	48	48	0.9924	0.9962	50	46
48	48	48	0.9924	0.9962	50	46
48	49	49	1.4773	1.2154	49	45
48	48	48	0.8106	0.9003	50	47
48	48	48	0.7273	0.8528	49	47
48	48	47	1.6061	1.2673	50	46
337	337	334	8.8106	2.9683	342	333

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XIII., Estadística descriptiva de agua recuperada, se visualiza la cantidad de agua que se puede recuperar por cocinas al momento de lavar las mismas, dando como resultado un promedio de 337 galones de agua por turno, con varianza promedio de 8.81 y una desviación estándar de 2.98; la cantidad de agua recuperada según el dato de máximo y mínimo puede estar en un rango de 333 – 342 galones por turno.

Gráfica 2. Agua recuperada



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica II, se muestra el comportamiento de la cantidad de agua que se puede recuperar por cada una de las cocinas al momento de realizar el lavado, manteniendo una tendencia estándar de 48 galones por turno.

3.3. Fase III: medición de parámetros del agua

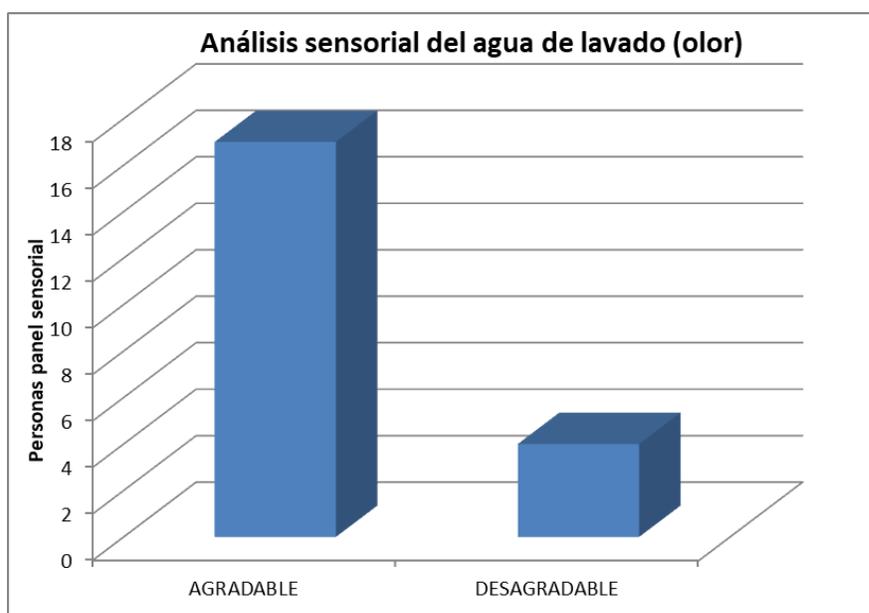
En la tabla XIV., Análisis sensorial del agua recuperada, se observa que las características del agua (olor, color, sabor y consistencia) fueron aceptadas por el panel evaluador con los siguientes resultados.

Tabla XIV. **Resultados de análisis sensorial**

Características	Porcentaje de aceptación
Olor	81 %
Color	95 %
Sabor	100 %
Consistencia	57 %

Fuente: elaboración propia.

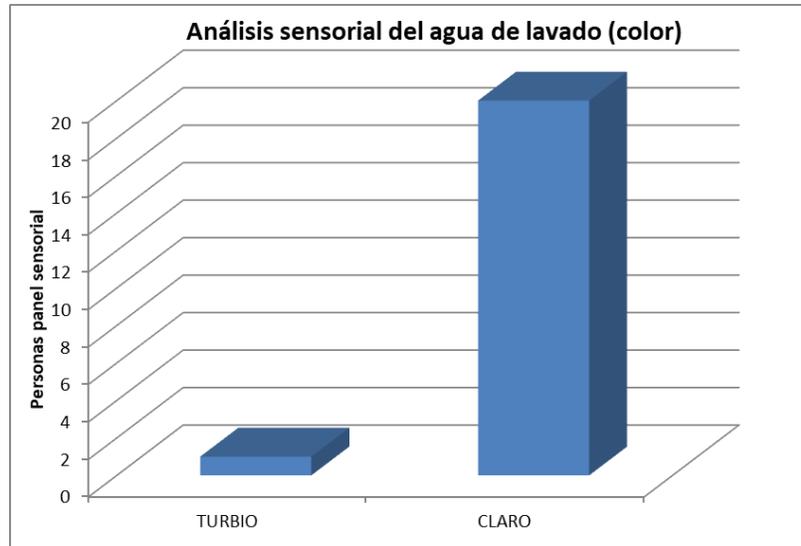
Gráfica 3. **Análisis sensorial (olor)**



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica III, Análisis sensorial del agua de lavado (olor), se observa que de las personas a las que se les aplicó el panel sensorial, 17 dijeron que el olor era agradable, mientras que 4 dijeron que no les agradaba; denotando esto un 81 % de aceptación en el olor.

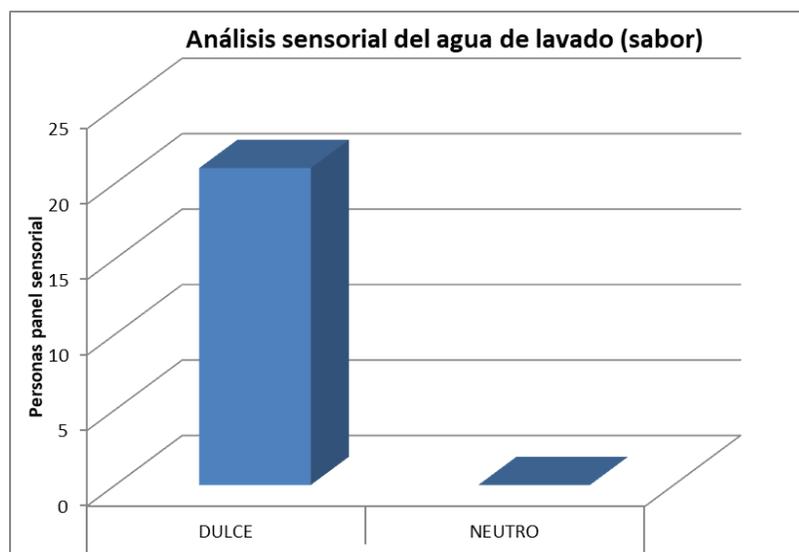
Gráfica 4. Análisis sensorial (color)



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica IV, Análisis sensorial del agua de lavado (color), se visualiza que de las personas encuestadas, 20 dijeron que el color tenía un tono claro y 1 persona que tenía un tono oscuro, dando esto un 95 % de aceptación en el color.

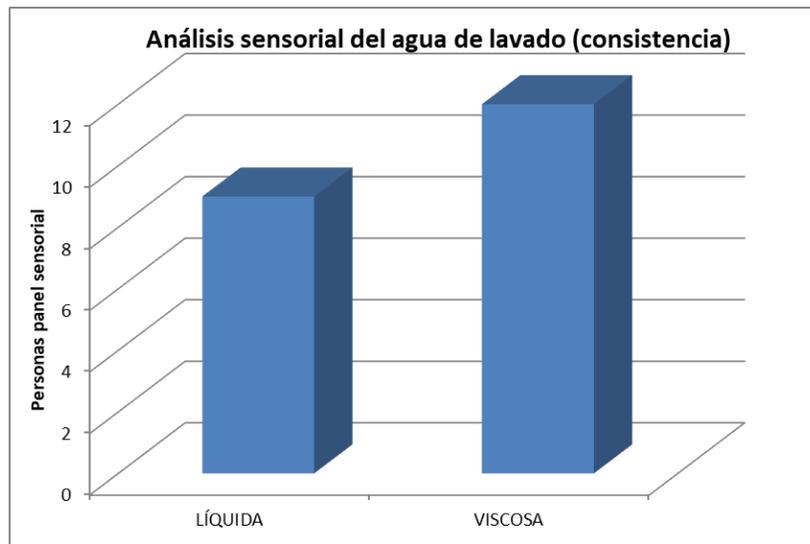
Gráfica 5. Análisis sensorial (sabor)



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica V, Análisis sensorial del agua de lavado (sabor), se visualiza que de las personas que participaron en el panel sensorial, 21 dijeron que el sabor era dulce y ninguno dijo que era neutro, dando un 100 % de aceptación.

Gráfica 6. **Análisis sensorial (consistencia)**



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica VI, Análisis sensorial del agua de lavado (consistencia), se muestra el resultado de evaluación de consistencia del agua objeto de estudio dando como resultado que 12 personas la percibieron viscosa y 9 personas líquida; lo cual indica que 57 % de las personas le encuentran una consistencia viscosa al agua de lavado.

3.3.1. Medición de temperatura del agua de lavado

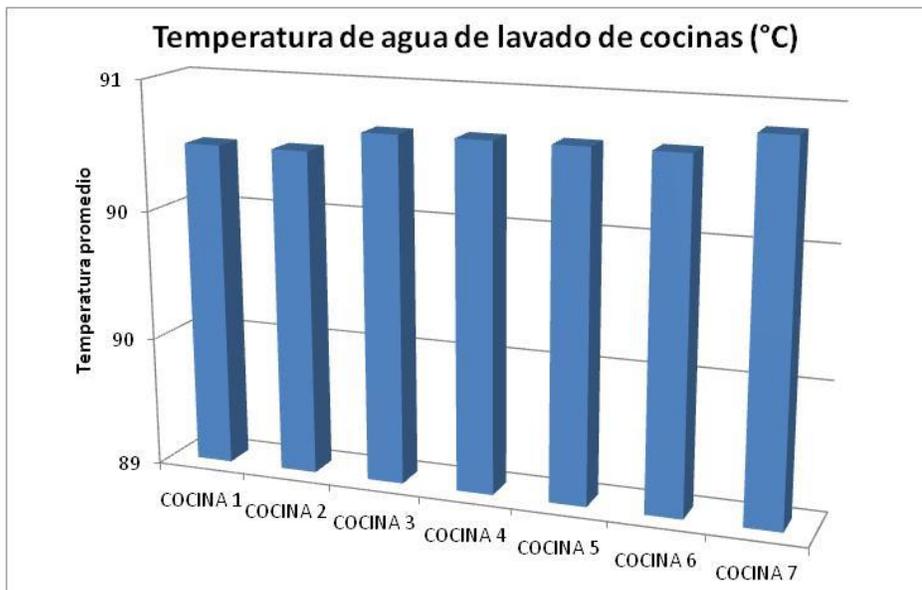
Tabla XV. Estadística descriptiva temperatura del agua recuperada

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA TEMPERATURA AGUA DE LAVADO DE COCINAS						
MEDIA	MEDIANA	MODA	VARIANZA	DESVIACIÓN ESTANDAR	MÁXIMO	MÍNIMO
90	90	90	0.3864	0.6216	92	90
90	90	91	0.5682	0.7538	91	89
90	90	90	1.6970	1.3027	92	88
90	90	90	0.4242	0.6513	91	89
90	90	90	0.4242	0.6513	92	90
90	91	91	1.3333	1.1547	92	89
90	90	90	0.9924	0.9962	92	89
90	90	90	0.0784	0.2800	91	90

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XV, Estadística descriptiva temperatura del agua recuperada, se visualiza como resultado un promedio de 90 °C, con varianza promedio de 0.0784 y una desviación estándar de 0.28; pudiendo estar la temperatura del agua según el dato de máximo y mínimo, en un rango de 90 – 91 °C

Grafica 7. Temperatura agua de lavado



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica VII, Temperatura de agua de lavado de cocinas (°C), se ve el comportamiento de la temperatura del agua de lavado de las cocinas, observando que el mismo mantiene una tendencia estándar de 90.5 °C aproximadamente.

3.4. Fase IV: determinación de cantidad de azúcares totales

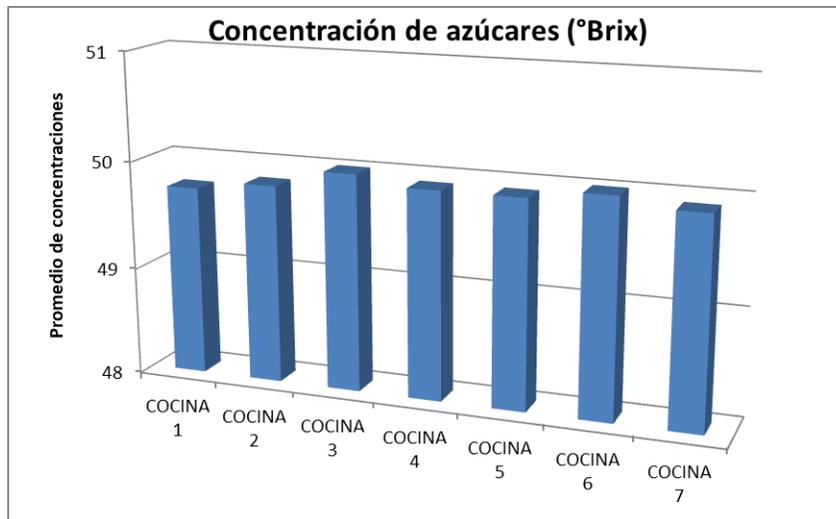
Tabla XVI. Estadística descriptiva concentración de azúcares agua de lavado

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CONCENTRACIÓN DE AZÚCARES EN AGUA DE LAVADO DE COCINAS						
MEDIA	MEDIANA	MODA	VARIANZA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MÁXIMO	MÍNIMO
50	50	49	0.5682	0.7538	51	49
50	50	48	2.3333	1.5275	53	48
50	50	50	0.3636	0.6030	51	49
50	50	50	0.8106	0.9003	51	48
50	50	50	2.4470	1.5643	53	47
50	50	50	0.5455	0.7385	51	48
50	50	48	3.1742	1.7816	53	48
50	50	50	0.1534	0.3916	50	49

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XVI, Estadística descriptiva de concentración de azúcares en agua de lavado, se observa como resultado un promedio de 50 °Brix, con varianza promedio de 0.1534 y una desviación estándar de 0.3916; pudiendo estar la concentración de azúcares según el dato de máximo y mínimo, en un rango de 49 – 50 °Brix.

Gráfica 8. Concentración de azúcares



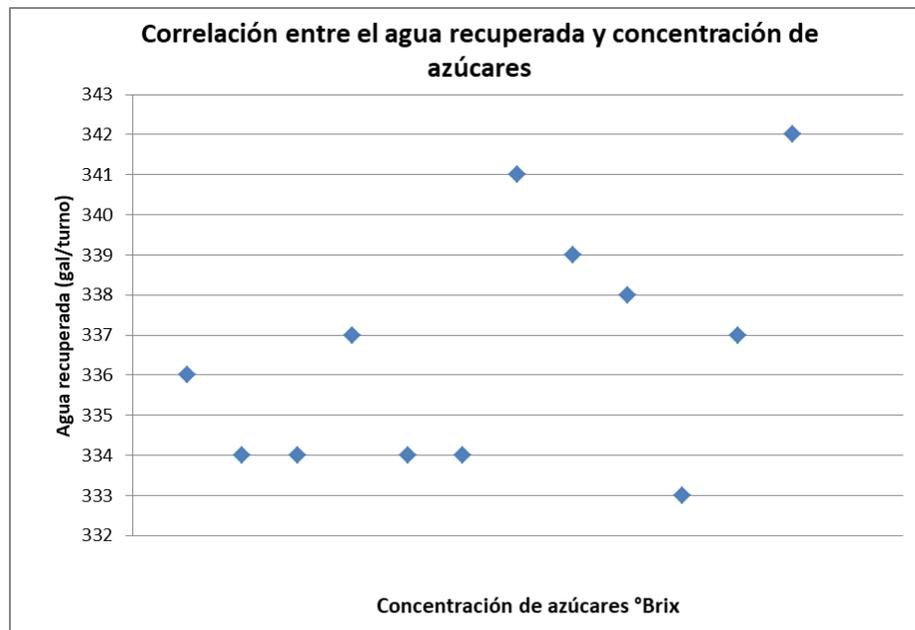
Fuente: elaboración propia.

En la gráfica VIII, Concentración de azúcares (°Brix), se muestra el comportamiento de la concentración de azúcares que se puede recuperar por cada una de las cocinas al momento de realizar el lavado, observando que el mismo mantiene una tendencia estándar de 50 °Brix aproximadamente.

3.5. Ensayo de solución

3.5.1. Incidencia y correlación entre los factores evaluados

Gráfica 9. Correlación entre el agua recuperada/Concentración de azúcar

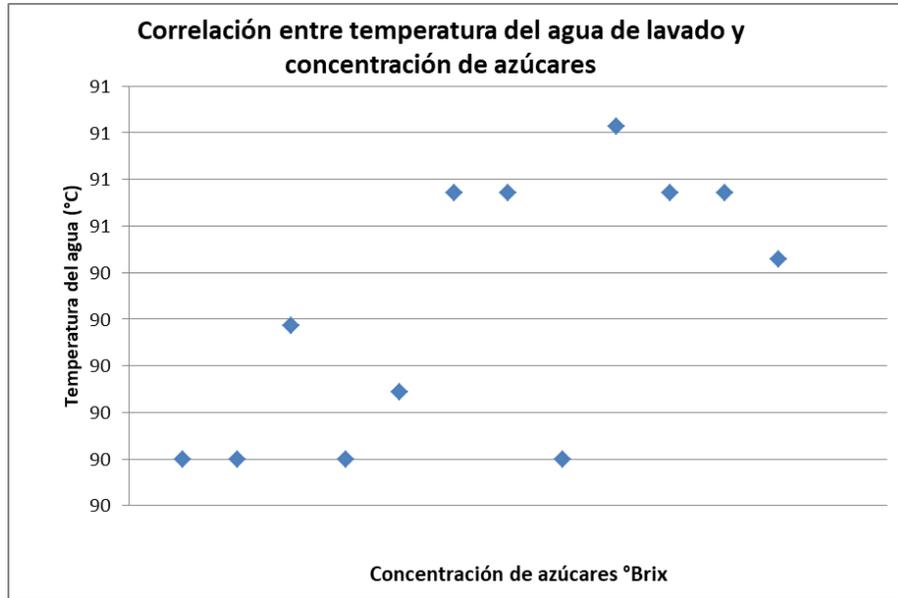


Fuente: elaboración propia.

En la gráfica IX, Correlación entre agua recuperada y concentración de azúcares, se visualiza la dispersión o no incidencia entre la cantidad de agua recuperada con la concentración de azúcares contenida en el agua.

Además, se determinó un nivel de correlación de Pearson de 0.01 entre la concentración de azúcares y el agua recuperada de las cocinas; este valor de correlación se clasifica como correlación positiva débil, el valor de 0.01 es menor que el valor crítico de 0.669 por lo que la correlación no es significativa. Esto indica que la concentración de azúcares no está influenciada por la cantidad de agua utilizada y que se desea recuperar.

Gráfica 10. **Correlación temperatura/Concentración de azúcares**

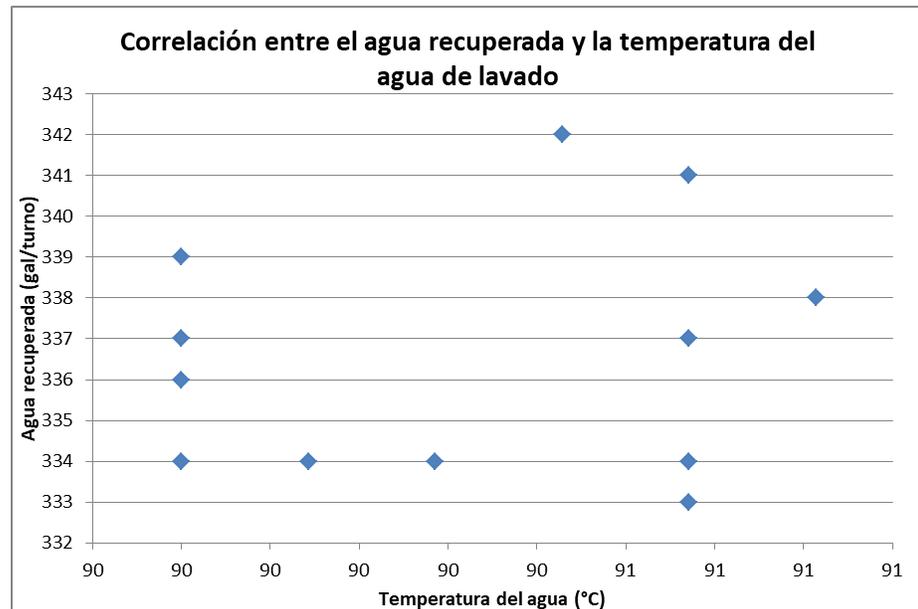


Fuente: elaboración propia.

En la gráfica X, Correlación entre temperatura del agua de lavado y concentración de azúcares, se observa la dispersión o no incidencia entre la concentración de azúcares contenida en el agua y la temperatura del agua de lavado.

Además, se determinó un nivel de correlación de Pearson de -0.22 entre la concentración de azúcares y temperatura del agua de lavado, este valor de correlación se clasifica como correlación negativa débil, el valor de -0.22 es menor que el valor crítico de 0.669 por lo que la correlación no es significativa; esto indica que la concentración de azúcares no está influenciada por la temperatura del agua de lavado.

Gráfica 11. **Correlación entre el agua recuperada/temperatura del agua de lavado**



Fuente: elaboración propia.

La gráfica XI, muestra la dispersión o no incidencia entre la temperatura del agua de lavado y la cantidad de agua recuperada.

También se determinó un nivel de correlación de Pearson de 0.15 entre la concentración de azúcares y temperatura del agua de lavado. Este valor de correlación se clasifica como correlación positiva moderada, el valor de 0.15 es menor que el valor crítico de 0.669 por lo que la correlación no es significativa. Esto indica que la temperatura del agua de lavado no está influenciada por la cantidad de agua recuperada.

3.5.2. Prueba piloto para la recuperación del agua de lavado

Con la realización de la prueba piloto de recuperación del agua de lavado se estableció que se tendría una optimización en tiempo del 53 % y en utilización de azúcar en kilogramos un 52 % de optimización.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Procedimiento de la investigación

El desperdicio o uso inadecuado de materias primas es uno de los factores que más afectan a las industrias, ya que muchas veces se da en forma oculta dentro de los procesos y por ende en forma involuntaria por parte de los encargados de dichos procesos; pero al ir incrementando los volúmenes de producción e ir afinando los procesos productivos, van quedando al descubierto mermas ocultas que es necesario corregir para ser más eficientes, rentables y, en muchos casos, para no afectar otros procesos, el entorno o dañar el ambiente.

Por esa razón, después de haber identificado que en el agua de lavado de las cocinas continuas se pierde una cantidad considerable de jarabe de azúcar y glucosa, surgió la necesidad de realizar el análisis de recuperación de agua de lavado de las cocinas de caramelo mediante el método de Deming, que consistió en planear la metodología de recuperación, hacer los estudios y cálculos necesarios, verificar su factibilidad y sus beneficios y actuar sobre el problema iniciando con una prueba piloto.

4.2. Validez y limitantes

Respecto a la investigación, mejoramiento del proceso de preparación de jarabe estándar, mediante la recuperación de azúcar contenida en agua de lavado de cocinas de caramelo se determinó que:

- La cantidad de agua de lavado de cocinas a recuperar es significativa para el desarrollo de la investigación.
- Los parámetros del agua a recuperar son de beneficio para el reproceso del agua en la preparación de jarabe estándar.
- La cantidad de azúcar concentrada en el agua de lavado de las cocinas es significativa y de gran aporte como base para la preparación de jarabe de azúcar estándar para la fabricación de caramelos.

Por tanto, la investigación planteada tiene validez dentro de la empresa donde se realizó, dada la importancia de recuperar el azúcar concentrada en el agua de lavado de las cocinas de caramelo ya que los parámetros y características de este elemento tienen las propiedades necesarias para poder reutilizar dentro del proceso de preparación de jarabe estándar, además de evitar la descarga de agua con propiedades no adecuadas a los afluentes de aguas naturales cercanas a la empresa.

Una de las limitantes es el factor tiempo, porque el tiempo que toma recuperar el agua de lavado de las cocinas y el costo del proceso de aplicación de calor a dicho elemento es importante para concentrar el azúcar y formar una base para la preparación del nuevo jarabe.

4.3. Evaluación de las fases de la investigación

En la primera y segunda fases se obtuvieron todos los datos necesarios para llevar a cabo el proceso, tanto teóricos en fuentes primarias y secundarias como medidos en el proceso, donde como parte importante se determinó que la cantidad de agua que se podría recuperar y reutilizar en el proceso es significativa y coincide con el autor Fuquene. En la bibliografía consultada del año 2002 este autor hace mención que el agua, al ser un recurso vital para la

vida, está siendo mal administrada, además de tener desperdicios de materias primas dentro de la misma, que al no ser tratados contaminan el medio ambiente concordando también con los autores Solís y Amado. Ellos mencionan en su bibliografía de 2003 que se debe tener más cuidado con el medio ambiente por las situaciones drásticas que enfrenta el planeta por tales acontecimientos.

En la tercera fase se midieron los parámetros del agua recuperada, siendo estos el sabor, color, olor, textura y temperatura del agua; dando resultados favorables en percepción por la mayor parte del panel sensorial, integrado por los mismos operarios de las cocinas. En cuanto a la temperatura, por ser alta, ayudará a que el proceso de preparación de jarabe tanto en tiempo como en consumo de vapor sea más eficiente ya que el promedio de temperatura del agua de lavado es 90 °C.

En la cuarta fase se determinó la cantidad de azúcares totales concentrados en el agua de lavado de las cocinas, producto del jarabe de azúcar y glucosa que arrastra con ella el agua; esta es una concentración considerable a recuperar con una media de 50 °Brix, considerando esto un dato importante ya que al recuperar esta cantidad de azúcares promedio en cada una de las cocinas, no solo se estaría haciendo más eficiente el proceso y reduciendo desperdicios para la empresa, sino que también se contribuiría con el medio ambiente al no descargar estas cantidades de azúcares en los afluentes de aguas naturales que rodean el perímetro de la empresa.

En los análisis estadísticos de correlación realizados se puede ver que hay una relación positiva débil no significativa entre la cantidad de agua recuperada y la concentración de azúcares; esto indica que, independientemente de la

cantidad de agua que se recupere, la tendencia de concentración de azúcar en la misma se mantiene, ya que no es dependiente una de otra.

En el caso de la correlación entre la concentración de azúcar y temperatura del agua de lavado esta es negativa débil no significativa; ello indica que la concentración de azúcares es independiente o no tiene relación directa con la temperatura a la que salga el agua de lavado, ya que de igual forma el jarabe y la glucosa es arrastrada por el agua al momento del lavado, pero la temperatura del agua al momento de reutilizarla como base para preparar un nuevo jarabe estándar sí tiene una importancia notable, ya que necesitaríamos menos tiempo de calentamiento para producir el jarabe.

En la correlación realizada entre la cantidad del agua recuperada y la temperatura de esta, se visualiza una interacción positiva moderada no significativa; entendiéndose que la temperatura del agua no incide en la cantidad de agua que se pueda recuperar y viceversa.

En la fase final del ensayo de solución se realizó una prueba piloto de recuperación de agua de lavado de las cocinas para utilizarla como base en la preparación de un *batch* de jarabe de azúcar estándar; al realizar dicha pruebas se logró determinar que se tendría una optimización del 53 % en tiempo ya que se requiere menos tiempo de preparación y calentamiento del agua; así como un 52 % de optimización en consumo de azúcar, puesto que el consumo de esta es menor para llegar al estándar de 65-67 °Brix porque el agua de lavado ya lleva un promedio de 50 °brix.

En promedio se recuperan 337 galones de agua por turno de las siete cocinas y por turno se prepara un *batch* de 600 galones de jarabe de azúcar,

teniendo que completar únicamente 263 galones de agua normal para dicha formulación, siendo esto una optimización del proceso de 56 %.

Con estos resultados se logra concretar que una de las herramientas para la mejora continua de un proceso es el método de Deming, coincidiendo con Walton (2004) ya que por medio de sus fases se planeó qué se deseaba desarrollar, se hizo lo que se planificó para lograr los resultados, los cuales se verificaron y se actuó sobre el problema realizando la prueba piloto, logrando así resultados positivos para la investigación.

Además, se logra concretar que el proceso aplicado en esta investigación del método de Deming como herramienta de mejora continua se puede aplicar a cualquier proceso que se desee optimizar a nivel industrial siendo un preámbulo y una base sólida para la metodología DEMAIC (Six Sigma).

CONCLUSIONES

1. La utilización del método Deming proporcionó la estructura e información necesaria del proceso de recuperación de jarabe de azúcar y glucosa contenida en el agua de lavado de las cocinas continuas de caramelo, para poderlo utilizar como base en la preparación de jarabe de azúcar estándar usado en la formulación de nuevos caramelos.
2. Se determinó que se pueden recuperar en promedio 337 galones de agua por turno, con una desviación estándar de 2.97 galones de agua, para utilizar como base en la preparación de jarabe de azúcar estándar.
3. Se establecieron los parámetros organolépticos del agua descargada en el lavado de cocinas, de los cuales se obtuvo una aceptación de 81 % en el olor, 95 % en el color, 100 % de aceptación en el sabor, 57 % en la viscosidad, lo cual no impide en que se utilice como base para la preparación de jarabe de azúcar estándar, con una temperatura promedio de 90 °C.
4. Se determina que la cantidad de azúcares totales a recuperar en el agua de lavado de cocinas es de 50 °Brix promedio, con una desviación estándar de 0.39 °Brix, lo cual influye positivamente en la preparación de jarabe de azúcar estándar, dado que el jarabe necesita una concentración de 65 °Brix.
5. Se realizó un estudio de correlación entre las variables cantidad de agua a recuperar, concentración de azúcares y temperatura del agua de lavado las cuales interactúan en el proceso, estableciéndose que estas no son significativas para el proceso, es decir, independientemente de si una de las

variables se da la otra no sale afectada y no irrumpe en la recuperación del agua de lavado de las cocinas continuas de caramelo.

6. Al realizar la prueba piloto de utilización del agua de lavado de las cocinas como base en la preparación de jarabe de azúcar estándar, se determinó que se tendría una optimización en tiempo del proceso de 53 % y en utilización de azúcar en kilogramos del 52 %; mientras que en cantidad de agua utilizada se optimizaría en 56 % el proceso de formulación de jarabe.

RECOMENDACIONES

1. El método Deming planteado en la investigación se podría utilizar para la optimización de otros procesos productivos que actualmente estén afectando la productividad y competitividad de la compañía. Posteriormente, al tener fortalecidos estos procesos, se podría migrar a la metodología DMAIC la cual busca sostenibilidad de los procesos, en la etapa de madurez de la utilización del método Deming.
2. Instalar un sistema de tuberías y captación para la recuperación del agua de lavado de las cocinas, el cual debe ser de acero inoxidable por inocuidad del producto y de fácil vertimiento y accesibilidad a los tanques de preparación de jarabe de azúcar estándar.
3. Monitorear los parámetros del agua de lavado de manera constante para que se mantengan aceptables para la utilización del agua como base en la preparación de jarabe de azúcar estándar, por lo cual se recomienda realizar un procedimiento y formatos de control de parámetros del agua de lavado de las cocinas continuas de caramelo.
4. Realizar controles periódicos con un refractómetro del agua de lavado de las cocinas para garantizar que mantiene la concentración de azúcares totales en el promedio establecido, lo cual beneficia la preparación de jarabe de azúcar estándar.
5. Al realizar estudios en otros procesos productivos para optimización de los mismos, se recomienda llevar a cabo diagnósticos de correlaciones entre las variables que interactúen en el proceso, para conocer si alguna de ellas podría interferir en el proceso al variar en sus parámetros.

6. Desarrollar un estudio financiero del proceso de recuperación de agua de lavado de cocinas, en relación con los porcentajes de optimización del proceso en tiempo de preparación, cantidad de agua recuperada y kilos de azúcar utilizados, para conocer y controlar los costos del proceso.

BIBLIOGRAFÍA

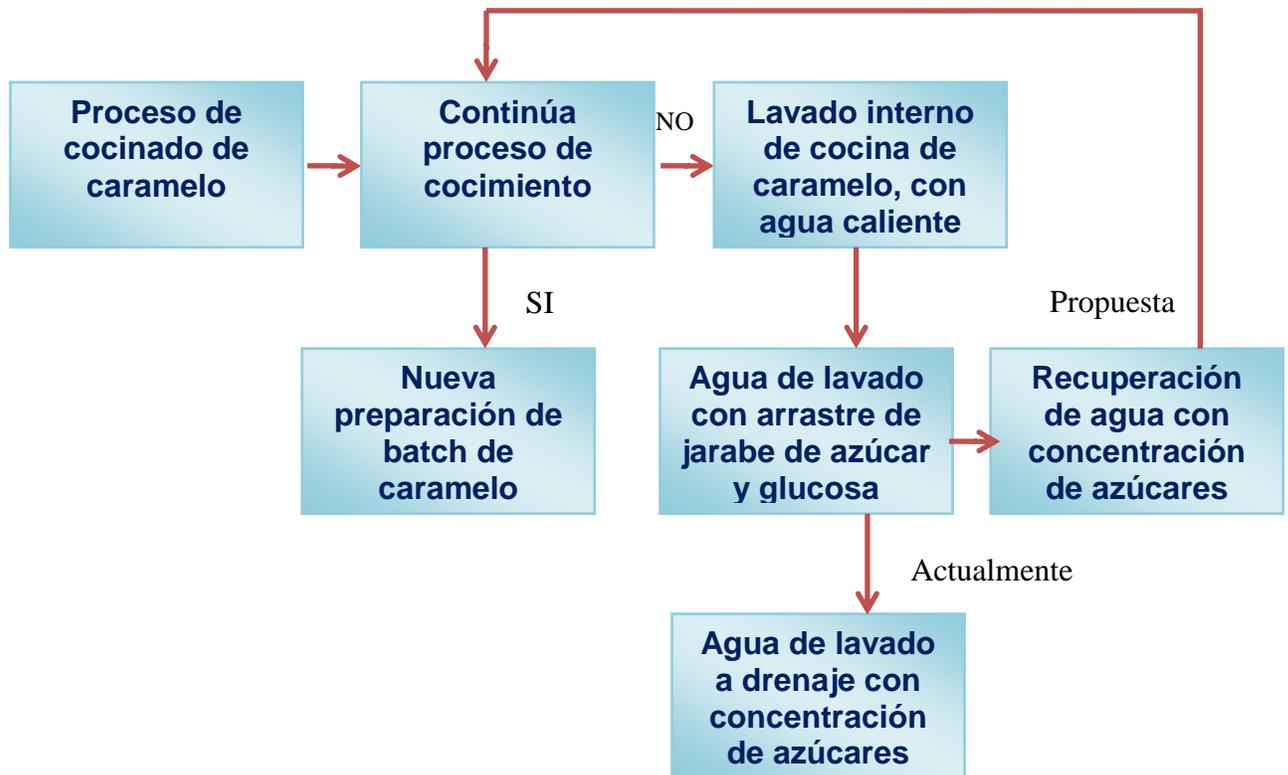
1. Aguilar J.E. (2010). *La mejora continua*. Recuperado de www.conductitlan.net
2. Bender L.B. & Brubacher L.J. (1980). *Catálisis y acción enzimática*. (2da. ed.). Barcelona, España: Reverte.
3. Bernal J.J. (2013, 23 de agosto). *Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar): El círculo de Deming de mejora continua*.pdca home. Recuperado de <http://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/>
4. Bosch R. (2004). *Manual de servicio para cocinadora BKS 0156 DA*. Alemania: Robert Bosch
5. Costas J. (2010, octubre–diciembre). *Entender el ciclo pdca de mejora continua*. AEC. Recuperado de http://www.aec.es/c/document_library/get_file?p_l_id=32315&folderId=195586&name=DLFE-7137.pdf
6. Deming E. W. (1989). *Calidad, productividad y competitividad*. (3ra.ed.). Sao Pablo, Brasil: Díaz de Santos S.A.
7. Fúquene C. E. & Retamoso. (2002). *Producción limpia, contaminación y gestión ambiental*. Santiago de Chile: Pontificia Javeriana.
8. G. Schroeder, R., Meyer Goldstein, S., & Rungtusanatham, M. (2005). *Administración de operaciones. Conceptos y casos contemporáneos*. (3ra.ed.). México, D.F.: McGraw-Hill.

9. García Criollo, R. (2005). *Estudio del método, Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. (3ra. ed.). D.F, México: Mc Graw Hill.
10. Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad total y productividad*. (3ra .ed.). D.F., México: Mc Graw Hill.
11. INFOIARNA (2006). *Aguas con el agua. Agua en Guatemala*. Recuperado de http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/2/2_4.htm
12. Mejorado N. (2006, marzo – abril). *Confitería. Tecnología*. Recuperado de <https://confiteria.wikispaces.com/file/view/TECNOLOGIA+Confiteria>.
13. Sampieri R.H., Collado C.F. & Baptista M. (2010). *Metodología de la investigación*. (5ta. ed.) D.F., México: Mc Graw Hill.
14. Sánchez Y.P. (2014, 29 de noviembre). *Ciclo PHVA*. Recuperado de <http://www.gerencie.com/ciclo-phva.html>
15. Solís L.M. & Amado J., (2003). *Principios básicos de contaminación ambiental*. (2da. ed.). D.F, México: Universidad autónoma del estado de México
16. Torres, S. (2008). *Ingeniería de plantas*. Guatemala, Guatemala: c.c dapa.
17. UFG. (2007). *Aspectos generales de la industria confitera y de las empresas productoras y comercializadoras de confites ubicadas en los municipios de San Salvador y Mejicanos*. Recuperado de <http://ri.ufg.edu.sv/jspui/bitstream/11592/7167/2/664.153-G146d-Capitulo%20I.pdf>

18. Valdez, C. A. (2000). *Implementación de un sistema de producción por medio de la programación lineal en la capacidad instalada de producción de un taller de manufactura de cueros*. Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería.
19. Vásquez, J. A. (2009). *Mejora de la distribución en planta, para optimizar la capacidad instalada de la planta de producción de la empresa el Anfitrión S.A.* Guatemala, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería.
20. Walton M. (2004). *El método Deming en la práctica*. Bogotá Colombia: Norma.

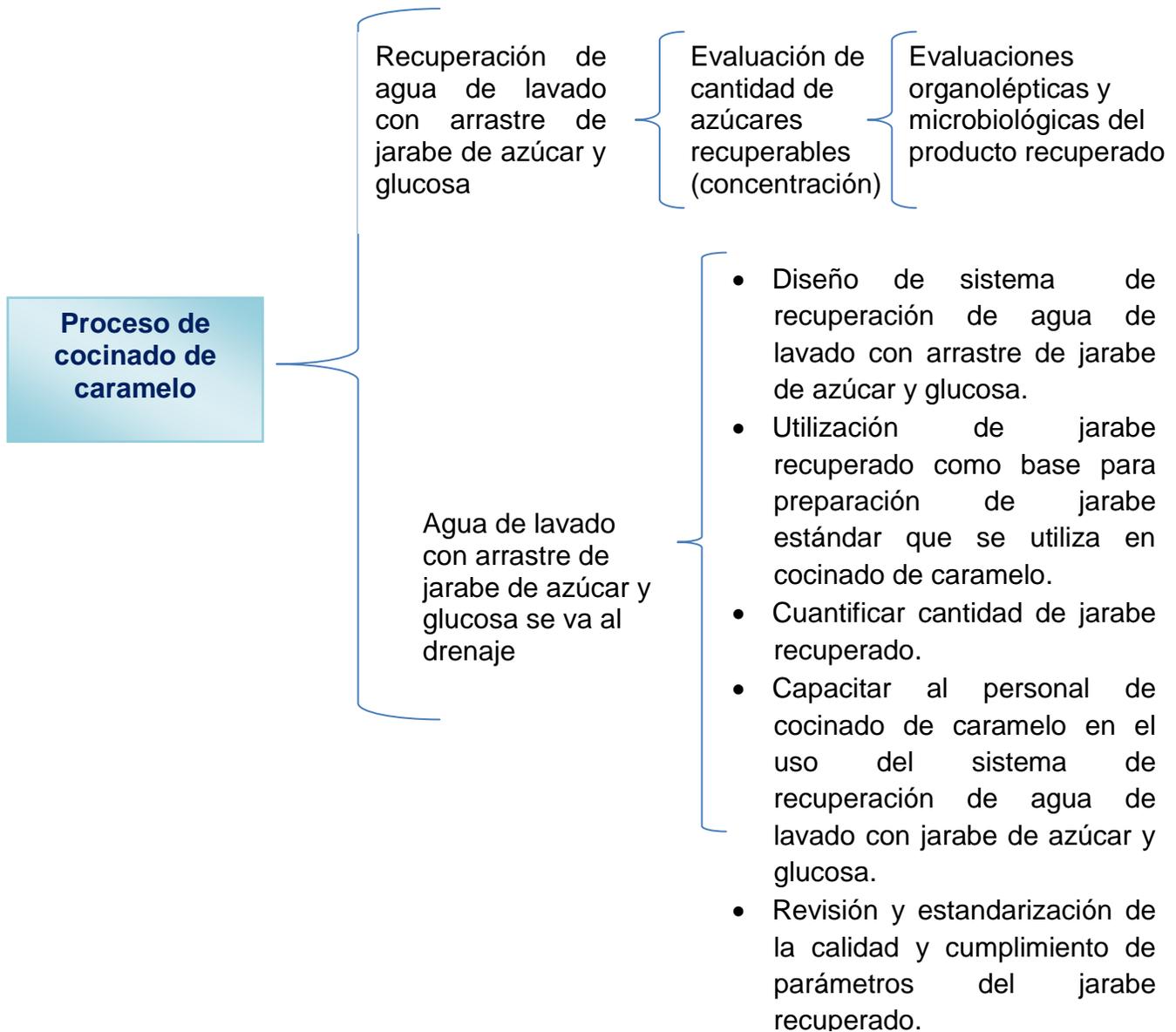
ANEXOS

Figura 4. Mapa conceptual del proceso



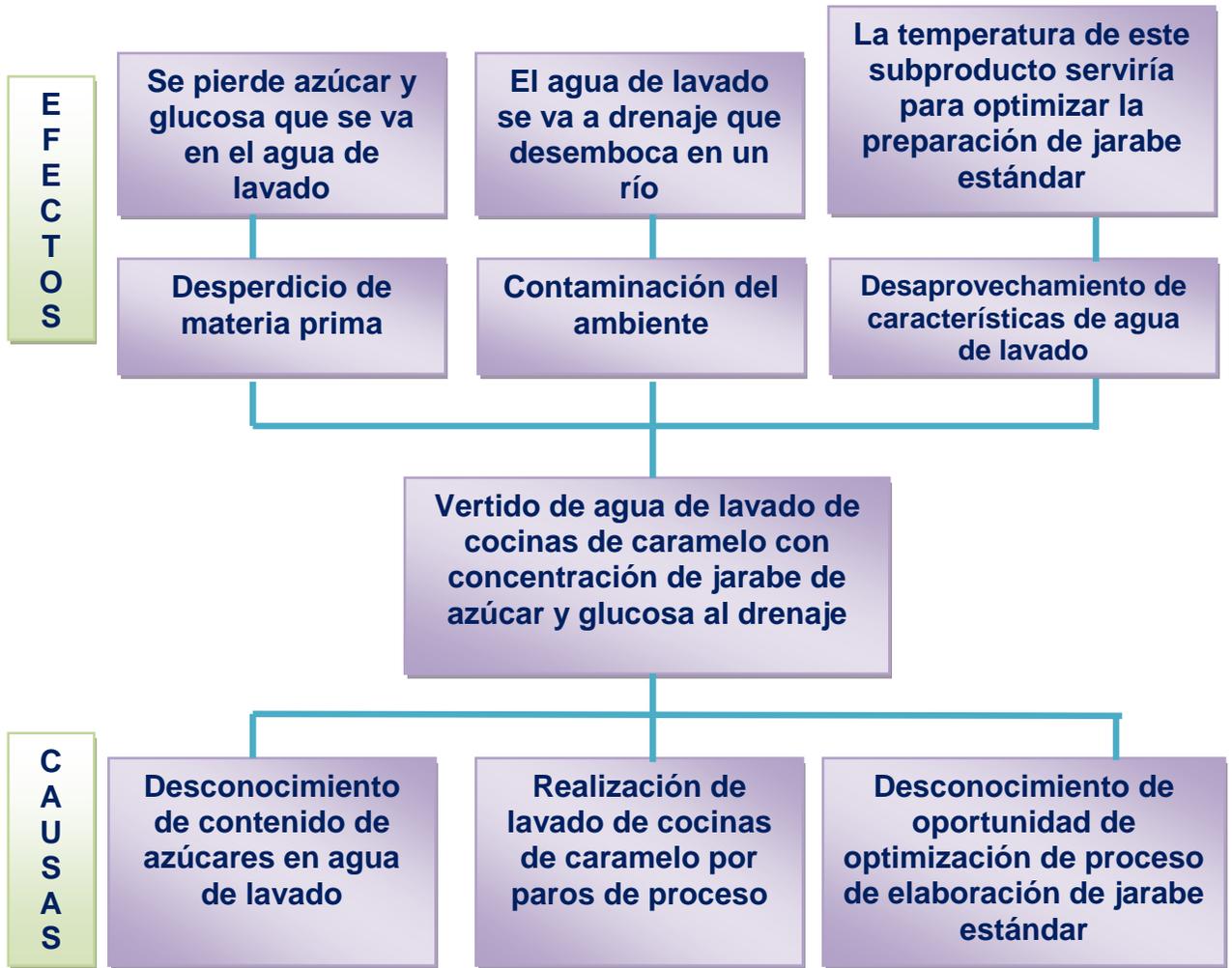
Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Cuadro sinóptico del proceso**



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Árbol de problema del proceso**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Matriz de coherencia del proceso**

Problema	Objetivo	Variables	Indicadores	Técnica
<p>General Vertido de agua de lavado de cocinas de caramelo con alta concentración de jarabe de azúcar al drenaje sin tratamiento previo.</p>	<p>General Recuperar agua de lavado de cocinas con alta concentración de azúcares, para utilizarse como base en elaboración de jarabe estándar para fabricación de caramelos.</p>	<p>Cualitativas y cuantitativas inherentes al proceso.</p>	<p>Los de medición inherentes al proceso.</p>	<p>Observación directa Entrevistas Encuestas Estadística descriptiva.</p>
<p>Específicos Se desperdicia cantidad significativa de agua que podría reutilizarse en otro proceso.</p>	<p>Específicos Determinar qué cantidad de agua es posible recuperar para reutilizar en la preparación de jarabe estándar usado para el cocimiento de caramelo.</p>	<p>Cuantitativa Cantidad de agua a recuperar. Cualitativa Habilidad del personal.</p>	<p>Galones / turno.</p>	<p>Observación Hoja de verificación.</p>
<p>Se desaprovechan las características y propiedades del agua de lavado de cocinas.</p>	<p>Establecer los parámetros que posee el agua de lavado de cocinas que actualmente es descargada al drenaje.</p>	<p>Cuantitativa Temperatura Cualitativa Olor, color, sabor</p>	<p>Grados Celsius Olor neutro Color café oscuro Agua dulce.</p>	<p>Medición y hoja de verificación Encuesta.</p>
<p>Se pierde azúcar cuando se vierte el agua de lavado al drenaje.</p>	<p>Determinar la concentración de azúcares totales que se podrían recuperar durante el proceso de lavado de cocinas.</p>	<p>Cuantitativa Concentración de azúcar.</p>	<p>Grados Brix</p>	<p>Medición y hoja de verificación.</p>

Fuente: elaboración propia

Figura 7. Ciclo PHVA



Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Formato de matriz de priorización de problemas y escala de priorización**

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS								
TEMA / PROBLEMA	CONTROL	DIFICULTAD	URGENCIA	COSTO	RECURSOS	SEGURIDAD	Total	%
Desperdicio jarabe y glucosa								
Despedicio agua caliente								
Variaciones								
Reducir Sólidos aguas residuales								
TOTAL								
ESCALA DE PRIORIZACIÓN								
VARIABLE	INTERPRETACIÓN					FORMA DE CALIFICAR (De 1 a 5)		
CONTROL	Grado de información y manejo que se tiene del problema					A mayor control menor valor		
DIFICULTAD	Inconvenientes que genera el problema					A mayor dificultad mayor valor		
URGENCIA	Necesidad de resolver rápidamente el problema					A mayor urgencia mayor valor		
COSTOS	Pérdidas generadas por el problema					A mayor costo mayor valor		
RECURSOS	Alternativas disponibles para solucionar el problema					A mayores recursos menor valor		
SEGURIDAD	Riesgos asociados al Producto, al usuario o al puesto de trabajo					A mayor riesgo mayor valor		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Formato para análisis de los 5 ¿por qué?**

ANÁLISIS DE LOS 5 ¿POR QUÉ?							POSIBLE SOLUCIÓN
CAUSAS DE MAYOR IMPACTO	CLASIFICACIÓN	¿POR QUÉ?					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Formato para análisis organoléptico**

<p>A continuación encontrará una serie de muestras de agua con contenido de azúcar (jarabe). Describa en la casilla donde corresponde, según el grado de la característica a evaluar.</p>					
<p>Olor: 1. Agradable 2. Desagradable</p>		<p>Color: 1. Turbio 2. Claro</p>		<p>Sabor: 1. Dulce 2. Neutro</p>	<p>Consistencia: 1. Líquida 2. Viscosa</p>
	Olor	Color	Sabor	Consistencia	
Muestra 1					
Muestra 2					
Muestra 3					
Muestra n...					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Correlación de Pearson**

Correlación de la r de Pearson	
-1.00	correlación negativa perfecta
-0.95	correlación negativa fuerte
-0.50	correlación negativa moderada
-0.10	correlación negativa débil
0.00	ninguna correlación
+0.10	correlación positiva débil
+0.50	correlación positiva moderada
+0.95	correlación positiva fuerte
+1.00	correlación positiva perfecta

Fuente: Levín, 1979.

Tabla XXV. Valores críticos de r de Pearson

Valores críticos de la r de Pearson para una prueba unilateral según grados de libertad (N-2)

N - 2	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.988	0.997	0.9995	0.9999
2	0.900	0.950	0.980	0.990
3	0.805	0.878	0.934	0.959
4	0.729	0.811	0.882	0.917
5	0.669	0.754	0.833	0.874
6	0.622	0.707	0.789	0.834
7	0.582	0.666	0.750	0.798
8	0.549	0.632	0.716	0.765
9	0.521	0.602	0.685	0.735
10	0.497	0.576	0.658	0.708
11	0.476	0.553	0.634	0.684
12	0.458	0.532	0.612	0.661
13	0.441	0.514	0.592	0.641
14	0.426	0.497	0.574	0.623
15	0.412	0.482	0.558	0.606
16	0.400	0.468	0.542	0.590
17	0.389	0.456	0.528	0.575
18	0.378	0.444	0.516	0.561
19	0.369	0.433	0.503	0.549
20	0.360	0.423	0.492	0.537
21	0.352	0.413	0.482	0.526
22	0.344	0.404	0.472	0.515
23	0.337	0.396	0.462	0.505
24	0.330	0.388	0.453	0.496
25	0.323	0.381	0.445	0.487
26	0.317	0.374	0.437	0.479
27	0.311	0.367	0.430	0.471
28	0.306	0.361	0.423	0.463
29	0.301	0.355	0.416	0.456
30	0.296	0.349	0.409	0.449
35	0.275	0.325	0.381	0.418
40	0.257	0.304	0.358	0.393
45	0.243	0.288	0.338	0.372
50	0.231	0.273	0.322	0.354
60	0.211	0.250	0.295	0.325
70	0.195	0.232	0.274	0.302
80	0.183	0.217	0.256	0.283
90	0.173	0.205	0.242	0.267
100	0.164	0.195	0.230	0.254

Fuente: Levin, 1979.