



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE
PASTEURIZACIÓN, EN LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS**

Luis Belisario Montenegro Pérez

Asesorado por el Ing. Edgar Antonio Búrbano López

Guatemala, octubre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE
PASTEURIZACIÓN, EN LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

LUIS BELISARIO MONTENEGRO PÉREZ
ASESORADO POR EL ING. EDGAR ANTONIO BÚRBANO LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Milton de León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Walter Leonel Ávila Echeverría
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE PASTEURIZACIÓN, EN LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 14 de noviembre de 2007.

Luis Belisario Montenegro Pérez

AGRADECIMIENTOS A:

- DIOS** Por darme la fuerza, el apoyo y su gran amor para concluir mi carrera universitaria.
- DON BOSCO Y
MARÍA
AUXILIADORA** Por sus enseñanzas y su amor; y por ayudarme en toda mi formación como una persona de bien.
- USAC** Por abrirme las puertas al conocimiento y formación de un profesional de calidad.
- MIS PADRES** Por su comprensión, su amor y su apoyo a lo largo de este arduo camino y por darme la vida.
- MIS HERMANOS,
MI CUÑADA Y
MIS SOBRINOS** Wagner, Karina, Gloria Irene, Wendy, Javier y Rodrigo por brindarme su amor, su apoyo, sus sabios consejos y sus risas en todo momento.
- MIS ABUELOS** Leandro(†), Petrona(†), Luis e Irene, por su amor a lo largo de toda mi vida, gracias infinitas.
- MI NOVIA** Andrea, por su amor incondicional y el apoyo que me ha brindado.

MI FAMILIA

Por todo su apoyo y por cada momento que hemos compartido juntos, porque siempre me han brindado su amistad y su amor.

MIS AMIGOS

Porque a través del tiempo me han demostrado que existen las amistades sinceras, ellos saben quiénes son.

DEDICO ESTE TRABAJO A:

MIS PADRES

Por ser mi fuente principal de fortaleza y amor, y por ser ambos mi ejemplo a seguir; Gracias por su infinito apoyo, los amo!

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Antecedentes de la empresa.....	1
1.1.1 Reseña histórica.....	1
1.1.1.1 La Cerveza y Las Primeras Leyes.....	5
1.1.1.2 Los Maestros Cerveceros.....	9
1.1.1.3 Las Marcas.....	10
1.1.1.4 Una Bebida Popular.....	10
1.1.1.5 Una nueva tecnología.....	12
1.1.2 Visión.....	15
1.1.3 Misión.....	15
1.1.4 Organigrama del departamento de embotellado.....	15
1.1.4.1 Descripción de puestos de trabajo existentes, en el área de producción y mantenimiento de salones de embotellado.....	17

1.1.4.1.1	Producción.....	17
1.1.4.1.1.1	Asistente de producción.....	17
1.1.4.1.1.2	Operadores.....	18
1.1.4.1.2	Mantenimiento.....	18
1.1.4.1.2.1	Asistentes mecánicos.....	18
1.1.4.1.2.2	Asistente eléctrico-electrónico...20	
1.1.4.1.2.3	Técnico en electrónica.....	21
1.1.4.1.2.4	Electricistas.....	22
1.2	Pasteurización en el proceso de elaboración de bebidas.....	22
I.2.1	Conceptos generales.....	23
I.2.1.1	Embotellado.....	23
I.2.1.2	Calidad.....	23
I.2.1.3	Pasteurización.....	23
I.2.1.4	Pasteurizadora.....	23
I.2.1.5	Inocuidad.....	24
I.2.1.6	Warmer.....	24
I.2.2	Pasteurización.....	25
I.2.2.1	Tipos de pasteurización.....	27
I.2.2.1.1	Pasteurización HTST.....	27
I.2.2.1.2	Pasteurización UHT.....	28
I.2.2.1.3	Pasteurización Flash.....	29

I.2.2.2	Beneficios de la pasteurización.....	30
2.	EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO	
2.1	Sistema de aseguramiento de la calidad del producto.....	31
2.1.1	Importancia del proceso de aseguramiento de la calidad de las bebidas.....	31
2.1.1.1	Calidad.....	32
2.2	Evaluaciones para aseguramiento de la calidad actuales.....	32
2.2.1	Descripción	32
2.3	Deficiencias del sistema actual de aseguramiento de la calidad.....	33
2.4	Características actuales del producto terminado.....	34
2.4.1	Tiempo de vida actual del producto terminado.....	34
2.4.2	Agentes degradantes del producto terminado.....	35
2.4.2.1	Curvas de tiempo de muerte térmica.....	38
3.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE BEBIDAS	
3.1	Cambios a realizar para la implementación del proceso de pasteurización.....	41
3.1.1	Cambio de equipo.....	41

3.1.2 Cambios en el proceso de producción.....	42
3.2 Equipo a utilizar para lograr la pasteurización en la producción de bebidas.....	42
3.2.1 Accesorios y equipos auxiliares a utilizar.....	43
3.2.2 Descripción y especificaciones del equipo.....	44
3.2.2.1 Pasteurizadora Simonazzi de malla tipo CLD.....	44
3.2.2.2 Transportes del producto.....	48
3.2.2.3 Instalación hídrica.....	51
3.2.2.4 Aparatos eléctricos.....	52
3.2.2.5 Instalación de calentamiento.....	53
3.2.2.6 Instalación de enfriamiento.....	53
3.3 Suministros a utilizar.....	55
3.3.1 Agua.....	55
3.3.2 Vapor de agua.....	55
3.3.3 Energía eléctrica.....	56
3.4 Cronograma de actividades.....	56
4. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE BEBIDAS	
4.1 Conceptos generales.....	59

4.1.1	Costos.....	59
4.1.2	Beneficios.....	59
4.1.3	Utilidad.....	60
4.1.4	Evaluación VPN.....	60
4.1.5	Evaluación económica.....	60
4.2.	Descripción de costos.....	60
4.2.1	Costos generados por la implementación del proceso de pasteurización en la elaboración de bebidas.....	60
4.3.	Descripción de beneficios.....	62
4.3.1	Beneficios económicos brindados por la implementación del proceso de pasteurización en la elaboración de bebidas.....	62
4.3.2	Beneficios de versatilidad.....	63
4.3.3	Beneficios al producto.....	64
4.4	Evaluación económica	64
4.4.1	Definición de evaluación económica.....	64
4.4.2	Tipos de evaluación económica de un proyecto.....	64
4.4.2.1	Evaluación económica del proyecto.....	65
5. SEGUIMIENTO		
5.1	Características del producto terminado.....	67

5.1.1	Evaluación de las características del producto terminado....	67
5.1.1.1	Aumento de la vida de anaquel del producto terminado.....	67
5.1.1.2	Bajo nivel de acidez (pH).....	68
5.1.1.3	Sabor adecuado del producto terminado.....	68
5.1.2	Comparación de características previas y actuales del producto terminado.....	69
5.2	Seguimiento del proyecto.....	69
5.2.1	Determinación de actividades de seguimiento.....	69
5.2.1.1	Evaluación del funcionamiento y estado superficial del equipo.....	70
5.2.1.2	Limpieza del equipo.....	70
5.2.1.3	Lubricación del equipo.....	71
5.2.1.4	Verificar características del producto.....	71
5.2.2	Otras actividades de seguimiento.....	72
5.2.3	Planificación de las actividades de seguimiento.....	72
	CONCLUSIONES.....	75
	RECOMENDACIONES.....	77
	BIBLIOGRAFÍA.....	79

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Organigrama del departamento de embotellado.....	32
2	Pasteurizadora.....	40
3	Warmer.....	41
4	Efecto de los microorganismos sobre la cerveza.....	53
5	Curva de valor letal para microorganismos.....	54
6	Curvas típicas de muerte térmica para esporas bacterianas y células vegetativas.....	55
7	Pasteurizadora Simonazzi de malla tipo CLD.....	58
8	Plan de fundación de pasteurizadora Simonazzi de Malla tipo CLD.....	62
9	Transportadores de producto.....	64
10	Transportadores dinámicos.....	65
11	Espeado del agua hacia el producto.....	67
12	Espeado uniforme del agua sobre el producto a pasteurizar....	69
13	Cronograma de actividades proyecto “Desarrollo e Implementación de un proceso de pasteurización en la elaboración de bebidas”.....	71

TABLAS

I.	Propiedades térmicas de componentes nutricionales y sensoriales de alimentos en relación a la resistencia del calor de enzimas y bacterias.....	51
II.	Costos generados por la implementación del proceso de pasteurización en la elaboración de bebidas.....	75
III.	Planificación de actividades de seguimiento del proyecto de implementación de un sistema de pasteurización en la elaboración de bebidas.....	88

GLOSARIO

Marca:	Señal que el fabricante coloca a los productos de su industria.
Organigrama:	Sinopsis o esquema de la organización de una entidad, de una empresa o de una tarea.
Misión:	Los principios y los mecanismos que se utilizarán para cumplir con los objetivos.
Visión:	Es el posicionamiento y los objetivos que desea alcanzar la organización a largo plazo.
PLC:	Control lógico programable. Es un equipo que realiza actividades según secuencias establecidas, sobre todo en ambientes industriales.
PU's (Unidades de pasteurización):	Unidad de medida tradicional para el proceso de pasteurización. Se define como efecto eficaz de pasteurización obtenida en el producto por un minuto de permanencia a 60 grados centígrados.
Esperado:	Regado o esparcido en gotas de pequeño tamaño.

Cronograma de

actividades: Cuadro que expresa gráficamente la organización de una entidad determinada.

EGE Eficiencia global del equipo

EGMP Eficiencia Global de Mantenimiento Preventivo

Curva de

Valor letal: Gráfica que indica el tiempo requerido para la destrucción de una concentración específica de organismos a una temperatura dada.

Inocuidad Calidad de inocuo.

Inocuo Que no hace daño.

RESUMEN

El presente trabajo es sobre la implementación de un sistema de pasteurización en el proceso de producción de bebidas. Contiene cinco capítulos, los que presentan diferentes aspectos de importancia para la óptima implementación del mismo.

El capítulo No. 1 son los aspectos generales de la organización como reseña histórica, misión, visión, organigrama del departamento de embotellado, así como de información necesaria para comprender mejor la información que encontrará en los capítulos siguientes.

Se encontrará en el capítulo dos la información de la empresa en lo que respecta a sistemas de aseguramiento de la calidad y saneamiento de los productos como lo son los sistemas actuales de aseguramiento de la calidad, procesos de evaluación de la calidad actuales, deficiencias, etc. también se exponen las características actuales con las que cuenta el producto terminado.

En el capítulo tres se presenta toda la implementación del proyecto desde el punto de vista mecánico: características del equipo mecánico, instalaciones necesarias, insumos necesarios para el funcionamiento de los equipos y toda la información que se necesita conocer para la óptima instalación y puesta en funcionamiento de la maquinaria que se utilizará para llevar a cabo el proyecto.

La implementación del proyecto desde el punto de vista económico se encuentra en el capítulo 4. Información como los costos de implementar el proyecto, los beneficios que se esperan este genere, tanto cuantitativa como cualitativamente hablando se encuentra en este capítulo.

El capítulo cinco es el seguimiento al proyecto en sí, es decir todas las actividades que se deben realizar para verificar y lograr que con el pasar del tiempo el proyecto siga siendo útil y funcione en la forma deseada.

OBJETIVOS

General:

Realizar el estudio de ingeniería que cubra la parte mecánica e industrial para la implementación eficiente de un proceso de pasteurización en la producción de bebidas.

Específicos:

- 1) Definir a fondo el proceso de pasteurización.
- 2) Identificar los diversos procesos de pasteurización existentes.
- 3) Determinar los beneficios que presenta la implementación del proceso de pasteurización al producto terminado.
- 4) Establecer las ventajas que le brinda a la organización el implementar la pasteurización dentro de su proceso productivo.
- 5) Identificar todas las actividades mecánicas necesarias para la implementación de la pasteurización dentro del proceso de producción de bebidas.
- 6) Determinar la factibilidad o no factibilidad económica de la implementación del proceso de pasteurización de bebidas a través de un análisis de costos.
- 7) Proponer un producto terminado con mejores características, tanto para su manejo por parte de la organización, como para su consumo por parte del cliente.

INTRODUCCIÓN

La implementación de un proceso de pasteurización en la elaboración de bebidas es un punto de mucha importancia debido a que es una forma de mantener todas las propiedades del producto, mediante la reducción de bacterias y agentes degradantes.

Esto garantiza la inocuidad con la cual deben contar todos los productos alimenticios para evitar cualquier perjuicio a la salud del consumidor por la descomposición del mismo.

Con la implementación de este proyecto se busca proveer una breve guía para que el estudiante universitario o profesional de la ingeniería puedan conocer sobre un campo que normalmente no se cubre. Basándose en los conocimientos que se abordan durante el desarrollo del mismo.

Se han identificado dos áreas de mucha importancia en las cuales se puede subdividir el desarrollo de este proyecto. La primera es el área mecánica en la cual se tratará sobre los cambios técnicos que se realizarán para la implementación del proyecto, las características de los equipos nuevos que se utilizarán y especificaciones de los mismos. También se analizarán los insumos necesarios para el funcionamiento de la pasteurizadora y las características con los que estos deben contar.

Del área industrial se incluye todo lo relacionado con costos, mejoras en el proceso de producción, en el cual se está implementando la pasteurización, las ventajas que brinda el proceso para almacenamiento del producto y demás conocimientos que son muy importantes.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Antecedentes de la empresa

Es necesario conocer los conceptos básicos de funcionamiento de los diversos equipos utilizados en toda industria previo a poder realizar un análisis de la misma. Así como la historia de la empresa y su desarrollo a través del tiempo, para conocer más acerca del prestigio de la organización. Por esto que en las próximas páginas se expondrá la información necesaria para conocer sobre la organización y tener un mejor entendimiento acerca de la producción de bebidas y sobre todo del proceso de garantía de la calidad del producto.

1.1.1 Reseña histórica

La industria cervecera en la ciudad de Guatemala fue iniciada por los hermanos Mariano y Rafael Castillo Córdova, hijos de José Domingo de las Nieves Castillo y Estrada y de María Dolores Delfina Córdova y Minuencia.

La fundación de la cervecería se produjo a finales del siglo IXX cuando se estaban produciendo ciertos cambios tanto políticos como socioeconómicos en nuestra región especialmente.

Algunas de las primeras manifestaciones del nuevo estado de las cosas producidas por los cambios que estaban sucediendo, son la migración de campesinos hacia las nuevas ciudades que comienzan a surgir, la mayor importancia que se le da a la producción artesanal por sobre la agricultura, como venías siendo hasta este tiempo, lo cuál causa la aparición de pequeñas fábricas.

Para comprender la historia de Cervecería Centro Americana S.A., es necesario remontarnos a los orígenes de la familia de los hermanos Castillo Córdova, ya que ello contribuirá a esclarecer hechos históricos a la luz de las costumbres de una época de importantes transformaciones políticas, económicas y sociales.

Don José Mariano Castillo y Segura, abuelo de Mariano y Rafael Castillo Córdova, nació el 10 de diciembre de 1796, apenas veinte años después de la fundación de la Nueva Guatemala de la Asunción; contrajo matrimonio con Ana María Estrada Orantes, en la parroquia del Sagrario de la Santa Iglesia Catedral de Guatemala el 22 de mayo de 1820 Hijo de este matrimonio, es José Domingo Castillo y Estrada, padre de Mariano y Rafael.

José Domingo Castillo y Estrada, nació el 4 de agosto de 1821. A la edad de 24 años, contrajo matrimonio con Maria Dolores Delfina Córdova y Minueza nace el 15 de Septiembre de 1827. Diez hijos nacieron de esta unión: Delfina Leona, Domingo Sixto, Manuela de Jesús, Concepción, Maria Victoria, Mariano, Rafael, Teresa Victoria, Adela Victoria y Enrique Andrés Castillo Córdova.

Don José Domingo fue longevo, ya que vivió 76 años, falleciendo en 1897; su esposa, María Dolores Delfina, lo fue aún más, ya que lo sobrevivió hasta 1907.

De la familia de este singular caballero que, sin lugar a dudas, deja huella profunda en sus descendientes, sobresalen sus hijos, Mariano y Rafael. Mariano Nació en Guatemala de la Asunción el 3 de agosto de 1856 y el 18 de enero de 1884 contrae nupcias con la señora Elisa Azmitia Gonzales. Rafael nació en la misma ciudad el 25 de octubre de 1857, y contrajo matrimonio tres años antes que su hermano, con la señorita Refugio Lara Dardón.

Desde su nacimiento, la vida de Rafael y de Mariano transcurre unida estrechamente debido a intereses e inquietudes comunes que hacen que ambos lleguen a ser figuras en la sociedad guatemalteca y sobre todo en la historia de la industria nacional.

Los hermanos Mariano y Rafael se dedicaron al comercio, y negociaron en la compraventa de café, que entonces empezaba a desarrollarse en Guatemala, y a ocupar el primer renglón de exportación sustituyendo las exportaciones de cochinilla.

El 18 de septiembre de 1882, constituyen la sociedad LARA Y COMPAÑÍA, con un tercer socio, el Licenciado en Farmacia Mariano Lara Dardón, cuñado de don Rafael. Entre los tres compraron el establecimiento de farmacia Isaac Sierra y Cía.

Ese mismo año, el 28 de septiembre son reconocidos legalmente como propietarios de una fábrica de cerveza conocida con el nombre de Cervecería Centro Americana, para entrar en sociedad con Baltazar Felice, y al vencimiento en 1886, al disolverse la misma, quedaron los hermanos Castillo como únicos propietarios.

El 3 de febrero de 1886, de mutuo consentimiento, disponen terminar con esta sociedad, constituyendo en la misma escritura de disolución la sociedad Castillo Hermanos.

En 1886 se produjeron importantes mejoras para la empresa. Su sede principal se trasladó desde "el Botellón", localizado en la 4.a Avenida y 19 calle Poniente.

Se debe resaltar que en ese tiempo, existían en Guatemala varias fábricas rudimentarias de cerveza, la que se vendía en los populares barrios de La Parroquia, La Palmita, Jocotenango, etc. Esta cerveza tenía la graciosa particularidad de venderse en dos categorías: "con mosca" o "sin mosca". Lo anterior se debía a que por lo amargo de su sabor, los fabricantes de la época optaron por agregarle azúcar para hacerla más agradable al paladar del público. El azúcar, al desparramarse por las mesas de envasado, atraía a las moscas y muchas de ellas lograban introducirse en los envases de cerveza, por lo que esta se vendía a menor precio.

La firma Castillo Hermanos, consciente de esta desventaja para los fabricantes, realizó todos los esfuerzos necesarios para fabricar cerveza de óptima calidad, y no tener que recurrir a estos procedimientos para mejorar el sabor de su cerveza.

Un año antes de iniciar sus operaciones, los propietarios habían dirigido al presidente Manuel Lisandro Barillas una petición para que les concediese los privilegios de "industria nueva". Esta clasificación les permitió gozar de algunas exoneraciones en el pago de impuestos. Sin embargo, el gobierno les fijó un plazo límite para disfrutar del privilegio fiscal.

A principios de los años 90, los hermanos Castillo toman la decisión de negociar con los herederos de Arístides Bertholin - los hermanos Pedro, Camilo y Arístides -, que trabajan la Cervecería Nacional bajo la razón social de Bertholin Hermanos. Este establecimiento estaba localizado en la 11 avenida sur, cantón libertad, de la Ciudad de Guatemala. Los hermanos Castillo consideraron que la fábrica podía aportarles maquinaria, equipo y sobre todo, una importante ampliación de su propio mercado. Después de largas negociaciones se realiza finalmente la compra de la fábrica de cerveza de los hermanos Bertholin.

Sin embargo, en ese tiempo la cerveza no alcanzaba ni remotamente la aceptación popular ni los índices de consumo que tenía la chicha, bebida consumida por los indígenas y que era elaborada artesanalmente en un proceso de fermentación de maíz. Tampoco alcanzaba la venta de aguardiente de frutas o de caña, que se bebía en Guatemala desde el siglo XVI.

1.1.1.1 La cerveza y las primeras leyes

En nuestro país, a principios de la época colonial, los pobladores conocieron la chicha, elaborada con frutas y otros ingredientes. Se usaba tanto para festejos populares como para ceremonias religiosas.

A partir del siglo XVI, se establece el historial cambiante en la legislación que rigió, tanto la elaboración como la venta y consumo de las bebidas alcohólicas. Su fabricación ilegal se siguió combatiendo a lo largo de los siglos XVI, XVII y XVIII, debido al alto grado de alcoholismo en la población a la falta de control en el proceso de la elaboración y más que nada, al hecho de que al fabricarse libremente, no representaba ningún ingreso para la Real Hacienda. Sin embargo, en el siglo XIX, así como hubo prohibiciones, también existieron concesiones para la elaboración de aguardientes, permitiéndose la elaboración y venta de chicha.

Las solicitudes para la elaboración y venta de la cerveza aparecieron por primera vez en Guatemala a partir del siglo dieciocho. Sin embargo, entre 1524 a 1821, período hispánico o colonial, se fabricó cerveza sólo durante ocho años.

En la nueva ciudad de Guatemala, cambia el panorama. La primera licencia para fabricar cerveza y sidra, así como para dedicarse al cultivo de la viña, se le concedió en 1825 al europeo Guillermo Reichenberg.

En la capital, al caso anterior, le suceden otros permisos como el concedido a un ciudadano proveniente de Alsacia de apellido Rauch y a su socio, el señor Miguel Gonzáles Cerezo. Luego se extendió uno más a favor de la firma Bertholin.

A finales del siglo XIX, Guatemala ya reunía condiciones propicias para que se desarrollara la industria y, consecuentemente, la diversificación de la economía agrícola. Esto se debió en parte, a que los gobiernos de García Granados y de Barrios crearon el marco legal adecuado para acelerar la producción del café, promoviendo así el desarrollo de la infraestructura y la inversión extranjera. En otras palabras, la constitución promulgada en 1879 y vigente con reformas hasta la caída del gobierno de Jorge Ubico en 1944, promovía y protegía la industria, concediendo incentivos fiscales y protección a las tarifas arancelarias.

Para los hermanos Mariano y Rafael Castillo Córdova, la tarea que se impusieron era difícil para la época, de tal manera, y sin más recursos que un pequeño capital, su entusiasmo y su capacidad de trabajo, don Mariano y don Rafael, principiaron a impulsar el nuevo negocio.

Después de algunos meses de continuos esfuerzos, la fábrica de cerveza de Castillo Hermanos que principió en la 5ª. Avenida Sur, se trasladó a un lugar próximo que los capitalinos llamaban "El Botellón", en la 4.a avenida Sur y 19 calle Poniente. Corría entonces el año 1886, y por las calles empedradas circulaban carruajes y tranvías jalados por mulas.

La Cervecería se trasladaría luego a un edificio de esquina en la 7ª. Avenida y 15 calle, donde permaneció hasta que los hermanos Castillo Córdova, por escritura pública del 5 de octubre de 1888, compraron al Banco Internacional la finca El Zapote.

Este fue el primer signo claro de expansión y consecución de las metas trazadas.

La ubicación de la finca El Zapote era excelente. Se encontraba situado dentro de los límites de la ciudad, y contaba con manantiales propios de agua pura, elemento indispensable para la fabricación de cerveza.

Cuando se iniciaron los trabajos preliminares, se contempló la construcción de una infraestructura apropiada para el funcionamiento eficiente de la fábrica. Así, se tomó en cuenta desde el lugar en donde se tenía que descargar la cebada malteada hasta el espacio para la distribución y salida del producto elaborado. De esa manera, se construyeron las secciones de bodegas de granos y otros materiales, se planificó la casa del cocimientos -que fue sustituida en 1901 por ollas de cobre-, las bodegas para la fermentación y reposo de la bebida y también las de filtrado. Finalmente también se montó el salón de embotellado.

Si bien era cierto que el Presidente Manuel Lisandro Barillas había concedido a la Cervecería Centro Americana el privilegio de industria nueva, la política tributaria seguía sin definirse. Nuevamente se promulgan y se derogan decretos relacionados con la fabricación y venta de cerveza. El decreto 432 del 28 de junio de 1890, por medio del cual se aumentan los impuestos y se obliga a la Cervecería a pagar de 100 a 200 pesos mensuales por fabricación y venta por mayor de cerveza, y una cuota de 2 a 5 pesos mensuales por venta al por menor, se promulgó así por considerarse que la cerveza no era un artículo de primera necesidad y no rendía tributo de acuerdo a su importancia.

Este decreto se modificó posteriormente mediante el 438 del 30 de septiembre de 1890, por el cual se liberó de cargas tributarias la venta por mayor y menor de cerveza, gravando únicamente su fabricación, que, para el departamento de Guatemala, se fijó en 300 pesos mensuales, y en los otros departamentos la mitad.

El General José María Reyna Barrios, que había asumido el poder el 15 de marzo de 1892, se interesó en el esfuerzo que hacían los hermanos Castillo Córdova por transformar la fisonomía de su empresa, e impresionado con los adelantos y el tamaño de la fábrica, llegó un día aprovechando una visita a los "Baños Tapados" de El Zapote, montando a caballo y acompañado de su Estado Mayor.

En su recorrido por la fábrica, se detuvo a platicar con los hermanos Castillo, quienes le plantearon los problemas que inhibían el desarrollo de la industria cervecera del país, y de la barrera que representaba para su desarrollo el alto arancel de importación de la maquinaria que debía adquirirse en Europa. Entusiasmado, y obviamente interesado en fomentar la industria del país, el Presidente les ofreció su colaboración, y en efecto, el 6 de enero de 1893 promulgó el decreto 454 por medio del cual se liberaba de impuestos la fabricación de cerveza, y solamente dejaba afecta su venta.

A partir de entonces, se debía implantar el impuesto colocando un timbre sobre el tapón de cada botella, de manera que no pudiera abrirse sin destruirlo. Así, cada botella de cerveza de 24 onzas que saliera de las fábricas, se gravaba con un impuesto de seis centavos, y la botella de la misma capacidad de cerveza sencilla, con el de tres centavos. Este derecho derogó las disposiciones anteriores respecto al impuesto de la cerveza, y fue de observancia general en la Republica.

Asimismo, les ofreció en aquella oportunidad, la exoneración de los impuestos para la importación de la maquinaria que ellos considerasen indispensable para el desarrollo inmediato de la industria. Y no solamente lo ofreció, sino que lo cumplió.

Esta espontanea colaboración gubernativa, les obligó a hacer lo imposible por conseguir dinero para importar de Alemania la maquinaria necesaria para producir cerveza de calidad

1.1.1.2 Los maestros cerveceros

En 1895 llegaron al país los primeros maestros cerveceros procedentes de Alemania: Guillermo Spitz y Stiller.

Ambos con mucha experiencia y responsabilidad, aportaron todos sus conocimientos para obtener una buena calidad de cerveza, logrando que fuera aceptada en el mercado de la época, que en ese entonces era muy poco aficionado al consumo de esta bebida.

Pocos años después, arribó un nuevo maestro cervecero, también alemán, apellidado Rausch. Este técnico permaneció varios años trabajando en la fábrica, y fue quien introdujo el uso de los recipientes de cobre para maduración y fermentación de la cerveza

Los maestros cerveceros, pieza clave e imprescindible para una fabricación óptima de cerveza, han estado presentes en Cervecería Centro Americana desde que inició sus operaciones en 1886, no faltando uno de estos profesionales ni siquiera en los tiempos de la primera y Segunda Guerra Mundial.

1.1.1.3 Las marcas

La marca Gallo, que se comenzó a fabricar en 1896, le antecedieron diferentes marcas de cerveza. Entre ellas recordaremos por su importancia: la Cerveza Doble en 1886, que fue la primera que lanzó al mercado la firma Castillo Hermanos. Esta cerveza gustó mucho al público, al punto que se siguió fabricando hasta 1935, cuando se descontinuó su fabricación.

1.1.1.4 Una bebida popular

Al iniciarse el siglo veinte, después del aguardiente y la chicha, la cerveza figuraba como la bebida de mayor consumo.

Otro adelanto técnico realmente importante de Cervecería Centro Americana coincide con el nuevo siglo. Se trata de la instalación de la planta de energía eléctrica, fabricada por la casa alemana Siemens Und Halske; este hecho marco en 1900 un hito en el desarrollo de la industria nacional. El mismo año, se lanzó al mercado se lanzó al mercado la cerveza fraile, y se anunciaba que próximamente saldrían las marcas Moza y Pilsener.

En 1901 se lanza a la venta la Cerveza Sencilla, que todavía se distribuía en los barriles de madera transportados en carretones tirados por mulas. En aquella época aún no se vislumbra una red amplia de distribución.

A la anterior, le siguen las marcas Salvator (1907), Pilsener (1911), Cerveza Sol (1922). Extra Pale (1924) - que gozó de aceptación del público hasta 1950 -, Príncipe Estudiante, Moza, Oro, El Castillo (1934), Monte Carlo, León.

A principios de siglo, el mercado de los hermanos Castillo se circunscribía casi exclusivamente a la capital y a algunas poblaciones de la costa sur. Pero ya se encontraba en marcha el montaje del ferrocarril al Norte, lo que abría la perspectiva de una expansión comercial a corto plazo.

Es interesante señalar que en esa fecha, la producción alcanzaba los 11,190 hectólitros (1 Hectolitro = 100 litros). Esta cifra experimentó una superación constante con cada nueva marca o presentación lanzada al mercado.

Como consecuencia de un paro cardíaco, el 5 de octubre de 1918, a los 62 años, muere don Mariano Castillo Cordova. Este gran hombre desapareció dejando en sus hijos y descendientes, permanentes recuerdos de sus afanes, de su ejemplo digno, su gran sensibilidad social y constante ayuda al prójimo; todas ellas cualidades relevantes de los hermanos Mariano y Rafael.

Después de la muerte de don Mariano, sus hijos y los de su hermano don Rafael fueron ocupando puestos en la fábrica, contando además con la valiosa colaboración de don José Azmitia, quien durante muchos años desempeñó el puesto de Administrador General de la empresa.

La década de 1920 fue de gran importancia para la fábrica. Después de una serie de sucesos políticos, el 14 de abril de 1920 renunció el Licenciado Manuel Estrada Cabrera a la Presidencia de la República como resultado del Movimiento Unionista.

El 19 de marzo de 1924, los herederos de don Mariano y don Rafael Castillo, ante la necesidad de reorganizar la empresa, firmaron una renovación del contrato social donde se estipulaba que la sociedad continuaría llamándose Castillo Hermanos y el 8 de julio de ese mismo año, los socios de Cervecería Centro Americana confirman como Gerente a Don Rodolfo Castillo Azmitia, y como directores a Horacio Castillo Lara y Arturo Castillo Azmitia

1.1.1.5 Una nueva tecnología

Durante la gestión de don Rodolfo Castillo Azmitia y con la colaboración de sus hermanos y primos se iban asumiendo posiciones dentro de la empresa, se instalan -en su primera etapa- los tanques Nathan durante los años 1928 a 1936. Su instalación implicaría una total asepsia en el proceso de elaboración, y una reducción de dos o tres semanas en el tiempo de maduración que antes tomaba alrededor de dos meses.

Los más interesantes de este proceso, además de la reducción del tiempo de maduración y fermentación, es el aprovechamiento del gas carbónico que se recupera y almacena en forma líquida, envasándose en cilindros de acero. Este gas se utilizaba, además en la elaboración de bebidas gaseosas.

En 1925 llega la nueva maquinaria para la sección de embotellado y entre las mejoras introducidas a la fábrica, se dispone la importación de 18 tanques de hierro esmaltado.

En 1930, se inaugura la casa de cocimientos, las bodegas de fermentación y las de maduración.

En el transcurso de este mismo año se producen nuevos cambios en el gobierno de Guatemala, ascendiendo a la primera magistratura del país el General Manuel Orellana, quien a su vez es sustituido por el General Jorge Ubico Castañeda el 10 de octubre de 1931. Durante este año y a los 72 años, fallece el segundo fundador de Cervecería Centro Americana, S.A., don Rafael Castillo Córdova.

La muerte de don Rafael cierra un capítulo de la historia de la fábrica, no así su continuidad.

El 19 de diciembre de 1946, ante los oficios del Notario Luis Beltranena Sinibaldi, comparecen los hermanos Castillo Lara, actuando Carlos Castillo Lara como apoderado de doña Refugio Lara Dardón de Castillo. Comparecen también todos los hermanos Castillo Azmitia, y establecen la Sociedad Anónima CERVECERIA CENTRO AMERICANA, S.A., acordando en la junta respectiva, que los señores Rodolfo Castillo Asmitia y Augusto Castillo Lara, (presidente-gerente, y sub-gerente respectivamente) se encargarán de la Sociedad Anónima.

Atendiendo a la constante preocupación por mantener una excelente calidad en sus productos, ese mismo año, Cervecería Centro Americana prolonga el contrato del maestro cervecero don Federico Zieglesrtum. Además, se instalan 48 tanques de fermentación con capacidad de 320 hectolitros (1 Hectolitro = 100 litros) cada uno.

Entre las mejoras sociales efectuadas durante 1947, por primera vez en la historia laboral del país se otorga un sueldo extra de 15 días como aguinaldo navideño a todo el personal de Cervecería.

1949 se inicia la instalación de nuevas máquinas para la planta embotelladora y siempre con la idea de producir y mejorar la calidad de la rubia bebida, se contratan los servicios de Schwartz Laboratories Inc. Para el análisis de la cerveza, así como de las materias primas empleadas en su fabricación

Con la propuesta y recomendación de los laboratorios Schawarzt , se toma la decisión de sustituir el envase verde por uno de color ámbar. Esta medida se adopta para proteger el producto de los efectos de la luz, dándole así posibilidades de conservar sus cualidades por más largo tiempo.

Ya en el año 1976, ante el Notario Arnoldo Reyes Morales, comparecen los señores Arturo Castillo Betranena, Ingeniero Ramiro Castillo Love, Alfredo Cofiño Castillo, Stuardo Sinibaldi Castillo y Edgar Castillo Sinibaldi, para prorrogar de nuevo el plazo de la sociedad, y adaptar los pactos sociales al Código de Comercio vigente en esa época.

En 1979 y para estar acorde con las técnicas modernas, Cervecería Centro Americana dispone lanzar al mercado la Cerveza Gallo en su nuevo envase de lata.

En 1982, fue distinguida la calidad de la cerveza fabricada por la firma, cuando Monde Selection distinguió con Medalla de Oro a la Cerveza Gallo, en la XXI Selección Mundial de la Cerveza.

La gran iniciativa de carácter social que la empresa efectuó la fundación de un centro de enseñanza que lleva el nombre de COLEGIO MARIANO Y RAFAEL CASTILLO CORDOVA, en memoria de los fundadores de Cervecería Centro Americana, obra considerada como una de las mejores y de mayores proyecciones sociales de la empresa, porque representa un gran beneficio para la juventud guatemalteca.

En este establecimiento se imparte la enseñanza -a cargo de sacerdotes de la orden jesuita- a los hijos de trabajadores de la empresa y a otros niños que por sus méritos, tienen acceso a becas de estudio.

Después conocer un poco más acerca de la historia de CERVECERÍA CENTROAMERICANA, S.A. se puede profundizar más acerca de la estructura organizacional en sí, para esto a continuación se presentan la visión y misión de la organización, así como también el organigrama del departamento de embotellado.

1.1.2 Visión

La visión de CERVECERÍA CENTROAMERICANA, S.A. consiste en: “Ser la empresa de bebidas número uno en Centro América y el Caribe”.

1.1.3 Misión

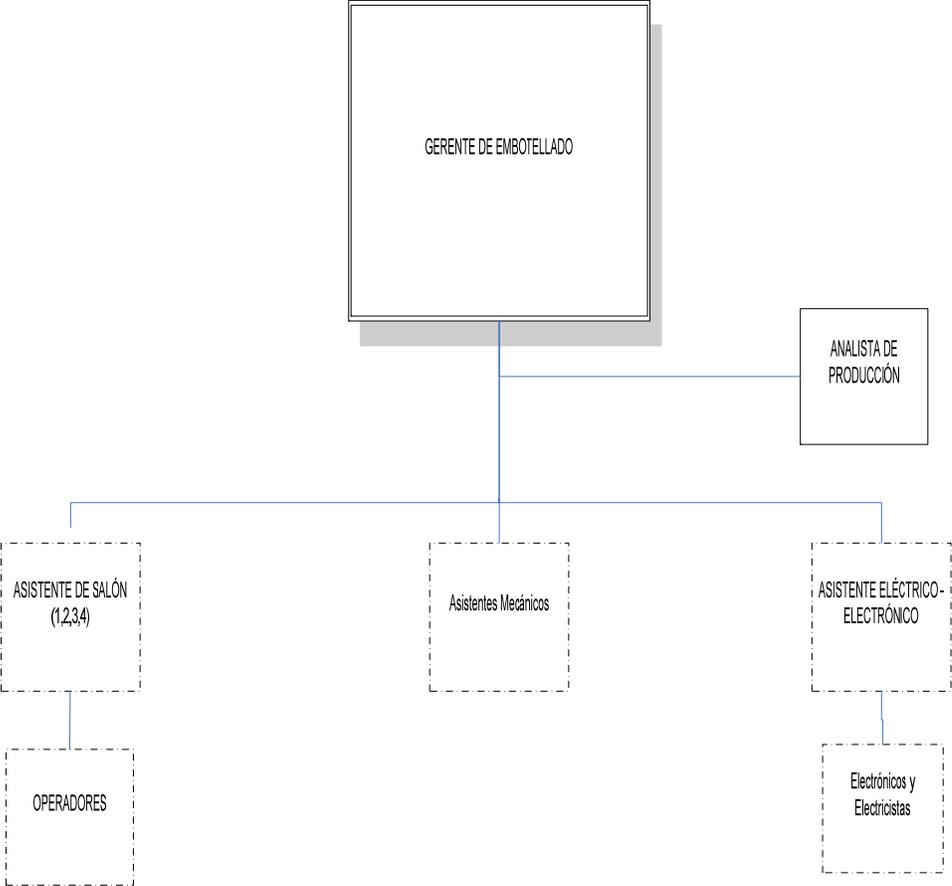
La misión de CERVECERÍA CENTROAMERICANA, S.A. es la siguiente: “Somos una empresa de bebidas líder en el mercado guatemalteco, con una creciente participación en el mercado internacional.

Creemos en nuestros clientes, como socios estratégicos y juntos trabajaremos para exceder las expectativas de nuestros consumidores.

1.1.4 Organigrama del departamento de embotellado

A continuación se presenta el organigrama del departamento de embotellado, así como una descripción de cada uno de los puestos de trabajo para tener conocimiento de las actividades que cada uno de estos lleva a cabo.

Figura No. 1 Organigrama Departamento de Mantenimiento de Embotellado, Cervecería Centroamericana, S.A.



1.1.4.1 Descripción de puestos de trabajo existentes en el área de producción y mantenimiento de salones de embotellado

Los puestos de trabajo existentes en los departamentos de producción y de mantenimiento han sido creados con el objetivo primordial de lograr una producción eficiente y eficaz, así como para el buen aprovechamiento de los recursos y la pronta y eficiente reparación de las máquinas o elementos que pudieran sufrir algún desperfecto y que impidieran el continuar con la producción, sin importar el tipo de desperfecto del que se trate, mecánico, eléctrico o electrónico.

A continuación se presenta una breve descripción de puestos de trabajo para comprender de mejor manera en que consiste cada uno de ellos.

1.1.4.1.1 Producción

En el departamento de producción existen básicamente dos diversos puestos de trabajo los cuales se relacionan directamente con la elaboración de los productos y con todas las actividades que son necesarias realizar para que las máquinas estén preparadas para que la producción se lleve a cabo en forma óptima.

1.1.4.1.1.1 Asistente de producción

Es el encargado de supervisar toda la producción en el lugar donde esta se lleva a cabo, es responsable de cumplir con la programación de la producción y también del aprovechar de la mejor manera posible todos los recursos que tiene a su alcance para llevar a cabo la producción como lo son el tiempo, las materias primas, las personas, etc.

1.1.4.1.1.2 Operadores

Los operadores de las máquinas están encargados de velar porque la máquina de la cual están encargados funcione correctamente, también deben velar por la limpieza y orden de su área de trabajo y de reportar cualquier contratiempo que puedan ver en una máquina y que pueda causar mayores problemas en el futuro.

Los operadores son las personas directamente responsables de las máquinas que a cada uno se le asigna y del producto mientras este se encuentra en su estación de trabajo.

1.1.4.1.2 Mantenimiento

En el área de mantenimiento se tienen varios puestos de trabajo, los cuales son necesarios para controlar el rendimiento de las máquinas y los equipos, así como para poder brindar una pronta y eficiente respuesta cuando se presente cualquier falla propia de las máquinas o de todos los elementos físicos que se encuentren en la planta de producción.

1.1.4.1.2.1 Asistentes mecánicos

Dirige y coordina las actividades a desarrollar relacionadas con el proceso y mantenimiento operativo en el taller, el cual está dedicado a mantener y reparar máquinas y equipos, coordina las actividades de los mecánicos y ayudantes.

Su finalidad principal es la de asegurar la disponibilidad total de los equipos a través de la ejecución eficiente eficaz del mantenimiento preventivo y correctivo, compartiendo con los operarios los conocimientos y habilidades para desarrollar el mantenimiento autónomo. Debe cumplir con los estándares de control visual y seguridad, con la finalidad de mantener y mejorar continuamente el EGE de la operación. Apoya las actividades que mejoran la calidad de los productos.

Entre las atribuciones principales del puesto de asistente mecánico podemos mencionar las siguientes:

- Responsable por el adecuado manejo y administración del personal con el cual tenga relación.
- Está a cargo de la administración correcta del mantenimiento correctivo y preventivo en el taller.
- Debe estar manteniendo una constante evaluación del EGE de operación, EGE de mantenimiento, EGMP, así como del a correcta ejecución presupuestaria.

Entre las actividades generales del asistente de mantenimiento se pueden mencionar:

- Eventualmente, realizar proyectos de mantenimiento en otras plantas.
- Implementar programas de desarrollo del área de trabajo.

1.1.4.1.2.2 Asistente eléctrico-electrónico

Dirige y coordina las actividades a desarrollar por supervisores, electricistas y técnicos en electrónica en el taller, dedicado a mantener y reparar máquinas y equipos, así como cualquier actividad de mantenimiento eléctrico dentro de los salones.

Entre las atribuciones principales del puesto de asistente (eléctrico-electrónico) están las siguientes:

- Responsable por el adecuado manejo y administración del personal con el cuál tenga relación.
- Está a cargo de la administración correcta del mantenimiento correctivo y preventivo en el taller.
- Debe estar manteniendo una constante evaluación del EGE de operación, EGE de mantenimiento, EGMP, así como del a correcta ejecución presupuestaria.

Entre las actividades generales del asistente eléctrico-electrónico se pueden mencionar las siguientes:

- Eventualmente, realizar proyectos de mantenimiento en otras plantas.
- Implementar programas de desarrollo del área de trabajo.

1.1.4.1.2.3 Técnico en electrónica

Es responsable de asegurar la disponibilidad total de los equipos, a través de la ejecución eficiente y eficaz del mantenimiento preventivo y correctivo compartiendo con los operarios los conocimientos y habilidades para desarrollar el mantenimiento autónomo. Debe cumplir con los estándares de control visual y seguridad, con la finalidad de mantener y mejorar continuamente el EGE de la operación. Apoya las actividades que mejoran la calidad de los productos.

Entre las atribuciones principales diarias del técnico en electrónica se pueden mencionar:

- Utiliza el equipo de trabajo adecuado a sus funciones: uniforme, botas, protectores auditivos, mascarilla y lentes.
- Al finalizar el trabajo en la máquina, debe asegurarse de recoger sus herramientas y materiales sobrantes, manteniendo los estándares de seguridad, orden y limpieza.
- Cuando entra a las áreas asépticas debe usar el equipo de seguridad e higiene correspondientes.

1.1.4.1.2.4 Electricistas

Reparan, mantienen y revisan el equipo y maquinaria. Son responsables de asegurar la disponibilidad total de los equipos a través de la ejecución eficiente y eficaz del mantenimiento preventivo y correctivo compartiendo con los operarios los conocimientos y habilidades para desarrollar el mantenimiento autónomo. Deben cumplir con los estándares de control visual y seguridad, con la finalidad de mantener y mejorar continuamente el EGE de la operación. Apoyan las actividades que mejoran la calidad de los productos

Algunas atribuciones principales de los electricistas son:

- Responsabilidad de los repuestos que retiren del almacén
- Llevar controles y reportes asignados al día

Entre algunas de las actividades generales de los electricistas están:

- Eventualmente realiza trabajos de mantenimiento en otras plantas de la corporación.

1.2 Pasteurización en el proceso de elaboración de bebidas

La pasteurización juega un papel muy importante dentro del proceso de elaboración de bebidas debido a la gran importancia de producir un producto inocuo y que no atente contra la vida de los consumidores bajo ciertas circunstancias.

1.2.1 Conceptos generales

Existen varios elementos y conceptos que es importante poder identificar y/o conocer previo a analizar el proceso de pasteurización en sí para poder entenderlo en su totalidad. Entre estos elementos están los siguientes:

1.2.1.1 Embotellado

El embotellado consiste en depositar un líquido o un producto en botellas, ya sea de vidrio o de plástico para su conservación y/o transporte..

1.2.1.2 Calidad

Conjunto de cualidades de un producto o servicio que llenan las expectativas del cliente e incluso las sobrepasan.

Específicamente, cuanto se haga referencia al “Aseguramiento de la Calidad” se estará pensando en el aseguramiento de la inocuidad de las bebidas, es decir, pensaremos en calidad en función de sanidad de las bebidas.

1.2.1.3 Pasteurización

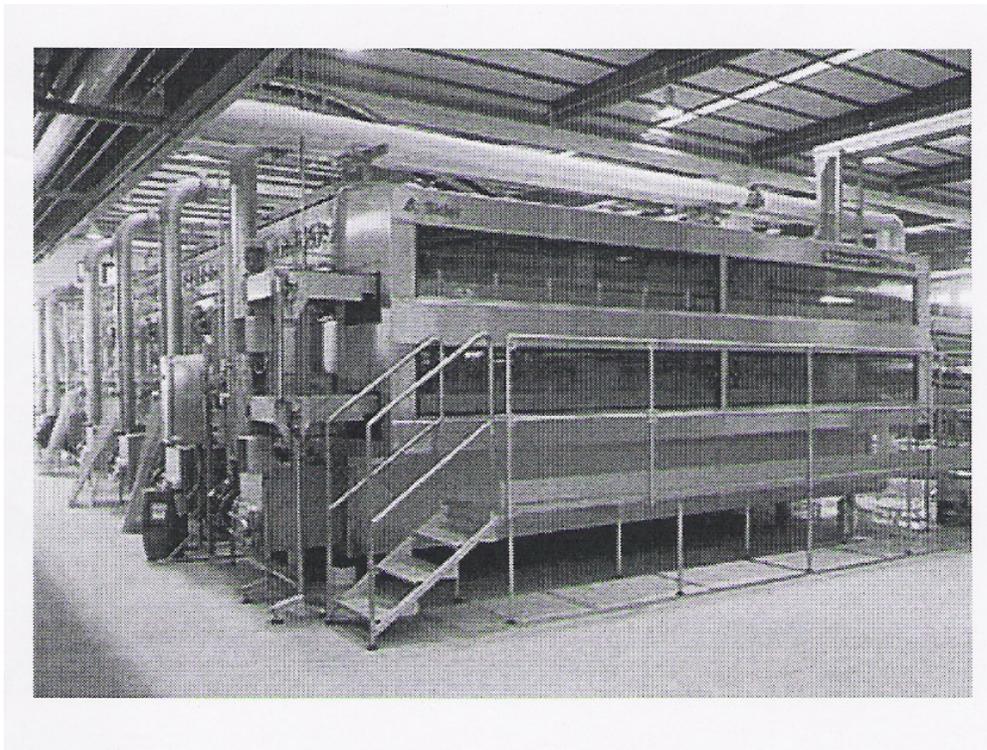
La pasteurización es el proceso térmico realizado generalmente a alimentos con el objeto de reducir los agentes patógenos que puedan contener, tales como bacterias, protozoos, mohos y levaduras, etc.

1.2.1.4 Pasteurizadora

La pasteurizadora es una máquina que tiene como función lograr que los alimentos que se introducen en ella queden libres de bacterias por medio del

calentamiento de los mismos a elevadas temperaturas, haciendo que conserven sus propiedades y características tales como valor nutricional y sabor original.

Figura 2. Pasteurizadora



Fuente: Manual Técnico, Pasteurizadora Simonazzi de malla tipo CLD, Sidel. P.7.

1.2.1.5 Inocuidad

La inocuidad de los alimentos es una función esencial y una prioridad en Salud Pública. Un suministro de alimentos adecuado en cuanto a cantidad, calidad, accesibilidad e inocuidad es una condición básica para lograr y mantener la salud de la población.

1.2.1.6 Warmer

Esta máquina es similar tanto su forma física como su función a la pasteurizadora, sin embargo cuando una bebida enlatada pasa a través del warmer, no se puede decir que esta esté pasteurizada.

Figura 3. Warmer



El warmer se encarga aumentar hasta cierto nivel la temperatura del producto, con el fin de evitar la condensación sobre el envase del producto, debido a la diferencia de temperaturas entre el producto y el medio ambiente y lograr así un mejor empaque.

1.2.2 Pasteurización

El proceso de pasteurización tiene diversas etapas y particularidades, las cuales necesitan conocerse antes de analizar el proceso como un todo para poder comprenderlo de la mejor manera posible.

El proceso de la pasteurización inicia al entrar los productos en la pasteurizadora, en la cual en la medida en la que avanza el producto dentro de la máquina, se eleva o disminuye su temperatura a fin de lograr que el nivel de

agentes patógenos presentes en los alimentos sea tal que no cause intoxicaciones a los consumidores.

Al iniciar el proceso de pasteurización, se eleva la temperatura de los alimentos gradualmente, de tal forma que los alimentos sufran la menor pérdida posible de sus vitaminas y minerales, y al mismo tiempo se reduzcan lo más posible los agentes degradantes de los mismos.

Algunos agentes patológicos son más resistentes al calor que otros, es por esto que se debe someter los alimentos durante un tiempo determinado a las temperaturas necesarias para poder reducir estas poblaciones de agentes dañinos para el ser humano. Es importante mencionar que existe una relación entre la temperatura y el tiempo de exposición de los alimentos, mientras mayor sea la temperatura, menor será el tiempo de exposición de los alimentos. El aumento de la temperatura es gradual, esto con el objetivo de que los alimentos no pierdan sus facultades nutritivas.

Al llegar a la temperatura máxima (determinada dependiendo el tiempo de exposición de los alimentos al calor), se mantiene esta temperatura durante un tiempo determinado para garantizar la inocuidad de los alimentos y a partir del final de este período, se comienza a reducir la temperatura para poder continuar con el proceso de producción de bebidas.

Con el aumento de las temperaturas en los aumentos también se corre el riesgo de que nuevos agentes degradantes de los alimentos proliferen en los

mismos, es por esto que al terminar la etapa de elevación de la temperatura de los mismos es necesario disminuirla súbitamente, evitando así la formación de estos organismos perjudiciales para el ser humano.

Algunas de las particularidades y características que es necesario conocer acerca de la pasteurización son:

1.2.2.1 Tipos de pasteurización

Existen en la actualidad tres tipos de pasteurización muy bien diferenciados, estos son los siguientes:

- ✓ Pasteurización HTST
- ✓ Pasteurización UHT
- ✓ Pasteurización Flash

1.2.2.1.1 Pasteurización HTST

Este método es el empleado en los líquidos a granel, como la leche, los zumos de fruta, la cerveza, etc. Por regla general es el más conveniente, ya que expone al alimento a altas temperaturas durante un período breve de tiempo y además se necesita poco equipamiento industrial para poder realizarlo, reduciendo de esta manera los costes de mantenimiento de equipos. Entre las desventajas del proceso está la necesidad de personal altamente cualificado para la realización de este trabajo, que necesita de la realización de controles estrictos durante todo el proceso de producción.

Existen dos métodos distintos bajo la categoría de pasteurización HTST: en "batch" (o lotes) y en "flujo continuo".

- En el proceso "batch" (denominado también como *Vat Pasteurization* o *Pasteurización Vat*) una gran cantidad de leche se calienta en un recipiente estanco (autoclave) a una temperatura que llega de 63 a 68 °C durante un intervalo de 30 minutos, seguido inmediatamente de un enfriamiento a 4 °C para evitar la proliferación de los organismos. Es un método empleado hoy en día, sobre todo por los pequeños productores debido a que es un proceso lento (implica dos horas en total).
- En el proceso de "flujo continuo", el alimento se mantiene entre dos placas de metal o también denominado intercambiador de calor de placas (PHE) o bien un intercambiador de calor de forma tubular, las temperaturas son las mismas: 63 a 68 °C. Este método es el más aplicado por la industria alimenticia a gran escala, ya que permite realizar la pasteurización de grandes cantidades de alimento en relativamente poco tiempo.

1.2.2.1.2 Pasteurización UHT

El proceso UHT es de flujo continuo y mantiene los alimentos a una temperatura superior más alta que la empleada en el proceso HTST, y puede rondar los 138°C durante un período de al menos dos segundos. Debido a este período de exposición, aunque breve, se produce una mínima degradación del alimento. La leche cuando se etiqueta como "pasteurizada" generalmente se ha tratado con el proceso HTST, mientras que la leche etiquetada como "ultra-

pasteurizada" o simplemente "UHT", se debe entender que ha sido tratada por el método UHT.

El reto tecnológico en el siglo XXI es poder disminuir lo más posible el período de exposición a altas temperaturas de los alimentos, haciendo la transición de altas a bajas temperaturas lo más rápida posible, disminuyendo el impacto en la degradación de las propiedades organolépticas de los alimentos; es por esta razón por la que se está investigando con la tecnología basada en microondas ya que permite este tipo de efectos (empleado incluso en carnes). Este método es muy adecuado para los alimentos líquidos ligeramente ácidos (medido con el pH), tal como los zumos de frutas y zumos de verduras (como puede ser el gazpacho) ya que permite periodos de conservación de entre 10 a 45 días si se almacenan refrigerados a 10°C.

1.2.2.1.3 Pasteurización Flash

La Pasteurización Flash funciona al calentar rápidamente una bebida a una temperatura de alrededor de 70 -80°C antes del proceso de llenado y tapado. La bebida será conservada a esta temperatura por menos de 20 segundos antes de ser rápidamente enfriada utilizando otro intercambiador de calor. Este proceso aporta varias ventajas de espacio y costo debido a la manipulación de la bebida en lote antes del llenado.

La desventaja de la pasteurización flash en comparación con la pasteurización de túnel consiste en que requiere de un llenado estéril y de contenedores estériles. Mantener los contenedores y el sistema de llenado estériles es complejo, difícil y caro. En comparación, los procesos de pasteurización en túnel conservan la bebida en un contenedor sellado, evitando

así los problemas de contaminación y garantizar una vida útil más larga. En consecuencia, la mayoría de las botellas y latas de cerveza se pasteurizan en pasteurizadores de túnel.

Se les llama pasteurizadores de túnel debido a la forma de túnel que posee el área donde se realiza la pasteurización y a través del cual pasa el producto que será pasteurizado.

La diferencia más importante entre la pasteurización HTST y la pasteurización Flash es que la pasteurización HTST se realiza cuando los líquidos ya han sido embotellados y tapados, mientras que la pasteurización Flash se lleva a cabo cuando el líquido aún no ha sido tan siquiera embotellado.

1.2.2.2 Beneficios de la pasteurización

Entre los diversos beneficios que conlleva la pasteurización de los alimentos están los siguientes:

- Incremento de la vida de anaquel
- Reducción casi por completo de los microorganismos que pueden causar malestar en el consumidor.
- Prevención de enfermedades como la tuberculosis, la difteria, la polio, la salmonelosis, la fiebre escarlata y las fiebres tifoideas entre otras.

Para garantizar que el producto final sea un producto pasteurizado en forma óptima, es necesario realizar un control de calidad, el cual incluye el control de las unidades de pasteurización (U.P.) el cual se lleva a cabo cada hora, mediante un análisis de los registros efectuados sobre el tiempo de recorrido y la temperatura alcanzada por el producto utilizando para esto un termo-reloj computarizado.

2. EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO

2.1 Sistema de aseguramiento de la calidad del producto

En la actualidad la calidad del producto se evalúa en función de sabor, pruebas visuales y pruebas del grado de azúcar.

A lo largo del proceso de elaboración de las bebidas cada insumo de los utilizados para este efecto recibe un control durante su manipulación hasta el embotellado de los productos, sin embargo después de este proceso ya no se le da a los productos ningún tratamiento para asegurar la inocuidad del mismo. Es por esta razón por la cual se desea implementar el sistema de pasteurización en la línea de producción de bebidas, específicamente en el proceso de embotellado, esto con el objetivo de asegurar en el proceso final de la producción que el producto no será nocivo para la salud de los consumidores.

2.1.1 Importancia del proceso de aseguramiento de la calidad de las bebidas

Es importante contar con un proceso de saneamiento y aseguramiento de la calidad en el proceso de producción de bebidas debido principalmente a que debido a que son productos para el consumo de los clientes, este debe ser inocuo y no debe atentar contra su salud.

2.1.1.1 Calidad

Con anterioridad se ha definido el término calidad en forma general, sin embargo, acá se entenderá este término como la inocuidad con la cual debe de contar el producto para no perjudicar la salud de los consumidores finales.

Actualmente se verifica la calidad de las bebidas de diversas formas, el único inconveniente es que estos métodos de aseguramiento de la calidad se realizan cuando todavía el producto no ha sido aislado totalmente del ambiente, razón por la cual este puede verse afectado por el mismo, todavía después de haber sido evaluado.

2.2 Evaluaciones para aseguramiento de la calidad actuales:

Actualmente no existe un proceso definido de aseguramiento de la calidad en las bebidas que se producen. Existen evaluaciones del producto y de todos los insumos para que estos, al interactuar entre sí se obtenga un producto con las características deseadas. Aunque esto no es suficiente para decir que el producto es de calidad (inofensivo para la salud del consumidor) si brindan una gran ayuda en cuanto a la prevención de perjuicio alguno contra los consumidores.

2.2.1 Descripción

Entre las diversas evaluaciones que se realizan para garantizar un producto con las características deseadas están:

- Verificación visual del producto
- Verificación de sabor del producto
- Verificación del azúcar en el producto

Estas pruebas se llevan a cabo por personal de alta experiencia, esto se debe a que tanto la prueba visual como la prueba de sabor se realizan en base a la experiencia de estas personas en función al sabor “normal” que ellos consideran, la cerveza de buena calidad debe tener.

En lo que respecta a la prueba visual se examinan básicamente dos variables: Que no exista en la bebida ningún lodo o ningún elemento adicional a la bebida misma y que el color que posee la bebida sea el ya conocido por la experiencia.

En la prueba de sabor se examina que el sabor de la bebida sea aceptable, estableciendo que “aceptable” se refiere a un sabor que a criterio de la persona que realiza la prueba sea óptimo para el producto.

La prueba de nivel de azúcar en las bebidas se realiza utilizando para ello un refractómetro, el cual, utilizando una muestra de bebida indica el nivel de azúcar en la misma y dependiendo de la bebida que se esté produciendo así será el nivel de azúcar permisible, el cual ya ha sido establecido previamente en el departamento de control de calidad.

2.3 Deficiencias del sistema actual de aseguramiento de la calidad.

La mayor deficiencia actual es la carencia de un sistema actual de aseguramiento de la calidad final de los productos, así como todo lo que este sistema conlleva como lo son personal capacitado para llevar a cabo el control de calidad y equipo especializado para este hecho.

Gracias al seguimiento, tratamiento y evaluación de los insumos necesarios para la elaboración de los productos es que estos no han provocado hasta ahora ningún perjuicio a la salud de los consumidores, sin embargo, esto no garantiza de ninguna manera que el producto, al final del proceso de embotellado sea completamente inocuo, lo cual puede provocar daños severos a los consumidores.

Para lograr un nivel de inocuidad óptimo del producto al final del proceso de embotellado es necesario que este producto pase a través de un proceso de pasteurización, el cuál puede ser generado por una pasteurizadora.

2.4 Características actuales del producto terminado

El producto terminado cuenta actualmente con algunas características propias, las cuales adquiere a través del proceso de fabricación por medio del cual este es elaborado, entre algunas de las características principales que podemos mencionar están las siguientes:

2.4.1 Tiempo de vida actual del producto terminado

La vida de anaquel de la cerveza, cuando esta no ha pasado por un proceso de pasteurización es muy corta, esto debido a la gran cantidad de agentes degradantes que producen la descomposición de la misma, razón por la cual es preferible que esta no se almacene y sea consumida en el menor tiempo posible.

2.4.2 Agentes degradantes del producto terminado

Existe una gran diversidad de agentes que degradan los alimentos, de los cuales algunos de ellos afectan también la calidad de las bebidas. Cada uno de estos agentes degradantes (bacterias, microbios o enzimas) tienen diferentes características y cada uno resiste el calor hasta cierta temperatura.

El patógeno más resistente al calor que podemos encontrar en los alimentos, es el *Clostridium botulinum*. Pero hay bacterias que forman esporas y propician la descomposición, tales como el anaerobio putrefactivo 3679 (PA 3679) y el *Bacillus stearothermophilus* (FS 1518) que son aun más resistentes al calor que el *Cl. botulinum*. Al destinar un tratamiento térmico a la inactivación de estos organismos generadores de la descomposición, podemos estar seguros de que el *Cl. botulinum* y todos los demás patógenos en el alimento serán destruidos.- Según Potter, (1973).

Existe un gran número de factores, los cuales determinan la resistencia de los microorganismos al calor. Los siguientes factores son importantes:

A.- Tipo de microorganismo. Diferentes especies muestran una gran variación en su resistencia al calor como podemos ver en la tabla siguiente.

Tabla I Propiedades térmicas de componentes nutricionales y sensoriales de alimentos en relación a la resistencia del calor de enzimas y bacterias.

Componente	Fuente	pH	z	D121	Rango de tempe-
			(°C)	(min)	ratura (°C)
Tiamina	Puré de zanahoria	5.9	25	158	109-149
Tiamina	Puré de arveja	Natural	27	247	121-138
Tiamina	Carne de oveja	6.2	25	120	109-138
Lisina	Frijol de soya	----	21	786	100-149
Clorofila a	Espinaca	6.5	51	13	100-127
a	Espinaca	Natural	45	34.1	127-149
Clorofila b	Espinaca	5.5	79	14.7	100-130
b	Espinaca	Natural	59	48	127-149
Antocianina	Jugo de uva	Natural	23.2	17.8*	100-130
Betamina	Jugo de remolacha	5	58.9	46.6*	20-121
Carotenoides	Pimentón español	Natural	18.9	0.038*	50-100
Peroxidasa	Arvejas	Natural	37.2	3	52-65
Peroxidasa	Varios	----	28-44	----	110-138
Clostridium botulinum	Varios	>4.5	5.5-10	0.1-0.3*	104
esporas tipo A + B					
Bacillus stereothermophilus	Varios	>4.5	07-Dic	4.0-5.0	110+

*Valores D a otras temperaturas que 121 °C.

Fuente: (Fellows,1988).

B.- Condiciones de incubación durante el crecimiento de la célula y formación de esporas. Esto incluye:

B.1.- Temperatura, las esporas producidas a altas temperaturas son mas resistentes que las producidas a bajas temperaturas.

B.2.- El estado de crecimiento o desarrollo de las células vegetativas afecta su resistencia al calor.

B.3.- El medio usado de cultivo, por ejemplo la sales minerales y los ácidos grasos influyen en la resistencia al calor de las esporas.

C.- Condiciones durante el tratamiento térmico. Las condiciones importantes son:

C.1.- pH del alimento, los alimentos con un pH mayor presentan mayor resistencia al calor que los productos con un pH mas bajo.

C.2.- Actividad del agua de los alimentos influye en la resistencia al calor de las células vegetativas. El calor húmedo es más efectivo que el calor seco.

C.3.- Composición de los alimentos, proteínas, grasas y altas concentraciones de sacarosa incrementan la resistencia al calor de los microorganismos.

C.4.- El medio de cultivo y las condiciones de incubación utilizados para realizar la recuperación de microorganismos en estudios de resistencia al calor, afecta el numero de sobrevivientes observados.- De acuerdo a Fellows, (1988).

Entre los microorganismos más comunes como infecciones en las bebidas están los lactobacilos, sarcina de cerveza (*Pediococcus cerevisiae*) y las levaduras salvajes.

En la siguiente tabla se pueden apreciar los efectos de la presencia de algunos microorganismos sobre la cerveza:

Figura 4. Efecto de los microorganismos sobre la cerveza.

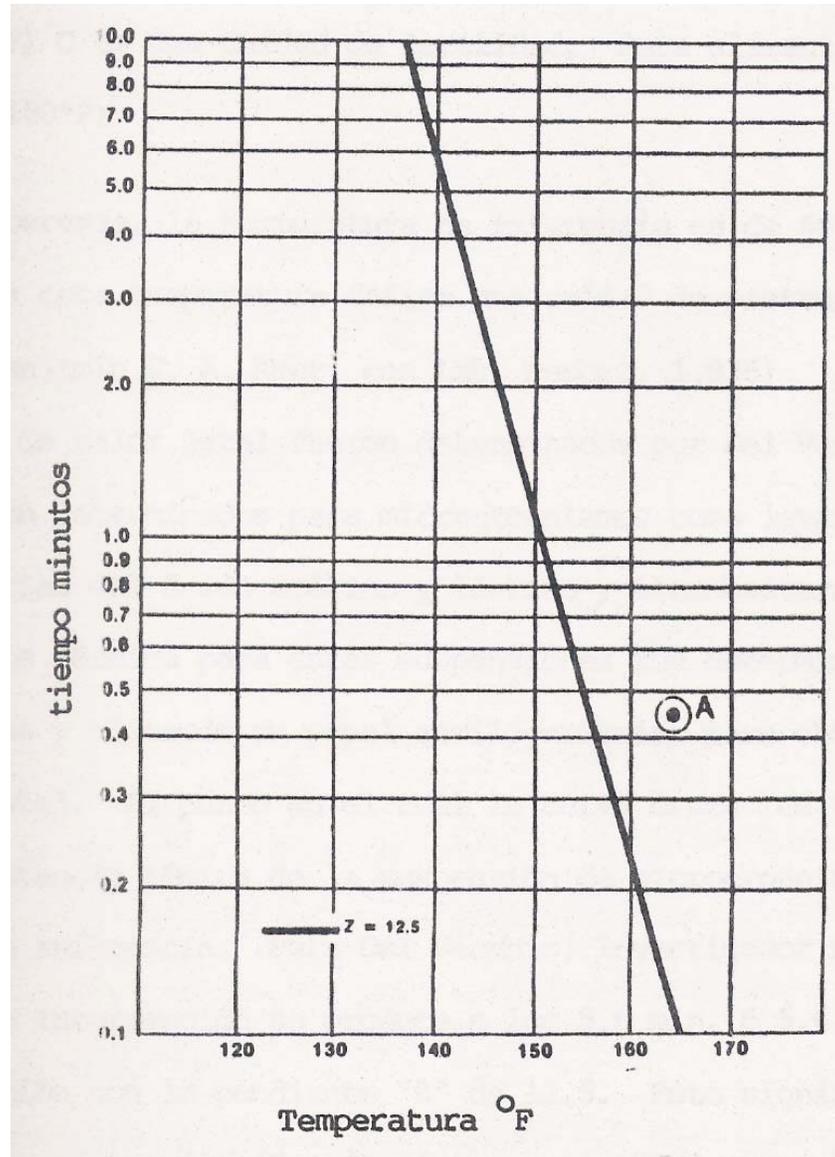
Microorganismo	Efecto causado en la cerveza
Sarcina (mono-diplococos y tetracocos)	Aumento de acidez, sabor a man <u>tequilla</u> (Diacetilo)
Lactobacilos: (bastoncillos cortos y largos)	Producen ácido láctico, ácido fórmico y ácido acético. Provocan turbidez y precipitados.
Levaduras salvajes	Turbidez, precipitados y aromas extraños. Imprimen sabor amargo áspero a la cerveza.
Levaduras cerveceras	Turbidez, precipitados. Formación de colonias de levaduras.

Fuente: Tesis "Análisis comparativo de dos métodos de pasteurización de cerveza", Francisco Roberto Lago Brunner, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1989, Página 6.

2.4.2.1 Curvas de tiempo de muerte térmica

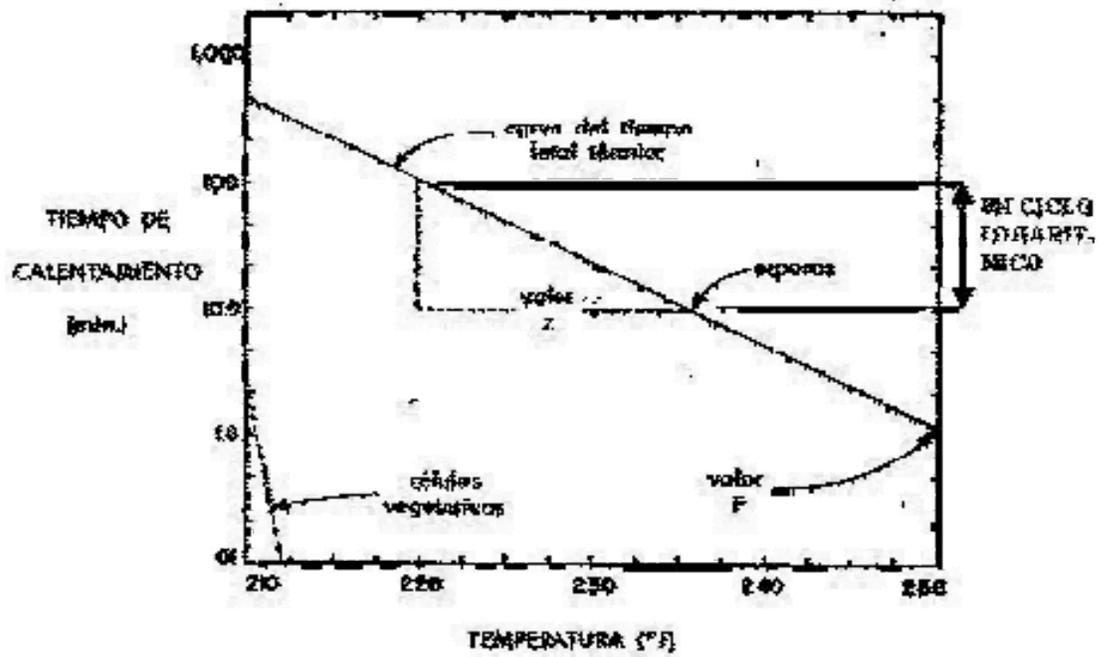
El efecto preservante del proceso térmico se debe a la desnaturalización de proteínas, lo cual destruye la actividad enzimática y el metabolismo controlado por enzimas en los microorganismos. El calor mata las bacterias a una velocidad que es casi proporcional al número presente en el cuerpo que esta recibiendo el calor. A esto se le llama un orden logarítmico de muerte, lo que significa que, bajo condiciones térmicas constantes, el mismo porcentaje de la población bacteriana será destruida en un periodo dado, no importa cual sea el numero de la población sobreviviente o sea que si una temperatura dada mata el 90% de la población restante durante el segundo minuto, el 90% de la que queda en el tercer minuto, etc.- Según Potter, (1973).

Figura 5. Curva de valor letal para microorganismos



Fuente: Tesis "Análisis comparativo de dos métodos de pasteurización de cerveza", Francisco Roberto Lago Brunner, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1989, Página 9.

Figura 6. Curvas típicas de muerte térmica para esporas bacterianas y células vegetativas.



Fuente: De Desrosier (1963).

3. IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE BEBIDAS

3.1 Cambios a realizar para la implementación del proceso de Pasteurización

Para la implementación del proceso de pasteurización en la línea de producción de bebidas es necesario realizar algunos cambios, sobre todo en la línea de producción.

A continuación se detallan de mejor manera los cambios que se realizarán para la implementación del proceso de pasteurización para lograr una mejor comprensión de estos cambios y de todo el proyecto.

3.1.1 Cambio de equipo

EL principal cambio que se realizará para la implementación del proceso de pasteurización en la línea de producción de bebidas es la introducción de una pasteurizadora en lugar del warmer.

Este cambio se realizará principalmente, debido a que la pasteurizadora no solo pasteuriza el producto (tanto el líquido como la botella y la tapa) sino que también realiza la operación que efectúa actualmente el warmer.

Se optó por el cambio completo de maquinaria debido a que es menos complicado que la transformación de una máquina antigua a otra máquina con funciones adicionales a las que ya posee.

3.1.2 Cambios en el proceso de producción

Los cambios en los procesos de producción no son cambios que se puedan efectuar de forma inmediata ni expresa; es necesario una planificación y ejecución detalladas y exactas para invertir la menor cantidad de tiempo posible y así detener la producción lo menos que se pueda.

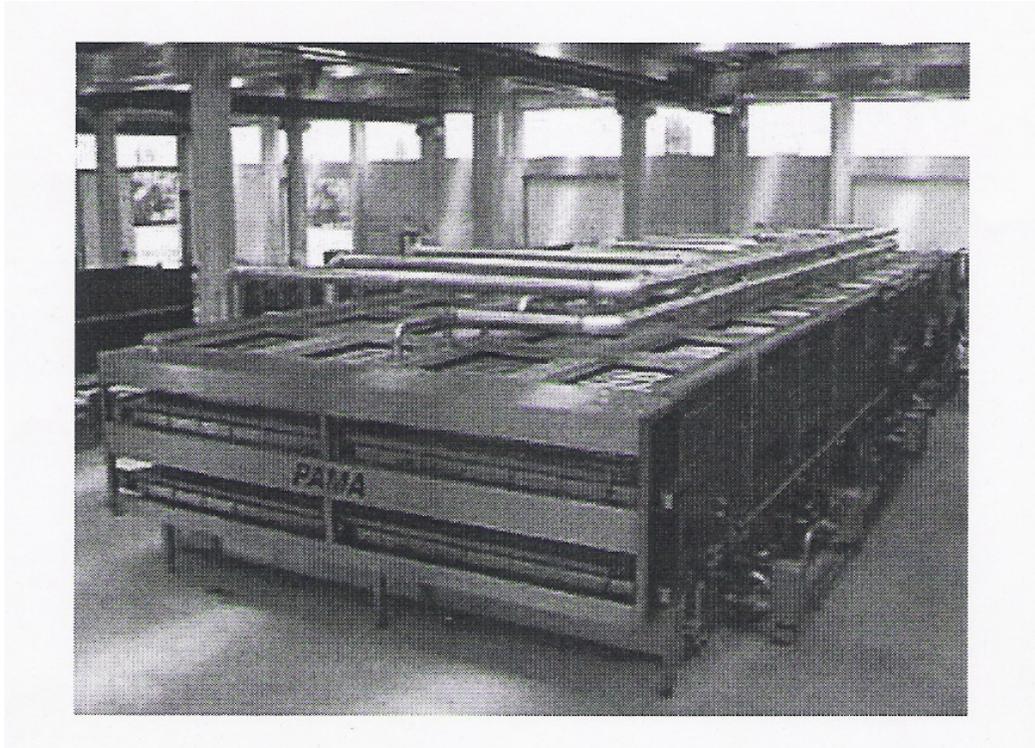
Los cambios que se necesitan realizar para la instalación de la pasteurizadora no son cambios en el proceso de producción, esto debido a que solamente se sustituirá una máquina por otra que ejecuta su función y además realiza una función extra que no altera en nada el proceso de producción en general.

3.2 Equipo a utilizar para lograr la pasteurización en la producción de bebidas

El equipo a utilizar para alcanzar la pasteurización deseada en el proceso de producción de bebidas es una pasteurizadora Simonazzi PAMA CLD 70/240 (MALLA) DOBLE PISO.

La pasteurizadora utiliza diversos accesorios y equipos auxiliares los cuales realizan diversas actividades para que en conjunto puedan realizar una óptima pasteurización de los productos y al mismo tiempo utilizar los recursos de la mejor manera posible.

Figura 7. Pasteurizadora Simonazzi de malla tipo CLD



Fuente: Manual Técnico, Pasteurizadora Simonazzi de malla tipo CLD, Sidel. P.7.

3.2.1 Accesorios y equipos auxiliares a utilizar

La pasteurizadora necesita diversos equipos y elementos auxiliares para poder funcionar de manera optima, entre los equipos auxiliares más importantes podemos mencionar los siguientes:

- Control por PLC
- Intercambiador de calor
- Control de unidades de pasteurización (PU's)
- Sistema de lubricación automática
- Motores reductores

- Transportadores
- Instalación de calentamiento
- Instalación hídrica
- Instalación de enfriamiento
- Bombas centrífugas
- Trampas de condensado

A continuación se analizarán las características y especificaciones, tanto de la pasteurizadora como de algunos de los equipos auxiliares con los que cuenta, así como una descripción para conocer su funcionamiento y objetivo dentro de la pasteurizadora.

3.2.2 Descripción y especificaciones del equipo

A continuación se describen algunas especificaciones de los diversos equipos que utiliza la pasteurizadora, y de la pasteurizadora en sí, así también se da una descripción de las funciones de cada equipo para un mejor entendimiento de su función dentro del conjunto.

3.2.2.1 Pasteurizadora Simonazzi de malla tipo CLD

La pasteurizadora es una máquina cuyo propósito es mantener un producto a una cierta temperatura por un cierto período, con el objetivo de prolongar el período de almacenamiento del mismo, es decir, garantizar la integridad del producto en el caso de almacenamiento y consumo aplazado.

El tratamiento térmico a baja temperatura no destruye los fermentos y los microorganismos sino que solamente provoca la inactividad de estos, es decir que evita que estos se reproduzcan generando la fermentación.

Una de las ventajas de la pasteurización del producto embotellado es que estabiliza con un único proceso la bebida, la botella y la tapa, mientras que otros procesos estabilizan solamente la bebida, sin ocuparse de la botella ni de la tapa, las cuales pueden originar una nueva fermentación.

La pasteurizadora que se instalará es una máquina tipo túnel, la cuál será construida por acero inoxidable 304 completamente; con la excepción de algunos los cuales han sido construidos de polipropileno.

Las dimensiones de este equipo serán 2.4 metros de longitud, un ancho de túnel variable de 4 a 7 metros, con un incremento de paso de 50 cm. La altura de la máquina completa es de 2.9 metros.

Los depósitos de la máquina son de acero inoxidable, estos están provistos de puertas, dos para cada uno, las cuales permiten la inspección interna de los mismos.

Sobre el techo se tienen cubiertas abatibles, las cuales facilitan la inspección del sistema de distribución del agua de proceso. Las puertas laterales y cubiertas del techo son selladas con material aislante con un espesor de 40 mm. Para reducir al mínimo las pérdidas de calor.

Para garantizar una mejor funcionalidad, facilitando el empleo y la manutención, en un lado de la pasteurizadora está la instalación de circulación de agua y en el otro la del vapor.

La alimentación del agua de la red y vapor, así como al descarga del condensado son unidas en un único lugar de la máquina, usualmente en el lado de vapor.

La pasteurizadora Simonazzi de malla tipo CLD posee 12 zonas diferentes, por las cuales pasan los productos a lo largo del túnel. Estas 12 zonas se diferencian debido principalmente a la temperatura del agua que se rocía sobre los productos.

En la siguiente figura se pueden apreciar las 12 diferentes zonas, así como las diversas temperaturas tanto del agua que se rocía como de los productos al entrar en contacto con dicho rocío.

3.2.2.2 Transportes del producto

El transporte de los envases o latas en la parte interior de la pasteurizadora, se efectúa por medio de dos transportadores de malla situados uno al lado del otro, traccionados por medio de dos motorreductores, cada par de motorreductores del mismo piso es alimentado y controlado por un único invertir. Los motorreductores se montan basculantes en el eje y están equipados de brazo de reacción y de sistema de seguridad contra las sobrecargas de tipo mecánico.

El uso de este tipo de transportadores con respecto al transportador de malla única presenta las siguientes ventajas:

- Elimina los problemas de dilatación en el sentido transversal.
- Conlleva un arrastre homogéneo del transportador en toda su anchura.

En el caso que la máquina se encuentre “demasiado llena”, esta se detiene mediante una señal enviada por la barrera de seguridad. El transporte vuelve a comenzar su recorrido automáticamente cuando se libera la línea, cuando la barrera de seguridad envía la señal correspondiente.

Cabe destacar que el transporte de envases, botellas y latas de la pasteurizadora no es de acero inoxidable sino de polipropileno, se utiliza acero inoxidable (inox) solamente para envases de vidrio como las botellas o para condiciones de trabajo extremadamente difíciles.

Entre las algunas de las ventajas que se pueden mencionar al utilizar el polipropileno en los transportes están:

- Por ser tan baja permite la fabricación de productos ligeros.
- Es un material más rígido que la mayoría de los termoplásticos. Una carga de 25.5 kg/cm² , aplicada durante 24 horas no produce deformación apreciable a temperatura ambiente y resiste hasta los 70 grados C.
- Posee una gran capacidad de recuperación elástica.
- Puede utilizarse en calidad de material para elementos deslizantes no lubricados.
- Tiene buena resistencia química a la humedad y al calor sin deformarse.
- Tiene buena estabilidad dimensional.
- Gran resistencia a agentes químicos.
- Presenta poca absorción de agua, por lo tanto no presenta mucha humedad.
- Tiene gran resistencia a soluciones de detergentes comerciales.

En la siguiente figura se pueden apreciar los transportadores utilizados por la pasteurizadora Simonazzi de malla tipo CLD.

Figura 9. Transportadores de producto

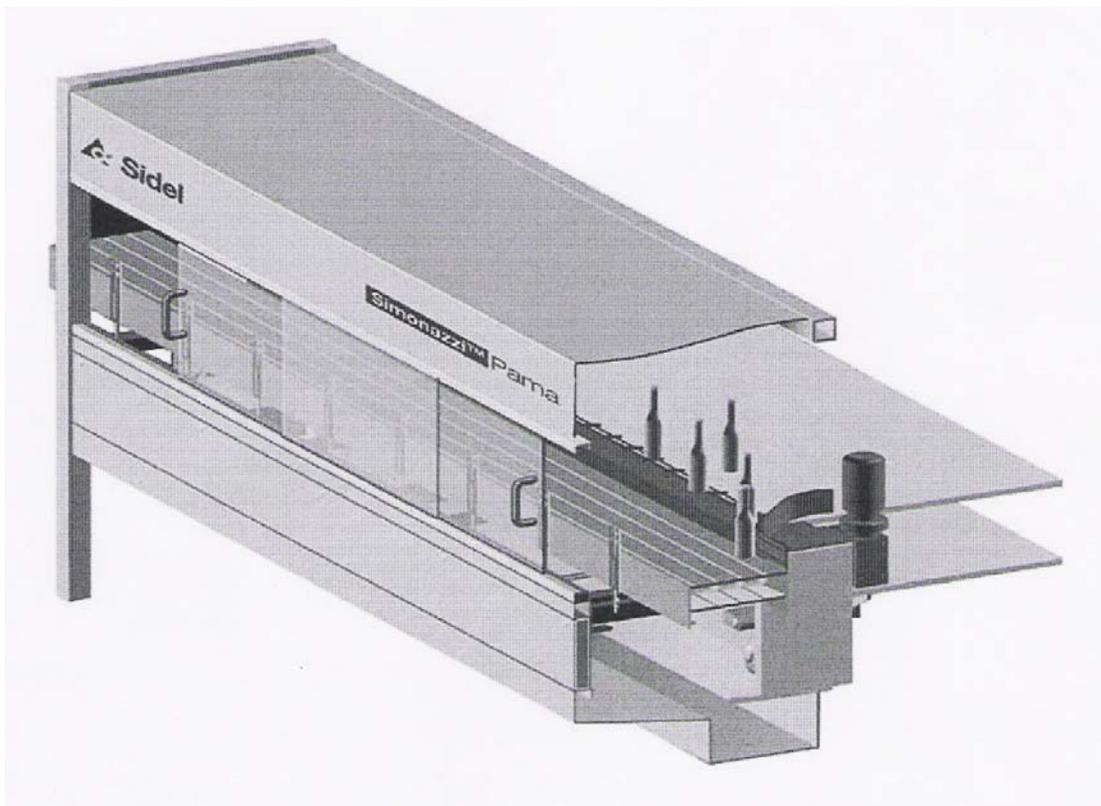


Fuente: Manual Técnico, Pasteurizadora Simonazzi de malla tipo CLD, Sidel. P.10.

Este transportador es un transportador dinámico debido a varias razones, como:

- Puede transportar tanto envases de vidrio y latas
- Se puede aplicar tanto en la entrada como en la salida del túnel de pasteurización
- Sustituye a los empujadores mecánicos
- Se pueden aplicar tanto para pasteurizadores como para enfriadores y calentadores de malla.

Figura 10. Transportadores dinámicos



Fuente: Fuente: Sistemas de pasteurización, calentamiento y enfriamiento de productos, Sidel, P.6.

3.2.2.3 Instalación Hídrica

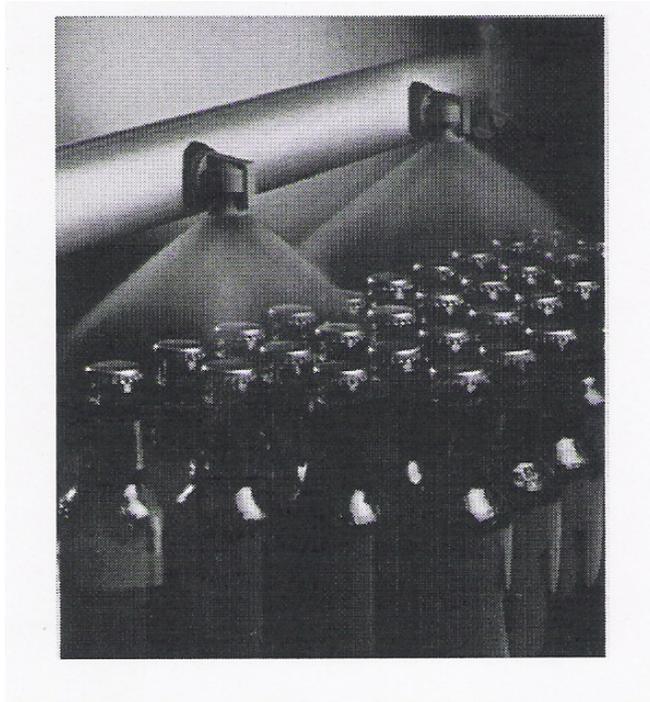
Esta instalación está prevista en un solo punto de la máquina. La conexión es por medio de brida.

El llenado y mantenimiento de nivel de los depósitos de agua se controla automáticamente con válvulas *on-off* (encendido-apagado) accionadas por sondas de nivel actuadas eléctricamente. Está prevista la alimentación de agua ría de la red en la zona de enfriamiento para eventual corrección de la temperatura de espreado, cuando se crea un vacío en producción o durante el vaciado de la pasteurizadora.

La circulación dentro de la pasteurizadora se asegura por medio de bombas centrífugas que proceden asacar el agua de los depósitos y mandarla a las boquillas inyectoras. Antes de la succión de las bombas están instalados dos filtros dobles. Estos filtros deben ser limpiados por el operador del equipo cuando sea necesario. Las bombas están dotadas con manómetros para la lectura de la presión de descarga.

El calentamiento y enfriamiento del contenedor se realiza por medio de una lluvia controlada de agua espreada y pulverizada, Este sistema permite obtener una distribución uniforme de la lluvia de agua, permite también optimizar la cantidad de lluvia de agua por unidad de superficie de modo que se obtiene un elevado intercambio térmico entre la lluvia de agua y el producto y optimiza el tiempo de tratamiento de los productos.

Figura 11. Espreado del agua hacia el producto



Fuente: Manual Técnico, Pasteurizadora Simonazzi de malla tipo CLD, Sidel. P.11.

3.2.2.4 Aparatos eléctricos

Entre los diversos aparatos eléctricos que se encuentran en la pasteurizadora se puede mencionar los sensores de proximidad, las fotoceldas, los sensores de nivel, etc.

Sobre los tableros se instalan los instrumentos de regulación de la temperatura. Al menos uno de los tableros eléctricos es necesario para la operación de la pasteurizadora es colocado cerca de la máquina.

Quizás el dispositivo eléctrico más importante es el control PLC o autómatas programables industriales (API), este es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Un PLC trabaja con base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación. Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc. , por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

La consola del PLC se instala comúnmente en la parte frontal del tablero de la pasteurizadora.

Según datos de fábrica de la pasteurizadora, en su totalidad (tomando en cuenta todos los dispositivos que consumen electricidad) esta consume una potencia eléctrica de 162.0 kW. (1 kW = 1.34 hp).

3.2.2.5 Instalación de calentamiento

Para los fluidos de calentamiento (instalación de vapor) la conexión para alimentación a la máquina está prevista en un único punto.

El vapor con el que necesita ser alimentada la pasteurizadora es vapor saturado a 5 bares de presión (1 bar = 14.5 PSI), este será utilizado para calentar el agua espreada sobre los productos, provocando así la pasteurización de estos.

3.2.2.6 Instalación de enfriamiento

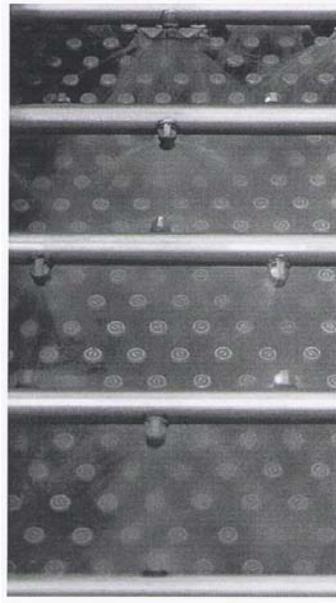
El agua de enfriamiento se obtiene directamente de los depósitos a través de bombas centrifugas, estas son accionadas por válvulas *on-off* (encendido-apagado) las cuales son controladas por medio de instrumentos electrónicos digitales.

El agua de proceso es utilizada para obtener el intercambio térmico necesario a modificar el perfil de temperaturas del producto según sea necesario: el agua es rociada por encima de los envases a diferentes temperaturas en las diferentes zonas de tratamiento a lo largo del túnel.

El agua es llevada al sistema de rociado por bombas centrífugas desde depósitos colocados en la parte baja del túnel, esta agua es distribuida por medio de boquillas pulverizadoras montadas en baterías de tuberías, alimentadas por colectores centrales que están situados a lo largo de toda la parte superior del techo.

El intercambio térmico con agua de proceso se realiza con intercambiadores de calor que pueden ser de serpentines sumergidos en el agua de los depósitos, o por de batería de tubos, externos a los depósitos y montados en línea a la descarga de cada bomba.

Figura 12. Espreado uniforme del agua sobre el producto a pasteurizar.



Fuente: Sistemas de pasteurización, calentamiento y enfriamiento de productos, Sidel, P.6.

3.3 Suministros a utilizar

En la medida que se conocen los diversos equipos que utiliza la pasteurizadora también se conocen los suministros necesarios para que esta pueda llevar a cabo su función de manera óptima. Entre estos suministros tenemos los siguientes:

3.3.1 Agua

El agua se utiliza para varios fines dentro de la pasteurizadora. El principal fin de esta comprende el cambio de temperatura del producto que se quiere pasteurizar, tanto en las zonas de aumento de la temperatura como en las de reducción de la misma.

El agua se extrae de los tanques de almacenamiento ubicados debajo del túnel por medio de bombas centrífuga hasta llegar al sistema de rociado.

Cabe mencionar que el agua que se necesita para el proceso debe ser agua suave, la cuál debe ser suministrada a 2 bares (1 bar = 14.5 PSI) y 15 grados Centígrados (59 grados Fahrenheit). Para lograr óptimos resultados al utilizar este recurso.

3.3.2 Vapor de agua

El vapor de agua se utiliza para calentar el agua líquida, la cual transferirá este calor al producto que se desea pasteurizar. Este vapor puede obtenerse de diversas maneras, ya sea utilizando una caldera para producirlo o bien mediante la extracción de calor de otros equipos a través de agua, la cuál se evaporará obteniendo así el vapor de agua.

El vapor que se suministra a la pasteurizadora debe ser un vapor saturado (vapor a la temperatura de ebullición del agua líquida) a una temperatura de 5 bares (1 bar = 14.5 PSI)

3.3.3 Energía eléctrica

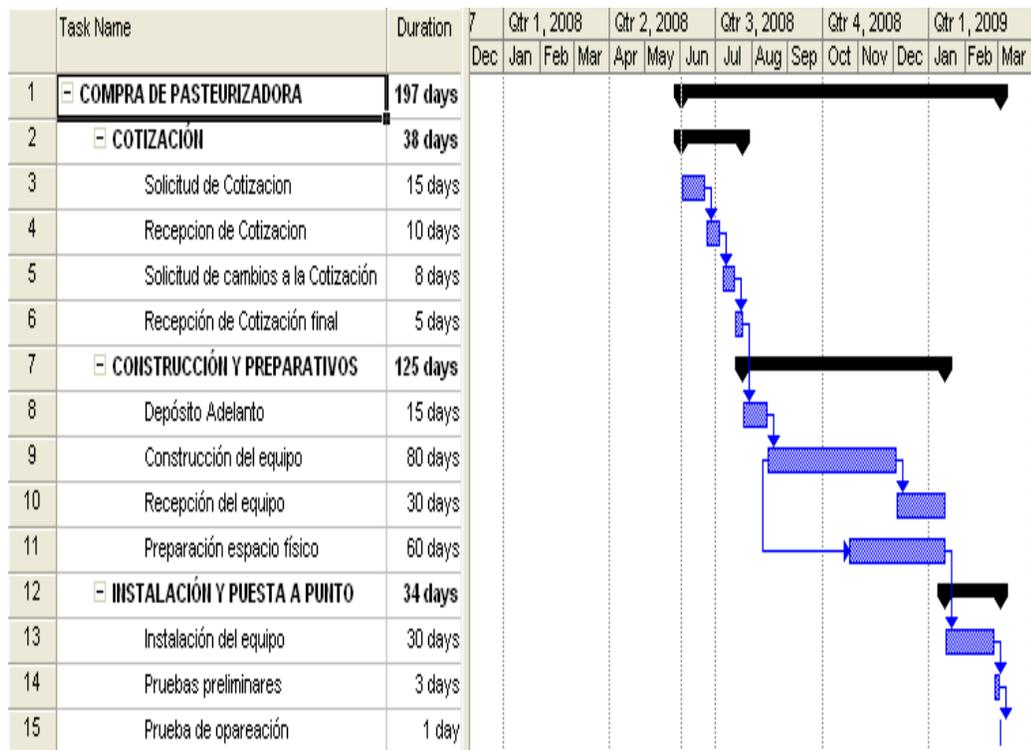
La energía eléctrica es necesaria para hacer funcionar todos los elementos de la pasteurizadora como bombas centrífugas, motorreductores, sensores, foto celdas, etc.

Es necesario que esta tensión eléctrica sea de 480 Volts a una frecuencia de 60 Hz para que todos los componentes de la pasteurizadora funcionen correctamente bajo las especificaciones de construcción del fabricante.

3.4 Cronograma de actividades

El cronograma de actividades para la compra, instalación e implementación del proceso de pasteurización en una línea de producción de bebidas se presenta en la siguiente figura:

Figura 13. Cronograma de actividades proyecto “Desarrollo e Implementación de un proceso de pasteurización en la elaboración de bebidas



4. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE BEBIDAS

Es de gran importancia analizar de forma económica todo proyecto que se quiera llevar a cabo, esto con la finalidad de saber si es o no económicamente rentable la implementación del mismo.

A continuación se detallarán algunos conceptos que son importantes conocer antes de entrar de lleno al análisis económico del proyecto presente.

4.1 Conceptos generales

Es necesario conocer algunos conceptos básicos para comprender correctamente el análisis económico del proyecto de implementación de un proceso de pasteurización en la producción de bebidas, estos conceptos son los siguientes:

4.1.1 Costos

Costo o valor que cuesta algo. Mediante este concepto nos referimos directamente a lo que cuesta (en términos monetarios) la implementación del proyecto, tanto en materiales como en maquinaria y horas-hombre.

4.1.2 Beneficios

Rendimiento que se espera obtener cuando se implementa un nuevo proyecto o se produce un bien de capital.

Esto se refiere a los beneficios económicos que se esperan obtener con la implementación de una máquina, un proceso ó en este caso, un proyecto.

4.1.3 Utilidad

Conjunto de satisfacciones que procuran todas las dosis o unidades de un bien.

4.1.4 Evaluación VPN

Evaluación de valor presente neto es un método de evaluación económica de proyectos la cual realiza a determinando el valor de los flujos de dinero que tendrá el proyecto en la actualidad. El proyecto que mayor VPN tenga es el más indicado para invertir según este método.

4.1.5 Evaluación Económica

Esta evaluación se utiliza para evaluar la rentabilidad total del proyecto relacionando diversas variables que le permitirán concluir al inversionista si debe o no debe realizar dicha inversión.

4.2 Descripción de costos.

A continuación se dará una descripción de los diversos costos en los que se incurrirá debido a la implementación de la pasteurización en el proceso de producción de bebidas.

4.2.1 Costos generados por la implementación del proceso de pasteurización en la elaboración de bebidas.

Los costos en los que se incurrirá al implementar el proceso de pasteurización en la elaboración de bebidas se resumen en la tabla siguiente. Estos costos son lo más aproximado posible, sin embargo antes y durante el proceso de instalación pueden ocurrir eventos que provoquen que se incremente el costo final como el aumento del costo de los combustibles o necesidad de adquirir algún equipo o material adicional para la instalación de la maquinaria.

Tabla II Costos generados por la implementación del proceso de pasteurización en la elaboración de bebidas.

Detalle	Precio en Quetzales
PASTEURIZADORA	
Simonazzi PAMA CLD 70/240 (MALLA) Doble Piso	10,312,003.00
Contro por PLC Siemens	INCLUIDO
Intercambiador de calor en tinas	INCLUIDO
ciclo de pasturización con 4 regeneraciones	INCLUIDO
OPCIONALES PARA LA PASTEURIZADORA	
Suplemento por intercambiadores externos	184,509.00
Pasarela de operador a la entrada y salida	56,108.00
Canal porta cables y cables tablero remoto	295,646.00
Dosificador de aditivos	125,164.00
Lubricación automática Lincoln	56,108.00
12 Filtros autolimpiantes	488,787.00
Soplador de botella a la salida	56,108.00
Control de unidades de pasteurización PRICE	1,107,054.00
Transporte, instalación, puesta en marcha y ejercicio	487,708.00
GASTOS DE INSTALACIÓN DE LA PASTEURIZADORA	
Mano de obra subcontratada	64,740.00
Instalación	10,790.00
Materiales, herramientas y maquinaria para instalación	43,160.00
GRAN TOTAL	13,287,885.00

Fuente: Fuente: Manual Técnico, Pasteurizadora Simonazzi de malla tipo

CLD, Sidel. P.6.

4.3 Descripción de beneficios

Así como se incurre en ciertos costos para la implementación de un proyecto, se espera también que este al fin de cuentas genere un beneficio para la organización.

Entre los beneficios que conlleva la implementación de la pasteurización en el proceso de producción de bebidas están:

4.3.1 Beneficios económicos brindados por la implementación del proceso de pasteurización en la elaboración de bebidas

Es de importancia primordial que un proyecto brinde beneficios económicos a la entidad que lo está implementando para que esta pueda crecer y ser cada vez más productiva, sin embargo no todos los proyectos a la hora de su implementación provocan beneficios económicos.

Algunos proyectos aunque no brindan un beneficio económico a la organización que los implementa, le brindan una ventaja corporativa frente a la competencia, lo cual generará en un largo plazo un beneficio económico que en el corto plazo no se logra apreciar; uno proyecto de este tipo es la implementación del proceso de pasteurización dentro de la línea de producción de bebidas.

Este proyecto conlleva una gran inversión y le brinda a la empresa una ventaja frente a la competencia debido a la calidad de sus productos, a la confiabilidad de los clientes y a la versatilidad de la planta de producción para poder producir diversos tipos de bebidas, lo cual en un futuro le permitirá a la organización obtener beneficios económicos.

Se puede decir entonces que la inversión en este proyecto es un costo de oportunidad, para tener una mayor ventaja frente a los competidores.

4.3.2 Beneficios de versatilidad

A pesar de la carencia de beneficios económicos a corto plazo, con la instalación del proceso de pasteurización se generarán otros beneficios de gran importancia para una organización en constante crecimiento.

Debido a la diversidad de productos que la empresa tiene en producción es necesaria la versatilidad de su planta de producción, es decir que esta pueda producir varios productos, no solamente uno en cierta área, hecho para el cual la pasteurización es un proceso indispensable.

Los jugos naturales son productos que necesitan de la pasteurización para no sufrir una descomposición rápida, por este hecho es necesario contar con una pasteurizadora para que en el momento que se necesite un cambio de producto de una bebida gaseosa a un jugo natural se tenga la certeza que el producto final del jugo natural será un producto con un nivel de vida útil alto y que no provocará daño alguno a la salud del consumidor.

Mejorando también la versatilidad de la planta de producción podemos mencionar que al tener una pasteurizadora, ya no se necesita tener varios equipos para realizar varias funciones sino que solamente se tendrá que tener un equipo para realizar todas estas funciones.

Lo anterior se refiere a que la pasteurizadora, además de brindar inocuidad a los productos provoca también que mediante el calentamiento y posterior enfriamiento de estos el empaque se adhiera a estos de manera óptima, lo cual, si no se tuviera la pasteurizadora tendría que ser generado por dos o más máquinas y no solamente por una.

4.3.3 Beneficios al producto

La pasteurización provoca beneficios que aunque no sean económicos son de gran utilidad para la organización que implementa este proceso en sus líneas de producción.

Los productos, a través de la pasteurización adquieren un tiempo de vida de anaquel más largo, esto debido a la destrucción o desactivación de los agentes degradantes que provocan que estos se descompongan rápidamente.

Esto beneficia a la empresa debido a que sus productos tendrán un tiempo de vida más largo, lo cual es de incentivo para los consumidores, así también asegura la inocuidad de sus productos e incrementa de esta manera su prestigio ante los consumidores.

4.4 Evaluación económica

La evaluación económica de todo proyecto es de gran importancia debido a que esta es la que indica si es o no económicamente viable la implementación de dicho proyecto.

4.4.1 Definición de evaluación económica

Evaluación que se realiza de uno o varios proyectos, tomando en cuenta aspectos financieros para determinar a través de los diversos métodos existentes la factibilidad o no del proyecto, o para determinar cuál es el proyecto que provea los mejores beneficios económicos.

4.4.2 Tipos de evaluación económica de un proyecto

Existen varios métodos de evaluación económica los cuales sirven para indicarnos si un proyecto es o no viable desde el punto de vista económico.

Entre los diversos tipos de métodos que se utilizan para evaluaciones económicas podemos mencionar el de Valor Presente Neto o VPN y el método Beneficio-Costo entre otros. El método de evaluación económica que se utilizará para el presente proyecto se denomina “Producción / Inversión Total” y este muestra el impacto total del proyecto en cuanto al volumen y/o el valor del bien a producir.

4.4.2.1 Evaluación económica del proyecto

Mediante esta evaluación se pretende conocer si se debe implementar un sistema de pasteurización en la producción de bebidas.

Para poder determinar la viabilidad de la implementación del proyecto es conveniente determinar el impacto que tendrá en el nivel de producción del bien a producir y el valor de dicho bien. Esto se muestra a continuación:

Tiempo de vida útil del equipo: 30,000 hrs. de producción.

Velocidad de producción al 50% de capacidad: 45,000 botellas por hora

Botellas a lo largo de la vida útil del equipo:

45,000 bot/hr * 30,000 hrs = 1,350 Millones de botellas pasteurizadas
durante toda la vida útil del equipo

Costo total: Q13,287,885

Producción / Inversión Total = 1,350,000,000 / Q13,287,885

= 101.5 Unidades por cada Quetzal invertido.

Si se considera que cada producto se vende a Q6.5 tenemos que:

101.5 Unidades * Q6.5/Unidad = **Q659.75 se obtendrán por cada Quetzal invertido en el proyecto.**

Podemos ver a través de la evaluación económica que la inversión en el proyecto produce un incremento considerable en la producción, lo cual a su vez produce un alto rendimiento económico debido al precio de venta de los mismos. Este rendimiento económico producido permite que el proyecto sea atractivo para invertir en él.

Es necesario tener en cuenta que dependiendo de las variaciones en el precio del bien que se produce, así se incrementará o disminuirá el impacto de la inversión sobre la producción.

5. SEGUIMIENTO

Es importante darle seguimiento al proyecto para saber si la implementación del mismo trae consigo, a largo plazo los resultados esperados, así como para asegurarnos que no surjan imprevistos y si es así, tomar las acciones necesarias.

5.1 Características del producto terminado

El producto terminado contará con algunas características adicionales a las que ya tenía antes de la implementación. Estas características deben ser evaluadas periódicamente para tener la certeza que los objetivos del proyecto se cumplen.

Las principales características con la que contará el producto final después de haber experimentado el proceso de pasteurización son:

- ✓ Aumento de la vida de anaquel del producto.
- ✓ Bajo nivel de acidez (pH).
- ✓ Sabor adecuado del producto terminado.

5.1.1 Evaluación de las características del producto terminado

A continuación se describe la forma en la cual se lleva a cabo la evaluación las características más importantes que deberá tener el producto terminado después de haber experimentado el proceso de pasteurización.

5.1.1.1 Aumento de la vida de anaquel del producto

La evaluación del aumento de vida de anaquel del producto se lleva a cabo mediante pruebas químicas, las cuales determinan el tiempo en el cuál, en el producto aparecerán agentes que degraden al mismo a un nivel no apto para ser ingerido por parte de los consumidores.

El nivel al cual se considera que el producto ya no puede ser ingerido por los consumidores finales depende de los agentes patógenos que se encuentren en el pero por seguridad de la organización este dato no se puede dar a conocer.

Esta característica es adicional a las características con las que ya contaba el producto antes de la implementación del proyecto, sin embargo esta es de gran importancia puesto que permite un mayor tiempo de vida útil del producto, lo cual se traduce en una mayor confianza del consumidor hacia el producto.

5.1.1.2 Bajo nivel de acidez (pH)

Para poder evaluar el nivel de acidez de la cerveza se lleva a cabo un procedimiento bastante sencillo, el cual consiste en el uso de una tira de papel especial para este cometido, la cual nos indicará, después de sumergirla dentro del producto final, a través de su color cuál es el rango de acidez en el cuál se encuentra el producto.

Normalmente la cerveza tiene un nivel de acidez (pH) bajo, oscila entre 4.3 y 4.7.

5.1.1.3 Sabor adecuado del producto terminado

Es necesario que el producto terminado cuente con un sabor adecuado para poder competir a nivel mundial. Para realizar la evaluación de esta característica se cuenta con varios expertos catadores de cerveza quienes a través de los años han desarrollado un gusto sensible a los cambios del sabor de la cerveza y quienes son los encargados de determinar a través de su juicio si el sabor del producto final es o no el adecuado.

5.1.2 Comparación de características previas y actuales del producto terminado

Entre las diversas ventajas que el nuevo producto tiene sobre el producto anterior (antes de implementar la pasteurizadora) se puede mencionar los siguientes:

La durabilidad de nuevo producto en manos del cliente es más prolongada, esto debido a que tanto el producto como el envase han sido pasteurizado, con lo cual se incrementa la vida útil del nuevo producto.

5.2 Seguimiento del proyecto

Es necesario determinar las actividades de seguimiento que se asignarán al proyecto para comprobar continua y permanentemente si este cumple con los objetivos planteados con anterioridad.

A continuación se presentan las principales actividades de seguimiento para el proyecto, así como la planificación para llevar a cabo cada una de estas a fin de alcanzar los beneficios esperados a través de la implementación del mismo.

5.2.1 Determinación de actividades de seguimiento

Entre las diversas actividades de seguimiento que son necesarias para garantizar el cumplimiento de objetivos por parte del proyecto están las siguientes:

- 1) Evaluación del funcionamiento y estado superficial del equipo.
- 2) Limpieza del equipo.
- 3) Lubricación del equipo.
- 4) Verificar características del producto.
- 5) Verificar el consumo de insumos utilizados por el equipo.

5.2.1.1 Evaluación del funcionamiento y estado superficial del equipo

Es importante la evaluación del funcionamiento y del estado superficial del equipo, a fin de detectar posibles daños que haya sufrido o posibles fallos en su funcionamiento para que sus objetivos sean cumplidos a cabalidad.

Entre las actividades de inspección necesarias a realizar al equipo están:

- Inspección visual superficial del equipo.
- Inspección de las conexiones a las fuentes de abastecimiento de insumos

5.2.1.2 Limpieza del equipo

Durante la operación, el equipo debe estar lo más limpio posible, para prevenir cualquier daño o cualquier perjuicio para el producto que se está pasteurizando.

Los elementos que se deben remover mediante actividades de limpieza del equipo son los siguientes:

- Polvo
- Materiales sueltos
- Grasas y/o aceites
- Restos de bebidas
- Otros materiales ajenos al equipo y al producto.

Esta limpieza se debe llevar a cabo por medio de agua y limpiadores químicos para de remover satisfactoriamente toda la suciedad y elementos no deseados. Esta actividad se debe llevar a cabo diariamente.

5.2.1.3 Lubricación del equipo

La lubricación es una de las actividades de seguimiento más importantes del proyecto debido a que de una lubricación óptima garantiza el cumplimiento de la vida útil del equipo, así como un producto final con características de acuerdo a las especificaciones de calidad.

Debido al equipo del que se trata no se pueden utilizar lubricantes corrientes o de calidad media, se deben utilizar lubricantes de alta calidad que garanticen la buena operación de la maquinaria. La lubricación de la maquinaria debe ser realizada semanalmente y cada mes se debe de cambiar el aceite del sistema hidráulico de la misma.

Las características que deben tener los lubricantes utilizados en este equipo son las siguientes:

- a) Deben mantener su viscosidad a bajas y altas temperaturas
- b) Anticorrosivos
- c) Detergentes

Estas características son esenciales para que el equipo no sufra daño alguno durante su operación y pueda cumplir con su vida útil estimada por el fabricante, así también se mantendrá la calidad del producto final.

5.2.1.4 Verificar características del producto

Es imperativo verificar que las características del producto final sean cumplidas a cabalidad para garantizar los beneficios del proyecto. Como ya se vio con anterioridad el proyecto no brinda beneficios económicos, sin embargo los beneficios que este brinda al producto son los que son necesarios garantizar y esto se debe realizar mediante inspecciones al producto final.

Los aspectos importantes que se necesita inspeccionar en el producto final para garantizar sus características son los siguientes:

1) Vida útil del producto

Mediante exámenes microbiológicos se realiza una prueba de vida útil del producto, la cual no debe ser menor que la vida útil ya establecida por el departamento de control de calidad.

2) Control de características químicas del producto como nivel de ph y ausencia de agentes que puedan perjudicar la vida del consumidor.

3) Sabor del producto

Esta tarea es realizada por catadores profesionales quienes con base a su experiencia saben cuando el producto tiene o no tiene el sabor adecuado.

5.2.2 Otras actividades de seguimiento

Entre otras actividades de seguimiento que son necesarias para garantizar los beneficios el proyecto podemos mencionar:

- Verificar el consumo de insumos en cierto período de tiempo de manera constante para verificar que este consumo no aumente y no se incremente así el costo del proyecto.

5.2.3 Planificación de las actividades de seguimiento

Es necesario planificar la frecuencia de las actividades de seguimiento para tener conocimiento acerca de todas las acciones que se deben de tomar para garantizar que el proyecto se lleve a cabo de forma óptima.

A continuación se presenta una tabla en la cual se encuentra cada una de las actividades de seguimiento necesarias para llevarse a cabo, así como la periodicidad de ejecución de cada una de ellas y las actividades que se deben ejecutar específicamente.

Tabla III Planificación de actividades de seguimiento del proyecto de implementación de un sistema de pasteurización en la elaboración de bebidas.

Actividad de seguimiento	Frecuencia con que se realizará	Detalle de la actividad
Evaluación del funcionamiento y estado superficial del equipo.	Diario	<p>Revisión visual del estado del agua.</p> <p>Revisión de obstrucciones en los aspersores de agua.</p> <p>Revisión de acumulación de vidrio en los transportadores de botellas.</p> <p>Revisión general del buen funcionamiento de todos los elementos del equipo.</p> <p>Revisión visual del estado mecánico del interior del túnel.</p>
Limpieza del equipo	Diario	Limpieza exterior del equipo con agua y limpiadores químicos.
Lubricación del equipo	Semanal	Lubricación y engrase del equipo.
Cambio del aceite del equipo	Mensual	<p>Cambio de aceite del sistema hidráulico de accionamiento.</p> <p>Revisión de los instrumentos de regulación del equipo.</p> <p>Revisión de válvulas de alimentación de vapor y agua y del sistema eléctrico del equipo.</p>
Verificar características del producto final	Diario	Realizar pruebas de nivel de azúcar, sabor, nivel de agentes patógenos y pH al producto final

Planificación de actividades de seguimiento del proyecto de implementación de un sistema de pasteurización en la elaboración de bebidas.

Actividad de Seguimiento	Frecuencia con que se realizará	Detalle de la actividad
Verificar el consumo de insumos utilizados por el equipo	Mensual	Inspeccionar el historial de consumo de los diversos insumos utilizados por el equipo, así como la producción de cada período y compararla con las actuales.

Esta planificación de actividades de seguimiento debe de llevarse a cabo durante toda la vida útil del proyecto, a fin de alcanzar las metas establecidas.

El período de tiempo durante el cual cada una de las actividades se llevará a cabo ha sido establecido considerando la importancia que cada actividad tiene en el rendimiento del equipo.

CONCLUSIONES

1. El proceso de pasteurización es un proceso que se lleva a cabo en un solo equipo, que se encarga, tanto del transporte del producto como del aumento y reducción de la temperatura, a fin de que el producto salga ya pasteurizado, utilizando recursos como el agua, vapor de agua, electricidad y aire comprimido.
2. Existen cuatro diferentes tipos de pasteurización: Alta temperatura y corto tiempo (HTST), por lotes o de flujo continuo, ultra pasteurización (UHT) y pasteurización flash. El más adecuado para este proyecto y debido al producto que se está elaborando y al proceso productivo es la pasteurización HTST de flujo continuo.
3. Los beneficios que genera la implementación del proceso de pasteurización del producto terminado son: una mayor calidad del producto, el incremento del tiempo de anaquel del producto, mayor versatilidad de la planta de producción para elaborar una amplia variedad de productos.
4. La implementación del proceso de pasteurización brinda a la organización diversos beneficios, entre los cuales se pueden mencionar: producción de bebidas completamente inocuas, la seguridad de que el producto que consumen los clientes no perjudicará su salud, así como la versatilidad para producir mayor variedad de productos.

5. Entre las principales actividades mecánicas necesarias para la implementación del proyecto están: Desmontaje del equipo antiguo, montaje del nuevo equipo, identificación y relocalización de fuentes de suministro, tanto de agua como de vapor para el nuevo equipo.

6. A través del análisis económico se logró conocer que por cada quetzal invertido en el proyecto se producirán 101 unidades de nuevos productos y dependiendo del precio de venta de estos productos nuevos, así será el beneficio económico que se obtenga por lo tanto la ejecución de este proyecto es rentable.

7. El producto final obtenido una vez implementado el proceso de pasteurización se puede manejar de una mejor manera, por parte de la organización puesto que su vida útil se ve incrementada gracias a la pasteurización, lo cual implica mayor tiempo de anaquel, beneficiando directamente al consumidor, porque se puede consumir en un mayor período de tiempo, garantizando su inocuidad y asegurando la calidad al consumidor.

RECOMENDACIONES

1. Estudiar a fondo el método de pasteurización que se utiliza para la pasteurización, con el fin de identificar futuras ventajas o contratiempos que este pueda traer consigo, y estar así preparados para aprovecharlas y generar un beneficio agregado o para prevenir cualquier efecto negativo.
2. Actualizar constantemente los conocimientos acerca de los diversos tipos de pasteurización que se utilizan para aprovechar el surgimiento de un método mejor en cualquier momento.
3. Aprovechar al máximo los beneficios que brinda el proyecto a la organización de modo que estos permitan posicionar el producto de mejor manera en la mente de los consumidores.
4. Examinar constantemente el producto final, para garantizar la inocuidad y las características propias del producto para que al llegar este a manos del consumidor final, sea de la mejor calidad.
5. Analizar la cantidad de personas y los horarios necesarios para que éstas ejecuten los cambios mecánicos necesarios, especialmente de las personas subcontractadas para que no se sobrecargue de personal el salón y no interfieran unos a otros.

6. Dar seguimiento constante al proyecto, para no incurrir en gastos mayores y utilizar los beneficios que el proyecto brinda, tanto al producto como a la organización para obtener beneficios económicos e incrementar de esta manera la rentabilidad del mismo.

7. Garantizar la seguridad e integridad del producto a lo largo de todas las operaciones siguientes a la de producción del producto, con el fin de no perder las ganancias obtenidas, a través de la pasteurización debido a un error en el proceso en alguna de estas operaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kreith, Franc. **Principios de transferencia de calor**. 1^a ed. México, 1970.
2. Broderick, Harold. **Beer Packaging. A manual for the Brewing and Beverage Industries**. 1982. USA.
3. Niebel Benjamín, Freivalds Andris. **Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo**. 11^a ed. México: Editorial Alfaomega, 2004.
4. Corles, R. **Manual de envasado de alimentos y bebidas**. USA, 2004.
5. Sanchez, María T. **Procesos de elaboración de alimentos y bebidas**. 3^a ed. México, 2003.
6. Francisco P., Juan José. **Gestión de la seguridad alimentaria**. España, 2002.
7. Lago Brunner, Francisco José. **Análisis comparativo de dos métodos de pasteurización de cerveza.**, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989.

8. Paredes Prah, José Luis. Determinación de la diferencia en el tiempo de vida útil que existe al pasteurizar y al combinar la pasteurización con el uso del choque térmico de un producto alimenticio de baja acidez, Universidad Rafael Landivar, Facultad de Ingeniería, 2001.

9. Alemán Sierra, José A. Elaboración de cerveza a partir de mostos concentrados. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1979. .

10. Chan S. Park. **Ingeniería económica contemporánea. 1997.** Mexico. Editorial Addison Wesley Longman.

11. **Manual técnico pasteurizadora Simonazzi PAMA CLD 70/240, (malla) doble piso,** Sidel Mexico, 2007.

12. Lago Brunner, Francisco Roberto. Análisis comparative de dos métodos de pasteurización de cerveza. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989.