



**Estabilización de los parámetros de pasteurización en la pasteurizadora de la línea 7 de
vidrio del salón de envase en Cervecería Unión S.A.**

María Alejandra Tabares Henao

Informe de práctica empresarial presentado como requisito para optar al título de:
Ingeniera Química

Asesor

Elías de Jesús Gómez Macias, Doctor en Ingeniería

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Química

Medellín

2024

Cita

(Tabares Henao, 2024)

Referencia

Tabares Henao, M. A. (2024). *Estabilización de los parámetros de pasteurización en la pasteurizadora de la línea 7 de vidrio del salón de envase en Cervecería Unión S.A.* [Semestre de industria]. Universidad de Antioquia, Medellín.

Estilo APA 7 (2020)



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Julio César Saldarriaga.

Jefe departamento: Lina María González Rodríguez.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado a mi familia, especialmente a mis padres que son el motor de mi vida.

Agradecimientos

Agradezco a mis padres por apoyarme en todos mis sueños, por ser incondicionales, por todo el amor y paciencia en este proceso de formación.

Tabla de Contenido

Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
1 Objetivos	12
1.1 Objetivo general	12
1.2 Objetivos específicos.....	12
2 Marco teórico	13
2.1 Proceso de elaboración de cerveza.....	13
2.2 Pasteurización de la cerveza.....	14
3 Metodología	17
4 Resultados	18
5 Análisis.....	23
6 Conclusiones	24
Referencias	25

Lista de tablas

Tabla 1. Parámetros de control de la pasteurizadora.....	18
Tabla 2. Monitoreo UPs en el mes de Julio.....	18
Tabla 3. Monitoreo UPs mes de Agosto.	19
Tabla 4. Monitoreo UPs mes de Septiembre.....	19
Tabla 5. Monitoreo UPs mes de Octubre.	20
Tabla 6. Monitoreo UPs mes de Noviembre.....	21
Tabla 7. Monitoreo UPs mes de Diciembre.	21
Tabla 8. Tendencia mejoramiento UPs.	22

Lista de figuras

Figura 1. Diagrama de bloques proceso de elaboración de cerveza. Elaboración propia.	14
Figura 2. Tendencia mejoramiento de UPs.	22

Siglas, acrónimos y abreviaturas

UPs	Unidades de pasteurización
VPO	Voyager Plant Optimisation
PLC	Programmable Logic Controller

Resumen

Cervecería Unión S.A. es una empresa dedicada a la producción de bebidas maltosas alcohólicas y no alcohólicas, que debe garantizar la calidad de sus productos. En la actualidad, la línea 7 del salón de envase de la cervecería se enfrenta al desafío de mejorar la estabilidad sensorial de la cerveza envasada, mediante la estabilización de los parámetros de pasteurización de la pasteurizadora. Durante el desarrollo de este proyecto, se identificaron diversas oportunidades de mejora para el correcto funcionamiento del equipo, a través del monitoreo y seguimiento del proceso de pasteurización se encontró que los parámetros de control de UP's en la pasteurizadora se encontraban en un rango diferente al establecido para cumplir con los estándares de calidad de la cervecería y adicionalmente, se presentaban fallas en las válvulas de control y bombas centrífugas del sistema de agua de la pasteurizadora. Por lo tanto, se implementaron mantenimientos correctivos y se establecieron las condiciones óptimas de operación para garantizar el correcto funcionamiento del equipo.

Palabras clave: Pasteurizadora, parámetros de control, cerveza, calidad, estabilidad sensorial, unidades de pasteurización.

Abstract

Cervecería Unión S.A. is a company dedicated to the production of alcoholic and non-alcoholic malt drinks, which must guarantee the quality of its products. Currently, line 7 of the brewery's packaging room faces the challenge of improving the sensory stability of packaged beer, by stabilizing the pasteurization parameters of the pasteurizer. During the development of this project, various opportunities for improvement were identified for the correct operation of the equipment, through monitoring and tracking of the pasteurization process it was found that the UPs control parameters in the pasteurizer were in a different range than that established to comply with the quality standards of the brewery and additionally, failures occurred in the control valves and centrifugal pumps of the pasteurizer water system. Therefore, corrective maintenance was implemented, and optimal operating conditions were established to guarantee the correct operation of the equipment.

Keywords: Pasteurizer, control parameters, beer, quality, sensory stability, pasteurization units.

Introducción

Cervecería Unión S.A. es una de las 6 plantas de producción de la compañía Bavaria, la cual desde el 2016 hace parte del mayor grupo cervecero del mundo: ABInBev, el cual ha creado un sistema de gestión (VPO) para apalancar y garantizar la continuidad de los resultados en las operaciones. Entre los pilares de este sistema de gestión se encuentra el pilar calidad, que busca entregar productos con altos estándares de calidad, cumpliendo con las expectativas de los consumidores a través de procesos y procedimientos estandarizados (ABInBev).

La planta ubicada en el municipio de Itagüí cuenta con una capacidad de producción anual de alrededor de 3.4 millones de hectolitros y produce las marcas: Pilsen, Aguila, Aguila Light, Club Colombia, Poker, Costeñita y Pony Malta (Bavaria, s.f.). Con el objetivo de llegar a ser una planta de producción de clase mundial, Cervecería Unión S.A. enfrenta el desafío de mejorar la estabilidad sensorial de la cerveza, que se ha visto afectada por altas temperaturas en el proceso de pasteurización en el salón de envase, especialmente en el pasteurizador túnel de la línea de envasado número 7, en la cual se envasan las marcas Aguila, Aguila Light, Pilsen y Poker en la presentación de 1000cc.

Para asegurar la inocuidad y calidad de la cerveza, se emplean las Unidades de Pasteurización (UPs) que son una medida no lineal de tiempo y temperatura que reflejan la tasa de eliminación de los microorganismos en el producto. Un minuto de calentamiento a 60°C se conoce como 1 UP, el rango establecido desde el pilar calidad del sistema de gestión VPO de la compañía para garantizar la calidad del producto es de 9-15 UPs (ABInBev: ZBS).

Teniendo en cuenta este rango de UPs estándar, se definió un valor de estabilización objetivo de 12 UPs para la pasteurizadora de la línea 7, la cual en el mes de Julio presentaba en promedio 17.6 UPs, valor que se encontraba por encima del rango estándar y estaba ocasionando inestabilidad sensorial del producto.

Mediante el monitoreo y seguimiento del proceso de pasteurización se encontraron fallas en equipos fundamentales para el funcionamiento óptimo de la pasteurizadora como lo son, las válvulas de control y bombas centrífugas del sistema de agua, que al no estar en correctas condiciones no dosificaban la cantidad de agua requerida para llevar a cabo de manera exitosa la pasteurización de la cerveza envasada. Simultáneamente, los parámetros de control del equipo no se encontraban alineados con los estándares establecidos por la compañía.

Finalmente, al llevar a cabo mantenimientos correctivos en los equipos e ingresar los parámetros de control correctos a la pasteurizadora, se evidenciaron notorias mejoras en los parámetros sensoriales de la cerveza envasada en la línea 7 desde el mes de Octubre, obteniendo en promedio 12.2 UPs y al implementar estándares de sostenimiento en piso de planta, se logra obtener en el mes de Diciembre 12.6 UPs en promedio.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Evaluar acciones correctivas de operación y máquina para implementar en piso de planta, con la finalidad de estabilizar y centralizar las UPs en la pasteurizadora de la línea 7 del salón de envase en Cervecería Unión S.A.

1.2 Objetivos específicos

- Monitorear y realizar seguimiento del proceso de pasteurización, para conocer el funcionamiento de la pasteurizadora.
- Identificar las condiciones actuales de la pasteurizadora que no permiten el correcto funcionamiento del equipo.
- Establecer las condiciones óptimas de operación de la pasteurizadora para mejorar los resultados de calidad en la estabilidad sensorial de la cerveza.

2 Marco teórico

2.1 Proceso de elaboración de cerveza

La cerveza es la bebida resultante de la fermentación alcohólica mediante levaduras cerveceras seleccionadas, de un mosto procedente de malta de cebada en agua potable, sola o mezclada con otros productos (adjuntos), adicionada con lúpulo y sometida a un proceso de cocción (Ingredientes de la cerveza, s.f.).

La cerveza se elabora con los siguientes ingredientes (Ingredientes de la cerveza, s.f.):

- **Agua:** Elemento esencial para la elaboración de la cerveza, ya que representa entre el 85% y 90% de su composición, por esta razón debe ser pura y potable. Los minerales de mayor interés en la bebida son: calcio, sulfatos y cloruros.
- **Malta de cebada:** Materia prima que aporta el sabor y aroma a la cerveza. Proviene de la cebada, la cual es sometida al proceso maltero, que consiste en hacer germinar los granos de cebada transformándolos en fuente de enzimas, almidón, azúcares, proteínas, vitaminas y minerales.
- **Levadura:** Es un microorganismo unicelular, que produce alcohol y gas carbónico a partir de azúcares. Elemento básico para la fermentación en la fabricación de cerveza y al finalizar el proceso es retirada y separada por filtración.
- **Lúpulo:** Aporta la sensación de amargo, los aromas y sabores florales, cítricos y herbales de la cerveza.
- **Adjuntos:** Son los ingredientes no malteados que proveen azúcares, disminuyen el contenido de proteína para favorecer la estabilidad fisicoquímica de la cerveza y aportan características de sabor. Estos pueden ser sólidos como: arroz, maíz, trigo, soya, entre otros o líquidos como el jarabe de alta maltosa o jarabe de dextrosa.

El proceso de producción de cerveza inicia con la molienda de la malta de cebada, etapa necesaria para liberar el almidón del interior del grano. El almidón aportado por la malta es transformado en azúcar fermentable gracias a varios cambios de temperatura. Posteriormente, el mosto dulce que

puedan ser riesgosos para la salud humana o la calidad del producto, aumentando así de forma segura la vida útil del producto (Pasteurizador túnel y flash: qué son y cómo funcionan, 2023).

Existen 2 tipos de pasteurización, tipo túnel y tipo flash (Pasteurizador túnel y flash: qué son y cómo funcionan, 2023):

- **Pasteurizador tipo túnel:** Permite pasteurizar el producto ya envasado, de modo que la acción térmica se aplica también al envase y tapa del producto. Su funcionamiento consiste en que el envase se desliza dentro del túnel sobre una cinta transportadora y se somete a duchas de agua a temperaturas gradualmente crecientes, que llevan el producto a la temperatura de pasteurización durante un tiempo determinado y finalmente, su temperatura se reduce mediante duchas de agua a temperaturas gradualmente decrecientes.
- **Pasteurizador tipo flash:** Realiza la pasteurización del producto antes de envasarlo y una vez pasteurizado, el producto se enfría, se envía a un depósito de almacenamiento presurizado y, por último, va a la máquina de llenado.

En el salón de envase de Cervecería Unión, las líneas de vidrio cuentan con un pasteurizador tipo túnel, el cual está formado por tanques de recirculación divididos en zona de calentamiento, zona de pasteurización y zona de enfriamiento, posicionados en la parte inferior del equipo. El equipo cuenta con un sistema que recircula el agua de la zona de calentamiento para la zona de enfriamiento y, al contrario, con el objetivo de economizar agua y vapor utilizando el agua del producto frío para enfriar el producto caliente, y el agua del producto caliente para calentar el producto frío (Máquinas Sanmartin Ltda, 2022).

Adicionalmente, el equipo cuenta con un sistema de vapor para calentar el agua en los diversos tanques a través de un intercambiador de calor para obtener las temperaturas deseadas; una torre de enfriamiento que realiza la reducción de la temperatura del agua del sistema de pasteurización, por medio de un sistema de aspersion en conjunto con ventilación forzada; y un sistema de distribución de agua a través del concepto de “lluvia” en toda su extensión, a través de una bandeja con agujeros que está localizada encima de la malla del transportador (Máquinas Sanmartin Ltda, 2022).

Para evaluar la eficiencia de la pasteurización se ha implementado el concepto de unidad de pasteurización (UP), como una medida no lineal de tiempo y temperatura que refleja la tasa de eliminación de los microorganismos en el producto. La temperatura estándar de pasteurización de la cerveza es 60°C, en un minuto a esta temperatura el número de microorganismos se reduce en 90% (Director de calidad global ABInBev, 2022).

- **Unidad de pasteurización (UP):** Cantidad de calor que recibe una cerveza cuando se mantiene a 60°C durante 1 minuto (Director de calidad global ABInBev, 2022).

El control de las unidades de pasteurización es de vital importancia en el proceso de envase, debido a que la pasteurización puede afectar adversamente las cualidades sensoriales de la cerveza, comprometiendo negativamente su calidad, siendo mayor este efecto cuando la presencia de oxígeno disuelto es alta (Castro, 2006).

3 Metodología

Para el desarrollo del proyecto se tuvo un enfoque cuantitativo, ya que se recolectaron y analizaron datos numéricos para identificar el comportamiento de las UPs a lo largo del tiempo, con el fin de implementar acciones correctivas de operación y máquina.

Inicialmente para entender el funcionamiento de la pasteurizadora, se realizó una revisión bibliográfica sobre el quipo y el proceso de pasteurización en la biblioteca del salón de envasado de Cervecería Unión, de igual manera se realizaron visitas constantes a piso de planta con el fin de observar detalladamente el equipo y con ayuda de especialistas en el proceso determinar las condiciones operativas que no permitían el funcionamiento óptimo de la pasteurizadora.

Por otro lado, al realizar el monitoreo y seguimiento diario de las UPs se recopilaron datos sobre el comportamiento de la pasteurizadora y se lograron identificar oportunidades de mejora, respecto a los parámetros de control y las fallas por falta de mantenimiento de las válvulas de control y bombas centrífugas del sistema de agua.

Con el fin de darle cumplimiento al objetivo del proyecto, se solicitaron los mantenimientos correctivos para los equipos que no permitían el funcionamiento óptimo de la pasteurizadora y se realizaron pruebas con los parámetros de control adecuados para centralizar las unidades de pasteurización en el setpoint de 12 UPs, mejorando la estabilidad sensorial del producto.

4 Resultados

Las visitas constantes al salón de envase de la cervecería ayudaron a conocer a detalle la pasteurizadora de la línea 7 y su funcionamiento, lo cual permitió identificar los equipos y las condiciones que estaban afectando las UPs, es decir, el sistema de agua no suministraba la cantidad de líquido requerido para llevar a cabo el proceso de pasteurización eficientemente, debido a que algunas válvulas de control presentaban problemas eléctricos que no permitían la apertura correcta de estas y las bombas centrífugas encargadas de recircular el agua por los tanques de las diferentes zonas de la pasteurizadora ya habían cumplido su vida útil y debían reemplazarse. Simultáneamente, se observó que los parámetros de control ingresados en el equipo no estaban alineados con los rangos de UPs establecidos por la cervecería.

En la tabla 1 se detallan los parámetros identificados en piso de planta que estaban afectando el funcionamiento de la pasteurizadora y los parámetros con los cuales se realizaron las pruebas para centralizar el valor de las UPs.

Tabla 1. Parámetros de control de la pasteurizadora.

Parámetros identificados		Parámetros estándar	
Límite superior	20 UP	Límite superior	15 UP
UP Setpoint	15 UP	UP Setpoint	12 UP
Límite inferior	11 UP	Límite inferior	9 UP

El monitoreo y seguimiento del proceso de pasteurización comenzó en el mes de Julio, cuando las UPs se encontraban fuera del límite superior establecido (9-15 UPs) como se puede observar en la tabla 2, con un promedio de 17.6 UPs.

Tabla 2. Monitoreo UPs en el mes de Julio.

Fecha	UPs	Fecha	UPs
1-jul	16.88	16-jul	22.4
2-jul	17.9	17-jul	16.3
3-jul	-	18-jul	18.6
4-jul	18.2	19-jul	15
5-jul	20.37	20-jul	15
6-jul	23.23	21-jul	14.6

7-jul	18.54	22-jul	20.48
8-jul	17.9	23-jul	15
9-jul	-	24-jul	15
10-jul	19	25-jul	15
11-jul	17.2	26-jul	21
12-jul	16	27-jul	17.8
13-jul	18	28-jul	15
14-jul	18.76	29-jul	17.22
15-jul	17.24	30-jul	14.8

Entre los meses de Agosto y Septiembre se lograron reemplazar todas las bombas centrífugas que habían cumplido con su ciclo de vida y se realizaron los mantenimientos correctivos a las válvulas de control, con estas acciones las mejoras en las unidades de pasteurización fueron evidentes como se muestra en la tabla 3 y 4, logrando llegar al límite superior permitido con un promedio de 15.2 – 15.4 UPs.

Tabla 3. Monitoreo UPs mes de Agosto.

Fecha	UPs	Fecha	UPs
1-ago	-	17-ago	-
2-ago	37.27	18-ago	-
3-ago	14.5	19-ago	-
4-ago	14.62	20-ago	12.22
5-ago	11.46	21-ago	17
6-ago	12.57	22-ago	20
7-ago	-	23-ago	9.9
8-ago	14.31	24-ago	13.5
9-ago	11.6	25-ago	15
10-ago	14.6	26-ago	16
11-ago	14.2	27-ago	14.8
12-ago	14.6	28-ago	12.78
13-ago	13.56	29-ago	13.16
14-ago	14.5	30-ago	17
15-ago	14.8	31-ago	15
16-ago	-		

Tabla 4. Monitoreo UPs mes de Septiembre.

Fecha	UPs	Fecha	UPs
1-sep	17.32	16-sep	15
2-sep	14.51	17-sep	14.7

3-sep	17.83	18-sep	15
4-sep	20.35	19-sep	11.65
5-sep	15	20-sep	12.4
6-sep	14.8	21-sep	13.1
7-sep	15	22-sep	15
8-sep	15	23-sep	14.34
9-sep	15.79	24-sep	17.87
10-sep	-	25-sep	15
11-sep	14.8	26-sep	14.79
12-sep	15	27-sep	19.93
13-sep	14.33	28-sep	16.22
14-sep	23.11	29-sep	15
15-sep	9.7	30-sep	15

Finalmente, en el mes de Octubre se para toda la línea 7 del salón de envase para ingresar los parámetros de control correctos en la pasteurizadora y se logran centralizar las UPs alrededor del setpoint, teniendo una dispersión mínima como se evidencia en la tabla 5.

Tabla 5. Monitoreo UPs mes de Octubre.

Fecha	UPs	Fecha	UPs
1-oct	11.31	17-oct	10.07
2-oct	-	18-oct	9.78
3-oct	12.16	19-oct	14.7
4-oct	11.56	20-oct	13.18
5-oct	11.6	21-oct	15
6-oct	-	22-oct	11.39
7-oct	12.6	23-oct	12.2
8-oct	13.6	24-oct	9.78
9-oct	12.16	25-oct	12.9
10-oct	14.6	26-oct	13.56
11-oct	11.17	27-oct	13.86
12-oct	10.3	28-oct	14.76
13-oct	10.81	29-oct	10.44
14-oct	13.28	30-oct	11.56
15-oct	13.75	31-oct	9.3
16-oct	11.31		

En los meses de Noviembre y Diciembre se establecieron estándares de sostenimiento, enfocados en monitoreos semanales y mantenimientos preventivos mensuales para los equipos

críticos de la pasteurizadora. En las tablas 6 y 7 se pueden observar los valores centralizados de las UPs.

Tabla 6. Monitoreo UPs mes de Noviembre.

Fecha	UPs	Fecha	UPs
1-nov	12.19	16-nov	12.16
2-nov	-	17-nov	12.5
3-nov	11.1	18-nov	12.12
4-nov	12.73	19-nov	12.4
5-nov	10.2	20-nov	11.71
6-nov	19.2	21-nov	12.72
7-nov	16	22-nov	12.07
8-nov	13.06	23-nov	12.19
9-nov	13.9	24-nov	11.9
10-nov	12.4	25-nov	11.7
11-nov	11.61	26-nov	11.77
12-nov	-	27-nov	12.02
13-nov	-	28-nov	10.9
14-nov	11.91	29-nov	12.69
15-nov	13	30-nov	12.6

Tabla 7. Monitoreo UPs mes de Diciembre.

Fecha	UPs	Fecha	UPs
1-dic	12.88	17-dic	11
2-dic	13	18-dic	11.17
3-dic	-	19-dic	12.15
4-dic	13.6	20-dic	15
5-dic	11.48	21-dic	12.2
6-dic	14	22-dic	12.34
7-dic	14.4	23-dic	12.4
8-dic	11.66	24-dic	14.5
9-dic		25-dic	13.7
10-dic	11.81	26-dic	14.03
11-dic	11.04	27-dic	13.03
12-dic	12.2	28-dic	12.35
13-dic	12.47	29-dic	11.34
14-dic	12.3	30-dic	12
15-dic	12.6	31-dic	11.79
16-dic	12.56		

La tendencia de mejoramiento en el valor de las UPs a lo largo de los 6 meses de duración del proyecto se muestra en la tabla 8 y figura 2.

Tabla 8. Tendencia mejoramiento UPs.

Mes	UPs
Julio	17.6
Agosto	15.2
Septiembre	15.4
Octubre	12.2
Noviembre	12.5
Diciembre	12.6

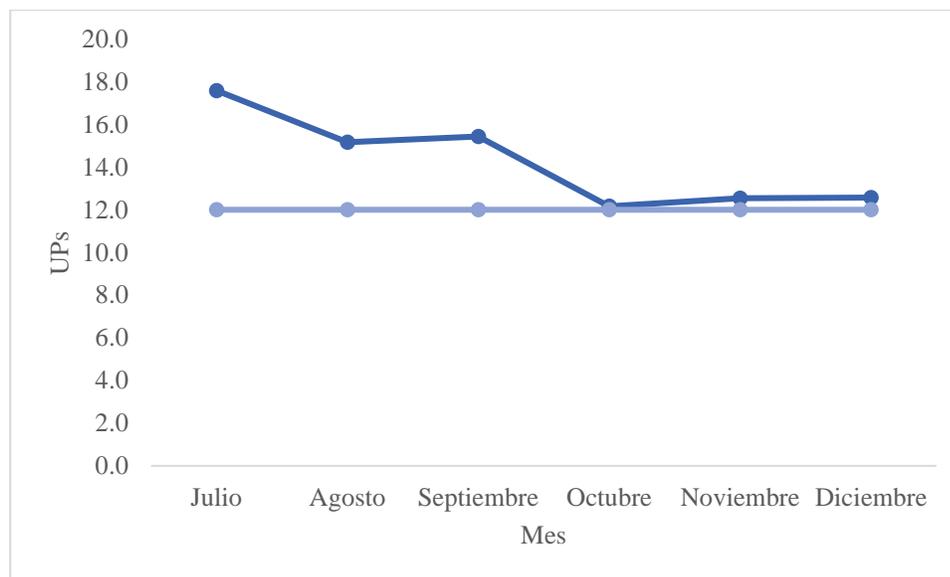


Figura 2. Tendencia mejoramiento de UPs.

5 Análisis

El proceso de pasteurización es fundamental para garantizar la estabilidad sensorial de la cerveza, debido a que asegura la eliminación de microorganismos existentes en el producto. Este proceso se puede ver afectado directamente por el funcionamiento de los equipos que componen el pasteurizador y de los parámetros de control que se ingresan al equipo, por esta razón es de vital importancia implementar en piso de planta estándares de mantenimiento preventivo que permitan asegurar una operación segura y confiable de la pasteurizadora.

El monitoreo constante del proceso brinda un panorama general detallado del funcionamiento de los equipos, lo cual permite identificar fácilmente fallas e irregularidades que afectan los indicadores del proceso. Gracias a la identificación de las fallas en las válvulas de control y bombas centrífugas, se logró mejorar el desempeño de la pasteurizadora, evidenciándose una disminución de las UPs llegando a establecerse en el límite superior permitido por los estándares de la cervecería.

La corrección de los parámetros de control de UPs en el equipo presentó mayor impacto en la centralización de las unidades de pasteurización, esto es debido a que al ajustar estos valores en el PLC la pasteurizadora comienza a estabilizarse automáticamente alrededor del setpoint deseado.

6 Conclusiones

Obtener una cerveza de alta calidad y segura para el consumo del ser humano, no solamente depende de la calidad de la materia prima y de los procesos de elaboración, también se deben tener en cuenta las buenas prácticas de manufactura en el envasado del producto, donde un correcto proceso de pasteurización es esencial para garantizar la calidad e inocuidad de la cerveza.

El mantenimiento preventivo de los equipos de una planta de producción es fundamental para tener una operación segura, confiable y que permita obtener productos de alta calidad.

Al implementar acciones de mantenimiento correctivo, estandarización de mantenimiento preventivo y garantizar los parámetros de control de UPs en la pasteurizadora de la línea 7 del salón de envase de Cervecería Unión, se logran estabilizar las unidades de pasteurización en el setpoint establecido por el área de calidad, mejorando los resultados de estabilidad sensorial de la cerveza envasada en dicha línea.

Referencias

ABInBev. (s.f.). *Historia VPO*.

ABInBev: ZBS. (s.f.). *Packaging/Proceso de envasado*.

Bavaria. (s.f.). *Acerca de nosotros: Cervecería Unión*. Obtenido de Bavaria:
<https://www.bavaria.co/acerca-de-nosotros/cerveceria-union-bavaria>

Castro, R. A. (2006). *Determinación del efecto tiempo-temperatura durante el proceso de pasteurización sobre el color, aroma y "flavor" de cerveza usando análisis sensorial*.

Director de calidad global ABInBev. (2022). *Pilar Calidad VPO: Bloque de métodos de calidad*.

Ingredientes de la cerveza. (s.f.). Obtenido de Bavaria:
<https://www.bavaria.co/cerveza/ingredientes-de-la-cerveza-bavaria>

Máquinas Sanmartín Ltda. (2022). *Manual de operación pasteurizador*.

Pasteurizador túnel y flash: qué son y cómo funcionan. (11 de Julio de 2023). Obtenido de Comac:
<https://www.comacitalia.es/pasteurizador-tunel-y-flash-que-son-y-como-funcionan/>

Proceso cervecero. (s.f.). Obtenido de Bavaria: <https://www.bavaria.co/cerveza/proceso-cervecero-bavaria>