

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

Evaluación del proceso de llenado mediante la aplicación de herramientas de mejora continua para disminuir las mermas en el área de envasado de una industria cervecera

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERA EN ALIMENTOS**

Presentado por:

Shirley Johanna Coronado Blum

Yomira Laleska Nuñez Segura

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año: 2021

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto se lo dedico a Dios, a mis padres por su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida, especialmente en los inicios de mi carrera universitaria debido a que, emocionalmente fueron un pilar fundamental.

A mi hermana, mis abuelitas y Candy que siempre estuvieron a mi lado brindándome apoyo emocional cuando más lo necesitaba.

**Shirley Johanna Coronado Blum**

Por darme absolutamente todo y mucho más de lo que necesito, enseñarme el valor del trabajo duro, de lo necesario que es buscar la paz, la libertad, caminar sin pesos y sin prisas, por regalarme domingos por la mañana con música de Mercedes, Facundo y Silvio, dedico este proyecto a Juan Carlos Nuñez, el mejor papá del mundo.

**Yomira Laleska Nuñez Segura**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios, a mis padres por siempre creer en mí, por la paciencia, consejos y apoyo emocional que me han brindado a lo largo de mi vida

A mi hermana, mis abuelitas y Candy por siempre estar en los momentos más difíciles.

A nuestro tutor PhD. A. Sócrates Palacios, por acompañarnos en esta travesía y siempre darme luz cuando yo veía solo oscuridad.

A todos los profesores que formaron parte de mi vida universitaria por transmitirme su conocimiento.

### **Shirley Johanna Coronado Blum**

A Dios y a la Virgen por ser luz y refugio.

A Juan, Elizabeth, Yara, Carlos y Cuquita, por su compañía constante, su lealtad inquebrantable, por ser mi brújula, mi bastón y mi mayor motivación.

### **Yomira Laleska Nuñez Segura**

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Shirley Johanna Coronado Blum* y Yomira Laleska Nuñez Segura y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



**Shirley Johanna Coronado Blum**



**Yomira Laleska Nuñez Segura**

## EVALUADORES



Firmado electrónicamente por:  
HAYDEE DEL  
ROCIO TORRES  
CAMBA

**Haydeé Torres Cambas, MSc.**  
PROFESOR DE LA MATERIA



Firmado electrónicamente por:  
ARTURO SOCRATES  
PALACIOS PONCE

**A. Sócrates Palacios Ponce, PhD.**  
PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

El presente proyecto tuvo como objetivo estandarizar el sistema HDE del proceso de llenado de una línea de botellas y proponer propuestas de mejora para una línea de latas con la finalidad de disminuir el porcentaje de merma generada en el área de envasado de una industria cervecera. Este estudio se dividió en tres fases, la primera de ellas constó en la recolección de información y el uso de herramientas de mejora continua, la segunda fase se basó en la recolección de datos utilizados en el diseño de experimentos propuesto para la línea de botellas, y la última fase constó en búsqueda de información y elaboración de análisis de calidad en las cervezas envasadas en la línea de latas. En base a los resultados se pudo evidenciar que para lograr un contenido neto menor a 330 ml y un TPO menor a 160 µg/l, la presión de inyección del agua del sistema HDE debe estar entre 7.75-8 bar y el ángulo de movimiento del brazo debe encontrarse entre los valores de 175°-180°. Finalmente, se puede concluir que un excedente de merma generado en el área de envasado representa una pérdida económica para la empresa auspiciante de este proyecto.

**Palabras claves:** Merma, TPO, Contenido neto, Sistema HDE.

## **ABSTRACT**

*The objective of this project was to standardize the HDE system of the bottle line filling process and propose improvement proposals for the can line in order to reduce the percentage of waste generated in the packaging area of a brewing industry. This study was divided into three phases, the first one consisted in the collection of information and the use of process improvement tools. The second phase was based on the collection of data used in the design of experiments proposed for the bottle line, and the last phase consisted of searching for information and elaboration of quality analysis in the beers packaged in the can line. According to the results, it was possible to show that to achieve a net content of less than 330 ml and a TPO of less than 160 µg / l, the injection pressure of the HDE system must be between 7.75-8 bar and the angle of movement of the arm must be between the values of 175 ° -180 °. Finally, it can be concluded that a surplus waste generated in the packaging area represents an economic loss for the company sponsoring this project.*

**Keywords:** Waste, TPO, Net content, HDE System

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
CAPÍTULO 1 .....	1
1.    Introducción .....	1
1.1    Descripción del problema .....	1
1.2    Justificación del problema .....	1
1.3    Objetivos .....	2
1.3.1    Objetivo General .....	2
1.3.2    Objetivos Específicos.....	2
1.4    Marco teórico .....	2
1.4.1    Materia Prima .....	2
1.4.2    Proceso .....	4
1.4.3    Tipos de Cerveza.....	8
CAPÍTULO 2 .....	9
2.    Metodología.....	9
2.1    Análisis de la problemática mediante herramientas de mejora continua .....	9
2.2    Parametrización línea de botella .....	11
2.2.1    Diseño de experimento .....	12
2.2.2    Evaluación de parámetros de calidad .....	14
2.3    Parametrización línea de lata .....	15
2.3.1    Análisis vinculados a la parametrización de presentación en lata .....	16



2.4	Análisis de costos.....	17
CAPÍTULO 3 .....		31
3.	Resultados y análisis .....	31
3.1	Línea de botellas: Análisis de la problemática .....	31
3.1.1	Evaluación de parámetros de calidad .....	20
3.2	Línea de latas: Análisis de la problemática.....	27
3.2.1	Evaluación de parámetros de calidad .....	30
3.2.2	Propuesta de mejora.....	32
3.3	Estimación de costos .....	34
CAPÍTULO 4 .....		36
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	36
4.1.1	Conclusiones .....	36
4.1.2	Recomendaciones .....	36
BIBLIOGRAFÍA .....		38
ANEXOS .....		42

## **ABREVIATURAS**

DOE    Diseño de experimentos  
TPO    Cantidad total de oxígeno

## SIMBOLOGÍA

CO<sub>2</sub> Dióxido de Carbono

µg Microgramo

l Litro

ml Mililitro

N Nitrógeno

O<sub>2</sub> Oxígeno

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig 1.1. Diagrama de procesamiento de cerveza industrial. ....	6
Fig 2.1. Diagrama de Ishikawa / Causa y efecto.....	10
Fig 2.2. Interior del depósito de llenado. Llenadora Krones Botellas. ....	11
Fig 2.3. Medición de volumen de cerveza .....	14
Fig 2.4. Equipo de análisis de TPO .....	15
Fig 2.5. Interior del depósito de llenado. Llenadora Krones Latas .....	16
Fig 3.1. Ishikawa Línea de Botellas .....	19
Fig 3.2. Diagrama de Pareto de la variable respuesta TPO.....	21
Fig 3.3. Diagrama de Pareto de la variable respuesta Contenido neto .....	22
Fig 3.4. Gráfica de efectos principales para la variable respuesta TPO.....	23
Fig 3.5. Gráfica de efectos principales para la variable respuesta Contenido Neto .....	24
Fig 3.6. Gráfica de contorno de la variable respuesta Contenido Neto .....	25
Fig 3.7. Gráfica de contorno de la variable respuesta TPO .....	26
Fig 3.8. Ishikawa Línea de Latas .....	28
Fig 3.9. Diagrama de Equipo-Inclusión Enfriador .....	33

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Pérdidas vinculadas al proceso de envasado .....	7
Tabla 1.2. Categorías de cervezas .....	8
Tabla 2.1. Formato de la Matriz VOC .....	10
Tabla 2.2. Matriz 5 Porqué .....	11
Tabla 2.3. Factores o variables de estudio influyentes en el DOE .....	12
Tabla 2.4. Rangos de aceptación de las variables respuesta .....	12
Tabla 2.5. Factores y niveles del diseño de experimento .....	13
Tabla 2.6. Matriz tratamientos experimentales .....	13
Tabla 3.1. Matriz VOC. Línea de Botellas.....	31
Tabla 3.2. 5W Línea de botellas .....	20
Tabla 3.3. Actividades predefinidas para línea de botellas .....	20
Tabla 3.4. Resultados de las variables respuestas.....	20
Tabla 3.5. Contenido neto según combinación de presión de inyección del agua y ángulo de movimiento.....	25
Tabla 3.6. TPO según combinación de presión de inyección del agua y ángulo de movimiento.....	26
Tabla 3.7. Rangos de Trabajo .....	27
Tabla 3.8. Matriz VOC. Línea de Latas.....	27
Tabla 3.9. 5W Línea de latas.....	29
Tabla 3.10. Actividades predefinidas para línea de latas .....	30
Tabla 3.11. Resultados de Estabilidad de Espuma de junio del 2021 .....	31
Tabla 3.12. Análisis de proteínas .....	31
Tabla 3.13. Proyección mensual de pérdida para línea de botellas .....	35
Tabla 3.14 Proyección mensual de pérdida para línea latas.....	35

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción del problema

La cerveza es una de las bebidas alcohólicas más consumidas alrededor del mundo, se estima que en el Ecuador al año se produce aproximadamente 6´800.000 hectolitros de cerveza (ProChile, 2017). Gracias al avance de tecnológico, la industria, puede realizar automatización y estandarización de los procesos, para así, aumentar la rentabilidad disminuyendo las mermas durante las etapas del proceso productivo.

La última etapa de la producción de cerveza es el proceso de envasado, en el cual se debe garantizar que el producto terminado cumpla con los estándares de calidad. Una empresa dedicada a la producción de cerveza actualmente genera en el área de envasado una merma de 1.3%, el proceso de llenado aparentemente se encuentra vinculado con el excedente de merma.

### 1.2 Justificación del problema

Las industrias agroalimentarias se esfuerzan por mantener bajos niveles de mermas en los procesos productivos y desperdicios que se alineen a los objetivos fijados por la empresa.

Las mermas a lo largo de la línea de envasado en general se dan por producto no conforme, asociados a problemas de incumplimiento de estándares de calidad establecidos o por pérdidas durante el proceso. Estas mermas, que pueden ser pérdidas fijas tales como los arranques de línea, cortes de producción, cambios de insumos para cada tipo de presentación y los cambios de tipo de cerveza; también pueden ser pérdidas variables como los volúmenes en producto terminado dada por una variabilidad de este, es decir sobrellenado o subllenado de una botella o lata.

Este hecho, conlleva a la disminución de producto terminado que puede ser comercializado generando pérdidas económicas. La disminución o el control de las

mermas mediante acciones correctivas genera una mejora en el proceso productivo, lo que implicaría un incremento en la competitividad de la empresa y por ende mayor rentabilidad.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar el proceso de llenado mediante la aplicación de herramientas de mejora continua para disminuir las mermas en el área de envasado de una industria cervecera.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Aplicar herramientas de mejora continua para identificar los factores que influyen en la merma generada en el área de envasado.
- Estandarizar el proceso de llenado de botellas y realizar propuestas de mejoras para la línea de latas.
- Estimar los costos de producción del área de envasado para las presentaciones de botella de 330 ml y latas de 355 ml.

### **1.4 Marco teórico**

El proceso de elaboración de la cerveza es una de los más antiguos, las etapas de producción y las materias primas son de conocimiento público. El presente proyecto se encuentra enfocado en la etapa de llenado de botellas y latas del área de envasado de una industria cervecera.

#### **1.4.1 Materia Prima**

La cerveza es una bebida alcohólica que para su elaboración se utiliza como materia prima: malta de cebada, arrocillo, lúpulo, levadura y agua que representa alrededor del 95% de la composición de la cerveza (Arriola & La Spina, 2017).

### **Malta de Cebada**

La malta se obtiene a partir de la germinación, secado y tostado de la cebada, cereal rico en almidón el cual representa alrededor del 65% de su composición (Bernal Bustos et al., 2017). La germinación tiene como objetivo la formación de enzimas  $\alpha$ -amilasas,  $\beta$ -amilasas que contribuyen en la degradación del almidón a azúcares fermentables; las proteasas son otras de las enzimas formadas durante esta etapa y se encargan de la degradación de las proteínas de la cebada, que posee un contenido proteico alrededor del 10-12% (Arriola & La Spina, 2017). La finalidad del secado es frenar la germinación de la cebada sin inactivar la actividad enzimática y durante el tostado es donde se eliminan las raicillas, plúmulas y fragmentos de la cebada (Suárez, 2013).

### **Arrocillo**

El arrocillo es un subproducto del arroz (*Oryza sativa*), durante la molturación del arroz algunos granos se fragmentan y a estos se los denomina arrocillo (Campoverde,2014). Poseen la misma composición nutricional que el arroz alrededor del 75-80% es almidón, el cual puede ser desdoblado por enzimas ah azúcares fermentables para la obtención de alcohol (Campoverde,2014).

### **Lúpulo**

El lúpulo es una planta herbácea perteneciente al género *Humulus*, su importancia radica en que contribuye significativamente en las propiedades organolépticas de la cerveza, especialmente en el aroma y sabor (Jácome & Ycaza, 2010). El lúpulo utilizado en la industria cervecera es el *Humulus lupulus*, flor hembra sin fecundar en las que crecen glándulas amarillas de lupulina compuestas de: resinas, polifenoles y aceites esenciales (Suárez, 2013). La resina posee  $\alpha$ -ácidos (Humulona) y  $\beta$ -ácidos (Lupulonas) los cuales aportan el típico amargor de la cerveza, contribuyen en la estabilidad y formación de espuma e inhiben el crecimiento de bacterias Gram Positivas (Pavlovic & Pavlovic, 2011). Los polifenoles contribuyen a la estabilidad física de la cerveza y los aceites esenciales influyen en el aroma (Pavlovic & Pavlovic, 2011). El lúpulo se clasifica en dos grupos los amargos y aromáticos, el lúpulo amargo posee un contenido de  $\alpha$ -ácidos mayor al 7%, aporta una mayor cantidad de ácidos amargos



mientras que, el lúpulo aromático posee alrededor de 4-7% de  $\alpha$ -ácidos y aporta más componentes aromáticos que amargos (Suárez, 2013).

### **Levadura**

Las levaduras son hongos utilizados para la transformación de glúcidos en alcohol y CO<sub>2</sub>. En la elaboración de la cerveza se utilizan dos tipos de levaduras una de ellas es la *Saccharomyces cerevisiae*, utilizada en la alta fermentación, su temperatura de acción es entre los 12-24°C, esta levadura también tiene aplicaciones en la industria de elaboración de panes y vinos (Suárez-Machín et al., 2016). Otra levadura utilizada es la *Saccharomyces uvarum*, su temperatura de acción se encuentra entre los 7-13°C por lo que es utilizada en la baja fermentación (Suárez-Machín et al., 2016).

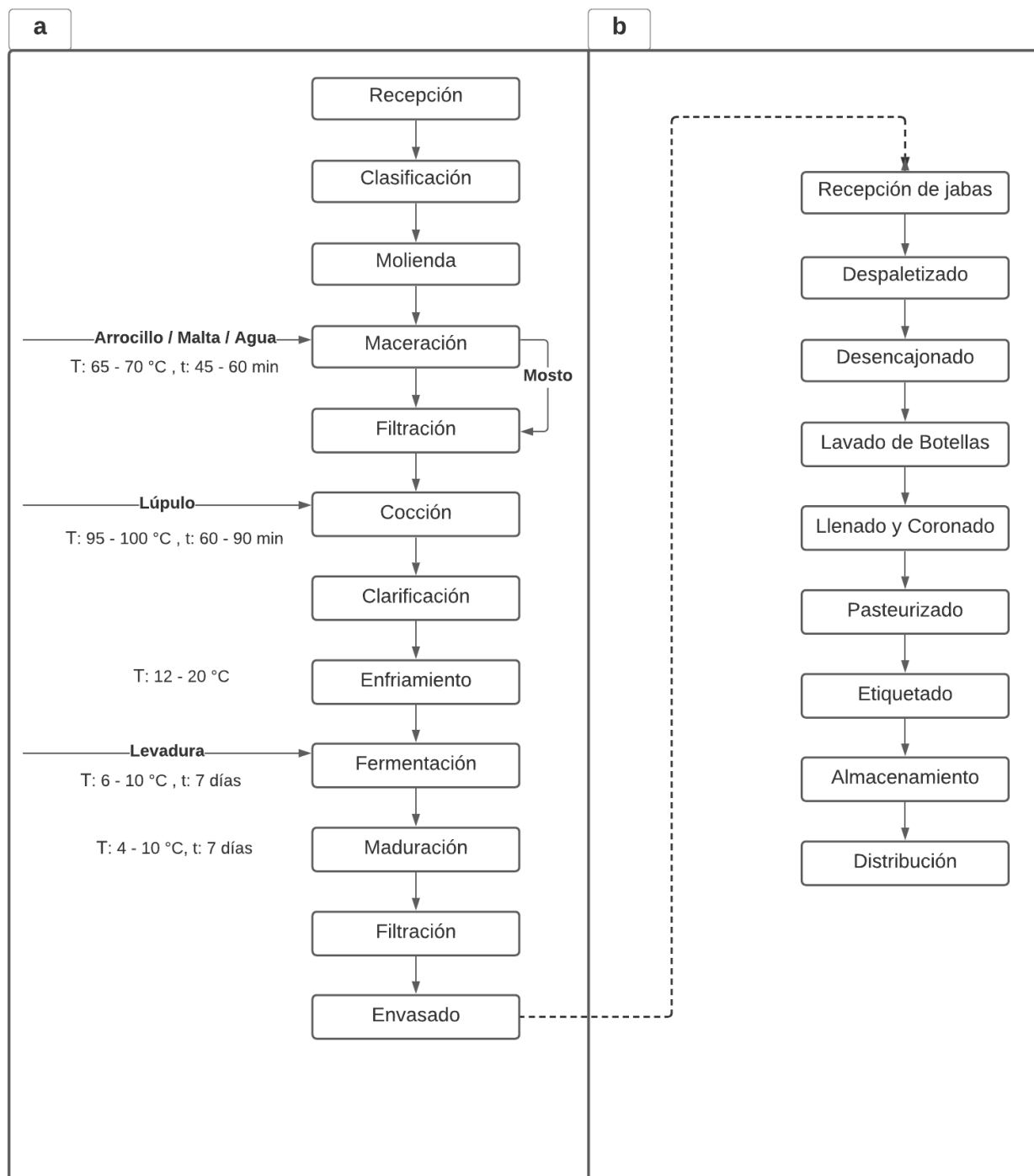
#### **1.4.2 Proceso**

El proceso de fabricación de la cerveza puede ser estratificado en dos áreas de proceso: elaboración y envasado de cerveza (Ver figura 1.1). La figura 1a describe el proceso de elaboración, empezando por la recepción de la materia prima (malta y arroz) empleándose transportadores que direccionan la misma hacia una tolva de almacenamiento. Una vez dada la recepción, debe clasificarse el grano con la finalidad de separar objetos extraños, posteriormente, se aumenta la superficie de contacto del grano, empleando una succión para separar las cáscaras seguido de un proceso de trituración del grano. Con estas actividades preliminares se procede al proceso de maceración, que consiste en mezclar arrocillo, malta y agua para que se produzca la gelatinización de los almidones, obteniéndose el mosto (Cervezomicon, 2017) o cerveza dulce, mismo que es sometido a una filtración para desechar el gabazo y obtener el líquido en un tanque de cocción donde se procede a hervirse y se agrega el lúpulo con la finalidad de generar el sabor amargo. Una vez reposado el líquido, se procede a enviar a un tanque para su fermentación mediante la acción de las levaduras, este proceso tecnológico permite la obtención del alcohol (Suarez, et al., 2016). Después se procede a madurar la cerveza joven y posterior a ello se

inyecta CO<sub>2</sub> misma que pasa finalmente por filtros para retener sólidos y generar un brillo en el producto terminado.

La figura 1b detalla las actividades relacionadas al área de envasado misma que comienza con la recepción de jabas que son ordenadas en palets de madera y luego pasan a la despaletizadora, cuyo cabezal electro-neumático coloca las jabas en una banda transportadora que va dirigida a la desencajonadora, donde se separan las botellas de las jabas para dirijirlas al área de lavado. Una vez limpias, las botellas pasan a ser inspeccionadas mediante sensores que detectan y remueven las botellas no conformes. Posteriormente, el llenado de cerveza es realizado por la llenadora la cual extrae aire por medio de la inyección de CO<sub>2</sub> y pasa a ser tapado herméticamente mediante el coronador.

Entre los sistemas utilizados para el control de mermas en la empresa auspiciante de este trabajo esta el sistema check-mat, el cual permite detectar botellas y latas no conformes de producto terminado. Las botellas que aprueba el check-mat, pasan a ser pasteurizadas y posteriormente son etiquetadas. Finalmente la encajonadora se encarga de colocar las botellas en jabas y luego son paletizadas. La única diferencia con un envasado de latas, no existe el proceso de lavado y el equipo de llenado es electrónico el cual tiene un a configuración adaptada para cada tipo de cerveza.



**Fig 1.1.** Diagrama de procesamiento de cerveza industrial.

**1a.** Proceso de elaboración **1b.** Proceso de envasado

[Elaboración Propia]

### 1.4.2.1 Problemas vinculados a mermas en el área de envasado

El proceso de envasado de latas y botellas está vinculado a diferentes fuentes de generación de pérdidas propias de la actividad. La tabla 1.1, detalla una clasificación respecto a pérdidas agrupándolas en un contexto de pérdidas fijas y variables (Romani, 2016).

**Tabla 1.1.** Pérdidas vinculadas al proceso de envasado

Actividad		Causas
Fija	Arranque de producción	Se genera una purga del líquido con la finalidad de establecer las condiciones de arranque de la línea de llenado y además garantizar que se cumplan los parámetros de calidad de la cerveza.
	Cortes de producción	Entre producción o un cambio de producto existe un remanente de producto en las tuberías y en la llenadora, para recuperar y almacenar ese remanente se debe de empujar el fluido con CO <sub>2</sub> .
Variable	Volumen de cerveza	Los problemas de volumen se centran en el límite de llenado debido a que, puede estar por encima o por debajo del mismo, provocando un sobrellenado o subllenado de producto en latas y botellas. La espuma de la cerveza puede ser un factor influyente en el llenado ya que, puede generar variabilidad en el volumen una vez que se estabilice.

**Fuente:** (Romani, 2016)

### 1.4.2.2 Parámetros de calidad evaluados en la cerveza

El oxígeno es un parámetro crítico evaluado en la cerveza adicionalmente se evalúan otros parámetros como análisis de espuma, pH y volumen de llenado.

El análisis TPO conocido como oxígeno total de envase tiene como finalidad conocer la cantidad de oxígeno total y de CO<sub>2</sub> presentes en un envase (Sánchez Picón, 2020). Una alta cantidad de oxígeno influye en las características organolépticas de la cerveza. La industria cervecera utiliza CO<sub>2</sub> para desplazar el oxígeno presente en

envases vacíos y en la cerveza, para la presentación de botella en la empresa auspicante de este trabajo existe el sistema HDE, en donde se utiliza agua presurizada a altas temperaturas (85°C-100°C) para poder remover la mayor cantidad oxígeno presente en la cerveza (Sánchez Picón, 2020).

### 1.4.3 Tipos de Cerveza

El mercado de cervezas en el país se centra principalmente en aquellas que son provenientes del sector industrial, seguido del sector artesanal que en los últimos años ha tenido un mayor auge (Alburqueque et al., 2018). En el sector industrial cervecero, la cerveza tipo lager o de baja fermentación es muy común, ya que el proceso de filtración no es complicado y ayuda a mejorar la apariencia del producto terminado (Chávez Jácome, 2017). Este tipo de cervezas se las consume a bajas temperaturas entre 2 – 10 °C (Alburqueque et al., 2018). La tabla 1.2 detalla dos tipos o categorías de cervezas muy relacionadas al ámbito de industria a gran escala.

**Tabla 1.2.** Categorías de cervezas

<b>Categoría</b>	<b>Aspecto</b>
Lager Pilsen	Se caracteriza por un color dorado o rubio intenso, con grado alcohólico bajo 3.5-4%, posee un amargor suave y aromas florales y a cereal.
Lager ámbar	Se caracterizan por un color dorado oscuro, con un grado alcohólico entre 4.5-5.5%, posee un sabor amargo y aroma a cereal tostado.

**Fuente:** (Alburqueque et al., 2018).

Después de la fermentación son sometidas a un acondicionamiento a bajas temperaturas, son uno de los tipos de cerveza más populares en Europa occidental y su temperatura de servicio se encuentra entre los 2-10°C (Chávez Jácome, 2017).

# CAPÍTULO 2

## 2. Metodología

La metodología aplicada se dividió en dos partes, la primera se basó en la parametrización de la línea de botella en la etapa de llenado, en donde se buscó estandarizar el ángulo de giro y presión del agua utilizados por el sistema HDE, que tiene como finalidad desplazar el oxígeno del espacio de cabeza del envase. La segunda parte se basó en identificar en la línea de lata cuál era el producto que generaba el mayor excedente de merma. Finalmente, se estimó los costos del proceso de llenado en botellas de 330 ml y latas de 355 ml.

A continuación, en el capítulo 2 se explica la metodología utilizada en el presente proyecto.

### 2.1 Análisis de la problemática mediante herramientas de mejora continua

El problema de merma fue analizado mediante herramientas de mejora continua, con la finalidad de identificar y proporcionar soluciones a esta industria. Las herramientas utilizadas fueron:

#### **Voz del cliente (VOC)**

Esta herramienta se empleó con la finalidad de conocer la problemática y expectativas del cliente, esto se lo realizó mediante entrevistas y visitas de campo al área de envasado de la empresa auspiciante, en conjunto con ellos se llegó al consenso que el proyecto se centraría en la etapa de llenado de las presentaciones de botellas y latas, con la finalidad de conocer si esta etapa influye considerablemente en el excedente de merma que se genera en el área de envasado. La tabla 2.1 detalla el formato utilizado, se compone de la queja del cliente, luego se extrae la idea principal a partir del problema, se indagan cuáles son las necesidades o aspiraciones del cliente y se establecen los límites de control.

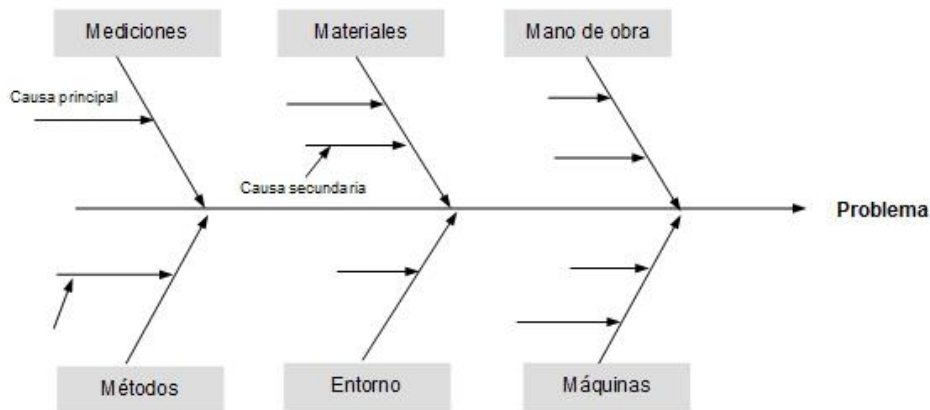
**Tabla 2.1.** Formato de la Matriz VOC

VOC	Problema clave	Necesidades	Indicador	Meta	Límites

[Elaboración Propia]

### Diagrama de Ishikawa

El diagrama causo-efecto también conocido como diagrama de Ishikawa (ver figura 2.1) fue utilizado para analizar las posibles causas del excedente de merma en las presentaciones de botella y latas (Saglimbeni, 2015). Es un tipo de herramienta cualitativa, antes de hacer uso de este método se identificó el problema, se trabajó en grupos de trabajo con personas relacionadas al área de envasado y se realizó una lluvia de ideas. Esta herramienta generalmente consta de 5 grupos predefinidos conocidos como las 5 M que son: materiales, máquina, método, mano de obra y medio; no siempre se van a utilizar todos los 5 grupos depende del contexto del problema (Ocampo & Pavón, 2012).



**Fig 2.1.** Diagrama de Ishikawa / Causa y efecto

**Fuente:**(Ocampo&Pavón,2012).

### 5 Porqué

Para identificar la causa raíz del problema de mermas en la línea de envasado de latas se procedió a emplear la herramienta de los 5 porqué, la cual es una técnica de análisis utilizada para resolver problemas, con la finalidad de poder realizar todas las

acciones necesarias y solucionar la problemática planteada, básicamente es una sucesión de por qué a partir de la respuesta anterior (Pérez, 2015). La tabla 2.2 es la matriz utilizada para el desarrollo de los 5 porqué.

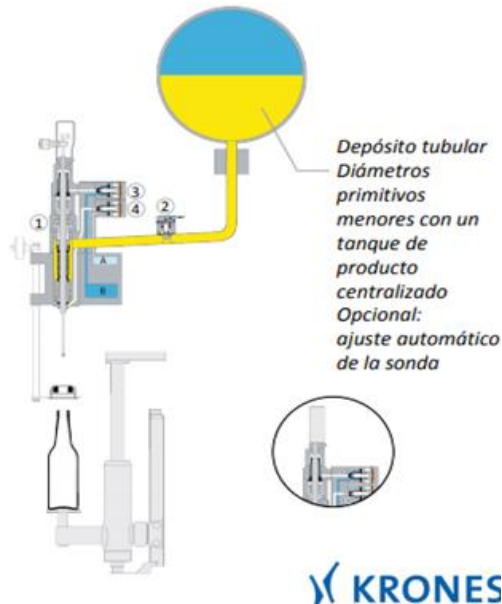
**Tabla 2.2.** Matriz 5 Porqué

Descripción Del Problema				
1 ¿Por qué?	2 ¿Por qué?	3 ¿Por qué?	4 ¿Por qué?	5 ¿Por qué?

[Elaboración Propia]

## 2.2 Parametrización línea de botella

La línea de botella es una línea netamente mecánica. La llenadora Krones serie VK combina las ventajas de un sistema mecánico / electroneumático robusto (KRONES Mecafill VKP, s.f) que permite que el equipo se acople a la combinación de producto y envase.



1. Cilindro de control de la válvula de líquido
2. Válvula de conmutación entre llenado rápido / lento
3. Válvula de presurización y retorno de gas
4. Válvula de descarga de presión
- A. Canal de descarga de presión
- B. Canal de presurización

**Fig 2.2.** Interior del depósito de llenado. Llenadora Krones Botellas.

**Fuente:**(KRONES , 2018).



La figura 2.2 muestra el interior de cada depósito de la llenadora. El envase se presiona contra la válvula y procede a presurizarse, una vez que entre el depósito anular de tubo y en la botella alcanzan la misma presión, se da inicio al sistema de llenado (KRONES , 2018). El sistema HDE consiste en la inyección de agua caliente 85 – 100 °C, con la finalidad de disminuir los niveles de O<sub>2</sub> de la cerveza.

### 2.2.1 Diseño de experimento

Para la estandarización del proceso de llenado se realizó un diseño factorial 2<sup>2</sup> (DOE), las variables o factores independientes, así como, las variables respuestas a ser consideradas en el presente trabajo se detallan en la tabla 2.3.

**Tabla 2.3.** Factores o variables de estudio influyentes en el DOE

<b>Variables o factores independientes</b>	- Presión de inyección de agua (bar)
	- Ángulo del brazo (°)
	- Altura del brazo
	- Temperatura del agua inyectada
<b>Variables respuestas</b>	- Temperatura de la cerveza
	- Contenido neto
	- Nivel de TPO

[Elaboración Propia]

Los rangos de las variables respuestas contenido neto y nivel de TPO del envase, no se basaron en ninguna norma sino se tomó en consideración los rangos de conformidad establecidos por la empresa auspiciante a través de sus políticas de control interno, los rangos se detallan en la tabla 2.4.

**Tabla 2.4.** Rangos de aceptación de las variables respuesta

<b>Variable respuesta</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Contenido neto (Presentación 330mL)	327	333
Niveles de TPO (µg/l)	0	160

[Elaboración Propia]

Una vez evaluadas las condiciones actuales de procesamientos los factores independientes que pueden ser manipulados por parte del operario y que fueron seleccionados para la experimentación en el presente trabajo son: presión de inyección de agua (bar) y ángulo del brazo (°), a partir de los cuales se definió la hipótesis del DOE y con ellos los niveles de cada factor que se detallan en la tabla 2.5. Para el análisis de datos del se utilizó el software estadístico MINITAB.

**Hipótesis:**

*Ho: La presión del agua y ángulo del brazo no influyen en el contenido neto ni en el nivel de TPO del envase.*

*Ha: La presión del agua y ángulo del brazo influyen en el contenido neto y en el nivel de TPO del envase.*

**Tabla 2.5.** Factores y niveles del diseño de experimento

	<b>Factor A: Presión del Agua (Bar)</b>	<b>Factor B: Ángulo del Brazo</b>
<b>Niveles</b>	5.5 (-)	140(-)
	8 (+)	180(+)

[Elaboración Propia]

La matriz de diseño de experimento que se detalla en la tabla 2.6, resume las corridas planificadas para el desarrollo del experimento con las diferentes combinaciones de factores por corrida.

**Tabla 2.6.** Matriz tratamientos experimentales

<b># Experimento</b>	<b>Factor A: Presión del Agua (Bar)</b>	<b>Factor B: Ángulo del Brazo</b>
1	-	-
2	-	+
3	+	-
4	+	+

[Elaboración Propia]

## 2.2.2 Evaluación de parámetros de calidad

### Contenido neto

El subllenado o sobrellenado son no conformidades, debido a que, si no cumplen con la especificación máxima o mínima, automáticamente el check-mat rechaza el envase, a esto se lo conoce como merma.

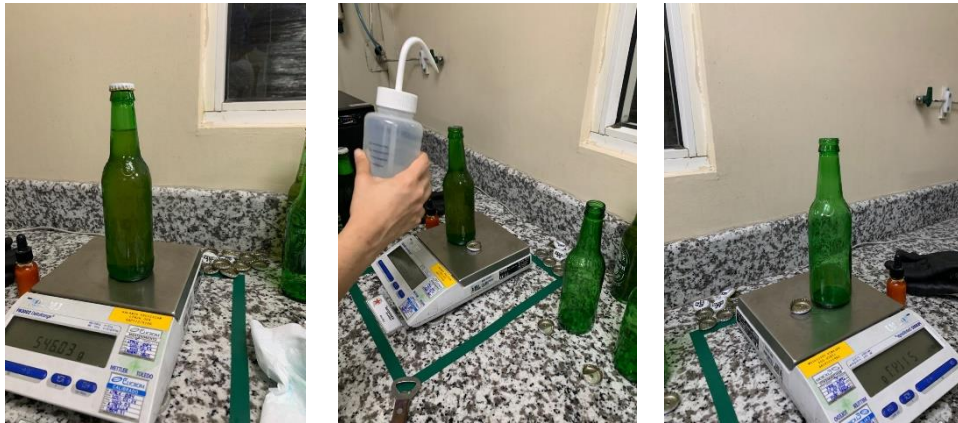
La medición de este parámetro constó de obtener el peso de:

- La botella llena con producto terminado.
- Botella rebasada con agua destilada.
- Botella vacía.

Una vez obtenidos estos datos se utilizó la ecuación 2.1, para estimar el contenido neto de las botellas.

$$Cont\ net = \frac{(Envase\ lleno - Envase\ vacío)}{((0.0036 * CO_2) + Densidad) * 0.997 + 0.0012} \quad (2.1)$$

La figura 2.3 muestra las tres mediciones que se realizan, cuyos valores se procesan en una hoja de Excel que brinda el volumen de cerveza inyectada en cada botella.



**Fig 2.3.** Medición de volumen de cerveza  
[Elaboración Propia]

### Oxígeno total del envase (TPO)

El objetivo principal era determinar la cantidad de oxígeno contenido en la botella de cerveza (HACH, 2015). La empresa en la que se llevó a cabo este proyecto tiene como límite permisible de TPO valores entre 0 – 160 ppb. Para este análisis se empleó el equipo disponible en el laboratorio (ver figura 2.4) que mide los valores de

O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> presente en la muestra. El principio de funcionamiento de este equipo se basa en perforar la botella e inyectar CO<sub>2</sub> o N<sub>2</sub> para evitar la formación de burbujas y medir el O<sub>2</sub> presente en el espacio de cabeza de la botella o lata y el oxígeno disuelto en la cerveza (Pentair, 2019). El CO<sub>2</sub> medido por este equipo se basa en la ley de Henry (Pentair, 2019).



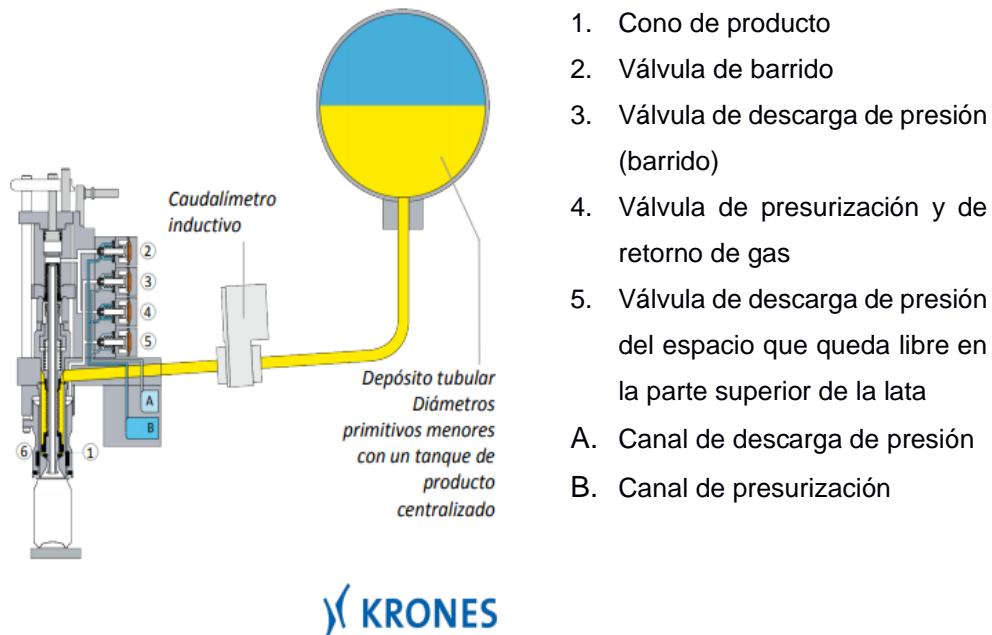
**Fig 2.4.** Equipo de análisis de TPO  
[Elaboración Propia]

### 2.3 Parametrización línea de lata

La línea de latas es una línea mecánica / electrónica la cual dispone de una llenadora marca KRONES serie Modulfill VFS-C, su ajuste es dependiente del respectivo formato y la altura de lata, el rendimiento aproximado de 22,000 latas/hora; el llenado consiste en una válvula que desciende de forma neumática y ejerce presión contra la lata. Se realiza un proceso de barrido previo al llenado, el cual se controla mediante un caudalímetro (ver figura 2.5), una vez alcanzado el volumen se cierra la válvula (KRONES , 2018).

Es decir, no existen parámetros de variación que deban controlarse en la cerveza, debido a que la línea corre por configuraciones seteadas para cada presentación. Para este proceso, se planteará realizar el uso de herramientas de mejora continua que

permitan indagar en las causas del problema actual del proceso de llenado en este tipo de envase.



**Fig 2.5.** Interior del depósito de llenado. Llenadora Krones Latas

**Fuente:**(KRONES , 2018).

### 2.3.1 Análisis vinculados a la parametrización de presentación en lata

A continuación, se detallan los análisis de calidad realizados a la cerveza en presentación en lata.

#### Análisis de proteínas

En la industria cervecera el contenido de proteínas en el producto está vinculado a la calidad y rentabilidad en su procesamiento (PARALAB, 2020). El método de análisis utilizado fue de la AOAC 920.53 (proteína en la cerveza mediante el método de Kjeldahl), que se basa en la obtención del % de Nitrógeno presente en la muestra y mediante la multiplicación con un factor de corrección, obtener el % de proteína presente en una muestra. La ecuación 2.2 que se detalla a continuación muestra el factor de corrección utilizado.

$$\%N \times 6.25 = \% \text{ Proteína} \quad (2.2)$$

### **Análisis de estabilidad de espuma**

La espuma es el gas disperso en un líquido, las propiedades espumantes de una proteína se caracterizan por el volumen inicial de espuma (capacidad espumante) y los cambios en función del tiempo de las características de la espuma (estabilidad) (Ferrari, 2012).

## **2.4 Análisis de costos**

Para el análisis de costos se requirió previamente conocer:

- Precio de la materia prima
- Mano de obra directa e indirecta
- Sueldos
- Costos de energía eléctrica y agua
- Cantidad de días laborales
- Precios de los equipos y su devaluación

La finalidad era obtener una proyección mensual del dinero perdido por la producción de mermas con valores del 1.3% y realizar un análisis comparativo con un escenario favorable del 1%.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo se detallan las herramientas de mejora continua utilizadas tanto en la línea de botella y latas, también, se describen los resultados del diseño de experimentos realizado en la línea de botellas para la presentación de 330 ml. Igualmente, se da a conocer las propuestas de mejoras para la línea de botellas. Por último, se detallan los costos de la presentación de botellas de 330 ml y de latas de 355 ml.

### 3.1 Línea de botellas: Análisis de la problemática

#### Voz del cliente Línea de Botellas

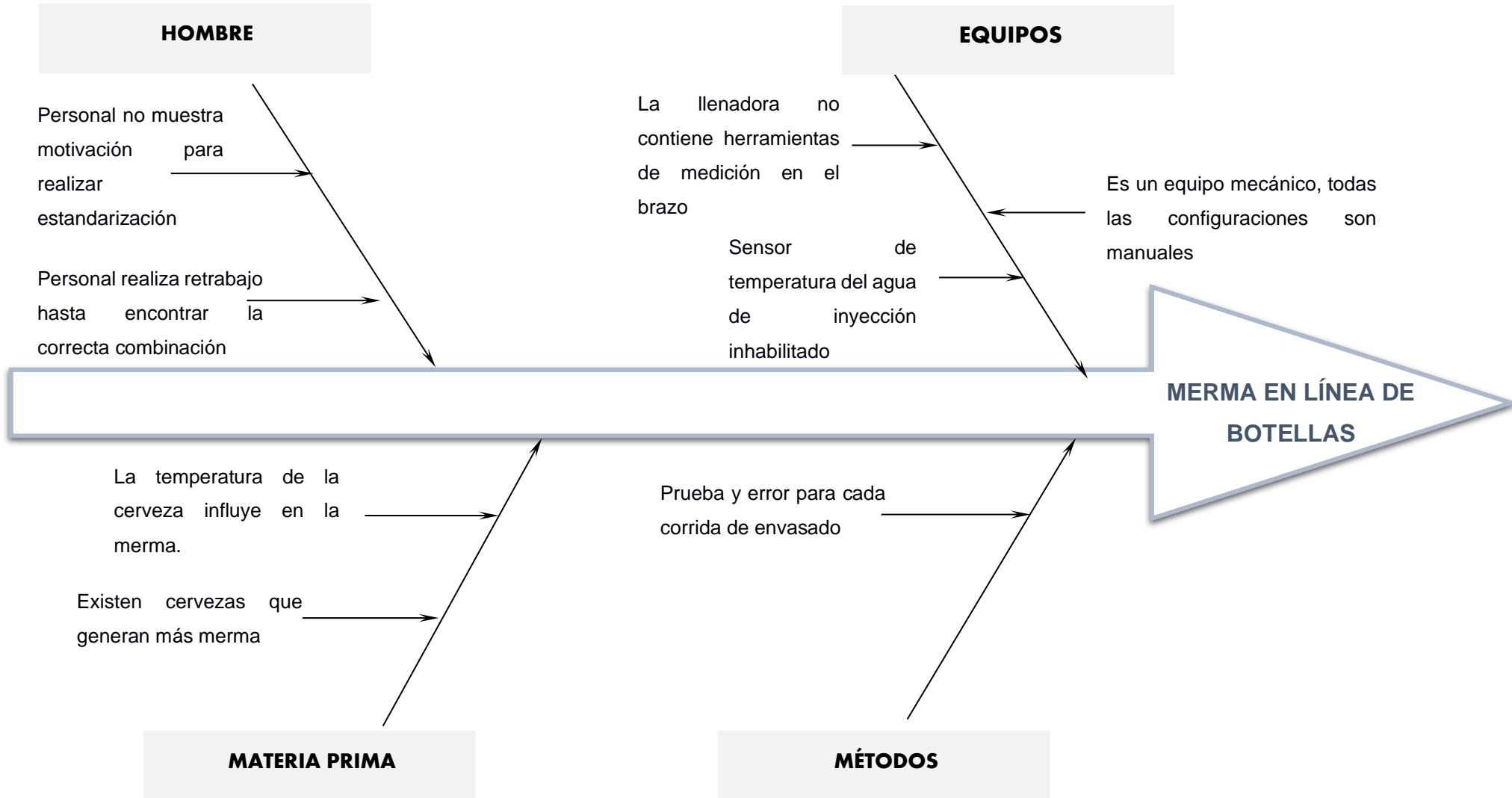
Se realizó un acercamiento directo con las personas implicadas en el desarrollo del proyecto, para ello se procedió a sintetizar en una matriz VOC (tabla 3.1) la información recopilada.

**Tabla 3.1.** Matriz VOC. Línea de Botellas

MATRIZ VOC BOTELLAS					
VOC	Problema clave	Necesidades	Indicador	Meta	Límites
Merma en envasado supera el indicador.	Merma en envasado de botellas.	Identificar en que parte de la línea de envasado se da el mayor porcentaje de merma.	Número de botellas no cumplen con parámetros de calidad.	1%	< 1%
Configuraciones de la llenadora no están establecidas.	No existe una configuración establecida de funcionamiento.	Parametrización de altura y ángulo del brazo, presión y temperatura.	TPO y volumen.	TPO < 160 Volumen 330	0<TPO<160 327<V<330

[Elaboración Propia]

### Ishikawa Línea de Botellas



**Fig 3.1.** Ishikawa Línea de Botellas  
[Elaboración Propia]



## 5W Línea de Botellas

**Tabla 3.2.** 5W Línea de botellas

Descripción Del Problema		Merms en la línea de envasado superan el 1%		
1 ¿Por qué?	2 ¿Por qué?	3 ¿Por qué?	4 ¿Por qué?	5 ¿Por qué?
Existe gran número de botellas no conformes que son destinadas a la merma.	Muestras obtenidas de la llenadora no cumplen con los límites de TPO y contenido neto de la cerveza.	La llenadora arranca mediante prueba y error hasta obtener la combinación del día.	No existe una estandarización de los parámetros por presentación en la línea.	No se ha estudiado el caso a detalle.

[Elaboración Propia]

Una vez desarrolladas todas las herramientas de mejora continua, se propuso realizar las actividades que se encuentran detalladas en la tabla 3.3.

**Tabla 3.3.** Actividades predefinidas para línea de botellas

Actividades por realizar	
Actividad	Programado
Realizar un diseño de experimentos para probar la mejor combinación en la llenadora.	Julio 20 – 25

[Elaboración Propia]

### 3.1.1 Evaluación de parámetros de calidad

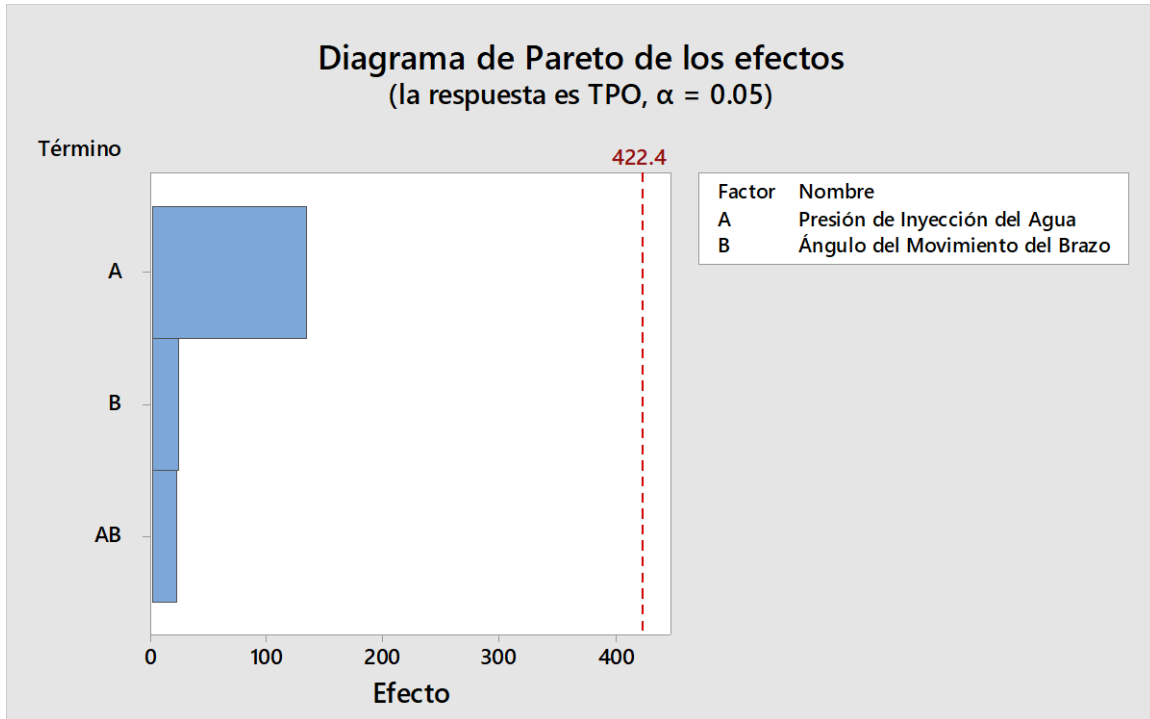
Para el diseño de experimento las variables respuestas fueron los parámetros de calidad TPO y contenido neto, la tabla 3.4 muestra el promedio de las mediciones de las variables respuestas al variar el ángulo del movimiento del brazo y la presión de inyección del agua.

**Tabla 3.4.** Resultados de las variables respuestas

Presión de Inyección del Agua	Ángulo del Movimiento del Brazo	TPO µg/l	Contenido Neto (ml)
8	180	38.61	329.58
5.5	180	194.60	331.95
5.5	140	150.28	329.85
8	140	37.70	332.20

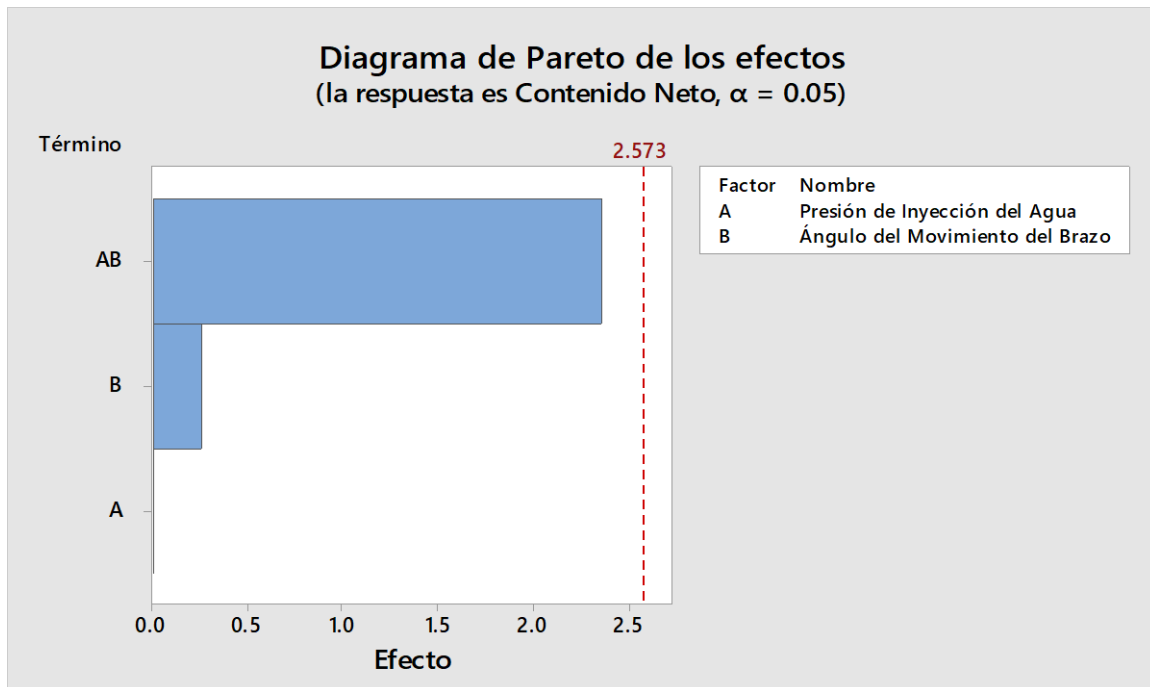
[Elaboración Propia]

Las herramientas utilizadas para el análisis del diseño de experimento fueron el diagrama de Pareto, gráficas factoriales y gráficas de contorno.



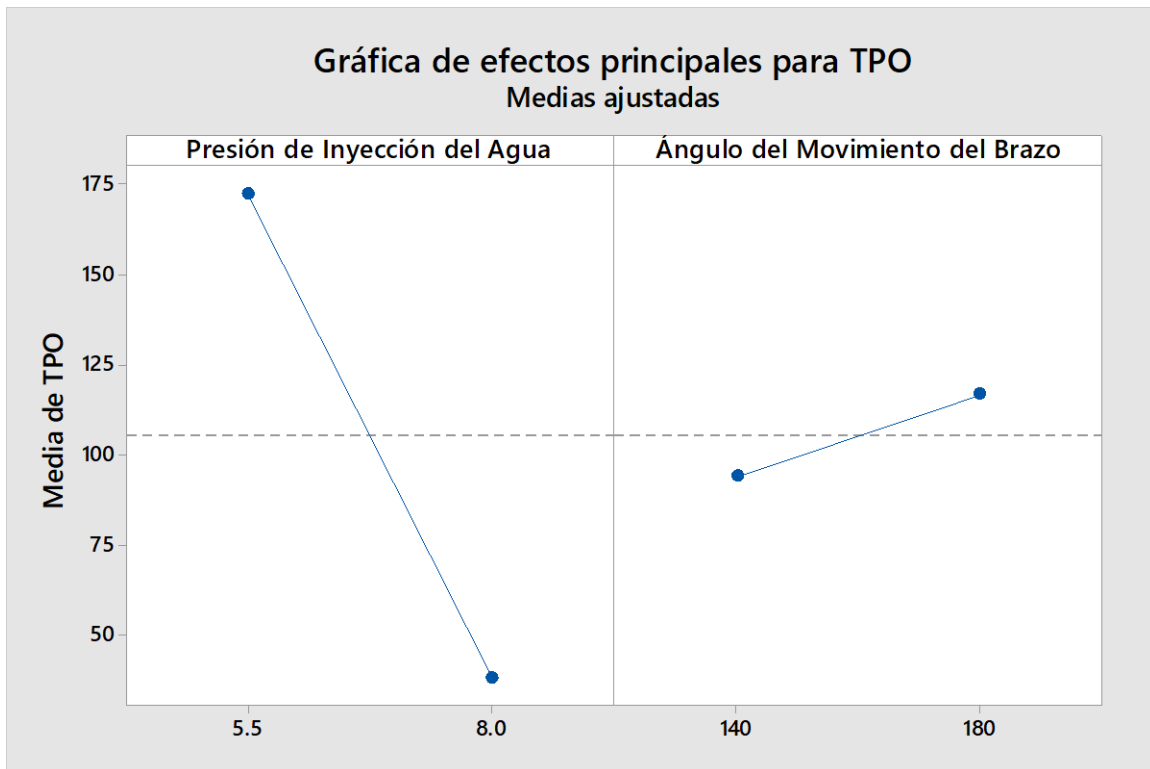
**Fig 3.2.** Diagrama de Pareto de la variable respuesta TPO  
[Elaboración Propia]

En La figura 3.2 se puede observar los efectos sobre los factores lineales y la interacción entre ellos sobre la variable respuesta TPO. Debido a que, ni los efectos lineales ni la interacción entre ellos sobrepasan la línea de significancia (entrecortada) se puede deducir que, no existen efectos estadísticamente significativos sobre esta variable respuesta, sin embargo, se puede apreciar una tendencia en la cual la presión de inyección del agua es el factor que ejerce un efecto más significativo sobre el TPO.



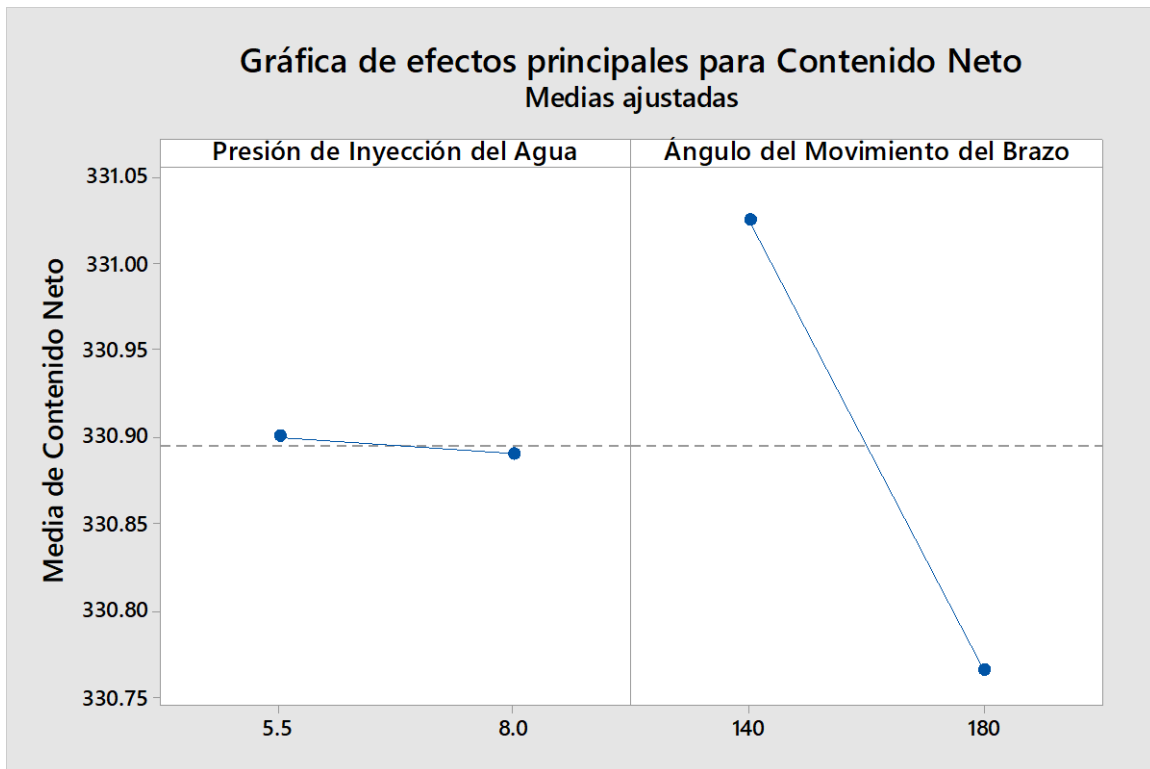
**Fig 3.3.** Diagrama de Pareto de la variable respuesta Contenido neto  
[Elaboración Propia]

En la figura 3.3 se puede observar los efectos de los factores y su interacción sobre la variable respuesta contenido neto. Debido a que, ninguno de los factores lineales ni su interacción sobrepasan la línea entrecortada se puede deducir que, ninguno de ellos ejerce un efecto estadísticamente significativo sobre la variable respuesta. Sin embargo, la interacción entre la presión de inyección del agua y el ángulo del movimiento del brazo pueden llegar a influir significativamente en el contenido neto de la presentación de botella.



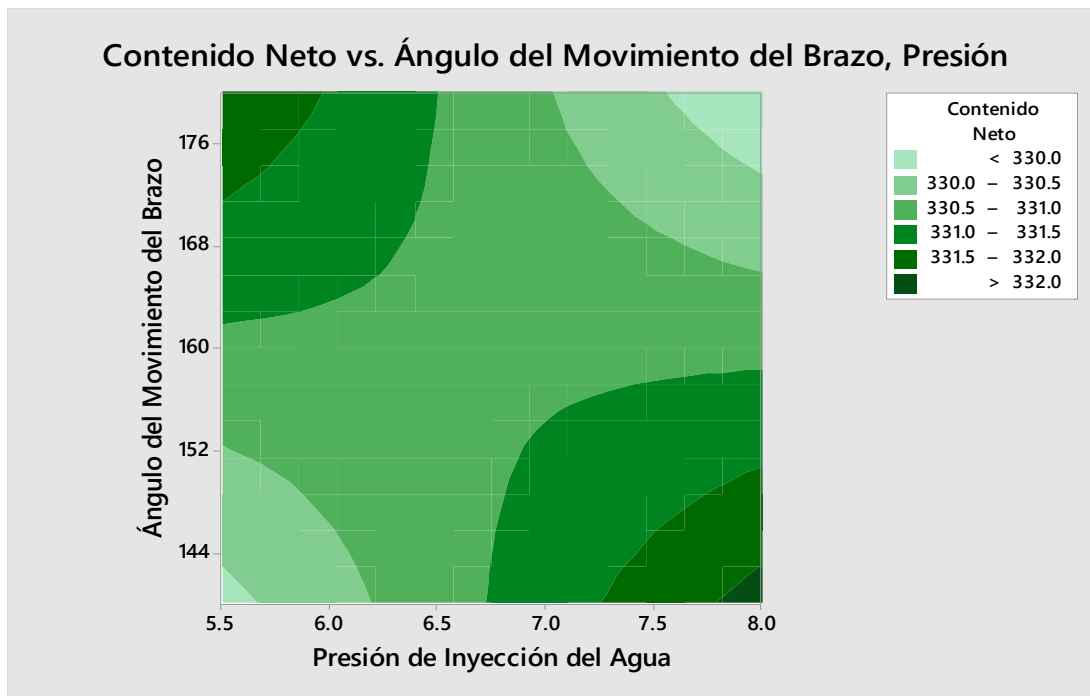
**Fig 3.4.** Gráfica de efectos principales para la variable respuesta TPO  
[Elaboración Propia]

La figura 3.4 muestra los gráficos de efecto principal sobre la variable respuesta TPO, se puede observar que la línea del factor Ángulo del Movimiento del Brazo posee una tendencia a ser horizontal por lo que, no existe un efecto principal sobre el TPO. Así mismo, la línea de efecto principal del factor Presión de Inyección del Agua, no posee esta tendencia por lo que, este factor si ejerce un efecto principal sobre la variable respuesta TPO, se puede observar que si este factor se encuentra en 8 bar la media del nivel de TPO será de 38.16 µg/l mientras que, si el valor de la presión es de 5.5 bar la media será de 172.44 µg/l, este último valor sobrepasaría el límite superior permitido que es de 160 µg/l.



**Fig 3.5.** Gráfica de efectos principales para la variable respuesta Contenido Neto  
[Elaboración Propia]

La figura 3.5 describe el efecto de los factores sobre la variable respuesta contenido neto. Se puede observar que la línea de efecto del factor Presión de Inyección del Agua no posee un efecto principal sobre el contenido neto, al visualizarse una línea que sigue una tendencia horizontal. La línea de efecto del factor Ángulo del Movimiento del Brazo presenta una tendencia diferente por lo que, este factor si ejerce un efecto principal, si el ángulo de movimiento es  $140^\circ$  la media del contenido neto será de 331.03 ml a diferencia de un ángulo de  $180^\circ$  donde la media del contenido neto será de 330.76 ml; ambos resultados de contenido neto se encuentran dentro del rango de aceptación establecidos por la empresa auspiciante.



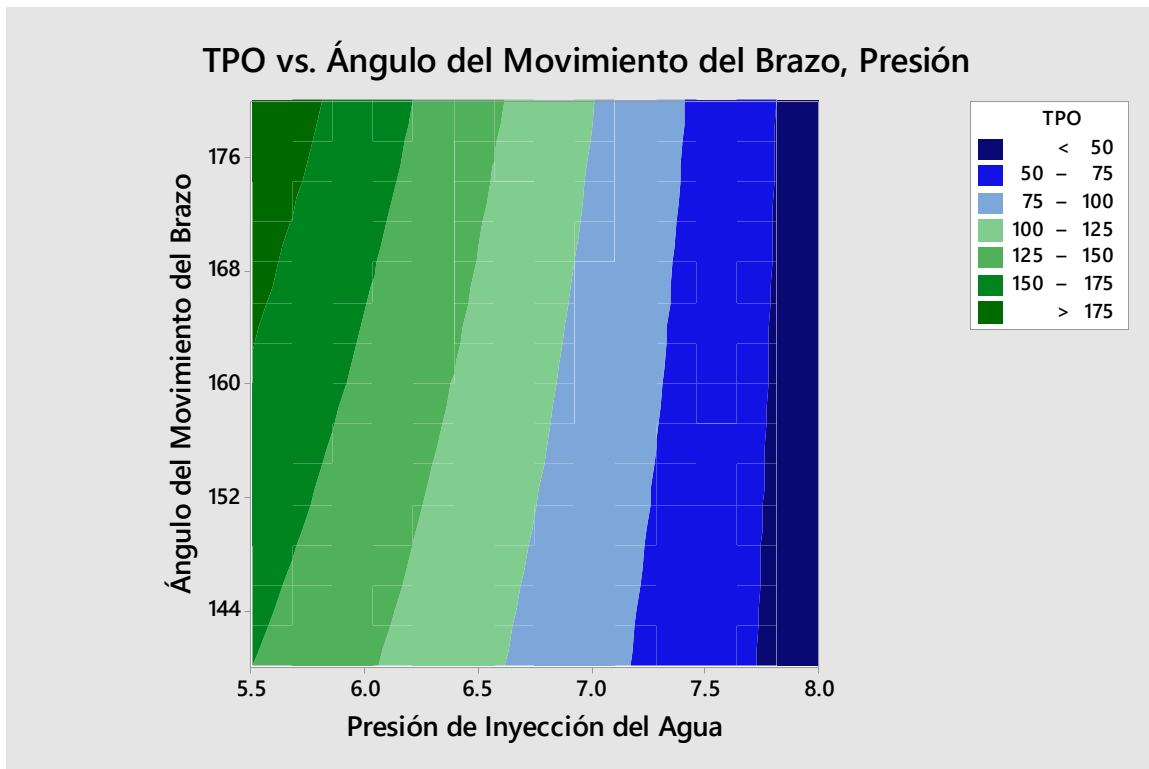
**Fig 3.6.** Gráfica de contorno de la variable respuesta Contenido Neto  
[Elaboración Propia]

La figura 3.6 detalla las posibles combinaciones de los factores de estudio para cierto rango de la variable respuesta contenido neto. La tabla 3.5 hace referencia al valor de contenido neto según la presión y ángulo de movimiento también se puede observar que, entre mayor sea el contenido neto del envase se requerirá de una mayor cantidad de litros por hora de producción, es decir que en cualquiera de estas combinaciones se cumple con el contenido neto, sin embargo, con las primeras 3 combinaciones el volumen de llenado será mayor.

**Tabla 3.5.** Contenido neto según combinación de presión de inyección del agua y ángulo de movimiento

Botellas por hora	Presión de Inyección del Agua (bar)	Ángulo de Movimiento	Contenido Neto (ml)	Litros requeridos por hora de producción
30,000	7.8 - 8.0	140° - 141°	>332	9,975
30,000	7.3 - 7.8	142° - 148°	331.5 - 332	9,953
30,000	6.75 - 7.3	140° - 158°	331 - 331.5	9,938
30,000	6.25 - 6.75	140° - 180°	330.5 - 331	9,923
30,000	7 - 7.5	160° - 180°	330 - 330.5	9,908
30,000	7.5 - 8	175° - 180°	<330	9,855

[Elaboración Propia]



**Fig 3.7.** Gráfica de contorno de la variable respuesta TPO  
[Elaboración Propia]

La figura 3.7 describe las posibles combinaciones de los factores de estudio para cierto rango establecido de la variable respuesta TPO. La tabla 3.6 hace referencia al valor de TPO del producto final según la presión de inyección del agua y ángulo de movimiento, se debe recordar que el rango de TPO aceptado por la empresa auspiciante es 0-160 µg/l.

**Tabla 3.6.** TPO según combinación de presión de inyección del agua y ángulo de movimiento

Presión de Inyección del Agua (bar)	Ángulo de Movimiento	TPO (µg/l)
5.5 - 5.75	168° - 180°	>175
5.5 - 6	140° - 180°	150-175
5.5 - 6.25	140° - 180°	125-150
6.2 - 6.52	140° - 180°	100-125
6.6 - 7.2	140° - 180°	75-100
7.2 - 7.75	140° - 180°	50-75
7.75 - 8	140° - 180°	<50

[Elaboración Propia]

Para disminuir el porcentaje de merma en la línea de botella se requiere que tanto el contenido neto como el TPO se encuentren dentro del rango de aceptación establecidos por la empresa auspiciante por lo que, la tabla 3.7 describe los rangos de trabajo que cumplen con dicho criterio.

**Tabla 3.7. Rangos de Trabajo**

Factores	Rango
Presión de Inyección del Agua (bar)	7.75 - 8
Ángulo de movimiento del brazo	175° - 180°

[Elaboración Propia]

### 3.2 Línea de latas: Análisis de la problemática

Se realizó un acercamiento directo con las personas implicadas en el desarrollo del proyecto, para ello se procedió a sintetizar en una matriz VOC (tabla 3.8) la información recopilada.

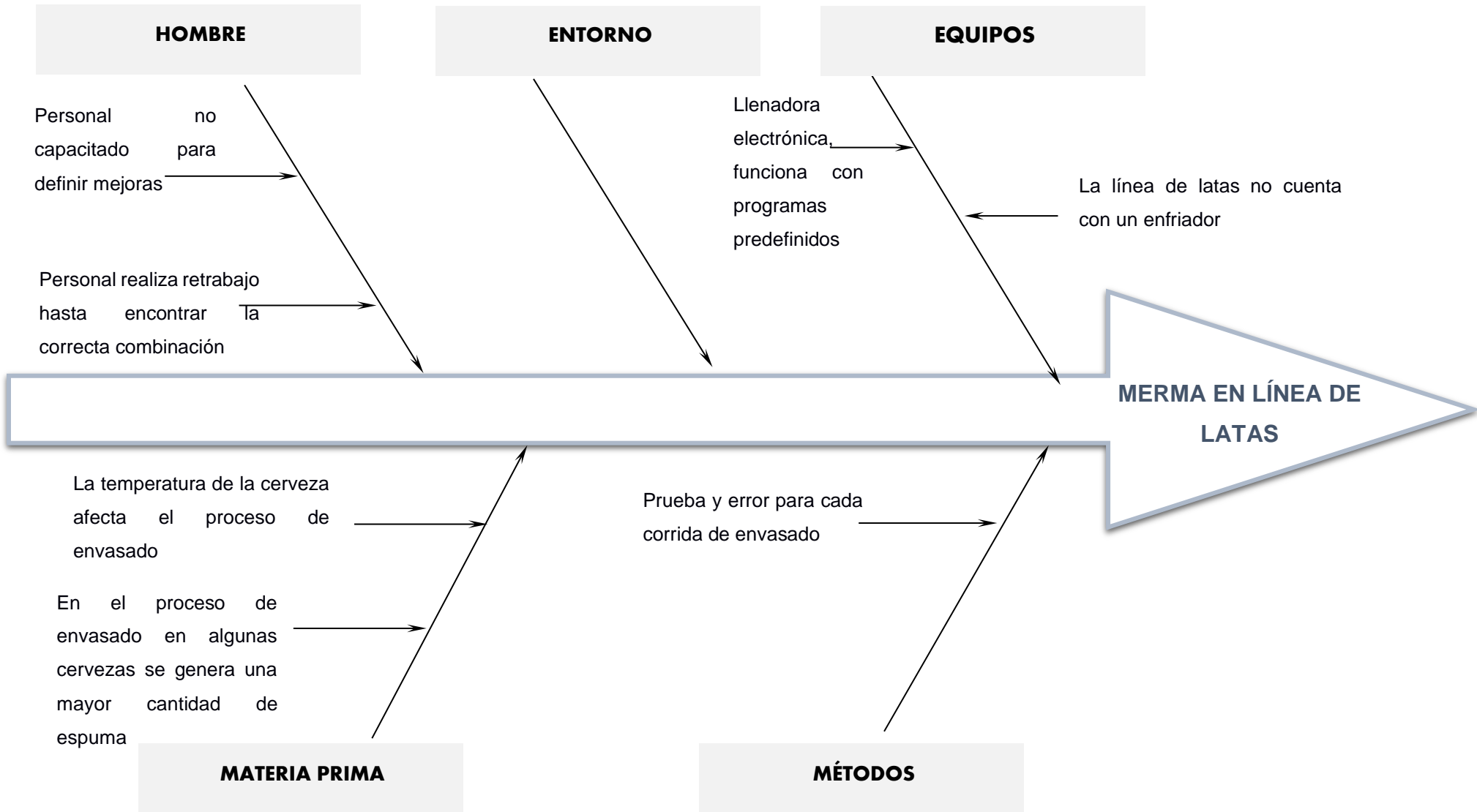
**Tabla 3.8. Matriz VOC. Línea de Latas**

MATRIZ VOC LATAS					
VOC	Problema clave	Necesidades	Indicador	Meta	Límites
Envasadora es netamente electrónica por ende no existen posibles configuraciones de máquina.	No existe una programación establecida para todos los productos.	Establecer una configuración para cada tipo de cerveza.	Número de botellas no cumplen con parámetros de calidad.	TPO < 160  Volumen 330	0<TPO<160  327<V<330
Sobreproducción de espuma en un tipo de cerveza.	Identificar la cerveza con mayor producción de espuma.	Definir porque en un tipo de cerveza se genera una mayor cantidad de espuma.	Número de botellas no cumplen con parámetros de calidad.	TPO < 160  Volumen 330	0<TPO<160  327<V<330

[Elaboración Propia]



### Ishikawa Línea de Latas



**Fig 3.8.** Ishikawa Línea de Latas  
[Elaboración Propia]

## 5W Línea de Botellas

**Tabla 3.9. 5W Línea de latas**

Descripción Del Problema		Turbidez de la cerveza		
1 ¿Por qué?	2 ¿Por qué?	3 ¿Por qué?	4 ¿Por qué?	5 ¿Por qué?
La turbidez de la cerveza incrementa la merma en el envasado.	El flujo de llenado al ser turbulento genera pérdidas.	Se crea un espacio de aire al momento de ocurrir un cambio de tanque.	No están correctamente configurados la abertura de las válvulas.	Falta de atención del operador.
Descripción Del Problema		El tipo de cerveza influye en la merma		
1 ¿Por qué?	2 ¿Por qué?	3 ¿Por qué?	4 ¿Por qué?	5 ¿Por qué?
Los porcentajes de merma usualmente se vinculan a algún dato en general.	Esta cerveza tiene mayor turbidez.	Características fisicoquímicas de la cerveza.	Responde a la receta establecida para este tipo.	Condiciones operacionales utilizadas durante el proceso.
Descripción Del Problema		La temperatura de la cerveza influye en la merma		
1 ¿Por qué?	2 ¿Por qué?	3 ¿Por qué?	4 ¿Por qué?	5 ¿Por qué?
Exceso de producción de espuma durante el llenado.	La cerveza ingresa con temperaturas mayores a 5°C.	No posee un enfriador antes de la llenadora.	No se ha diseñado el mismo para adecuarlo a la planta.	Inversión alta.

[Elaboración Propia]

Una vez desarrolladas todas las herramientas de mejora continua, se propuso realizar las actividades que se encuentran detalladas en la tabla 3.10.

**Tabla 3.10.** Actividades predefinidas para línea de latas

<b>Actividades por realizar</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Programado</b>
Analizar si existe la presencia de aire en el cambio de tanque.	Junio 7 – 13
Analizar la data de cerveza para verificar si existe incidencias de una cerveza en específico.	Junio 21 – 27
Diseñar un enfriador para la línea de envasado de latas.	Junio 19 - 25

[Elaboración Propia]

### **3.2.1 Evaluación de parámetros de calidad**

#### **Estabilidad de espuma**

Para este estudio se tomó en cuenta dos cervezas elaboradas por la empresa auspiciantes, a lo largo del documento serán nombradas cerveza A y cerveza B. Según el históricos de datos, la cerveza A posee un valor de merma de 1.25% y la cerveza B 0.62%, en base a investigaciones, visitas de campo y entrevistas con los colaboradores de la empresa auspiciante, un factor que influye en esta diferencia de merma es la sobreproducción de espuma durante el proceso llenado. El equipo puede ser programado para un llenado de 355 ml por lata, sin embargo, durante el proceso puede existir una sobreproducción de espuma por lo cual va a existir un exceso de espuma en la lata, este porcentaje de espuma disminuye a lo largo del proceso, sin embargo, una vez que la lata llega el checkmat esta puede ser rechazada ya que, no cumple con el límite inferior de contenido neto establecido por la empresa.

La espuma son burbujas que contienen CO<sub>2</sub> procedente de la fermentación y la carbonatación de la bebida, un análisis de calidad decisivo para la cerveza es la estabilidad de espuma en la cual se mide el período del descenso de la espuma (Sánchez Picón, 2020). En la tabla 3.11 se detallan los resultados de estabilidad de espuma del de junio del presente año.

**Tabla 3.11.** Resultados de Estabilidad de Espuma de junio del 2021

Cerveza	Estabilidad de Espuma
A	277.5 s
B	233.17 s

[Elaboración Propia]

Ambos valores de estabilidad de espuma de la cerveza A y B se encuentran dentro del rango permitido por el departamento de calidad de la empresa, por lo que, no es un factor decisivo que se puede relacionar con la sobreproducción de espuma.

Uno de los factores que influye en la sobreproducción de espuma es la temperatura de llenado, las cervezas cuya temperatura de llenado es mayor a 2°C tienden a producir un exceso de espuma durante el proceso de llenado, mientras que, si la temperatura de llenado es menor a 0°C no se va a producir un exceso de espuma, sin embargo, la cerveza fría puede llegar a disolver una mayor cantidad de oxígeno lo que aumentará la cantidad de TPO del envase (Alfaro, 2015). Otro factor que influye en un exceso de producción es la presión, si la presión es mayor a 15 psi el líquido estará en un régimen turbulento lo que fomenta a la sobreproducción de espuma (Alfaro, 2015).

### **Análisis de proteínas**

El contenido proteico depende de la materia prima y de las reacciones de tipo enzimáticas desarrolladas en la cerveza (Devolli, et.al, 2018), adicional las proteínas en la cerveza tienen un rol importante en la sensación en la boca del consumidor, la estabilidad de la espuma, niebla o claridad del producto terminado (haze formation) y el tiempo de vida útil (Devolli, et.al, 2018). Para esta sección se realizó un análisis de proteínas a la cerveza A y B cuyos resultados se encuentran en la tabla 3.12.

**Tabla 3.12.** Análisis de proteínas

Cerveza	Porcentaje de Proteína
A	0.05%
B	0.04%

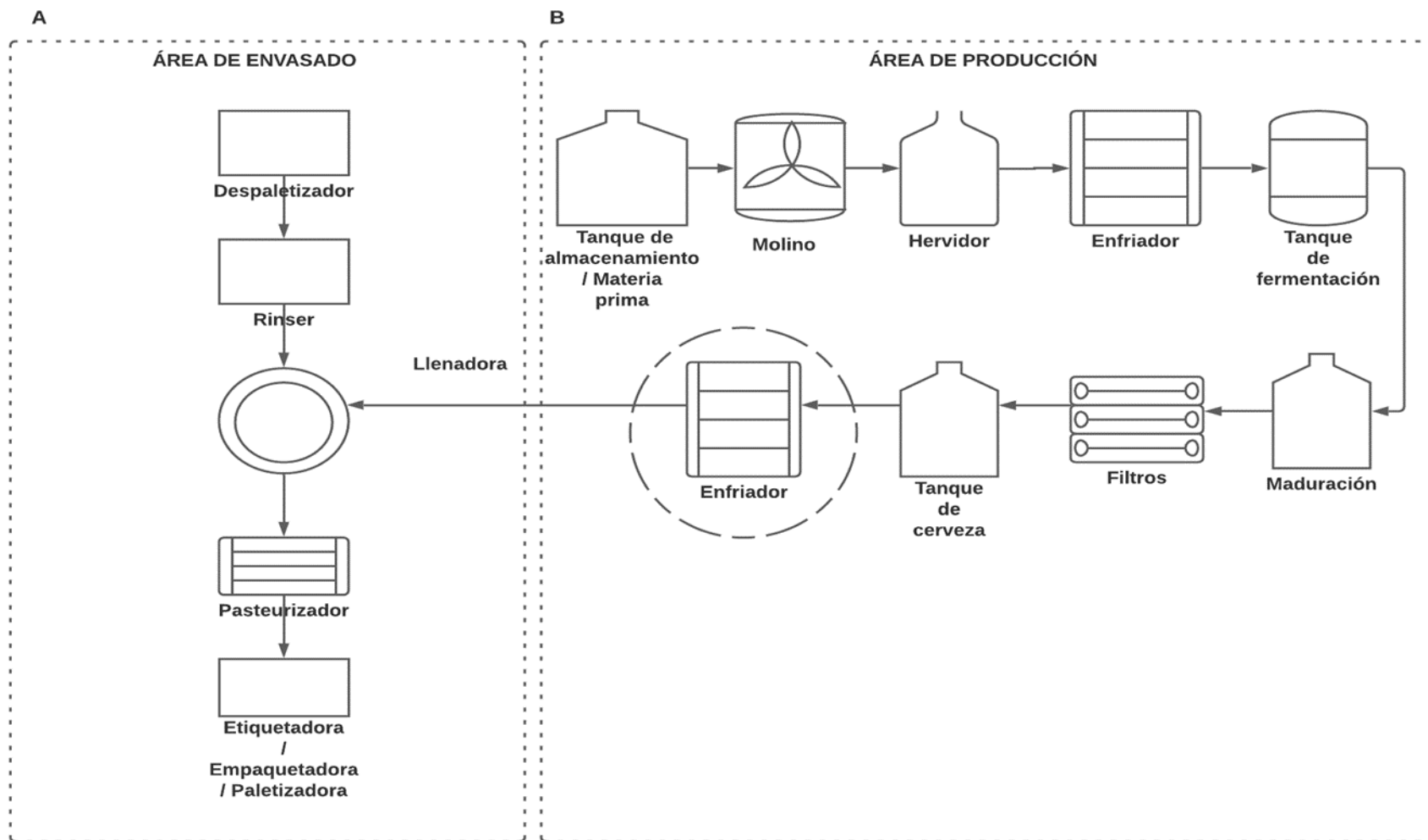
[Elaboración Propia]

Tomando en cuenta los resultados se puede observar que no existe una diferencia significativa entre ambas muestras analizadas y los valores oscilan entre los rangos esperados de proteínas para una cerveza. Por ende, se descarta la posibilidad que la cantidad de proteínas en los productos están vinculados con la merma del área de envasado.

### **3.2.2 Propuesta de mejora**

Se realizaron análisis de estabilidad de espuma y del contenido proteico de la cerveza, los cuales no son parámetros relevantes que puedan influir en la merma del área de envasado, sin embargo, un factor clave y que puede acarrear problemas de estabilidad y de formación de espuma es la temperatura del producto envasado. La inclusión de un enfriador previa al área de envasado es una propuesta de mejora planteada debido a que como se mencionó con posterioridad la cerveza envasada a temperaturas mayores a 2°C está vinculada con un exceso de espuma (Alfaro, 2015). Actualmente, la cerveza que llega a la línea de latas tiene temperaturas de ingreso al área de envasado entre 10 - 11°C y a lo largo del proceso disminuye entre 3 - 4 °C, por ende, las temperaturas más bajas de llenado son entre 7- 8°C. La implementación de un enfriador previa a la llenadora Krones, podría mejorar la estabilidad de espuma. Es necesario la aplicación de bajas temperaturas para la eliminación de la turbidez que puede ser ocasionada por la presencia de proteínas y polifenoles(Devolli, et.al, 2018).

Existen diferentes tipos de chillers que podrían añadirse al proceso una vez madurada y procesada la cerveza, para que ingrese al área de envasado con temperaturas más bajas. Las inversiones oscilan entre \$5000 - \$100.000 para enfriadores compactos que brinden condiciones constantes y precisas considerando parámetros de temperatura y caudal. La figura 3.9 describe el diagrama de equipos de la empresa auspiciante con la adición del enfriador.



**Fig 3.9.** Diagrama de Equipo-Inclusión Enfriador  
[Elaboración Propia]

### 3.3 Estimación de costos

La estimación de costos de la línea de botella y latas de presentación de 330 ml y 355 ml respectivamente, se realizó con precios aproximados de: materia prima, material de empaque, servicios, suministro, mano de obra y depreciación de equipos. Tomando en cuenta una producción mensual de 1'620.000 botellas, el costo total de producción sería de \$216.985, de los cuales \$185.931 representan costos directos de producción en donde se incluyen los costos de materia prima, empaque y mano de obra directa, los \$31.054 faltantes representan los costos indirectos lo que representa los servicios, suministros, depreciación de equipos y mano de obra indirecta. Esto representa un costo unitario de producción por botella de \$0.80 y basándose en un porcentaje de ganancia del 25% el precio de venta unitario sería de \$1.00. Considerando los costos previamente detallados el punto de equilibrio para la presentación de botellas de 330 ml es de 98.296 unidades, lo que representa el número mínimo de botellas que deben ser comercializadas para que no exista pérdidas económicas

Para una producción mensual de 1'980.000 latas, se estima un costo de producción de \$248.378, de los cuales \$210.897 representan costos directos de producción y \$37.481 costos indirecto. Esto representa un costo unitario de producción de \$0.75 y basándose en un porcentaje de ganancia del 25% el precio de venta unitario sería de \$0.94. Considerando los costos previamente detallados el punto de equilibrio para la presentación de latas es de 98,296 unidades. En el anexo A se encuentran detallado el desarrollo de los costos de la línea de botella y latas.

La tabla 3.13 resume la proyección mensual de pérdidas para la línea de botellas de presentación de 330 ml, teniendo en cuenta una producción de 1'620.000 botellas/mes. En el escenario actual del cliente con mermas en el área de envasado iguales a 1.3%, se puede presenciar una reducción de 21.060 botellas al mes, mientras que con mermas de envasado de 1%, la cantidad de botellas obtenidas serán de 1'603.800, es decir 16.200 botellas menos de las planificadas. La diferencia entre

ambos escenarios es igual a 4.860 botellas. Evaluando el costo de producción por botella igual a \$0,80 centavos implican a que operativamente se están teniendo gastos por producto no conforme iguales a \$3.905; si se contabiliza con el precio de venta unitario, implica a que la empresa, en caso de reducir la merma al 1% evitaría una pérdida mensual de \$4.882.

**Tabla 3.13.** Proyección mensual de pérdida para línea de botellas

PROYECCIÓN MENSUAL	1.620.000	Botellas		
	Botellas con merma del 1.3%	Botellas con merma del 1%	Diferencia	Perdida Mensual
	1.598.940	1.603.800	4.860	\$4.882

[Elaboración Propia]

La línea de latas planifica mensualmente una producción de 1'980.000 latas de 355 ml; en el escenario actual se observa una reducción a 1'954.260 latas por mermas del 1.3% es decir 25.740 latas menos versus un escenario favorable con mermas del 1%, logrando el objetivo de la empresa se observa una reducción de 19.800 latas; la diferencia de ambos escenarios equivales a 5.940 latas, las cuales generarían una margen de ganancia de \$5.588 dólares. El costo operativo de producción de latas es de \$0,75 centavos, es decir que en la producción de 5.940 latas que serán clasificadas como producto no conforme se están gastando \$4.470.

**Tabla 3.14** Proyección mensual de pérdida para línea latas

PROYECCIÓN MENSUAL	1.980.000	Latas		
	Botellas con merma del 1.3%	Botellas con merma del 1%	Diferencia	Perdida Mensual
	1.954.260	1.960.200	5.940	\$5.588

[Elaboración Propia]



# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1.1 Conclusiones

- Las herramientas de mejora continua permitieron esclarecer la problemática vinculadas al área de envasado. En la cual las mermas relacionadas a la línea de botellas son influenciadas por la ausencia de parámetros como presión de inyección del agua y el ángulo de abertura del brazo de la llenadora; por otro lado, las mermas en la línea de latas están relacionadas a la calidad de la cerveza que ingresa al área de envasado, lo que implica un control de temperatura, proteínas y estabilidad de espuma.
- Para obtener un contenido neto menor a 330 ml y un TPO menor a 160 µg/l, la presión de inyección del agua del sistema HDE debe estar entre los valores de 7.75-8 bar y el ángulo de movimiento del brazo debe estar entre los rangos de 175°-180°.
- Una merma del 1.3% en el área de envasado de la línea de botella y lata representa una disminución de 10.800 unidades, esto implica una pérdida económica de \$10.471 debido a que, se deben asumir los costos de producción, sin embargo, no existe compensación económica por su comercialización.

### 4.1.2 Recomendaciones

- El control de mermas y el registro de condiciones operacionales debe ser realizado por cada lote de producción, con la finalidad de generar un histórico de datos y a través de un análisis, deducir cuales son las condiciones operacionales que originan un menor porcentaje de merma.
- Se recomienda el uso de herramientas de medición para el movimiento del ángulo del brazo, para ello, se sugiere la incorporación de una regla de altura y de un

graduador, de tal forma que el personal operativo pueda definir por producción cual es la altura y el ángulo del brazo con el que está trabajando la llenadora.

- Es necesario incluir un registro de operación de la maquina llenadora que incluya la presión de inyección del agua, ángulo del brazo, altura del brazo, temperatura del agua y de la cerveza y como variables respuestas si el nivel de TPO y el volumen en producto terminado se ajustan a los límites; actualmente se trabaja mediante prueba y error de tal forma que es evidente una ausencia de data que permita estandarizar el proceso y conocer las mejores condiciones operativas.
- La línea de latas requiere capacitación constante del personal, debido a que es una línea implementada recientemente, por ende, los programas de capacitación deberían de ser recurrentes, con la finalidad de maximizar las habilidades del personal operativo y reconocer como solucionar problemas en la línea.

# BIBLIOGRAFÍA

- Alburqueque, H., Cueva, S., Ubillus, M., Urteaga, G., & Vargas, F. (2018). Diseño de proceso productivo de cerveza artesanal a base de uva. Accedido el 29 de mayo, 2021, desde [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3614/PYT\\_Informe\\_Final\\_Proyecto\\_Cerveza\\_de\\_uva.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3614/PYT_Informe_Final_Proyecto_Cerveza_de_uva.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Alfaro, S. (2015). Experiencias en el Control de Calidad Del Proceso de Producción y Producto Terminado De la Cerveza Pilsener y Tropical Extra en la Industria Cervecera. Accedido el 8 de agosto, 2021, desde <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/2026/MT-1714Alfaro%20Villaroel%2C%20Silvana%20Mabel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arriola, Ailen & La Spina, Bruno. (2017). “*Producción De Malta Cervecera*”. Accedido el 29 de mayo, 2021, desde [https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/9257/arriola-la-spin-produccin-de-malta-cervecera-2017.pdf](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/9257/arriola-la-spin-produccin-de-malta-cervecera-2017.pdf).
- Bernal Bustos, C. R., Morales, D., Cuellar, L., & Jaramillo, S. (2017). Hidrólisis enzimática de almidón. *Revista de Investigación*, 10(1), 129–140. Accedido el 29 de mayo, 2021, desde <https://doi.org/10.29097/2011-639x.70>.
- Campoverde, E. J. (2014). *Universidad católica de santiago de guayaquil*. 1–125. Accedido el 1 de junio, 2021, desde <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12533/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-45.pdf>.
- Cervezomicon. (2017). *Las cuatro palancas del macerado*. Accedido el 1 de junio, 2021, desde <https://cervezomicon.com/tag/gelatinizacion/>.
- Chávez Jácome, J. R. (2017). Desarrollo de un estilo de cerveza artesanal Weissbier “ideal”, mediante caracterización sensorial por método cata y pruebas fisicoquímicas y microbiológicas en tres formulaciones. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 21–25. Accedido el 29 de mayo, 2021, desde <http://www.elsevier.com/locate/scp>.
- Devolli, A., Stafasani, M., Dara, F., & Shahinasi, E. (2018). The influence of Protein Content on Beer Quality and Colloidal Stability. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*, 2(4).
- Ferrari, H. (2012). Estudio de la Estabilidad de Espumas Por Medio del procesamiento semi-automático de imágenes. *Departamento de Ciencia y Tecnología - Universidad Nacional de Quilmes - CONICET*.

- Garza, R. C., González, C. N., Rodríguez, E. L., & Hernández, C. M. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. *Revista de Metodos Cuantitativos Para La Economia y La Empresa*, 22(1), 19–35.
- HACH. (2015). Estándar De Referencia Para Métodos De Análisis De Tpo. *Control De Calidad En La Producción De Cerveza*. Accedido el 29 de mayo,2021, desde <https://es.hach.com › asset-get.download.jsa>.
- Jàcome, J., & Ycaza, E. (2010). Proyectos de inversion para la produccion y comercializacion de cerveza artesanaL. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- KRONES . (2018). KRONES Sistema de llenado para refrescos carbontados. Accedido el 29 de mayo,2021, desde <https://www.krones.com/es/productos/referencias/krones-sistemas-de-llenado-para-refrescos.php>
- KRONES Mecafill VKP. (s.f). KRONES Mecafill VKP La llenadora fiable por nivel confiable.
- Ocampo, J., & Pavón, A. (2012). Integrando la Metodologia DMAIC de Seis Sigma con la Simulacion de Eventos Discretos en Flexsim. *LACCEI : Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, 1–10.
- PARALAB. (2020). Análisis en la Elaboración de la Cerveza: Determinación de proteína y nitrógeno. Accedido el 22 de junio, 2021, desde <https://paralab.es/blog/analisis-en-la-elaboracion-de-la-cerveza-determinacion-de-proteina-y-nitrogeno/>.
- Pavlovic, M., & Pavlovic, V. (2011). Model evaluation of quality attributes for hops (*Humulus lupulus L.*). *Agrociencia*, 45(3), 339–351.
- Pérez, R. (2015). Estudio Para Identificar Y Controlar Las Variables Que Afectan El Rendimiento Teórico De La Pintura Ppg Poliéster Base Solvente En Las Instalaciones De Maresa Ensambladora. *Universidad Tecnológica Equinoccial*, 11- 22.
- Pentair. (2019). HAFFMANS c-TPO INPACK TPO / CO 2 METER HAFFMANS c-TPO INPACK TPO / CO 2 METER. Accedido el 26 de junio, 2021 desde [http://inpack-tpo-co2-meter-c-tpo-haffmans-leaflet-v2109-es%20\(2\).pdf](http://inpack-tpo-co2-meter-c-tpo-haffmans-leaflet-v2109-es%20(2).pdf)
- Romani. (2016). Estudio de métodos para incrementar la productividad en la línea de envasado de cerveza 819 de plata Huachipa de la compañía cervecera AMBEV PERÚ, a partir de la reducción de la merma de extracto. *Universidad San Ignacio de Loyola*.

- ProChile. (2017). *Estudio de Mercado Cerveza en Ecuador*. Accedido el 30 de mayo, 2021, desde [https://www.prochile.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/pmp\\_cerveza\\_artesanal\\_ecuador.pdf](https://www.prochile.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/pmp_cerveza_artesanal_ecuador.pdf).
- Saglimbeni, E. (2015). Aplicación De Metodología Dmaic (Six Sigma) Para La Reducción De Reproceso De Información Estadística De Control Nutricional, 71. Accedido el 20 de junio, 2021.
- Sánchez Picón, M. (2020). Análisis fisicoquímicos para el control de calidad en la producción de cerveza, 116. Accedido el 6 de junio, 2021, desde <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/92817/fichero/TFG-2817+PICÓN-SÁNCHEZ%2C+MARÍA.pdf>
- Suárez-Machín, C., Garrido-Carralero, N. A., & Guevara-Rodríguez, C. A. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *Revista de Investigación*, 50(1), 20–28.
- Suárez, M. (2013). Cerveza: componentes y propiedades. Accedido el 29 de mayo, 2021, desde [http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/19093/8/TFM\\_Maria\\_Suarez\\_Diaz.pdf](http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/19093/8/TFM_Maria_Suarez_Diaz.pdf).
- Ferrari, H. (2012). Estudio de la Estabilidad de Espumas Por Medio del procesamiento semi-automático de imágenes. *Departamento de Ciencia y Tecnología - Universidad Nacional de Quilmes - CONICET*.
- HACH. (2015). Estándar De Referencia Para Métodos De Análisis De Tpo. *Control De Calidad En La Producción De Cerveza*.
- Krones . (2018). Krones Sistema de llenado para refrescos carbontados.
- KRONES Mecafill VKP. (s.f). KRONES Mecafill VKP La llenadora fiable por nivel confiable.
- PARALAB. (2020). Análisis en la Elaboración de la Cerveza: Determinación de proteína y nitrógeno. *PARALAB*. Obtenido de <https://paralab.es/blog/analisis-en-la-elaboracion-de-la-cerveza-determinacion-de-proteina-y-nitrogeno/>
- Pérez, R. (2015). Estudio Para Identificar Y Controlar Las Variables Que Afectan El Rendimiento Teórico De La Pintura Ppg Poliéster Base Solvente En Las Instalaciones De Maresa Ensambladora. *Universidad Tecnológica Equinoccial*, 11- 22.

Romani. (2016). Estudio de métodos para incrementar la productividad en la línea de envasado de cerveza 819 de plata Huachipa de la compañía cervecera AMBEV PERÚ, a partir de la reducción de la merma de extracto. *Universidad San Ignacio de Loyola*.

# ANEXOS

## Anexo A. Desarrollo de costos.

### Costos variables. Materia prima y material de empaque / Línea de botellas.

Mano de obra y Material de Empaque						
	Detalle	Cantidad	UMB	Costo UMB	Costo/Lote	Costo/Mes
Materia Prima	Agua	115.12	m3	\$0.50	\$57.56	\$345.36
	Arrocillo	7,491.23	Kg	\$0.15	\$1,123.68	\$6,742.11
	Levadura	354.17	Kg	\$0.95	\$336.46	\$2,018.74
	Lúpulo	305	Kg	\$6.16	\$1,878.80	\$11,272.80
	Malta	3,540.21	Kg	\$1.25	\$4,425.26	\$26,551.58
Material de Empaque	Botella de Vidrio y Tapa	270,000	und	\$0.07	\$18,900.00	\$113,400.00
	Cajas de Cartón Corrugado	45,000	und	\$0.08	\$3,600.00	\$21,600.00
<b>Total Mano de obra y Material de Empaque</b>					<b>\$30,321.76</b>	<b>\$181,930.58</b>

Producción por Lote	270,000	botellas
Producción mensual	1,620,000	botellas

[Elaboración Propia]

**Costos variables. Materia prima y material de empaque / Línea de latas**

<b>Mano de obra y Material de Empaque</b>						
	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>UMB</b>	<b>Costo UMB</b>	<b>Costo/Lote</b>	<b>Costo/Mes</b>
Materia Prima	Agua	128.92	m3	\$0.55	\$70.91	\$567.25
	Arrocillo	7,955.95	Kg	\$0.15	\$1,193.39	\$9,547.14
	Levadura	402.87	Kg	\$0.95	\$382.73	\$3,061.81
	Lúpulo	353	Kg	\$6.16	\$2,173.12	\$17,385.00
	Malta	3,993.59	Kg	\$1.25	\$4,991.99	\$39,935.90
Material de Empaque	Lata	330,000	und	\$0.04	\$13,200.00	\$105,600.00
	Cajas de Carton Corrugado	55,000	und	\$0.07	\$3,850.00	\$30,800.00
<b>Total Mano de obra y Material de Empaque</b>					<b>\$25,862.14</b>	<b>\$206,897.10</b>

Producción por Lote	330,000	botellas
Producción mensual	1,980,000	botellas

[Elaboración Propia]

**Costos variables. Mano de obra / Línea de botellas y latas.**

<b>Mano de Obra Directa</b>			
<b>MOD</b>	<b>Trabajadores</b>	<b>Sueldo por operario</b>	<b>Sueldo Mensual</b>
Operarios	10	\$400	\$4,000
<b>Total mano de obra directa</b>			<b>\$4,000</b>

[Elaboración Propia]



**Costos fijos. Servicios y suministros / Línea de botellas**

<b>Servicios y Suministros</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>UMB</b>	<b>Cantidad UMB</b>	<b>Costo/Lote</b>	<b>Costo/mes</b>
Agua	554	m3	\$0.15	\$83.10	\$498.60
Electricidad	20,670	kWh	\$0.08	\$1,653.60	\$9,921.60
Internet	1	und	\$200	\$200.00	\$1,200.00
<b>Total Costos de Servicios y Suministros</b>				\$1,936.70	\$11,620.20
[Elaboración Propia]					

**Costos fijos. Servicios y suministros / Línea de latas**

<b>Servicios y Suministros</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>UMB</b>	<b>Cantidad UMB</b>	<b>Costo/Lote</b>	<b>Costo/mes</b>
Agua	554	m3	\$0.35	\$193.90	\$1,551.20
Electricidad	20,670	kWh	\$0.09	\$1,860.30	\$14,882.40
Internet	1	und	\$200	\$200.00	\$1,600.00
<b>Total Costos de Servicios y Suministros</b>				\$2,254.20	\$18,033.60
[Elaboración Propia]					

**Costos fijos. Mano de obra indirecta / Línea de latas y botellas**

Descripción	Cantidad	Sueldo/persona	Suelto Mensual
Jefe de Envasado	1	\$1,500.00	\$1,500.00
Jefe de Producción	1	\$1,500.00	\$1,500.00
Jefe de Calidad	1	\$1,500.00	\$1,500.00
Jefe de Mantenimiento	1	\$1,500.00	\$1,500.00
Supervisores	7	\$650.00	\$4,550.00
Gerente General	1	\$4,000.00	\$4,000.00
Mensajero	1	\$400.00	\$400.00
Ejecutivo Ventas	4	\$500.00	\$2,000.00
<b>Total Costos Manos de Obra Indirecta</b>			\$16,950.00
[Elaboración Propia]			

**Total costos fijos + variables / Línea de botellas**

<b>TOTAL COSTO VARIABLES</b>	\$185,930.58
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>	\$28,570.20
<b>TOTAL COSTOS FIJOS +VARIABLES</b>	\$214,500.78
[Elaboración Propia]	

**Total costos fijos + variables / Línea de latas**

<b>TOTAL COSTO VARIABLES</b>	\$210,897.10
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>	\$34,983.60
<b>TOTAL COSTOS FIJOS+VARIABLES</b>	\$245,880.70
[Elaboración Propia]	

**Total costos maquinaria / Línea de botellas**

Maquinaria	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Tiempo de Vida útil	Valor Residual	Depreciación anual	Depreciación mensual
Silos y Tanques	5	\$10,000.00	\$50,000.00	30	\$1,666.67	\$1,611.11	\$134.26
Báscula	1	\$15,000.00	\$15,000.00		\$500.00	\$483.33	\$40.28
Prelimpiadora	1	\$20,000.00	\$20,000.00		\$666.67	\$644.44	\$53.70
Molino	1	\$25,000.00	\$25,000.00		\$833.33	\$805.56	\$67.13
Tanque de Maceración	3	\$30,000.00	\$90,000.00		\$3,000.00	\$2,900.00	\$241.67
Filtrador	3	\$30,000.00	\$90,000.00		\$3,000.00	\$2,900.00	\$241.67
Marmita de Cocción	1	\$60,000.00	\$60,000.00		\$2,000.00	\$1,933.33	\$161.11
Intercambiador de Calor	1	\$55,000.00	\$55,000.00		\$1,833.33	\$1,772.22	\$147.69
Tanque de Fermentación con Agitación	6	\$35,000.00	\$210,000.00		\$7,000.00	\$6,766.67	\$563.89
Tanque de Maduración	6	\$20,000.00	\$120,000.00		\$4,000.00	\$3,866.67	\$322.22
Despaletizadora	1	\$35,000.00	\$35,000.00		\$1,166.67	\$1,127.78	\$93.98
Lavadora de Botellas	1	\$40,000.00	\$40,000.00		\$1,333.33	\$1,288.89	\$107.41
Llenadora	1	\$25,000.00	\$25,000.00		\$833.33	\$805.56	\$67.13
Pasteurizador	1	\$55,000.00	\$55,000.00		\$1,833.33	\$1,772.22	\$147.69
Etiquetadora	1	\$15,000.00	\$15,000.00		\$500.00	\$483.33	\$40.28
Empacadora	1	\$20,000.00	\$20,000.00		\$666.67	\$644.44	\$53.70
<b>Total</b>			\$925,000.00			\$29,805.56	\$2,483.80

[Elaboración Propia]

## Total costos maquinaria / Línea de latas

Maquinaria	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Tiempo de Vida útil	Valor Residual	Depreciación anual	Depreciación mensual
Silos y Tanques	5	\$10,000.00	\$50,000.00	30	\$1,666.67	\$1,611.11	\$134.26
Báscula	1	\$15,000.00	\$15,000.00		\$500.00	\$483.33	\$40.28
Prelimpiadora	1	\$20,000.00	\$20,000.00		\$666.67	\$644.44	\$53.70
Molino	1	\$25,000.00	\$25,000.00		\$833.33	\$805.56	\$67.13
Tanque de Maceración	3	\$30,000.00	\$90,000.00		\$3,000.00	\$2,900.00	\$241.67
Filtrador	3	\$30,000.00	\$90,000.00		\$3,000.00	\$2,900.00	\$241.67
Marmita de Cocción	1	\$60,000.00	\$60,000.00		\$2,000.00	\$1,933.33	\$161.11
Intercambiador de Calor	1	\$55,000.00	\$55,000.00		\$1,833.33	\$1,772.22	\$147.69
Tanque de Fermentación con Agitación	6	\$35,000.00	\$210,000.00		\$7,000.00	\$6,766.67	\$563.89
Tanque de Maduración	6	\$20,000.00	\$120,000.00		\$4,000.00	\$3,866.67	\$322.22
Despaletizadora	1	\$35,000.00	\$35,000.00		\$1,166.67	\$1,127.78	\$93.98
Rinser	1	\$35,000.00	\$35,000.00		\$1,166.67	\$1,127.78	\$93.98
Llenadora	1	\$25,000.00	\$25,000.00		\$833.33	\$805.56	\$67.13
Pasteurizador	1	\$55,000.00	\$55,000.00		\$1,833.33	\$1,772.22	\$147.69
Etiquetadora	1	\$20,000.00	\$20,000.00		\$666.67	\$644.44	\$53.70
Empacadora	1	\$25,000.00	\$25,000.00		\$833.33	\$805.56	\$67.13
<b>Total</b>			\$930,000.00			\$29,966.67	\$2,497.22

[Elaboración Propia]

## Costos de producción / Línea de botellas

Detalle		Cantidad/Lote	UMB	Costo UMB	Costo/Lote	Costo/Mes
Materia Prima	Agua	115,12	m3	\$0,50	\$57,56	\$345,36
	Arrocillo	7.491,23	Kg	\$0,15	\$1.123,68	\$6.742,11
	Levadura	354,17	Kg	\$0,95	\$336,46	\$2.018,74
	Lúpulo	305,00	Kg	\$6,16	\$1.878,80	\$11.272,80
	Malta	3.540,21	Kg	\$1,25	\$4.425,26	\$26.551,58
Material de Empaque	Botella de Vidrio y Tapa	270.000,00	und	\$0,07	\$18.900,00	\$113.400,00
	Cajas de Cartón Corrugado	45.000,00	und	\$0,08	\$3.600,00	\$21.600,00
<b>Total Costo Materia Prima y Empaque</b>						<b>\$181.930,58</b>
Mano de obra Directa	Colaboradores	-	\$/mes	-	-	\$4.000,00
Mano de obra Indirecta	Colaboradores	-	\$/mes	-	-	\$16.950,00
<b>Total Costo Mano de Obra</b>						<b>\$20.950,00</b>
Servicios y Suministro	Agua	554	m3	\$0,15	\$83,10	\$498,60
	Electricidad	20.670	kWh	\$0,08	\$1.653,60	\$9.921,60
	Internet	1	und	\$200,00	\$200,00	\$1.200,00
<b>Total Costos de Servicios y Suministros</b>						<b>\$11.620,20</b>
Maquinaria	Depreciación de Maquinaria					\$2.483,80
<b>Total Costos Depreciación de Maquinaria</b>						<b>\$2.483,80</b>
<b>Total Costos Directos de Producción</b>						<b>\$185.930,58</b>
<b>Total Costos Indirectos de Producción</b>						<b>\$31.054,00</b>
<b>Total Costos de Producción</b>						<b>\$216.984,58</b>
Costo Unitario de Producción					\$0,80	
Porcentaje de ganancia					25%	
Precio de venta unitario					\$1,00	
Costo Variable Mensual					\$0,69	
Punto de Equilibrio Mensual					98.295	

[Elaboración Propia]

## Costos de producción / Línea de latas

Detalle		Cantidad/Lote	UMB	Costo UMB	Costo/Lote	Costo/Mes
<b>Materia Prima</b>	Agua	128,92	m3	\$0,55	\$70,91	\$567,25
	Arrocillo	7.955,95	Kg	\$0,15	\$1.193,39	\$9.547,14
	Levadura	402,87	Kg	\$0,95	\$382,73	\$3.061,81
	Lúpulo	352,78	Kg	\$6,16	\$2.173,12	\$17.385,00
	Malta	3.993,59	Kg	\$1,25	\$4.991,99	\$39.935,90
<b>Material de Empaque</b>	Botella de Vidrio y Tapa	330.000,00	und	\$0,04	\$13.200,00	\$105.600,00
	Cajas de Cartón Corrugado	55.000,00	und	\$0,07	\$3.850,00	\$30.800,00
<b>Total Costo Materia Prima y Empaque</b>						<b>\$206.897,10</b>
<b>Mano de obra Directa</b>	Colaboradores	-	\$/mes	-	-	\$4.000,00
<b>Mano de obra Indirecta</b>	Colaboradores	-	\$/mes	-	-	\$16.950,00
<b>Total Costo Mano de Obra</b>						<b>\$20.950,00</b>
<b>Servicios y Suministro</b>	Agua	554	m3	\$0,35	\$193,90	\$1.551,20
	Electricidad	20.670	kWh	\$0,09	\$1.860,30	\$14.882,40
	Internet	1	und	\$200,00	\$200,00	\$1.600,00
<b>Total Costos de Servicios y Suministros</b>						<b>\$18.033,60</b>
<b>Maquinaria</b>	Depreciación de Maquinaria					\$2.497,22
<b>Total Costos Depreciación de Maquinaria</b>						<b>\$2.497,22</b>
<b>Total Costos Directos de Producción</b>						<b>\$210.897,10</b>
<b>Total Costos Indirectos de Producción</b>						<b>\$37.480,82</b>
<b>Total Costos de Producción</b>						<b>\$248.377,92</b>
					Costo Unitario de Producción	\$0,75
					Porcentaje de ganancia	25%
					Precio de venta unitario	\$0,94
					Costo Variable Mensual	\$0,64
					Punto de Equilibrio Mensual	124.214

[Elaboración Propia]