



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO  
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**PROPUESTA PRÁCTICA DEL EXAMEN DE GRADO O DE FIN DE  
CARRERA (DE CARÁCTER COMPLEXIVO)  
INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL**

**TEMA: ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE ELABORACIÓN  
CERVEZA ARTESANAL EN LA MICROEMPRESA SAMBA.**

**Autor:**

**ANGULO DIAZ DONALD ARMANDO**

**Acompañante:**

**Ing. Ind. LOPEZ BRIONES JOHNNY ROODY Mgtr.**

**Milagro, 09 Mayo 2019**

**ECUADOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

**RECTOR**

**Universidad Estatal de Milagro**


Presente.

Yo, Angulo Díaz Donald Armando en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación – Examen Complexivo: Investigación Documental, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta practica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Temática del Grupo de Investigación DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVO Y LOGÍSTICOS, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 09 días del mes de Mayo de 2019.



---

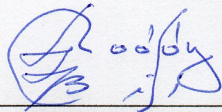
ANGULO DIAZ DONALD ARMANDO

CI: 0923595482

## **APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL**

Yo, MSc. López Briones Johnny Roody en mi calidad de tutor de la Investigación Documental como Propuesta práctica del Examen de grado o de fin de carrera (de carácter Complexivo), elaborado por el estudiante Angulo Días Donald Armando cuyo, título es ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE ELABORACIÓN CERVEZA ARTESANAL EN LA MICROEMPRESA SAMBA, que aporta a la Línea de Investigación DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVO Y LOGÍSTICOS, previo a la obtención del Grado Ingeniería Industrial; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complexivo) de la Universidad Estatal de Milagro.

En la ciudad de Milagro, a los 09 días del mes de Mayo de 2019.



Ing. Ind. LOPEZ BRIONES JOHNNY ROODY Mgtr.

C.I.: 0906022033

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

LOPEZ BRIONES JOHNNY ROODY

ALCAZAR ESPINOZA JAVIER ALEXANDER

GIRON GUERRERO MIGUEL FRANCISCO

Luego de realizar la revisión de la Investigación Documental como propuesta práctica, previo a la obtención del título (o grado académico) de ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE ELABORACIÓN CERVEZA ARTESANAL EN LA MICROEMPRESA SAMBA presentado por el /la señor (a/ita) ANGULO DIAZ DONALD ARMANDO.

Con el título: INGENIERO INDUSTRIAL


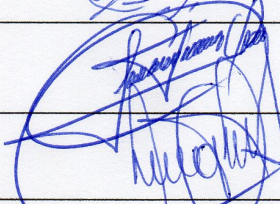
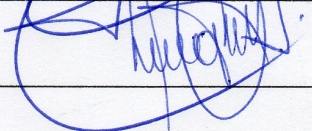
Otorga a la presente Investigación Documental como propuesta práctica, las siguientes calificaciones:

Investigación documental	[ 76.67 ]
Defensa oral	[ 20. ]
Total	[ 96.67 ]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) APROBADO.

Fecha: 09 de Mayo de 2019.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	<u>Lopez Briones Johnny Roody</u>	
Secretario /a	<u>Alcázar Espinoza Javier Alexander</u>	
Integrante	<u>Giron Guerrero Miguel Francisco</u>	

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, mis padres y a mi esposa. A Dios porque ha estado conmigo en todo momento, cuidándome y dándome fuerzas para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han cuidado por mi bienestar y educación apoyándome en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi capacidad.

**Angulo Díaz Donald Armando**

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a los docentes que a lo largo de toda esta etapa de estudios supieron guiarme y brindarme sus conocimientos, a todos los compañeros por su apoyo. A todas las personas que de una u otra forma me apoyaron cuando más los necesite.

**Angulo Díaz Donald Armando**

## ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR .....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL .....	5
METODOLOGÍA .....	10
DESARROLLO DEL TEMA .....	11
CONCLUSIONES .....	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: color de cerveza roja, rubia.....	16
Figura 2: Proceso de elaboración de cerveza artesanal.....	18
Figura 3: Molino de 2 rodillos para malta.....	23
Figura 4: Olla para el proceso cocción.....	24
Figura 5: Refractómetro medir azúcar de mezcla.....	25
Figura 6: Equipos proceso de maceración.....	28
Figura 7: Sistema de cuarto frío.....	29
Figura 8: Referencia de proceso de fabricación de cerveza.....	31
Figura 9: Proceso de mejora en la molienda.....	32
Figura 10: Enfriador de mosto tipo serpentina.....	33
Figura 11: Esquema enfriador de mosto tipo serpentín.....	33
Figura 12: Enfriador de mosto.....	34



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I: Factores para la elaboración de cerveza. ....	12
Tabla II: Condiciones para la producción de cerveza. ....	13
Tabla III: Características por las materias primas utilizadas.....	14
Tabla IV: características de las levaduras utilizadas en la elaboración de cerveza.....	15
Tabla V: características del color de la cerveza. ....	16
Tabla VI: recetas populares PILSEN. ....	17
Tabla VII: recetas populares INDIA PALE ALE. ....	17
Tabla VIII: condiciones óptimas de acción de las enzimas en el mosto. ....	20
Tabla IX: Capacidades de los equipos. ....	29

**TEMA: ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE ELABORACIÓN CERVEZA  
ARTESANAL EN LA MICROEMPRESA SAMBA**

**RESUMEN**

En el presente trabajo de investigación se plantea el análisis de los procesos de elaboración de cerveza artesanal, la empresa se encuentra ubicada en el cantón Marcelino Maridueña, a continuación se presenta la metodología a utilizar la misma se basó en información y recolección de datos y su posterior análisis, de los distintos sectores y regiones donde se elabora cerveza, se puntualiza los antecedentes históricos, los múltiples procesos de fabricación sus necesidades técnicas para su elaboración, los equipos necesarios donde se menciona la implementación de mejoras en los procesos de molienda, maceración y fermentación, garantizando que se cumplan con los estándares de calidad utilizando los materiales adecuados al tratarse de una bebida un ejemplo en el proceso del macerado el cual se realiza en ollas de acero inoxidable tipo 304 ya que son ideales por sus características: como resistencia a la corrosión, por lo que garantizan un factor de higiene y limpieza, posee propiedades mecánicas se puede utilizar para ebullición profunda resistente al calor y fuego son factores fundamentales para su obtención final de una cerveza de calidad, al final de esta investigación se valoraran los distintos métodos tratados en busca de una adaptación más acorde como temperatura, condiciones atmosféricas entre otras características, se sugiere ciertas recomendaciones a aplicar en el proceso de la fabricación como utilizar materiales fáciles de obtener sin alto costo y que se pueden implementar a los equipos de forma sencilla siempre conservando su elaboración de forma artesanal que es la distinción característica de la empresa por el tipo de cerveza.

**PALABRAS CLAVE:** Aminoácidos, coolbot, dimmer, enzimas, maltosos, priming, péptidos.

**THEME: ANALYSIS OF THE MANUFACTURING PROCESSES ARTISANAL  
BEER IN THE SAMBA MICRO-COMPANY**

In the present work of investigation the analysis of the processes of elaboration of craft beer is raised, the company is located in the canton Marcelino Maridueña, the following is presented the methodology to use it was based on information and data collection and its Subsequent analysis of the different sectors and regions where beer is brewed, the historical background, the multiple manufacturing processes, their technical needs for their elaboration, the necessary equipment where the implementation of improvements in the processes of grinding, maceration and fermentation, guaranteeing that quality standards are met using the appropriate materials as it is a beverage, an example in the mashing process, which is carried out in type 304 stainless steel pots since they are ideal for their characteristics: as a resistance to corrosion, so they guarantee a hygiene and cleaning factor , it has mechanical properties can be used for deep boiling resistant to heat and fire are fundamental factors for its final obtaining of a quality beer, at the end of this investigation the different methods treated in search of a more appropriate adaptation as temperature, conditions Atmospheric, among other characteristics, it is suggested certain recommendations, to be applied in the manufacturing process such as using materials that are easy to obtain without high cost and that can be easily implemented to the equipment, always preserving its elaboration in a traditional way, which is the characteristic distinction of the company by type of beer.

**KEY WORDS:** Amino acids, coolbot, dimmer, enzymes, maltose, priming, peptides.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la cerveza se ha caracterizado por ser un producto de alta aceptación dentro del mercado nacional. En el Ecuador se consume 300 millones de litros al año. Su producción está dirigida exclusivamente para el público adulto que tiene mayor inclinación por productos elaborados artesanalmente; ya que, en su elaboración el productor pone un minucioso énfasis en los detalles, al no contar con la tecnología que tienen las cervecerías industriales, por lo que, el producto final es de mejor calidad. En tal caso el maestro cervecero debe elegir entre las docenas de recetas las cantidades más apropiadas para la obtención de la cerveza entre sus ingredientes como la malta, lúpulo, los tipos de levaduras y el agua apropiada a utilizar, la temperatura y el tiempo son de mucha importancia. Dependiendo de que tan bien se elija y de cómo los utilicen determinará el estilo y el gusto de la cerveza.(Suqui & Morales, 2015).

La cerveza es una bebida que se elabora con 4 ingredientes básicos que son: agua, malta, lúpulo y levadura, pero existe la posibilidad de incluir en las formulaciones una infinidad de ingredientes entre ellos cereales, hierbas, frutas, cuyas combinaciones dan como resultado un sin número de sabores, lo que le brinda al consumidor diferentes opciones de sabor. Las hay desde el amarillo pálido, roja, hasta el negro, con variedad de sabores y con diferente contenido alcohólico y demás propiedades que pueden variar de acuerdo al gusto de cada persona.(Merelo Espinar & Zúñiga Tapia, 2013).

El presente proyecto tiene como finalidad el análisis en los procesos de la elaboración de cerveza artesanal, a nivel regional y local por lo que se evaluarán las distintas condiciones y cambios que existan en sus procesos, las técnicas que garanticen la calidad y rentabilidad del producto terminado, en la microempresa artesanal samba; en la empresa se implementan diferentes operaciones unitarias en forma secuencial como molienda, maceración, filtración, fermentación, entre otras, las cuales tienen como objetivo mantener las propiedades de la cerveza y que ésta se mantenga en su elaboración artesanal.(MICHELL et al., 2017).

## CAPÍTULO 1

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La cerveza es una bebida fermentada cuya preparación se realiza a partir de cereales germinados, principalmente cebada (malta), y está aromatizada con flores de lúpulo. El presente proyecto tiene como objetivo el análisis de la elaboración de cerveza artesanal y las condiciones que se deben cumplir para que el producto terminado sea de calidad y no se vea afectada por factores como el pH del agua, condiciones atmosféricas como contaminantes emitidos que comprometen seriamente el sabor, olor, color, aroma etc.

En la producción de cerveza artesanal se requiere de mucha exactitud en todas sus etapas para que la misma pueda obtener las características deseadas por el maestro cervecero y pueda cumplir las expectativas del cliente, como es de conocimiento en su mayor parte la elaboración se la realiza de forma manual sus procesos, de modo que el cervecero forma parte de su elaboración y a su vez puede supervisar personalmente las operaciones, así se asegura que el producto final sea de calidad. Por lo tanto, el objetivo es identificar las características de elaboración de cerveza artesanal en distintos sectores y mediante un análisis revisar las condiciones que se puedan implementar de la mejor manera en los procesos y sus etapas en las áreas de producción, con el propósito de garantizar una cerveza de calidad.(EDUARDO et al., 2015; MICHELL et al., 2017).

La pequeña fábrica de elaboración de cerveza artesanal se encuentra ubicada en el cantón San Carlos Marcelino Maridueña, la finalidad de analizar los procesos de elaboración, es la de identificar las mejores técnicas en los procesos artesanales para reducir los cuellos de botella que se puedan generar en dichos procesos de elaboración. Actualmente el proceso de fabricación de cerveza artesanal, independiente del tipo de cerveza tiene una duración aproximada entre (8 y 10 horas), sin contar los tiempos de fermentación y maduración. Se han observado pérdidas de lotes de producción por causas del trabajo manual, entre ellas la molienda manual, la maceración y el enfriamiento de la malta y las áreas de trabajo reducida, que provocan pérdida de tiempo en el manejo y traslado del flujo de material apropiados que se puedan adaptar para facilitar de forma más sencilla los procedimientos.(MICHELL et al., 2017).

## CAPÍTULO 2

### MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

#### 1. Historia de la cerveza

##### 1.1. Definición

Los orígenes de la cerveza se pierden en la noche de los tiempos entre historias y leyendas; las del antiguo Egipto atribuyen su origen al capricho de Osiris; se cree que eran los egipcios que enseñaron el proceso a los griegos. Numerosos antropólogos aseguran que hace cien mil años el hombre primitivo elaboraba una bebida a base de raíces cereales y frutos silvestres que antes masticaba para desencadenar su fermentación alcohólica; El líquido resultante lo consumía con leche para relajarse. Se cree que ya existía en Mesopotamia y Sumeria en los años 10.000 A.C. en la civilización mesopotámica, era parte importante en su dieta el motivo es sencillo las calorías que aportan estos la bebían como un buen sustituto del pan por su conservación en barriles.(Merelo Espinar & Zúñiga Tapia, 2013; Rangel, M, M, & Gold, n.d.).

Entre los siglos XIV y XVI surgen las primeras grandes factorías cerveceras, entre las que destacan las de Hamburgo y Zirtau. A finales del siglo XV, el duque de Baviera Guillermo IV promulga la primera ley de pureza de la cerveza alemana, que prescribía el uso exclusivo de malta de cebada, agua, lúpulo y levadura en su fabricación. La auténtica época dorada de la cerveza comienza a finales del siglo XVIII con la incorporación de la máquina de vapor a la industria cervecera y el descubrimiento de la nueva fórmula de producción en frío, y culmina en el último tercio del siglo XIX, con los hallazgos de Pasteur relativos al proceso de fermentación.(Merelo Espinar & Zúñiga Tapia, 2013; Rangel et al., n.d.).

Se presume que la cebada fue el primer alimento cocinado, debido a que el proceso de elaboración de la cerveza necesita de la mano del hombre constantemente y que para su etapa final de fermentación se realizó por medio de levaduras.(JAIRZINHO., 2016).

En la actualidad la industria cervecera se ha expandido por todo el mundo, las personas se han ido desplazando de un lugar a otro, han ido ocupando espacios que no estaban habitados,

el turismo también ha crecido lo que implica que las fabricas se acondicionen a diversos ambientes, a diferentes culturas y de esta manera proporcionar satisfacción a los consumidores con el fin de posicionarse en un determinado territorio o región para luego ocupar el sitio de otra bebida alcohólica y relegarla a un segundo plano.(JAIRZINHO., 2016).

### **1.2.Historia de la cerveza en Ecuador.**

Fue en el año 1825, que se introdujo la cerveza en el mercado ecuatoriano, pero esta no tuvo una buena aceptación en el mercado quiteño, luego para el año de 1882 se fundó una fábrica cervecera en el barrio San Roque en la ciudad de Quito con el nombre de La Campana. Para el año 1887, en la ciudad de Guayaquil se abrió la primera industria cervecera pero dicha fabrica fue rematada por causa de un incendio en la ciudad por lo que fue adquirida por el señor Luis Maule Bellier y quien posteriormente la vendería a Ecuador breweries Company, hoy en día es conocida como cervezas nacionales.(JAIRZINHO., 2016).

### **1.3.Cerveza Artesanal.**

Las cervecerías artesanales se caracterizan principalmente por el grado de automatización, en estas se emplea controles manuales para los procesos. La ventaja de este modo de control está en que el cervecero toma parte del proceso y puede supervisar personalmente toda la operación, la desventaja está dada principalmente porque todo el tiempo de producción es dedicado a una labor repetitiva. Los rendimientos obtenidos por el control manual pueden ser tan buenos como los que se obtienen mediante control automático. El nivel de automatización dependerá del tamaño de la planta y de la inversión que a esta se la quiera realizar, en este caso por ser una empresa que este surgiendo en el mercado, no se automatizara por lo que el producto es cien por ciento artesanal.(EDUARDO et al., 2015).

### **1.4. Tipo de cervezas artesanales.**

La clasificación en la elaboración de cerveza artesanales, se caracterizan según sus familias. **Tipo Ale:** utiliza levadura de fermentación alta, el termino ale no describe el color, cuerpo de una cerveza, si no su fermentación. En esta familia su variación en resultados dependen del grado de alcohol, amargor más bien es una bebida con mucha palidez, depende de la malta a utilizar del lúpulo y tiempo de maduración.

**Tipo lager:** cervezas elaboradas con fermentación baja, y en la actualidad se las conoce como estilo Pilsen más reconocido.

**Cerveza de trigo:** mezcla de trigo y cebada, fermentación alta, se caracterizan por ser refrescantes, espumosas, acidas se las conoce como cervezas blancas. (MICHELL et al., 2017).

### **1.5. Fabricación de cerveza artesanal.**

En el proceso inicia desde la cebada para obtener la malta, que la misma se la obtiene directamente de un proveedor en sacos ya lista para empezar con el proceso de molienda; Después de esto se lleva al proceso de sacarificación, el cual consiste en convertir la materia prima, la malta y los ingredientes adicionales, en mosto. (MICHELL et al., 2017,p.26).

Luego se realiza la operación de maceración, donde la malta se adiciona en un recipiente una olla de hervor y se le agrega agua, se hace hervir la mezcla durante unos minutos para beneficiar la actividad de las enzimas sobre el almidón, el mosto que resulta de esta filtración se almacena en unas ollas y se hierva para esterilizarlo, en este punto del proceso se le añade el lúpulo, el cual tiene como objetivo: Inhibir procesos enzimáticos principalmente da diastasa, y proporcionar el aroma característico de la cerveza.(MICHELL et al., 2017,p.26).

Una vez se ha dado la cocción del mosto, la clave de la calidad de la cerveza artesanal es la fermentación, ya que será la que del resultado final de los grados de alcohol que contenga, y depende de la premisa del mosto para realizar una buena fermentación; al mosto se le añade la levadura para que realice toda la actividad enzimática y convierta los azúcares fermentables en alcoholes. Por último la cerveza ya fermentada se almacena a temperaturas bajas durante un tiempo variable, se filtra preparando la cerveza para su envasado y pasterización.(MICHELL et al., 2017).

### **1.6. Materias primas a utilizar en el proceso de elaboración de cerveza artesanal.**

En la planta de cerveza artesanal samba, se realizan los procesos descritos a continuación los insumos principales a utilizarse.



- **Agua**
- **Malta**
- **Levaduras**
- **Adjuntos**

### **Agua**

El agua es uno de los componentes principales para la elaboración de la cerveza, constituye aproximadamente el 95% del producto, la calidad del agua es muy importante ya que la misma determina la calidad de la cerveza su (espuma, sabor, transparencia), no solo debe satisfacer los requerimientos generales del agua potable, el contenido del pH del agua es importante durante la fabricación de la masa, la debida extracción del lúpulo, buena coagulación en la olla de cocción, sana fermentación y el debido desarrollo del color y sabor dentro de la cerveza terminada.(Artesanal, 2016; Merelo Espinar & Zúñiga Tapia, 2013).

El agua debe cumplir algunos requerimientos básicos para una buena cerveza.

- Debe ser transparente, incolora, inodora y libre de cualquier sabor objetable.
- La alcalinidad en la fuente debe reducirse a 50 ppm. o menos.
- El pH es importante se debe mantener valores que van desde un pH 4 a un pH9.
- El agua base del macerado debe tener 50 ppm de calcio la cual se debe añadir directamente a la olla de cocción, el nivel de calcio deberá oscilar de 40 a 70 ppm. dentro de la masa principal, ayudara a preservar las enzimas y mejorar el rendimiento del extracto.
- Un nivel de 80 a 100 ppm. de calcio dentro del mosto, ayudara a controlar el pH.

### **Malta.**

La cebada o cualquier tipo de grano que sirva para elaborar cerveza es el principal ingrediente utilizado en la producción de cerveza, el malteado es el primer paso en la elaboración de cerveza y es el proceso por cual se obtiene la materia prima principal, la malta. Básicamente es la germinación controlada de un cereal, seguida por la interrupción

de este proceso natural, secando el grano por medio de calor, el objetivo del malteado es activar las enzimas diastáticas presentes en el grano de la cebada, en este caso grano de la cebada se obtiene directamente del fabricante. (Merelo Espinar & Zúñiga Tapia, 2013; MICHELL et al., 2017).

### **Lúpulo.**

El Lúpulo es la flor de *Humulus Lupulus*, planta reconocida biológicamente con el género *cannabis*, es el ingrediente esencial para la elaboración de la cerveza en el proceso de elaboración únicamente interesan las flores femeninas ya que en sus “conos” están las glándulas de lupulina que son responsables del amargor de la cerveza, además tiene un efecto estabilizador en la espuma así como ciertas acciones antibacterianas y, por otro lado, contienen aceites esenciales responsables de los aromas a lúpulo, especiados y florales de la cerveza.(González, 2017; MICHELL et al., 2017).

### **Adjuntos.**

En este sentido, todos los adjuntos usados en la fabricación de cerveza son productos elaborados, derivados de los diversos cereales, que distingue a la práctica en la fabricación de bebidas de malta son materiales formados por contenido de almidón y carbohidratos no maltosos, son los principales materiales empleado en la fabricación de cerveza, es decir a la malta hecha a base de cebada.(Villegas, 2013).

### **Levaduras**

Las levaduras son uno de los cuatro ingredientes básicos que se usan en la fabricación de cerveza, la levadura es un hongo que convierte la azúcar en alcohol y anhídridos carbónicos en ambientes anaeróbicos. Para la elaboración de cerveza se divide en dos grupos principales. LEVADURA ALE: es de fermentación alta, su temperatura, debe estar entre 18 y 24°C. LEVADURA LAGER: es de fermentación baja, su temperatura debe estar entre 7 y 12°C.(MICHELL et al., 2017).

## CAPÍTULO 3

### METODOLOGÍA

La metodología aplicada es de la recolección de información documental, este tipo de investigación nos permite obtener fuentes ya elaboradas de otros autores que ya fueron estudiadas y son fiables para emprender el desarrollo de una investigación con procedimientos coherentes para desarrollar análisis de deducción e inducción y técnicas empíricas para la deducción de observación.

**Recolección de información del proceso de elaboración:** se evidencio en forma presencial todos los procesos inmersos para la obtención de la cerveza artesanal por lo que se aportó al refuerzo de la información documental al estar presente en cada una de las etapas para la fabricación de la cerveza artesanal.

**Se evaluaron los procesos:** se realizó el proceso de elaboración durante un día entero en la elaboración de cerveza se evidencio que en la actualidad el tiempo aproximado para la obtención del producto final está en un estimado de ocho horas. Esto fue de vital importancia ya que se pudo evidenciar los procesos que más tiempo tardan en trabajarse, al ser un proceso de elaboración artesanal se lo efectúa en forma manual.

En base a la información obtenida de la diferente base de datos como; repositorios de base de datos de universidades, artículos de ScienceDirect, scopus, etc. Se busca adaptar el método que más se ajuste para aplicar sugerencias en el proceso de molienda ya que en la actualidad se lo efectúa de forma manual, el área de maceración se debe readecuar el enfriador del mosto, para que este reduzca la temperatura al fermentador, lo que se busca con la información obtenida se proponga realizar el proceso de una manera más eficiente rápida.

**Objetivo fundamental:** es mediante un análisis de diferentes fuentes, los procesos que mejor se pueden aplicar y recomendar en busca de mejorar en los procesos de fabricación, con la finalidad que los mismos impliquen menos trabajo, implementando materiales accesibles y fáciles de obtener sin que repercutan mayores gastos a la micro empresa.

## CAPÍTULO 4

### DESARROLLO DEL TEMA

En el siguiente capítulo se describe brevemente un análisis de los diferentes tipos de cerveza, sus características como color como se produce en sus diferentes tipos rubia, roja, negra entre otras características; la empresa artesanal Samba, se encuentra ubicada en el Cantón Marcelino Maridueña, Provincia del Guayas a 30 min del cantón Milagro, entre otros cantones aledaños lo cual es muy importante para el desarrollo de la empresa.

#### **2. Recepción de materia prima, aditivos, y coadyuvantes.**

Es la primera etapa la recepción de materia prima, la malta de cebada, lúpulo y adjuntos, los aditivos son sustancias que no se consumen como alimentos en sí, se utilizan con un propósito tecnológico en la fase de fabricación, los coadyuvantes son materiales que se utilizan durante el proceso de elaboración, pero a diferencia de los aditivos no forman parte de la composición final del producto.(AECI, 1999).

#### **2.2. El pH factor clave para elaborar cerveza.**

Los principales problemas ambientales que pueden contaminar el proceso de la elaboración de cerveza tienen que ver con el pH agua, que es el componente mayoritario en la elaboración de cerveza, este expresa el grado de acidez y alcalinidad que se mide en una escala de 1 al 14 y se considera óptimo un rango de 7 término neutro, que es un proceso clave para la adición de las enzimas, de lúpulos y en proceso de fermentación para que las levaduras funcionen correctamente.(AECI, 1999; ANDREA ELIZABETH PEÑAHERRERA BUNCE, 2013).

#### **2.3. Proceso de fabricación**

El proceso comienza con la elaboración del mosto, seguida de una ebullición prolongada y un rápido enfriamiento. A continuación, se siembra con un cultivo de levadura seleccionada. Así se inicia la fase más característica de la elaboración de cerveza, que es la fermentación. Durante la misma se forman los componentes típicos resultantes de la actividad de la levadura: el alcohol, el anhídrido carbónico, aromas, etc. Le sigue una fase de maduración y filtración, y la cerveza queda a punto para ser envasada.(AECI, 1999).

Tabla I: Factores para la elaboración de cerveza.

Fase	Riesgo	Medidas preventivas	Medidas Correctivas
<b>Recepción de materias primas, aditivos y coadyuvantes</b>	Contaminación por fitosanitarios/ metales pesados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exigencias a proveedor según legislación vigente</li> <li>Calidad concertada con proveedor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rechazo/devolución</li> <li>Cambio de proveedor, si persiste las inconsistencias.</li> </ul>
<b>Agua</b>	Contaminantes físicos/químicos. Microbiológicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Captación,</li> <li>Almacenamiento y distribución adecuados.</li> <li>Tratamientos, si procede.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tratamiento, si procede.</li> <li>Interrupción temporal definitiva del suministro.</li> </ul>
<b>Proceso de fabricación</b>	Residuos de productos de higienización	Procedimiento de Higienización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Corrección del proceso.</li> <li>Reprocesamiento/ rechazo del producto</li> </ul>

#### 2.4. Condiciones óptimas para la elaboración de la cerveza.

El moho y el crecimiento de bacterias han sido, siempre, un problema para los fabricantes de cerveza. La cerveza debe almacenarse, en grandes cubas a bajas temperaturas y durante varias semanas, durante el proceso de fermentación y hasta que esté preparada para su embotellado. Durante este proceso, la de humedad elevada, pueden afectar negativamente. Durante la fermentación, las cubas se someten a temperaturas de unos +2°C. Al entrar aire ambiente en la cámara de frío, se forma condensación en los recipientes barriles, en los conductos y en las paredes. Estas zonas húmedas y problemáticas se limpian, normalmente, con vapor lo cual puede agravar el problema. Por eso la cámara de frío cuenta con equipos como un coolbot es un dispositivo que permite controlar un aire acondicionado que permite encendido 24/7 todo los días, para evitar la condensación y el crecimiento de moho y bacterias en las superficies frías; los tiempos de lavado se reducen y no hacen falta trabajos de redecoración de manera frecuente. (“Producción de cerveza - Industrias - Munters,” n.d.).

## 2.5. Condiciones óptimas para la elaboración de cerveza en la empresa artesanal zamba.

A continuación se describen en las tablas II Y III, condiciones para la elaboración de cerveza en la fábrica artesanal samba, estos resultados se obtuvieron ya que se realizó todo el proceso de elaboración de cerveza que dura un tiempo aproximado de 8 a 10 horas que conlleva tener un producto terminado.

Tabla II: Condiciones para la producción de cerveza.

Malta base	Malta de trigo. Pele- Ale cerveza roja (5.5° de alcohol). Pilsen cerveza rubia (4.5° de alcohol).
Molienda	20 kg cada ½ hora.
Macerador	Tiempo de 90 min, Lleva por cada kg de malta una tercera parte de agua. Su temperatura es: Rubia o roja (77 a 72°). Negra: (73 a 78°).
Fermentación	Adición de la levadura, Tipo: S04: (7 días). S33:(10-14 días). Maduración: (3-7 días)
Envasado	Embarrilado gasificación CO2 artificial. Envasado por cada litro lleva 7.5 grados de priming. Priming: acción mediante el cual darás alimento a la levadura para que genere el CO2. Gasificación natural lleva un tiempo de 12 días aproximado. La temperatura en la cámara de frio debe estar (15-18°C).

Tabla III: Características por las materias primas utilizadas.

MATERIA PRIMA	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD RECOMENDADA
<b>Agua</b>	Agua potable un rango de pH de (7-8).	La relación es 3:1 por tres litros de agua, un kilogramo de malta
<b>Malta</b>	malta base tipo Ale	La relación es 3:1 por tres litros de agua, un kilogramo de malta
<b>Lúpulo</b>	Aporta amargor y aroma característico, además tiene un efecto estabilizador en la espuma así como ciertas acciones antibacterianas protectoras.	0,6 gramos de lúpulo que porta el amargor por litro de agua. 0,7 gramos de lúpulo que aporta el aroma por cada litro de agua
<b>Levadura</b>	Se utiliza tipo Ale SAFALE S-04. Safbrew S-33.	0,34 gramos de lúpulo por litro de agua.

## 2.6. Levadura utilizada en la empresa artesanal zamba.

Las levaduras que se utilizan en la fabricación de cerveza tienen características similares, la mayoría de levaduras de fermentación alta (ale) fermentan a temperaturas altas, 20°C, pertenecen a la tipo S, producen una fermentación rápida y dan como resultado un sabor más afrutados y amargo; las levaduras de fermentación baja (lager) se produce con una temperatura lenta sobre los 10°C, dando sabores más controlados secos claros. La levadura utilizada en la elaboración de cerveza en la empresa artesanal samba es la de tipo S-33 para fermentación baja las misma debe estar a una temperatura promedio de 16-20°C. (Carrasco, 2016).

**SafAle o SafBrew:** son elaboradas con levaduras de fermentación alta.

Tabla IV: características de las levaduras utilizadas en la elaboración de cerveza.

SafAle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fermentan a temperaturas medias de 15 y 18 C° actúan en pocos días (7aprox).</li> <li>• Fermenta en la Superficie.</li> <li>• Sabores fuertes, frutados, genera ésteres.</li> </ul>
SafBrew	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levadura Ale de fermentación alta 12-25°C. actúa de (10-14) días.</li> <li>• Fermenta en la Superficie</li> <li>• Sabores fuertes, frutados, genera ésteres.</li> </ul>

**Fuente:** El Cervecero en la Práctica, Un Manual para la Industria Cervecera, segunda edición p.233 Tabla 1, Asociación de Maestros Cerveceros de las Américas.

### 2.7.Descripción de los tipos de cerveza.

En la planta de cerveza artesanal samba, se elaboran cerveza de tipo ALE, ya que su periodo de elaboración es menor por lo que conlleva menor tiempo, sin embargo a continuación se realizara un breve resumen de los tipo de cerveza sus características el color y sus procesos.

### 2.8.Cerveza rubia, roja, negra.

Se debe tener en cuenta que el color de una cerveza en si es una característica particular, que se obtiene mediante la combinación de las maltas, como los tiempos de cocción, ingredientes todo estos compuestos o factores son la principal característica que da el tono o color a una cerveza.

Las maltas llamada base como las (Pilsner Pale, Ale, entre otras), son las de color amarillo pálido que es el más común, las maltas más oscuras son (Cristal, Chocolate y Negra), se encargan de dar color, cuerpo etc.



Tabla V: características del color de la cerveza.

Tipo de cerveza	Característica	Tipo de cerveza comunes
<b>Rubia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sabor suave.</li> <li>• Temperatura baja, corto tiempo de cocción.</li> <li>• Malta poco tostada.</li> <li>• Lúpulo intenso.</li> </ul>	Pale Ale Pale lager, Pilsner Weissbier Grados de alcohol 4.5°
<b>Roja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sabor ligeramente tostado, mantiene toques frutales.</li> <li>• Malta poco tostada.</li> <li>• Aromas frutales</li> <li>• Amargor de lúpulo muy bajo.</li> <li>• Aroma de lúpulo nulo.</li> </ul>	Scotch Ale Red Ale Grados de alcohol 5.5°
<b>Negra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malta tostada.</li> <li>• Aroma de lúpulo bajo.</li> <li>• Medio e intenso sabor de lúpulo.</li> <li>• Cuerpo medio carácter cremoso.</li> <li>• Muy suave a pesar del alto amargor.</li> </ul>	Stout, porter Irish Dry Dunkel Grados de alcohol 5.5°

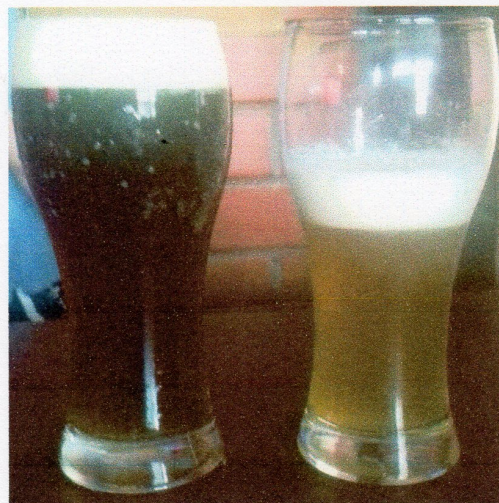


Figura 1: color de cerveza roja, rubia.

Tabla VI: recetas populares PILSEN.

<b>PILSEN</b>	
<b>Características Amargo:</b> Ligero (25,0-45,0 IBU); Color: Amarillo pálido a dorado (2,0-6,0 SRM); Levadura: Lager; Gravedad final: 1.008-1.017; Alcohol: 4,0-5,5 %; Carbonatación: Media (2,3-2,8 vol.)	
<b>Fórmula para 20 litros</b>	
<b>Malta Base:</b>	6,0 Kg.
<b>Malta Crystal:</b>	300 g.
<b>Macerado:</b>	60 min/68 °C.
<b>Cocción:</b>	60 min.
<b>Lúpulo:</b>	Saaz 60 g/0 min y 60 g/55 min.
<b>Levadura:</b>	<i>Lager 11g.</i>
<b>Clarificante:</b>	Irish 1 cdta /55 min.
<b>Carbonatación:</b>	Azúcar 15 g/l.

Tabla VII: recetas populares INDIA PALE ALE.

<b>INDIA PALE ALE</b>	
<b>Características: Amargo:</b> Intenso (40,0-60,0 IBU); Color: Ámbar con tonos naranja (8,0-14,0 SRM); Levadura: Ale; Gravedad final: 1.012-1.018; Alcohol: 5,1-7,6 %; Carbonatación: Moderada (2,2-2,7 vol.).	
<b>Fórmula para 20 litros</b>	
<b>Malta Base:</b>	5,5 Kg.
<b>Malta Crystal:</b>	250 g.
<b>Macerado:</b>	90 min/65 °C.
<b>Cocción:</b>	90 min.
<b>Lúpulo:</b>	Cascade (4 x 20 progresivo)
<b>Levadura:</b>	<i>Ale 12 g</i>
<b>Carbonatación:</b>	Azúcar 4 g

## 2.9.Descripción del proceso productivo de elaboración de cerveza.

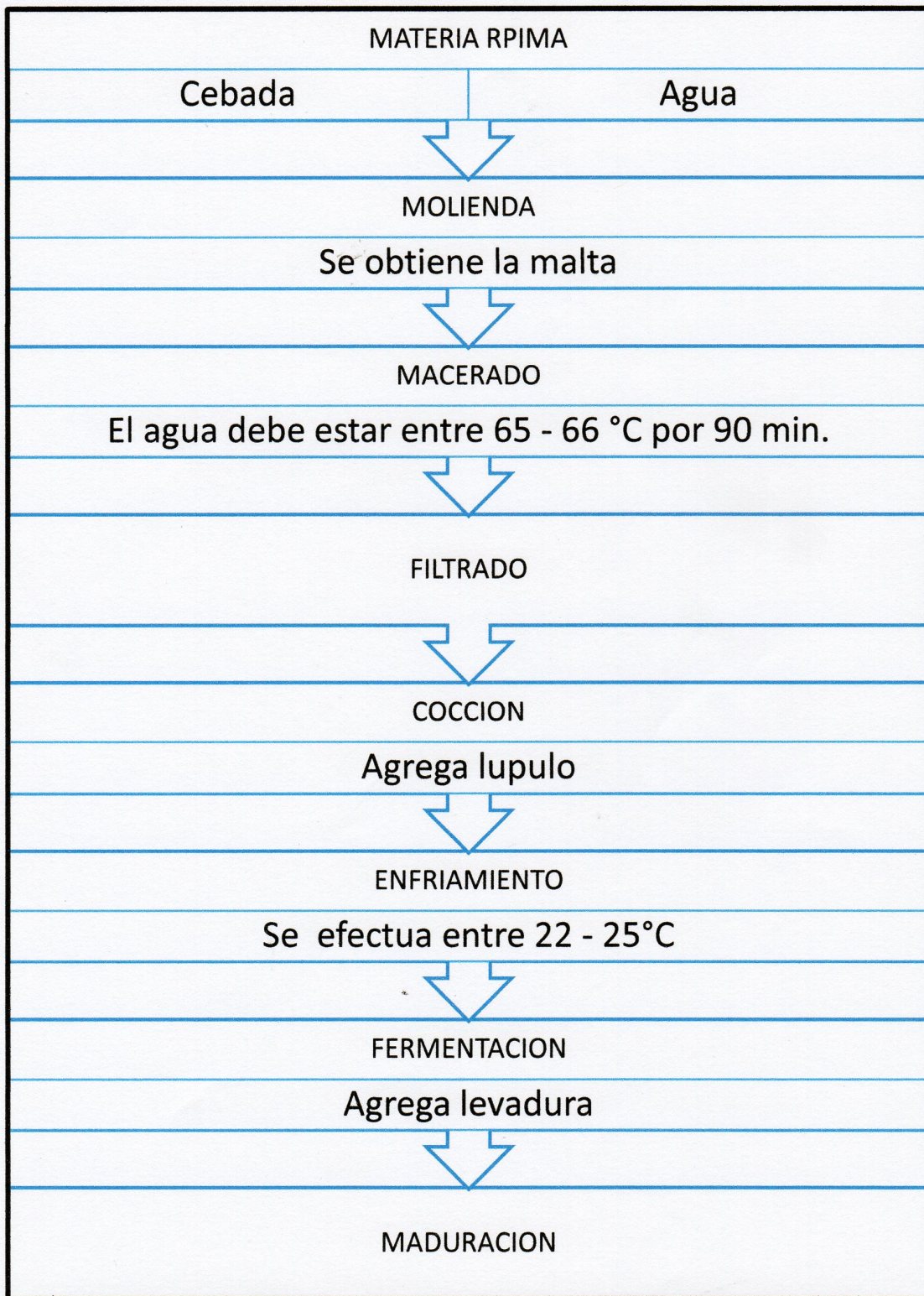


Figura 2: Proceso de elaboración de cerveza artesanal.

## **2.10. Proceso de producción de cerveza.**

El proceso es bastante sencillo, pero debe cumplir parámetros técnicos para poder obtener un producto de calidad, es muy importante que todos los procesos que se realicen estén en forma ordenada y organizada bajo reglas y procesos establecidos.

El proceso de producción de cerveza se describe a continuación:

### **2.11. Molienda**

Consiste en moler el grano o triturar en fracciones más pequeñas, de tal forma que este solo se parta y no quede pulverizada o hecha polvo, respetando la cáscara o envoltura, la malta o el grano es comprimida entre dos cilindros, evitando destruir la cáscara lo menos posible pues ésta servirá de lecho filtrante en la operación de filtración del mosto; a su vez triturando el interior del grano lo más fino posible. (Fundación valle de azapa, 2016; Molina, 2017).

### **2.12. Maceración.**

Consiste en el proceso de extracción sólido-líquido, donde el objetivo es extraer compuestos solubles presentes en los granos de malta, principalmente azúcares fermentables, que se necesitan para la fabricación de la cerveza esta operación se efectúa en caliente para iniciar un proceso enzimático a las cuales deben actuar a temperaturas óptimas entre 62°C y 65°C para tener el contenido más alto en maltosa y la más alta atenuación límite para transformar los azúcares presentes, dependiendo de qué azúcares y las temperaturas utilizadas, el resultado final puede variar. Estos azúcares son los que más tarde las levaduras asimilarn para producir etanol y CO<sub>2</sub>; a más de producir azúcares, la maceración proporciona otros nutrientes útiles para la levadura, como aminoácidos, minerales, péptidos y vitaminas. (EDUARDO et al., 2015; Molina, 2017; Raúl, De, Para, & Producción, 2015a).

A continuación se detalla las condiciones óptimas de acción de las enzimas en el mosto:

Tabla VIII: condiciones óptimas de acción de las enzimas en el mosto.

Enzima	Rango óptimo de temperatura	Rango óptimo de PH	Función
<b>Fitasas</b>	30 - 52°C	4.4 - 5.5	Disminuir el pH de la maceración
<b>Beta Glucanasa</b>	37 - 45°C	4.5 - 5.0	Rompe los beta glucanos presente en los cereales sin maltear o en maltas poco modificadas que son los responsables de la formación de geles y por lo tanto aumentan la viscosidad del empaste dificultando el filtrado.
<b>Peptidasa</b>	45 - 57°C	4.6 - 5.2	Produce Nitrógeno libre de Aminoácidos.
<b>Proteasa</b>	45 - 57°C	4.6 - 5.2	Rompe grandes proteínas que producen turbiedad.
<b>Beta Amilasa</b>	54 - 66°C	5.0 - 5.6	Produce azúcares altamente fermentables.
<b>Alfa Amilasa</b>	68 - 75°C	5.3 - 5.8	Produce mayormente azúcares no fermentables

### 2.13. Filtrado.

Al terminar el proceso de maceración, se procede a filtra y como producto se obtiene el mosto o agua con un alto contenido de azúcar. Habiendo ya disuelto las materias solubles por el cocimiento es necesario separar el mosto de la parte insoluble llamada orujo. La operación se realiza en dos fases primero el flujo del mosto y luego la operación de lavado del extracto que contiene el orujo. La filtración está fuertemente ligada al tamaño de la molienda, ya que si la misma es demasiado fina la filtración será imposible. (Fundación valle de azapa, 2016).

### 2.14. Cocción.

Es el proceso de una disolución y transformación de componentes de lúpulos en el mosto, destrucción de todas las enzimas, esterilización del mosto, reducción del pH del mosto. En esta operación es donde principalmente se elimina los microorganismos que pudiera estar presentes en el extracto y de esta forma esterilizarlo, además de detener el proceso enzimático iniciado en la maceración. (EDUARDO et al., 2015; Molina, 2017).

### **2.15. Enfriamiento.**

Proceso en el cual se debe enfriar rápidamente el mosto, ya que en este lapso de tiempo esta propenso a ser invadido por microorganismos que pueden alterar el sabor de la cerveza, este debe alcanzar una temperatura de 35 °C, y para evitar que cualquier otro microorganismo entre en el producto de la cocción, el recipiente debe enfriarse inmediatamente a temperatura ambiente entre 16 – 20 °C.(EDUARDO et al., 2015).

### **2.16. Fermentación.**

Es la etapa del proceso más importante y la que mayor tiempo toma, esto se debe a la adición de levaduras que transformarán los azúcares presentes en el mosto a alcohol etílico y dióxido de carbono, la fermentación alcohólica es un proceso realizado por las levaduras en ausencia de oxígeno, para transformar las moléculas de azúcar en alcohol, CO<sub>2</sub> (gas carbónico), y calor (energía).(EDUARDO et al., 2015; Fundación valle de azapa, 2016).

### **2.17. Maduración.**

En la etapa de maduración lo que se hace es separar sedimento de la cerveza verde dejando a esta limpia, en la maduración se produce cambio de los componentes de la cerveza verde que si se tomase antes de madurar el sabor no es el óptimo pues aún se encuentra actuando ciertos componentes. La maduración también permite que lo que quede de residuos en la cerveza se depositen al fondo y puedan separarse de la misma, clarifica la cerveza y durante este tiempo logra alcanzar su sabor ideal. El proceso de maduración dura entre 7 y 10 días y se realiza a temperaturas de entre 10 12 °C cuando se utiliza levaduras del tipo ale y a 4 - 6 °C cuando se utiliza las del tipo lagers. En esta etapa se producen los sabores y la gasificación natural de la cerveza para que cumplan los factores deseables para el producto final.(EDUARDO et al., 2015; Fundación valle de azapa, 2016; Raúl, De, Para, & Producción, 2015b).

### **2.18. Descripción de equipos para la elaboración de cerveza artesanal.**

Para realizar una adecuada distribución en los procesos se describió en el capítulo 2 los insumos en la elaboración de cerveza; a continuación se describirá los materiales y equipos necesarios que requiere la planta para obtener el producto final, haciendo mención a los equipos que requieran mejorar pero sin alterar su forma base de la elaboración ya que esta se realiza en su gran parte de forma manual sin procesos automatizados. Se debe tener

presente varios parámetros como las propiedades de los materiales a utilizarse estos deben cumplir con estándares de calidad de la industria alimenticia al tratarse de una bebida para el consumo humano.(Suqui & Morales, 2015).

### **2.19. Conceptos de acero inoxidable**

Este tipo de material se caracteriza por poseer una alta resistencia y un rápido endurecimiento por trabajo son las características de los aceros inoxidables, los más utilizados son los tipos austeníticos, los ferríticos y martensíticos. Los aceros inoxidables austeníticos 304L y 316L contienen un porcentaje en masa de cromo entre 16 y 18%, 10 y 14% de níquel y entre un 2 a 3 % de molibdeno, entre los elementos más comunes. Estos aceros constituyen el grupo de materiales metálicos más versátiles, fáciles de soldar y más resistentes a la corrosión empleados por la ingeniería en la construcción de diferentes estructuras, tuberías, tanques, intercambiadores de calor, generadores de vapor, entre otros, utilizándose en un número elevado de industrias, tales como: generación de electricidad, industria procesadora de alimentos, en particular la láctea y cervecera. (Suqui & Morales, 2015).

### **2.20. Descripción del equipo**

En los equipos se trata de mantener la forma de elaboración artesanal, sin utilizar equipos automatizados para no perder la esencia en la elaboración según sea la receta deseada, esto además aportara economía en los equipos de línea de producción, con materiales fáciles de conseguir, pero tomando todas las consideraciones necesarias para que cumpla con los requerimientos para la producción de una cerveza de buena calidad.

### **2.21. Molienda**

El proceso consiste en reducir el interior del grano a partículas más pequeñas sin convertirlas a harina, manteniendo las cáscaras lo más intactas posibles, ya que servirán como filtrante para la obtención del mosto.

Una buena molienda debería tener aproximadamente la siguiente composición:

Cascara: 30% Grano grueso: 10- 20% Grano fino: 20 – 30% Harina: 20 – 30%

Para la molienda de las maltas se utilizó un molino de 2 rodillos en forma cónica ya que este es uno de los más apropiados para este proceso para este proceso, sus dimensiones son de 76x150x50mm; Rodillos de acero: 28x127mm; Distancia ajustable 0,025-0,1 pulgadas (0.635-2,54mm). Se puede colocar y quitar de una mesa, que ha de ser estable y con cierta solidez. Otra cosa a tener en cuenta es que se pueda regular la intensidad de rotura del grano ya que solo hay que romperlo. No hay que triturarlo hasta hacerlo harina, ya que de lo contrario se producirían muchos posos, gran turbidez y se formaría una pasta de la que resultaría difícil extraer el almidón y azúcares y, en consecuencia, disminuiría el rendimiento del proceso en la actualidad el proceso se lo realiza de forma manual por lo que conlleva un tiempo estimado de una hora u media por 20 kg de malta. (“utensilios y equipos para elaborar cerveza,” n.d.).



*Figura 3: Molino de 2 rodillos para malta.*

### **2.22. Maceración**

El método que se emplea de extraer azúcares fermentables, no fermentables y sustancias solubles presentes en la malta molida recibe el nombre de maceración. El proceso consiste en mezclar la malta con agua caliente y mantenerlo a una temperatura promedio de (62°C y 74°C), el proceso tarda entre 60 y 90 min por lo que se debe mover en forma constante cada 10 min, es importantes que se mantengan estos niveles ya que si es inferior al rango las enzimas que consumen al almidón son mucho menos aditivas y temperaturas superiores estas mueren; se ha elegido un recipiente de aluminio con una capacidad de 40 litros recubierto con tela de fieltro y sobre esta cinta de aluminio que cumple la función de aislante térmico para conservar el calor, además este recipiente con una llave de paso o válvula donde se



puede extraer la mezcla obtenida en este proceso que es el mosto.(Merelo Espinar & Zúñiga Tapia, 2013).

### **2.23. Olla de cocción**

En este recipiente es donde se va a esterilizar el mosto y además donde se realizan las adiciones de lúpulo y demás especias que se deseen agregar. Es de aluminio con una capacidad de 30 litros, está recubierta con un aislante similar al del recipiente anterior y como medio de calentamiento se utiliza las hornillas a gas, pero se recomienda cambiar por hornillas eléctrica de 1000W por ser pequeña y más segura.(Merelo Espinar & Zúñiga Tapia, 2013).

Esta etapa tiene por objetivos:

1. Destruir enzimas y microorganismos, esterilizando el líquido.
2. Incrementar la concentración de los azúcares por la evaporación del agua del mosto.
3. Otorgarle el amargor, sabor y olor característico a las cervezas mediante la adición de lúpulo.
4. Coagular por acción del calor las sustancias proteicas disueltas en el mosto, que sedimentan como turbios.



*Figura 4: Olla para el proceso cocción.*

## 2.24. Refractómetro



*Figura 5: Refractómetro medir azúcar de mezcla.*

Es un instrumento óptico de precisión para calcular el índice de refracción, en una propiedad física de cualquier sustancia. Consiste en depositar unas gotas del líquido sobre el prisma y leer directamente la densidad. Por lo que es ideal para medir la densidad la cantidad el azúcar que se forma en el proceso de cocción de la mezcla.

## 2.25. Recirculación y filtración

Concluida la maceración, los componentes insolubles de la malta y el bagazo deben de ser separadas del líquido al cual se le denomina mosto y constituirá la futura cerveza. En la mayoría de los procesos de elaboración de cervezas artesanales se utiliza el método de recirculación que consiste en hacer pasar varias veces el mosto sobre la capa de los granos de malta, con el fin de que a medida que la recirculación avance, se vayan acumulando las impurezas en el bagazo, los poros del filtro se vayan taponando y de esta forma retener cada vez más impurezas. La velocidad de recirculado es muy importante, lo recomendable es realizarlo lentamente a razón de 10 litros por minuto por m<sup>2</sup> del macerador, debido a que si el chorro es muy fuerte, levantará la capa del bagazo y la filtración no tendrá éxito. Además es aconsejable dejar una capa de líquido sobre los granos de al menos 3 cm de altura, para que el impacto del chorro no sea tan brusco. (Merelo Espinar & Zúñiga Tapia, 2013).

## **2.26. Enfriador**

El enfriamiento tiene por objetivo, bajar la temperatura del mosto hasta alcanzar una temperatura adecuada para la supervivencia de las levaduras. Es recomendable bajar la temperatura lo más rápido posible, para evitar contaminación del mosto con microorganismos que puedan alterar al producto, por lo que se suele utilizar intercambiadores de calor para este efecto, con lo cual también se reduce el tiempo del proceso. Al terminar el proceso de hervido, se tiene que enfriar el mosto para que este pueda pasar al siguiente proceso que es la fermentación, el mosto sale por la parte lateral de la olla a una temperatura de 62 – 74 °C, por lo que se debe enfriar o reducir su temperatura por los 20 a 25°C para cerveza tipo ALE el proceso tarda alrededor de 25 a 30 min por cada 25 litros, El agua procedente del grifo, sale por el otro extremo del intercambiador a una temperatura aproximada de 45°C aproximadamente, una vez realizada el intercambio calorífico; Para la reutilización de esta agua se almacenará en un tanque de fermentación para su uso posterior en limpieza y desinfección de equipos.(Merelo Espinar & Zúñiga Tapia, 2013; MICHELL et al., 2017).

## **2.27. Fermentador**

La fermentación se produce por acción de las levaduras sobre los azúcares fermentables, conseguidos en la etapa de maceración. En esta etapa las levaduras consumen el oxígeno disponible en el mosto para su multiplicación y una vez agotado el oxígeno, consumen los azúcares y producen alcohol etílico. Se ha escogido un tanque de acero inoxidable metálico para que pueda reposar el líquido obtenido en una cámara fresca y de baja temperatura, este tanque tiene una capacidad de 42 litros, en el cuál se van a llevar a cabo la conversión de los azúcares por acción de las levaduras en alcohol y dióxido de carbono. Se le ha adaptado una manguera que se le ha dado forma de cola de cochino, en la que se coloca alcohol de tal forma que el líquido quede un poco más abajo de la mitad de la parábola para que este no se introduzca en el fermentador. La función de esta manguera con alcohol es permitir que escape el CO<sub>2</sub> desprendido durante la fermentación, pero al mismo tiempo impedir que entren microorganismos del ambiente y partículas del aire que puedan causar una contaminación al producto.(Merelo Espinar & Zúñiga Tapia, 2013).



*Figura: 1 Tanque de fermentación*

### **2.28. Tuberías y accesorios**

Se han escogido tuberías de Polipropileno, las cuales soportan temperaturas altas y poseen una buena resistencia a los cambios de pH en un rango de 0 a 14, lo que la hace adecuada para el transporte de este producto. Los accesorios también son de polipropileno, a excepción de las válvulas que son de acero inoxidable.(Merelo Espinar & Zúñiga Tapia, 2013).

Se debe tener en cuenta que los accesorios para las tuberías son indispensables las válvulas, que son dispositivos mecánicos su función es interrumpir y controlar el paso de fluidos.

### **2.29. Bomba**

La utilización de la bomba en este equipo tiene por objetivos transportar el mosto a los diferentes recipientes, recircular el mosto para su clarificación y cumplir la función de recirculado al momento de la limpieza del equipo. Se ha elegido una bomba de tipo centrífuga de 0.5 HP y se le ha adaptado un dimmer para regular las revoluciones del impulsor de la bomba, para de esta manera manejar el caudal de acuerdo a las necesidades del proceso.(Merelo Espinar & Zúñiga Tapia, 2013)

### **2.30. Estructura del equipo**

La estructura del equipo se la hizo con tubos cuadrados de hierro de 2 cm x 3 cm y 1 mm de espesor, y se utilizó planchas de hierro de 1mm de espesor para que soporten los recipientes del equipo.



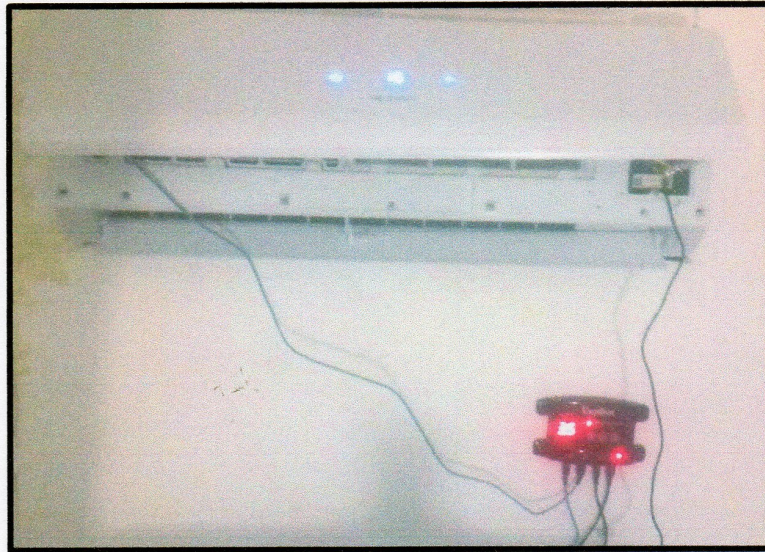
*Figura 6: Equipos proceso de maceración.*

### **2.31. Fermentación**

Consiste en separar la cerveza verde de las levaduras que se depositaron en el fondo del fermentador y dejar que decanten los sedimentos que tiene la cerveza verde en suspensión. Es necesario realizar esta etapa, ya que si no se retira el sedimento que contiene levaduras muertas, las levaduras vivas debido a la falta de alimento empezarán a consumir las levaduras muertas, generando de esta manera sabores indeseables. Esta etapa generalmente dura entre 1 y 2 semanas y es muy común que no se observe ninguna actividad en el tanque. La maduración se la realizó en un recipiente similar al tanque de fermentación a una temperatura de 20°C por 10 días.(Merelo Espinar & Zúñiga Tapia, 2013).

### **2.32. Cámara de frío para la maduración y producto terminado.**

Para el proceso de almacenado del producto final, la cerveza se debe almacenar en cuarto frío donde esta se conserve y pueda ser consumida, en este caso cámara de frío cuenta con un coolbot es un dispositivo que permite controlar un aire acondicionado que permanece encendido los 7 días de la semana durante las 24 horas sin descanso, por lo que es ideal para este tipo de control y el sistema no falle.



*Figura 7: Sistema de cuarto frio.*

### **2.33. Embotellado y carbonatación**

Luego de la maduración aún existen pocas levaduras en suspensión, que están inactivas debido a la falta de azúcares, a las cuales si se les quiere realizar una carbonatación natural, se les agrega una cantidad de azúcar calculada, disuelto en agua caliente y enfriado de acuerdo a los volúmenes de CO<sub>2</sub> que se desee obtener y se embotella para que las levaduras consuman los azúcares y se genere el gas. (Merelo Espinar & Zúñiga Tapia, 2013).

#### **Capacidades y dimensiones de los equipos.**

*Tabla IX: Capacidades de los equipos.*

	<b>Macerador</b>	<b>Olla de cocción</b>	<b>Olla de lavado</b>	<b>filtro</b>	<b>Fermentador</b>
<b>Diámetro Cm</b>	39,5	35,1	31,7	35,5	31
<b>Altura Cm</b>	30,4	26,4	19	6	51
<b>Volumen Lt</b>	40	30	15	5,94	38,5

### 2.34. Manual de operación del equipo.

- Realizar la limpieza y Sanitización del equipo.
- Cerrar todas las válvulas del equipo.
- Colocar la cantidad de agua a utilizarse en la olla de agua de lavado y en la olla de maceración.
- Fijar la temperatura deseada del macerador y encenderlo.
- Agregar la malta sobre la malla de maceración y filtro previamente colocados, cuando este en la temperatura deseada.
- Abrir las válvulas y encender la bomba para realizar la recirculación del mosto.

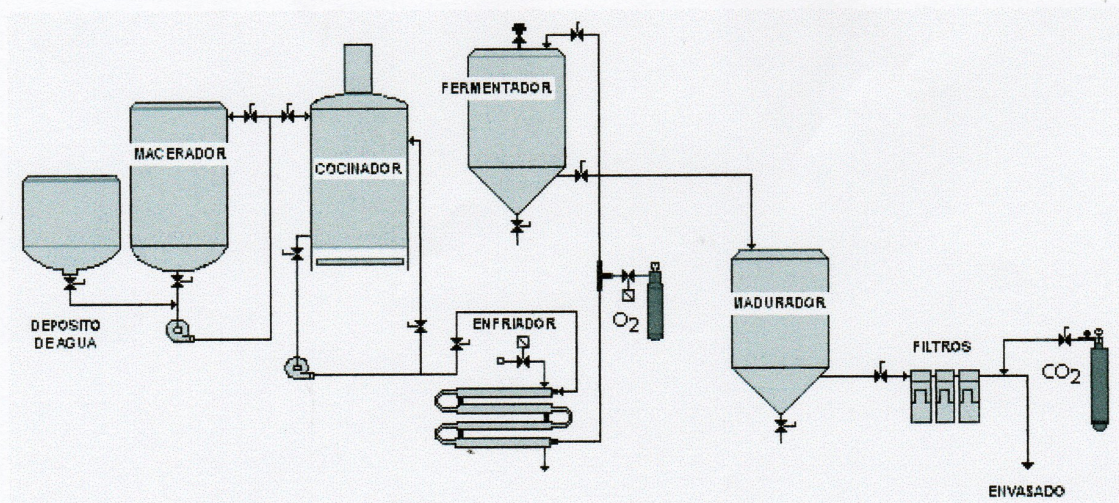
### 2.35. Limpieza y desinfección de los equipo.

**Higiene:** Es importante cumplir con las normas de calidad exigen el cumplimiento de un proceso que este posea una higiene adecuada, ya que de eso dependerá si la cerveza obtenida es inocua. En las distintas etapas en el proceso de elaboración de cerveza artesanal se manejan diferentes estándares de higiene en relación a la naturaleza del proceso; por ejemplo, en la MOLIENDA, el molino y los recipientes deben estar sanitizados adecuadamente previo a que la malta sea triturada. Posteriormente, desde el punto de vista de la higiene no se realiza mayor control hasta que termine el proceso. Por otra parte, en la FERMENTACIÓN, previo a contener el mosto o medio de cultivo en el fermentador, este debe estar sanitizado correctamente y la importancia de la higiene llega a tomar una mayor magnitud ya que una errónea limpieza y sanitización del fermentador, ocasionaría una contaminación en el producto final.(Molina, 2017).

Para la limpieza de la Planta para Elaboración de Cerveza es necesario recircular por esta soluciones diluidas de: hidróxido de sodio (NaOH) y ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) ambas al 1% en peso. En el primer ciclo de limpieza se emplean 20 litros de solución de hidróxido de sodio (NaOH), alimentar a la cuba de lavado (H-120) para aprovechar la conexión a la bomba centrifuga (P-130) y de esta forma recircular el fluido de manera que pueda llegar a todos los equipos de la planta. Para el siguiente ciclo de limpieza se emplean 20 litros de solución al 1% de ácido nítrico. De igual manera, se proceder a circular por todos los equipos de la

planta limpiando principalmente las superficies que tienen contacto con los productos elaborados. Para finalizar la limpieza circular por la planta 20 litros de agua de enjuague, quedando lista la superficie de los equipos listas para el proceso de elaboración.(EDUARDO et al., 2015).

Los sedimentos y la suciedad afectan considerablemente el intercambio de calor, y causan corrosión, por eso, la limpieza regular mantiene el rendimiento óptimo y el valor del intercambiador de calor de placas. La limpieza en el lugar es el método más fácil. Los sedimentos en las placas se eliminan con un agente limpiador que se hace circular por el equipo. El flujo volumétrico durante la limpieza debe ser tres veces mayor que el flujo durante el funcionamiento normal del equipo. Luego de retirar el agente limpiador con agua, si se utilizan soluciones limpiadoras concentradas, se debe usar un agente oxidante, y después enjuagar con abundante agua. La selección del agente limpiador depende de la placa y el tipo de junta o los materiales de la junta.(Cuba, Figueredo, González Gutiérrez, & Pérez, 2007).



*Figura 8: Referencia de proceso de fabricación de cerveza.*



### **2.36. Proceso de mejora en la molienda.**

Consiste en la adaptación de un taladro en uno de los rodillos para realizar la molienda, con esto se reducirán los tiempos de molido del cereal por lo que solo se debe ajustar el taladro de tal forma que gire a una revolución establecida para que el grano o cereal tenga sus condiciones deseadas para el proceso de maceración.



*Figura 9: Proceso de mejora en la molienda.*

### **2.37. Mejora en el enfriador del mosto.**

#### **Enfriador de mosto tipo serpentina.**

El enfriador es una parte importante del equipo, ya que se requiere de un enfriamiento lo más rápido posible, para de esta manera evitar una contaminación del mosto y además dejarlo con una temperatura adecuada para la inoculación de las levaduras ya que temperaturas altas podrían matarlas. Consta de un serpentín de cobre de 3/8'' de diámetro y 10.65m de longitud introducido en una manguera de 3/4'' de diámetro y 10 m de longitud. Por el interior del serpentín de tubería de acero inoxidable, circula el mosto proveniente de la olla de cocción y va a ser enfriado por el agua que circula por la manguera en contracorriente, de esta manera hay una mayor eficiencia en el enfriamiento. (Merelo Espinar & Zúñiga Tapia, 2013).



Figura 10: Enfriador de mosto tipo serpiente.

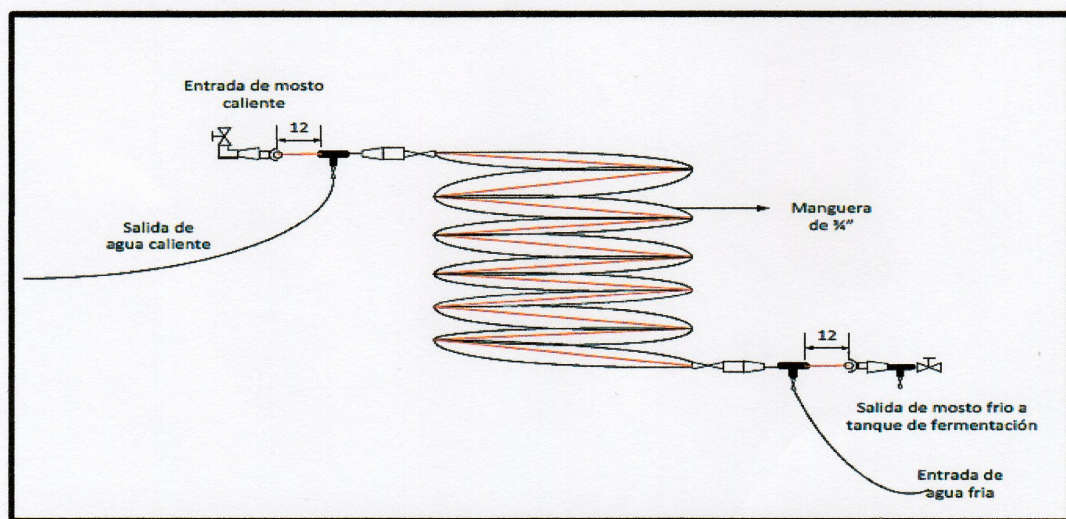


Figura 11: Esquema enfriador de mosto tipo serpiente.

### Definición del intercambiador de calor de placas para enfriar el mosto.

En la empresa el proceso de enfriamiento del mosto se realiza mediante la utilización de un intercambiador de calor marca Listed modelo dudahx- B3-12A-30ST Beer Wort Chiller, intercambiador de calor de 30 placas con una superficie de 0.69 m<sup>2</sup>, que permite enfriar de manera rápida el mosto después del hervido, proceso de gran importancia para evitar infecciones y malos sabores en el producto final.(MICHELL et al., 2017).

### Ventajas del uso del intercambiador de calor de placas

Un intercambiador de calor de placas es el más eficiente y menos costoso que existe, los intercambiadores de calor de placas son principalmente usados en aplicaciones líquido - líquido, pero también son convenientes para servicios de condensación o ebullición, especialmente gracias a su alto grado de flujo de calor y su bajo volumen de retención. Otra

de las ventajas es que el área de transferencia de calor puede ser modificada por adición o eliminación de placas, producto del cambio en las condiciones del proceso.(Cuba et al., 2007).



Figura 12: Enfriador de mosto.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSIONES**

Como conclusión podemos definir que las características que y procesos en la elaboración de cerveza según los manuales y maestros cerveceros; las técnicas empleadas son las mismas que se mantienen durante ya algunas décadas, el trabajo investigativo apporto con conocimientos fundamentales en la elaboración de la cerveza ya que el mismo se realizó en forma presencial en la empresa, por lo cual fue un gran aporte la combinación del estudio documental y aplicativo se adquirieron conocimientos para poder tomar las mejores decisiones al momento de desarrollar el trabajo documentado.

La temperatura así como el tiempo en la maceración son factores de mucha importancia en esta etapa, por lo que se deben ser controlados, de ellos dependerá la acción de las enzimas de las maltas, obteniéndose como resultado más o menos azúcares fermentables y no fermentables, otorgándole azúcares con mayor contenido alcohólico a la cerveza y los no fermentables brindan más cuerpo.

El proceso de fermentación se desarrolla con mayor velocidad a temperaturas más altas, que a temperaturas más bajas e influyen en el sabor y cuerpo del producto final. A temperaturas bajas se obtienen cervezas más secas y ligeras denominadas lagers, mientras que a temperaturas más altas de fermentación se obtienen cervezas con sabores y aromas más afrutados y con mayor cuerpo que se las conoce como Ales.

Se debe de tener en cuenta el tipo de levadura que se va a utilizar para cada estilo de cerveza, según lo requiera el manual del maestro cervecero seguir siempre las indicaciones de la receta se obtendrá la cerveza que se quiera obtener, teniendo en cuenta siempre que las levaduras están propensas a ser contaminadas por lo que se recomienda mucho cuidado con las condiciones y las distintas de temperaturas, de esto depende los distintos sabores en una cerveza.

## RECOMENDACIONES

- En la elaboración de cerveza, se debe asegurar que los recipientes a utilizar y el área estén totalmente limpios y sanitizados, principalmente luego de la etapa del enfriamiento que ya no se cuenta con calor y se pueden contaminar con bacterias del ambiente especialmente lácticas que ocasionarán una acidez muy alta en las cervezas.
- En la etapa de maceración siempre contar con la cantidad de agua suficiente, para que la malta se pueda remojar correctamente y mezclar constantemente el mosto, para obtener una mayor extracción de los azúcares necesarios para la fermentación.
- Llevar un control estricto en los proceso de fermentación específicamente en la temperatura ya que de esta depende mucho el resultado final de una buena cerveza con sus características propias.
- El tipo de cerveza que se elabora en la planta artesanal samba es de tipo Ale, ya que por sus característica, es de baja fermentación, no necesita mucho tiempo de maduración, y su refrigeración no necesita de extremo cuidado por lo que se obtiene un producto final de alta calidad.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AECI. (1999). CERVEZA Guía para la Aplicación del Sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos ( ARCP ).
- ANDREA ELIZABETH PEÑAHERRERA BUNCE. (2013). ESTUDIO DE MERCADO Y ANÁLISIS FINANCIERO PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CERVEZA ARTESANAL EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE, CON ÉNFASIS EN EL USO DE LA MARCA DE LA PRIMERA CERVECERÍA QUITO CREADA EN AMÉRICA, 207.
- Artesanal, C. (2016). Fundacion Valle De Azapa.
- Carrasco, E. M. (2016). DISEÑO DE UNA MICROPLANTA PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A PARTIR DE MALTA\_def.
- Cuba, V., Figueredo, B. ;, González Gutiérrez, R. ;, & Pérez, R. (2007). XXVII, núm. 3, septiembre-diciembre, 61–67. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543754009>
- EDUARDO, C., TORRES, Y., Lizasoain, A., Tort, L. F., Garc'ia, M., Gomez, M. M., ... Victoria, M. (2015). PLANTA PILOTO PARA CERVEZA ARTESANAL TRABAJO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO. *Journal of Applied Microbiology*, 119(3), 859–867.
- Fundación valle de azapa. (2016). *Manual de elaboración de cerveza artesanal* (II Versión). Retrieved from <http://fundacionvalledeazapa.cl/data/documents/CERVEZA-DE-ELABORACION-ARTESANAL.pdf>
- González, M. (2017). *Principios de Elaboración de las Cervezas Artesanales*.
- JAIRZINHO., A. E. P. O. A. (2016). PLAN DE NEGOCIO PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA PARA LA FABRICACION DE CERVEZA ARTESANAL. Retrieved from <http://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/5457/1/TUAEXCOMMDEGE001-2017.pdf>
- Merelo Espinar, G. R., & Zúñiga Tapia, J. G. (2013). Diseño y construcción de un equipo con adaptación de tecnología para elaboración de cerveza artesanal, 164.
- MICHELL, L., ARGUELLO, A., ANNE, M., ESCOBAR HITSCHERICH, Fleeson, W., Jayawickreme, E., ... Matyjek-, M. (2017). IMPLEMENTACIÓN DE LA ALTERNATIVA DE MEJORA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE EN LA EMPRESA GREEN HOPS. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1(1), 1188–1197. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2010.02280.x>
- Molina, A. T. V. F. G. H. (2017). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN Materia Integradora Previo la obtención del Título de : INGENIERO MECÁNICO Presentado por : Alex Francisco Castro Anchundia.
- Producción de cerveza - Industrias - Munters. (n.d.). Retrieved January 13, 2019, from <https://www.munters.com/es/industrias/food--beverage/breweries/>
- Rangel, E. C. E., M, J. A., M, C. J., & Gold, C. P. (n.d.). " Plan De Marketing Para La Elaboracion De La Nueva Marca De Cerveza Pilsener Gold . ", 13.

Raúl, A. G., De, E., Para, F., & Producción, L. (2015a). Avellán II.

Raúl, A. G., De, E., Para, F., & Producción, L. (2015b). Avellán II.

Suqui, S. H., & Morales, E. P. (2015). *Implementación de un sistema de fermentación para la elaboración de cerveza artesanal con la utilización de tres variedades de cebada*. Thesis. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA. Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8002/1/UPS-CT004879.pdf>

utensilios y equipos para elaborar cerveza. (n.d.). Retrieved December 8, 2018, from <http://cocina-creativa.com/utensilios-y-equipos-para-hacer-cerveza-en-casa/>

Villegas, L. M. (2013). Reingeniería De La Planta De Cerveza Artesanal Cherusker, 102.