



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**“DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA  
ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A BASE DE  
CEBADA (*Hordeum Vulgare*) Y CACAO DE FINO AROMA  
(*Theobroma Cacao*)”**

**Trabajo de titulación presentado para optar el grado académico de:  
INGENIERO QUÍMICO**

**AUTOR: JAIME ALFREDO SORIA LUDISACA**

**TUTORA: ING. MABEL PARADA**

**Riobamba – Ecuador**

**2017**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA CIENCIAS QUÍMICAS**

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: **DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A BASE DE CEBADA (*Hordeum Vulgare*) Y CACAO DE FINO AROMA (*Theobroma Cacao*)**, de responsabilidad del señor Jaime Alfredo Soria Ludisaca, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

Ing. Mabel Parada M.sc

**DIRECTOR DEL TRABAJO  
DE RITULACIÓN**

\_\_\_\_\_

Ing. Paola Arguello M.sc

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, con cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el derecho del Autor.

Yo, Jaime Alfredo Soria Ludisaca autor y ejecutor del presente proyecto técnico me responsabilizo de las opiniones, pensamientos y resultados expuestos en la presente investigación, siendo la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO dueño intelectual de la misma.

---

JAIME ALFREDO SORIA LUDISACA

## **DEDICATORIA**

“Porque no existe ser más maravilloso incondicional que una madre, aguerrida, luchadora, valiente, generosa y única que Dios nos ha brindado a los hijos.”

Acogiéndome a esta frase, dedico este triunfo a mi madre Julia Esperanza Ludisaca por ser el pilar fundamental en mi vida, quien con sus sabios consejos ha permitido que alcance las metas propuestas.

Jaime

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por haberme permitido que cumpla una de mis metas propuestas, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por ser parte de mi crecimiento profesional.

Un profundo agradecimiento a dos ilustres docentes que supieron ser mis guías desde un inicio en la elaboración de mi tesis.

Ing. Mabel Parada e Ing. Paola Arguello quienes gracias a sus conocimientos y liderazgo han permitido que logre el objetivo propuesto.

Jaime

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
ÍNDICE GENERAL .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ABSTRACT.....	XIII
CAPÍTULO I.....	1
1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.1 Identificación del Problema .....	1
1.2 Justificación del proyecto.....	2
1.3 Línea de base del proyecto.....	2
1.3.1 Antecedentes de la Producción de Cerveza Artesanal.....	2
1.3.2 Marco Conceptual .....	3
1.3.2.1 Cerveza.....	3
1.3.2.2 Tipos de Cerveza.....	4
1.3.2.3 Formas de Producción de Cerveza.....	5
1.3.2.4 Cerveza Artesanal .....	5
1.3.2.5 Materia Prima para la Elaboración de la Cerveza Artesanal.....	6
1.3.2.6 Proceso de Elaboración de Cerveza .....	13
1.4 Beneficiarios Directos e Indirectos .....	13
1.4.1 Beneficiarios Directos.....	13
1.4.2 Beneficiarios Indirectos .....	13
CAPÍTULO II .....	14
2. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	14
2.1 General.....	14

2.2 Específicos .....	14
CAPÍTULO III.....	15
3. ESTUDIO TÉCNICO.....	15
3.1 Localización del proyecto .....	15
3.2 Ingeniería del proyecto.....	16
3.2.1 Descripción del Proceso.....	16
3.2.2 Identificación de las Variables del Proceso.....	20
3.2.3 Cálculos para el Balance de Materia en la producción de cerveza artesanal. ....	21
3.2.3.1 Referencias y Valores para la Cerveza Artesanal (Stout) .....	21
3.2.3.2 Cálculos de la cantidad del grano (peso) para la elaboración de cerveza artesanal .....	21
3.2.3.3 Cálculo de la cantidad de lúpulo para la elaboración de cerveza artesanal.....	24
3.2.3.4 Cálculos de los Platos (°P) para la producción de cerveza artesanal.....	26
3.2.3.5 Cálculo del Extracto (Ex) para cada litro de la producción de cerveza artesanal .....	26
3.2.3.6 Cálculo del Extracto Total (Ext) de la producción de cerveza artesanal.....	26
3.2.3.7 Cálculo de la cantidad de bagazo seco de la producción de cerveza artesanal .....	27
3.2.3.8 Cálculo del Mosto obtenido en la producción de cerveza artesanal.....	27
3.2.3.9 Cálculo del Bagazo Húmedo de la producción de cerveza artesanal .....	27
3.2.3.10 Cálculo del mosto final después del lavado (MFDL) .....	27
3.2.3.11 Cálculo del agua evaporada en la cocción del proceso de elaboración de cerveza artesanal. ....	28
3.2.4 Balance Simultáneo de Materia en la Producción de Cerveza Artesanal.....	28
3.2.5 Validación del Proceso de Elaboración de Cerveza.....	31
3.3 Proceso de producción .....	34
3.3.1 Diagrama del Proceso de elaboración de la cerveza artesanal .....	34
3.3.1.1 Molido de la Malta.....	35
3.3.1.2 Macerado.....	36
3.3.1.3 Filtración y Recirculación .....	36
3.3.1.4 Lavado.....	37
3.3.1.5 Cocción .....	37



3.3.1.6 Enfriado.....	38
3.3.1.7 Fermentación y Maduración .....	39
3.3.1.8 Carbonatación y Envasado.....	41
3.3.2 Diseño y distribución de la Planta .....	43
3.4 Requerimientos de tecnología y equipos.....	44
3.4.1 Equipos para la producción de cerveza.....	44
3.4.2 Equipos para controlar la calidad producción de cerveza .....	45
3.5 Análisis de Costo/ beneficio del proyecto.....	46
3.5.1 Presupuesto recursos humanos.....	46
3.5.2 Presupuesto materia prima .....	46
3.5.3 Presupuesto Análisis de laboratorio .....	47
3.5.4 Presupuesto Maquinaria .....	47
3.5.5 Presupuesto Equipo de laboratorio.....	48
3.5.6 Presupuesto de Infraestructura .....	48
3.6 Cronograma.....	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	51
Conclusiones .....	51
Recomendaciones .....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Valor Nutricional.....	7
Tabla 2-1: Composición química del lúpulo.....	8
Tabla 3-1: Composición físico – químico del agua purificada .....	9
Tabla 4-1: Composición química del grano de cacao .....	11
Tabla 5-1: Información nutricional: por 10 Gramos .....	12
Tabla 1-3: Coordenadas Geográficas y Principales Factores.....	16
Tabla 2-3: Formulaciones en dependencia de la etapa a incluir el polvo de cacao.....	17
Tabla 3-3: Resultado Pruebas Organolépticas .....	18
Tabla 4-3: Formulación final .....	19
Tabla 5-3: Variables del proceso.....	21
Tabla 6-3: Datos para la obtención de la cerveza Artesanal (Stout) .....	21
Tabla 7-3: Valor promedio de los diferentes Maltas.....	23
Tabla 8-3: Porcentaje de Amargor en función del tiempo de cocción .....	25
Tabla 9-3: Requisitos Físicos y Químicos .....	45
Tabla 10-3: Requisitos Microbiológicos .....	46
Tabla 11-3: Descripción de los departamentos de la microcervecería .....	46
Tabla 12-3: Descripción del equipo de producción .....	46
Tabla 13-3: Descripción general de los requerimientos tecnológicos.....	46
Tabla 14-3: Presupuesto de Recurso Humano .....	46
Tabla 15-3: Presupuesto Materia Prima .....	46
Tabla 16-3: Presupuesto de Análisis de laboratorio.....	47
Tabla 17-3: Presupuesto de maquinaria .....	47
Tabla 18-3: Presupuesto equipo de laboratorio.....	48
Tabla 19-3: Presupuesto de infraestructura.....	48
Tabla 20-3: Presupuesto de producción .....	48
Tabla 21-3: Costo de producción (botellas 330cc).....	49
Tabla 22-3: Cronograma .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-3 Ubicación geográfica (Espoch) .....	15
Figura 2-3 Ubicación geográfica (La Troncal) .....	16
Figura 3-3 Resultado Organolépticos.....	18
Figura 4-3 Balance de materia en la etapa de molienda.....	29
Figura 5-3 Balance de materia en la etapa de maceración .....	29
Figura 6-3 Balance de materia en la etapa de filtración y recirculación .....	29
Figura 7-3 Balance de materia en la etapa de lavado .....	30
Figura 8-3 Balance de materia en la etapa de cocción .....	30
Figura 9-3 Balance de materia en la etapa de enfriado .....	30
Figura 10-3 Balance de materia en la etapa de fermentación y maduración.....	31
Figura 11-3 Balance de materia en la etapa de carbonatación y embotellado.....	31
Figura 12-3 Diagrama del proceso de producción de la cerveza artesanal .....	34
Figura 13-3 Etapa de molienda .....	35
Figura 14-3 Etapa de macerado.....	36
Figura 15-3 Etapa de filtración .....	37
Figura 16-3 Etapa de cocción.....	38
Figura 17-3 Etapa de enfriado.....	39
Figura 18-3 Etapa de fermentación.....	40
Figura 19-3 Etapa de maduración .....	41
Figura 20-3 Etapa de Carbonatación.....	42
Figura 21 -3 Etapa de envasado inicial .....	43
Figura 22-3 Etapa de envasado final .....	43

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo diseñar un proceso industrial para la elaboración de cerveza artesanal a base de Cebada (*Hordeum Vulgare*) y Cacao fino de aroma (*Theobroma cacao*), se realizó en dos etapas. En la primera etapa se determinó la formulación que permita obtener una cerveza con sabor y aroma a cacao, para esto se utilizó cacao en polvo, variando la cantidad ( 25% y 5%) y la etapa del proceso (maceración y cocción) en el que se incluye este ingrediente, aplicando una prueba sensorial de aceptabilidad, se determinó la formulación que proporcione sabor y aroma a cacao. En la segunda etapa se elaboró un lote de 20L mejorando la formulación con base en los resultados del análisis sensorial, se aumentó la cantidad de cacao en polvo (50 g) y se colocó en la etapa de cocción (5 minutos antes de finalizar esta etapa), para de esta manera mejorar la textura, cuerpo y aroma de la bebida, finalmente se analizaron los parámetros físicos-químicos y microbiológicos del producto según la Norma INEN 2262;2013. El pH, grados de alcohol, acidez total, carbonatación, contenido de hierro, cobre, zinc, arsénico y plomo, cumplen con los requisitos de la norma indicada, mientras que el recuento microbiológico por ser una cerveza no pasteurizada sobrepasa lo permitido, coincidiendo con investigaciones similares. Se concluyó con el diseño de un proceso industrial para una microcervecería con una producción de 18000 litros al año. Se recomienda un estudio adecuado para mejorar la calidad del agua que se ocupa en el proceso de elaboración de la cerveza.

**PALABRAS CLAVES:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <QUÍMICA>, <ERVEZA ARTESANAL>, <CEBADA (*Hordeum Vulgare*)>, <CACAO DE FINO AROMA (*Theobroma cacao*)>.

## ABSTRACT

This research is intended to design an industrial process for manufactured beer production made of Barley (*Hordeum Vulgare*) and sweet-smell Cacao (*Theobroma cacao*).

In this aim, two experimental essays were carried out for manufactured black-beer production, called as Oatmeal Stout made of roasted malt, which account for the following process: grain grinding, maceration, filtration-recirculation, washing, cooking, cooling, fermentation-ripening, carbonation and bottling.

In regarding the first experimental essay, the sweet-smell Cacao has been undergone in the maceration initial processing after that the process second-stage consisted of adding sweet-smell Cacao for cooking, and thus, finishing the manufactured beer production procedures with the second fermentation.

The manufacture beer tasting test based on an organoleptic survey was carried by Engineers from the Chemical Engineering Faculty of Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, once all the manufactured beer processing procedures were completed, in order to assess the people preference in regarding both manufactured beer flavor, giving as a result that the second experimental essay was the most suitable, since the level of acceptability accounts for 58%.

Therefore, the longer production of manufactured beer on this study proposal started, in considering suggestions on the beer texture, body and smell made by the survey respondents in order to improve to the final product.

It was concluded with the design of an industrial process for a micro manufactured beer production which will produce 1800 liters per year, after that was designed a production plan according to the quantity of liters mentioned to satisfy the Ecuadorian people who still do not know this type of drinks.

A suitable study is recommended to improve the quality of the water that is handled in the beer process.

KEYWORDS: <ENGINEERING TECHNOLOGY AND SCIENCES>, <CHEMICAL>, <MANUFACTURED BEER>, <BARLEY (*Hordeum Vulgare*)>, <SWEET-SMELL CACAO (*Theobroma cacao*)>

## CAPÍTULO I

### 1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1 Identificación del Problema

En Ecuador actualmente no existe un hábito de consumo de cerveza artesanal, sea por el desconocimiento de la misma o porque existen pocas fábricas dedicadas a su producción y distribución. Según datos de la Superintendencia de Compañía y la Asociación de Cervezas del Ecuador manifiesta que la producción artesanal representa un 0.52% en comparación con la tradicional que tiene un 99.48%. Pero por el momento hay un mercado que se va ampliando y que no está explotando todos los recursos en cuanto a materia prima existente en el país. (Revista Líderes, 2016)

Uno de esos recursos es el cacao, en el país existen dos variedades muy conocidas como la del CCN51 y el cacao fino de aroma en el Ecuador por sus condiciones geográficas es el productor por excelencia del 63% de la producción mundial, es el país más competitivo de América Latina en este campo seguidos de lejos por Venezuela, Panamá y México, de este producto se obtienen, licor, manteca, torta y el polvo cacao, este último por su composición química se puede utilizar como ingrediente en la elaboración de cerveza artesanal. (Anecacao, 2016)

La compañía Cervecería Nacional elaboró una edición especial de cerveza Club premium sabor a cacao, sin embargo los ingredientes que le daban las características organolépticas a cacao, eran saborizantes artificiales. Por tanto, el consumidor no podía disfrutar del sabor y aroma natural. (Cervecería Nacional, 2016)

Hay cervecerías artesanales, que se diferencian de las cervezas industriales en el método de producción y la variedad de productos que elaboran, con distintitos sabores, olores, colores y con un grado de alcohol más elevado, pero las personas están familiarizadas con el consumo de la cerveza tradicional, que se encuentran comercializadas en el mercado, sin tener en cuenta que algunas de estas no salen de lo común como puede ser la similitud en el sabor, color y grado alcohólico, lo único que se pueden diferenciar es en el envase y su etiquetado. (Contreras y Regalado, 2010, p.39).

## **1.2 Justificación del proyecto**

Considerando el problema, el presente trabajo se basa en un proceso industrial para la elaboración de cerveza artesanal a base de Cebada (*Hordeum Vulgare*) y Cacao de fino aroma (*Theobroma cacao*), siendo una propuesta novedosa, ya que no se comercializa en la actualidad este tipo de bebidas cuyo ingrediente sea cacao en polvo.

Para esto es necesario un estudio que permita definir la formulación de mayor aceptabilidad, para el proceso de producción y su control de calidad para obtener un producto que cumpla con los parámetros requeridos en la elaboración de cerveza artesanal bajo la Norma INEN 2262: 2013 Bebidas alcohólicas Cerveza, (*Ver Anexo A*).

Mediante este trabajo se podrá obtener una nueva formulación de cerveza artesanal que sea accesible para el consumidor, además de crear fuentes de trabajo como un aporte para los microempresarios que quieran emprender este tipo de proyectos.

Por lo tanto este proyecto se justifica plenamente al incorporar el diseño del proceso industrial en la elaboración de cerveza artesanal en base de Cebada y Cacao, ya que su consumo sería un boom en la actualidad. Considerando que no existe una distribución a nivel nacional de este producto.

## **1.3 Línea de base del proyecto**

### ***1.3.1 Antecedentes de la Producción de Cerveza Artesanal.***

Hoy en día, en todos los países del mundo se consume cervezas industriales elaboradas con mezcla de malta y cereales adjuntos como el arroz o el maíz, mucho más económicos para las empresas por sus bajos costos de producción, también agregan antioxidantes y estabilizantes, sin importar la calidad del producto, alejándose de la elaboración de la verdadera cerveza. (Hough J.S 1990a, p. 5)

“Las autoridades bávaras introducen las leyes de pureza en 1516, establecen la utilización de cebada malteada, agua, lúpulo y levadura” como única base para la elaboración de cerveza, por lo que se considera la calidad de la auténtica cerveza artesanal más sana que la industrial por el simple motivo de no llevar productos químicos, es mucho más nutritiva por ser hecha en base de

cebada, la cual contiene nutrientes muy importantes para la salud humana, obviamente bebiendo con moderación, pudiendo ser consumida por todos los estratos sociales. (Hough J.S, 1990b, p. 4)

Además la cerveza industrial no tiene el tiempo necesario de estacionamiento para que esté a punto, generalmente por la gran demanda de consumo, ni bien se embotella el producto se espera de 4 a 5 días para que salga a la venta, la mayoría elaboran el mismo estilo de cerveza (Lager, Pilsen) tienen el color, espuma, grado alcohólico, cantidad de gas, sabor muy parecido y lo único que las diferencia es la etiqueta, mientras que la enorme variedad de estilos de cerveza artesanal son elaboradas en micro cervecerías en lotes pequeños y tienen un tiempo de 20 a 30 días, esto permite degustar una infinidad de cerveza, Rubias, Rojas, Negras, Ahumadas, de Trigo, Amargas, con alto o bajo contenido de alcohol. (Revista Líderes, 2016)

En el país existe la mayor producción de cerveza artesanal en la ciudad de Quito con 42 microcervecería y con una producción mensual de 60.000 litros mensuales preferida por el sabor concentrado del producto y ofreciendo tres variedades (rubia, roja y negra). (Enríquez, 2016a)

Mientras que en San Cristóbal existe una fábrica conocida como Endémica que elabora cerveza artesanal conocida con el nombre de Galapagueña por su sabor refrescante con un toque dulce. (Veintimilla, 2017)

En Manta existen personas emprendedoras que gracias al esfuerzo y perseverancia han logrado crear Umiña Cerveza Artesanal, producto dedicado a una parte exclusiva de los consumidores de cerveza en Manabí, el nombre hace referencia a la diosa Umiña, destacado personaje histórico de Manta. (Uscategui, 2013)

### ***1.3.2 Marco Conceptual***

#### ***1.3.2.1 Cerveza***

Según las Normas Técnicas Ecuatorianas INEN 2262:2013 denomina a la cerveza como “bebida de bajo contenido alcohólico, resultante de un proceso de fermentación natural controlado, por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, en un mosto elaborado con agua de características fisicoquímicas y bacteriológicas apropiadas, cebada malteada sola o mezclada con adjuntos, con adición de lúpulo y/o sus derivados”.



Mientras que en el Código Alimentario Español define a la cerveza como “la bebida resultante de fermentar mediante levaduras seleccionadas (generalmente *Saccharomyces cerevisiae*) el mosto procedente de malta de cebada sola o mezclada con otros productos amiláceos y aromatizado el mosto con lúpulo”. (Acción alimentaria, 2014)

“Se denomina cerveza a una bebida alcohólica, no destilada, de sabor amargo que se fabrica con granos de cebada u otros cereales cuyo almidón, una vez modificado, es fermentado en agua ya aromatizado con lúpulo”. (Diccionario ABC, 2016).

Se puede concluir que la cerveza es una bebida alcohólica con un porcentaje bajo de alcohol elaborada con maltas, adjuntos cerveceros, agua puras de bajo contenidos en sales, levaduras y lúpulos.

#### 1.3.2.2 Tipos de Cerveza

La cerveza según el tipo de levadura se clasifica en:

a) Cervezas de fermentación baja.

“Las cervezas de fermentación baja son conocidas como cervezas lager porque fueron almacenadas (del alemán lagern = para almacenar) en bodegas frías después de la fermentación y la maduración. Las levaduras utilizadas son cepas de *Saccharomycesuvarum*. Se conocen varios tipos de cervezas lager: Pilsener, Dortmund y Munich. La mayoría de la cervezas (70% - 80%) en el mundo es del tipo Pilsener”. (Okafor, 2007a, p. 237).

- **Cerveza Pilsener:** “Esta es una cerveza pálida con un sabor amargo medio. Su contenido de alcohol es 3,0 a 3,8% (v/v). Clásicamente se almacenada durante dos o tres meses, pero cervecerías modernas han reducido el tiempo a cerca de dos semanas. El agua para cerveza Pilsener es suave, contiene baja cantidad de iones calcio y magnesio”. (Okafor, 2007b, p. 237).
- **Cerveza Dortmund:** Es una cerveza pálida, pero contiene menos lúpulo (es menos amargo) que Pilsener; sin embargo, tiene más cuerpo y aroma. El contenido de alcohol es de 3,0 a 3,8%, y es almacenada durante 3-4 meses. El agua de escaldado es dura, que contiene grandes cantidades de carbonatos, sulfatos y cloruros. (Okafor, 2007c, p. 238).
- **Munich:** “Es una cerveza oscura, aromática y con cuerpo, con un sabor ligeramente dulce. El contenido de alcohol varía de 2 a 5%. El agua de escaldado es alta en carbonatos pero baja en otros iones”. (Okafor, 2007d, p. 238).

## b) Cervezas de fermentación alta

Este tipo de cervezas son elaboradas con cepas de *Saccharomyces cerevisiae*, y son las siguientes:

- **Ale:** “Es propia de Inglaterra. (Ale = pálido). Posee un alto contenido de alcohol de 4,0 a 5,0% hasta 8.0%. Por lo tanto, es muy amarga y tiene un sabor ácido fuerte y un aroma de vino debido a su alto contenido de éster”. (Okafor,N.2007e, p. 238)
- **Porter:** “De color marrón oscuro, cerveza de cuerpo pesado, fuerte formación de espuma, producida a partir de maltas oscuras. Contiene menos lúpulo y por lo tanto es más dulce. Tiene un contenido de alcohol de aproximadamente 5,0%”. (Okafor,N.2007f, p. 238)
- **Stout:** “Cerveza fuerte de cuerpo y con fuerte aroma de malta. Se produce a partir de malta oscura o caramelizada. Tiene un contenido comparativamente elevado de alcohol, 5,0-6,5%”. (Okafor, 2007g, p. 238)

### 1.3.2.3 Formas de Producción de Cerveza

“En la producción de cerveza, se distinguen tres tipos de factorías a la hora de elaborarla:

- Cerveza artesanal. Todo el proceso es artesanal, siendo el volumen máximo de producción anual de unos cientos de hectolitros.
- Microcervecías. Donde se mezclan los procesos industriales con los artesanales, su volumen de producción anual es de miles de hectolitros.
- Cervecía industrial. Todo el proceso se lleva a cabo de forma industrial, el volumen de producción de estas es de millones de hectolitros.

Otra clasificación que consideran algunos autores es que solo distinguen entre industrial y micro cervecías, incluyendo en microcervecía toda aquellos productores que elaboren menos de 17.500 Hl. al año y la industrial es superior a este valor”. (Calleja, 2013, pp.11-12)

### 1.3.2.4 Cerveza Artesanal

Una cerveza se la considera artesanal cuando es fabricada por artesanos, en su mayor parte los procesos son manuales y otros se realizan por medio de la maquinaria adecuada, donde la práctica y el conocimiento del artesano son importantes en el proceso de elaboración. (BIRRApertorio del Xino, 2014)

La producción de cerveza artesanal no posee ningún aditivo artificial, el proceso es de forma manual desde la molienda hasta el envasado. Cada cerveza tiene su periodo de elaboración de acuerdo a las formulaciones e ingredientes que tienen los distintos maestros cerveceros, por tal motivo existe distintos sabores, colores y olores de la cerveza.

“Toda cerveza se elabora con cuatro elementos básicos: cebada, agua, lúpulo y levadura. La diferencia principal entre la cerveza industrial y la artesanal se encuentra en las proporciones, en el tratamiento de la materia prima y en el proceso de elaboración”. (Diario Popular, 2015)

#### *1.3.2.5 Materia Prima para la Elaboración de la Cerveza Artesanal*

##### *Cebada*

“La cebada (*Hordeum vulgare*), es una planta de la familia de las gramíneas. Su nombre procede del latín cibata. Aunque también se utilizan otros cereales en la elaboración de cerveza como el trigo, el grano de la cebada es el más rico en almidón y posee las proteínas suficientes para proporcionar el alimento necesario para el crecimiento de la levadura. Además, las sustancias nitrogenadas favorecen la formación de espuma”. (CICS, 2016a)

La materia prima para la maceración son las cebadas cerveceras deben poseer una serie de características físicas y bioquímicas. Entre las físicas, la forma del grano debe ser entero y uniforme, y así al moler aporte cascarillas que sirvan como filtro reteniendo las partículas más pequeñas y así obtener un mosto clarificado. (Hough J.S, 1990c, p. 44)

En cuanto a las características bioquímicas es importante que el grano germine rápidamente mediante la absorción uniforme del agua, con el objeto de obtener el mayor volumen de malta por la cantidad de cebada. (Ferrán, 2002, p. 147)

##### *Valor nutritivo*

- “Su elevado contenido de vitamina B3 convierten a la cebada en un cereal ideal para cuidar la piel.
- La vitamina B3 también es muy beneficiosa para el sistema nervioso y para prevenir y combatir los dolores menstruales.
- La cebada es rica en fibra soluble, es ligeramente laxante.
- La fibra de la cebada previene y evita los cálculos biliares, al reducir los niveles de colesterol en la sangre y en la bilis.

- El agua de la cebada contiene muchos nutrientes de la cebada y es utilizada para combatir los procesos catarrales y la gripe además, es usada para curar los problemas estomacales e hidratar.
- La cebada también contiene vitamina E, un antioxidante natural que combate a los radicales libres, tiene efecto rejuvenecedor.
- La cebada contiene niveles aceptables de fósforos, potasio y magnesio.
- La cebada tiene propiedades antiinflamatorias. Es utilizada para bajar la fiebre.
- También es utilizada para los trastornos urinarios como puede ser la cistitis.
- También es utilizada como tratamiento contra la nefritis, un trastorno inflamatorio del riñón”. (Nutrición y Alimentación, 2016).

**Tabla 1-1: Valor Nutricional**

COMPOSICIÓN	PESO
Hidratos de carbono	77,7g
Fibra.	15,6g
Proteínas.	9,9g
Azúcares.	0,8g
Ácidos grasos totales.	1,2g
Ácidos grasos saturados (AGS).	0,2g
Ácidos grasos monoinsaturados (AGM).	0,1g
Ácidos grasos poliinsaturados (AGP).	0,6g
Omega-3.	55mg
Omega -6.	505mg

**Fuente:** (Nutrición y Alimentación, 2016)  
**Elaborado por:** Jaime Soria. 2017

### *Lúpulo*

Según las Normas Técnicas Ecuatorianas INEN - NTE INEN 2262:2003 define al lúpulo como: “Lúpulo. Es un producto natural obtenido de la planta *Humulus lupulus*, responsable del amargor y de parte del aroma de la cerveza. Este puede estar en forma vegetal o en forma de extracto.”

El lúpulo (*Humulus lupulus*) es una especie que pertenece a la familia de las *cannabiaceas*. Esta planta puede ser masculina o femenina, pero para la elaboración de la cerveza deben de ser femeninas, esta proporcionara el sabor, amargor y el aroma propio de la cerveza.

Estas flores tienen forma de conos o piñas se desarrolla a partir de julio, contienen en su interior unas glándulas que están llenas de una resina de color dorado llamada lupulina con un

gran contenido de componentes, los denominados ácidos alfa, que dan el sabor amargo a la cerveza, contribuyen a la formación de espuma y ayudan también a su conservación. La lupulina contiene también ácidos beta que al oxidarse añaden también amargor a la cerveza aunque no tanto como los alfa. (Hough J.S, 1990d, p. 89).

#### *La introducción del lúpulo en la elaboración de cerveza*

A pesar de que es una planta de origen silvestre conocida en la antigüedad, no está del todo claro si era utilizada para la elaboración de las primitivas cervezas. (CICS, 2016b)

“El lúpulo, al ser incorporado en la elaboración de cerveza, proporciona un sabor amargo característico, aroma agradable, promueve la formación de la espuma y la retención, tiene acción antiséptica, contribuye con precipitación de proteínas durante la ebullición del mosto y actúa como un medio de filtración”. (Van, P. 2005, p. 105).

**Tabla 2-1:** Composición química del lúpulo

COMPOSICIÓN	%
Materias nitrogenadas	17,5 g
Materias no nitrogenadas	27,5 g
Celulosa Bruta	13,3 g
Aceites esenciales	0,4 g
Taninos	3,0 g
Extracto al éter	18,3 g
Agua	10,5 g
Cenizas	7,5 g

**Fuente:** (Universidad Nacional abierta y distancia, 2016)

**Elaborado por:** Jaime Soria 2017

#### *Variedades*

Existen variedades de lúpulos de la cuales los expertos las categorizan en amargos y aromáticos. En el mercado existe diversidad en cuanto al porcentaje de alfa amilases la misma que otorga el amargor característico a la cerveza entre las cuales están Nugget, Magnum y Columbus. Mientras que los lúpulos que conceden el aroma está el cascade y perle que adicionalmente aporta un sabor más refinado de la cerveza. (Gallardo & Veas, 2016)

## Agua

“El agua que se utiliza para la elaboración de la cerveza tiene que ser ligeramente dura ya que si se utiliza agua exenta de sales, libre de sabor, olor y de materia orgánica puede llegar a corroer las tuberías”. (Hough J.S, 1990e, p.52).

Al contener diferentes sales la elección del agua es determinante en el producto final. Algunas cervecerías recurren a los métodos de corrección del agua para eliminar todos los minerales mediante un proceso de desionización el cual utilizan resinas intercambiadores de ácidos a bases. (Hough J.S,1990f, p.56).

El sodio y el potasio les da un sabor salado y el cloruro resaltar el dulzor de la malta. Para la elaboración de las cervezas más ligeras tipo pilsen se utilizan aguas con bajo contenido en calcio, las denominadas aguas blandas. El agua rica en bicarbonato de calcio es ideal para producir cervezas oscuras, en cambio, se pueden elaborar con aguas más duras. Pero son las aguas medianamente duras las preferidas para la preparación de la cerveza, sobre todo si son ricas en sulfato, calcio, son ideales para la fabricación de las pale ales ya que producen un pH más ácido que potencia la acción enzimática y no disuelve los polifenoles que contribuyen a dar sabor a la cerveza. (Hough J.S,1990g. p.50).

En la tabla 3-1 se observa la composición físico – químico del agua purificada según las normas INEN 2 200:2008.

**Tabla 3-1:** Composición físico – químico del agua purificada

REQUISITOS	MÍNIMO	MÁXIMO
Color expresado en unidades de color verdadero (UTC)	----	5
Turbiedad expresada en unidades nefelométrías de turbiedad NTU	---	3
Sólidos totales disueltos expresados en mg/l:		
- Agua purificada envasada	---	500
- Agua purificada mineralizada envasada	250	1000
pH 20°C:		
- No carbonatada,	6,5	8,5
- Carbonatada,	4,0	8,5
- Procesos de ósmosis y destilación	5,0	7,0
Cloro libre residual, mg/l	0.0	0.0
Dureza, Ca CO <sub>3</sub> ,mg/l	---	300
Olor y dureza	Inobjetable	

**Fuente:** Instituto Ecuatoriano de Normalización, NT INEN 2 200:2008

**Elaborado por:** Jaime Soria 2017

### *Levadura*

“Las levaduras son hongos microscópicos que actúan en el proceso de fermentación, formando alcohol y CO<sub>2</sub>, mediante el desdoblamiento de los azúcares procedentes de la malta, en ausencia de O<sub>2</sub>”. (Gamazo, C., et. al. 2013, p. 180).

En el mercado existen dos tipos de levadura para la fabricación de cerveza artesanal las Ale que se fermentan a temperatura elevada (14 - 25°C) y el residuo tiende a salir en la superficie y el resultado es una cerveza con notas frutales y con buen cuerpo. En comparación de la lager estas se fermentan a temperaturas bajas con residuos que se asientan en el fondo del tanque al terminar la etapa de fermentación. (Raymond, K., et. al. 2003, p. 369).

### *Adjuntos cerveceros*

Según las Normas Técnicas Ecuatorianas INEN 2262:2013 indica que parte de los ingredientes de la cerveza pueden ser los adjuntos cerveceros, que reemplazan parcialmente a la malta, definiéndolos de la siguiente manera: “Adjuntos cerveceros. Son ingredientes malteados o no malteados, que aportan extracto al proceso en reemplazo parcial de la malta sin afectar la calidad de la cerveza, estos pueden ser 7 adjuntos crudos y modificados como jarabes (soluciones de azúcares) o azúcares obtenidos industrialmente por procesos enzimáticos a partir de una fuente de almidón”.

Para el desarrollo de este trabajo se utilizó en una parte del proceso el cacao de fino aroma (en polvo) para que la cerveza se caracterice por un sabor distinto.

Los cultivos de cacao se encuentran principalmente en la zona del Litoral y en la Amazonía. En el país actualmente se siembran dos variedades de cacao:

- Cacao CCN-51
- Cacao Nacional (cacao de fino aroma).

### *Cacao CCN 51*

El Agrónomo Homero Castro después de varias investigaciones sobre las variedades de granos, finalmente logra injertar la del tipo 51 para lo cual en 1956 clona el cacao híbrido resistente a la escoba de bruja y monilla, este árbol no crecía más de 2m lo cual facilitaba para la poda y

cosecha el fruto es una mazorca grande pero sin peso, a esta planta se la llamo CCN-51 lo que significa Colección Castro Naranjo. (Castro, 2005)

### *Exportación*

La relación existente en la participación del Clon y el Cacao Nacional Fino en las exportaciones ecuatorianas hasta al momento es de: 75 % Cacao Nacional y 25 % CCN-51. (Anecacao, 2016)

### *Cacao Fino de Aroma*

El Cacao Fino de Aroma posee una cascara dura, tiene un distintivo único que su fruto brota del tronco del árbol y este llega a tener una altura superior a los 5 metros, de la semilla de la mazorca se obtiene derivados como son la manteca y pasta de cacao. La semilla del cacao contiene la mitad del peso en grasa llamado también como manteca de cacao, en la tabla 4-1 se observa los resultados del análisis de la composición química de los granos de cacao luego de su fermentación y secado (Ebm, 2016).

Estos resultados dan una indicación acerca de la composición química del grano de cacao. No obstante, es necesario recordar que dicha composición variará dependiendo del tipo de grano, la calidad de la fermentación y secado y del posterior procesamiento del mismo.

**Tabla 4-1:** Composición química del grano de cacao

COMPONENTES:	PORCENTAJES
Manteca de cacao	54%
Proteínas	11.5%
Celulosa	9%
Almidón y pentosanos	7.5%
Taninos	6%
Agua	5%
Olioelementos y sales	2.6%
Ácidos Orgánicos y esencias	2%
Teobromina	1.2%
Azucares	1%
Cafeína	0.2%

**Fuente:** (Ebm, 2016)

**Elaborado por:** Jaime Soria 2017



## *Cacao en polvo*

Elaborado de manera artesanal en un proceso en que no se somete a temperaturas por sobre los 45 grados Celsius para que conserve todas sus propiedades. Dada su particular elaboración no se alcanza a extraer toda la manteca de cacao, por lo que posee un 30% de esta. (Lovinglife, 2016)

Estas son algunas de las maravillosas propiedades del cacao:

- Ayuda a la formación de huesos firmes y actúa como un relajante muscular, debido a su alto contenido en magnesio.
- Contiene feniletilamina, sustancia que el cuerpo produce cuando se está enamorado, y que además está involucrada en aumentar el estado de alerta y concentración.
- Estimula ciertos neurotransmisores en el cerebro que ayudan a aliviar la depresión y a obtener una sensación de bienestar.

Un cacao crudo, sin aditivos, apto para los que desean sabor puro de cacao sin más añadidos, el 100% de cacao tiene un equilibrio de acidez ligera y la amargura sin azúcar. Todos los ingredientes de cacao en el chocolate crudo son mínimamente procesados y se mantienen a baja temperatura para mantener el perfil de sabor, en la tabla 5-1 se identifica la composición nutricional del cacao.

**Tabla 5-1:** Información nutricional: por 10 Gramos

<b>Calorías 50, de las que 25 provienen de grasa</b>	
Grasa total	3 gr (5% cdr)
Grasa saturada	1.5 gr (8% cdr)
Colesterol	0gr
Sodio	0 gr
Carbohidratos totales	6 gr (2% cdr)
Fibra	0 gr
Azúcares	0 gr
Proteínas	1 gr

**Fuente:** (Cofina, 2017)

**Elaborado:** Jaime Soria 2017

### *1.3.2.6 Proceso de Elaboración de Cerveza*

A continuación se da a conocer las etapas del proceso de elaboración de cerveza, en el capítulo 3 se describe de una manera más detallada cada una de las etapas, con respecto al proceso propio de la investigación. (Microcervecería el sabor de lo natural, 2016)

- Molienda
- Maceración
- Filtrado y recirculado
- Lavado
- Cocción
- Enfriado
- Fermentación y Maduración
- Carbonatación y Envasado

## **1.4 Beneficiarios Directos e Indirectos**

### *1.4.1 Beneficiarios Directos*

Los pequeños microempresarios, o personas que quieren emprender y aportar nuevas alternativas para la elaboración de cerveza artesanal utilizando materias primas únicas en el país.

### *1.4.2 Beneficiarios Indirectos*

Los consumidores al ampliar la variedad de cerveza e incluso los productores y procesadores de cacao, al diversificar el uso de los derivados de cacao en otros productos como la cerveza.

## CAPÍTULO II

### 2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

#### 2.1 General

Diseñar un proceso industrial para la elaboración de cerveza artesanal a base de Cebada (*Hordeum Vulgare*) y Cacao de fino aroma (*Theobroma cacao*).

#### 2.2 Específicos

- Establecer el mejor proceso de elaboración de cerveza artesanal en base a la Norma INEN 2262: Bebidas alcohólicas Cerveza.
- Identificar el tipo de variables que estén presentes en el proceso de la elaboración de cerveza artesanal.
- Realizar los cálculos de diseño del proceso de elaboración de cerveza artesanal.
- Validar el proceso mediante una caracterización físico químico y microbiológico de la formulación de mayor aceptación, según la Norma INEN 2262: Bebidas alcohólicas Cerveza.
- Evaluar los costos de producción de elaboración de cerveza.

## CAPÍTULO III

### 3. ESTUDIO TÉCNICO

#### 3.1 Localización del proyecto

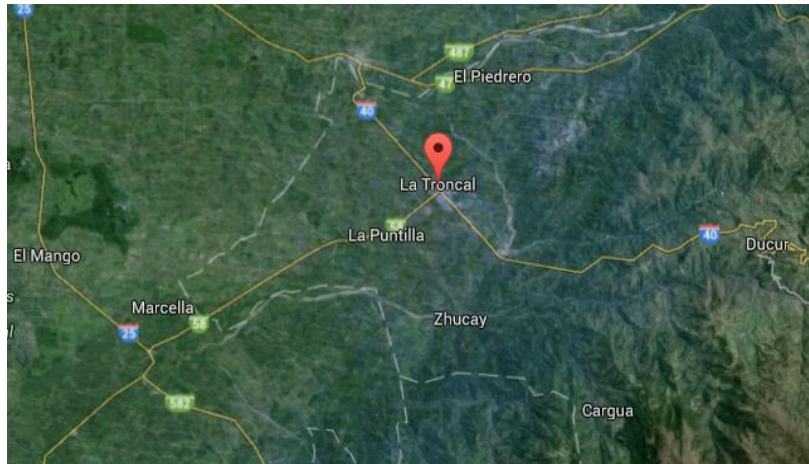
El estudio del proyecto se lo realizó en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) en los Laboratorios de Operaciones Unitarias y de Bromatología de la Facultad de Ciencias.



**Figura 1-3 Ubicación geográfica (Espoch)**

Fuente: Google map

La planta productora de cerveza artesanal se instalará a futuro en la provincia del Cañar, cantón La Troncal, sector Voluntad de Dios a 20 minutos de la hacienda San Camilo, por la disponibilidad del espacio físico y la cercanía en obtener la materia prima de cacao fino de aroma.



**Figura 2-3 Ubicación geográfica (La Troncal)**  
Fuente: Google map

En la tabla 1-3 se encontrará las coordenadas geográficas y los factores de temperatura, precipitación y humedad.

**Tabla 1-3:** Coordenadas Geográficas y Principales Factores

LUGAR	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		FACTORES A CONSIDERAR		
	Latitud	Longitud	Temperatura promedio mensual (°C)	Precipitación media mensual(mm)	Humedad Relativa (%)
Riobamba	-1,6735	-78,6480	14.0 °C	561mm	75
La Troncal	-2,4203	-79,3418	25.0 °C	1759 mm	82

Fuente: Boletín meteorológico de Riobamba y La Troncal  
Elaborado por: Jaime Soria 2017

### 3.2 Ingeniería del proyecto

#### 3.2.1 Descripción del Proceso

Para obtener una cerveza artesanal de cacao aceptada por el consumidor y que cumpla con los parámetros de la norma correspondiente, se partió del proceso general de elaboración de cerveza y los cambios bioquímicos de la materia prima en cada etapa, se analizó la composición química de los derivados del cacao para determinar en qué etapa del proceso y en qué cantidad se debe incluir.

Para este estudio se analizó la pasta y el polvo de cacao, el primero no es aconsejable utilizarlo en el proceso de elaboración de cerveza por su alto porcentaje en grasa que es del 54%, y entre ingredientes que permite la Norma INEN 2262: Bebidas alcohólicas Cerveza. Están los adjuntos cerveceros que aportan extracto en términos de azúcares y no de otros componentes como la

grasa, además ésta puede evitar la formación de espuma y agregar una textura diferente a la bebida, de igual manera presenta un aspecto seboso al mosto y al momento de implementarlo en el equipo de cocción este podría taponar las tuberías por la acumulación de grasa, mientras que el *cacao en polvo* (desengrasado) no presenta este inconveniente, por lo tanto, es recomendable realizar los ensayos con este tipo de materia prima, porque su contenido en grasa es reducido (3%).

## PRIMERA ETAPA

Una vez determinado el derivado de cacao a utilizar (cacao en polvo), se procedió a analizar en qué etapa es recomendable incluirlo en maceración o en cocción, para esto se trabajó a escala de laboratorio, con las formulaciones que se muestran en la tabla 2-3.

La primera formulación corresponde a 25g de cacao en la etapa de maceración, mientras que en la segunda se incluyó 5g en la etapa de cocción. La diferencia en el peso que se observa entre las dos formulaciones, se basa en la operación en la que ingresa, en la etapa de maceración se agregó mayor cantidad para que pueda conservar su aroma hasta el final del proceso.

En la primera formulación se aplicó el cacao en la maceración después de haber puesto la malta, a una temperatura de 62-65 °C por 90 minutos, para la segunda se aplicó el cacao en la etapa de cocción, al momento que empezó a hervir el mosto durante 90 minutos.

**Tabla 2-3:** Formulaciones en dependencia de la etapa a incluir el polvo de cacao para 3.5 L de producto

MATERIA PRIMA	Formulación 1 (etapa de maceración) (g)	Formulación 2 (etapa de cocción) (g)
Malta base	500	520
Agua	3.5	3.5
Lúpulo	3	3
Levadura Safale Us-05	1,67	1.67
Polvo de Cacao Fino Aroma	25	5

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Jaime Soria 2017

Estas pruebas se realizaron con un día de diferencia a la misma hora, siguiendo el proceso de: molienda, maceración, filtración, cocción, enfriamiento, fermentación, carbonatación y envasado.

Se partió de una producción de 3,5 L que luego de su proceso se obtuvo 1,2 L de cerveza envasada, debido a que en las etapas de maceración y cocción se pierde una gran cantidad de

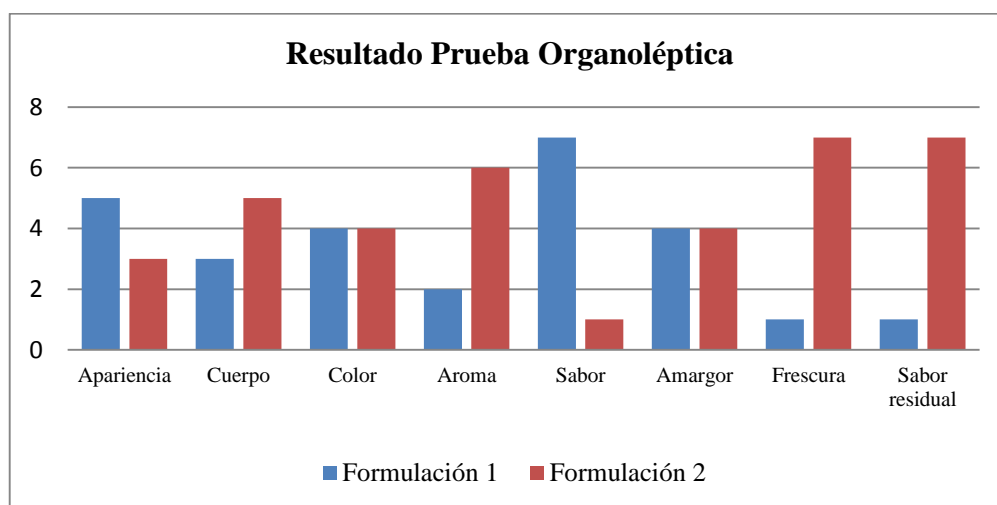
líquido, además que influenció la falla del equipo (marmita) que no se encontraba en óptimas condiciones. La pérdida de mosto fue del 65,71% superior a lo habitual ya que en este ensayo no se llevó a cabo el lavado del grano, esta etapa ayuda a recuperar el agua que se pierde por la adsorción del grano, lúpulo y levadura. Según los cerveceros de Argentina manifiesta que por cada kilo de malta se pierde un litro de agua y la evaporación depende del equipo utilizado en el proceso. (Cerveceros de Argentina, 2016a)

Una vez terminado los ensayos se procedió a realizar las respectivas pruebas organolépticas con el personal docente del área de alimentos de la Facultad de Ciencias (Véase Anexo B). En la tabla 3-3 se observa los parámetros sensoriales evaluados a través de una prueba de diferenciación, los panelistas recibieron dos muestras codificadas cada una correspondiente a una formulación. Los datos recopilados a través de las encuestas fueron tabulados e interpretados, y se los presenta a continuación en la tabla figura 3-3:

**Tabla 3-3: Resultado Pruebas Organolépticas**

PARÁMETRO EVALUADO	Formulación	Formulación
	1	2
Apariencia	5	3
Cuerpo	3	5
Color	4	4
Aroma	2	6
Sabor	7	1
Amargor	4	4
Frescura	1	7
Sabor residual	1	7
<b>TOTAL</b>	42%	58%

Fuente: Encuesta Organoléptica  
Elaborado por: Jaime Soria 2017



**Gráfico 3-3 Resultado Organolépticos**  
Fuente: Encuesta Organoléptica  
Realizado por: Jaime Soria 2017

En 2 de los 8 aspectos evaluados, la formulación 1 (etapa de maceración) fue preferida a la formulación 2 (etapa de cocción), que corresponde al 42% del total de los encuestados. Mientras que 4 de los 8 aspectos fue preferida la formulación 2 y corresponde al 58%. Además el 38% de los encuestados pudo identificar el aroma a cacao en esta formulación.

Con base a estos resultados para la siguiente etapa de este estudio se utilizó la formulación 2, la cual se ajusta a la cantidad de 20 L de producción. La formulación 1 se descarta, porque al agregar el polvo de caco en la etapa de maceración hasta llegar al envasado se pierde la mayor parte del aroma.

## SEGUNDA ETAPA

Considerando los resultados de la primera etapa (ensayos preliminares), se determinó la formulación para los 20 L en la tabla 4-3, donde se especifica las maltas utilizadas, y se añaden dos tipos de lúpulo. El volumen de producción de cerveza envasada fue de 20 L. El ajuste realizado en esta etapa correspondió al momento de incluir el caco en polvo durante la etapa de cocción, se agregó 5 minutos antes de terminar esta etapa (a los 85 minutos de iniciar el hervor), para que conserve su aroma.

Posteriormente a este producto se realizaron los ensayos físico-químico y microbiológico que indica la Norma INEN 2262: Bebidas alcohólicas Cerveza, para comprobar la calidad del producto. En la tabla 9-3 se muestran los resultados de los análisis físico- químico y en la tabla 10-3 los análisis microbiológicos.

**Tabla 4-3:** Formulación final para 20 L de producto

COMPOSICIÓN	CANTIDAD KG
Malta Pale Ale	4.75
Malta Caramelo	0.80
Malta Carrafa	0.65
Malta Roasted Barley	0.07
Agua	20
Lúpulo Columbus	0.0396
Lúpulo Cascade	0.0075
Levadura	0.015
Cacao	0.05

Fuente: Propia

Elaborado por: Jaime Soria 2017



Con la formulación mejorada se completó el proceso aumentando dos etapas al proceso inicial, la primera es la etapa de RECIRCULACIÓN esta va permitir clarificar la cerveza y que las partículas pequeñas se queden atrapadas en la cáscara de la malta, este proceso se realizó tres veces para obtener un mosto más clarificado. La segunda etapa es la del LAVADO del grano aquí se colocó 9 litros de agua a 75 °C en forma de riego por dispersión, esto permite obtener la mayor cantidad de azúcar que posea la malta, de esta manera se compensa la cantidad de líquido que se pierde en las etapas de maceración y cocción.

En la formulación el aumento de malta en sus distintas variedades, es para darle el cuerpo a la cerveza y producir un tipo especial como es la conocida *Cerveza Stout*, un tipo de cerveza negra, que por su color se relacione con el ingrediente cacao en polvo.

Por otra parte se utilizó dos clases de lúpulo, el *Columbus* es para darle un amargor conciso a la cerveza el cual fue de 65 IBU, mientras que el *Cascade* aporta el aroma a la cerveza artesanal.

### **3.2.2 Identificación de las Variables del Proceso**

Las variables que se identificaron en el proceso son tres: temperatura, tiempo y pH.

La temperatura de producción de la cerveza STOUT debe estar en un rango de 62-65 °C en la etapa de maceración, si llegaría a estar a menos de 62 °C las enzimas presentes en la malta no se activarían, por lo contrario si sobrepasa la temperatura de 72 °C estas enzimas morirán, en el lavado del grano la temperatura debe estar a 75 °C para aprovechar al máximo la extracción de los azúcares restantes en el grano, en la etapa del enfriado la temperatura debe bajar hasta 20-22°C para que las levaduras puedan actuar y las mediciones como son la densidad inicial, final y pH del mosto se puedan realizar correctamente.

La segunda variable es el tiempo que ayuda a controlar las etapas de maceración y cocción, ya que el tiempo indicado es de 60 a 90 minutos en cada una, tiempos mayores harán que se pierda líquido por la evaporación y también dará el amargor mientras más tiempo de cocción más amarga será la cerveza.

El pH permite controlar la proliferación de bacterias dañinas para el ser humano, con un pH aproximado a 4 (ácido) estas bacterias no pueden sobrevivir. (QA Brewer, 2016)

**Tabla 5-3: Variables del proceso**

Variables	Descripción
Temperatura (°t)	Etapa de maceración (62-65°C) Etapa de lavado (75°C) Etapa de enfriado (20-22°C)
Tiempo (t)	Etapas de maceración (60-90 minutos) Etapa de cocción (60-90 minutos) Etapa de enfriado (10 minutos)
pH	Etapa de envasado (pH = 4) ácido.

Fuente: Propia

Elaborado por: Jaime Soria 2017

### 3.2.3 Cálculos para el Balance de Materia en la producción de cerveza artesanal.

#### 3.2.3.1 Referencias y Valores para la Cerveza Artesanal (Stout)

Mediante la tabla 6-3 se tiene los parámetros para la cerveza artesanal negra conocida con el nombre de Stout.

**Tabla 6-3: Datos para la obtención de la cerveza Artesanal (Stout)**

CERVEZA STOUT d= (1.064)	
Malta	Pale Ale, Caramelo, Carrafa, Roasted Barley
Lúpulos	Columbus y cascade
O.G	64
IBU's	65
Q	20

Fuente: (Guía del emprendedor, 2016a)

Elaborado por: Jaime Soria 2017

#### 3.2.3.2 Cálculos de la cantidad del grano (peso) para la elaboración de cerveza artesanal

$$UG = \frac{OG * Q}{3.785}$$

Ecuación 1

**Dónde:**

UG = Unidad de Gravedad

OG = Gravedad Original del mosto

Q = Cantidad de cerveza a elaborar

$$UG = \frac{OG * Q}{3.785}$$

$$UG = \frac{64 * 20}{3.785}$$

$$UG = 338$$

Como se utilizó 4 tipos de malta se tienen los siguientes resultados:

$$IG = UG * \% \text{ de malta}$$

*Ecuación 2*

**Dónde:**

IG = Cantidad de granos de acuerdo a las variedades empleadas.

% de malta = es porcentaje de maltas presentes en el proceso

UG = 338

*Malta Pale Ale (80%)*

$$IG = 338 * 0,80$$

$$IG = 270,4$$

*Malta Caramelo (10%)*

$$IG = 338 * 0,10$$

$$IG = 33,8$$

*Malta Carrafa (9%)*

$$IG = 338 * 0.09$$

$$IG = 30,42$$

*Malta Roasted Barley (1%)*

$$IG = 338 * 0.01$$

$$IG = 3,38$$

Cantidad de Granos en Kg

$$P = \frac{IG * 0,4536}{G * R}$$

Ecuación 3

**Dónde:**

P = Peso de la Malta base

IG = Cantidad de granos de acuerdo a las variedades empleadas.

G = Coeficiente con mayor valor

R = Rendimiento del equipo macerador 70%

En la tabla 7-3 indica el valor máximo de rendimiento de las maltas a utilizar, para obtener el peso estimado para la producción de 20l.

**Tabla 7-3:** Valores de Referencia de las diferentes Maltas

TIPO DE MALTA Y ADJUNTO	Max. Yield	Max. PPG
Malta Lager (2-row)	80	37
Malta Pale (2-row)	81	38
Malta Vienna	75	35
Malta Munich	75	35
Malata caramelo 120	72	33
Special B	68	31
Malta Black	55	25
Cebada tostada	55	25

Fuente: (Cervezomición, 2015)

Elaborado por: Jaime Soria 2017

*Peso de Malta Pale Ale*

$$P = \frac{270,4 * 0,4536}{36 * 0,70}$$

$$P = 4,86Kg$$

*Peso de Malta Caramelo*

$$P = \frac{33,8 * 0,4536}{33 * 0,70}$$

$$P = 0,66Kg$$

*Peso de Malta Carrafa*

$$P = \frac{30,42 * 0,4536}{27,5 * 0,70}$$

$$P = 0,72Kg$$

*Peso de Malta Roasted Barley*

$$P = \frac{3,38 * 0,4536}{31 * 0,68}$$

$$P = 0,07Kg$$

*Peso total de las maltas*

$$PT = M. Pale Ale + M. Caramelo + M. Carrafa + M. Roasted Barley$$

$$PT = 4.75 + 0.80 + 0.65 + 0.07$$

$$PT = 6.31Kg$$

### 3.2.3.3 Cálculo de la cantidad de lúpulo para la elaboración de cerveza artesanal.

Para elaborar la cerveza se utilizó el lúpulo Columbus con 16.4% A/A y cascade con 7.4% de A.A

$$Wg = Q * Cg * IBU / (U\% * A\% * 1000)$$

*Ecuación 4*

**Dónde:**

Wg = Cantidad de lúpulo en gramos

Q = Cantidad de cerveza a elaborar

Cg = Coeficiente para la cerveza de OG menores a 1,050 es igual a 1 y para mayores es igual a  $Cg = 1 + (G - 1,050) / 0,2$

IBU = Unidades de amargor deseada

U = coeficiente que depende del tiempo del hervor

A = Alpha acido del lúpulo que se va utilizar

$$Cg = 1 + \frac{1,064 * 1,050}{0,2}$$

$$Cg = 1.070$$

IBU = 65
IBU <sub>Columbus</sub> = 45,5
IBU <sub>Cascade</sub> = 19,5

En la tabla 8-3 indica el tiempo del hervor del lúpulo con el porcentaje para utilizar en la ecuación 5.

**Tabla 8-3:** Porcentaje de hervor en función del tiempo de cocción

COEFICIENTES	PORCENTAJES
<b>0-15 minutos</b>	15 (0.15)
<b>20-30 minutos</b>	19 (0.19)
<b>40-60 minutos</b>	27 (0.27)
<b>70-90 minutos</b>	34 (0.34)

Fuente: (Guía de emprendedor, 2016b)

Elaborado por: Jaime Soria 2017

$$Wg = \frac{Q * Cg * IBU}{U\% * A\% * 1000}$$

Ecuación 5

*Peso del Lúpulo Columbus*

$$Wg = \frac{20 * 1,070 * 45,5}{0,15 * 0,164 * 1000}$$

$$Wg = 39,6gr$$

### *Peso del Lúpulo Cascade*

$$Wg = \frac{20 * 1,070 * 19,5}{0,34 * 0,074 * 1000}$$

$$Wg = 7,5gr$$

#### *3.2.3.4 Cálculos de los Platos (°P) para la producción de cerveza artesanal*

Es el cambio de la densidad original a °P para calcular el extracto total. En si se considera el grado paltos °P, como el peso de azúcar disuelto en el agua.

$$°P = \frac{(Densidad\ del\ mosto\ antes\ de\ hervir - 1) * 100}{4}$$

*Ecuación 6*

$$°P = \frac{(1,064 \frac{g}{L} - 1) * 100}{4}$$

$$°P = 16$$

#### *3.2.3.5 Cálculo del Extracto (Ex) para cada litro de la producción de cerveza artesanal*

Esta es la cantidad de azúcar que contiene el mosto por litro de agua

$$Ex = 1,064 \frac{g}{L} * 16 * 10$$

*Ecuación 7*

$$Ex = 170,24 \frac{g}{L}$$

#### *3.2.3.6 Cálculo del Extracto Total (Ext) de la producción de cerveza artesanal*

El extracto total es la cantidad final de azúcar disuelta en el lote preparado.

$$Ext = \frac{(Ex * Litros\ del\ mosto\ antes\ de\ hervir)}{\frac{1Kg}{1000gr}}$$

*Ecuación 8*

$$Ext = \frac{(170,24 \frac{gr}{L} * 23 L)}{\frac{1Kg}{1000gr}}$$

$$Ext = 3,91Kg$$

### 3.2.3.7 Cálculo de la cantidad de bagazo seco de la producción de cerveza artesanal

Es peso final del bagazo seco es el resultado del peso total de malta menos el extracto total (disolución de los azúcares en el agua). (Cerveceros de Argentina, 2016b)

$$B. seco = Kg malta Mezclada - Kg extracto total \quad \text{Ecuación 9}$$

$$B. seco = 6,31Kg - 3,91Kg$$

$$B. seco = 2,4Kg$$

### 3.2.3.8 Cálculo del Mosto obtenido en la producción de cerveza artesanal

$$Mosto = Malta mezclada + Agua agregada - Bagazo seco \quad \text{Ecuación 10}$$

$$Mosto = 6,31Kg + 20Kg - 2,4Kg$$

$$Mosto = 23,91Kg$$

### 3.2.3.9 Cálculo del Bagazo Húmedo de la producción de cerveza artesanal

$$B. Humedo = El peso del bagazo final de la maceración \quad \text{Ecuación 11}$$

$$B. Humeda = 7,85Kg$$

### 3.2.3.10 Cálculo del mosto final después del lavado (MFDL)

$$MFDL = Mosto antes de Lavar + bagazo seco + agua de lavado - bagazo.h \quad \text{Ecuación 12}$$

$$MFDL = 23,91Kg + 2,4Kg + 9kg - 8,857Kg$$



$$MFDL = 26,46kg$$

### 3.2.3.11 Cálculo del agua evaporada en la cocción del proceso de elaboración de cerveza artesanal.

La evaporación del agua depende del equipo a utilizar en el proceso de elaboración.

$$\lambda = 2257 \frac{KJ}{Kg}$$

$$\dot{Q} = 1000 \text{ Watts}$$

$$\dot{Q} = m * \lambda$$

Ecuación 13

$$m = \frac{\dot{Q}}{\lambda}$$

$$m = \frac{1000 \frac{KJ}{Kg} * 3600 \frac{J}{h}}{2257 \frac{KJ}{Kg} * \frac{1000J}{1KJ}}$$

$$m = 1.59 \frac{Kg}{h}$$

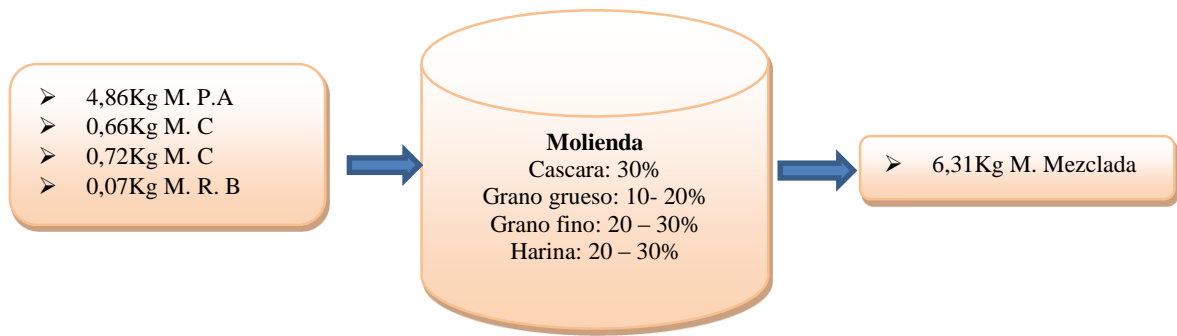
$$= 1.59 \frac{Kg}{h} * 1.5h$$

$$= 2.385Kg$$

### 3.2.4 Balance Simultáneo de Materia en la Producción de Cerveza Artesanal

Los balances que se presentan a continuación, se basa en una producción de 20 L, siguiendo cada etapa de producción de cerveza artesanal.

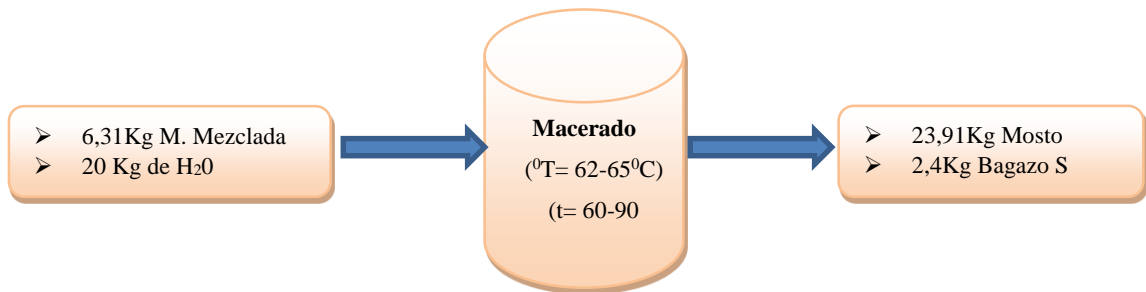
### *Molienda*



**Figura 4-3 Balance de materia en la etapa de molienda**

Realizado por: Jaime Soria 2017

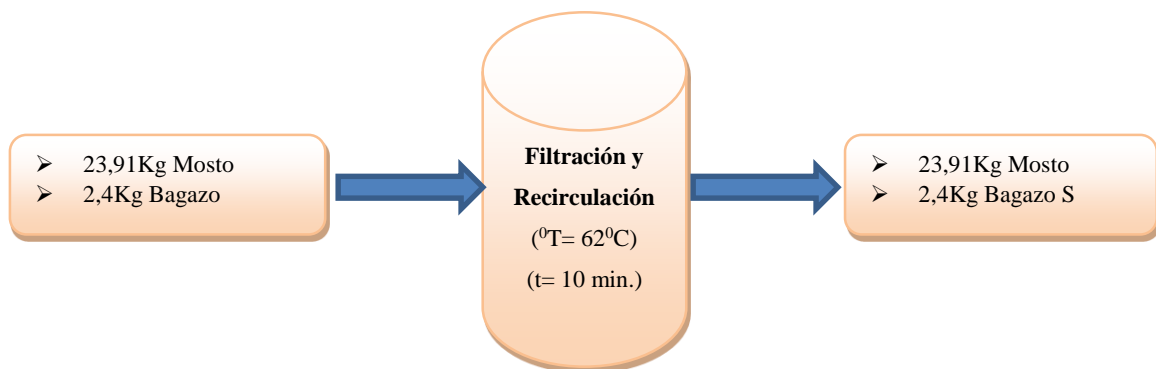
### *Maceración*



**Figura 5-3 Balance de materia en la etapa de maceración**

Realizado por: Jaime Soria 2017

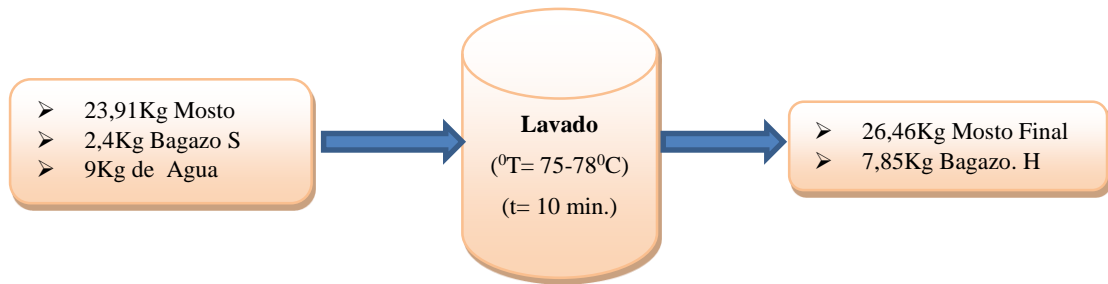
### *Filtración y Recirculación*



**Figura 6-3 Balance de materia en la etapa de filtración y recirculación**

Realizado por: Jaime Soria 2017

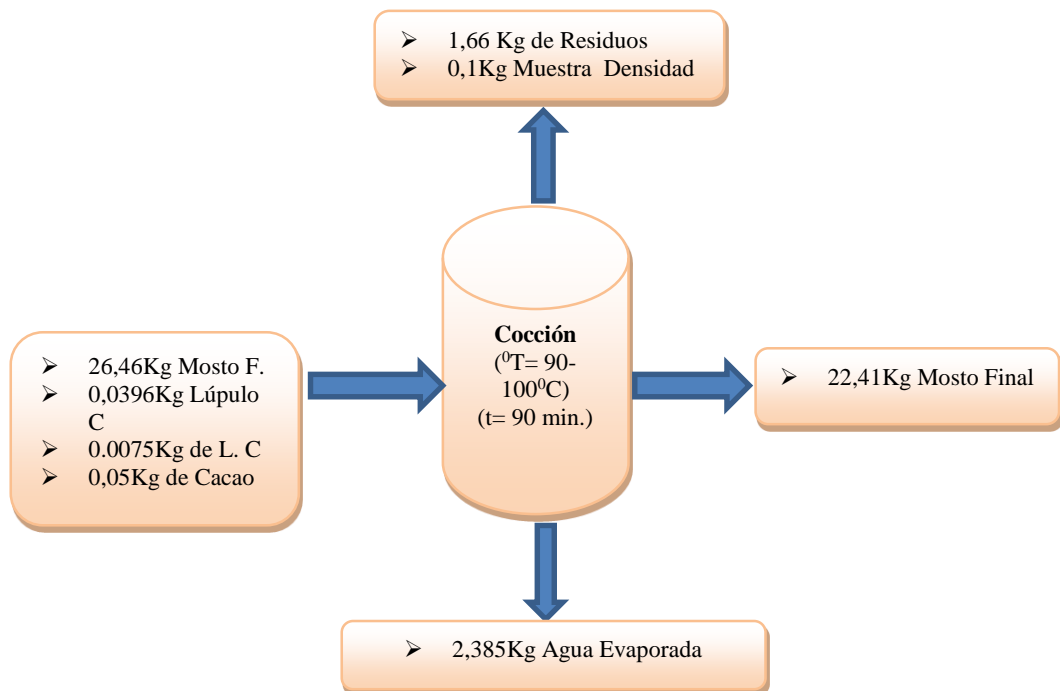
### Lavado



**Figura 7-3 Balance de materia en la etapa de lavado**

Realizado por: Jaime Soria 2017

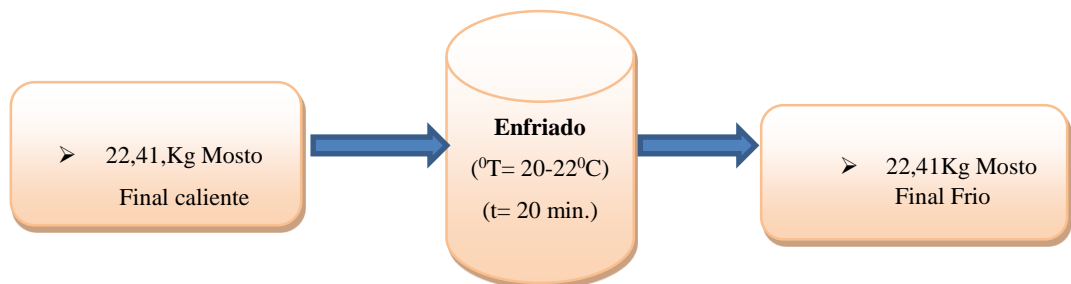
### Cocción



**Figura 8-3 Balance de materia en la etapa de cocción**

Realizado por: Jaime Soria 2017

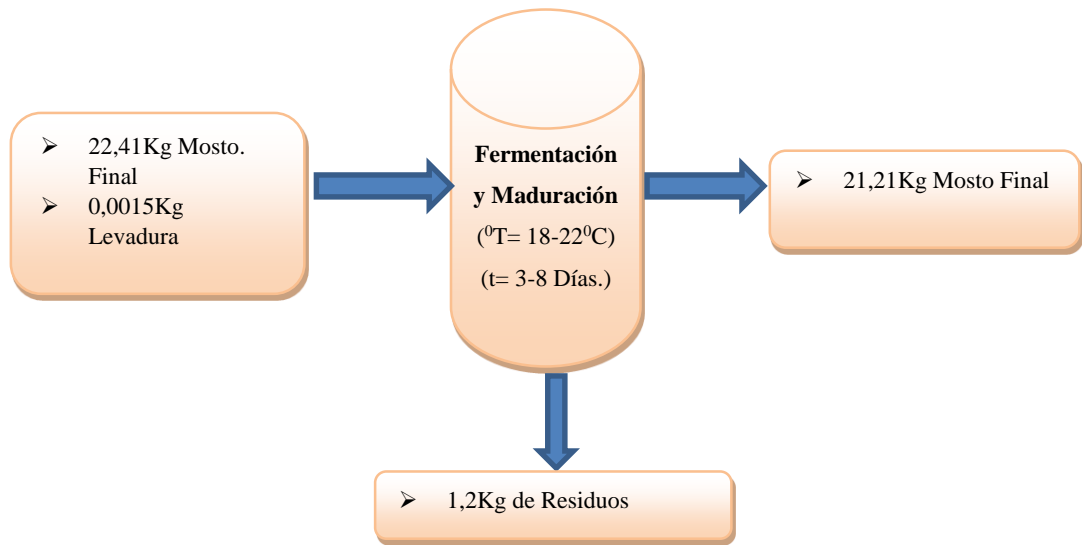
### Enfriado



**Figura 9-3 Balance de materia en la etapa de enfriado**

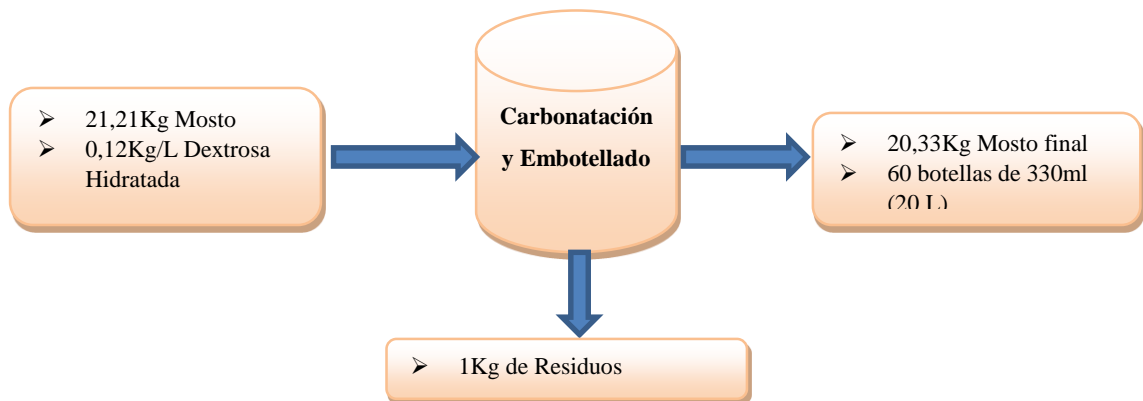
Realizado por: Jaime Soria 2017

### *Fermentación y Maduración*



**Figura 10-3 Balance de materia en la etapa de fermentación y maduración**  
Realizado por: Jaime Soria 2017

### *Carbonatación y Embotellado*



**Figura 11-3 Balance de materia en la etapa de carbonatación y embotellado**  
Realizado por: Jaime Soria 2017

### **3.2.5 Validación del Proceso de Elaboración de Cerveza**

Al finalizar el proceso de la elaboración de cerveza artesanal se realizó una comparación con los resultados físico-químico de estudios similares referente al proceso de elaboración de cerveza con distintos adjuntos; en el primer estudio la cerveza se elaboró a base almidón de oca y camote (García, K. 2015, p. 30a), y en el segundo se elaboró a base de canela y anís; del estudio del “Diseño y construcción de un equipo con adaptación de tecnología para la

elaboración de cerveza artesanal”. (Merelo, G & Zúñiga, J., 2013, pp. 118-120). De estas comparaciones la única que sobresale de los otros estudios mencionados es el grado alcohólico que se encuentran en un rango de 3.5- 4.5 % (v/v) en comparación con la de adjunto de cacao que es de 7 % (v/v) esto se debe a que se elaboró una cerveza negra (stout) con 4 diferentes tipos de malta en comparación con las otras que solo ocuparon malta base y en la otra almidones de las cuales le dio una cerveza rubia.

Para validar el proceso se realizó la caracterización físico- químico de la cerveza artesanal a base de cebada y cacao de fino aroma, los resultados obtenidos cumplen con los parámetros de la Norma INEN 2262 tal como se ilustra en la tabla 9-3.

**Tabla 9-3:** Requisitos Físicos y Químicos

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO	RESULTADOS DE LABORATORIO
Contenido alcohólico a 20° C	% (v/v)	1,0	10,0	NTE INEN 2322	7
Acidez total, expresado como ácido láctico	% (m/m)	-	0,3	NTE INEN 2323	0.27
Carbonatación	Volúmenes de CO <sub>2</sub>	2,2	3,5	NTE INEN 2324	2.30
pH	-	3,5	4,8	NTE INEN 2325	3.7
Contenido de hierro	mg/dm <sup>3</sup>	-	0,2	NTE INEN 2326	0.19
Contenido de cobre	mg/dm <sup>3</sup>	-	1,0	NTE INEN 2327	< 0.02
Contenido de zinc	mg/dm <sup>3</sup>	-	1,0	NTE INEN 2328	< 0.03
Contenido de arsénico	mg/dm <sup>3</sup>	-	0,1	NTE INEN 2329	< 0.002
Contenido de plomo	mg/dm <sup>3</sup>	-	0,1	NTE INEN 2330	< 0.10

Fuente: Instituto ecuatoriano de normalización – Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2262

Elaborado por: Jaime Soria 2017

Los análisis microbiológicos permiten constatar la calidad de higiene en la elaboración de cerveza artesanal, esta se puede ver afectada por la mala manipulación de los insumos o falta de aseo en los equipos a utilizar.

En la tabla 10-3 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos comparados con las Normas Técnicas INEN 2262 para mohos y levaduras se puede observar que los valores sobrepasan a los requeridos debido a que esta cantidad corresponde a una cerveza pasteurizada y no a una elaborada artesanalmente, pero están en el rango con resultados encontrados en el estudio de “Elaboración de cerveza artesanal a partir de almidón extraído de tubérculos andinos”. (García, K. 2015, p. 31b).

**Tabla 10-3:** Requisitos Microbiológicos

REQUISITOS	UNIDAD	CERVEZA PASTEURIZADA		MÉTODO DE ENSAYO	RESULTADOS DE LABORATORIO
		Mínimo	Máximo		
<b>Microorganismos Anaerobios</b>	ufc/cm <sup>3</sup>	–	10	NTE INEN 1 529-17	2,3X10 <sup>4</sup>
<b>Mohos y levaduras</b>	up/cm <sup>3</sup>	–	10	NTE INEN 1 529-10	2,1X10 <sup>4</sup>

**Fuente:** Instituto ecuatoriano de normalización – Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2262

**Elaborado por:** Jaime Soria 2017

### 3.3 Proceso de producción

#### 3.3.1 Diagrama del Proceso de elaboración de la cerveza artesanal

A continuación se presenta el diagrama de flujo donde se detalla el proceso de producción de cerveza artesanal.

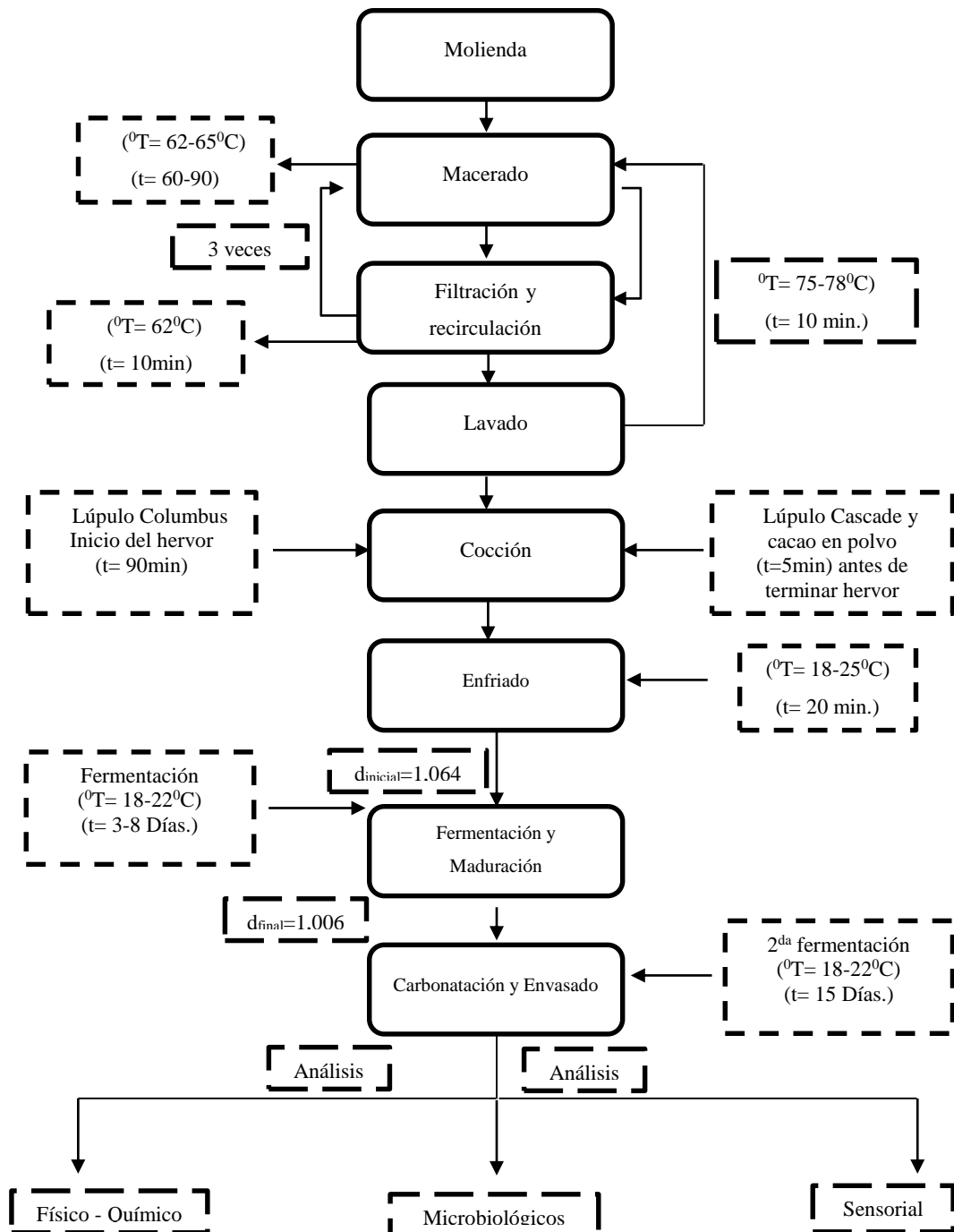


Figura 12-3 Diagrama del proceso de producción de la cerveza artesanal  
Realizado por: Jaime Soria 2017

### 3.3.1.1 Molido de la Malta

La importancia en el proceso de molienda consiste en la eficiencia al momento de extraer los azúcares presentes en los granos, por medio de las enzimas en el proceso de maceración.

Mientras más pequeño se triture en el interior del grano y manteniendo la cascara de un buen tamaño este se expone a la acción de las enzimas para la extracción de azúcares, por otra parte si la molienda del grano es muy grande la extracción de azúcar será muy escasa y el rendimiento en el proceso será pobre.



**Figura 13-3 Etapa de molienda**

Fuente: Laboratorio de Operaciones Unitarias ESPOCH 2016

Una buena molienda debería tener aproximadamente la siguiente composición (Guía del emprendedor, 2016):

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

En esta etapa se utilizó un molino de rodillo, para lo cual se procedió a regular el disco para así obtener una trituración con los parámetros antes expuestos, considerando que si esta queda muy triturada podrá dar un aspecto turbio al mosto.



### 3.3.1.2 Macerado

Esta etapa se realiza para lograr que las enzimas, diastasas, contenidas en la malta se activen y empiecen a transformar el almidón en azúcares fermentables para generar un mosto espeso, oscuro y dulce. (Raymond, K., et. al. 2003, p. 373)

El proceso de maceración consiste en calentar agua a una temperatura de 62 a 65 °C, una vez llegado a estos parámetros se coloca la malta molida, durante un periodo de 60 a 90 minutos con frecuentes movimientos en un intervalo de 10 minutos, para así lograr obtener la mayor cantidad de azúcares, a lo largo de este proceso se debe tener en consideración que durante el tiempo de maceración la temperatura permanezca en el rango indicado ya que si esta llegaría a estar a menos de 62°C las enzimas presentes en la malta no se activarían, por lo contrario si llegarían a sobrepasar la temperatura de 72°C estas enzimas morirán.



**Figura 14-3 Etapa de macerado**

Fuente: Laboratorio de Operaciones Unitarias ESPOCH 2016

### 3.3.1.3 Filtración y Recirculación

Una vez terminado el proceso de la maceración se procede a filtrar con la ayuda de una maya previamente esterilizada, permitiendo separar el bagazo húmedo del mosto terminado este paso se empezó con la recirculación esto ayudara a clarificar el mosto para esto se vierte el mosto nuevamente en el bagazo para que vaya reteniendo las partículas más pequeñas el resultado será un líquido más limpio.



**Figura 15-3 Etapa de filtración**

**Fuente:** Laboratorio de Operaciones Unitarias ESPOCH 2016

#### *3.3.1.4 Lavado*

Esta etapa de lavado se la realiza para recolectar al máximo el azúcar que aún se encuentra en el grano para esto el agua tiene que estar a una temperatura de 75°C a más de eso el agua de lavado sirve para recuperar el líquido que se pierde en la maceración, cocción y todo los residuos de la fermentación.

#### *3.3.1.5 Cocción*

Una vez terminado el proceso anterior se coloca en una olla el mosto restante para llevarlo a ebullición por un periodo de 90 minutos a temperatura máxima, para así poder eliminar las bacterias que se hayan incorporado en las etapas anteriores, también permite que se disuelvan los alpha-ácidos del lúpulo, cabe indicar que en esta parte del proceso se puede controlar el tipo de amargor IBU, (International Bitterness Units) que se desee en la cerveza.

Al iniciar el hervor se procedió agregar 30gr de lúpulo Columbus este le dará el amargora la cerveza 85 minutos después se coloca 15gr de lúpulo cascade para que le dé aroma a la cerveza artesanal, al minuto 85 se agregó los 50gr de cacao para aprovechar al máximo su olor, por otra parte si se desee que la cerveza tenga menor amargor se deberá incorporar el lúpulo a los 40 minutos del hervor.

Cabe indicar que en esta parte del proceso se debe recolectar una muestra y dejarla enfriar para tomar la densidad inicial para los cálculos respectivos, por lo cual se toma una probeta de 100ml con una muestra ya fría, con la ayuda de un densímetro o refractómetro se procede a medir la densidad inicial que dio un valor de 1.064



**Figura 16-3 Etapa de cocción**

Fuente: Laboratorio de Operaciones Unitarias ESPOCH 2016

#### *3.3.1.6 Enfriado*

Terminado el proceso de cocción, se lleva el mosto a una improvisada tina con agua y hielo picado para bajar rápidamente la temperatura a un rango que vaya de los 20<sup>0</sup>C a 22<sup>0</sup>C para minimizar el riesgo de contaminación bacteriana.



**Figura 17-3 Etapa de enfriado**  
Fuente: Laboratorio de Operaciones Unitarias ESPOCH 2016

### 3.3.1.7 Fermentación y Maduración

#### *Fermentación*

Una vez bajada la temperatura se procede cuidadosamente agregar la levadura para lo cual el mosto tiene que estar en una temperatura de 20°C a 22°C para que tenga una correcta inoculación, se debe tener precaución en esta parte del proceso ya que se puede contaminar fácilmente todo el mosto y perder todo el lote realizado.

En esta etapa es donde ocurre una de las reacciones más importantes del proceso que es la de la conversión de los azúcares en etanol y dióxido de carbono.



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.

Antes de inocular la levadura, si esta se adquiere deshidratada es necesario rehidratarla, para que esta se active y una vez activada pueda realizar sus funciones adecuadamente.

Una de las principales características de estos microorganismos es que viven en ambientes completamente carentes de oxígeno (O<sub>2</sub>), máxime durante la reacción química, por esta razón se dice que la fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico. (López, B. 2013)



**Figura 18-3 Etapa de fermentación**

Fuente: Laboratorio de Operaciones Unitarias ESPOCH 2016

### ***Maduración***

Una vez enfriado el mosto se trasladó a un tacho plástico de grado alimenticio, previamente esterilizado con alcohol al 70%, se colocó los 13gr levadura para la fermentación alta, cabe indicar que la tapa esta acondicionada con un equipo de catete para evitar el ingreso de oxígeno y que pueda salir libremente el CO<sub>2</sub>.

A esta etapa se la conoce también como la primera fermentación esta debe estar a la temperatura antes mencionada por un periodo de 3 – 7 días.

Una vez pasado este tiempo se procede a recolectar una muestra del mosto para tomar la densidad final para los cálculos respectivos, la densidad final dio un resultado de 1.006 con este valor se procede a realizar los cálculos para determinar el grado alcohólico.



**Figura 19-3 Etapa de maduración**  
Fuente: Laboratorio de Operaciones Unitarias ESPOCH 2016

### 3.3.1.8 Carbonatación y Envasado

#### ***Carbonatación***

Finalizado la etapa de maduración queda una pequeña cantidad de levadura en suspensión que puede permanecer inactiva por la falta de azúcares, para empezar ya con el proceso de carbonatación se puede realizar haciendo hervir unos 200ml de agua o en el mismo mosto disolver de 6-8 gr/L de azúcar dependiendo que cantidad de CO<sub>2</sub> se quiere obtener.

En el proceso de carbonatación no fue necesario realizar este paso dado que se utilizó la dextrosa hidratada por esta razón se agregó directamente en el envase una cantidad de 2gr en cada botella de 330cc.

Cabe indicar que se puede utilizar otros tipos de azúcares, esta incorporación de dextrosa va permitir que los residuos de levadura presente en el mosto consuman los azúcares y se produzca el gas.





**Figura 20-3 Etapa de Carbonatación**

**Fuente:** Laboratorio de Operaciones Unitarias ESPOCH 2016

### ***Envasado***

En esta etapa se esterilizo los envases para evitar cualquier contaminación de bacterias que pueda dañar el producto final, se procedió a dejar en remojo las botellas con una solución de hipoclorito de sodio durante una noche, una vez concluida la limpieza de todos los implementos que se van utilizar embudo, botellas y probetas. Para las tapillas y el medio ambiente a trabajar se utilizó una solución de alcohol al 70%.

Una vez terminado la esterilización se pasó a la etapa del envasado, con la ayuda del embudo se pasó el mosto a los envases dejando como referencia de 2 a 3 dedos libres para que se dé la carbonatación, terminado esto se puso correctamente la tapa para evitar que exista fugas de gas.

Ya con los envases sellados se colocó en un lugar fresco con poca luz para que se produzca la segunda fermentación y carbonatación para los cuales el tiempo de espera va de 10- 15 días para poder degustar esta cerveza.



**Figura 21 -3 Etapa de envasado inicial**

**Fuente:** Laboratorio de Operaciones Unitarias ESPOCH 2016



**Figura 22-3 Etapa de envasado final**

**Fuente:** Laboratorio de Operaciones Unitarias ESPOCH 2016

### ***3.3.2 Diseño y distribución de la Planta***

Mediante la tabla 11-3 se da conocer la descripción de cada uno de los departamentos con los que contara la micro cervecería para una mejor su infraestructura.



**Tabla 11-3:** Descripción de los departamentos de la microcervecería.

<b>Espacios</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Oficinas</b>	Las medidas de la oficina serán de 4*4 m <sup>2</sup> aquí se tomara decisiones para el desarrollo y comercialización de la cerveza.
<b>Baños</b>	Los baños tendrán una superficie de 3*3 m <sup>2</sup> para el uso del personal administrativo y colaboradores de la microempresa.
<b>Bodega</b>	Contará con un espacio amplio de 4*4m <sup>2</sup> para tener un stock frecuente de la materia prima la cual se utilizara para la fabricación de la cerveza.
<b>Laboratorio</b>	Esta parte de la planta estará incorporada con un mesón y buena iluminación ya que se realizara análisis de la calidad de agua, densidad del mosto.
<b>Producto Terminado</b>	En este tramo es donde se va almacenar el producto terminado para la posterior venta a las diferentes negocios tendrá unas medidas de 4*4m <sup>2</sup> .
<b>Cuarto frio para fermentado</b>	Este cuarto estará implementado con un sistema de frio para sacarle el máximo provecho en la etapa de fermentación tendrá un espacio de 3*3m <sup>2</sup> .
<b>Sala de producción</b>	En este lugar estará la mayor parte del equipo para la elaboración de la cerveza aquí estará el molino, los tanques para macerado, lavado, cocción. Esta parte de la planta constara de un espacio de 6*6m <sup>2</sup>
<b>Sala de envasado</b>	Con medidas de 2*2m <sup>2</sup> aquí se procederá a envasar las bebidas.

Fuente: Industria Romero 2016

Elaborado por: Jaime Soria 2016

### **3.4 Requerimientos de tecnología y equipos.**

Se detalla los equipos que se van utilizar para la producción de cerveza artesanal a nivel industrial y los realizados en el proyecto, de igual manera se encuentran los requerimientos tecnológicos

#### **3.4.1 Equipos para la producción de cerveza**

A continuación se detalla en la tabla 12-3 el equipamiento que se utilizara en la producción de 18000 litros anuales:

**Tabla 12-3:** Descripción del equipo de producción

EQUIPO	DESCRIPCIÓN
<b>Molino de rodillo</b>	El molino consta de un motor 1hp de capacidad, tolva de carga, estructura de soporte, poleas, banda y canal de recolección.
<b>Tanque precalentadora</b>	Fabricada en acero inoxidable AISI 304 de 2mm con tapa, incluye conexiones a válvulas y tomas de recirculación, tapa de mantenimiento, además tiene quemador de gas.
<b>Macerador</b>	Fabricado en acero inoxidable AISI 304 de 2 mm con cono acabados sanitarios tipo 2b que sirve como un colador reteniendo las partículas y haciendo pasar el mosto, rociador de granos de acero inoxidable desmontable, el tanque tendrá incorporado un medidor de temperatura para indicar los grados centígrados en los que se debe trabajar, conexiones de recirculación de 1 ½" y quemador de gas.
<b>Tanque Whirlpool o Evaporación</b>	Fabricado en acero inoxidable AISI 304 de 2 mm con cono superior para evaporar, conexiones a válvulas y tomas de recirculación angulares para crear efecto centrifuga tipo Whirlpool, tapa de mantenimiento, incluye quemador de gas.
<b>Tanque de fermentación</b>	Es un tanque construido de acero inoxidable AISI 304 2 mm con base cónica, tapa de mantenimiento, conexión a válvula para decantar levaduras y tomaduras de muestra.
<b>Línea sanitaria acoples y bombas</b>	Tubería INOX de 1 ½", juego de 7 válvulas sanitarias de fácil desarme para limpieza, ferrules, empaques, abrazaderas, bomba con una potencia ¼ HP, con acoples clamp.
<b>Agitador para carbonatar</b>	Agitar con motor para barriles de 20, 30 y 50 litros, diseñados para carbonatar.
<b>Intercambiador de calor</b>	Diseñado y calculado para enfriar 300 litros por hora conversión de 92°C con agua corriente a 17°C.
<b>Llenadora de botellas</b>	Fabricado en acero INOX que permite inyectar CO <sub>2</sub> a las botellas para sacarle el oxígeno y evitar que se oxide el mosto

Fuente: Industria Romero 2016

Elaborado por: Jaime Soria 2016

### 3.4.2 Equipos para controlar la calidad producción de cerveza

Los equipos requeridos para la producción de cerveza artesanal se detallan en la tabla 13-3.

**Tabla 13-3:** Descripción general de los requerimientos tecnológicos

PARÁMETROS	MÉTODOS	DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA
<b>Densidad</b>	Refractómetro	Colocar dos gotas en el refractómetro después de la maceración para obtener el valor inicial después de la fermentación el valor final.
<b>Ph</b>	Ph-metro	Mediante una muestra de 50ml en se procede a medir el Ph del mosto este se lo realiza después de la maceración y cocción.
<b>Carbonatación</b>	Tanque de CO <sub>2</sub> con manómetro	Inyección de CO <sub>2</sub> al tanque fermentador .
<b>Presión</b>	Regulador de CO <sub>2</sub>	Presión regulada con un manómetro esta debe ser determinada con la temperatura del mosto
<b>Conectores gas-liquido</b>	Ball y pin Lock	Sirven para pasar el CO <sub>2</sub> al Cornelius y sacar el líquido a cualquier envase
<b>Envasado</b>	Llenador de botellas contra presión	Permite inyectar CO <sub>2</sub> a las botellas para sacarle el oxígeno y evitar que se oxide el mosto

Fuente: Propia

Elaborado por: Jaime Soria 2016

### 3.5 Análisis de Costo/ beneficio del proyecto

A continuación se detallan los rubros estimados para la elaboración de 1500 litros mensuales en una microcervecera de cerveza artesanal:

#### 3.5.1 Presupuesto recursos humanos

Para el funcionamiento de la planta se requiere de la prestación de servicios de tres personas según el siguiente detalle:

**Tabla 14-3:** Presupuesto de Recurso Humano

No.	CARGO	SUELDO
1	Gerente general	1.200,00
2	Asistente de producción	600,00
<b>TOTAL</b>		<b>1.800,00</b>

Fuente: Propia

Elaborado por: Jaime Soria 2017

#### 3.5.2 Presupuesto materia prima

En la tabla 15-3 se puntualiza la materia prima que se utilizará para la producción mensual de los 1500 litros, que equivale a 4545 envases de 330cc.

**Tabla 15-3:** Presupuesto Materia Prima para 1500 litros de cerveza/mes

ACTIVIDAD	CANTIDAD / Kg	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Malta pale ale	406,125	2,26	917,84
Malta Caramelo	68,4	2,25	153,90
Malta carrafa	55,575	2,62	145,61
Malta Roasted Berly	5,985	2,83	16,94
Lúpulo Cascade	6,3954	44,8	286,51
Lúpulo Columbus	3,3858	33,19	112,37
Agua	1710	0,001	1,71
Dextrosa	0,513	2,5	1,28
Levadura Safale US-05	1,2825	160	205,20
Cacao	4,275	15,75	67,33
Botellas de vidrio (envase 330 ml)	5130	0,35	1.795,50
Tapas y otros	5130	0,05	256,50
<b>TOTAL (precios incluyen IVA)</b>			<b>3.960,70</b>
<b>PRECIO POR LITRO</b>			<b>2,64</b>
<b>BOTELLA 330 CC (unidad)</b>			<b>0,87</b>

Fuente: BRAUSPLIES

Elaborado por: Jaime Soria 2017

### 3.5.3 Presupuesto Análisis de laboratorio

Los análisis de laboratorio que se observa en la tabla 16-3 se realizarán periódicamente dos veces por año.

**Tabla 16-3:** Presupuesto de Análisis de laboratorio

DETALLE	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Análisis físico – químico	1	119,70	119,70
Análisis microbiológico	1	57,00	57,00
<b>TOTAL (precio incluye IVA)</b>			<b>176,70</b>
<b>Mensual</b>			<b>29,45</b>
<b>BOTELLA 330 CC (unidad)</b>			<b>0,0066</b>

Fuente: LABOLAB, 2017

Elaborado por: Jaime Soria 2017

### 3.5.4 Presupuesto Maquinaria

El equipo de producción para la microcervecera será de 600 litros con 3 fermentadores de igual equivalencia, como se referencia en la tabla 17-3 el costo de cada aparato.

**Tabla 17-3:** Presupuesto de maquinaria

DETALLE	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Molino de rodillo	1	1.368,00	1.368,00
Tanque precalentadora	1	2.223,00	2.223,00
Macerador	1	4.320,60	4.320,60
Tanque Whirpool o Evaporación	1	2.736,00	2.736,00
Tanque de fermentación	3	2.143,20	6.429,60
Línea sanitaria acoples y bombas	1	3.021,00	3.021,00
Agitador para carbonatar	1	1.824,00	1.824,00
Intercambiador de calor	1	969,00	969,00
Llenadora de botella contra presión	1	2.000,00	2.000,00
Sistema de purificación de agua	1	2.000,00	2.000,00
<b>TOTAL (precios incluyen IVA)</b>			<b>26.891,20</b>

Fuente: INDUSTRIAS ROMERO 2016

Elaborado por: Jaime Soria 2017

### 3.5.5 Presupuesto Equipo de laboratorio

En la tabla 18-3 se detalla el equipo necesario en el laboratorio:

**Tabla 18-3:** Presupuesto equipo de laboratorio

DETALLE	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ph-metro	1	68,4	68,40
Refractómetro	1	136,8	136,80
Balanza Digital	1	51,3	51,30
Alcoholímetro	1	39,9	39,90
Termómetro de 100°C	1	17,1	17,10
Densímetro 1,100-2,000	1	39,9	39,9
Probeta	1	11,4	11,40
<b>TOTAL (precios incluyen IVA)</b>			<b>364,80</b>

Fuente: Propia

Elaborado por: Jaime Soria 2017

### 3.5.6 Presupuesto de Infraestructura

Para acondicionar la microcervecera se tiene como gasto en infraestructura el siguiente detalle como se muestra en la tabla 19-3.

**Tabla 19-3:** Presupuesto de infraestructura

ITEM	COSTO
Construcción 90m <sup>2</sup>	12.000,00
Cuarto frio	5.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>17.000,00</b>

Fuente: Propia

Elaborado por: Jaime Soria 2017

Una vez que se han determinado los gastos para poner en marcha la microcervecera se obtiene el presupuesto total de producción en la tabla 20-3.

**Tabla 20-3:** Presupuesto de producción

ITEM	COSTO
Recursos Humanos	1,800.00
Materia Prima	3.960,70
Análisis de Laboratorio	29,45
<b>SUBTOTAL</b>	<b>5.790,45</b>
Imprevistos 10%	579.02
<b>TOTAL</b>	<b>6.369.47</b>

Fuente: Propia

Elaborado por: Jaime Soria 2017

En la tabla 21-3 se detalla los costos de producción para las botellas de 330cc.

**Tabla 21-3:** Costo de producción (por botellas de 330cc)

ITEM	COSTO
Recursos Humanos	0,3960
Materia Prima	0,8712
Análisis de Laboratorio	0,0066
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1,2738</b>
Improvistos 10%	0,1274
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>1,40</b>

Fuente: Propia

Elaborado por: Jaime Soria 2017

Se determina que el valor unitario por una botella de 330cc tiene un costo de producción de \$ 1,40 la misma que estará a la venta a un precio de \$3,00 (dólares) considerando que este tipo de cerveza artesanal negra (Stout) en el mercado se encuentra entre los \$3,50 y \$4,50. Es decir de los 1500 litros producidos en el mes se envasará 4.545 botellas teniendo como valor total de venta \$ 13.635,00.

### 3.6 Cronograma

**Tabla 22-3:** Cronograma

ACTIVIDADES	TIEMPO DE EJECUCIÓN																							
	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
	11	22	33	44	11	22	33	44	11	22	33	44	11	22	33	44	11	22	33	44	11	22	33	44
Desarrollo Anteproyecto	■	■																						
Revisión general			■																					
Recopilación de información y revisión bibliográfica			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Establecer las formas de incluir el cacao en el proceso de elaboración de cerveza artesanal.			■	■	■																			
Determinar el mejor proceso a través de análisis sensorial.						■	■	■	■															
Ensayos del proceso óptimo, con tres formulaciones de cacao										■	■	■	■											
Determinar la formulación de mayor aceptación a través del análisis sensorial.																■	■							
Análisis sensorial de la cerveza																	■	■	■					
Análisis físico - químico de la cerveza																	■	■	■					
Análisis microbiológico de la cerveza																	■	■	■					
Revisión y corrección final de la tesis																				■	■	■		
Defensa de Tesis																								■

Fuente: Propia

Elaborado por: Jaime Soria

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Para incluir el cacao en el proceso de elaboración de cerveza artesanal, se realizó un análisis de la pasta y del polvo de cacao, se determinó que el cacao en polvo es la materia prima recomendable a utilizar por su bajo contenido en grasa (3%), mientras que la pasta de cacao se descarta por su contenido alto en grasa (54%). Para analizar en qué etapa es recomendable incluir el cacao, se realizó dos formulaciones, 25g en la etapa de maceración y 5 gr en la etapa de cocción. Mediante una encuesta organoléptica se determinó que el 58% de los encuestados prefieren la formulación dos (5g) de acuerdo a los parámetros sensoriales evaluados, además que su aroma se conserva hasta el final del proceso, cumpliendo así con los requisitos de la norma INEN 2262: Bebidas alcohólicas Cerveza.
- Las variables encontradas en el proceso de elaboración de cerveza artesanal son tres: la temperatura tiene que estar a un rango establecido en las etapas de maceración 62-65°C, cocción (98°C) y enfriado (20-22°C). El tiempo en la etapa de maceración (60-90 min) permitirá aprovechar la extracción de los azúcares del grano. En la cocción (60-90 min) evitara la pérdida de líquido por evaporación y también contribuirá con el amargor del lúpulo. El pH en la etapa de envasado tiene que estar en un promedio de pH=4 (ácido) esto permite controlar una proliferación de bacterias en la cerveza artesanal.
- Con los cálculos obtenidos a pequeña escala se puede realizar una proyección a mayor volumen, considerando la cantidad de materia prima a utilizar para los diferentes lotes de producción.
- Con la formulación de mayor aceptabilidad se realizó las pruebas físico – químicos obteniendo valores que se encuentra dentro los rangos establecidos en las normas INEN 2262: Bebidas alcohólicas Cerveza y valores microbiológicos que no están en el rango con las normas pero son adecuados con otras investigaciones.
- Para los costos de producción se consideró, costos materia prima, recursos humanos y análisis de laboratorio teniendo como resultado que el valor de producción de cada cerveza es de \$ 1,49, ofreciendo en el mercado a un precio de \$3,00, obteniéndose una utilidad del 100%. Por lo cual el proyecto es factible para su implementación.



## **Recomendaciones**

- Impulsar nuevas investigaciones para incluir nuevos adjuntos en el proceso de elaboración cerveza artesanal.
- En el proceso de elaboración se debe tener cuidado con las variables (tiempo, temperatura y pH), debido que un mal control puede afectar el proceso de la cerveza.
- Es recomendable trabajar con materia prima de alta calidad y equipos en buen estado para mantener un alto rendimiento en la producción.
- Se debe mantener una higiene adecuada con los equipos y lugar de trabajo para evitar una proliferación bacteriana que afecte al producto terminado.
- Para tener una mayor rentabilidad se debería importador directamente los insumos de producción, de esta manera se reducirán los costos y se obtendrá una mayor ganancia.

## BIBLIOGRAFÍA

**ACCIÓN ALIMENTARIA.** “*La cerveza: tipos y elaboración*” [blog]. Lugo-España: 24 de julio de 2014. [Consulta: 14 de febrero de 2017]. Disponible en: <http://www.alimenta-accion.com/2014/07/la-cerveza-tipos-y-elaboracion.html>.

**ANECACAO.** “*Cacao ccn51*” [en línea]. Guayaquil-Ecuador, 2015, Ecuador: [Consulta: 24 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/cacaoccn51.html>.

**BIRRAPERTORIO DEL XINO.** “*¿Qué es una cerveza artesanal e industrial?*” [blog]. [Consulta: 12 de octubre de 2016]. Disponible en: <https://birrapertoriodelxino.wordpress.com/2014/10/08/que-es-una-cerveza-artesanal-e-industrial/>

**CALLEJA COLORADO, Jaime.** Diseño de una planta de elaboración de cerveza artesanal para consumo directo. Microcervecería. [En línea]. (Tesis). (Ingeniería) Universidad de Cádiz, (Cádiz-España). 2013. pp.11-12. [Consulta: 15 de febrero de 2017]. Disponible en: <http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/15570/b3636485x.pdf>

**CASTRO.** “*Cacao CCN-51 se reconoce como de alta productividad*”, [en línea]. Ecuador: [Consulta: 25 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.eluniverso.com/2005/07/19/0001/9/2D498EAC6A2C48F5B794AFA40F1F83E0.html>.

**CENTRO DE INFORMACIÓN CERVEZA Y SALUD (CICS).** “*Ingredientes de la cerveza*” [En línea]. España: [Consulta: 25 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.cervezaysalud.es/conociendo-a-la-cerveza/ingredientes-de-la-cerveza/>.

**CERVECERIA NACIONAL.** “*Cervezas*” [en línea]. Guayaquil-Ecuador: 2016. [Consulta: 6 de marzo 2017]. Disponible en: <http://www.cervecerianacional.ec/cervezas>.

**CERVECEROS DE ARGENTINA,** “*Cuanta agua necesitaremos para elaborar cerveza*”. [en línea]. 16 de octubre 2016. [Consulta: 08 de noviembre de 2016]. Disponible en: <http://www.cervezadeargentina.com.ar/articulos/aguacuantanecesitamos.html>.

- CERVEZOMICÓN.** “*Matemática cervecera*” [en línea]. 25 de junio de 2015.[Consulta: 28 de noviembre de 2016]. Disponible en: <https://cervezomicon.wordpress.com/tag/ray-daniels/>.
- COFINA.** “*Polvo de cacao natural*” [en línea]. Durán-Ecuador: 2017. [Consulta: 15 de febrero de 2017]. Disponible en: <http://cofinacocoa.com/site/productos/polvo-de-cacao-natural/>.
- CONTRERAS ÁLVAREZ, Rossy & REGALADO PINTO, Alcira.** Desarrollo y comercialización de la cerveza orgánica de sabores tropicales the jungle en la ciudad de Guayaquil para el año 2009. [En línea]. (Tesis). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica del Litoral, (Guayaquil-Ecuador). 2010. p.39. [Consulta: 15 de febrero de 2017]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/10666>.
- CUÁL ES LA MEJOR CERVEZA, ¿ARTESANAL O INDUSTRIAL?** [En línea]. Diario Popular: Buenos Aires - Argentina, 29 de marzo de 2015. [Consulta: 25 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.diariopopular.com.ar/notas/220812-cual-es-la-mejor-cerveza-artesanal-o-industrial>.
- DICCIONARIO ABC TU DICCIONARIO HECHO FÁCIL** [en línea]. [Consulta: 25 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.definicionabc.com/?s=Cerveza>.
- EBM EN BUENAS MANOS.** “*Uso y propiedades del cacao*” [en línea]. [Consulta: 09 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.enbuenasmanos.com/propiedades-del-cacao>.
- ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL** [en línea]. [Consulta: 05 de enero de 2016]. Disponible en: <http://www.elaboracion-cerveza.com.ar/>.
- ENRÍQUEZ, C.** “*Las cervezas artesanales se multiplican*” [en línea]. El Comercio: Quito-Ecuador, 20 de septiembre de 2014. [Consulta: 12 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.elcomercio.com/actualidad/cervezas-artesanales-multiplican-quito.html>.
- FERRÁN LAMICH, José,** Cebada variedades cerveceras y cerveza. Adeos, Barcelona-España: 2002, p 147.

**FRAZER, M.** “*Water Chemistry – Pt. 2: Messing with Minerals | exBEERiment Results!*”. [en línea]. [Consulta: 28 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://brulosophy.com/2015/05/18/water-chemistry-pt-2-messing-with-minerals-exbeeriment-results/>.

**GARCÍA BAZANTE, Karina.** Elaboración de cerveza artesanal a partir de almidón extraído de tubérculos andinos. [en línea]. (Tesis). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, (Riobamba-Ecuador). 2015. p.31. [Consulta: 8 de Marzo del 2017]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3949/1/56T00521%20UDCTFC.pdf>

**GALLARDO, M. & VEAS, A.** “*Elaboración de cerveza artesanal*”, [en línea]. 14 de junio de 2016 [Consulta: 18 de octubre de 2016]. Disponible en: [https://www.academia.edu/26389181/Elaboraci%C3%B3n\\_De\\_Cerveza\\_Artesanal](https://www.academia.edu/26389181/Elaboraci%C3%B3n_De_Cerveza_Artesanal).

**GAMAZO, C., et. al.** Microbiología basada en la Experimentación. Elsevier, Barcelona-España, 2013, p. 180.

**GOROSTIAGA, F.** Manual del proceso de elaboración de cerveza. Cerveceros Artesanales del Ecuador. 1<sup>ra</sup> ed, Quito-Ecuador: 2008, p.8.

**GUERRERO, G.** “El Cacao ecuatoriano Su historia empezó antes del siglo XV”. *Revista Líderes* [en línea], Ecuador, [Consulta: 12 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.revistalideres.ec/lideres/cacao-ecuatoriano-historia-empezo-siglo.html>.

**GUIA DEL EMPRENDEDOR.** “*Cerveza Artesanal*” [en línea]. [Consulta: 02 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.guiadelemprendedor.com.ar/Cerveza-Artesanal.html>.

**HOUGH, J.S.** Biotecnología de la cerveza y de la malta. Zaragoza – España: Acribia, 1990, pp. 4- 5, 44, 50, 52, 56, 89.

**LAS VENTAS EN EL SECTOR DE LA CERVEZA BAJAN.** *Revista Líderes* [en línea]. 2016, (Ecuador), [Consulta: 05 de enero de 2017]. Disponible en: <http://www.revistalideres.ec/lideres/produccion-ventas-cerveza-mercado.html.ElComercio.com>.

**LÓPEZ, B.,** "Biotecnología celular y molecular peroxisomas" [Blog]. 8 de octubre de 2013.

[Consulta: 12 de octubre de 2016]. Disponible en:

<http://biologiabiomolecular.blogspot.com/>

**LOVINGLIFE.** "Chocolates y cacao" [en línea]. 2016. [Consulta: 14 de septiembre de 2016].

Disponible en: <http://www.lovinglife.cl/alimentos/chocolates-y-cacao/cacao-en-polvo-crudo.html>.

**MERELO, G. & ZÚÑIGA, J.,** Diseño y construcción de un equipo con adaptación de tecnología para elaboración de cerveza artesanal [en línea]. (Tesis). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, (Riobamba-Ecuador). 2013. pp.118-120.

[Consulta: 8 de Marzo del 2017]. Disponible en:

<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/341/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Z%C3%BA%C3%B1iga+Tapia%2C+Juan+Gabriel>.

**MICROCERVECERÍA EL SABOR DE LO NATURAL.** [En línea]. [Consulta: 05 de 11 de

2016]. Disponible en: <http://minicerveceria.com/content/22-curso-abc>.

*NTE INEN 2262:2003. Bebidas Alcohólicas, Cerveza. Requisitos*

*NTE INEN 2200:2008. Agua Purificada Envasada. Requisitos*

*NTE INEN 2323:2002. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de la acidez total*

**NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN.** "La cebada" [en línea]. [Consulta: 25 de septiembre de

2016]. Disponible en: <http://nutricion.nichese.com/cebada.html>.

**OKAFOR, N.** Modern Industrial Microbiology and Biotechnology. Estados Unidos: Science Publishers, 2007, pp. 237- 239

**PIGACHE, M. y BAINVILLE, S.** Mosaico Agrario. "Cacao tipo II Nacional" vs. Cacao CCN51: Quién ganara el partido. Quito-Ecuador, 2007, p. 195.

**QA BREWER.** "Controles de Calidad en la Cerveza" [en línea]. 10 de agosto de 2016.

Madrid – España. [Consulta: 12 de octubre de 2016]. Disponible en:

<http://qabrewer.com/controles-de-calidad-en-la-cerveza/>

**RAYMOND, K.** et al. Enciclopedia de Tecnología Química. México: Hispano Americana, 2003, pp.369;373.

**UNA NUEVA MARCA DE CERVEZA ARTESANAL CHILENA EN ECUADOR.** *Revista Líderes* [en línea]. 2016, (Ecuador), [Consulta: 05 de enero de 2017]. Disponible en: <http://www.revistalideres.ec/lideres/kunstmann-cerveza-artesanal-chile-ecuador.html>.

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y DISTANCIA.** “Proceso de elaboración de cerveza” [en línea]. [Consulta: 12 de octubre de 2016]. Disponible en: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/232016/contLinea/leccin\\_28\\_proceso\\_de\\_elaboracin\\_de\\_cerveza.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/232016/contLinea/leccin_28_proceso_de_elaboracin_de_cerveza.html).

**USCATEGUI, E.** “Cerveza Artesanal en el Ecuador” [Blog]. 18 de junio de 2013. [Consulta: 06 de marzo de 2017]. Disponible en: [http://r.search.yahoo.com/\\_ylt=A0LEVxOVh75Y9J4AHiFXNyoA;\\_ylu=X3oDMTEyaGtqbm11BGNvbG8DYmYxBHBvcwMxBHZ0aWQDQjM0MjhFMQRzZWMDc3I-/RV=2/RE=1488910358/RO=10/RU=http%3a%2f%2fwww.ecuadorianhands.com%2fblog-es%2f2013%2f06%2f18%2fcerveza-artesanal-en-ecuador%2f/RK=0/RS=GRsaTJn4QlyVrX8CQH2uDmFdrPA-](http://r.search.yahoo.com/_ylt=A0LEVxOVh75Y9J4AHiFXNyoA;_ylu=X3oDMTEyaGtqbm11BGNvbG8DYmYxBHBvcwMxBHZ0aWQDQjM0MjhFMQRzZWMDc3I-/RV=2/RE=1488910358/RO=10/RU=http%3a%2f%2fwww.ecuadorianhands.com%2fblog-es%2f2013%2f06%2f18%2fcerveza-artesanal-en-ecuador%2f/RK=0/RS=GRsaTJn4QlyVrX8CQH2uDmFdrPA-).

**VAN, P.** Food Science and Technology. Gante-Bélgica: Linne Bie & Co. 2005, p.105.

**VEINTIMILLA, A.** “Una cerveza artesanal hecha en Galápagos” [en línea]. El Comercio. Ecuador. [Consulta: 06 de marzo de 2017]. Disponible en: <http://www.elcomercio.com/sabores/cervezaartesanal-galapagos-ecuador-endemica-cerveza.html>.

## ANEXOS

### Anexo A. Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2262:2013

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS	NTE INEN 2262:2013 Primera revisión 2013-11
---	---	--

#### 1. OBJETO

1.1. Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la cerveza para ser considerada apta para el consumo humano.

#### 2. DEFINICIONES

2.1. Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

2.1.1 *Cerveza*. Bebida de bajo contenido alcohólico, resultante de un proceso de fermentación natural controlado, por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, en un mosto elaborado con agua de características fisicoquímicas y bacteriológicas apropiadas, cebada malteada sola o mezclada con adjuntos, con adición de lúpulo y/o sus derivados.

2.1.2 *Cerveza pasteurizada*. Producto que ha sido sometido a un proceso térmico que garantice la inocuidad del mismo usando las apropiadas unidades de pasteurización UP.

2.1.3 *Unidad de Pasteurización UP*. Carga letal de 60°C por un minuto. Se define mediante la siguiente ecuación:

$$UP = Z \times 1.393^{(T-60)}$$

En donde:

UP = unidad de pasteurización;  
Z = tiempo de exposición, en minutos,  
T = temperatura real de exposición, en °C.

2.1.4 *Cebada malteada*. Es el producto de someter el grano de cebada a un proceso de germinación controlada, secado y tostado en condiciones adecuadas para su posterior empleo en la elaboración de cerveza.

2.1.5 *Adjuntos cerveceros*. Son ingredientes malteados o no malteados, que aportan extracto al proceso en reemplazo parcial de la malta sin afectar la calidad de la cerveza, estos pueden ser adjuntos crudos y modificados como jarabes (soluciones de azúcares) o azúcares obtenidos industrialmente por procesos enzimáticos a partir de una fuente de almidón.

2.1.6 *Lúpulo*. Es un producto natural obtenido de la planta *Humulus lupulus*, responsable del amargor y de parte del aroma de la cerveza. Este puede estar en forma vegetal o en forma de extracto.

#### 3. DISPOSICIONES GENERALES

3.1 La cerveza no debe ser turbia ni contener sedimentos, (a excepción de aquellas que por la naturaleza de sus materias primas y sus procesos de producción presentan turbidez como característica propia).

3.2 La levadura empleada en la elaboración de la cerveza debe provenir de un cultivo puro de levadura cervecera, libre de contaminación microbiológica.

3.3 *Prácticas Permitidas*

3.3.1 El agua debe ser potable, debiendo ser tratada adecuadamente para obtener las características necesarias para favorecer los procesos cerveceros.

3.3.2 Se puede utilizar enzimas amilasas, glucanasas, celulasas y proteasas.

3.3.3 Se puede utilizar colorantes naturales provenientes de la caramelización de azúcares o de cebadas malteadas oscuras y sus concentrados o extractos.

3.3.4 Se puede utilizar agentes antioxidantes y estabilizantes de uso permitido en alimentos.

3.3.5 Se puede utilizar ingredientes naturales que proporcionen sabores o aromas.

3.3.6 Se pueden utilizar materiales filtrantes y clarificantes tales como la celulosa, tierras de infusorios o diatomeas, PVPP (poli vinil poli pirrolidona).

3.3.7 Se permite la carbonatación por refermentación en botella o barril, o por inyección de CO<sub>2</sub>.

#### 3.4 Prácticas no permitidas.

3.4.1 No está permitida la adición o uso de:

3.4.1.1 Alcoholes.

3.4.1.2 Agentes edulcorantes artificiales.

3.4.1.3 Sustitutos del lúpulo u otros principios amargos.

3.4.1.4 Saponinas.

3.4.1.5 Colorantes artificiales.

3.4.1.6 Cualquier ingrediente que sea nocivo para la salud.

3.4.1.7 Medios filtrantes constituidos por asbesto.

### 4. CLASIFICACIÓN

4.1 La clasificación de las cervezas será la siguiente:

4.1.1 Por su grado alcohólico:

4.1.1.1 Cerveza sin alcohol: grado alcohólico  $\leq 1,0\%$  v/v

4.1.1.2 Cerveza de bajo contenido alcohólico:  $1,0\% \text{ v/v} < \text{grado alcohólico} \leq 3,0\% \text{ v/v}$

4.1.2 Por su extracto original:

4.1.2.1 Cerveza normal: aquella que presenta un extracto original entre 9,0% en masa y menor de 12,0 % en masa

4.1.2.2 Cerveza liviana: aquella que presenta un extracto seco original entre 5% en masa y menor de 9,0 % en masa.

4.1.2.3 Cerveza extra: aquella que presenta un extracto seco original entre el 12.0 % en masa v



El extracto original se calcula usando la siguiente fórmula:

$$p = \frac{(2,0665 \cdot A) + E_R}{100 + (1,0665 \cdot A)} \cdot 100$$

En donde:

$p$  = extracto original en % Plato.

$A$  = contenido de alcohol en la cerveza en % m/m.

$E_R$  = extracto real de la cerveza en % Plato.

4.1.3 Por su color:

4.1.3.1 Cervezas claras (rubias o rojas): color < 20 unidades EBC.

4.1.3.2 Cervezas oscuras (negras): color  $\geq$  20 unidades EBC.

4.1.4 Por su tipo de fermentación:

4.1.4.1 Cervezas Lager, para la fermentación "baja".

4.1.4.2 Cervezas Ale, para la fermentación "alta".

4.1.4.3 Cervezas de fermentación mixta.

4.1.5 Por la proporción de materias primas:

4.1.5.1 Cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original contiene como mínimo un 50% en masa de cebada malteada.

4.1.5.2 Cerveza 100% de malta o de pura malta: cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original proviene exclusivamente de cebada malteada.

4.1.5.3 Cerveza de ...(seguida del nombre del o de los cereales mayoritarios): es la cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto proviene mayoritariamente de adjuntos cerveceros. Podrá tener hasta un 80% en masa de la totalidad de los adjuntos cerveceros referido a su extracto (no menos del 20% en masa de malta). Cuando dos o más cereales aporten igual cantidad de extracto deben citarse todos ellos.

## 5. REQUISITOS

### 5.1 Requisitos específicos

5.1.1 La cerveza debe cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 1 y 2.

**TABLA 1. Requisitos físicos y químicos**

REQUISITOS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	METODO DE ENSAYO
Contenido alcohólico a 20° C	% (v/v)	1,0	10,0	NTE INEN 2322
Acidez total, expresado como ácido láctico	% (m/m)	-	0,3	NTE INEN 2323
Carbonatación	Volúmenes de CO <sub>2</sub>	2,2	3,5	NTE INEN 2324
pH	-	3,5	4,8	NTE INEN 2325
Contenido de hierro	mg/dm <sup>3</sup>	-	0,2	NTE INEN 2326
Contenido de cobre	mg/dm <sup>3</sup>	-	1,0	NTE INEN 2327
Contenido de zinc	mg/dm <sup>3</sup>	-	1,0	NTE INEN 2328
Contenido de arsénico	mg/dm <sup>3</sup>	-	0,1	NTE INEN 2329
Contenido de plomo	mg/dm <sup>3</sup>	-	0,1	NTE INEN 2330

**TABLA 2. Requisitos microbiológicos**

REQUISITOS	UNIDAD	Cerveza pasteurizada		METODO DE ENSAYO
		MÍNIMO	MÁXIMO	
Microorganismos Anaerobios	ufc/cm <sup>3</sup>	-	10	NTE INEN 1 529-17
Mohos y levaduras	up/cm <sup>3</sup>	-	10	NTE INEN 1 529-10

## 6. INSPECCIÓN

**6.1 Muestreo.** El muestreo se debe realizar de acuerdo a la NTE INEN 339 vigente "Bebidas alcohólicas. Muestreo".

## 7. ENVASADO

**7.1** La cerveza debe envasarse en recipientes de material resistente a la acción del producto que no alteren las características del mismo.

## 8. ROTULADO

**8.1** El rotulado debe cumplir con lo dispuesto en la NTE INEN 1933 vigente "Bebidas alcohólicas. Rotulado. Requisitos"

## Anexo B. Análisis Sensorial del producto

### TEST DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD DE LOS ENSAYOS PRELIMINARES

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
TRABAJO DE TITULACIÓN



❖ Solicitamos su colaboración para definir el prototipo más adecuado de cerveza artesanal de acuerdo a su apreciación.

#### PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

##### *Instrucciones a seguir:*

- Por favor coloque la fecha.
- Se le presentarán tres muestras de cerveza artesanal con un código cada una y un vaso con agua, galletas y un pedazo de manzana.
- Antes de realizar las pruebas sensoriales por favor limpie su paladar con galletas o manzana y agua.
- Limpie su paladar antes y después de cada muestra.
- Por favor marque con una X en la muestra que prefiera de acuerdo a cada parámetro evaluado, y en la última colocar si o no en cada muestra.

**Nota:** Si tiene alguna pregunta, por favor indicarla. Fecha: \_\_\_\_\_

**PARÁMETRO EVALUADO**    Muestra    Muestra

*Apariencia*

*Cuerpo*

*Color*

*Aroma*

*Sabor*

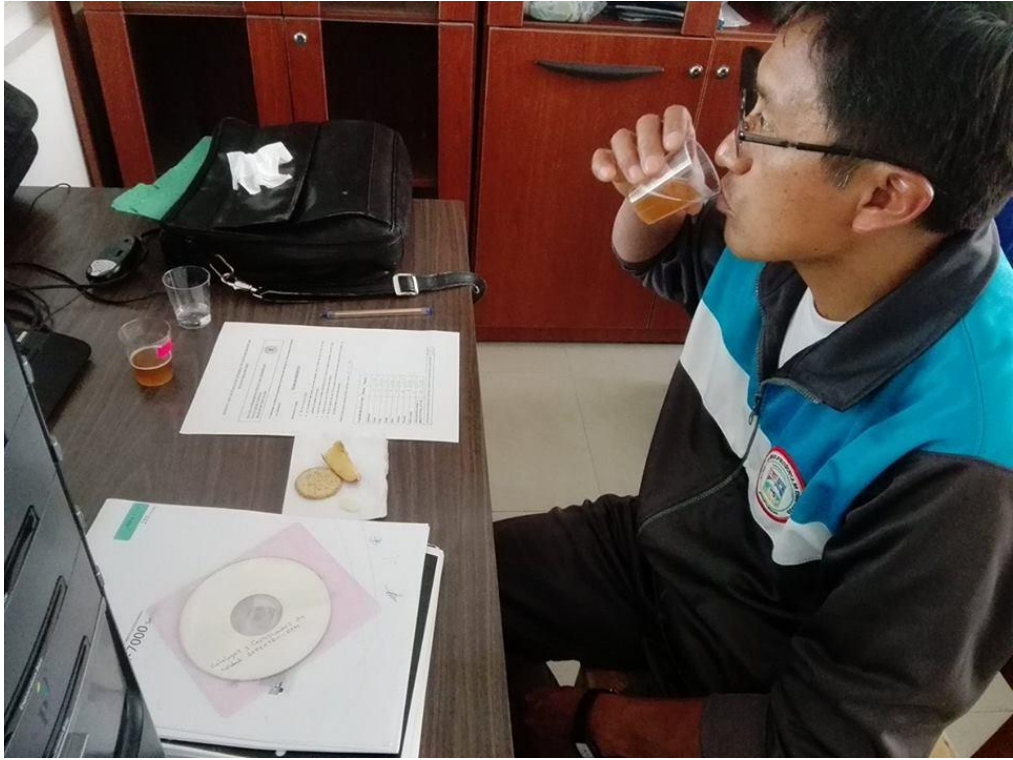
*Amargor*

*Frescura*

*Sabor residual*

*¿Puede percibir un aroma a  
cacao en la cerveza ¿ (si o no)*

*De acuerdo a la evaluación realizada, indique la muestra de su preferencia:*







## Anexo C. Análisis físico – químico del producto



Coles de trabajo Nº 170325  
Hoja 1 de 1

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Jaime Soria  
**DIRECCIÓN:** Riobamba  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 23 de enero del 2017  
**MUESTRA:** Cerveza artesanal a base de cebada y cacao fino aroma  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Líquido color ámbar  
**ENVASE:** Botella de vidrio  
**CONTENIDO DECLARADO:** 300 ml  
**FECHA ELABORACIÓN:** 02 de enero del 2017  
**FECHA VENCIMIENTO:** 02 de julio del 2017  
**LOTE:** ----  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:** 23 – 30 de enero del 2017  
**REFERENCIA:** 170325  
**MUESTREADO:** Por cliente  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** 22°C 27 NHR

### ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO
Carbonatación (Volumen de CO <sub>2</sub> )	INEN 2324	2.38

  
Dra. Cecilia Cuzumaga  
GERENTE GENERAL  
  
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.

Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

### INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACIÓN SANITARIA

Análisis físico, químico, microbiológico, enológico de alimentos, aguas, bebidas, materias primas, suplementos, cosméticos, pastillas, sales, minerales pesados y otros.  
Av. Páez Guerrero De 21-11 y Versalles - QI, 13 B - 2do. Piso - Telf: 2503-225 / 2735-404 / 3214-233 / 3214-353 Cel: 0996909-412  
e-mail: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / secretaria@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec  
Quito - Ecuador

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Jaime Scota  
**DIRECCIÓN:** Ríobamba  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 23 de enero del 2017  
**MUESTRA:** Cerveza artesanal a base de cebada y cacao fino aroma  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Líquido color ámbar  
**ENVASE:** Botella de vidrio  
**CONTENIDO DECLARADO:** 300 ml  
**FECHA ELABORACIÓN:** 02 de enero del 2017  
**FECHA VENCIMIENTO:** 02 de julio del 2017  
**LOTE:** -----  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:** 23 de enero - 2 de febrero del 2017  
**REFERENCIA:** 170325  
**MUESTREO:** Por cliente  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** 22°C 27 %HR

**ANÁLISIS QUÍMICO:**

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO
Hierro (mg/dm <sup>3</sup> )	ENEN 2326	0.19
Cobre (mg/dm <sup>3</sup> )	ENEN 2327	≤ 0.02
Zinc (mg/dm <sup>3</sup> )	ENEN 2328	≤ 0.03
Arsoénico (mg/dm <sup>3</sup> )	ENEN 2329	≤ 0.002
Plomo (mg/dm <sup>3</sup> )	ENEN 2330	≤ 0.10

*Cecilia Luzuriaga S*  
**Dra. Cecilia Luzuriaga**  
**GERENTE GENERAL**  
**LABOLAB**  
 ANALISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.

Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

**INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACIÓN SANITARIA**

Análisis físico-químico, microbiológico, instrumental de alimentos, aguas, bebidas, materias primas, suplementos, cosméticos, perfumes, aceites esenciales y otros.  
 Av. Pórtez Guerrero Da 21-11 y Venustiano - Df. 12 B - 2do. Piso - / Telfs: 2563-225 / 2335-404 / 3214-333 / 3214-353 Cel: 0993590-412  
 e-mail: secretaria@labolab.com.ec / serviciocliente@labolab.com.ec / cecilia.luzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec  
 Quito - Ecuador

[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec)