



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA INDUSTRIAL**

Trabajo de grado previa a la  
obtención del título de  
Ingeniero Agropecuario  
Industrial.

**Tema:**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FERMENTACIÓN PARA LA  
ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL CON LA UTILIZACIÓN DE  
TRES VARIEDADES DE CEBADA”**

**AUTOR:**

Hugo Suqui Suqui  
Edwin Pintado Morales

**DIRECTOR:**

Ing. Quim. Servio Astudillo

**CUENCA – ECUADOR**

**2015**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FERMENTACIÓN PARA LA  
ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL CON LA UTILIZACIÓN DE  
TRES VARIEDADES DE CEBADA”.**

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD DEL DIRECTOR

Ing. Químico Servio Astudillo

DIRECTOR DE TESIS

### **CERTIFICA:**

Que el presente trabajo de investigación **“IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE FERMENTACION PARA LA ELABORACION DE CERVEZA ARTESANAL CON LA UTILIZACION DE TRES VARIEDADES DE CEBADA”** realizado por los Sres. Hugo Suqui y Edwin Pintado egresados de Ingeniería Agropecuaria Industrial, se ajusta a los requerimientos técnicos-metodológico y legales establecidos por la Universidad Politécnica Salesiana, por lo que se autoriza su presentación.



Cuenca, Febrero 2015

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD DEL ALUMNO**

Sres.

Edwin Oswaldo Pintado Morales

Hugo Iván Suqui Suqui.

ALUMNOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
INDUSTRIALES.

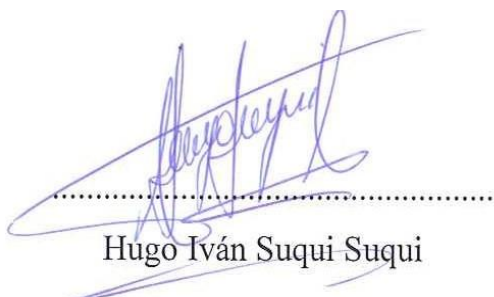
### **CERTIFICA:**

Que el presente trabajo de investigación **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FERMENTACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL CON LA UTILIZACIÓN DE TRES VARIEDADES DE CEBADA”** fue realizado por nuestra autoría con ayuda del profesor guía y las autoridades pertinentes.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



.....  
Edwin Oswaldo Pintado Morales



.....  
Hugo Iván Suqui Suqui

Cuenca, Febrero 2015

## **Dedicatoria**

Este presente trabajo lo dedico a Dios, verdadera fuente de amor y sabiduría, a mis padres Rosa Suqui (+) y Bolívar Suqui (+) como también a mis queridos hermanos: Patricio, Flavio y Nanci por ser las personas quienes me apoyaron e impulsaron a seguir adelante en todas las etapas de mis estudios para lograr un sueño tan anhelado.

Dedico también a mis hijas, ya que ellas son la fuerza, el motivo, la razón y la energía que obtengo para lograr una meta más en la vida.

Hugo Suqui Suqui

## **Dedicatoria**

Esta tesis se la dedico a mi Dios, quien guió mi camino, dándome fuerzas para seguir adelante y resolver todos los problemas que se me presentaba, enseñándome siempre a no desmayar y encarar las adversidades, sin perder nunca la dignidad.

Dedico con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento a mi padre Marcos Pintado Guerrero y a mi madre Carmen Morales Bacuilima.

A mi esposa por tu paciencia y comprensión, por tu bondad y sacrificio me inspiraste a ser mejor para tí, ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de tí, gracias por estar siempre a mi lado. Laura Carreño Garzón.

A mi hija lo más preciado que tengo en mi vida, la razón del seguir adelante y concluir mis estudios para desarrollarme como profesional.

Edwin Pintado Morales

## **Agradecimiento**

Mis sinceros agradecimientos a la Universidad Politécnica Salesiana por que fueron en sus aulas que recibí ese conocimiento intelectual, como también cada uno de los docentes de la carrera de Ingeniería Agropecuaria Industrial que fueron parte de mi formación profesional.

Un agradecimiento muy fraterno al Ing. Servio Astudillo Director de Tesis por su guía y sus consejos.

Los Autores

## RESUMEN

Previo a la implementación de un sistema de fermentación para la elaboración de cerveza artesanal, se obtuvo la capacitación técnica de un profesional en diseño y construcción del implemento, por lo que se consideró necesario realizar un diseño de la maquina fermentadora de cerveza, en lo que consta los planos mecánicos, hidráulicos, eléctricos, sistema GLP y enfriado. Posteriormente se construyó la máquina, con la vigilancia y supervisión del director de tesis, según lo estipulado en los planos. Mientras transcurría el tiempo de fabricación de la máquina, se procedía a la búsqueda de las tres variedades de cebada (Cañicapac, Terán 78, y Duchicela), con las que posteriormente se elaborara la cerveza artesanal. Al contar con la máquina fermentadora, se procede a iniciar el proceso de elaboración de la cerveza artesanal, antes cabe destacar los insumos indispensables que son ( cebada, lúpulo, levadura, clarificante, y el gua), se inicia con la selección de la cebada para obtener granos en buen estado y con una buena madurez fisiológica, seguido de una limpieza de impurezas con la utilización de diferentes tamices hasta obtener una semilla limpia, posteriormente la semilla clasificada es llevada a remojo en tanques destinados para ello, por un tiempo de 2 días. Luego de esta labor la semilla es llevada a un cuarto oscuro donde es dispersada en uniformidad siendo ahí, donde empezará la germinación, por un tiempo de 5 días. Para luego ser suspendida la germinación y llevada a un proceso de sacado. Una vez alcanzado secarlo es llevada a los molinos de trituración una parte de ello es separada antes de triturarla para someterse a un proceso de tostado, que posteriormente también se triturará y se mezclara en un cilindro de maceración, en donde el agua está a 70°C por un tiempo de 90 min. Concluido este proceso realizamos el recirculado, y el filtrado de mosto como también la medición de la densidad, luego este mosto es transferido a un cilindro en donde realizara la cocción por un tiempo de 1h. Es ahí en donde adicionamos el lúpulo en tres diferentes tiempos, seguido de la adición del clarificante, una vez concluido ese tiempo el mosto es enfriado a través del sistema de enfriamiento de la maquina fermentadora, y transferida al cilindro de fermentación, adicionando la levadura y dejando en reposo durante 8 días, transcurrido ese tiempo se procede a envasarlo previo a una adición de sacarosa para obtener una segunda fermentación



que se dará en el envase. El envasado se hace en botellas de vidrio, color oscuro, esterilizadas y con el uso de una corchadora manual, posterior a esto se deja en reposo 8 días para ser llevada a refrigeración. Cerveza artesanal obtenida se sirve en vasos de vidrio a los encuestados cada una de las cervezas de las distintas variedades por separado y estos datos obtenidos fueron registrados en una hoja de encuesta destinada para esta labor, siendo estos datos procesados y tabulados dando como resultado que: la variedad Terán 78 y Duchicela predominan en cuanto a la textura se refiere: así como también la variedad Duchicela sobresale a las demás en lo que se refiere al sabor, color y aroma, siendo la más apetecible según la encuesta realizada a 27 personas de diferentes géneros.

## **ABSTRACT**

Prior to the implementation of a fermentation system for the production of craft beer, technical training of professional design and construction of the implement was obtained, which was deemed necessary fermenter beer machine, as includes mechanical, hydraulic, electric, LPG system and cooled flat. Subsequently the machine, monitoring and supervision of supervisor was built, as stipulated in the plans. As time went on manufacturing the machine, they proceeded to search for the three varieties of barley (Cañicapac, Terán 78 and Duchicela), with craft beer later be developed. By having the fermenter machine is appropriate to initiate the process of drafting the craft beer before include essential inputs that are (barley, hops, yeast, clearer and water), begins with the selection of barley for grains in good condition and good physiological maturity, followed by cleaning of improvements with the use of different sieves to obtain clean seed, then work the seed is taken to a dark room where it is dispersed in uniform being there, where it will begin germination, for a period of five days. Before being suspended germination and carried out process. Once reached drying is carried to grinding mills where a part of it is separated before crushing to undergo a process of roasting, which subsequently also grinds and blends in a cylinder maceration, where the water is 70 degrees Celsius for a period of 90 min. Completion of this process performed recirculated and filtered wort as the density measurement, then this must be cooled through the cooling system of the fermenter machine, transferred to the drum of fermentation, adding yeast and letting stand for 8 days, after that we proceed to sugaring the package for a second fermentation in the bottle. The packaging is made in glass bottles, dark color, and sterilized using a manual rear Corchadora this is allowed to stand for 8 days for cooling to be carried out. Obtained Brew is served in glassware respondents were served each of the beers varieties separately and this data was recorded in a road survey designed for this task, and this data was processed and tabulated resulting in: the varieties Terán 78 and Duchicela predominates when the texture is concerned: the variety Duchicela also excels in all other wayd, the flavor, color and aroma, it is the most desirable according to the survey of 20 people from different genders

## INDICE

<b>CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD DEL DIRECTOR</b>	<b>III</b>
<b>CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD DEL ALUMNO</b>	<b>IV</b>
<b>Dedicatoria</b>	<b>V</b>
<b>Agradecimiento</b>	<b>VII</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>15</b>
<b>1 MARCO INTRODUCTORIO</b>	<b>15</b>
1.1. TÍTULO	15
1.2. INTRODUCCIÓN	15
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.4. OBJETIVOS	17
General	17
Específicos	17
<b>CAPITULO II</b>	<b>18</b>
<b>2 MARCO TEÓRICO</b>	<b>18</b>
<b>2.1. MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA CERVEZA.</b>	<b>18</b>
<b>2.1.1. LA CEBADA</b>	<b>18</b>
2.1.1.1. Origen de la cebada	19
2.1.1.2. Clasificación taxonómica de la cebada	19
2.1.1.3. Descripción botánica	20
2.1.1.3.1. Raíz	20
2.1.1.3.2. Tallo	20
2.1.1.3.3. Hojas	20
2.1.1.3.4. Inflorescencia	21
2.1.1.3.5. Grano	21
2.1.1.4. Especie de la cebada	21
2.1.1.5. Variedades de la cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> )	22
2.1.1.5.1. Terán 78	22
2.1.1.5.2. Duchicela	23
2.1.1.5.3. Cañicapa	24
2.1.1.6. Importancia económica y distribución geográfica	24
2.1.2. LÚPULO	25
2.1.3. ADJUNTOS	27
2.1.4. LEVADURAS	27
2.1.4.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	28

2.1.4.2. LEVADURAS UTILIZADAS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CERVEZA.	28
2.1.5. MALTA	29
2.1.6. AGUA	29
<b>CAPITULO III</b>	<b>30</b>
<b>3 SISTEMA DE FERMENTACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL</b>	<b>30</b>
3.1. Fermentación	30
3.2. Función de la fermentadora	30
3.3. Sistemas y Equipo de Maceración	30
3.3.1. Sistemas	30
3.3.2. Equipo:	31
3.3.3. Cocedor de Adjunto Sistemas	31
3.3.4. Recipiente de Masa de Malta	31
3.3.5. Olla de filtración	32
3.3.6. Tanques de Retención del Mosto	32
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>33</b>
<b>4 DISEÑO DEL PROTOTIPO DEL FERMENTADOR</b>	<b>33</b>
4.1. Conceptos de diseño estructural	33
4.2. Conceptos de acero inoxidable	33
4.2.1. Aceros inoxidable	34
4.3. Características del fermentador	35
4.4. Especificaciones de la maquina	35
4.5. Planos mecánicos	36
4.6. Planos de la estructur	37
4.7. Plano eléctrico	38
4.8. Plano del sistema de GLP.	39
4.9. Plano del sistema hidráulico	40
4.10. Plano del fermentador	41
4.11. Plano del intercambiador de calor	42
4.12. Plano del macerador	43
4.13. Plano de la tapa del macerador	44
4.14. Plano de la olla de hervor	45
4.15. Cálculos de diseño y construcción del fermentador	46
4.15.1. Calculo de intercambiador de calor	46
4.15.2. Balance de energias	47
4.15.3. Flujo de calor en intercambiador de calor	47
4.15.4. Calculo para la selección de la bomba	47
4.15.5. Calculo del aislante térmico	49
4.15.6. Radio critico	50
4.16. ANÁLISIS DE SEGURIDAD Y RIESGOS	51
4.16.1. Seguridad	51

4.16.2. Protección corporal _____	51
4.16.3. Riesgo industrial _____	52
4.16.4. Señales de advertencia de peligro para los elementos del equipo tales como 52	
4.16.4.1. Señales de prohibición _____	52
4.16.4.2. Señales de obligatoriedad _____	53
<b>5 OPTIMIZAR EL FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE LA MAQUINARIA. _____</b>	<b>54</b>
5.1. Calibración y puesta en marcha del equipo _____	54
Dentro de la calibración del equipo consideramos varios ítems importantes _____	54
<b>CAPÍTULO VII _____</b>	<b>62</b>
<b>7 ELABORACIÓN DE LA CERVEZA ARTESANAL _____</b>	<b>62</b>
7.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO _____	62
<b>7.1.2. Ubicación geográfica _____</b>	<b>62</b>
<b>Fuente: Los Autores _____</b>	<b>62</b>
<b>7.1.3. Características climáticas _____</b>	<b>62</b>
<b>Fuente: Los Autores _____</b>	<b>62</b>
7.2. MATERIAS PRIMAS E INSUMOS _____	63
<b>7.2.1. Materiales y equipos _____</b>	<b>63</b>
7.2.1.1. Equipos _____	63
7.2.1.2. Instrumentos _____	63
7.2.1.3. Insumos _____	63
7.2.1.4. Reactivos. _____	64
<b>7.4. OPTIMIZAR EL FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE LA MAQUINARIA. _____</b>	<b>64</b>
La optimización del sistema de fermentación se basó por acciones de proceso y desarrollo y elaboración de la cerveza artesanal. _____	64
7.5.3. DESCRIPCIÓN DEL FLUJO DE OPERACIONES _____	68
7.5.3.1. MALTEADO _____	68
7.5.3.2. MOLIDO O TRITURADO _____	71
7.5.3.3. TOSTADO DE LA MALTA _____	72
7.5.3.4. MACERACIÓN DE LA MALTA _____	74
7.5.3.5. FILTRACIÓN PREVIA _____	75
7.5.3.6. COCCIÓN DEL MOSTO _____	76
7.5.3.6.2. Enfriamiento _____	79
7.5.3.6.3. Adición de la levadura _____	80
7.5.3.7. FERMENTACIÓN _____	81
7.5.3.8. ENVASADO _____	82
<b>7.6. Diagrama de bloques del proceso de elaboración de cerveza artesanal. _____</b>	<b>84</b>
<b>CAPÍTULO VIII. _____</b>	<b>85</b>

8	EVALUAR LA ACEPTABILIDAD MEDIANTE ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS.	85
8.1.	ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DEL PRODUCTO.	85
8.1.2.6.1.	Funciones de la degustación	87
8.1.2.6.2.	Tipos de degustación	87
<b>CAPÍTULO X.</b>		<b>99</b>
<b>11</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>102</b>

# CAPÍTULO I

## 1 MARCO INTRODUCTORIO

### 1.1. TITULO

#### **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FERMENTACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL CON LA UTILIZACIÓN DE TRES VARIEDADES DE CEBADA”**

### 1.2. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la cerveza se ha caracterizado por ser un producto de alta aceptación dentro del mercado nacional e internacional. En el Ecuador se consume 300 millones de litros al año. La producción está dedicado exclusivamente para el público adulto que tiene mayor inclinación por productos elaborados artesanalmente; ya que, en su elaboración el productor pone un minucioso énfasis en los detalles, puesto que no cuenta con la tecnología que tienen las cervecerías industriales, por lo que, el producto final es de mejor calidad. Su elaboración es tanto un arte como una ciencia. El maestro cervecero debe elegir entre las docenas de estilos de la malta y lúpulo, de centenares de tipos de levadura, e incluso las diversas clases de agua. Dependiendo de que tan bien los elija y de cómo los utilicen determinará el estilo y el gusto de la cerveza. La temperatura, el tiempo, el equipo e incluso el ambiente son algunos de los factores que afectarán el gusto final de la cerveza

La elaboración de la cerveza se puede hacer con cualquier cereal. La parte fundamental del grano de cebada es el embrión que, bajo condiciones favorables de temperatura y de humedad, germina. El endospermo ocupa la mayor parte del grano y constituye la reserva alimenticia de la planta (almidón), la cual será posteriormente la fuente de azúcares del mosto. Sin embargo, la levadura no puede metabolizar este almidón, ya que posee una estructura formada por cadenas complejas de azúcares.

Por este motivo debe ocurrir una transformación previa del almidón a azúcares sencillos (glucosa, maltosa y maltotriosa), tal proceso se realiza en la cocción y en el malteado.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad, tanto en el Ecuador como en los países de América latina, desde la antigüedad el hombre se ha dedicado a elaborar bebidas mediante procesos fermentativos, obteniendo un sinnúmero de productos, Así pues, mediante la fermentación de ciertos cereales se han obtenido una variedad de bebidas fermentadas tal es el caso de la cerveza, la misma que se encuentra en el mercado en un similar estilo PILSEN LAGER, teniendo un similar grado alcohólico, espuma, color, la misma cantidad de gas y muy parecido hasta en el sabor y para la elaboración de este tipo de bebidas se ha utilizado una enorme variedad de materias primas como la cebada, maíz, trigo y una mezcla de las mismas, la cebada y su cultivo en la actualidad han perdido en la zona del austro ecuatoriana esa potencialidad del cultivar puesto que las grandes industrias importan toneladas de estos cereales hacia nuestro país cubriendo todos los mercados grandes y pequeños es así que los productores pequeños del austro han perdido ese interés de producir estos cereales ; con la elaboración de la cerveza artesanal, pretendemos dar una mayor variedad de estilos de cerveza haciendo que se pueda degustar, diferentes sabores, colores, aromas y hasta un diferente grado alcohólico, de la misma forma se propone la utilización de materias primas del austro para la elaboración de cerveza artesanal, (cebada), con esto se trata de incrementar una nueva oportunidad de industrializar nuestros cereales dando un valor agregado en la venta de la cerveza.

Con la aplicación de esta investigación se trata de incrementar la demanda del cultivo de cebada, y que su producción no sea destinada de forma exclusiva para el área harinera y de balanceados, sino también para la industria cervecera.



## **1.4. OBJETIVOS**

### *General*

- ❖ Implementar un sistema de fermentación para elaborar cerveza artesanal con la utilización de tres variedades de cebada.

### **Específicos**

- ❖ Investigar sobre las tres variedades de cebada
- ❖ Diseñar y construcción del equipo de fermentación
- ❖ Elaborar la cerveza artesanal.
- ❖ Optimizar el funcionamiento correcto de la maquinaria.
- ❖ Evaluar la aceptabilidad mediante análisis organolépticos.

# CAPITULO II

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1. MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA CERVEZA.

#### 2.1.1. LA CEBADA

La cebada (*Hordeum vulgare L.*) es una planta monocotiledonea anual perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas) es un cereal de gran importancia para la alimentación humana (Miñarcaja, S., & Fausto, J. 2013).<sup>1</sup>

#### **Ilustración 1: La cebada (*Hordeum vulgare*)**



Fuente: Los Autores

---

<sup>1</sup> Miñarcaja, s., & Fausto, j. (2013). Elaboración de una mezcla nutritiva para incrementar el nivel proteico de harina de cebada. (*Hordeum vulgare l.*). Disponible en <http://hdl.handle.net/15001/1581>

### 2.1.1.1. Origen de la cebada

Su cultivo se conoce desde tiempos remotos y se supone que procede de dos centros de origen situados en el Sudeste de Asia y África septentrional. Se cree que fue una de las primeras plantas domesticadas al comienzo de la agricultura. (Fenalce). 2007).<sup>2</sup>

### 2.1.1.2. Clasificación taxonómica de la cebada

**Tabla 1: Taxonomía de la cebada**

REINO:	Vegetal.
CLASE:	Angiospermas.
SUBCLASE:	Monocotiledónea.
ORDEN:	Glumiflorae.
FAMILIA:	Gramináceas.
GÉNERO:	Hordeum.
ESPECIE:	Vulgare.
N. C	Hordeum vulgare

Fuente: Terranova, 1995.

---

<sup>2</sup> Federación Nacional de cultivadores de cereales y leguminosas. (Fenalce). 2007. Cultivo de Cebada.

### **2.1.1.3. Descripción botánica**

#### **2.1.1.3.1. Raíz**

El sistema radicular es fasciculado, fibroso y alcanza poca profundidad en comparación con la de otros cereales, se estima que un 60% del peso de las raíces se encuentra en los primeros 25 cm del suelo y que las raíces alcanzan 1.20 m de profundidad. (Cimmyt, 1999)<sup>3</sup>

#### **2.1.1.3.2. Tallo**

El tallo es erecto, grueso, formado por unos seis a ocho entrenudos, los cuales son más anchos en la parte central que en los extremos. La altura de las plantas depende de las variedades y oscila desde 50 cm a un metro (Janez G. 1997)<sup>4</sup>

#### **2.1.1.3.3. Hojas**

La cebada es una planta herbácea, de hojas estrechas de color verdadero u oscuro; la lígula es corta y truncada; la aurícula abraza el tallo completamente en forma de abanico. (Prats, y Clément-Grandcourt 1969.)<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> Cimmyt, 1999. Los Recursos Genéticos su Conservación Enriquecimiento y Distribución México. D.F.Mexico.P. 154

<sup>4</sup> Janez, G. 1997. En Biblioteca de la Agricultura Técnicas Agrícolas en Cultivos Extensivos. Editorial Estudio Chifoni. España

<sup>5</sup> Prats, J. y M. Clément-Grandcourt (1969). Los cereal es, Ediciones Mund i-prensa Madrid, España. pág. 233-272.

#### **2.1.1.3.4. Inflorescencia**

El pistilo tiene un estigma con dos ramificaciones plumosas. En los filamentos largos y finos se forman tres anteras. La floración empieza en las florecillas del centro de la parte superior de la espiga, y continúa tanto hacia abajo como hacia arriba de la espiga. Al aproximarse la antesis los lodículos de la base del ovario se hinchan, la flor se abre y los filamentos se alargan. (Poehlman, 1973)<sup>6</sup>.

#### **2.1.1.3.5. Grano**

Cuando todas las flores son fértiles en cada una de las espigas se observa tres hileras de semillas y estas espigas se llaman exacticas o de seis hileras o carreras cuando solo son fértiles las flores del medio diente del eje, en la cara de las espigas aparece una sola hilera de semillas, entonces las cebadas son dísticas o de dos carreras.. (Chicaiza, O. et. al.1992)<sup>7</sup>

#### **2.1.1.4. Especie de la cebada**

Existen principalmente dos especies de cebada cultivada: *Hordeum distichon* L., que se emplea para la elaboración de la cerveza y *Hordeum hexastichom* L. que se usa como forraje para la alimentación animal, las dos especies se juntan para dar el nombre de *Hordeum vulgare* L. ssp. *Vulgare* (Op cit.)<sup>8</sup>

---

<sup>6</sup> Poehlman, J.M. (1973). Mejoramiento genético de los cosechas. 3a. reimpresión. Editorial Limusa, México, D.F. pág. 173-195.

<sup>7</sup> Chicaiza, O. et. al. 1992. INIAP-Atahualpa 92 variedad de Cebada de Grano Desnudo. INIAP-Santa Catalina. Plegable N° 127. Quito-Ecuador

<sup>8</sup> Miñarcaja, S., & Fausto, J. (2013). Elaboración de una mezcla nutritiva para incrementar el nivel proteico de harina de cebada (*Hordeum vulgare* L.).

### 2.1.1.5. Variedades de la cebada (*Hordeum vulgare*)

En Ecuador las variedades liberadas por el INIAP Santa Catalina más comunes de cebada son:

- Dorada.
- Terán 78.
- Duchicela.7
- INIAP-Shyri 1989.
- INIAP-Calicuchima 92.
- INIAP-Atahualpa 92. (Grano desnudo)
- INIAP-Shyri 2000.
- INIAP-Cañarí2002.
- INIAP-Cañicapa.
- INIAP-Pacha
- INIAP-Quilitoa (Rosales, C., & Eduardo, J. (2013).)<sup>9</sup>

#### 2.1.1.5.1. Terán 78

*La variedad de cebada Terán 78 es resistente a la roya amarilla y al escaldado. Posee buen rendimiento, paja fuerte, buen macollo y un tamaño de planta adecuado. Se la puede utilizar para consumo humano, forraje, balanceados y en la industria cervecera. Germina en varios tipos de suelo, se siembra en época de lluvia con semilla certificada con (180 a 250 lb/ha de semilla). Se fertiliza con abono completo 18-46-0 en dosis de 3 a 3,5 qq/ha o con 10-30-10 de 4 a 5 qq/ha, más la adición de Urea 1,5 qq/ha. Se controla las malezas con Igran 80 por ciento, 3,5 lb/ha en preemergencia (a la siembra) o 2,4-D Ester en concentraciones de 360 g/l en dosis de 2,8 l/ha; 400 g/l en 2,5 l/ha o con 720 g/l en 1,5 l/ha aplicado al macollaje, en aplicaciones con bomba a motor de bajo volumen se recomienda*

---

<sup>9</sup> Rosales, C., & Eduardo, J. (2013). Caracterización morfo agronómica de 10 accesiones de cebada de grano desnudo (*Hordeum vulgare* L.) En la granja laguacoto, cantón Guaranda, provincia Bolívar.

*utilizar de 100 a 200 l de agua y con bombas manuales (mochila) se debe utilizar de 300 a 400 l de agua/ha. El control de enfermedades se realiza con Dithane M-45 en 2 a 2,5 kg/ha (4,4-5,5 lb/ha). El control de plagas se realiza con Malation 25 por ciento 3,5 kg/ha, Diostop 40 por ciento 1,1 l/ha, etc. Esta variedad se recomienda para 2500 a 3300 msnm. La cosecha se realiza cuando alcance de 15 a 17 por ciento de humedad y para almacenar debe tener menos del 15 por ciento. (INIAP 1979).<sup>10</sup>*

#### **2.1.1.5.2. Duchicela**

*La variedad Duchicela, se ha obtenido en la Est. Exp. Santa Catalina, con fines de consumo humano y como fuente de almidón en la industria cervecera. Sus características son: tipo hexastico 6 carreras, ciclo vegetativo 160 días, altura de la planta 110 a 120 cm, numero de macollos 6 a 8, paja dura y tolerante al vuelco, espiga barbada y corta-semicompacta, longitud de la espiga 7 a 10 cm, numero de espiguillas por espiga 14-16, numero de granos por espiga 40-50, peso de 1000 gramos: 50-55 g, rendimiento promedio 80 quintales/ha, rango del rendimiento: 31 a 126 quintales/ha, proteínas: 11,5 a 12,5 por ciento, color del grano: amarillo pálido. Es tolerante al quemado o escaldado, a las manchas de las hojas y al enanismo, resistente al carbón desnudo y cubierto y a la roya de la hoja. Se adapta de 2800 a 3000 msnm en Carchi y Chimborazo y de 2500 a 3000 m en Cañar y Azuay. Necesita de 600 a 800 mm de precipitación y una temperatura de 8 a 18 grados C. Prefiere suelos de textura media, y aun suelos pedregosos y/o arenosos. En siembra mecánica se necesita 160-200 lb de semilla/ha y al voleo de 200 a 230 lb/ha. La fertilización, control de malezas y fitosanitarios se*

---

<sup>10</sup> Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito (Ecuador). Estación Experimental Santa Catalina. (1979). Terán 78: variedad de cebada de dos hileras.

*hacen de acuerdo a las recomendaciones hechas en el documento (INIAP 1978)<sup>11</sup>*

### **2.1.1.5.3. Cañicapa**

*Es una nueva variedad de cebada de dos hileras (Cuadros 1 y 2) proveniente de la cruce INIAP–SHYRI 89/3/GAL/PI6384//ESC-II-72-607-1E-1E-1E-5E, de acuerdo al historial de 10 selección E97-9053-3E-0EC-1E-0E-0E-0E-0E. Puede ser cultivada en zonas del austro que tienen una altura de 2400 a 3200 msnm y una pluviosidad de 500 a 700 mm durante el ciclo de cultivo. Su mayor atributo es el alto contenido de proteína (Cuadro 3), así como también buen rendimiento del grano; razón por la cual, esta variedad contribuirá a mejorar la dieta de los campesinos de las zonas altas de la sierra ecuatoriana (INIAP, 2003)<sup>12</sup>*

### **2.1.1.6. Importancia económica y distribución geográfica**

La cebada en el Ecuador es el cereal mejor distribuido en el país después del maíz en las zonas rurales de la serranía. El área de plantación dedicada a este alimento es de más de 40,000 hectáreas, distribuidas en las provincias de Chimborazo, Cotopaxi, Cañar, y Pichincha, seguida de las provincias de Imbabura, Carchi, y Loja, la importancia económica y social de la cebada se basa en el consumo. (Op cit.)<sup>13</sup>

---

<sup>11</sup> Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito (Ecuador). Estación Experimental Santa Catalina. (1978). Duchicela: nueva variedad de cebada.

<sup>12</sup> INIAP Cañicapac 2003 La primera variedad de cebada con alto contenido de proteína Plegable No 208 Estación Experimental Chuquipata Cañar Ecuador.

<sup>13</sup> Miñarcaja, S., & Fausto, J. (2013). Elaboración de una mezcla nutritiva para incrementar el nivel proteico de harina de cebada (*Hordeum vulgare* L.).



### 2.1.2. LÚPULO

**Ilustración 2: El Lúpulo (*Humulus lupulus L.*)**



Fuente: Leskovar, L. (1957).

El lúpulo es un ingrediente insustituible en la elaboración de la cerveza e indispensable, su sabor amargo agradable y su aroma suave característico, contribuye a una mejor conservación y mayor permanencia a la espuma. En una planta que crece sobre alambres en altura (tipo enredadera). (Carmona, 2011)<sup>14</sup>

Las flores de la planta del lúpulo contienen en su interior unas glándulas de color amarillo. Estas glándulas están llenas de una resina llamada lupulina, que es el principio activo que los cerveceros buscan en el lúpulo. (Calleja Colorado, J. 2013.)<sup>15</sup>

El lúpulo es la causa de la estimulación del apetito que produce la cerveza. Para su comprensión, también se clasifican en categorías: **Lúpulos amargos**. Estos lúpulos son los que aportan más ácidos amargos que aromas. **Lúpulos aromáticos**. Lógicamente, éstos aportan más elementos aromáticos que amargos. **Lúpulos**

---

<sup>14</sup> Carmona Montiel, r. I., Díaz Buendía, g. R. E. G. O. R. I. O., Huerta Luna, a. R. A. E. L., Martínez Sánchez, o. S. C. A. R., & Díaz Fuentes, g. A. B. R. I. E. L. A. (2011). *Creación de una microempresa dedicada a la elaboración de cerveza artesanal* (Doctoral dissertation).

<sup>15</sup> Calleja Colorado, J. (2013). *Diseño de una planta de elaboración de cerveza artesanal para consumo directo, micro cervecería*.

**mixtos.** Aportan ambas características juntas aunque menos acentuadas. (López y Gómez ,2013)<sup>16</sup>

El aroma se puede intensificar el aroma de la cerveza gracias al agregado de lúpulo. Existen lúpulos que solo se utilizan para proporcionar una mejor aroma, ya que son muy aromáticos y baja concentración de amargo y sabor. (Carvajal Martínez, I. D., & Insuasti Andrade, m. A. (2011)<sup>17</sup>

Sin embargo, esto no representa un problema para la industria cervecera mexicana, ya que la cantidad de lúpulo necesaria para la elaboración de la cerveza es mínima: Aproximadamente 25 kg, para producir 100 000 litros de cerveza. (Gómez Velázquez, M. O. I. S. E. S. (2008)<sup>18</sup>

El lúpulo se usa en la elaboración de cerveza en tres formas:

- Flor disecada natural
- Pellet
- Extracto (Vásquez & Morales, 2012)<sup>19</sup>

---

<sup>16</sup> López Deluque, Y., & Ochoa Gómez, E. L. (2013). Estudio de factibilidad y puesta en marcha para la elaboración de cerveza artesana.

<sup>17</sup> Carvajal Martínez, I. D., & Insuasti Andrade, m. A. (2011). *Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (Hordeum vulgare) y yuca (Manihot esculenta crantz)*.

<sup>18</sup> Gómez Velázquez, m. O. I. S. E. S. (2008). *Anteproyecto de desmantelamiento, traslado e instalación de los equipos de refrigeración y conservación de cerveza en una empresa del ramo* (Doctoral disertación).

<sup>19</sup> Vásquez Bandera Mayorga, M. D. L., & Morales Tobar, E. (2012). *Introducción de cerveza tipo artesanal, en el mercado de la ciudad de Ambato* (Doctoral dissertation, Ambato: Pontificia Universidad Católica del Ecuador).

### 2.1.3. ADJUNTOS

Se denomina así a todo cereal u otra materia prima con alto contenido en almidón, que se utilizan para fabricar cerveza aprovechando el exceso de actividad enzimática que brinda la malta. Los adjuntos más utilizados son el maíz y el arroz. (Dantur & Fortuna)<sup>20</sup>

### 2.1.4. LEVADURAS

Ilustración 3: Levadura (*Saccharomices seviceae*)



Fuente: los Autores

La levadura son organismos unicelulares que en el proceso de fermentación transforman los azúcares del mosto en alcohol, gas carbónico y otros productos secundarios que en su conjunto dan las características de cada tipo de cerveza. (Gómez Velázquez, M. O. I. S. E. S. (2008)<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup> Dantur, M. A., & Fortuna, A. M. Estudio de mercado para la organización de una pyme de bases biotecnológicas: cerveza de elaboración artesanal.

<sup>21</sup> Gómez Velázquez, m. O. I. S. E. S. (2008). *Anteproyecto de desmantelamiento, traslado e instalación de los equipos de refrigeración y conservación de cerveza en una empresa del ramo* (Doctoral disertación).

#### 2.1.4.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

**Tabla 2: Clasificación de la levadura**

<b>REINO:</b>	Fungi
<b>FILO :</b>	Ascomycota
<b>CLASE:</b>	Hemiascomycetes
<b>ORDEN:</b>	Saccharomycetaceae
<b>FAMILIA:</b>	Saccharomycetaceae
<b>GENERO:</b>	Saccharomyces
<b>ESPECIE:</b>	S. cerevisiae; S. carlsbergis

Fuente: (Dantur, M. A., & Fortuna)<sup>22</sup>

#### 2.1.4.2. LEVADURAS UTILIZADAS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CERVEZA.

Hoy en día, se aplican diversas técnicas altamente perfeccionadas dependiendo del tipo de cerveza que se elabore, pero se usan esencialmente dos tipos de levadura: la *Saccharomyces cerevisiae* y su pariente cercana, la *S. carlsbergensis*. La primera se describe como una levadura de "fermentación alta" ya que flota en la superficie del mosto. Se usa para elaborar cervezas más oscuras, mientras que las cervezas rubias continentales se fabrican con *S. carlsbergensis*, que es una levadura de fermentación baja. (Lima Torres, (2014).)<sup>23</sup>

Existen dos tipos de levaduras que se utilizan en la elaboración de cerveza, levadura ALE y levadura LAGER, la diferencian es que ALE fermentan a temperaturas que oscilan entre 14 y 25°C, mientras que LAGER fermenta a temperaturas más bajas, alrededor de 6 a 10 °C, otorgando sabores diferentes a las cervezas. (Op cit.)<sup>24</sup>

---

<sup>22</sup> Dantur, M. A., & Fortuna, A. M. Estudio de mercado para la organización de una pyme de bases biotecnológicas: cerveza de elaboración artesanal.

<sup>23</sup> Lima Torres, E. L. P. I. D. I. O., Meza Flores, R. E. N. É., & Osante Miranda, j. C. (2014). Diseño y simulación de equipos de proceso para la fabricación de cerveza artesanal en México.

<sup>24</sup> Carvajal Martínez, I. D., & Insuasti Andrade, M. A. (2011). Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (*Hordeum vulgare*) y yuca (*manihot esculenta crantz*).

### **2.1.5. MALTA**

La malta es cebada, que se la sometió a un proceso de germinación y secado para activar los procesos enzimáticos del grano que ocurren durante la geminación para luego utilizarlos en el proceso de elaboración de cerveza. (Op cit.)<sup>25</sup>

La cebada resulta ventajosa por las siguientes razones: El almidón en la cebada se gelatiniza a temperatura de maceración normal y, por tanto, no requiere ebullición. La proporción de amilosa y amilopectina en la cebada es muy parecida a la de la malta. La proteína de la cebada es muy parecida a la de la malta. (González, 2012)<sup>26</sup>

### **2.1.6. AGUA**

El agua es una de las materias primas fundamentales y su calidad es de vital importancia ya que constituye de 90 al 96 % de la cerveza. Generalmente se extrae de pozos profundos y debe ser apropiada para consumo humano (potable), además de contener algunos minerales que favorecen las reacciones llevadas a cabo en el proceso de elaboración. (Alaniz Villanueva, O. G. (2008).)<sup>27</sup>

---

<sup>25</sup> Carmona Montiel, R. I., Díaz Buendía, g. R. E. G. O. R. I. O., Huerta Luna, a. R. A. E. L., Martínez Sánchez, o. S. C. A. R., & Díaz fuentes, g. A. B. R. I. E. L. A. (2011). *Creación de una microempresa dedicada a la elaboración de cerveza artesanal* (doctoral disertación).

<sup>26</sup> González, d. A. C. *Elaboración de un plan de negocios para la producción de cerveza artesanal*. (2012).

<sup>27</sup> Alaniz Villanueva, O. G. (2008). *Adición de residuo de la industria cervecera al ensilaje de maíz como alternativa de forraje para ganado* (Doctoral dissertation).

## CAPITULO III

### 3 SISTEMA DE FERMENTACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL

#### 3.1. Fermentación

*Esta etapa del proceso es clave, pues es aquí donde la cerveza toma cuerpo, aroma, sabor, y genera el alcohol. Estos tanques reciben el mosto, libre de partículas, y a temperaturas bajo los 15 grados centígrados. Es aquí donde se aplican las levaduras y los lúpulos. La levadura será el sujeto que transformara los almidones en moléculas de alcohol y el mismo proceso de fermentación generara CO<sub>2</sub> el cual será el gas particular que tienen las cervezas. Por otro lado los lúpulos será quien le dará la esencia, el olor y ciertas cualidades únicas de una buena cerveza.*

#### 3.2. Función de la fermentadora

*Estos depósitos son de figura cónica para que, con el pasar del tiempo los sedimentos, que la levadura y lúpulos generan, se asienten en el fondo y podrán ser extraídos para volver a usar y al mismo tiempo dejar la cerveza lista. La levadura es reusable porque estos microorganismos se reproducen, se extrae del fondo del cilindro en forma de pasta y se lo guarda para la siguiente producción. (2 semanas) (Ycaza Nogues, J. F. (2010)<sup>28</sup>*

#### 3.3. Sistemas y Equipo de Maceración

*La extracción puede ser por: infusión, decocción o doble extracción. El sistema más utilizado es el de infusión ascendente de doble masa.*

##### 3.3.1. Sistemas

*El sistema de infusión ascendente de doble masa, requiere dos recipientes de maceración –un cocedor de adjuntos y una paila de maceración-. En las instalaciones más antiguas de sala de cocimiento por “gravedad”, el cocedor de adjuntos frecuentemente está ubicado encima del recipiente de masa, de manera que la transferencia de la masa de adjuntos puede lograrse por gravedad. Esto permite una transferencia relati-*

---

<sup>28</sup> Ycaza Nogues, J. F. (2010). *Proyecto de Inversión para la producción y comercialización de cerveza artesanal* (Doctoral disertación).

vamente suave y controlable, pero impone un requerimiento de mano de obra para mantener bajo vigilancia el cocedor, particularmente por seguridad durante el hervido. En instalaciones recientes, el cocedor de adjuntos está al mismo nivel que la paila de maceración y los otros recipientes importantes de la sala de cocimiento, para una eficiente utilización de la mano de obra.

### **3.3.2. Equipo:**

La configuración de sistemas de maceración y el diseño y construcción de recipientes para ella varían de manera muy amplia. No obstante, los criterios importantes que deben ser satisfactorios son los siguientes:

### **3.3.3. Cocedor de Adjunto Sistemas**

Éste debe estar construido con un material que no afecte de manera perjudicial a la calidad de la masa. Antiguamente, eran construidos con cobre o acero, actualmente el material más utilizado es el acero inoxidable o revestido de acero inoxidable. El cocedor de adjuntos debe estar equipado con un mezclador que revuelva adecuadamente la masa, para asegurar temperaturas uniformes a través del mismo. Normalmente están equipados con una hélice o mezcladores de turbinas y un sistema de amortiguadores, que además de proporcionar rotación, provocan el movimiento vertical de la masa.

El cocedor de adjuntos normalmente es un cilindro vertical con un mezclador de velocidad variable de propulsión superior o inferior. Un mezclador de propulsión superior sin ningún cojinete inferior en el eje plantea, sin embargo, un problema especial de diseño. El cocedor debe ser diseñado y operado con suficiente espacio libre como para permitir una ebullición vigorosa de la masa sin que haya la posibilidad de un rebose peligroso. El cocedor de adjuntos debe estar equipado con una chimenea o escape higiénico y fácilmente limpiable que transporte el vapor y gas generados durante el calentamiento y ebullición. Normalmente, el calentamiento se logra por medio de una camisa de vapor de doble pared o por inyección directa de vapor. La camisa se escoge cuando hay preocupación por la potabilidad del condensado de vapor o donde la dilución de la masa, por la condensación, sería inaceptable.

### **3.3.4. Recipiente de Masa de Malta**

El tanque de masa en las instalaciones cerveceras actuales normalmente es un recipiente cilíndrico vertical, en el cual la relación altura-diámetro está cerca de uno-a-uno. Hay algunas instalaciones, sin embargo, de recipientes cilíndricos horizontales con mezcladores de hélice de cinta. El material de construcción es casi universalmente acero inoxidable o revestido de acero inoxidable. El recipiente de maceración debe estar equipado con un agitador, que proporcione una mezcla rápida y uniforme con la acción más suave posible. En algunas instalaciones se proporcionan dos acciones de mezclas separadas y distintas, mediante la colocación de aletas que cortan el flujo tangencial de la masa de una manera algo más severa durante la mezcla inicial y luego proporcionan una acción más suave para la masa combinada.

### 3.3.5. Olla de filtración

*Éste es el equipo de separación de mosto más ampliamente usado. Una tina de filtración es un cilindro vertical de gran diámetro en relación a su profundidad. Acostumbra a estar construido con acero inoxidable o revestido de acero inoxidable aunque todavía se siguen usando pailas de filtración de cobre. La parte de encima de la tina normalmente es cónica o esférica. El fondo de la paila puede ser chato o inclinado o construido con varios valles concéntricos con lomos intermedios y, colocado dentro del fondo de la olla, hay un sistema de captación de mosto de tubos múltiples, normalmente dispuestos en anillos concéntricos que conducen a través de un sistema de válvulas, por las cuales el mosto es llevado a un recipiente de captación, el colector. Frecuentemente hay un sistema de chorros de agua incorporado en el fondo de la paila, por el cual puede enjuagarse el sistema de captación de mosto y el piso. Suspendido encima del fondo verdadero de paila hay un falso fondo de planchas de bronce o acero inoxidable ranuradas de manera muy precisa. Las planchas están cuidadosamente encajadas para formar un piso muy llano a nivel, encima del cual viene a reposar la masa. La distancia entre el falso fondo y el verdadero normalmente es de 8-12 cm en una tina de fondo plano o inclinado y de 10-15 cm en una tina de valle de gran diámetro. Las calderas se han fabricado tradicionalmente de cobre, pero actualmente se usan los recipientes de acero inoxidable. No obstante, como el cobre proporciona una mejor conducción de calor del vapor al mosto y como es prontamente mojado por el mosto, las burbujas se desprenden fácilmente de su superficie dando una ebullición buena y constante. Como el acero inoxidable no se humedece, se formará vapor seco en su superficie aislándolo del mosto y se formará una costra encima de esta superficie, dificultando su limpieza. El cobre actúa también como un catalizador de oxidación. Los mostos que se hierven en ollas de cobre desarrollan más color que los que se hierven en ollas de acero inoxidable.*

### 3.3.6. Tanques de Retención del Mosto

*La instalación de un tanque de suficiente tamaño debe proporcionarse para retener las filtraciones iniciales hasta que la olla esté lista. Este tanque tendrá una unidad de calentamiento para mantener la temperatura del mosto. Cuando la olla esté lista, el flujo de la tina de filtración y el contenido del tanque de retención del mosto se vacían juntos dentro de la olla.*

*Este sistema proporciona un llenado rápido de la olla con mosto que tiene una temperatura menor que la ebullición, pero como todas las superficies se cubren rápidamente, el calentamiento completo puede aplicarse más pronto. (Jiménez Icaza, H. E., & Nogales Trujillo, L. S. (2010)<sup>29</sup>*

---

<sup>29</sup> Infantas Meléndez, L., & Finez Acero, N. (2010). Proyecto de una planta de fabricación de cerveza. Estudio del tratamiento previo del agua utilizada en el proceso de obtención. Estudio económico de su rentabilidad y de su impacto ambiental. Legislación actual aplicable a la cerveza.



# CAPÍTULO IV

## 4 DISEÑO DEL PROTOTIPO DEL FERMENTADOR

### 4.1. Conceptos de diseño estructural

*La teoría sobre estructuras y la experiencia propia son herramientas valiosas, más no son suficientes, para poder realizar un diseño estructural se debe tener presente el conocimiento de varios parámetros; las propiedades de los materiales, el análisis de cargas, efectos de diseño y además debe poseer un acabado estético con lo que resulta una estructura con cualidades funcionales.*

*Cabe señalar, en un primer momento en el análisis teórico se debe idealizar el comportamiento mediante suposiciones bien fundamentadas con lo cual, se determina las deformaciones y la resistencia de las estructuras, llegando así a una estimación y como es de suponerse a estos valores se los debe aplicar un factor de seguridad (sobredimensionar) debido a las condiciones.( Jiménez & Nogales (2010).)<sup>30</sup>*

### 4.2. Conceptos de acero inoxidable

*Una alta resistencia y un rápido endurecimiento por trabajo son las características que hacen que los aceros inoxidables sean más difíciles de conformar en frío; sin embargo, algunos tipos endurecen menos rápidamente y son más fáciles de conformar que otros.*

*Los aceros inoxidables más utilizados incluyen los tipos auténticos 305 y 316 así como los ferríticos y martensíticos tipo 410 y 430. El tipo 410 es uno de los aceros resistentes a la corrosión más usados en el conformado. Los aceros inoxidables que tienen factores más altos de endurecimiento por trabajo en frío y son menos forjables, incluyen los tipos SAE302, SAE304, SAE309, SAE310, SAE316, SAE431 y SAE440C. (Especialidad, M. E. C. C. (2006)<sup>31</sup>*

---

<sup>30</sup> Jiménez Icaza, H. E., & Nogales Trujillo, L. S. (2010). *Diseño y simulación de un prototipo semiautomático empaquetador de botellas de cerveza twist off para la presentación six pack* (Doctoral dissertation).

<sup>31</sup> Especialidad, M. E. C. C. (2006). *Diseño de matrices para la manufactura de componentes automotrices de acero inoxidable t304 mediante el proceso de conformado en frío.*

#### 4.2.1. Aceros inoxidables

*Los aceros inoxidables auténticos 304L y 316L contienen un porcentaje en masa de cromo entre 16 y 18%, 10 y 14% de níquel y entre un 2 a 3 % de molibdeno, entre los elementos más comunes. Estos aceros constituyen el grupo de materiales metálicos más versátiles, fáciles de soldar y más resistentes a la corrosión empleados por la ingeniería en la construcción de diferentes estructuras, tuberías, tanques, intercambiadores de calor, generadores de vapor, entre otros, utilizándose en un número elevado de industrias, tales como: generación de electricidad, química, petroquímica, naviera, automotriz, industria procesadora de alimentos, en particular la láctea y cervecera y también la industria nuclear. Sin embargo, ha sido reconocido que estos aceros son particularmente susceptibles a ser atacados de manera localizada en ciertas condiciones ambientales. Es por esta razón, que numerosas empresas buscan mejorar las estructuras de sus instalaciones mediante el uso de metales con alta resistencia a la corrosión, y por ende se hace necesario realizar estudios que involucren parámetros básicos, como la temperatura y el pH, entre otros, que de una u otra forma conlleven a la atenuación o disminución de este daño, y así proponer mecanismos electroquímicos que permitan evaluar la resistencia de estas aleaciones en un determinado ambiente, con el propósito de disminuir las pérdidas económicas a futuro.( José Rodríguez & Prin, J. (2013))<sup>32</sup>*

---

<sup>32</sup> José Rodríguez, C. A. R. L. O. S., Figueroa, Y., & Prin, J. (2013). Efecto de la temperatura en el comportamiento del acero inoxidable auténtico 316l frente a la corrosión electroquímica. *Saber*, 25(3).

### 4.3. Características del fermentador

Ilustración 4: Maquina fermentadora de cerveza



Fuente: Los Autores

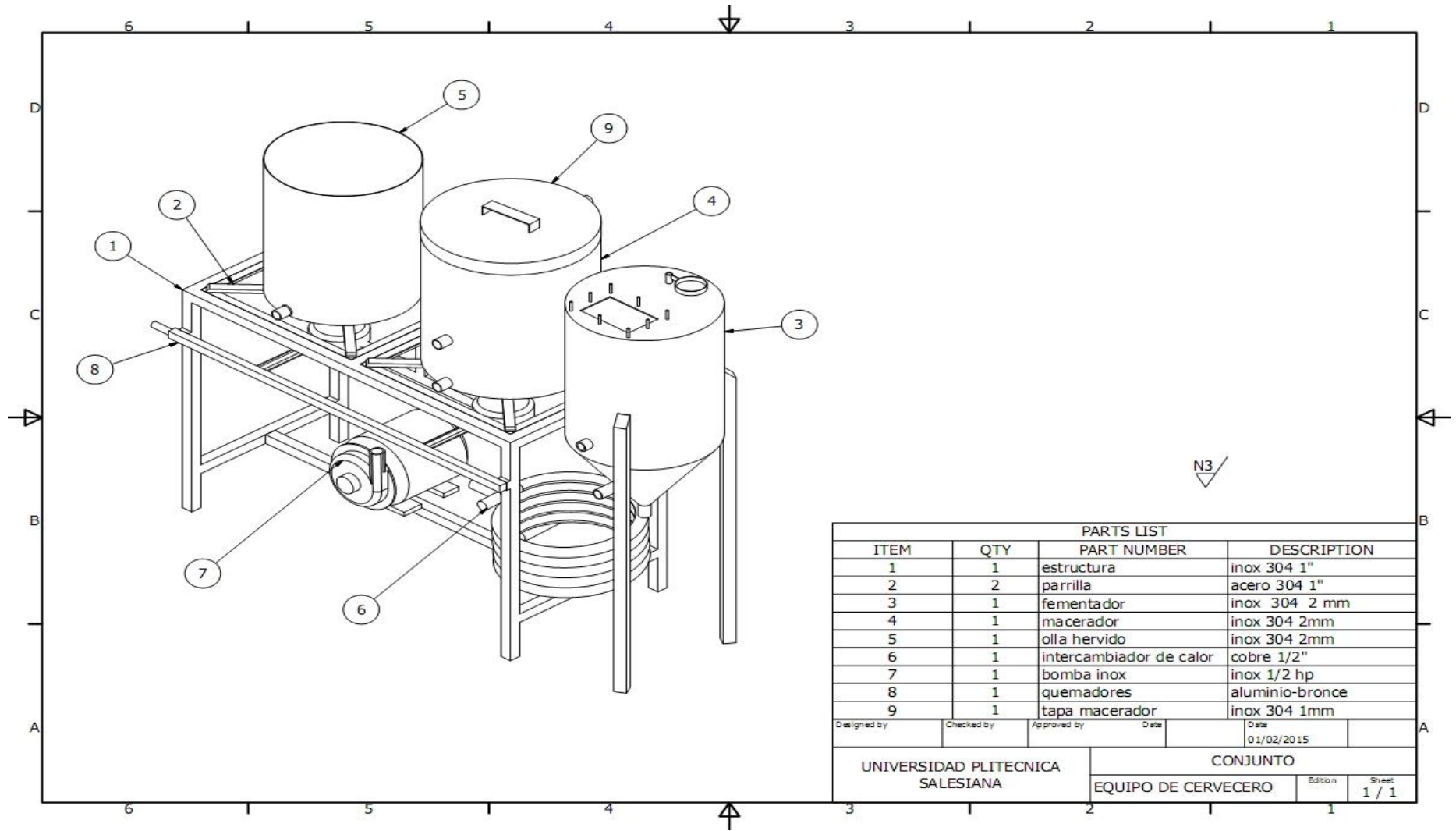
### 4.4. Especificaciones de la maquina

Tabla 3: especificaciones

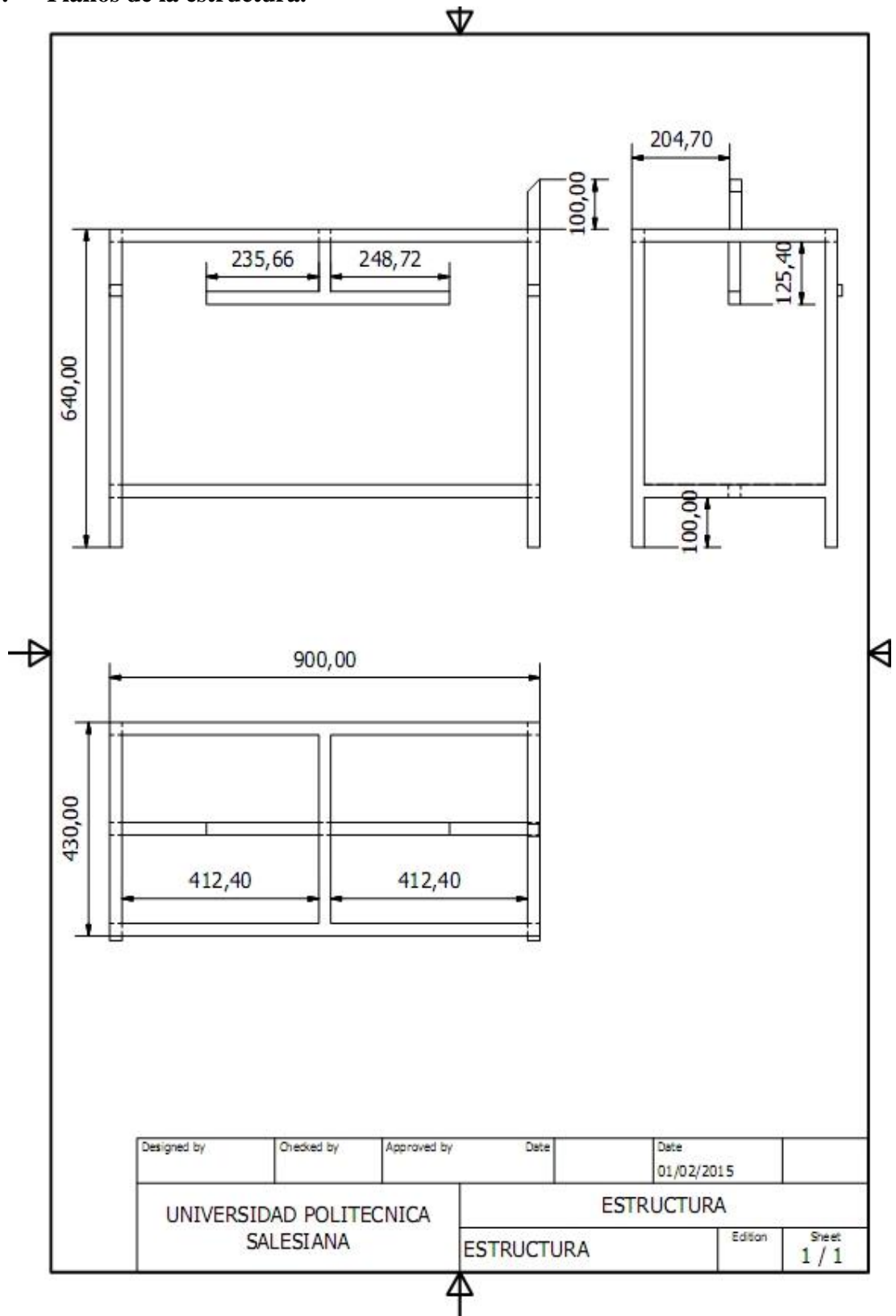
Detalle	Especificaciones
Material	Acero inoxidable # 304 L
Peso	45 Kilogramos
Voltaje	110 Voltios
Dimensiones	1,20 m de largo 1,10 m de altura 0,60 m de ancho
Sistema de calefacción	GLP
Sistema de enfriamiento	Agua potable al 15 °C

Fuente: los Autores

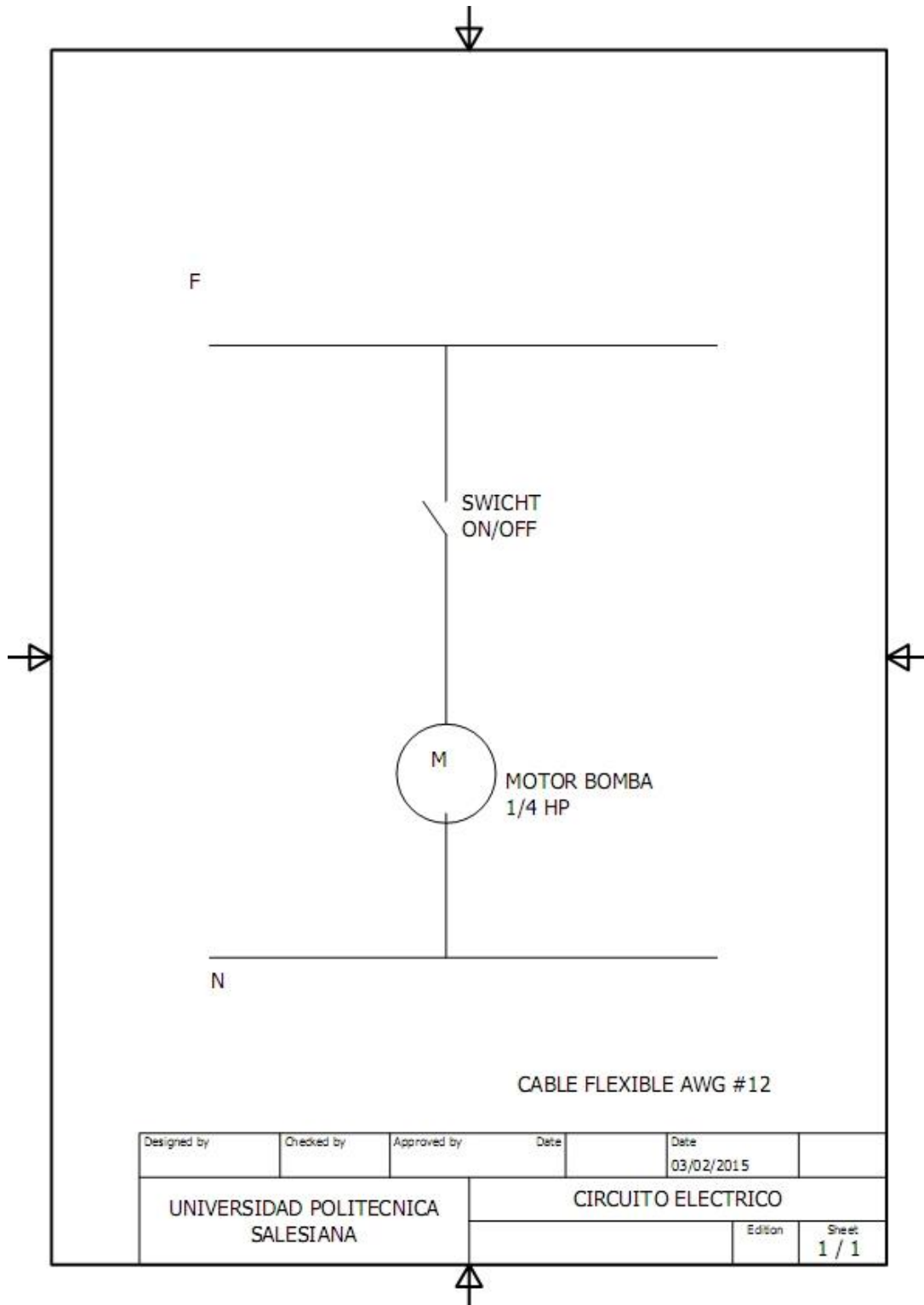
#### 4.5. Planos mecánicos



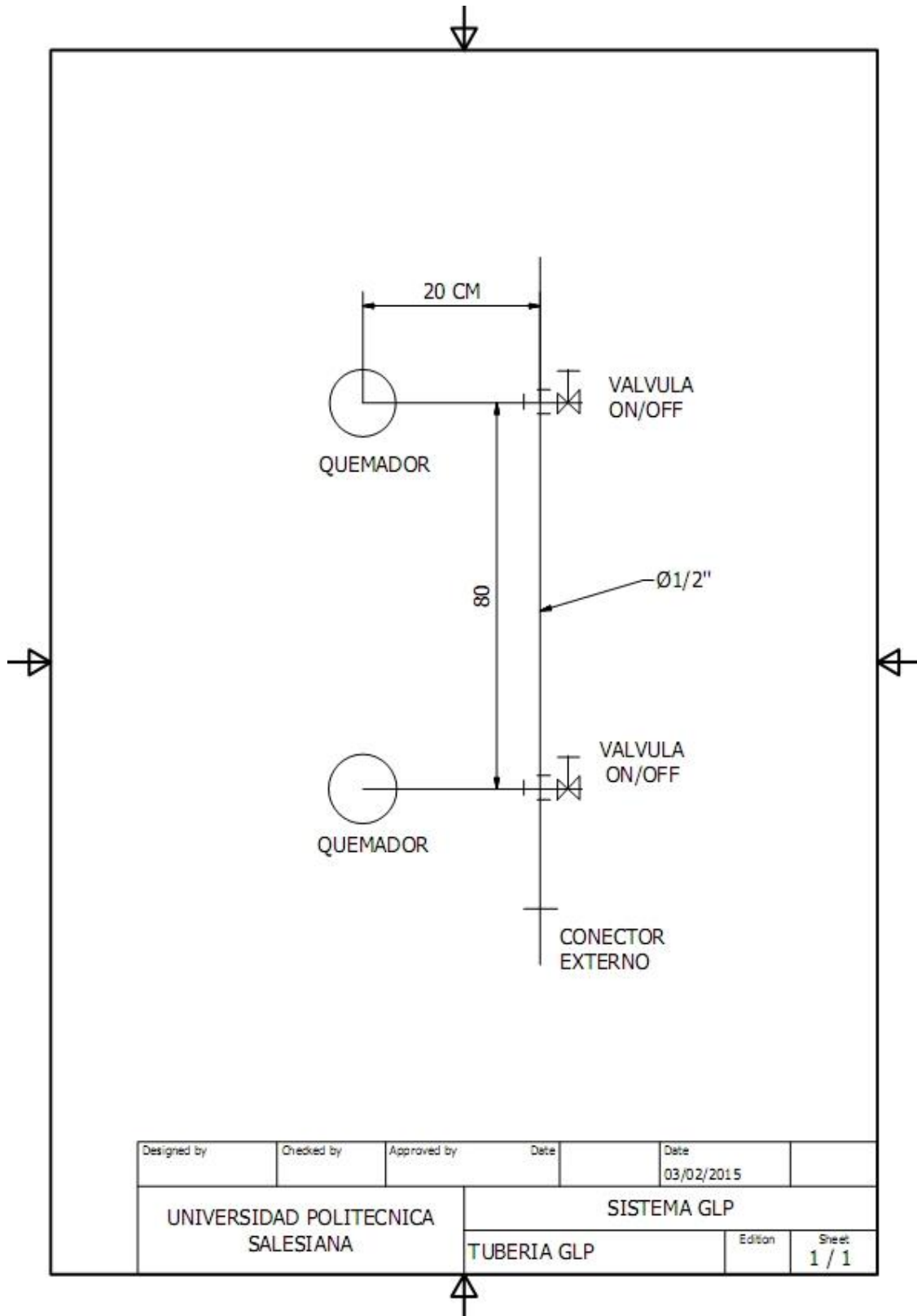
4.6. Planos de la estructura.



#### 4.7. Plano eléctrico

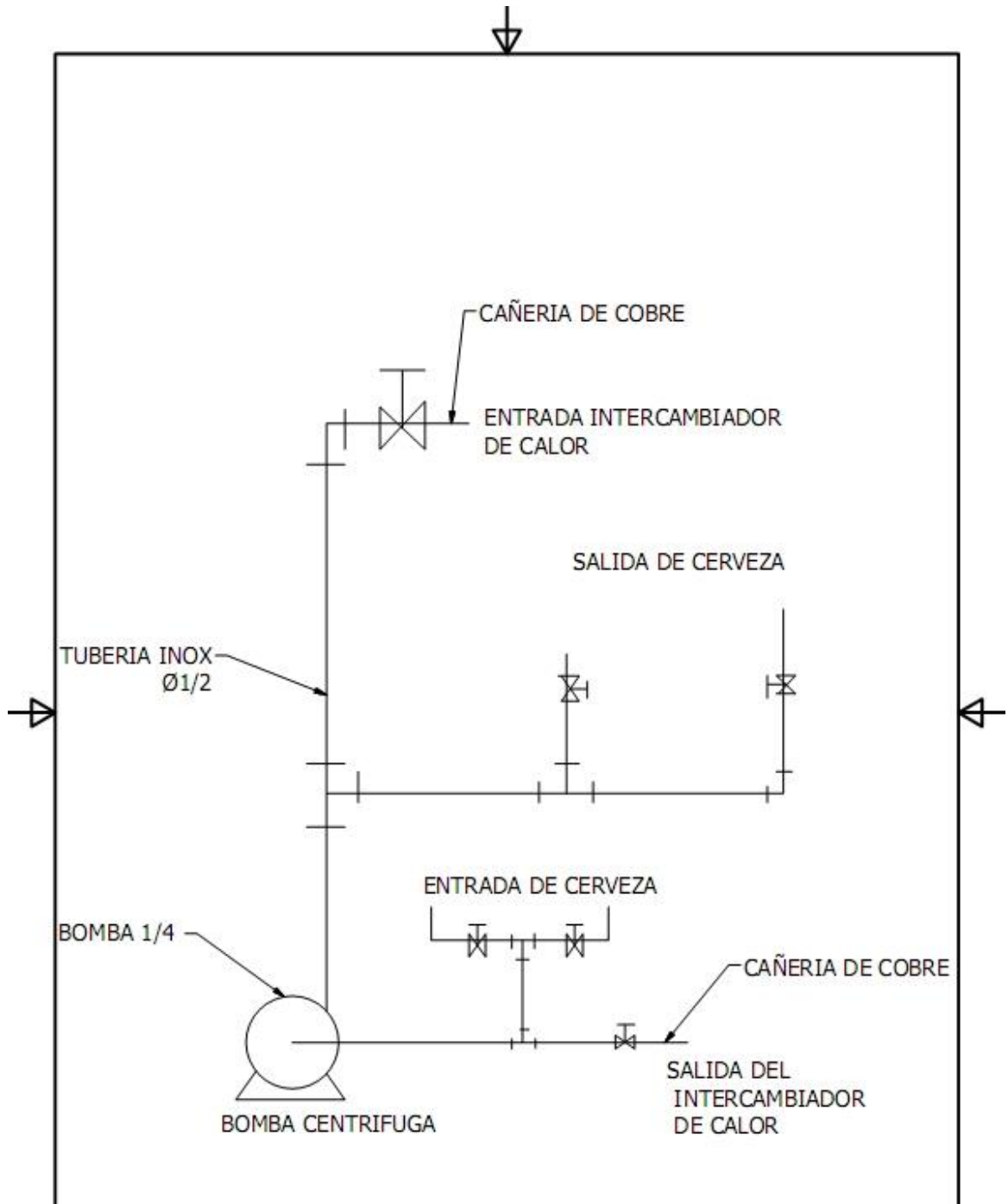


4.8. Plano del sistema de GLP.



Designed by	Checked by	Approved by	Date	Date	
				03/02/2015	
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA			SISTEMA GLP		
			TUBERIA GLP	Edition	Sheet
					1 / 1

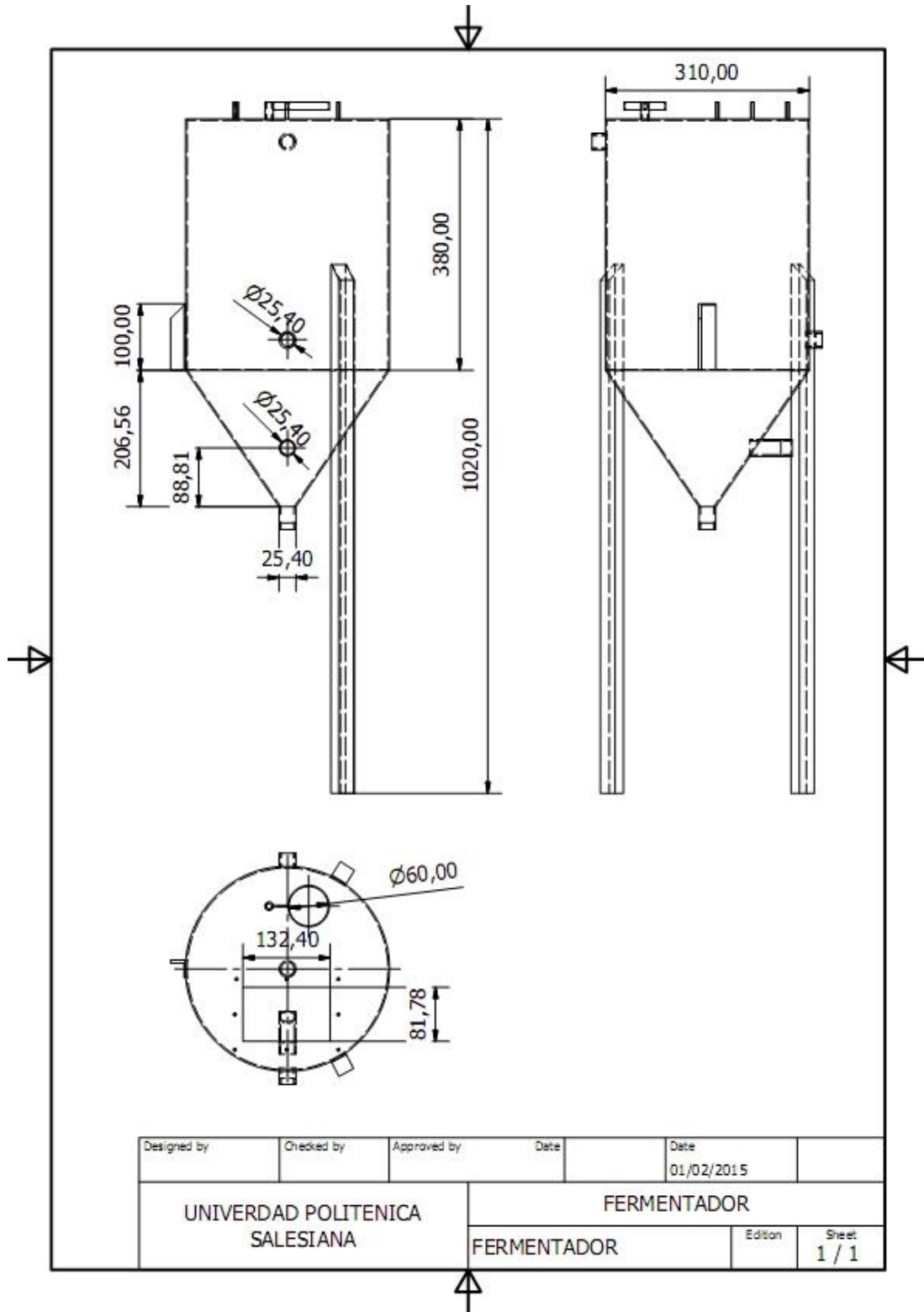
4.9. Plano del sistema hidráulico



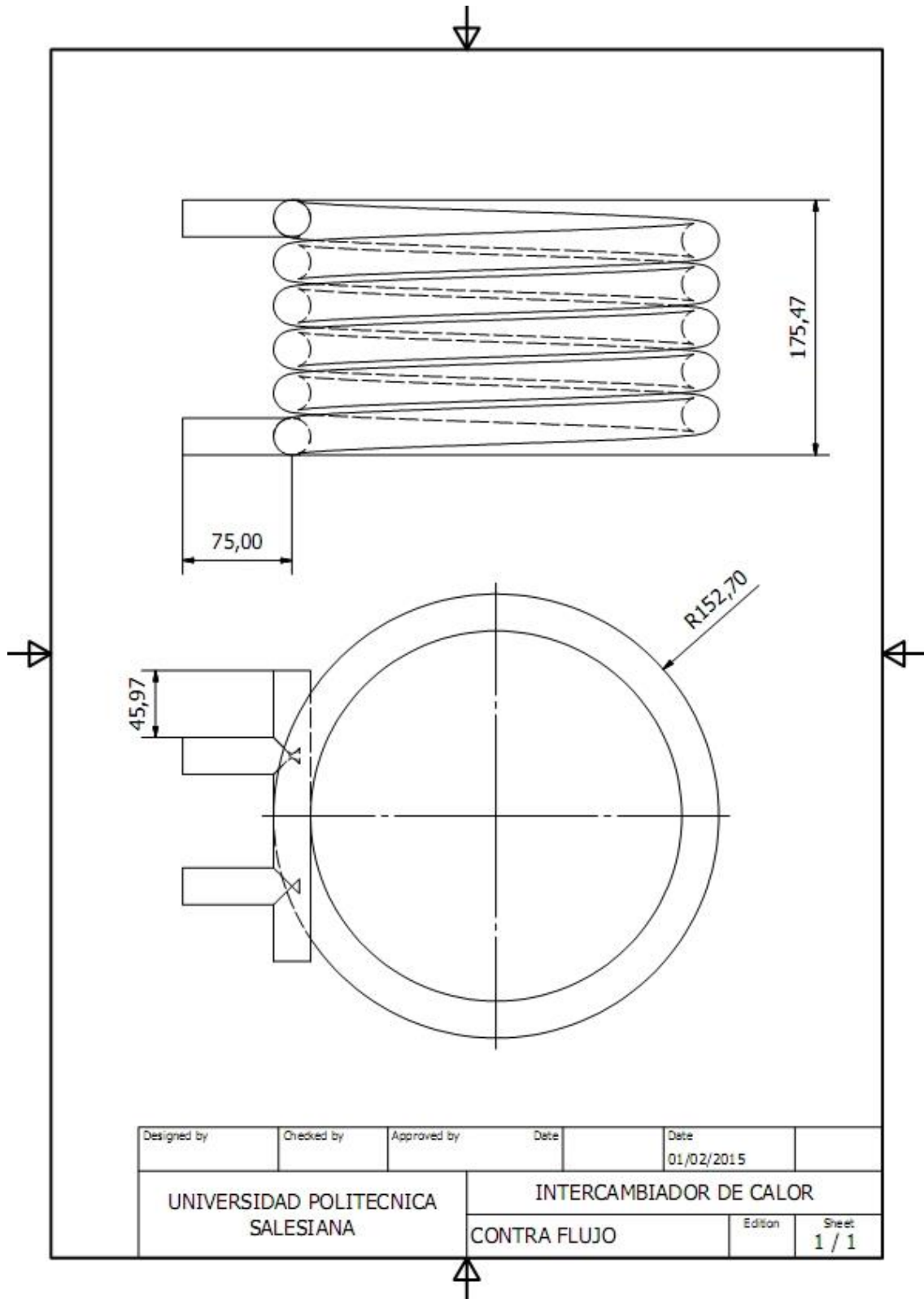
Designed by	Checked by	Approved by	Date	Date	
				03/02/2015	
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA			SISTEMA DE TUBERIA		
			Edición	Sheet	
				1 / 1	



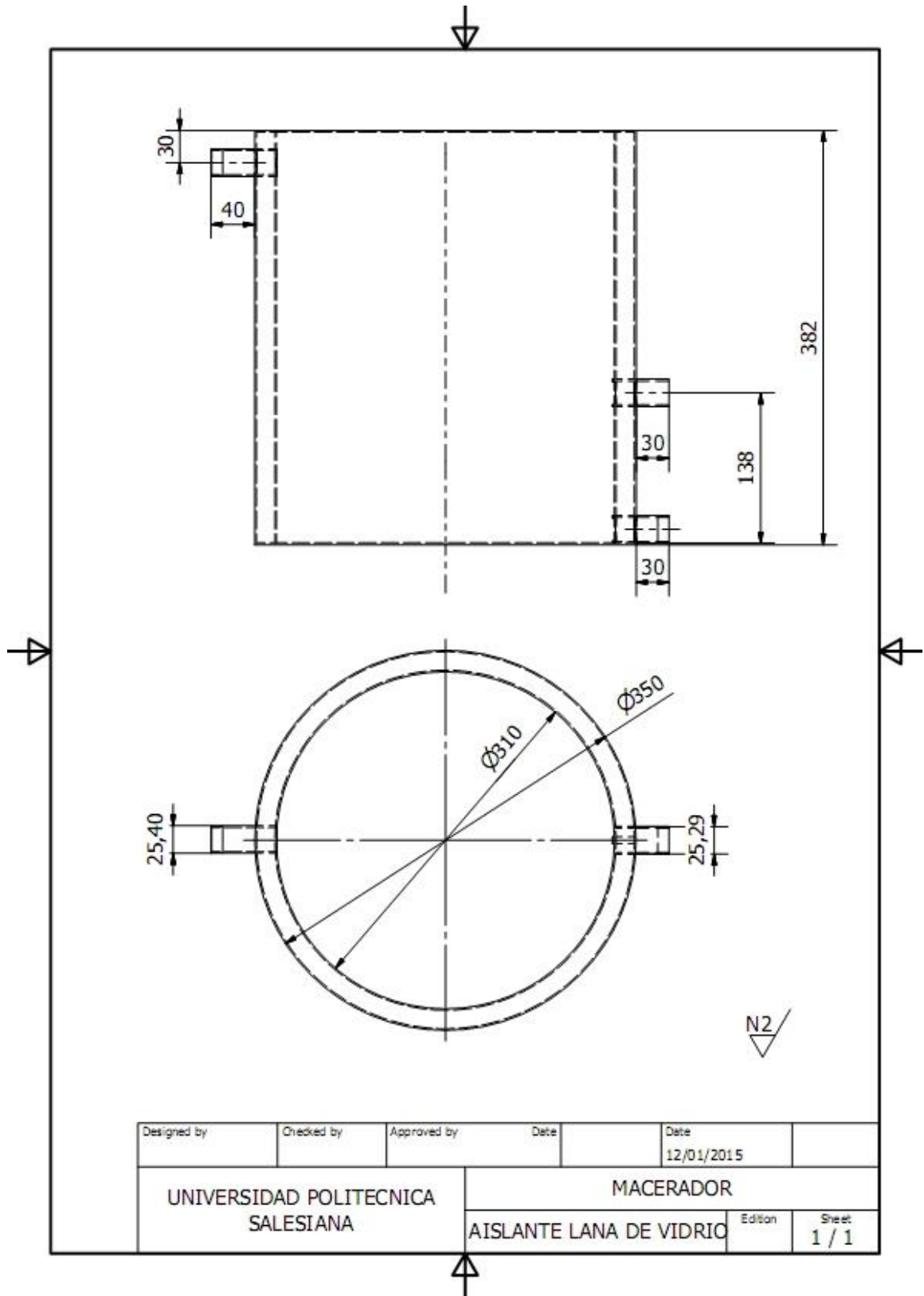
4.10. Plano del fermentador



4.11. Plano del intercambiador de calor

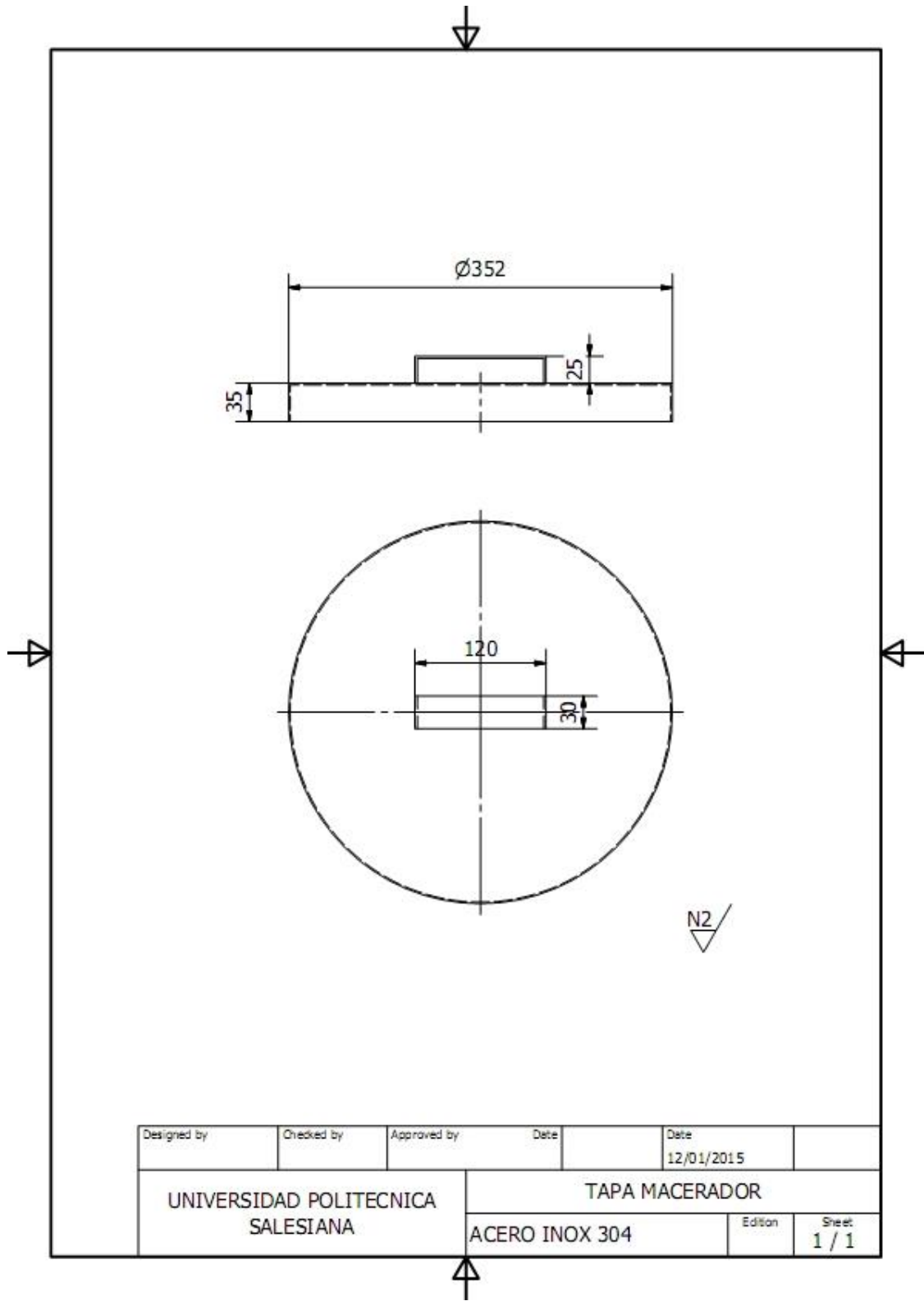


4.12. Plano del macerador

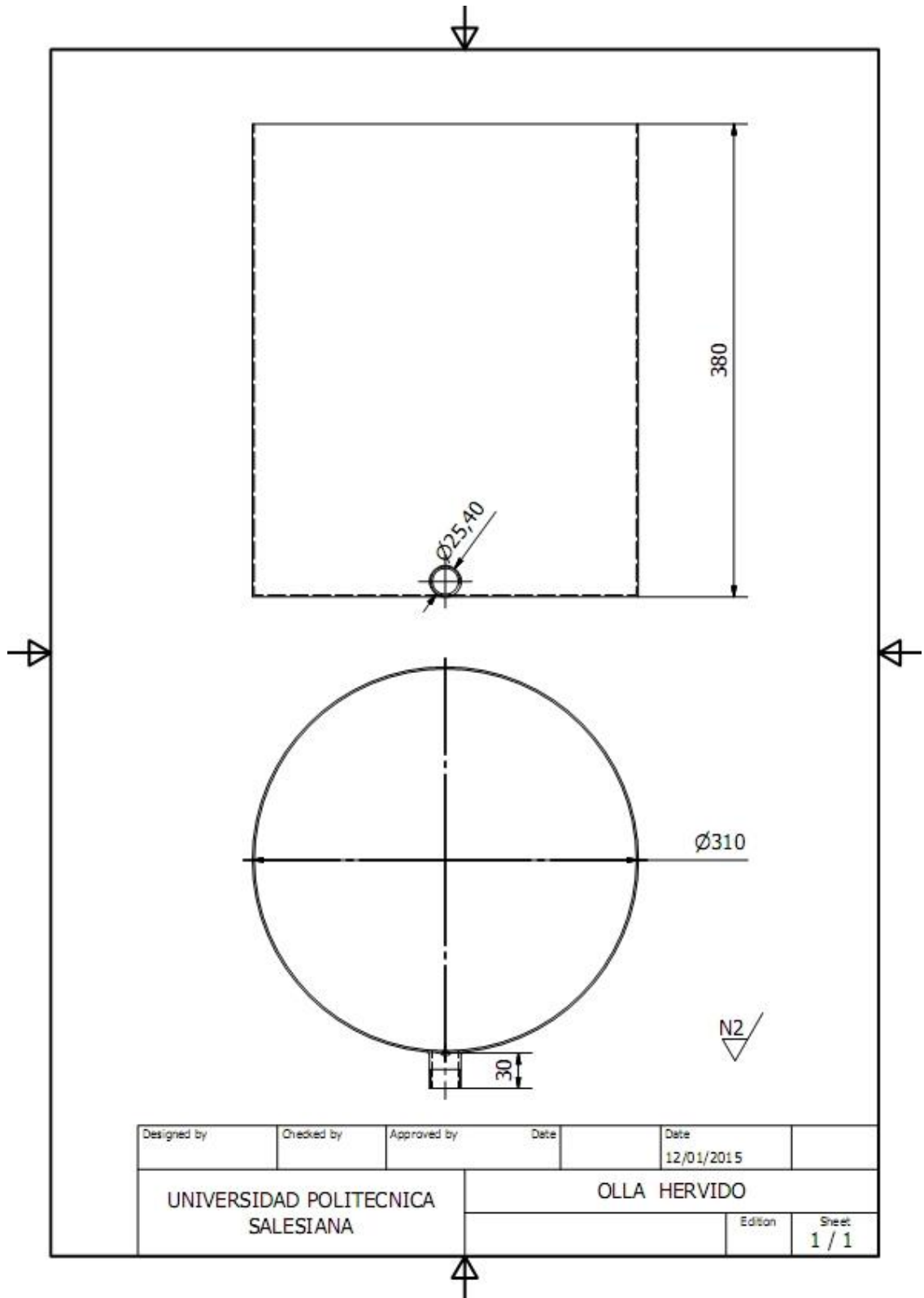


Designed by	Checked by	Approved by	Date	Date	
				12/01/2015	
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA			MACERADOR		
			AISSLANTE LANA DE VIDRIO	Edition	Sheet
					1 / 1

4.13. Plano de la tapa del macerador



4.14. Plano de la olla de hervor



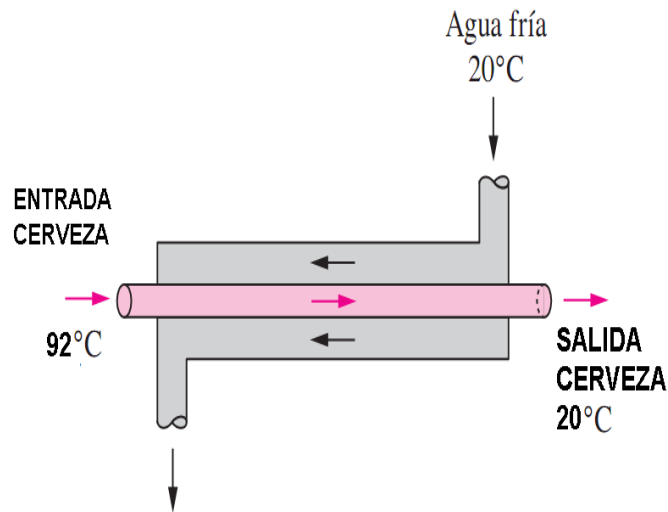
#### 4.15. Cálculos de diseño y construcción del fermentador

##### 4.15.1. Calculo de intercambiador de calor

Para obtener la temperatura adecuada para la fermentación, se diseña un intercambiador de calor de contraflujo ya que su eficiencia es del 80%. Determinaremos la longitud total con los siguientes cálculos.

Los parámetros de diseño son los siguientes:

##### Ilustración 5: intercambiador de calor



Fuente: Los Autores

Tabla 4: detalle de líquido

Cerveza	Agua
Calor específico 4206 J/Kg.k a 92 °C	Calor específico 4182 J/Kg.k a 20°C
Flujo masico 0.3 kg/s	Flujo masico 0.3 kg/s

Fuente: Los Autores

#### 4.15.2. Balance de energías

$$Q_{\text{cerveza}} = Q_{\text{agua}}$$

$$m * c_p * dT = m * c_p * dT$$

$$m * c_p * (T_{\text{sal}} - T_{\text{ent}}) = m * c_p * (t_{\text{sal}} - T_{\text{entr}})$$

$$0,3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} * 4206 \frac{\text{j}}{\text{kg k}} \cdot (92 - 20) = 0,3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} * 4182 \frac{\text{j}}{\text{kg k}} \cdot (T_{\text{sal}} - 20)$$

$$T_{\text{salida agua}} = 32,06 \text{ } ^\circ\text{C}$$

#### 4.15.3. Flujo de calor en intercambiador de calor

$$Q = U * A * DT$$

$$Q_{\text{cerveza}} = 850 \frac{\text{w}}{\text{MC}} * \pi * 0,25 * L * \frac{92 - 20}{\ln\left(\frac{92 - 20}{32 - 20}\right)}$$

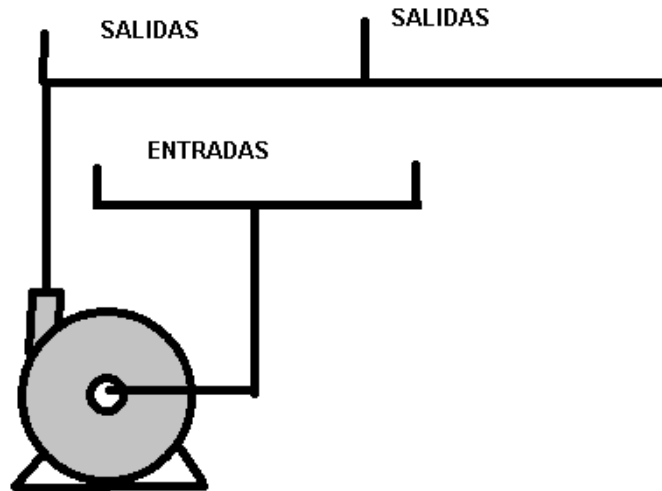
$$0,3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} * 4206 \frac{\text{j}}{\text{kg k}} \cdot (92 - 20) = 850 \frac{\text{w}}{\text{MC}} * \pi * 0,25 * L * \frac{92 - 20}{\ln\left(\frac{92 - 20}{32 - 20}\right)}$$

$$L = 13,89\text{m} = 14 \text{ metros}$$

#### 4.15.4. Cálculo para la selección de la bomba

Para calcular la potencia de la bomba se toma en cuenta la altura dinámica, las pérdidas de presión, el caudal necesario para la distribución en las diferentes partes del equipo.

### Ilustración 7: bomba de agua



Fuente: Los Autores

Se empieza calculando una potencia teórica

$$P_{teorica} = \rho * HB * g * Q_t$$

$\rho$  = densidad del agua

HB = altura dinámica

$g$  = gravedad

$Q_T$  = caudal total

**Tabla 5: descripción de la bomba**

Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
Altura dinámica	0.60 m
Gravedad	9,81m/s <sup>2</sup>
Caudal total	0.012m <sup>3</sup> /seg



Fuente: Los Autores

$$P_{teorica} = \frac{1000\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.60\text{m} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * \frac{0,012\text{m}^3}{\text{seg}}$$

$$P_{teorica} = 70632 \frac{\text{kgm}^2}{\text{seg}^3}$$

Transformamos a Hp dividiendo para 745

$$P_{teorica} = \frac{70632}{745} = 0.099 \text{ HP}$$

Para obtener la potencia real dividimos la potencia teórica para la eficiencia de la bomba en nuestro caso consideramos la eficiencia de 85%.

$$P_{real} = \frac{0.099}{0.85} = 0.12 \text{ HP}$$

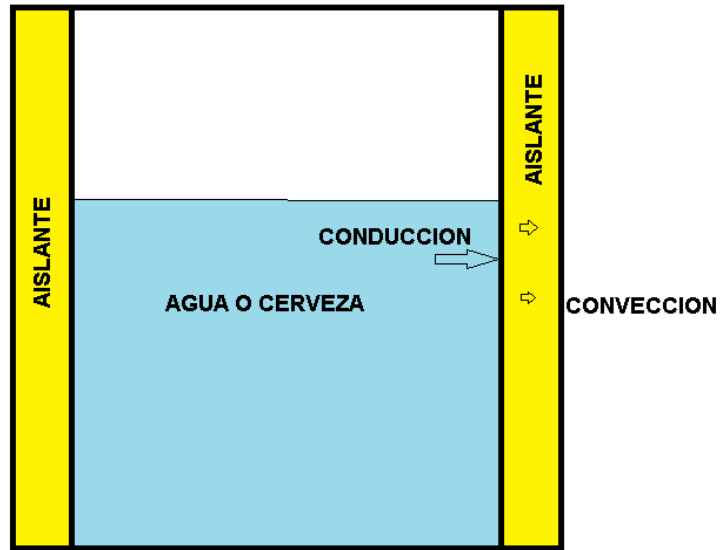
Con este valor podemos adquirir una bomba de ¼ HP ya que se encuentra desde estos valores en el mercado.

#### 4.15.5. Cálculo del aislante térmico

Para el cálculo del aislante térmico se realiza el cálculo de radio crítico de aislamiento y este tema nos da el valor mínimo de aislamiento requerido.

Debemos tomar en cuenta la transferencia de calor que se genera en el macerador.

**Ilustración 8: Aislante termico del macerador**



Fuente: Los Autores

Tenemos transferencia de calor por conducción y por convección, las constantes de conducción y convección los obtenemos de tablas.

Constante de conducción k acero inoxidable .....0.24w/m.c

Constante de convección h lana de vidrio .....12 w/m2.c

**4.15.6. Radio critico**

$$R_{critico} = \frac{k \text{ acero inoxidable}}{h \text{ lana de vidrio}}$$

$$R_{critico} = \frac{0,24 \text{ w/mc}}{12 \text{ w/m}^2\text{c}}$$

$$R_{critico} = 0.020\text{m}$$

$$R_{critico} = 2 \text{ cm}$$

## **4.16. ANÁLISIS DE SEGURIDAD Y RIESGOS**

### **4.16.1. Seguridad**

Los accidentes son eventos inesperados que producen daños a una persona o maquinaria, lo que genere pérdida de tiempo es decir pérdida de dinero, los accidentes pueden ser producidos por dos causas, condiciones inseguras y actos inseguros. Se debe tomar en cuenta la seguridad industrial para evitar los riesgos y el peligro generando accidentes.

### **4.16.2. Protección corporal**

La protección corporal es importante y deben estar siempre disponibles para los operarios y deben reunir las siguientes condiciones:

- Disponibilidad
- Productos de buena calidad
- Comodidad
- Funcionabilidad
- Necesidad de uso

Se tiene como prioridad la seguridad hacia nuestros sentidos es decir vista, oído y olfato que son los más vulnerables a sufrir daños, por lo cual la protección para estos existen muchos tipos dependiendo el ambiente de trabajo.

En este equipo para elaboración de cerveza se requiere el uso de gafas transparentes, para los oídos no se requiere protección ya que no se generan ruidos fuertes que puedan afectarnos, tampoco se requiere protección respiratoria pero si el uso de una mascarilla ya que el ambiente de trabajo es agroindustrial y se estará en contacto con alimentos y

de igual manera el uso de guantes es obligatorio para evitar cualquier tipo de contaminación.

#### **4.16.3. Riesgo industrial**

Para la instalación del equipo se requiere un ambiente con buena ventilación ya que se utilizara gas, además una instalación eléctrica segura y tomas de agua cercanas.

Para analizar los riesgos del equipo hemos separado por señales de advertencia, señales de prohibición y señales de obligatoriedad.

#### **4.16.4. Señales de advertencia de peligro para los elementos del equipo tales como**

- Riesgo de incendio gas inflamable
- Maniobrar exclusivamente personal autorizado
- Atención alta temperatura
- Riesgo eléctrico

##### **4.16.4.1. Señales de prohibición**

- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra
- Prohibido fumar
- Prohibido reparar maquina en funcionamiento

#### **4.16.4.2. Señales de obligatoriedad**

- Obligatorio el uso de guantes
- Obligatorio uso de mascarillas
- Agua potable

# CAPITULO V

## 5 OPTIMIZAR EL FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE LA MAQUINARIA.

### 5.1. Calibración y puesta en marcha del equipo

Dentro de la calibración del equipo consideramos varios ítems importantes

- ❖ Lavado.- detergente e insumos de limpieza
- ❖ Verificar la toma de agua
- ❖ Sistema eléctrico 110 Voltios
- ❖ La válvula del gas que sea regulable, calibración del aire-gas para que se llegue a obtener una llama azul.
- ❖ Regular el caudal de la bomba, la llave de paso.
- ❖ Verificación y calibración de los termómetros.
- ❖ Verificación y control de la válvula de aire.
- ❖ Control de hermetizado de la tapa del fermentador.
- ❖ Utilización del equipo personal, guantes isotérmicos y de neopreno.
- ❖ Principales parámetros de control del proceso: temperatura de maceración, tiempo de macerado, tiempo de cocción, tiempo de adición de lúpulo y levadura, tiempo de fermentación.

# CAPITULO VI

## 6 PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA CERVEZA.

### 6.1. LA CERVEZA

#### Ilustración 9: La Cerveza



Fuente: Los autores

Es una bebida alcohólica, que se obtiene de fermentar con el aporte de una levadura, el mosto conseguido de la fusión de cereales molidos, previamente maltados y aromatizados con la flor de lúpulo. (Arana, F. J. C. (2014))<sup>33</sup>

---

<sup>33</sup> Arana, F. J. C. (2014). *Guía de Cervezas Artesanas Españolas*. Editorial Visión Libros.

## 6.1.2. MALTEADO

### Ilustración 10: Cebada malteada



Fuente: Los Autores

El malteado consiste en dejar germinar los granos de cebada durante un período aproximado de una semana (según las condiciones de temperatura) en contacto con agua, y secarlos a continuación en hornos. Según la temperatura de estos hornos y los tiempos que se aplique se conseguirán maltas pálidas, caramelizadas o tostadas. (Mena Galvis, C. A. (2013)<sup>34</sup>

#### 6.1.2.1. Remojo

En tanques de fondo cónico se inicia el crecimiento del grano, se usa agua de 12 a 16 °C y el aire utilizado se inyecta por separado lo anterior se realiza por un periodo de 40 a 48 horas. El agua entra al embrión a través del micrópilo, hasta que el contenido de hu-

---

<sup>34</sup> Mena Galvis, C. A. (2013). *Formulación de plan de negocios para una empresa productora y comercializadora de Cerveza artesanal en la ciudad de Bucaramanga.*



medad de los granos aumenta de 44 a 46%, el agua es cambiada cada 6 u 8 horas y nunca es reciclada. (Hernández Santana, F. (2009))<sup>35</sup>

#### **6.1.2.2. Germinación**

Del tanque de remojo la cebada es transferida al recipiente de germinación. Durante un periodo de 4 días a 13-16°C y 100% de humedad, la cebada crece. Esta cama es lentamente mezclada por una máquina para prevenir que las raicillas se enreden entre sí y para promover un crecimiento uniforme en toda la cama. (Hardwick, 1995)<sup>36</sup>

#### **6.1.2.3. Secado**

Puede hacerse en el mismo recipiente en que ocurrió la germinación. Para prevenir desnaturalización de las enzimas requeridas para el proceso de cervecería, la malta verde, es secada lentamente. La temperatura del aire de secado incrementa de 50 a 80°C con varios gradientes. (Op cit.)<sup>37</sup>

---

<sup>35</sup> Hernández Santana, F. (2009). *Efecto de la temperatura y el tiempo de maceración en la elaboración de un prototipo de cerveza tipo Bock.*

<sup>36</sup> Hardwick 1995. *Hand book of brewing.* New York, USA, Marcel Dekker, inc. 714 p

<sup>37</sup> Hernández Santana, F. (2009). *Efecto de la temperatura y el tiempo de maceración en la elaboración de un prototipo de cerveza tipo Bock.*

### 6.1.3. Maceración

#### Ilustración 11: Maceración de la malta



Fuente: Los Autores

La maceración consiste en empastar la malta con agua, con el objetivo de transformar el almidón que contiene la misma en azúcares fermentables y dextrinas, además de convertir las proteínas en aminoácidos y péptidos, nutrientes necesarios para la levadura durante la etapa de fermentación. (Op cit.)<sup>38</sup>

Por ejemplo Una curva estándar de macerado se realiza de la siguiente forma: 40°C durante 30 min, 52°C durante 30 min, de 62°C a 65°C durante 60 min y 72°C durante 30 min. (Medina, (2014))<sup>39</sup>

---

<sup>38</sup> Dantur, M. A., & Fortuna, A. M. Estudio de mercado para la organización de una pyme de bases biotecnológicas: cerveza de elaboración artesanal.

<sup>39</sup> Medina, S. A., Loaiza, D. G., & Mora, I. D. “Automatización de Planta Piloto para la Producción de Cerveza Tipo Artesanal.” (2014).

Los procesos de malteado y maceración en la fabricación de cerveza se llevan a cabo de tal manera que solo el 60 % del almidón se transforma en azúcares fermentables. El 40 % restante son dextrinas no fermentables que convierten a la cerveza en una bebida rica en calorías. Estos son los responsables también de impartir cuerpo o viscosidad a la cerveza. (Op cit.)<sup>40</sup>

#### **6.1.4. Filtrado**

Luego filtrar el mosto y pasarlo a la cuba de cocción, durante este proceso se separa la parte espesa del líquido dulce utilizando un filtro en el fondo de la cuba, el mismo está formado por una lámina metálica con agujeros, por donde sale el líquido, quedándose los restos dentro de la cuba. Para aprovechar todo el azúcar, al finalizar la filtración se lava con agua caliente (72°C) por la cuba, llevándose los últimos restos del azúcar. El líquido dulce se llama Mosto. (Sanlate Matos, J. (2010))<sup>41</sup>

#### **6.1.5. Cocción**

*Luego de haber extraído el mosto del proceso de maceración, se pasa a la fase de cocción en donde el mosto es llevado a punto de hervor y se inician con las adiciones de lúpulo. De igual forma, las adiciones de lúpulo serán determinadas por el estilo de cerveza que se esté realizando. Esta cocción a punto de hervor se realiza por 60 o 90 minutos, o inclusive más. Los lúpulos de amargor se añaden en la fase inicial del hervor para extraer la mayor cantidad de ácidos esenciales, mientras que los lúpulos aromáticos se agregan en fases tardías o finales del hervor para evitar la*

---

<sup>40</sup> Dantur, M. A., & Fortuna, A. M. Estudio de mercado para la organización de una pyme de bases biotecnológicas: cerveza de elaboración artesanal.

<sup>41</sup> Sanlate Matos, J. (2010). *Efecto de temperatura de tostado de malta y del porcentaje de trigo en la elaboración de una cerveza tipo Weissbier Alemana.*

*descomposición de ácidos esenciales. Por ende, contribuyen a resaltar el aroma del lúpulo en la cerveza. (Delgado & Cortes (2014).)*<sup>42</sup>

#### **6.1.6. Enfriado.**

El mosto lupulado se filtra y se enfría para agregar las levaduras necesarias que debe ser de trigo no puede ser otra para provocar la fermentación que transformará los azúcares del mosto en alcohol y CO<sub>2</sub>. (Op cit.)<sup>43</sup>

Antes de entrar en las cubas de fermentación se enfría el mosto a una temperatura de 15°C a 20°C para que al inyectar la levadura (que son organismos vivos) tenga efecto. (Cabrera Martínez, C. L. (2013).)<sup>44</sup>

#### **6.1.7. Fermentación.**

La fermentación consiste en degradar el sustrato compuesto por glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa, etc., por medio de las levaduras en etanol (CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH), o alcohol etílico, produciendo dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y una molécula de Adenosin trifosfato. (Rubio, S., & José, M. (2012).)<sup>45</sup>

---

<sup>42</sup> Cortes, S. N., & Delgado, G. A. El Búho Cervecería Artesanal. (2014).

<sup>43</sup> Sanlate Matos, J. (2010). *Efecto de temperatura de tostado de malta y del porcentaje de trigo en la elaboración de una cerveza tipo Weissbier Alemana.*

<sup>44</sup> Cabrera Martínez, C. L. (2013). *Estudio de factibilidad para la creación de una Microempresa productora y comercializadora de cerveza, en el cantón Cotacachi, provincia de Imbabura.*

<sup>45</sup> Rubio, S., & José, M. (2012). *Industrialización de cerveza de cebada, Hordeum distichon con extracto de ginseng panax ginseng, para desarrollo de una bebida innovadora en sabor, presentación para la ciudad de Quito.*

Al momento que se produce este proceso el mosto ha perdido grandes concentraciones de proteínas, azúcares, aminoácidos y vitaminas. El pH desciende 5.3 - 4 y se produce un porcentaje de alcohol del 3- 4% p/v. (Hough, J. (2002).)<sup>46</sup>

## **6.2. TIPOS DE CERVEZA ARTESANAL**

Cervezas con características similares como el sabor y el aroma se clasifican en grupos de familias o tipos; La primera y gran división se refiere al tipo de levadura que se utiliza, pudiendo ser esta de fermentación alta (Ale) o de fermentación baja (Lager) tanto sólidas como líquidas. (Carmona Montiel, 2011)<sup>47</sup>

---

<sup>46</sup> Hough, J. (2002). *Biotecnología de la Cerveza y de la Malta*. Zaragoza: Acribia.

<sup>47</sup> Carmona Montiel, r. I., Díaz Buendía, G. r. e. g. o. r. i. o., Huerta Luna, A. r. a. e. l., Martínez Sánchez, O. s. c. a. r., & Díaz Fuentes, G. a. b. r. i. e. l. a. (2011). *Creación de una microempresa dedicada a la elaboración de cerveza artesanal* (Doctoral dissertation).

# CAPÍTULO VII

## 7 ELABORACIÓN DE LA CERVEZA ARTESANAL

### 7.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 7.1.2. Ubicación geográfica

**Tabla 6: Ubicación**

<b>Provincia</b>	Azuay
<b>Cantón</b>	Cuenca
<b>Sector</b>	Universidad Politécnica Salesiana

Fuente: Los Autores

#### 7.1.3. Características climáticas

**Tabla 7: Características climáticas**

<b>Temperatura media anual</b>	7 -15 ° C invierno 12 – 25 ° C verano
<b>Altitud</b>	2550 msnm
<b>Humedad relativa</b>	80 – 90 %
<b>Latitud</b>	2 <sup>0</sup> 54'08" S
<b>Longitud</b>	79 <sup>0</sup> 00' 19" O

Fuente: Los Autores

## **7.2. MATERIAS PRIMAS E INSUMOS**

### **7.2.1. Materiales y equipos**

#### **7.2.1.1. Equipos**

- Molino de cereales
- Fermentador
- Corchadora

#### **7.2.1.2. Instrumentos**

- Termómetro
- Balanza gramera
- Probeta 500 ml
- Alcoholímetro
- Brixómetro
- Utensilios de plástico
- Filtro de acero inoxidable
- Tapas corona
- Botellas corona
- Cucharas
- Cucharones de aceros inoxidables

#### **7.2.1.3. Insumos**

- Lúpulo
- Tres variedades de Cebada:
  - Terán 78

- Duchicela
- Cañicapa
- Levadura cervecera (*Saccharomices seviceae*)
- Agua potable
- Clarificante ( Carragenina )
- Sacarosa

#### **7.2.1.4. Reactivos.**

- Etanol

### **7.3. MÉTODOS**

#### **7.3.1. Factores en estudio**

La evaluación de la implementación de un sistema de fermentación para elaboración de cerveza artesanal con la utilización de tres variedades de cebada, estas tres variedades fueron sometidas a un mismo proceso y condiciones de elaboración.

#### **7.4. OPTIMIZAR EL FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE LA MAQUINARIA.**

La optimización del sistema de fermentación se basó por acciones de proceso y desarrollo y elaboración de la cerveza artesanal.



#### 7.4.1. Tabla de elaboración de cerveza artesanal

**Tabla 8: Elaboración de la cerveza**

<b>Planos</b>	<b>Adaptación</b>	<b>Control</b>	<b>Ajustes generales</b>
<b>Mecánicos</b>	Identificación Circuitos	Control y calibración	Control de caudal
<b>Eléctrica</b>	Identificación de circuitos	Calibración	110 voltios  60 ciclos.
<b>Sistema de GLP</b>	Válvulas reguladoras de gas	Calibración	Calibración de aire y gas

Fuente: Los Autores

#### 7.4.2. Tabla Principal para parámetros de control del proceso

**Tabla 9: Parámetros de control**

<b>Maquina</b>	<b>Parámetros de control</b>	<b>Seguridad</b>
Sistema de fermentación	Tiempo y temperatura	Equipo de seguridad industrial

Fuente: Los Autores

## 7.5. FABRICACIÓN DE LA CERVEZA ARTESANAL

### 7.5.1. Equivalencias

En este cuadro se describe las tres variedades de cebada y sus abreviaturas que se utilizarán en el desarrollo de la práctica.

**Tabla 10: Cuadro de equivalencias**

<b>Variedad</b>	<b>Equivalencias</b>
Terán	T 1
Duchicela	D1
Cañicapac	C1

Fuente: Los Autores

### 7.5.2. PRÁCTICA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN

#### 7.5.2.1. MALTA:

**Tabla 11: Cantidad de malta**

<b>Variedad</b>	<b>Cantidad</b>
T1	4 kg

D1	4 kg
C1	4 kg

Fuente: Los Autores

### 7.5.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO CEBADA

**Tabla 9: Detalle del experimento**

	<b>cantidad</b>	<b>Descripción</b>
Numero de tratamientos	3	T1, D1 , C1
Número de unidades experimentales	3	20 L

Fuente: Los Autores

### 7.5.2.3. Unidad experimental

Cada unidad experimental está considerado por la diferencia de las variedades, es decir que cada unidad se obtuvo 20 botellas de 750 ml.

**Tabla 13: Cantidad de cerveza obtenida**

T1	15 L
D1	15 L
C1	15 L

Fuente: Los Autores

#### 7.5.2.4. Manejo específico del experimento

Las variables a ser analizadas son las siguientes:

**Tabla 14: Manejo específico del experimento**

<b>Análisis</b>	<b>Cerveza artesanal</b>	<b>Cerveza industrial</b>	<b>Instrumento</b>
pH	4.69	4.73	Potenciómetro (Boeco Germany PT-70 )
° GL	4.7 v/v	4.1 v/v	Alcoholímetro (Alla France)
Densidad	1.007	1.010 gr/cm <sup>3</sup>	Densímetro

Fuente: Los Autores

### 7.5.3. DESCRIPCIÓN DEL FLUJO DE OPERACIONES

#### 7.5.3.1. MALTEADO

##### 7.5.3.1.1. Selección del grano

Esta operación consiste en eliminar a todos los granos con deformidades y posibles enfermedades, para obtener materia prima uniforme y libre de gérmenes, puesto que cualquier defecto afectara a la estabilidad del producto final.

## **Ilustración 12: Selección del grano de la cebada**



Fuente: Los Autores

Esta labor se realiza con la utilización de diferentes tamices que permitan eliminar impurezas mayores y menores, con relación al tamaño del grano de la cebada, dejando los residuos de la cosecha fuera del grano.

### **7.5.3.1.2. Remojado del grano**

Se puso a remojar el grano de la cebada en dos etapas, la primera etapa durante 48 horas, y en la segunda etapa se cambia toda el agua y se deja por 6 horas más, así conseguimos un grano limpio de impurezas, blando e hinchado por la absorción del agua.

### **7.5.3.1.3. Germinado**

El grano de cebada ya clasificada es sometido a condiciones de humedad del 14% al momento de almacenar hasta el 25% considerando que el producto final se quiere una cerveza clara, la temperatura inicial de almacenaje es de 12 a 14 °C y aireación constante. Estos granos son almacenados durante 5 días, obteniendo un brote llamado plúmula y la radícula, este brote tiene la dimensión del tamaño del grano, en este

momento el brote emite una enzima que convierte el almidón en azúcar para alimentarse, es ahí donde se interrumpe el germinado para continuar con el siguiente proceso.

### **Ilustración 13: Germinado del grano de la cebada**



Fuente: Los Autores

#### **7.5.3.1.4. Secado del grano**

En este proceso los granos germinados se deposita en un lugar fresco y seco, así removemos la humedad y prevenimos un crecimiento o modificación posterior, al tener un producto seco y estable se pueda almacenar y transportar, se preservar las enzimas, y se desarrolla y estabiliza propiedades como el sabor y color.

#### **Ilustración 14: Secado del grano de la cebada**



Fuente: Los Autores

#### **7.5.3.2. MOLIDO O TRITURADO**

En el proceso del molido se destruye el grano de la cebada, rompiendo el núcleo del grano haciendo trozos pequeños, y se intenta no romper la cascara, puesto que la cascara nos ayuda en la infusión impidiendo la formación de pelotas de harina, ésta cascara actúa como filtrante natural y facilita la extracción del producto, y así esta malta esta lista para los procesos de la maceración. En este caso se tritura una cantidad de 4 kilos de cada una de las 3 variedades, en un molino corona, depositando el material triturado en distintas bandejas de plástico y aluminio previamente desinfectadas.

### **Ilustración 15: Molido de la cebada**



Fuente: Los Autores

#### **7.5.3.3. TOSTADO DE LA MALTA**

Para dar inicio al proceso de la maceración debemos tomar 250 gr del total de cada variedad y llevar al proceso del tostado, con la finalidad de obtener una coloración dorada de la cerveza.

El tostado se realizó durante 5 min, utilizando un sartén de acero inoxidable y una cuchara de madera, considerando que el tostado de cada variedad fue sometido en las mismas condiciones de tiempo y temperatura.



### Ilustración 16: Tostado de la malta



Fuente: Los Autores

**Tabla 15: Cantidad de malta a tostar**

<b>cebada</b>	<b>Cantidad de malta</b>	<b>Cantidad de malta a tostar</b>	<b>Tiempo de tostado de las tres variedades</b>	<b>Temperatura</b>
T1	3,75 kg	250 g	5 min	80 °C
D1	3.75 kg	250 g	5 min	80 °C
C1	3.75 kg	250 g	5 min	80 °C

Fuente: Los Autores

#### **7.5.3.4. MACERACIÓN DE LA MALTA**

Después de realizar el tostado, se mezcla con el restante de malta, para luego ser incorporado en el cilindro macerador de la máquina.

En este proceso el cilindro destinado a la maceración se encuentra con agua caliente a 70 °C, en donde se incorpora la malta previamente molida, por un tiempo de 90 min produciendo la gelatinización de almidones y se extrae enzimas naturales de la malta convirtiendo los almidones en azúcares fermentables, este proceso se le conoce como proceso enzimático. Este proceso requiere movimientos constantes para ello el cilindro macerador dispone de un sistema de recirculado en donde recubre toda la superficie.

#### **Ilustración 17: Maceración de la malta**



Fuente: Los Autores

### 7.5.3.5. FILTRACIÓN PREVIA

En la filtración realizamos el transporte del caldo o mosto a otro cilindro de cocción, quedando la materia sólida suspendida en el tamiz cilíndrico destinado para este proceso. Como se indica en la figura.

**Ilustración 18: Filtración del mosto**



Fuente: Los Autores

Al momento de pasar el caldo o mosto al cilindro de cocción se toma una muestra para medir la densidad, esta prueba lo realizamos a una temperatura de 20°C.

Se obtuvo los siguientes datos:

**Tabla 16: Densidades del mosto**

Variedad	Densidad optima	Densidad Obtenida
T1	1.025	1.030

D1	1.025	1.021
C1	1.025	1.022

Fuente: Los Autores

### Ilustración 19: Densidad del mosto



Fuente: Los Autores

#### 7.5.3.6. COCCIÓN DEL MOSTO

Luego de realizar el recirculado del mosto y contar con la densidad adecuada se procedió a la cocción del mosto por un tiempo de 1 hora, en donde se desdobra la maltosa en azúcares simples. También tiene la finalidad de eliminar posibles bacterias no deseadas.

**Ilustración 20: Cocción del mosto.**



Fuente: Los Autores

En esta etapa se adiciona el lúpulo en tres distintos tiempos como se describe en el siguiente cuadro.

**Ilustración 21: Dosis de lúpulo**



Fuente: Los Autores

**Tabla 17: Cuadro de intervalos de adición de lúpulo**

<b>Variedad</b>	<b>Fases de adición</b>	<b>Tiempo de adición</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Aporte</b>
T1	Primera	Ebullición	7 g	Amargor
	Segunda	30 min	7 g	Sabor
	Tercera	60 min	7 g	Aroma
D1	Primera	Ebullición	7 g	Amargor
	Segunda	30 min	7 g	Sabor
	Tercera	60 min	7 g	Aroma
C1	Primera	Ebullición	7 g	Amargor
	Segunda	30 min	7 g	Sabor
	Tercera	60 min	7 g	Aroma

Fuente: Los Autores

#### **7.5.3.6.1. Adición del clarificante**

Se incorpora 1 gr de clarificante disuelto en 130 ml de agua, adicionado 10 minutos antes de terminar la fase de cocción del mosto, este proceso lo realizamos en todos los tratamientos con sus debidas repeticiones.

## **Ilustración 22: Adición del clarificante**

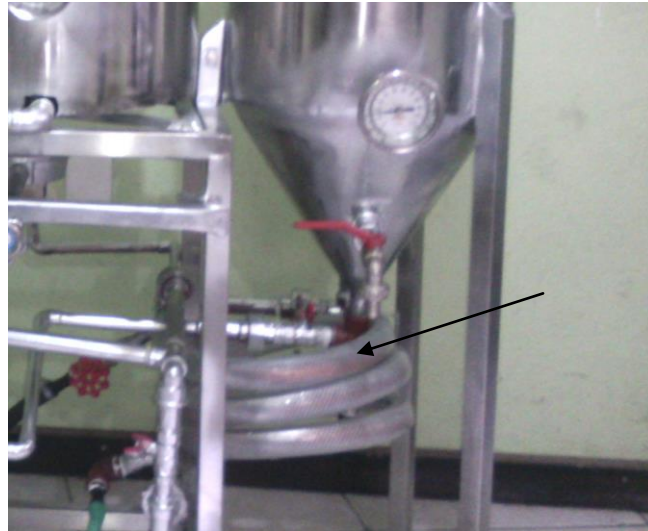


Fuente: Los Autores

### **7.5.3.6.2. Enfriamiento**

El mosto se enfría a 23°C utilizando un sistema de enfriador contra corriente que funciona haciendo circular el mosto caliente por el refrigerante. Se debe tener presente de enfriar lo más rápido posible, en nuestra práctica se enfrió 20 litros en 3 minutos en todas las tres variedades.

### **Ilustración 23: Sistema de enfriado**



Fuente: Los Autores

#### **7.5.3.6.3. Adición de la levadura**

Dentro del cilindro de fermentación el mosto se encuentra en una temperatura de 23 °C, donde se realiza las incorporaciones de levadura, esta previamente disuelta en agua, en relación de 6 g en 150 ml de agua a 23 °C, este proceso lo realizamos en los 3 tratamientos. La levadura tiene la función de convertir los azúcares en alcohol y dióxido de carbono.



#### **Ilustración 24: Adición de la levadura**



Fuente: Los Autores

#### **7.5.3.7.FERMENTACIÓN**

La fermentación lo realizamos dentro del cilindro de forma cónica destinada para esta función, este cilindro de fermentación cuenta con una manguera en la parte superior para la salida del gas ( $\text{CO}_2$ ), el tiempo transcurrido de la primera fermentación es de 8 días, donde se observó espuma en la parte superior de la cerveza, es por esta razón que se conoce como cerveza de fermentación alta.

## Ilustración 25: Cilindro de fermentación



Fuente: Los Autores

### 7.5.3.8. ENVASADO

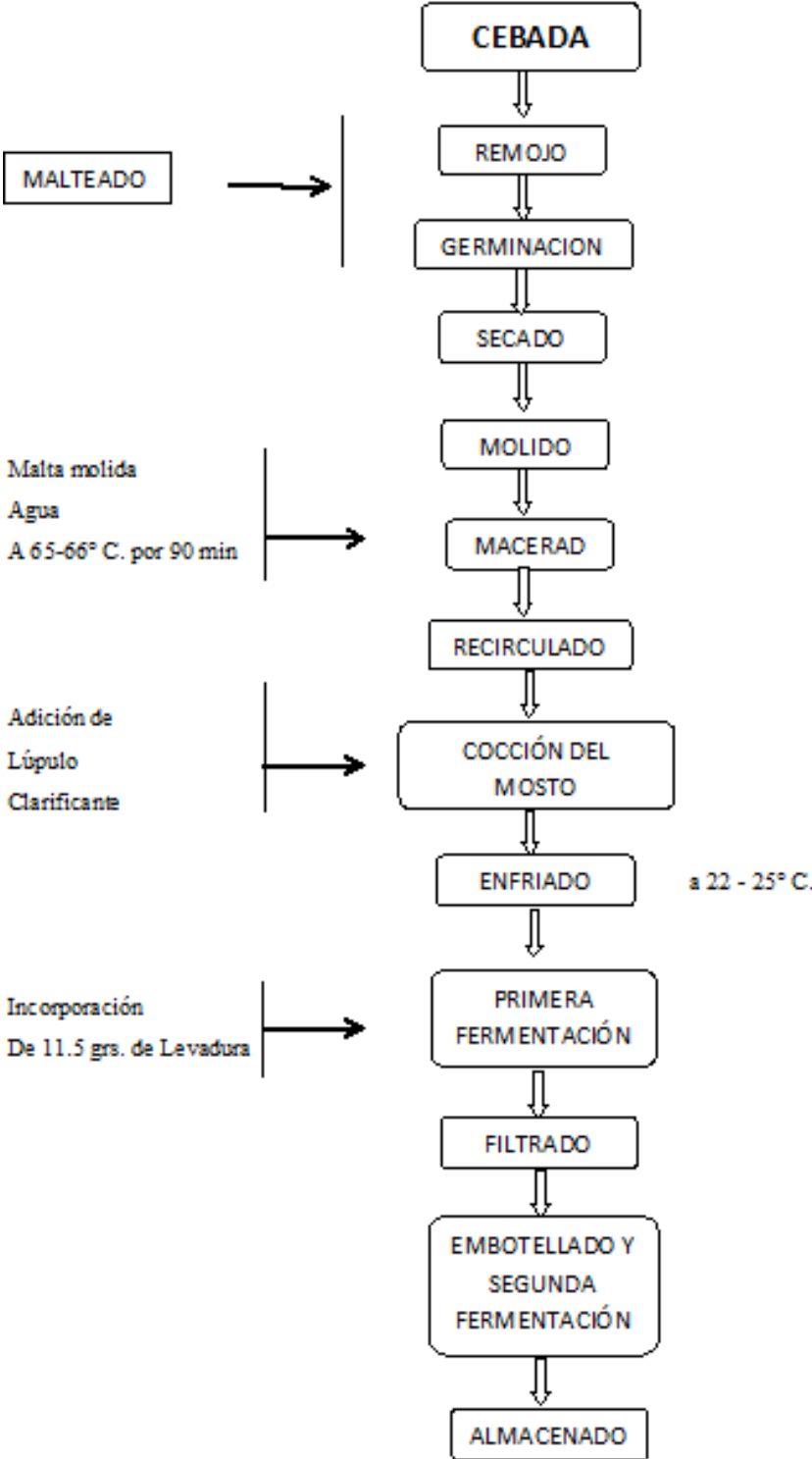
Transcurrido los 8 días dentro del cilindro de fermentación se procedió al envasado, en botellas de vidrio de 750 ml, además en el momento del embotellado se adicionó azúcar 7.5 g por litro de cerveza.

**Ilustración 26: Envasado de la cerveza**



Fuente: Los Autores

7.6. Diagrama de bloques del proceso de elaboración de cerveza artesanal.



Fuente: los Autores

## **CAPÍTULO VIII.**

### **8 EVALUAR LA ACEPTABILIDAD MEDIANTE ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS.**

#### **8.1. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DEL PRODUCTO.**

##### **8.1.1. Generalidades**

Las propiedades organolépticas son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las pueden percibir los sentidos, por ejemplo su sabor, textura, olor, color. Su estudio es importante en las ramas de la ciencia en que es habitual evaluar inicialmente las características de la materia sin la ayuda de instrumentos científicos.

Un análisis organoléptico es una valoración cualitativa que se realiza sobre una muestra basada exclusivamente en la valoración de los sentidos. En la práctica, un análisis organoléptico es una prueba de degustación o cata para determinar la calidad del producto. El análisis organoléptico es una prueba siempre subjetiva.

##### **8.1.2. Atributos sensoriales**

La calidad de los alimentos tiene aspectos tanto subjetivos como no subjetivos, la apariencia, la textura, el olor y el sabor son atributos subjetivos, mientras que las propiedades nutricionales y la calidad microbiológica no lo son. En la evaluación de la calidad

de las bebidas son importantes tanto las pruebas sensoriales como las objetivas las mismas que deberían complementarse entre sí.

Se detalla a continuación los atributos subjetivos de las bebidas:

#### **8.1.2.1. Degustación**

Es analizar con los sentidos las características organolépticas de la bebida. Todos los sentidos deben estar en alerta.

En la degustación la cerveza hay una cronología que se debe cumplir a la hora de hacer una buena degustación.

#### **8.1.2.2. Vista**

Para detectar la apariencia de la cerveza, la botella, forma, color, transparencia.

#### **8.1.2.3. Oído**

Se puede detectar el descorche de la botella, que puede ser por presión, en el caso de los espumantes y por depresión en el caso de los tranquilos, y aquellos que no tienen el suficiente gas.

#### **8.1.2.4. Olfato**

Este es el sentido más complejo a los efectos de un estudio para la degustación. Para producir olores, las sustancias volátiles deben ser solubles en la mucosa del bulbo olfativo. La nariz es sólo un conducto, no es el órgano olfativo. Hay percepción de olores por vía nasal directa y vía nasal indirecta.

#### **8.1.2.5.       Gusto**

Dentro de la Boca: Actúan los sentidos del gusto, con la lengua, del tacto, con la superficie interna de la boca y del olfato, por vía nasal indirecta o retro nasal, con el bulbo olfativo

#### **8.1.2.6.       Degustador**

Los degustadores expresan su forma (numérica) en función de un patrón ideal o escalado, por medio de preguntas. La compilación de los datos obtenidos de su análisis para valorar la certeza en la evaluación de los productos comparados.

##### **8.1.2.6.1.     Funciones de la degustación**

- Clasificar
- Ordenar
- Describir
- Analizar
- Integrar

##### **8.1.2.6.2.     Tipos de degustación**

- Analítica
- Técnica
- Hedónica

## **8.2. ELABORACIÓN DE LA ENCUESTA DE DEGUSTACIÓN.**

La elaboración sensorial se realiza mediante una ficha de degustación en donde incluye preguntas con el propósito de recopilar opiniones importantes a cerca de los diferentes tipos de cerveza artesanal elaborados con las tres distintas variedades de cebada (Terán 78, Duchicela y Cañicapac), con la finalidad que permitan obtener información de que si serán aceptados o no, en el mercado, información que será de gran interés para la elaboración de la nueva cerveza artesanal.

Se realizaron pruebas de degustación y para lo cual se elaboró un formato de la hoja de degustación.



### 8.2.1. Hoja de degustación y encuesta de la cerveza.

#### DATOS PERSONALES:

**Edad**  **Sexo:** Masculino  Femenino

1. ¿ Consume usted cerveza? ( si su respuesta es positiva pase a la pregunta 3)

Si  a veces  nunca

2. ¿ Por qué razón usted no consume cerveza? ( por favor pase a la pregunta 9)

- Por el sabor
- Porque engorda
- Porque influye negativamente en su organismo
- Otro:.....

3. ¿Con qué frecuencia bebe usted cerveza?

- Una vez por semana
- Más de una vez por semana
- Cada 15 días
- Una vez por mes

4. ¿En qué situaciones consume normalmente cerveza?

- Reuniones con amigos
- Eventos sociales
- Reuniones familiares
- Partidos de futbol
- Otros:

5. ¿Cuál es su marca preferida de cerveza?

- Pilsener
- Corona
- Heineken
- Brahma

- Corona
- Club
- Otro.

6. ¿Cuáles son las principales causa por las que compra usted esa marca y no otra diferente?

- Es la única disponible en la tienda
- Tiene mejor sabor
- Por el precio
- Calidad
- Porque es la más consumida
- Otro:

7. ¿Qué características busca en una cerveza?

- Sabor
- Grado de alcohol
- Textura
- Color
- Aroma

8. ¿Si en la tienda hay una nueva marca usted lo probaría?

- Sí, me gusta probar sabores nuevos
- No, soy más tradicional
- Quizás.

9. ¿le gustaría probar una nueva cerveza artesanal? (si su pregunta es no se termina la encuesta; si es si continúe).

10. Califique las siguientes características de la cerveza. (El 3 es el máximo y el 1 el mínimo)

Parámetro	1 mala	2 Buena	3 excelente
Textura			
Sabor			
Color			
Aroma			

Las personas que integran el panel de degustación deben ser confiables, es decir que juzguen con, objetividad y seriedad. El número de encuestas realizadas son 27

### **8.3. Condiciones de degustación**

Las pruebas de degustación se desarrollaran de la siguiente manera:

- a) Identificar a las personas que van a ser encuestadas.
- b) Proporcionar el formato de degustación.
- c) Explicar la metodología que se utilizará.
- d) Las bebidas a degustar estarán refrigeradas
- e) Se les proporcionará las tres bebidas en copas de vidrio.
- f) Cada persona degustará las tres distintas bebidas por separado y llenara el formulario.
- g) Para que el encuestado aprecie mejor la bebida se dispondrá de un vaso con agua para que beba entre cada degustación.

# CAPITULO IX

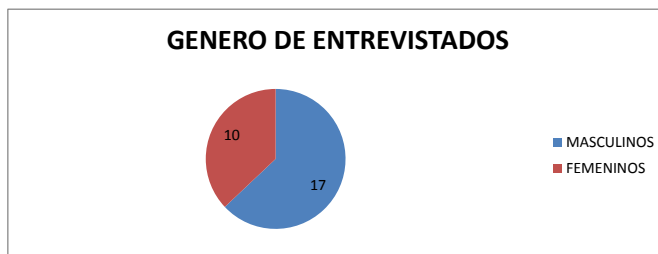
## 9 RESULTADO Y ANÁLISIS DE DATOS

### 9.1. Resultados de las encuestas

Se realizó un total de 27 encuestas a diferentes personas de distintas edades y clases sociales.

En cada una de las ilustraciones siguientes están los resultados condensados de todas las encuestas por cada una de las preguntas.

#### Ilustración 27: Géneros de entrevistados

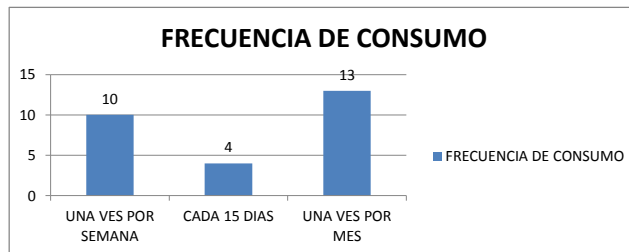


Fuente: los Autores

Examinando la ilustración 27 respecto a los géneros entrevistados, se aprecia que en la toma de 27 individuos el resultado es de 17 masculinos y 10 femeninos.

### Ilustración 28: Resultados de la pregunta 3

¿Con qué frecuencia bebe usted cerveza?



Fuente: los Autores

Considerando la ilustración 28 sobre la frecuencia de consumo, se aprecia que la mayoría de los encuestados consumen una vez por mes.

### Ilustración 29: Resultados de la pregunta 4

¿En qué situaciones consume normalmente cerveza?

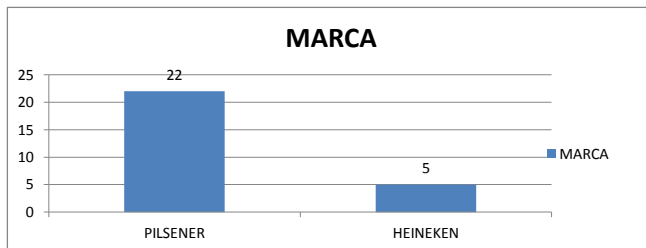


Fuente: los Autores

Observando la ilustración 29, demuestra que en reuniones con amigos, se consume en más alto nivel la cerveza.

### Ilustración 30: Resultados de la pregunta 5

¿Cuál es su marca preferida de cerveza?

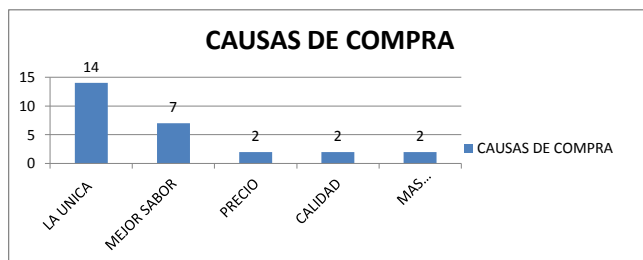


Fuente: los Autores

Examinando la ilustración 30, demuestra que la pilsener es la más preferida

### Ilustración 31: resultados de la pregunta 6

¿Cuáles son las principales causa por las que compra usted esa marca y no otra diferente?

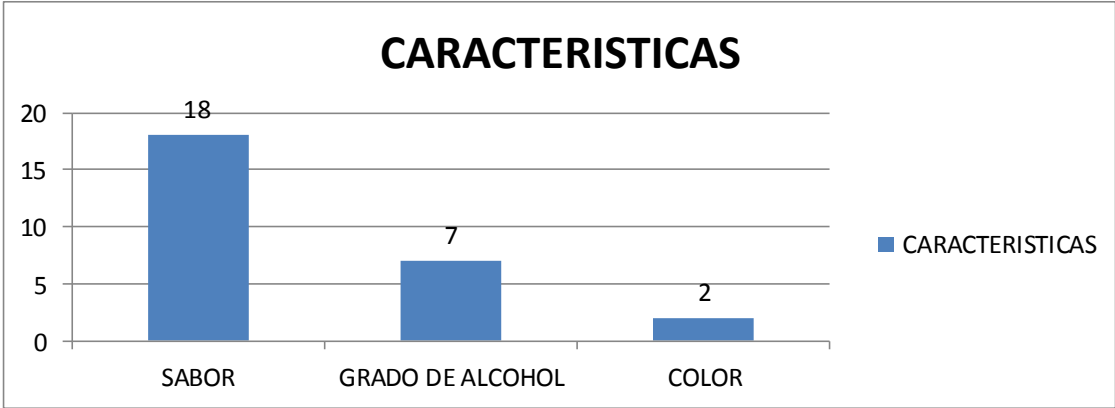


Fuente: los Autores

Examinando la ilustración 31, sobre las causas que compran esa marca los resultados son que la mayoría de personas compran porque es la única que está disponible en la tienda.

**Ilustración 32: Resultados de la pregunta 7**

¿Qué características busca en una cerveza?

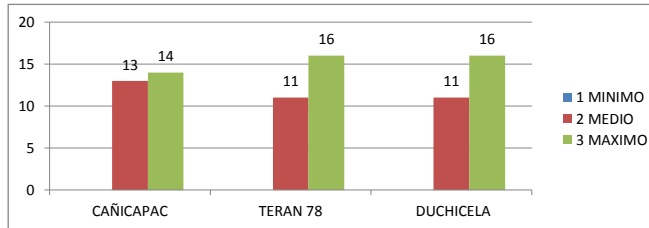


Fuente: los Autores

Analizando la ilustración 32 referente a las características que buscan en una cerveza, se aprecia que la mayoría busca que tenga un buen sabor.

## Clasificación de las características de las tres variedades de la cerveza

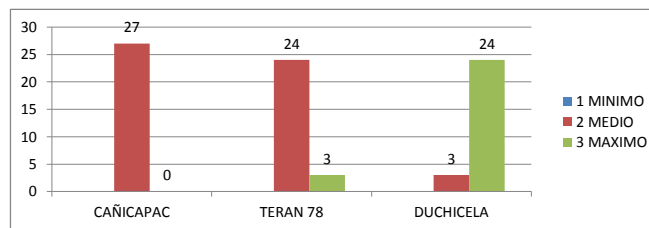
**Ilustración 33: Resultados de la pregunta 10 según la textura.**



Fuente: los Autores

Examinando la ilustración 33 considerando la textura, se aprecia que las variedades Terán 78 y Duchicela presenta un mayor valor, respecto a las demás variedades.

**Ilustración 34: Resultados de la pregunta 10 según el sabor.**

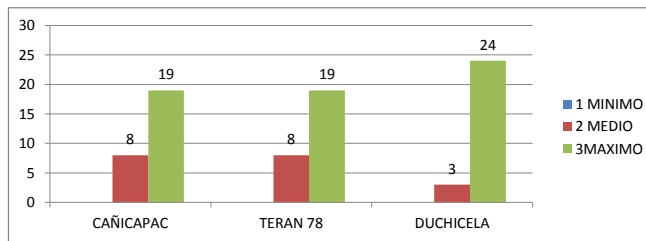


Fuente: los Autores

Razonando la ilustración 34 en relación al sabor, observamos que la variedad Duchicela es la que mejor sabor tiene.



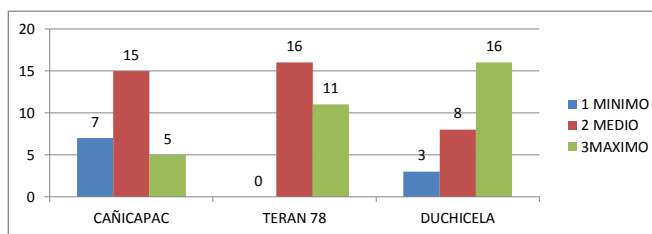
**Ilustración 35: Resultados de la pregunta 10 según el color.**



Fuente: los Autores

Examinando la ilustración 35 demuestra que la variedad Duchicela es la que mejor color tiene.

**Ilustración 36: Resultados de la pregunta 10 según el aroma.**



Fuente: Los Autores

Los resultados de la ilustración 36 demuestran que la variedad Duchicela tiene un mejor aroma en comparación con las demás.

## 9.2. ANÁLISIS DE LOS DATOS

La ilustración 33 demuestra que la textura es más aceptable para los consumidores la variedad Terán 78 y la Duchicela obteniendo, cada una de ellas un porcentaje de aceptabilidad de 59.25 %.

La ilustración 34, demuestra que la variedad Duchicela es la que tiene mayor aceptación en lo que se refiere al sabor dentro de la encuesta realizada alcanzando un porcentaje de 88.88 %.

La ilustración 35 demuestra que la variedad Duchicela es más apreciada, en cuanto al color de la cerveza alcanzado un porcentaje de 88.88 %.

La ilustración 36 demuestra que la variedad que mayor aroma posee es la Duchicela, alcanzando un porcentaje de 59.25 %.

Por lo que se deduce que la variedad Duchicela fue la que supero, dentro de las diferentes características organolépticas.

En conclusión del análisis de datos nos permitimos a descifrar que la variedad Duchicela tuvo una muy buena aceptabilidad por su color, aroma, textura, y sabor para la mayoría de los encuestados.

# CAPÍTULO X.

## 10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 10.1. CONCLUSIONES

Como conclusiones de la implementación del sistema de fermentación para la elaboración de la cerveza artesanal con la utilización de tres variedades de cebada Terán 78, Duchicela, Cañicapac se obtiene las siguientes conclusiones.

- Es posible diseñar e implementada un sistema de fermentación para la elaboración de cerveza artesanal siempre considerando seguir correctamente todos los parámetros técnicos descritos en los planos, el mismo que su función ha sido comprobada con la realización de la cerveza.
- La elaboración de cerveza artesanal utilizando el sistema de fermentación fue sencillo siguiendo cada paso obteniendo así una producción de 20 Lt por variedades.
- Se determinó que de las tres variedades de cebada, fue la Duchicela la que tuvo mayor aceptación.
- Se ha logrado adquirir conocimientos sobre el proceso de elaboración de la cerveza artesanal, y controlar varios parámetros que se debe considerar durante su elaboración.
- En esta investigación, los distintos tratamientos, fueron sometidos a las mismas condiciones de higiene, insumos y parámetros de control, sin embargo el trabajo

realizado puede ser una referencia y base para posibles investigaciones que se den a futuro.

- Los resultados según la encuesta realizada se determinó que la variedad Duchicela fue aceptada con un mayor puntaje en cuanto a la Textura, Sabor, Color y Aroma, en comparación con las dos variedades restantes (Terán 78 y Cañicapac).

## 10.2. RECOMENDACIONES

El desarrollo de la presente investigación, nos permite realizar las siguientes recomendaciones.

- El sistema de fermentación de cerveza artesanal se debe realizar con un personal capacitado e instruido sobre el tema que se plantea desarrollar.
- Se recomienda realizar la elaboración de cerveza artesanal utilizando otras variedades que se comercializan en el medio y de carácter cervecero.
- Previo a la realización de la cerveza se debe tomar en cuenta que se disponga todos los insumos y los instrumentos necesarios para llevar a cabo este proceso.
- Se recomienda utilizar otras variedades de cebada, con mezclas con otros cereales para la elaboración de cerveza.
- Se recomienda llevar un control estricto de los diferentes parámetros especialmente la temperatura, que podría influir que el producto terminado no tenga las características propias.
- La utilización de materias primas frescas como la levadura y el lúpulo, para obtener los mejores rendimientos en el producto terminado.

# CAPITULO XI

## 11 BIBLIOGRAFÍA

Alaniz Villanueva, O. G. (2008). *Adición de residuo de la industria cervecera al ensilaje de maíz como alternativa de forraje para ganado* (Doctoral dissertation).

Arana, F. J. C. (2014). *Guía de Cervezas Artesanas Españolas*. Editorial Visión Libros.

Cabrera Martínez, C. L. (2013). *Estudio de factibilidad para la creación de una Microempresa productora y comercializadora de cerveza, en el cantón Cotacachi, provincia de Imbabura*.

Calleja Colorado, J. (2013). *Diseño de una planta de elaboración de cerveza artesanal para consumo directo, micro cervecería*.

Carmona Montiel, r. I., Díaz Buendía, g. R. E. G. O. R. I. O., Huerta Luna, a. R. A. E. L., Martínez Sánchez, o. S. C. A. R., & Díaz Fuentes, g. A. B. R. I. E. L. A. (2011). *Creación de una microempresa dedicada a la elaboración de cerveza artesanal* (Doctoral dissertation).

Carvajal Martínez, I. D., & Insuasti Andrade, m. A. (2011). *Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (*Hordeum vulgare*) y yuca (*Manihot esculenta crantz*)*.

Chicaiza, O. et. al. 1992. INIAP-Atahualpa 92 variedad de Cebada de Grano Desnudo. INIAP-Santa Catalina. Plegable N° 127. Quito-Ecuador.

Cimmyt, 1999. Los Recursos Genéticos su Conservación Enriquecimiento y Distribución México. D.F.Mexico.P. 154

Cortes, S. N., & Delgado, G. A. *El Búho Cervecería Artesanal*. (2014).

Dantur, M. A., & Fortuna, A. M. *Estudio de mercado para la organización de una pyme de bases biotecnológicas: cerveza de elaboración artesanal*.

Especialidad, M. E. C. C. (2006). *Diseño de matrices para la manufactura de componentes automotrices de acero inoxidable t304 mediante el proceso de conformado en frio*.

- Federación Nacional de cultivadores de cereales y leguminosas. (Fenalce). 2007. Cultivo de Cebada.
- Gómez Velázquez, m. O. I. S. E. S. (2008). *Anteproyecto de desmantelamiento, traslado e instalación de los equipos de refrigeración y conservación de cerveza en una empresa del ramo* (Doctoral disertación).
- González, d. A. C. *Elaboración de un plan de negocios para la producción de cerveza artesanal*. (2012).
- Hardwick 1995. Hand book of brewing. New York, USA, Marcel Dekker, inc. 714 p.
- Hernández Santana, F. (2009). *Efecto de la temperatura y el tiempo de maceración en la elaboración de un prototipo de cerveza tipo Bock*.
- Hough, J. (2002). *Biología de la Cerveza y de la Malta*. Zaragoza: Acribia.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito (Ecuador). Estación Experimental Santa Catalina. (1978). Duchicela: nueva variedad de cebada.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito (Ecuador). Estación Experimental Santa Catalina. (1979). Terán 78: variedad de cebada de dos hileras.
- INIAP Cañicapac 2003. La primera variedad de cebada con alto contenido de proteína Plegable No 208 Estación Experimental Chuquipata Cañar Ecuador.
- Infantas Meléndez, L., & Finez Acero, N. (2010). Proyecto de una planta de fabricación de cerveza. Estudio del tratamiento previo del agua utilizada en el proceso de obtención. Estudio económico de su rentabilidad y de su impacto ambiental. Legislación actual aplicable a la cerveza.
- Janez, G. 1997. En Biblioteca de la Agricultura Técnicas Agrícolas en Cultivos Extensivos. Editorial Estudio Chifoni. España.
- Jiménez Icaza, H. E., & Nogales Trujillo, L. S. (2010). *Diseño y simulación de un prototipo semiautomático empaquetador de botellas de cerveza twist off para la presentación six pack* (Doctoral dissertation).
- José Rodríguez, C. A. R. L. O. S., Figueroa, Y., & Prin, J. (2013). Efecto de la temperatura en el comportamiento del acero inoxidable autentico 316l frente a la corrosión electroquímica. *Saber*, 25(3).

Lima Torres, E. L. P. I. D. I. O., Meza Flores, R. E. N. É., & Osante Miranda, j. C. (2014). Diseño y simulación de equipos de proceso para la fabricación de cerveza artesanal en México.

López Deluque, Y., & Ochoa Gómez, E. L. (2013). Estudio de factibilidad y puesta en marcha para la elaboración de cerveza artesana.

Mena Galvis, C. A. (2013). *Formulación de plan de negocios para una empresa productora y comercializadora de Cerveza artesanal en la ciudad de Bucaramanga.*

Medina, S. A., Loaiza, D. G., & Mora, I. D. “Automatización de Planta Piloto para la Producción de Cerveza Tipo Artesanal.” (2014).

Miñarcaja, s., & Fausto, j. (2013). Elaboración de una mezcla nutritiva para incrementar el nivel proteico de harina de cebada. (*Hordeum vulgare* l.). Disponible en <http://hdl.handle.net/15001/1581>

Poelhman, J.M. (1973). Mejoramiento genético de los cosechas. 3a. reimpresión. Editorial Limusa, México, D.F. pág. 173-195.

Prats, J. y M. Clément-Grandcourt (1969). Los cereal es, Ediciones Mund i-prensa Madrid, España. pág. 233-272.

Rosales, C., & Eduardo, J. (2013). Caracterización morfo agronómica de 10 accesiones de cebada de grano desnudo (*Hordeum vulgare* l.) En la granja laguacoto, cantón Guaranda, provincia Bolívar.

Rubio, S., & José, M. (2012). *Industrialización de cerveza de cebada, Hordeum distichon con extracto de ginseng panax ginseng, para desarrollo de una bebida innovadora en sabor, presentación para la ciudad de Quito.*

Sanlate Matos, J. (2010). *Efecto de temperatura de tostado de malta y del porcentaje de trigo en la elaboración de una cerveza tipo Weissbier Alemana.*

Vásquez Bandera Mayorga, M. D. L., & Morales Tobar, E. (2012). *Introducción de cerveza tipo artesanal, en el mercado de la ciudad de Ambato* (Doctoral dissertation, Ambato: Pontificia Universidad Católica del Ecuador).

Ycaza Nogues, J. F. (2010). *Proyecto de Inversión para la producción y comercialización de cerveza artesanal* (Doctoral disertación).