

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE  
SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

**VICERRECTORADO**

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**



**PRODUCCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL PALE ALE EN LA  
LOCALIDAD DE BETANZOS**

**TRABAJO EN OPCIÓN A DIPLOMADO EN BROMATOLOGÍA**

**MARIA ELVA YUCRA PICHA**

**SUCRE - BOLIVIA  
2024**

## **CESIÓN DE DERECHOS**

Al presentar este trabajo como requisito previo a la obtención del Diploma en Bromatología de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

Maria Elva Yucra Picha

Sucre, agosto de 2024

## **DEDICATORIA**

A todos aquellos que han sido una parte integral de mi camino académico y personal

A mis padres, por su amor incondicional y por creer en mí desde el primer día. Por sus sacrificios y su apoyo constante que han sido la clave de mi éxito

A mis docentes y mentores, por su dedicación y pasión por la enseñanza y por guiarme en mi camino

A mis hermanos y compañeros, por las risas y el estudio. Por las conversaciones estimulantes, y los momentos que compartimos juntos, les agradezco de todo corazón. No podría haber llegado hasta aquí sin su apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, agradecer a Dios, por darme la vida. quien me da la oportunidad de llegar a este punto en mi vida donde estoy cumpliendo unos de mis objetivos gracias amado señor por nunca dejarme sola solo tú sabes lo que es mejor para mí y tengo fe en ti gracias por darme siempre la oportunidad de ser una mejor versión de mí mismo y guiarme en la vida

Agradecer a mi padre Julio Yucra Aguilar por apoyarme por estar en cada etapa por lo que pase de mi carrera, agradecer a mi madre Guillerma Picha Leños por ser mi luz en los momentos más oscuros por acompañarme, apoyarme en todo momento y ser mi roca en los momentos difíciles, gracias por enseñarme a ser fuerte, valiente y perseverante no hay nadie como tú mamá, eres única y especial en mi vida, también a mi novio Limberg Torrez por ser gran apoyo en mi vida y estar en cada meta para ayudarme a cumplirla.

## RESUMEN

La cerveza artesanal nace como una alternativa para todos aquellos consumidores que buscan una cerveza con más sabor, cuerpo y aromas a diferencia de una cerveza industrial. El objetivo del estudio fue elaborar una cerveza artesanal Pale Ale con malta base la cebada (*Hordeum vulgare*) y malta caramelo es denominada una cerveza de tipo Ale ya que al fabricarla se usan levaduras de fermentación alta, el mosto es procedente de la malta de cebada o mezcla de otros productos transformables en azúcares mediante la cocción y aromatizado con florales de lúpulo.

Se realizó un balance de materia para proporcionar las cantidades de cada ingrediente y los rendimientos obtenidos a lo largo del proceso de producción de la cerveza, se evidenció que a partir de 3,35 Kg de malta y 15 Litros de agua se tiene 7,7 Litros (15 botellas de 500 ml) de cerveza Pale Ale. Finalizando el proceso se determinó el Grado alcohólico (GL) bajo Norma Técnica Ecuatoriana INEM 340 en un rango de 2,0 – 5,0. Dándonos en la prueba N° 1 de 4,2 de grado alcohólico, en la prueba N° 2 de 3,9 grado alcohólico y en la prueba N° 3 de 4,8 de grado alcohólico, se encuentra en el rango de la norma, también se realizó el pH a temperatura 20 °C, bajo Norma Técnica Ecuatoriana C PEE/LA/10 INEM 2325 en rango de pH de 3,5 – 5,0. Dándonos en la prueba N° 1 de 3,9 de pH, en la prueba N° 2 de 2,9 de pH y en la prueba N° 3 de 4,3 de pH.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

página

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1	ANTECEDENTES.....	1
1.2	OBJETIVOS .....	2
1.2.1	Objetivo General.....	2
1.2.2	Objetivos Específicos .....	2
1.3	JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4	METODOLOGÍA.....	3
1.4.1	Tipo de investigación .....	3
1.4.2	Método .....	3
1.4.3	Técnicas .....	3
1.4.4	Procedimiento .....	4
1.4.5	Materias primas de la investigación.....	7
1.4.6	Identificación de las variables.....	11
1.4.7	Población .....	12
1.4.8	Muestra .....	12

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	MARCO CONCEPTUAL.....	13
2.1.2	Cerveza artesanal.....	13
2.1.2.1	<i>Tipos de cerveza según el tipo de fermentación.....</i>	13
2.1.2.2	<i>Variedades de cervezas .....</i>	13
2.1.2.3	<i>Características de color de la cerveza artesanal .....</i>	15
2.1.3	Agua .....	15
2.1.4	Malta .....	16
2.1.4.1	<i>Tipos de grano para maltear .....</i>	13
2.1.5	Grano de cebada .....	18
2.1.5.1	<i>Variedades de grano de cebada .....</i>	19

2.1.5.2	<i>Composición química del grano de cebada</i>	19
2.1.6	Tipos de malta base horneadas	20
2.1.7	Tipos de malta caramelo	21
2.1.8	Lúpulo	22
2.1.8.1	<i>Tipos de lúpulo</i>	23
2.1.9	Levadura	24
2.1.9.1	<i>Tipos de levadura</i>	24
2.2	MARCO CONTEXTUAL	25
2.2.1	Historia de la comunidad de Betanzos	25
2.2.2	Demografía	25
2.2.3	Ubicación	26
2.2.4	Economía	27

### CAPÍTULO III DESARROLLO

3.1	DEFINICIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO	28
3.2	CARACTERIZACIÓN ESPECÍFICA DE LAS MATERIAS PRIMAS	28
3.2.1	Agua	28
3.2.2	Malta base Pale Ale	29
3.2.3	Malta caramelizada	29
3.2.4	Caracterización de insumos	29
3.2.4.1	Lúpulo cascade de amargor, sabor y aroma	29
3.2.4.2	<i>Clarificarte irish moss</i>	30
3.2.4.3	<i>Levadura Safale US – 05</i>	30
3.3	PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO	30
3.3.1	Instrumentos utilizados	32
3.3.2	Materiales utilizados	32
3.3.3	Utensilios utilizados	33
3.3.4	Insumos utilizados	33

<b>3.4</b>	<b>DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO .....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Descripción del proceso por etapas .....</b>	<b>35</b>
<b>3.5</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD .....</b>	<b>37</b>
<b>3.5.1</b>	<b>Materias primas .....</b>	<b>37</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Parámetros durante el proceso.....</b>	<b>41</b>
<b>3.5.3</b>	<b>Producto final.....</b>	<b>43</b>
<b>3.6</b>	<b>PRUEBAS EXPERIMENTALES .....</b>	<b>45</b>
<b>3.6.1</b>	<b>Variaciones de insumos de las pruebas.....</b>	<b>45</b>
<b>3.6.2</b>	<b>Resultados de los parámetros durante el proceso .....</b>	<b>46</b>
<b>3.7</b>	<b>PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y REFERENCIAS .....</b>	<b>47</b>
<b>3.7.1</b>	<b>Interpretación de resultados.....</b>	<b>47</b>
<b>3.8</b>	<b>BALANCE DE MATERIA DE LA .....</b>	<b>.....</b>
	<b>ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL PALE ALE .....</b>	<b>48</b>
<b>3.8.1</b>	<b>Balance para la etapa de molienda.....</b>	<b>48</b>
<b>3.8.2</b>	<b>Balance para la etapa de maceración.....</b>	<b>48</b>
<b>3.8.3</b>	<b>Balance para la etapa lavado .....</b>	<b>48</b>
<b>3.8.4</b>	<b>Balance para la etapa hervor.....</b>	<b>49</b>
<b>3.8.5</b>	<b>Balance para la etapa enfriado.....</b>	<b>49</b>
<b>3.8.6</b>	<b>Balance para la fermentación y maduración .....</b>	<b>49</b>
<b>3.8.7</b>	<b>Balance para la etapa de Carbonatación y embotellado .....</b>	<b>50</b>
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>51</b>
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>51</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>51</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>52</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N 1: Identificación de variables .....</b>	<b>11</b>
<b>Tabla N 2 Distintos tipos de cerveza artesanal según el tipo de levadura .....</b>	<b>14</b>
<b>Tabla N 3: Escala de colores de cerveza artesanal .....</b>	<b>16</b>
<b>Tabla N 4: Limite microbiológico del agua a utilizar.....</b>	<b>16</b>
<b>Tabla N 5: Composición química del grano de cebada (en % de extracto seco) .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla N 6: Composición promedio de lúpulo.....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla N 7: Habitantes de Betanzos .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla N 8: Composición del agua para fabricar cerveza.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla N 9: Instrumentos utilizados en la elaboración de cerveza .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla N 10: Materiales utilizados en la elaboración de cerveza .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla N 11: Utensilios utilizados en la elaboración de cerveza .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla N 12: Insumos utilizados en la elaboración de cerveza .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla N 13: Características físico-químicas de la malta Pale Ale .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla N 14: Características sensoriales de la Malta Pale .....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla N 15: Parámetros físico químicos .....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla N 16: Resultado de análisis sensorial (color) .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla N 17: Resultado de análisis sensorial (olor) .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla N 18: Resultado de análisis sensorial (sabor) .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla N 19: Variaciones de insumos para las tres pruebas .....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla N 20: Resultados de la prueba 1 durante el proceso .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla N 21: Resultados de la prueba 2 durante el proceso .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla N 22: Resultados de la prueba 3 durante el proceso .....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla N 23: Comparaciones de variaciones según las Norma Técnica Ecuatoriana .....</b>	<b>47</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N 1: Cebada malteada.....</b>	<b>8</b>
<b>Figura N 2: El lúpulo .....</b>	<b>9</b>
<b>Figura N 3: El interés por la cerveza de Pasteur .....</b>	<b>10</b>
<b>Figura N 4: Tipos de granos para maltear .....</b>	<b>17</b>
<b>Figura N 5: Granos de cebada .....</b>	<b>18</b>
<b>Figura N 6: Tipos de malta base.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura N 7: Tipos de malta caramelo .....</b>	<b>22</b>
<b>Figura N 8: Planta de lúpulo.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura N 9: Ubicación Satelital de Betanzos .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura N 10: Cebada Hordeum vulgare .....</b>	<b>38</b>

## ÍNDICE DE DIAGRAMA

<b>Diagrama N 1: Elaboración de cerveza artesanal Pale Ale .....</b>	<b>33</b>
--	-----------

## ANEXOS

**CAPÍTULO I**

**INTRODUCCIÓN**

## 1.1 ANTECEDENTES

La cerveza es una bebida alcohólica más antigua y común y a través de su historia ha constituido un importante consumo social, además no contenían agentes infecciosos como el agua o la leche, debido a su fermentación. En Europa, América y Australia se elaboran tradicionalmente con cebada, en África con mijo, en Japón con arroz en América precolombina se hacía de maíz (chicha). (Lopez , 2003)

En cuanto a los orígenes de la cerveza, se ha llegado a postular que nació con la agricultura. Se conservan numerosas evidencias arqueológicas de que era consumida 4.000 o 3.500 a. C. Los babilonios nos han dejado las primeras recetas de elaboración de cerveza de cebada, de trigo, era una cerveza turbia y además espesada con harina, convirtiéndose en la conocida “cerveza – pan bebible”. Fue muy importante para las primeras culturas, principalmente para los sumerios y los egipcios. Estos últimos racionalizaron su fabricación y obtuvieron un producto de alta calidad que era exportada en grandes cantidades a Atenas, especialmente la fabricada en Pelusa. Posteriormente, los griegos perfeccionaron aún más la técnica cervecera y la exportaron a la Galia, España. Durante la edad media los europeos especialmente los monasterios católicos, no solo mantuvieron el conocimiento de la fabricación de la cerveza, sino que también le aplicaron los refinamientos de la ciencia moderna.

Un problema de la cerveza, que solía ser más dulce en el pasado, dada la inexistencia de conservantes. Para evitarlo había que aromatizarla, no solo con mejorana, laurel, salvia, sino también con rábano blanco, trébol, poleo, altramuz, corteza de roble, menta, miel. Sin embargo, el empleo de sustancias excitantes o tóxicas era castigada tanto por las instituciones laicas como por las religiosas. Botánicos fueron quienes introdujeron el lúpulo, que con su aroma característicos y su poder de clarificación, marco el paso de la cerveza antigua a la moderna, asegurando su conservación por mucho más tiempo y acabando con su localismo. No se sabe con certeza donde comenzó a utilizarse el Lúpulo, en cualquier caso, la encontramos en Inglaterra hasta el siglo XV.

En el siglo XVIII se produjo una importante innovación en la industria cervecera al introducirse la botella de cristal que no solo significó el fácil transporte y almacenamiento, sino también facilitaba en la medida del consumo privado en los domicilios. (Dieguez , 2022)

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

- Elaborar cerveza artesanal Pale Ale en la localidad de Betanzos

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Aplicar las NORMAS Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), para el procesamiento de cerveza
- Controlar las etapas en el proceso parámetros fisicoquímicos
- Realizar un análisis sensorial de producto final (color, olor y sabor)

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Debido al crecimiento continuo en la demanda de cervezas artesanales y a la no cuantificación de micro cervecerías dedicadas a la producción de la misma. Existe una gran comunidad de potenciales consumidores que suelen asistir a centro de entretenimiento y restaurantes exclusivos donde ellos buscan degustar de una cerveza y carecen de estos productos.

Cabe destacar que este proyecto surge mediante un grupo de personas las cuales están dispuestas a laborar en esta área de producción.

La cerveza artesanal es un producto especializado, muy diferente debido a su alta variedad de sabores y alta calidad e innovación a los diferentes productos de materia prima para la producción. La línea de producción de cerveza artesanal se desarrollará en un punto de partida en la localidad de Betanzos. (Sauto , 2013)

## 1.4 METODOLOGÍA

A continuación, se presenta el tipo de estudio a realizar, los métodos y técnicas a utilizar en el presente trabajo.

### 1.4.1 Tipo de investigación

El área de estudio de esta investigación está centrada en las microempresas de cervezas artesanales, tomando en cuenta la calidad en cuanto al porcentaje de alcohol que estas poseen. (Villal , 2003)

### 1.4.2 Método

En base al nivel de esta investigación se considera método cualitativo y cuantitativo, donde se debe asegurar la calidad del producto terminado, analizando el olor, color y sabor

El estudio también es un carácter del método observacional, con un nivel descriptivo, puesto que se lleva a conocer las condiciones de las cervezas artesanales, ya que se establecen relaciones entre los aspectos generales al cumplimiento de porcentaje de alcohol según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEM 2 262:2003 bebidas alcohólicas, cerveza artesanal, especificaciones. (Narvaes, 2007)

### 1.4.3 Técnicas

Las técnicas a utilizar para la elaboración de este trabajo son las siguientes:

- **Observación directa:** Para recopilar información de los principales competidores del sector y comportamiento de los consumidores
- **Encuesta:** Dirigidas principalmente a los consumidores, con el fin de obtener información de sus gustos y preferencias

#### **1.4.4 Procedimiento**

##### **Malteado**

El malteado es el primer paso en la elaboración de la cerveza artesanal y el proceso por el cual se obtiene la materia principal, consiste en remojar la cebada para que los granos germinen. El proceso se detiene secando la cebada por medio de calor y posteriormente se tuesta para que adquiera el color que se desea para la cerveza.

##### **Molienda**

La molienda pretende romper el grano malteado, es importante que la molienda no sea excesiva ni tampoco queden granos enteros. Cualquiera de los dos extremos dificultará la elaboración:

- En el primer caso generará mucha harina perjudicando el filtrado
- En el segundo caso el agua no podrá ingresar al grano, por lo que la extracción de azúcares será incompleta

Este proceso permite que el agua del macerado disuelva fácilmente el almidón ubicado en el centro del grano y que las enzimas fluyan libremente a través del empaste, convirtiéndolo en azúcares simples o fermentables.

##### **Macerado**

La malta molida es posteriormente macerada; este es uno de los pasos más importantes en nuestro proceso de elaboración, donde el almidón presente en la malta se convierte en azúcar.

Los azúcares extraídos aumentan rápidamente al principio y en unas horas se obtiene la mayor parte del extracto, aunque la mayor extracción se obtiene luego de 90 a 120 minutos.

La mezcla final de este proceso recibe el nombre de mosto, una solución dulce formada, entre otras cosas por azúcares fermentables, dextrinas, proteínas, aminoácidos y otros elementos disueltos en agua.

## **Primera Filtración**

Esta primera filtración se realiza sobre los granos de malta. La actividad se desarrolla en dos fases. Primero el filtrado del mosto y luego la operación de lavado del grano.

Para el filtrado del mosto en la mayoría de los procesos de producción de cerveza artesanal se utiliza el método de recirculación, que consiste en hacer pasar el mosto por la capa de granos de malta varias veces. A medida que avanza la recirculación, se acumulan impurezas en el bagazo de esta manera se retienen más impurezas.

En cuanto al lavado de los granos de malta, esta etapa es necesaria para obtener un mayor rendimiento porque el azúcar permanece en el bagazo después de la recirculación.

El lavado consiste en enjuagar el lecho de grano, para ello, simplemente se agrega agua caliente a los granos de malta, a esto se le llama lavar el grano, porque el agua pasa a través del grano para extraer la mayor cantidad posible de azúcares sin extraer taninos astringentes de la cáscara del grano. La temperatura del agua de lavado es muy importante, por lo que la temperatura del agua no debe superar los 76,7 °C (170 °F), porque el tanino de la cáscara se vuelve más soluble sobre esa temperatura.

El lavado se realiza lentamente para evitar romper la capa filtrante. El tiempo de lavado depende de la cantidad de granos de malta.

## **Cocción**

La cocción se hace de forma vigorosa, permite que se evapore el agua y facilita que se desprendan compuestos que pueden dar lugar a sabores no deseados en la cerveza. Por eso es tan importante que el mosto hierva vigorosamente.

## **Enfriado**

En este momento llega la necesidad de enfriar el mosto a la temperatura de fermentación.



Es importante que el proceso sea lo más rápido posible. A partir de este momento, será subyacente que el equipo esté perfectamente desinfectado y sanitizado a fin de evitar eventuales contaminaciones. Con tal objetivo, el enfriado debe demorar no más de 30 o 40 minutos pues caso contrario sería un riesgo para la proliferación de otros microorganismos.

### **Primera Fermentación**

La fermentación se produce por la acción de la levadura sobre los azúcares fermentables obtenidos en la etapa de maceración. En esta etapa, las levaduras consumen el oxígeno disponible en el mosto para reproducirse, una vez que se agota el oxígeno, consumen azúcar y producen etanol.

En este proceso, se puede utilizar levadura de cerveza Lager fermentada a una temperatura baja de 7 a 13 °C en un tiempo de 2 a 3 semanas y levadura de cerveza Ale que fermenta a una temperatura superior de 18 a 25 °C en un tiempo más corto de 5 a 10 días, dependiendo del tipo de la elaboración de cerveza.

### **Segunda Filtración**

Concluida la fermentación, se realiza el filtrado. Este proceso se realiza para eliminar la capa de residuos que se formó durante la fermentación.

Este proceso es importante ya que un buen filtrado asegura una cerveza visualmente atractiva, reteniendo los restos de levaduras, proteínas y granos restantes; no obstante, en algunos tipos de cerveza se busca dejar sedimentos como parte de las características de dichas cervezas.

## **Segunda Fermentación**

Después de la fermentación todavía queda algo de levadura en suspensión inactiva por falta de azúcar.

### **Disponemos de dos métodos de carbonatación**

- La primera consiste en la adición de azúcar al final de la fermentación dejando que la levadura se someta a una segunda fermentación ahora en un recipiente hermético. Por lo que el CO<sub>2</sub> generado en esta ocasión quede retenido en el envase. Este método se denomina carbonatación natural
- La otra carbonatación se realiza de forma artificial inyectando CO<sub>2</sub> comprimido en el recipiente donde desea almacenar la cerveza

### **Envasado o embotellado**

La cerveza artesanal se envasa en botellas de vidrio y en barriles de cerveza.

### **Almacenar**

Es recomendable almacenar en habitaciones oscuras en las que la luz no penetre o en refrigeración a temperatura estable de 3 y 5 °C. (Narvaes, 2007)

### **1.4.5 Materias primas de la investigación**

Las materias primas principales para la elaboración de cervezas artesanales e industriales son agua, cebada, malta, levadura, lúpulo y entre otros, sin embargo, durante la transformación de cervezas artesanales se deben de controlar minuciosamente algunos factores que suelen alterarse como textura que depende del tipo de grano que se utilizan. (World , 2019)

Para producir cerveza se requiere materia prima que deben cumplir con ciertas condiciones para tener un producto de buena calidad, los cuales son principalmente:

## **El Agua**

Representa un 90 % de la composición de la mayor parte de cervezas particularmente en términos de sabor. La naturaleza del agua ejerce su influencia en el proceso por el efecto de las sales que contiene, concentración de cloro, pH, etc.

Al igual que todos los demás componentes, es continuamente analizada y tratada con sulfatos, nitratos, cloruros, sodio, calcio, etc. De esta manera se asegura con mayor factibilidad el sabor final del producto para mantener los estándares de calidad exigidos en las plantas.

## **Cebada malteada**

La malta como segundo ingrediente más utilizado (por cantidad) tras el agua, es esencial en la elaboración de la cerveza. Durante el proceso de macerado el almidón presente en la malta se convierte en azúcares fermentables y además aporta color, aroma, sabor y cuerpo a cada líquido.

La malta Se obtiene del proceso de malteo de granos de cebada cervecera, es decir, a una germinación controlada (como primer paso del malteado) con el fin de activar las enzimas presentes en el grano, y proceder a su secado/tueste que le otorgan el color característico, esto comprende al desarrollo controlado de la germinación del grano posterior a su proceso final de secado/tostado. Después de estos métodos la malta cederá el almidón, las enzimas y las proteínas necesarias para la elaboración del mosto. (Sanchez , 2022)

**Figura N 1:** Cebada malteada



**Fuente:** (Sanchez , 2022)

## Lúpulo

Son provenientes de las flores maduras de la planta del lúpulo. Proporciona a la cerveza del gusto amargo, agradable y del fino aroma que la caracteriza.

El lúpulo no siempre fue el ingrediente en la cerveza. En los inicios se utilizaba una mezcla de hierbas denominada “grut”. Dicha preparación, compuesta por distintas especies daba a cada cerveza una característica distintiva. El cilantro, el romero, el mirto, el tabaco, el pino y el abeto figuran entre las especies empleadas. A pesar de esto, el empleo de la especie se afianzó debido a que además de su excelente aporte al sabor mejoraba la conservación, aspecto sumamente problemático en esa época. Su principal función es saborizar el mosto dulce y en gran medida es el responsable del sabor amargo y aroma característico de la cerveza. También funciona como conservador inhibiendo microorganismos patógenos e indeseables ya que los principios activos la humulona y lupulona de la planta funcionan como bacteriostáticos y agente antioxidante. (-Ferreyra, 2014)

**Figura N 2:** El lúpulo



**Fuente:** Carlos Benjamín

## Levadura

Son hongos unicelulares que se reproducen por germinación. La levadura es fundamental para el proceso de fabricación de la cerveza, donde la mayor cantidad de las sustancias presentes en

el mosto como los azúcares, se difunden desde la pared celular hasta el interior de la célula. Los azúcares son convertidos en alcohol y gas carbónico.

Antonie van Leeuwenhoek describió la levadura en 1680, mientras que Charles Cagniard ciento cincuenta años más tarde informó que estas eran las responsables de la fermentación alcohólica. A partir de este momento deja de atribuirse carácter divino al proceso de fermentación. A finales del siglo XIX las cepas de levadura comenzaron a ser seleccionadas a partir del desarrollo de técnicas de cultivo. El interés por la cerveza de Pasteur hizo que estudiara los procesos de fermentación lo que generó grandes avances. Emil Hansen utilizó de serie diluciones en 1883 para separar las células de levadura sobre la base de la morfología y mostró que los cultivos puros dan productos únicos y reproducibles. Los descubrimientos del químico francés Louis Pasteur a mediados del siglo XVIII sobre la microbiología y el famoso tratamiento térmico de “pasteurización” fueron avances muy importantes para la industria cervecera, desde entonces pasando por momentos de estancamiento y etapas de avances significativos la cerveza se entiende como una bebida resultante de fermentar, mediante levadura cervecera, al mosto de cebada malteada o de extracto de malta, sometido previamente a un proceso de cocción, adicionado de lúpulo. (Hirschfel & Cittadino, 2020)

**Figura N 3:** El interés por la cerveza de Pasteur



**Fuente:** Procesos de fermentación

### 1.4.6 Identificación de las variables

**Tabla N 1:** Identificación de variables

Variables		Definición de variables	Unidad	Rango
<b>Independientes</b>	% ROH	La graduación alcohólica o grado alcohólico volumétrico de una bebida alcohólica es la expresión de grados del número de volúmenes de alcohol (etanol) contenidos en 100 volúmenes de producto, medidos a la temperatura de 20 °C	% vol.	0 – 12,0
	Extracto original	Sustancia que se extrae en forma concentrada, posee su virtud característica	1	Min. 4,0
	Unidades de Amargo	Es una escala para medir la percepción de amargor de la cerveza		2,0 – 100
	pH	Medida de acidez o alcalinidad que indica la cantidad de iones de hidrogeno presentes en una solución o sustancia		3,0 – 4,8
	CO2	Contenido de CO2 disuelto en saturación de se manifiesta en forma de burbujas a la presión ambiente	(% v/v)	2,0 – 4,0

Variables		Definición de variables	Unidad	Rango
Dependiente	Rendimiento	El rendimiento de una reacción es la cantidad de producto que se puede obtener al llevarse a cabo una reacción completamente	%	64 – 76
	Agua	Sustancia líquida inodora, incolora e insípida en estado puro	%	95
	Cereales	Planta gramínea cultivada principalmente por su grano, muy utilizado en la alimentación humana y animal, y de la que existen numerosas especies, como el trigo y la cebada	Kg	
	Temperatura	Magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente	T°	4 - 35

Fuente: Informe de monografía

#### 1.4.7 Población

La zona en la que se realizará el trabajo es en la ciudad de Potosí, en el municipio de Betanzos dentro del Estado Plurinacional de Bolivia.

#### 1.4.8 Muestra

En base a la aplicación de lo descrito en el presente estudio la muestra es: cerveza artesanal de tipo Pale Ale elaboradas en la población de Betanzos. (Santos Aldana & Vasquez Gutierrez, 2018)

**CAPÍTULO II**

**MARCO TEÓRICO**



## 2.1 MARCO CONCEPTUAL

### 2.1.2 Cerveza artesanal

La cerveza es una bebida alcohólica no destilada, elaborada por medio de fermentación con levadura de una solución de cereales, con la adición o no de adjuntos cerveceros. En un sentido amplio, se denomina cerveza a la bebida preparada a partir de cualquier cereal (cebada, sorgo, trigo, maíz, entre otros), pero normalmente se elige la cebada malteada (cebada germinada), se indica que la cerveza es una bebida de bajo contenido alcohólico, resultante de un proceso de fermentación natural controlado por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, en un mosto elaborado con agua y la cebada malteada sola o mezclada con adjuntos, con adición de lúpulo y/o sus derivados, cada tipo de cerveza tiene un tiempo de producción no menor a mes o mes y medio. (BrewDog, 2017)

#### 2.1.2.1 Tipos de cerveza según el tipo de fermentación

- **Fermentación baja Lager:** Esta fermentación se ejecuta a una baja temperatura alrededor de 7-12 °C. Durante 7 días las levaduras empleadas son cepas de *Saccharomyces pastorianus* las cuales trabajan de carácter anaerobias, se obteniendo cervezas claras, sin turbidez, predominando los olores aportados por malta y lúpulo, sabor equilibrado, limpio y refrescante
- **Fermentación Alta Ale:** Para esto la temperatura de su fermentación es superior de 15-25 °C. En este tipo de fermentación son implementadas cepas de *Saccharomyces cerevisiae*, éstas en cambio trabajan en la superficie en condición aeróbica. El proceso solo dura un aproximado de 3 días. Con este tipo de fermentación se obtiene cervezas con tonos oscuros, con un mayor cuerpo y grado de alcohol aún mayor. (Brucas, 2020)
- **Fermentación espontánea o lámbicas:** Fermentan con una combinación de levaduras *Saccharomyces* y *Brettanomyces* y bacterias acéticas, lácticas, etc. De 8 – 20 °C entre 60 a 90 días, se obtienen cervezas claras con escasa espuma y su olor se puede recordar a sidra, el sabor destaca por una marcada e intensa acidez con abundantes notas agrias

### 2.1.2.2 Variedades de cervezas

**Tabla N 2:** Distintos tipos de cerveza artesanal según el tipo de levadura

Tipo de cerveza	Características
	<b>LAGER</b>
Pilsener, Hell o pale	<b>Aspecto:</b> pálida <b>Sabor:</b> amargo medio <b>Grados alcohólicos:</b> 3 - 8 v/v <b>Almacenamiento:</b> 2 meses
Dortmunder	<b>Aspecto:</b> pálida <b>Sabor:</b> amargo medio <b>Grados alcohólicos:</b> 3 - 8 % v/v <b>Almacenamiento:</b> 3 - 4 meses
Múnich, Dunkel o Dark	<b>Aspecto:</b> oscura <b>Sabor:</b> ligeramente dulce <b>Grados alcohólicos:</b> 2 - 5 v/v <b>Almacenamiento:</b> 3 - 4 meses
Bock, Marzen o Marzenbier	Igual que la Múnich, pero con más alcohol.
	<b>ALE</b>
Pale Ale	<b>Aspecto:</b> pálida <b>Sabor:</b> amargo y ácido <b>Grados alcohólicos:</b> 4 - 8 % v/v
Brown Ale	Oscura, poco lúpulo, dulce
Porter	<b>Aspecto:</b> oscuro <b>Sabor:</b> dulce <b>Grados alcohólicos:</b> 5 % v/v
Mild Ale	Semioscura, dulce, poco densa, amarga
Stout	<b>Aspecto:</b> oscuro <b>Sabor:</b> caramelizada por su malta <b>Grados alcohólicos:</b> 5 - 6.5 % v/v








**Fuente:** (Brucas, 2020)

### 2.1.2.3 Características de color de la cerveza artesanal

Su color está determinado por la materia prima y por el tostado de malta. El tipo de levadura utilizado también puede intervenir el color final de la cerveza.

El color de la cerveza se evalúa de acuerdo a dos escalas: la SRM (Standard Reference Method) utilizada principalmente en Estados Unidos y la EBC (European Brewing Conventio) en el resto del mundo. Ambas se basan en medidas espectrofotométricas, midiendo la absorbancia de la muestra de la cerveza. (Suarez , 2013)

**Tabla N° 3:** Escala de colores de cerveza artesanal

Denominación	Color	SRM	EBC
Amarilla		< 4	< 8
Rubia		4 – 6	8 – 12
Dorada		6 – 10	12 – 20
Ambar – rojiza		10 – 15	20 – 30
Caramelo – cobrizo		15 – 20	30 – 40
Tostada – marrón		20 – 30	40 – 60
Negra		> 30	> 60

Fuente: (Picon , 2020)

### 2.1.3 Agua

la cerveza depende del empleo adecuado del agua ya que constituye cerca del 95% del contenido de la cerveza por lo que es un ingrediente fundamental y del cual interesa esencialmente su contenido de sales y especialmente su dureza. Como norma general se recomienda utilizar aguas blandas con poco contenido en sales. Las aguas duras, con una cantidad excesiva de bicarbonatos, producen en la cerveza un amargo persistente y desagradable del lúpulo.

El agua para la elaboración de la cerveza artesanal debe cumplir con las pruebas de calidad, siendo necesario cubrir en el aspecto microbiológico con ciertos aspectos, mostrados.

(Gorostiaga, 2008)

**Tabla N 4:** Limite microbiológico del agua a utilizar

Microorganismo	Limite permisible
Coliformes totales	2UFC /100 mL
Coliformes fecales	0 UFC /100 mL

**Fuente:** Informe microbiológico

#### 2.1.4 Malta

Es el producto de someter el grano de cebada a un proceso de germinación controlada, secado y tostado en condiciones adecuadas para su posterior empleo en la elaboración de cerveza. Para la previa elaboración de la cerveza se realiza el malteado, o también denominado germinación del grano que consiste en remojarlo en una cantidad adecuada con respecto al peso, ya que si se coloca demasiada agua se sufre el riesgo de asfixiar al grano.

##### 2.1.4.1 Tipos de grano utilizados para maltear

- **Malta de cebada:** es el quinto cereal más cultivado del mundo, y quizás parte de esto es porque es el grano más usado en la elaboración de cervezas, se cultiva en regiones con clima templado y frío, existen tres tipos de la malta de dos hileras, cuatro hileras y la de seis hileras. Estos números hacen referencia al, valga la redundancia, número de filas de granos de cada tallo. Hay que tener en cuenta que solo la de dos y seis hileras se utilizan para fabricar cerveza, y el que predomina en los cerveceros es el de dos, esta es la más popular. Al contar con una germinación rápida y un alto contenido en almidón, hace que

no sea llamativo que este tipo de cereal sea el preferido. Además, la cebada contiene una elevada concentración proteica, lo que permite obtener una cerveza menos turbia

- **Malta de avena:** Aumenta la turbidez y produce la sensación de plenitud en la boca. Aporta sabor a avena, pero no necesariamente si la utilizamos en cantidades pequeñas (menos de 10 %)
- **Malta de centeno:** Añade mucho cuerpo y aporta un color dorado y sabor único de centeno que puede dar un toque nuevo a las recetas viejas. Puede provocar problemas durante la filtración lo que se debe a la falta de cascarilla y la cantidad alta de  $\beta$ -glucanos
- **Malta de trigo:** Utilizado para elaborar cerveza es casi tan antigua como la cebada, y el trigo tiene la misma capacidad de maceración que la cebada. El trigo no tiene cáscara y tiene menos taninos que la cebada. Los granos suelen ser más pequeños que la cebada, pero tienen más proteínas, lo que contribuye a la persistencia de la espuma de la cerveza. Debido al alto contenido de proteínas, es mucho más viscoso que la cebada. (Alcaraz Sanz)

**Figura N 4:** Tipos de granos para maltear



Fuente: <https://mundocervezas.com/que-tipos-de-maltas-existen-en-el-mundo-cervezero/>

### 2.1.5 Grano de cebada

La cebada puede crecer en una gran variedad de fases climáticas superando al resto de cereales. Solía tratarse de un alimento importante para el ser humano pero su popularidad ha decrecido en los últimos 250 años en favor del trigo y ha pasado a utilizarse básicamente como comida para animales o producción de cerveza y whisky. El grano contiene gluten y es por ello que también puede hacerse pan con cebada. La manera más frecuente de encontrar cebada es en forma de cebada entera o cebada perlada, aunque también se puede obtener en forma de copos o granos. La cebada entera es la que aporta un contenido nutricional más alto.

En la preparación del terreno hay que llevar en cuenta el inicio de la época lluviosa en la cual el terreno se debe arar ya sea en forma mecánica o manual en dos o tres meses antes de la siembra la producción de cebada del país rondaba las 100.000 hectáreas. (Cherlinka, 2024)

**Figura N 5:** Grano de cebada



**Fuente:** Hernández 2006

### 2.1.5.1 Variedades de grano de cebada

No todas las cebadas son óptimas para la elaboración de la cerveza. En cuanto al número de filas de grano en cada tallo, solemos distinguir, sobre todo, tres especies.

- **Hordeum vulgare:** También llamada cebada parda, cebada cervecera o cebada de grano vestido, tiene dos carreras de grano y se emplea para la obtención de la cerveza
- **Hordeum Hexastichon:** Es una cebada común, cebada caballa, tiene seis carreras también es apto para la elaboración de cervezas ya que de igual manera tiene alto contenido proteico
- **Hordeum Tetrastichon:** Está es de cuatro carreras por tallo, aunque ésta es menos habitual, se utiliza básicamente como forraje para los animales

### 2.1.5.2 Composición química del grano de cebada

Las respectivas cantidades y calidades de los nutrientes del grano influyen en las propiedades nutritivas y funcionales de los cereales.

**Tabla N 5:** Composición química del grano de cebada (en % de extracto seco)

Componentes	%
Proteínas	10,5 - 14,5
Lípidos	1,9 - 2,6
Hidratos de carbono	72,8 - 82,8
Celulosa	4,0 - 5,0
Sales minerales	2,7 - 3,1
Fibra bruta	4,5 - 7,2
Almidón	68,0 - 78,0
Azúcares	1,8 - 2,0

**Fuente:** Composición química detallada de la cebada en extracto seco Hernández, 2006

### 2.1.6 Tipos de malta base horneadas

Son las maltas más claras de todas. Esto se debe a que los granos son horneados a temperaturas más bajas y durante un menor tiempo que el resto de maltas. En este proceso la actividad enzimática no se ve afectada, por lo que cuentan con el mayor poder diastásico de todas.

- **Malta Pilsen:** Es muy pálida y tiene el sabor dulce de malta. En general es la malta más pálida disponible. Podemos encontrar malta Pilsen de cebada de 2 o 6 hileras, de 2 hileras tiene sabor más marcado a malta, mientras que el de 6 hileras aporta aroma a cereales. Grano germinado – secado a baja temperatura (80 °C)
- **Malta Pale Ale:** Malta Pale Ale es bastante pálida, y aporta un rico sabor de malta, comparando con la malta Pilsen es más modificada, y su actividad enzimática es un poco más baja. Tiene bajo contenido de proteínas Grano germinado – secado a mediana temperatura (92 °C)
- **Malta Múnich:** Malta adecuada para cervezas oscuras y como una adición en cervezas pálidas. por lo que contiene mucha proteína, requiere alargar tiempos de sacarificación y el escalón proteínico. Aporta a la cerveza un color un poco más oscuro, rojizo/ámbar, y sabor fuerte a malta. Grano germinado – secado a mediana temperatura (97 °C)
- **Malta Vienna:** Sirve para elaborar cervezas con color dorado o para aumentar la plenitud de sabor de la cerveza y aporta un sabor ligeramente malteado y aporta un color dorado o ligeramente naranja, tiene la actividad enzimática un poquito más baja que la malta Pilsen. Grano germinado – secado a alta temperatura (105 °C)



**Figura N 6:** Tipos de malta base



Fuente: (López, 2022)

### 2.1.7 Tipos de malta caramelo

Son maltas especiales que aportan colores, sabores y olores especiales a los diferentes tipos de cervezas que se van a elaborar.

- **Maltas Caramelo:** Estas maltas aportan cuerpo y una amplia gama de colores y sabores que varían según la temperatura de caramelizado de 30, 50, 80 °C, los cuales nos indican el grado de tostado al que ha sido sometidas
- **Malta chocolate:** cebada malteada que ha sido horneada a alta temperatura. Aporta sabores tostados
- **Malta negra (también llamada “Black Paten”):** Cebada malteada que ha sido horneada a alta temperatura, aporta un amargor seco, quemado con un carácter de ceniza. Muchos cerveceros la usan para la coloración de la cerveza
- **Maltas Tostadas:** Las maltas tostadas se elaboran a partir de hornear maltas base totalmente secas, a temperaturas superiores a 170 °C. Cuanto más alta es la temperatura, más se incrementa la reacción Maillard en detrimento de la caramelización, dando a los granos colores de oscuridad entre media y total, con sabores que recuerdan al mismo tostado, a la nuez o a la galleta. (López, 2022)

**Figura N 7:** Tipos de malta caramelo



**Fuente:** Blogcocinista

### **2.1.8 Lúpulo**

El lúpulo es un ingrediente esencial para la elaboración de la cerveza. De sus flores convenientemente secadas, se extrae la lupulina, un elemento esencial que aporta el sabor amargo y el aroma característicos de la cerveza. El lúpulo hace que la espuma de la cerveza sea más estable, ayuda a conservar su frescor y le confiere otras propiedades; existen diferentes variedades, unas más o menos ricas en elementos ácidos y amargos y otras más ricas en presencia de elementos aromáticos. Unos y otros se seleccionan para poder hacer la mezcla deseada por cada fabricante para elaborar sus variedades de cerveza. Las formas del lúpulo son en fresco, en forma de extracto o concentrado, y en forma de polvo prensado o pellet, siendo ésta última la que más se utiliza por la buena conservación de los ácidos alfa y aceites esenciales

**Figura N 8:** Planta de lúpulo



**Fuente:** Tesis 2019

#### ***2.1.8.1 Tipos de lúpulo***

- **Lúpulo Humus:** Cumple una función principal que es la de otorgarle a la cerveza su aroma y amargor característicos, además de cumplir una función como impedir microorganismos patógenos al ser un antimicrobiano natural
- **Lúpulo Cascade:** Se utiliza por sus cualidades aromáticas, como lo son sus fuertes 32 notas frutales, cítricas, y afrutadas que aporta a la cerveza, utilizadas en gran parte en estilos Ale
- **Lúpulo Centennial:** Aporta aroma con una intensidad media con tonos florales y cítricos, además de aportar un amargor considerable, por esto también es considerado como lúpulo de doble propósito
- **Lúpulo Calypso:** Su uso particular es por los atributos de suaves sabores y olores afrutados que brinda, obteniéndose notas cítricas, apreciado en la elaboración de estilos ales, pale ale y golden ale por su amargor y tonos delicado
- **Lúpulo Tettninger:** Es su amargor moderado en conjunto de un aroma suave especiado con carácter herbal y herbáceo, se utiliza en varios estilos de cervezas lager y ales alemanas por ser un lúpulo de doble propósito. (Copyright , 2008)

**Tabla N 6:** Composición química del Lúpulo

Componentes químicos	Porcentaje
Celulosa bruta	13,3
Aceites esenciales	0,4
Taninos	3,0
Extracto al éter (resinas)	1,3
Agua	1,5
Cenizas	7,5

Fuente: Tesis 2019

### 2.1.9 Levadura

Las levaduras son organismos vivos unicelulares anaeróbicos facultativos, es decir que pueden desarrollar sus funciones biológicas con o sin oxígeno. La fermentación etanólica es un proceso anaeróbico en el que los hidratos de carbono son metabolizados para obtener como productos finales etanol ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y ATP. Este proceso es exotérmico por lo que ocurre con una importante liberación de calor; más allá de estos productos el metabolismo de las levaduras da lugar a la formación de numerosos metabolitos de importancia en el sabor y aroma de la cerveza

Más de 300 especies de levaduras son fermentativas, aunque en la elaboración de productos alcohólicos predominan las especies del género *Saccharomyces*. Esto es debido a que las mismas presentan alta capacidad de producción de alcohol y por otra parte toleran elevadas concentraciones de este compuesto.

#### 2.1.9.1 Tipos de levadura

- ***Saccharomyces cerevisiae***: Levadura de alta fermentación, prefieren temperaturas templadas (entre 13° y 25 °C) y se producen en la superficie de los fermentadores. Forman

parte de la familia de las Ales, estas levaduras producirán aromas afrutados, como por ejemplo a plátano, pera, manzana, albaricoque y melocotón

- **Saccharomyces pastorianus:** Levadura de baja fermentación, esta levadura es un híbrido que se originó de las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* y de la *Saccharomyces eubayanus*, se desarrollan con temperaturas más bajas (entre 5° y 12° C) y durante el proceso de fermentación tienden a depositarse en el fondo de los fermentadores. Forman parte de la familia de las Lager muchos estilos tradicionales alemanes y checos como Pils, Bock, Marzen, Vienna, Schwarz, etc. pero también algunos más modernos con diferente origen geográfico, como American Lager o India Pale Lager. (Carvajal & Luis, 2010)

## **2.2 MARCO CONTEXTUAL**

### **2.2.1 Historia de la comunidad de Betanzos**

En el periodo entre los años 900 d.C.-1400 d.C., tras el derrumbe de cultura Tiwanaku en el Altiplano andino, emergieron distintos señoríos regionales que se estructuraron internamente y se diferenciaron entre sí. El cerro Thumilki y la cordillera de Coipasi, cercanos a la localidad de Betanzos, adquirieron el carácter de una frontera étnica en disputa entre los pueblos Qaraqara y Yampara. Esta época era recordada en la tradición oral andina recogida en las crónicas coloniales como el "auca pacha" (época de guerra). (Wikipedia , 2018)

### **2.2.2 Demografía**

La población del municipio de Betanzos ha fluctuado en las últimas dos décadas, mientras que la población de la localidad ha aumentado en aproximadamente dos tercios en el mismo tiempo:

**Tabla N 7:** Habitantes de Betanzos

Año	Habitantes (municipio)	Habitantes (localidad)	fuelle
1992	31 862	2 866	Censo 1992
2001	36 308	4 168	Censo 2001
2012	33 455	4 632	Censo 2012

**Fuente:** Población de Betanzos

### 2.2.3 Ubicación

Betanzos se encuentra a 31 km por carretera al este de Potosí, la capital departamental. La ruta nacional Ruta 5 pasa por Betanzos, que sale de la Ruta 7, que corre de norte a sur a lo largo de la Cordillera Oriental, en La Palizada y conduce en dirección suroeste hasta la frontera con Chile. La Ruta 5 pasa por las ciudades de Aiquile, Sucre y Yotala, cruza el río Pilcomayo y luego de un total de 407 kilómetros llega a Betanzos. Desde aquí conduce vía Potosí, Ticatica, Pulacayo y Uyuni hasta llegar a Chile por otros 491 kilómetros.

**Figura N 9:** Ubicación Satelital de Betanzos



**Fuente:** Google maps, 2020

#### **2.2.4 Economía**

Como muchos otros pueblos de la zona, la mayor parte de la población se dedica a la agricultura (producción papa y cebada, etc.)

Aquí se pueden visitar mercados y ferias artesanales en las que aún se practica el trueque.

**CAPÍTULO III**  
**DESARROLLO**



### 3.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO

**Producción de cerveza artesanal Pale Ale Rubia:** De fermentación alta, de sabor lupular, color rubia.

### 3.2 CARACTERIZACIÓN ESPECÍFICA DE LAS MATERIAS PRIMAS

#### 3.2.1 Agua

El agua es el ingrediente esencial de la cerveza, representa un porcentaje de más de un 90 % de su composición, es recomendable usar agua purificada ya que ha sido tratada, en algunos casos, sometido a procesos de ósmosis inversa para garantizar que el agua cumpla con los estándares de calidad para eliminar impurezas, contaminantes y microorganismos, logrando un alto nivel de pureza, el agua está en todas las partes del proceso: desde el enjuague de los granos para su maceración hasta la limpieza y esterilización de los materiales por ello, es de suma importancia no olvidarse de este líquido tan valioso para la cerveza.

El agua no purificada puede afectar al color, aroma o sabor extraños, también influye en el aspecto de la cerveza y de la espuma. Las aguas más duras permiten obtener con mayor facilidad cervezas negras, mientras que las aguas blandas son más indicadas para cervezas claras como las Pilsen o Ale. (By Sevebrau, 02, 2022)

**Tabla N 8:** Composición del agua para fabricar cerveza

Componentes	Cerveza fuerte (g/hl)	Cerveza ligera (g/hl)
Dureza total	14,8	1,57
CaO	10,6	0,98
MgO	3	0,12
Sulfatos	0,75	0,43
CO2	11,15	1
Nitratos	Trazas	Trazas
Cloruros	0,16	0,5

**Fuente:** <http://culturillacervecera.blogspot.com/2008/03/agua.html>(Agosto, 2009)

### **3.2.2 Malta base Pale Ale**

La malta base se debe a que los granos son horneados a temperaturas más bajas a menor tiempo. La malta Pale Ale es una malta base, es más, podemos decir que es la reina de las maltas base, es un insumo esencial para la elaboración de cerveza artesanal proveniente de granos de cebada, esta malta se destaca por su alta actividad enzimática, lo que la convierte en la opción perfecta tanto para cervezas individuales como para combinaciones con otros tipos de maltas, creando cervezas únicas y especiales. Gracias a su proceso de horneado más corto y secado a bajas temperaturas, la malta Pale Ale conserva los azúcares y ofrece un color claro y un perfil de sabor suave y también aporta menor cantidad de nitrógeno amino libre.

### **3.2.3 Malta caramelizada**

También conocidas como maltas cristalizadas o maltas dextrinas, son maltas que no tienen actividad enzimática porque el grano está malteado en un proceso especial: se hornea en alta humedad y a temperaturas de sacarificación para provocar formación de azúcar dentro del mismo grano, luego el grano se seca para solidificar su contenido, y posteriormente se seca otra vez, ya a temperatura. Cuanto más oscuro es el color, más baja es la extractividad de la malta. Maltas caramelizadas aportan a la cerveza un color más oscuro, dulzura, y notas de malta y caramelo, mejoran la plenitud de sabor y la espuma, las maltas caramelizadas muy oscuras cuentan con un fuerte aroma dulce y sabor muy marcado a caramelo. (Frans Toya , 2023)

### **3.2.4 Caracterización de insumos**

#### ***3.2.4.1 Lúpulo cascade de amargor, sabor y aroma***

El lúpulo cascade consta de tres categorías amargor, porque aporta un amargor limpio, agradable y moderado, sabor y aroma, porque sus aceites y resinas esenciales son perfectas para tal efecto, es considerado el lúpulo estadounidense que aporta cualidades florales, especiadas y cítricas que aporta un marcado carácter a pomelo, este lúpulo supone alrededor del 10 % del total que ingresa a la elaboración de cerveza.

- **Amargor:** La adición de lúpulo en la cerveza logra que tenga un mayor o menor grado de amargo, según la cantidad de lúpulo que se adicione y el estilo de cerveza a elaborar
- **Sabor:** El lúpulo también otorga sabor a la cerveza, existen variedades de lúpulo que se utilizan solo para dar sabor, porque son muy pobres en cuanto a poder de amargo y aroma
- **Aroma:** Se puede intensificar el aroma de la cerveza gracias al agregado de lúpulo. Existen lúpulos que solo se utilizan para proporcionar un mejor aroma, ya que son muy aromáticos y baja concentración de amargo y sabor. ( Garrett , 2011)

#### ***3.2.4.2 Clarificante irish moss***

El conocido como musgo irlandés es un clarificante natural que resulta muy útil para coagular las proteínas y sedimentarlas. Se suele añadir unos minutos antes de terminar el hervido, en una cantidad aproximada de 2 -5 gramos por cada 20 litros de cerveza. Es muy importante no añadir musgo en exceso, pues su uso en demasía puede desencadenar en problemas de retención de espuma. (Gonzales , 2019)

#### ***3.2.4.3 Levadura Safale US – 05***

La Safale US-05 es posiblemente la levadura más utilizada en para hacer cervezas Ale, es ceca e instantánea considerada a una levadura *saccharomyces cereviseae* de alta fermentación. Da lugar a cervezas aromáticas, con niveles de diacetilo justos. Forma una capa superficial y se caracteriza por permanecer en suspensión durante la fermentación.

### **3.3 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO**

- Empezar por la molienda o triturada de la malta de grano de cebada y la malta caramelizada ya que es paso crucial en el proceso de elaboración se recomienda que sea una molienda de  $\frac{3}{4}$  o partido y evitar el exceso de harina lo cual puede causar problemas en el filtro
- Colocar agua caliente en la olla haciendo una relación 3:1 agua – malta para 10 L, durante la maceración se activan diversas encimas procedentes de la malta en la cual

transformara el contenido de almidón de grano en diferentes tipos de azúcares, la temperatura y tiempo es dependiendo del cereal que se esté elaborando

- Pasado la hora proceder al lavado o filtrado en coladores separando el mosto de los granos de malta mientras se añade agua caliente en la parte superior haciendo la relación 3:1 agua – malta, para extraer la cantidad de mosto
- El mosto extraído mediante el filtrado se lleva a la olla y proceder al hervor a altas temperaturas en este proceso se añade el clarificante y los lúpulos que aportara amargor, sabor y aroma a la cerveza
- Tras el hervor se realiza el enfriado antes de fermentar realizar un rápido enfriado de temperatura de hervor hasta la temperatura de trabajo de las levaduras
- Después de añadir la levadura se sigue a la fermentación donde las levaduras comenzaran a multiplicarse mientras se alimenta de los azúcares del mosto, los convierte en dióxido de carbono  $\text{CO}_2$  y alcohol donde el mosto se haya convertido en cerveza
- Cuando termina la fermentación la levadura a consumido todo el azúcar la temperatura de la cerveza se reduce hasta los  $0\text{ }^\circ\text{C}$ , para proceder a maduración para que la cerveza se estabilice y se clarifique, ya que a esta temperatura la levadura cae hasta el final del fermentador
- Pasado el fermentado hacer la carbonación natural con azúcar o dextrosa usando 5 a 6 gr de azúcar por 1 L de cerveza
- Embotellar herméticamente en botellas de vidrio, almacenar en una temperatura baja hasta el consumo

### 3.3.1 Instrumentos utilizados

**Tabla N° 9:** Instrumentos utilizados en la elaboración de cerveza

Instrumento	Especificaciones
Tiras de pH	Es un trocito de papel tornasol, se introduce una tira, el material del papel que la tira reactiva muestra un color diferente cuando los pH tienen distintas acideces.
Densímetro	Con digital de 1000 – 1100 lectura de arriba hacia abajo
Refractómetro ATC	Es un refractómetro portátil de Compensación Automática de Temperatura, sostiene el refractómetro bajo una fuente de luz y mira a través del ocular, ajusta el ocular hasta que la escala sea claramente visible, leer el valor en la línea claro/oscuró visualizada en la escala.
Alcoholímetro centesimal	Este compuesto en un extremo de un bulbo de mercurio al otro extremo con una terminación cilíndrica de cristal y tiene una etiqueta interna con su escala graduada de 0 a 100 grados.
Balanza gramera	Tiene un display LCD o LED para ver mejor el valor de unidad
Termómetro digital	Ofrece una lectura precisa y fácil de leer, con una sonda de acero inoxidable y una pantalla digital, rango de medición -50 a 300 °C, con una batería AG13.
Probeta	Una probeta de 250 mL material plástico.

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3.2 Materiales utilizados

**Tabla N° 10:** Materiales utilizados en la elaboración de cerveza

Material	Cantidad	Tipo de material
Molino manual	1	Hierro
Cocina	1	Hierro
Botellas de vidrio	15 de 500 mL	Vidrio color ámbar
Tapas corona	15	Dorado/ plateado
Tapadora tipo cangrejo	1	Fierro
Refrigerador	1	Cónsul
Botellón fermentador de 20 L	1	Plástico
Cepillos para limpiar botellas	2	Plástico

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3.3 Utensilios utilizados

**Tabla N° 11:** Utensilios usados para la elaboración de cerveza

Utensilios	Cantidad	Tipo de material
Jarra	1	Plástico
Cuchara de palo	1	Madera
Ollas	2	Aluminio
Saco	1	Tocuyo
Colador	1	Plástico
Cuchara	1	Acero inoxidable
Plato	1	Plástico
Lavador	1	Plástico
Embudo pequeño	1	Plástico

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3.4 Insumos utilizados

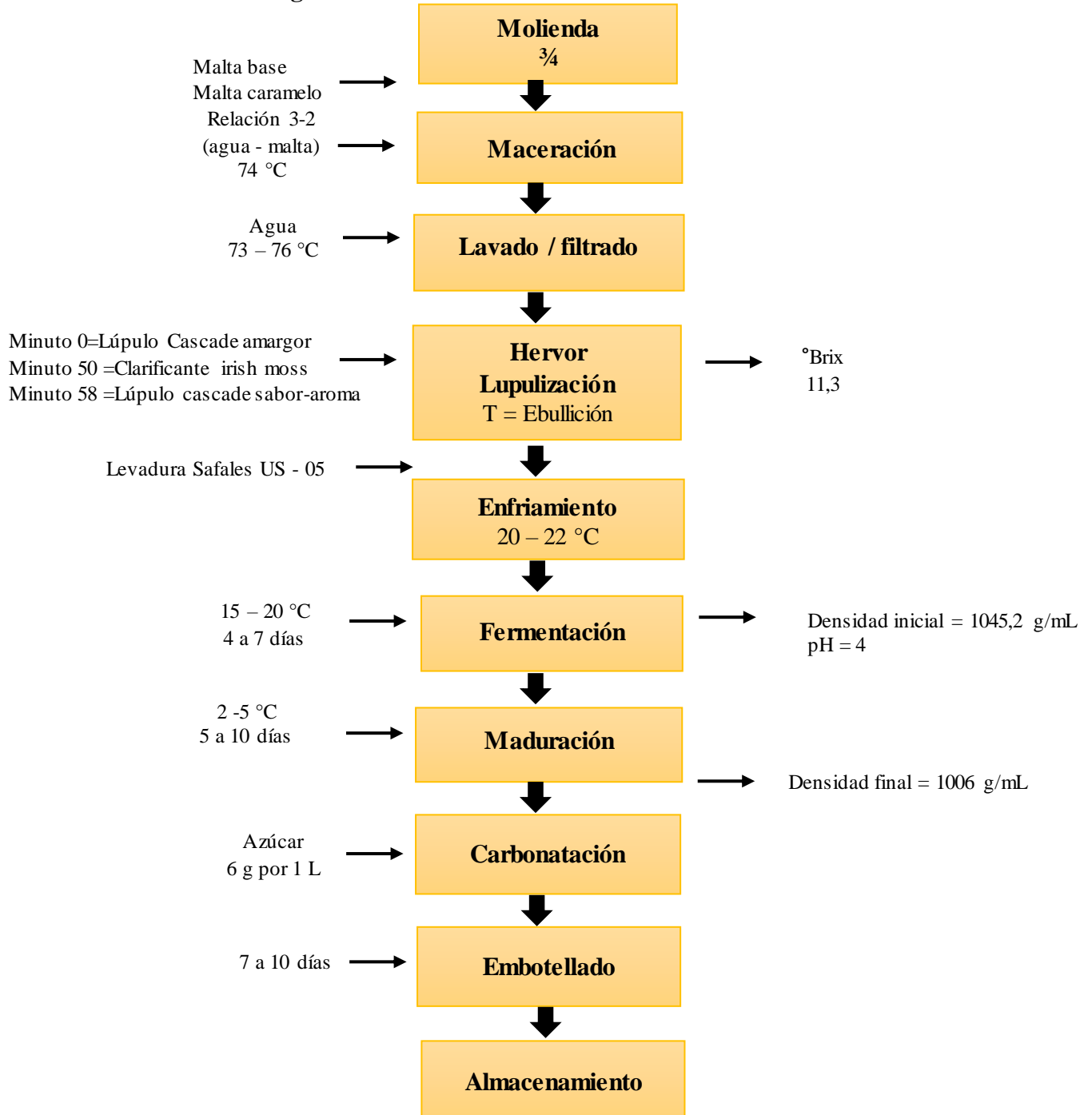
**Tabla N° 12:** Insumos utilizados en la elaboración de cerveza

Insumo	Marca	Procedencia
Malta Pale Ale	-----	Cochabamba
Malta Caramelo	-----	Cochabamba
Levadura	Safales US - 05	Cochabamba
Lúpulo	Cascade	Cochabamba
Clarificante	Irish Moss	Cochabamba
Azúcar	Guabirá	Santa Cruz

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO

**Diagrama N 1:** Elaboración de cerveza artesanal Pale Ale



Fuente: Elaboración propia

### **3.4.1 Descripción del proceso por etapas**

#### **Molienda**

Ajustar el molino manual para mantener una molienda uniforme, moler o partir en  $\frac{3}{4}$  el grano de malta de cebada Pale Ale 3,200 kg y la malta caramelizada 0,15 kg, posteriormente tiene que ser fresca no mayor a 24 horas, de lo contrario la humedad no solo permanecerá en la cascara, sino que penetrará en el interior del grano y dificultará el proceso de filtro, con una molienda correcta asegura una buena extracción de azúcares en el macerado que impacta directamente en el sabor.

#### **Maceración**

Calentar agua en una olla haciendo la relación 3:2 (agua - malta), 7 L de agua y 3,200 kg de malta pale y la malta caramelizada 0,15 kg., a una temperatura de 74 °C aproximadamente añadir la malta de cebada pale y la malta caramelo haciendo un movimiento lentamente, dejar a una temperatura de 68 – 70 °C durante 60 minutos esto para extraer la mayor cantidad de azúcares fermentables y dar color, sabor y aroma de los granos, pasado la hora dejar 10 minutos para que los granos desprendan el resto de azúcares, se debe homogeneizar el macerado cada 5 minutos durante los 60 minutos de macerado.

#### **Lavado / filtrado**

Realizar lentamente un retro lavado con un saquillo tela tocuyo, separando el mosto de los restos de los granos mientras se añade agua caliente 8 L haciendo la relación de 3:2 agua – cebada, a temperatura de 73 a 76 °C hasta llegar a los 15 L.

#### **Hervor**

Hervir vigorosamente a temperatura de ebullición, cuidadosamente sacar las células muertas de encima, calcular el tiempo de hervir 60 minutos, añadir al minuto 0 el lúpulo cascade de amargor 8 g, al minuto 50 añadir el clarificante irish moss 1 g, al minuto 58 añadir lúpulo cascade de



aroma y sabor 2,5 g, esto para estabilizar el mosto, durante el hervor se pierde volumen del agua de 5- 7 % donde queda solo 10 L de mosto. Con un refractómetro medir los ° Brix que debe estar en el rango de 9,5 – 12.

### **Enfriado**

Se sumergió la olla dentro de una bañera, y se colocó agua fría y hielo, para lograr bajar la temperatura de 92 °C a 20 – 22 °C.

### **Fermentación**

Antes de fermentar es importante medir la densidad inicial del mosto, y el pH usando las tiras de color, a una temperatura de 20 - 22 °C, añadir la levadura Safale US – 05 de 5 g, disolviendo con el mismo mosto.

Dejar fermentar en un fermentador que consta de un grifo en la parte inferior y en la parte superior conta con un tapón y airlock donde evita que salga el aire, a una temperatura 15 a 20 °C durante 4 a 7 días con el objetivo de convertir los azúcares en alcohol y dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, es importante medir la densidad inicial y final y el pH de un rango de 4,1 – 4,3.

### **Maduración**

Llevar el fermentador a un refrigerador a una temperatura 2 a 5 °C cerrar herméticamente durante 5 a 10 días esto para clarificar la cerveza, afinar sabores y aromas y eliminar levaduras, pasado el tiempo medir la densidad final y registrar.

### **Carbonatación**

Consiste en generar gasificación azucarera, en una balanza analítica pesar 6 gr de azúcar por 1 L, este método se denomina carbonatación natural.

## **Embotellado**

En botellas ya esterilizadas, se recomienda las botellas de color ambar o marrón ya que esto impide que la luz cambie el sabor y las propiedades de la cerveza esto para evitar la degradación, cellar herméticamente con la tapadora manual de botellas, dejar a temperatura ambiente aproximadamente 7 a 10 días.

## **Almacenamiento**

Asegurar el tapado herméticamente, guardar en frío hasta su consumo.

## **3.5 CONTROL DE CALIDAD**

### **3.5.1 Materias primas**

#### **Agua**

La naturaleza del agua empleada en la fabricación de cerveza es de mucha atención y se llega a decir que el éxito de la cerveza depende del empleo adecuado del agua ya que constituye cerca del 95 %, el agua de preparación debe ser limpia y libre de olores, como el cloro y el olor de estanque. Por lo general una buena agua para preparar el pure y crear el mosto debe ser moderadamente dura y tener una alcalinidad baja a moderada. Pero depende del tipo de cerveza que se desea elaborar y del carácter mineral del agua.

- **Dureza y Alcalinidad:** La dureza del agua se define como la cantidad de calcio y magnesio disuelto en el agua. El agua dura tiene mucho calcio y magnesio; el agua blanda no. La alcalinidad es la concentración de carbonato y bicarbonato. La alcalinidad del agua actúa para elevar el pH del agua y la cerveza, y este puede ser un problema para la cerveza, especialmente para estilos más pálidos

## La Cebada *Hordeum vulgare*

Cebada de dos carreras o cebada cervecera (*Hordeum vulgare*). Se denomina cebada cervecera porque es la más utilizada en la industria de la cerveza; se debe a que los granos de la cebada de dos carreras son mayores y presentan mayor uniformidad en su tamaño. Además, para poder destinarla a la producción de cerveza debe presentar una gran regularidad en la germinación, bajo nivel de proteínas y alto poder diastásico. El poder diastásico es la medida de la actividad de las enzimas de la malta para romper los carbohidratos complejos en azúcares reducidos. (Perez , 2016)

**Figura N 10:** Cebada *Hordeum vulgare*



**Fuente:** (Perez , 2016)

### Aspecto físicas de la cebada *Hordeum vulgare*:

- Un grano grueso y redondeado de tamaño uniforme
- Color amarillo claro
- Cascarilla fina y rizada
- Libre de infecciones de microorganismos

## **Cebada malteada**

La cebada malteada es la materia prima por excelencia utilizada para la elaboración de la cerveza. La cebada, tal y como se cosecha, no es la adecuada para la producción cervecera. Ésta debe someterse a un proceso de transformación llamado malteo o malteado, para aportar sus bondadosas cualidades que contribuyen en gran parte al aroma, sabor, cuerpo y color del producto. Durante el malteado se activan las enzimas que degradan el almidón en azúcares simples y que serán el sustrato de las levaduras en la fermentación generando mayoritariamente dióxido de carbono y alcohol. (Jorarzo, 2021 )

## **Fases del malteado**

El malteado de este grano se obtiene parcialmente en tres fases, el remojo, la germinación, el secado y el horneado.

se procesa bajo una germinación y secado, activándose de esta forma enzimas que convertirán los almidones en azúcares solubles. cebada son los que generalmente presentan menos problemas técnicos.

- **El remojo:** Dura entre 38 y 46 horas haciendo que el grano absorba el agua hasta el 50 % de su volumen. Una vez logrado esto, se escurre y se lleva a la sala de germinación donde permanecerá hasta cuatro días con una humedad y temperatura constante que estará entre los 15 y los 24 °C. Con la germinación se logra que el grano active sus enzimas y libere el almidón y las proteínas, algo fundamental para convertir ese almidón en azúcares
- **Germinación:** del grano ahora hay que secarlo, se traslada al horno donde se trata en un ambiente con un 4 % de humedad y unas temperaturas que rondan los 50 -70 °C. Este proceso suele durar entre 24 y 36 horas. Algunas maltas se quedan en esta fase. Son maltas base, con gran cantidad de azúcar fermentable por lo que se utilizan en cualquier receta cervecera

- **Con el grano ya seco viene el horneado:** En los hornos y a altas temperaturas se deja el grano durante períodos largos de tiempo. Aquí es donde la malta va a concretar los colores y sabores que luego tendrá la cerveza. Si las temperaturas no son muy altas y los tiempos de horneado no muy largos, la malta obtenida tendrá colores claros y sabores más sutiles. En cambio, si se alargan los tiempos de horneado y se sube la temperatura, el grano obtenido será más oscuro y los sabores mucho más intensos llegando, incluso, a la caramelización del grano por la descomposición de los azúcares y obteniendo sabores dulces a tofé o caramelo. (Andrés , 2018)

### Malta Pale Ale

Es una malta base de color claro, utilizando un proceso de secado especial con el finde crear una malta altamente modificada para su uso como base en cualquier estilo de cerveza, la malta de este grupo se diferencia principalmente por las temperaturas de secado y curado, las cuales van desde los 50 a 150 °C.

### Características físico – químicas de la malta Pale Ale

**Tabla N 13:** Características físico-químicas de la malta Pale Ale

	Unidad	Resultado
Ceniza	%	1,73
Fibra	%	5,62
Grasa	%	3,02
Hidratos de carbono	%	67,56
Humedad	%	6,85
Proteína total	%	15,22
Valor energético	Kcal/100g	358,30

**Fuente:** (CEANID, 2022)

## Características sensoriales de malta Pale Ale

**Tabla N 14:** Características sensoriales de la Malta Pale

Análisis	Características
Apariencia	Grano friable de color amarillo/dorado
Aroma	Característico
Sabor	Característico

Fuente: (CEANID, 2022)

### 3.5.2 Parámetros durante el proceso

**Tabla N 15:** Parámetros físico químicos

Operación	Variable	Parámetro	Bibliográfico
<b>MACERACIÓN</b>	Temperatura	68 - 70 °C	Obtención de un líquido azucarado llamado mosto.
	Tiempo	60 minutos	
	Actividad enzimática	Proteasas Lipasas B alimalasa Alfa amilasa	Dstrucción del núcleo del almidón transformándolo en azúcares fermentables, obteniendo un líquido de color marrón, poco espeso y dulce, llamado mosto.
<b>LAVADO</b>	Temperatura	73 – 76 °C	
	Filtrado		Separar partículas sólidas en suspensión del líquido. Aumenta la vida útil del producto y su resistencia
<b>HERVOR</b>	Tiempo	60 minutos	
	°Brix	9,5 – 12	la cantidad de sólidos solubles

<b>ENFRIADO</b>	Temperatura	20 – 22 °C	
<b>FERMENTACIÓN</b>	tiempo	4 a 7 días	Convertir los azúcares en alcohol
	Temperatura	15-20 °C	
	Control de dióxido de carbono		El gas le da una sensación refrescante a la cerveza. El volumen de CO <sub>2</sub> dentro de la cerveza está relacionado con la consistencia de la espuma.
	Densidad inicial	1044 – 1050 g/mL	
	Actividad levadura		Genera una espuma de color marrón y movimiento que suben y bajan dentro del mosto. A partir del 4to día, la actividad prácticamente se observándose que en el fondo del botellón comienza a formar una capa de residuos producto de la fermentación por decantación y la cerveza comienza a tomar un color diferente.
	pH	4,1 – 4,3	
<b>MADURACION</b>	Temperatura	2 - 5 °C	Clarificar la cerveza y afinar sabores y aromas y eliminar las levaduras
	Tiempo	5 – 10 días	
	Densidad final	1001- 1010 g/ mL	
<b>CARBONATACIÓN ENVASADO</b>	Dejar a temperatura Tiempo	Ambiente 7 a 10 días	Carbonatación también es responsable de las burbujas que crean la espuma.

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.5.3 Producto final

Análisis sensorial pruebas de aceptación:

Es someter el producto al análisis de los sentidos y sobre todo de la vista, del olfato y del gusto, para poder juzgarla y describirla siempre de manera objetiva, para realizar este análisis se utilizó un vaso transparente de cristal, en un lugar sin ruidos ni olores y con una luz natural.

El análisis sensorial es utilizado para obtener resultados que, mediante una evaluación aplicada al ser humano, dando a conocer su reacción como si aprueba o rechaza el producto presentado de acuerdo a los siguientes atributos Color, Olor y Sabor, se realiza una escala hedónica de 6 puntos para calificar, se solicitó 10 a 15 personas de 28 a 40 años de edad.

#### COLOR

**Tabla N° 16:** Resultado de análisis sensorial (color)

Color			
Calificativo	Prueba N° 1	Prueba N° 2	Prueba N° 3
Exelente	3	7	6
Me gusta mucho	3	3	3
Me gusta poco	2	1	3
No me gusta ni me disgusta	3	0	0
Me disgusta poco	1	1	0
Me disgusta mucho	0	0	0
Total	12	12	12

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** En la prueba 1 y 2 tuvieron una evaluación “Me disgusta poco” indica que el color de la muestra tiene observaciones, en la muestra 3 presenta mas aceptabilidad de “Exelente”



## OLOR

**Tabla N° 17:** Resultados de análisis sensorial (olor)

Olor			
Calificativo	Prueba N° 1	Prueba N° 2	Prueba N° 3
Exelente	3	2	3
Me gusta mucho	3	2	4
Me gusta poco	2	4	3
No me gusta ni me disgusta	1	3	2
Me disgusta poco	2	0	0
Me disgusta mucho	1	0	0
Total	12	12	12

Fuente: **Elaboración propia**

**Interpretación:** En la prueba 2 podemos ver que hay diferentes opiniones de olor por parte de los evaluadores en la muestra 1 y 3 podemos ver que tiene más aceptabilidad siendo considerado mejor respecto al olor de la cerveza.

## SABOR

**Tabla N° 18:** Resultados de análisis sensorial (sabor)

Sabor			
Calificativo	Prueba N° 1	Prueba N° 2	Prueba N° 3
Exelente	1	2	2
Me gusta mucho	2	2	4
Me gusta poco	2	3	4
No me gusta ni me disgusta	2	2	2
Me disgusta poco	2	0	0
Me disgusta mucho	3	3	0
Total	12	12	12

Fuente: **Elaboración propia**

**Interpretación:** En la prueba 3 podemos ver que tiene más “Me gusta mucho” por parte de los evaluadores debido a que la cerveza artesanal presenta diferentes intensidades de amargor y sabores a malta.

### 3.6 PRUEBAS EXPERIMENTALES

#### 3.6.1 Variaciones de insumos de las pruebas

**Tabla N° 19:** Variación de insumos para las tres pruebas

Insumos	Prueba N° 1	Cantidad	Prueba N°2	Cantidad	Prueba N°3	Cantidad
Malta base Pale Ale	3,200	Kg	3,200	Kg	3,200	Kg
Malta caramelo	0,18	Kg	0,11	Kg	0,15	Kg
Lúpulo Cascade amargor	7,3	g	7,5	g	8	g
Lúpulo Cascade sabor – aroma	2,5	g	2,5	g	2,5	g
Levadura Safales US – 05	5	g	5	g	5	g
Clarificante Irish moss	0,5	g	2	g	1	g

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** se realizo variaciones de insumos para mejorar el producto durante el proceso, en la Malta base Pale Ale de mantenido la cantidad de 3, 200 Kg en las 3 pruebas al igual que el Lúpulo Cascade amargor y la Levadura Safales US - 05

### 3.6.2 Resultados de los parámetros durante el proceso

#### Prueba N° 1

**Tabla N° 20:** Resultados de la prueba 1 durante el proceso

Parámetro	Prueba N° 1
°Brix	12,8
Densidad inicial g / mL	1051,2
pH	4,3
Densidad final g / mL	1010

**Fuente:** Elaboración propia

#### Prueba N° 2

**Tabla N° 21:** Resultados finales de la prueba 2 durante el proceso

Parámetro	Prueba N° 2
°Brix	9,5
Densidad inicial g / mL	1036
pH	4,2
Densidad final g / mL	1006

**Fuente:** Elaboración propia

### Prueba 3

**Tabla N° 22:** Resultados finales de la prueba 3 durante el proceso

Parámetro	Prueba N° 3
°Brix	11,3
Densidad inicial g / mL	1045
pH	4
Densidad final g / mL	1012

**Fuente:** Elaboración propia

## 3.7 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y REFERENCIAS

### 3.7.1 Resultados finales de la elaboración de cerveza

**Tabla N 23:** Comparaciones de variaciones según las Norma Técnica Ecuatoriana

Parámetro	Unidad	Requisitos		Referencia	Resultado de la prueba 1	Resultado de la prueba 2	Resultado de la prueba 3
		Mínimo	Máximo				
Grado alcohólico GL	%(v/v)	2,0	5,0	NTE INEM 2 322	5,4	3,91	4,38
pH (20 °C)	----- -	3,5	5,0	NTE INEM 2 325	3,9	2,9	4,3

**Fuente:** Elaboración propia

### Interpretación de resultados

**Grado alcohólico:** Se realizó a los 10 días después de haber sido envasado, con el instrumento alcoholímetro centesimal de Gay – Lussac con el objetivo de verificar la cantidad de etanol presentes y se comparó con la norma NTE INEM 2 322 para ver si se encuentra en los

parámetros establecidos ya que la prueba 1 no se encuentra en la norma debido a la elevada densidad que se obtuvo durante el proceso.

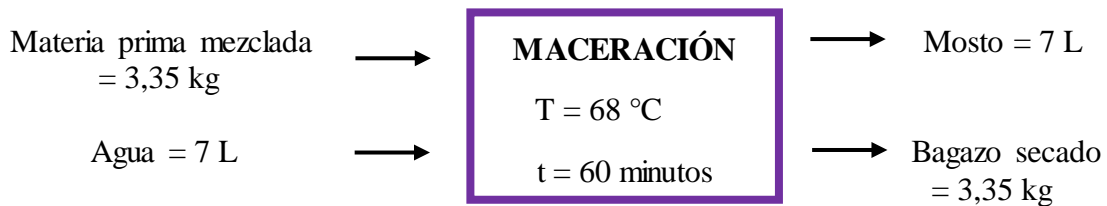
**pH:** Se determinó a los 10 días después de haber sido envasado, se utilizó. Las tiras de pH de escala 1 - 14 y se comparó con las normas para verificar si se encuentra en los rangos establecidos NTE INEM 2 325.

### 3.8 BALANCE DE MATERIA DE LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL PALE ALE

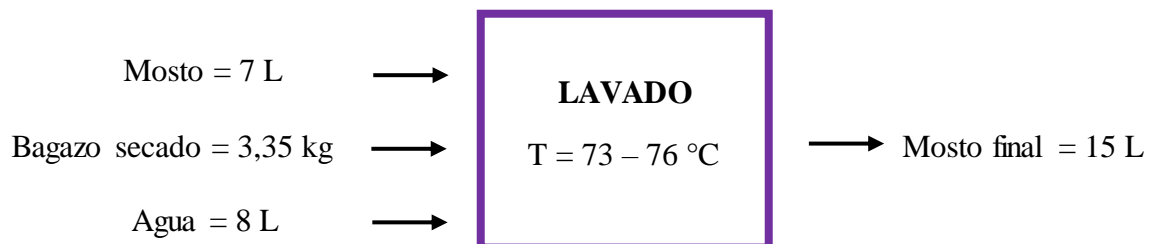
#### 3.8.1 Balance para la etapa de molienda



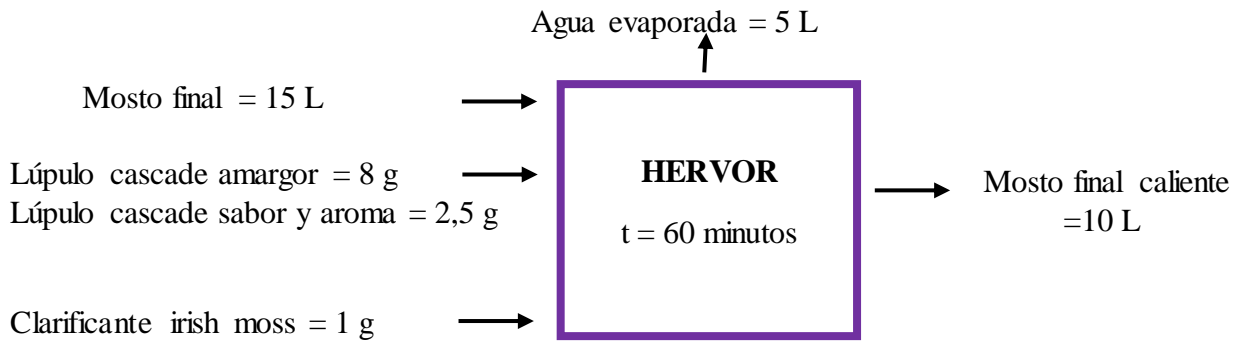
#### 3.8.2 Balance para la etapa de maceración



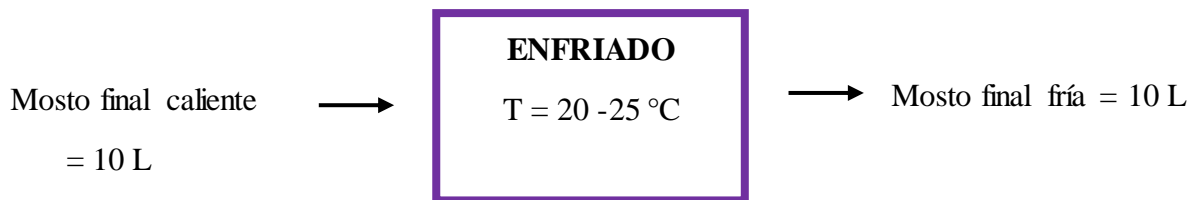
#### 3.8.3 Balance para la etapa lavado



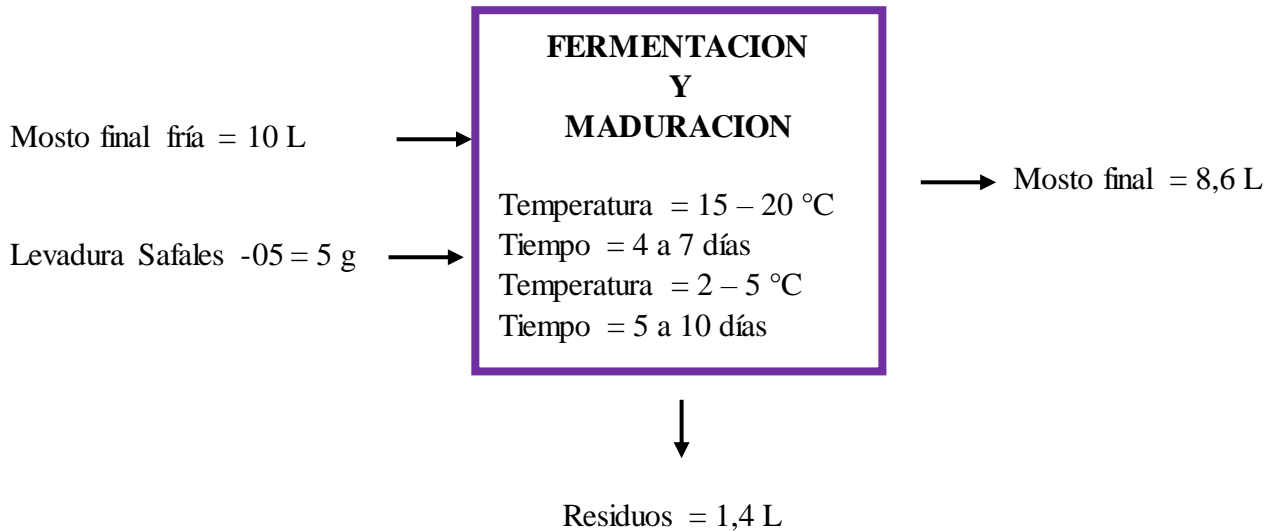
### 3.8.4 Balance para la etapa hervor



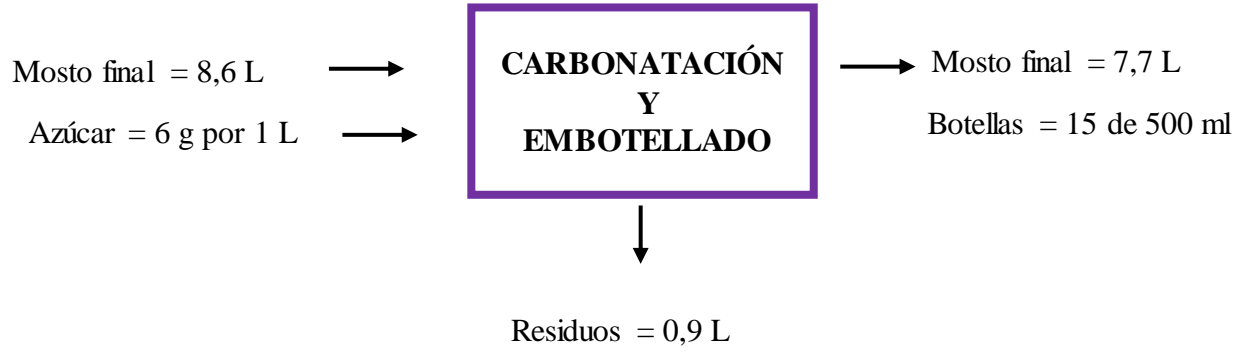
### 3.8.5 Balance para la etapa enfriado



### 3.8.6 Balance para la fermentación y maduración



### 3.8.7 Balance para la etapa de Carbonatación y embotellado



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- Para la elaboración se utilizó la cebada *Hordeum Vulgare* (dos hileras), por su menor contenido de enzimas y su alto contenido de proteína
- Para la elaboración de cerveza artesanal se utilizó materias primas de calidad para tener un producto de alta calidad
- Se utilizó diferentes variaciones de insumos en cada una de las pruebas preliminares para luego realizar un análisis sensorial de las mismas
- Realizado la evaluación sensorial para las pruebas preliminares de cerveza Pale Ale, mediante un formulario donde se puede evidenciar que, si existe diferencia significativa entre las muestras en función de los atributos evaluados de color, olor, sabor
- Se obtuvo resultados finales después de los 10 días de haber sido embotellados se determinó el grado alcohólico de las tres pruebas realizando una comparación con las Normas Ecuatoriana NTE INEM 2 322 y verificar si se encuentran en norma establecida, el pH de los productos finales haciendo una comparación con las Normas Ecuatoriana NTE INEM 2 325 para verificar si se encuentra en los rangos establecidos
- Realizando el balance de materia se evidenció que a partir de 3,200 Kg de malta base y 15 L de agua se obtiene 15 botellas de 500 ml de cerveza obteniendo un rendimiento de 7,7 L

### **RECOMENDACIONES**

- No se recomienda el uso de alcoholes, agentes edulcorantes y saborizantes artificiales o dejaría de llamarse cerveza artesanal
- Se debe de llevar un control riguroso del tiempo y la temperatura empleada en las etapas de maceración, cocción, enfriamiento y fermentación, de manera de no influir negativamente con la obtención del producto final
- Se recomienda realizar el control constante de temperatura en el tiempo de fermentación alcohólica, con la finalidad de darle a las levaduras las condiciones adecuadas



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dieguez , F. V. (07 de agosto de 2022). *Introduccion Industrial de cerveza* . Obtenido de <https://es.scribd.com/document/585955362/monografia-cerveza>
- Alcaraz Sanz, C. (s.f.). *Tipos de maltas y sus características*. Obtenido de [https://www.google.com/search?q=malta+de+base&rlz=1C1GCEA\\_enBO1045BO1045&oq=malta+de+base+&gs\\_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIICAEQABgWGB4yCAgCEAAYFhgeMggIAxAAGBYHjIICAQQABgWGB4yBggFEEUYPTIGCAYQRRg9MgYIBxBFGD3SAQkxMTk5OGowajSoAgCwAgE&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=malta+de+base&rlz=1C1GCEA_enBO1045BO1045&oq=malta+de+base+&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIICAEQABgWGB4yCAgCEAAYFhgeMggIAxAAGBYHjIICAQQABgWGB4yBggFEEUYPTIGCAYQRRg9MgYIBxBFGD3SAQkxMTk5OGowajSoAgCwAgE&sourceid=chrome&ie=UTF-8)
- Brucas, M. (24 de Marzo de 2020). *Los principales tipos de cerveza que existen y cuál elegir según cada gusto*. Obtenido de <https://www.expansion.com/fueradeserie/gastro/2022/03/24/622f2192468aeb8c558b4671.html>
- Carvajal , M., & Luis, D. (2010). *TESIS DE ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL*. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/642/1/03%20AGI%20256%20TESIS.pdf>
- Hirschfel, D., & Cittadino, S. (Junio de 2020). *Función de la levadura durante la fermentación* . Obtenido de <https://pasteuruy200.webnode.com.uy/>
- López, A. (2022). *Tipos de maltas caramelo*. Obtenido de <http://www.maltascervceros.com/maltas-caramelo/>
- Nevarés, G. (20 de junio de 2029). *La cerveza artesanal, historia* . Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos97/cerveza-artesanal-su-historia/cerveza-artesanal-su-historia>
- Perez , T. (2016). *la Cebada vulgare* . Obtenido de [https://biblioteca.uajms.edu.bo/biblioteca/opac\\_css/doc\\_num.php?explnum\\_id=33602](https://biblioteca.uajms.edu.bo/biblioteca/opac_css/doc_num.php?explnum_id=33602)
- Ramírez Martínez, I. F. (2013). *APUNTES DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. Un Enfoque Crítico*. Sucre: Servicios Gráficos PRISMA - 6465261. Obtenido de [https://usfx.bo/Documentos/RepositorioLibros/APUNTES\\_DE\\_METODOLOGIA\\_DE\\_LA\\_INV.pdf](https://usfx.bo/Documentos/RepositorioLibros/APUNTES_DE_METODOLOGIA_DE_LA_INV.pdf)
- Sanchez , C. (29 de agosto de 2022). *Cuál es la diferencia entre la malta y la cebada*. Obtenido de <https://www.intermaltacraft.com/es/blog/cual-es-la-diferencia-entre-la-malta-y-la-cebada/>

- Santos Aldana, L. L., & Vasquez Gutierrez, K. E. (20 de febrero de 2018). *Proyecto Empresarial Cerveza Artesanal*. Obtenido de [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625017/Vasquez\\_GK.pdf](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625017/Vasquez_GK.pdf)
- Sauto , S. (20 de mayo de 2013). *Plan de negocios de una cervecería en la ciudad*. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/115470>
- Wikipedia . (16 de julio de 2018). *historia y poblacion del municipio de Betanzos* . Obtenido de [https://www.familysearch.org/es/wiki/Betanzos,\\_Cornelio\\_Saavedra,\\_Bolivia\\_-\\_Genealog%C3%ADa](https://www.familysearch.org/es/wiki/Betanzos,_Cornelio_Saavedra,_Bolivia_-_Genealog%C3%ADa)
- World , B. (14 de agosto de 2019). *materiales e insumos para la elaboracion de la cerveza artesanal* . Obtenido de <https://maltosaa.com.mx/como-hacer-cerveza-artesanal/>
- By Sevebrau. (septiembre de 02, 2022). Obtenido de <https://www.sevebrau.com/porcentaje-de-agua-en-la-cerveza-y-su-importancia/>
- Garrett , O. (2011). Obtenido de <https://www.cerveza-artesanal.co/tipos-de-lupulo-y-su-utilizacion-en-tipos-de-cerveza/>

# **ANEXOS**

## Anexo 1

**Figura 11:** Malta Pale Ale



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 12:** Malta caramelo



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 13:** Lúpulo



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 14:** Levadura Safales US - 05



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 15:** Clarificante irish moss



**Fuente:** Elaboración propia

## Anexo 2

**Figura 16: Materiales**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 17: Equipos**



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 3

**Figura 18: Molienda de cebada**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 19: Maceración**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 20: Lavado**



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 4

**Figura 21:** Hervor /Lupulización



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 22:** Enfriamiento



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 23:** Inoculación de levadura



**Fuente:** Elaboración propia

## Anexo 5

**Figura 24:** fermentación



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 25:** Maduración



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 26:** Peso de azúcar



**Fuente:** Elaboración propia

## Anexo 6

**Figura 27:** Añadir azúcar



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 28:** Embotellado



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 29:** Sellado



**Fuente:** Elaboración propia

## Anexo 7

**Figura 30:** Analisis sensorial



**Fuente:** Rincón cervecero

**Figura 31:** Muestras de cerveza



**Fuente:** Rincón cervecero

## Anexo 8

### Formulario de Análisis Sensorial

**Muestra:** Cerveza Artesanal tipo Pale Ale

**Fecha:** .....

**Edad:** .....

A continuación, se presentará 3 muestras de cerveza artesanal tipo Pale Ale. Usted deberá probar cada muestra y calificar el nivel de agrado, escribe el número de su puntaje en el casillero correspondiente de cada aspecto sensorial a evaluar.

- Leer detenidamente la descripción de cada puntaje de la escala de 7 puntos antes de calificar.

PUNTAJE	DESCRIPCIÓN
1	Exelente
2	Me gusta mucho
3	Me gusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me disgusta poco
6	Me disgusta mucho

NÚMERO DE MUESTRA		ASPECTOS SENSORIALES A EVALUAR		
		Color	Olor	Sabor
1	MUESTRA 1			
2	MUESTRA 2			
3	MUESTRA 3			

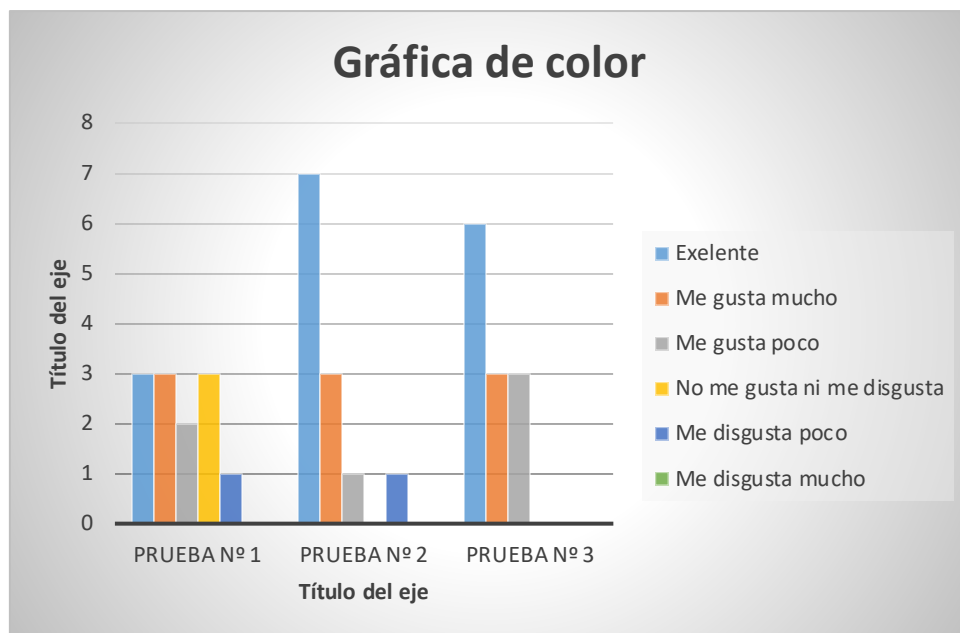
OBSERVACIONES .....

**¡Muchas gracias por su participación!**



## Anexo 9

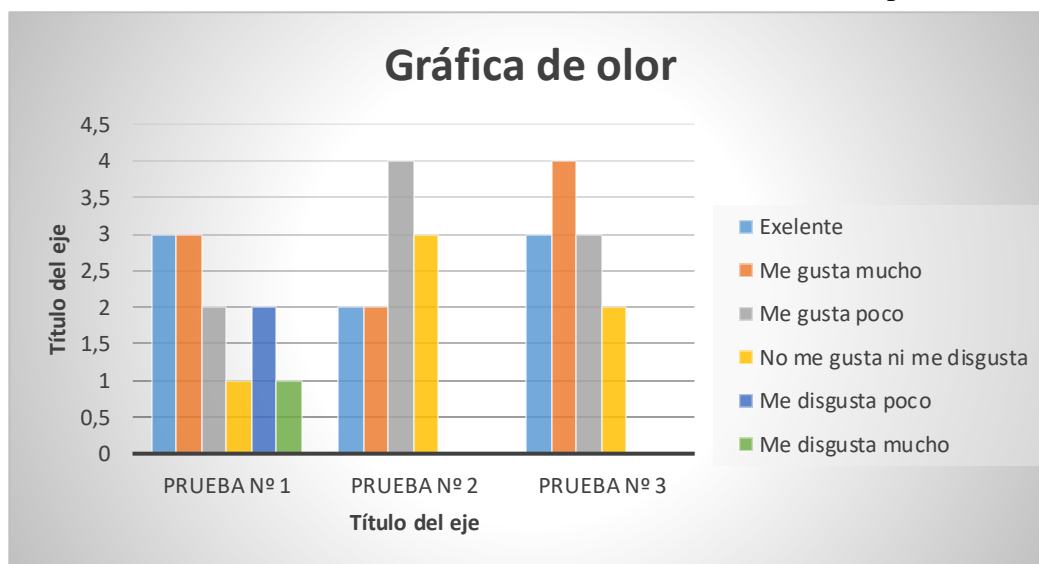
**Gráfica N° 1:** Gráfica de evaluación sensorial (Color) de las tres pruebas



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 10

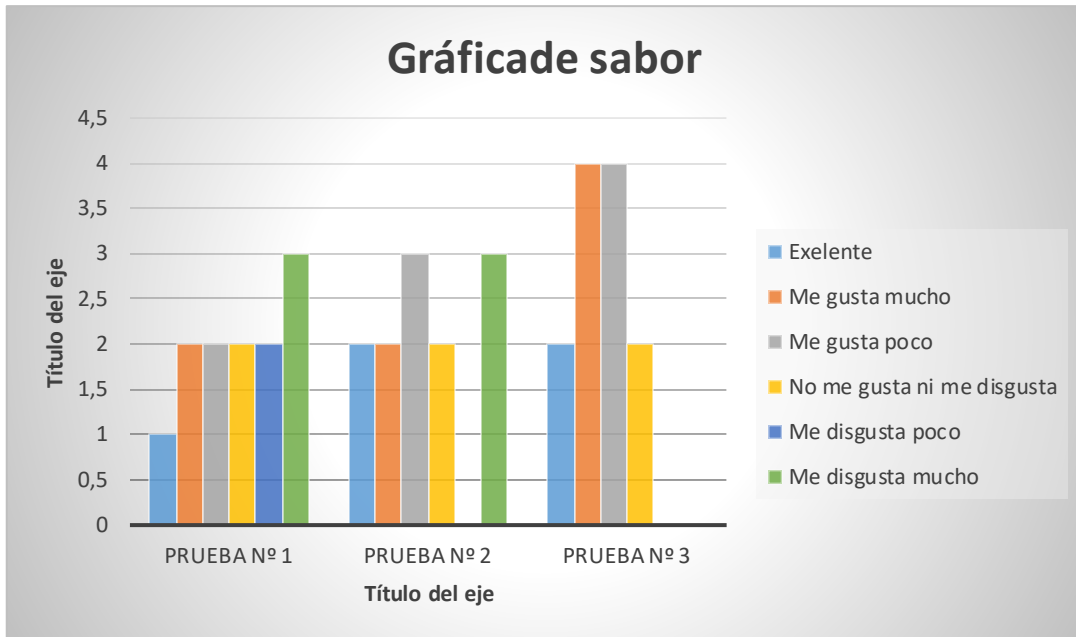
**Gráfica N° 1:** Gráfica de evaluación sensorial (Olor) de las tres pruebas



Fuente: Elaboración propia

Anexo 11

Gráfica N° 1: Gráfica de evaluación sensorial (Sabor) de las tres pruebas



Fuente: Elaboración propia