UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

# “PRODUCCIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO IRISH RED ALE UTILIZANDO LEVADURAS Y FRUTAS NATIVAS DEL ECUADOR”

Realizado por:

**Cisneros Llerena Madelayne Inés**

Director de proyecto:

**Ing. Alberto Aguirre Bravo, Ph.D.**

Como requisito para la obtención del título de:

**INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA**

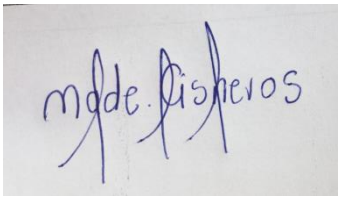
Quito, 10 de Marzo del 2023

**“PRODUCCIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO IRISH RED ALE UTILIZANDO LEVADURAS Y FRUTAS NATIVAS DEL ECUADOR”**

**“PRODUCCIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO IRISH RED ALE UTILIZANDO LEVADURAS Y FRUTAS NATIVAS DEL ECUADOR”**

**DECLARACIÓN JURAMENTADA**

Yo, CISNEROS LLERENA MADELAYNE INÉS, con cédula de identidad # 0401561279, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



**FIRMA**

**“PRODUCCIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO IRISH RED ALE UTILIZANDO LEVADURAS Y FRUTAS NATIVAS DEL ECUADOR”**

## DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“PRODUCCIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO IRISH RED ALE UTILIZANDO LEVADURAS Y FRUTAS NATIVAS DEL ECUADOR”**

Realizado por:

**MADELAYNE INÉS CISNEROS LLERENA**

Como Requisito para la Obtención del Título de:

**INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA**

Ha sido dirigido por el profesor

**PhD. ALBERTO ALEJANDRO AGUIRRE BRAVO**

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor

**FIRMA**

**“PRODUCCIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO IRISH RED ALE UTILIZANDO LEVADURAS Y FRUTAS NATIVAS DEL ECUADOR”**

**LOS PROFESORES INFORMANTES**

Los Profesores Informantes:

**JOHANNA LUCIA MEDRANO BARBOZA**

**SUSANA ELIZABETH CHAMORRO ARIAS**

Después de revisar el trabajo presentado,

Lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador

**FIRMA**

**FIRMA**

## DEDICATORIA

Esta tesis es dedicada a mi padre celestial **Dios,** porque me da la sabiduría y la fuerza para seguir adelante, no rendirme nunca y sobre todo me dio la confianza para creer en mí mismo.

A mi madre María Teresa Llerena por ser el pilar fundamental en toda esta etapa estudiantil, por ser mi apoyo incondicional, por estar en las buenas y las malas conmigo y por todo el cariño dado.

A mis amigos: Alex, Yajaira, Paul que han estado pendientes de mí en todo momento, compartiendo momentos especiales y han sido de mucho apoyo durante este proceso.

Y a todos los que confiaron en mí, haciendo que esto se haga realidad.

**“PRODUCCIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO IRISH RED ALE UTILIZANDO LEVADURAS Y FRUTAS NATIVAS DEL ECUADOR”**

## AGRADECIMIENTO

Agradecimiento especial a Dios por permitirme llegar hasta este momento.

Al Profesor Alberto Aguirre por ser un excelente tutor y guiarme en todo este proceso de mi proyecto de investigación, ya que gracias a su conocimiento y enseñanzas he ido aprendiendo todo sobre la ciencia.

A mis profes Johanna Medrano, Susana Chamorro, José Ramírez y Lino Arisqueta por confiar en mí desde el primer día que ingresé a la Universidad, por todo su tiempo, dedicación y esfuerzo que me han enseñado durante estos 5 años.

A mis compañeros de carrera por compartir momentos únicos que sin duda los llevare en mi corazón.

A Reynaldo por estar pendiente de mí.

A la UISEK por brindarme los mejores años de educación, sacrificio y esfuerzo.

**“PRODUCCIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO IRISH RED ALE UTILIZANDO LEVADURAS Y FRUTAS NATIVAS DEL ECUADOR”**


**Resumen**

La cerveza es una de las bebidas más antiguas que se ha distribuido por todo el mundo, elaborada con materias primas que aportan sabor y aroma para cada estilo; algunos estudios han descubierto que la incorporación de la fruta es una revelación muy novedosa a nivel industrial, convirtiéndose así en uno de los componentes importantes en la producción.

Ecuador al ser un país megadiverso posee varios productos únicos como la granadilla, que es una fruta autóctona que podría ser incluida por su aporte nutricional y sabor. Por ello, la finalidad del presente trabajo fue la producción de una cerveza artesanal roja Irish Red Ale con mejores propiedades organolépticas que su homólogo comercial utilizando granadilla y varios cultivos de levaduras proveniente de la región costa (provincia de Manabí).

La metodología implementada fue la siguiente: para la obtención de cultivos puros se utilizaron técnicas de laboratorio para el crecimiento y aislamiento de levaduras; para la elaboración de la cerveza se utilizó un kit cervecero, compuesto por tres tipos de maltas, un clarificante y una levadura comercial, adicional se agregó 5 cultivos de levaduras y la incorporación de la granadilla, el producto fue provado por 4 catadores expertos para su respectiva calificación.

Los resultados indican que los cultivos de levaduras con más aceptación por parte del jurado fueron las cervezas B y la C obteniendo puntajes de 8,5 a 8,75 y en la escala de BJCP de 35 a 36 (muy buenos) cumpliendo así los parámetros deseados.

La fabricación de una cerveza artesanal conlleva varios procesos biotecnológicos por lo que el uso de estas levaduras y algunas frutas mejoran las propiedades organolépticas que a futuro servirán para crear nuevas cervezas de este estilo.



**Palabras Clave:** Cerveza Artesanal, levaduras, propiedades organolépticas, Irish Red Ale

**“PRODUCCIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO IRISH RED ALE UTILIZANDO LEVADURAS Y FRUTAS NATIVAS DEL ECUADOR”**


## Abstract

Beer is one of the oldest beverages that have been distributed throughout the world, made with raw materials that provide flavor and aroma for each style; some studies have found that the incorporation of fruit is a very new revelation at the industrial level, thus becoming one of the important components in production.

Ecuador, being a megadiverse country, has several unique products such as the passion fruit, which is a native fruit that could be included for its nutritional contribution and flavor. Therefore, the purpose of this work was the production of an Irish Red Ale craft beer with better organoleptic properties than its commercial counterpart using passion fruit and several yeast cultures from the coastal region (province of Manabí).

The methodology implemented was as follows: to obtain pure cultures, laboratory techniques were used for yeast growth and isolation; to brew the beer, a brewing kit was used, consisting of three types of malt, a fining agent and a commercial yeast; 5 yeast cultures were added and the addition of passion fruit; the product was tasted by 4 expert tasters for its respective qualification.

The results indicate that the yeast cultures with the highest acceptance by the jury were beers B and C, obtaining scores from 8.5 to 8.75 and on the BJCP scale from 35 to 36 (very good), thus meeting the desired parameters.

The production of a craft beer involves several biotechnological processes, so the use of these yeasts and some fruits improve the organoleptic properties that in the future will serve to create new beers of this style.



**Keywords:** Craft beer, yeasts, organoleptic properties, Irish Red Ale.

**“PRODUCCIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO IRISH RED ALE UTILIZANDO LEVADURAS Y FRUTAS NATIVAS DEL ECUADOR”**

## Glosario

**ABV:** Alcohol by volumen, representa la graduación alcohólica o porcentaje alcohólico presente en la bebida.

**Astringencia:** Sensación de sequedad en la boca que se presenta de manera brusca en el paladar.

**Atenuación:** Cantidad de azúcares que se convierten en alcohol y dióxido de carbono.

**BJCP:** Programa de certificación de juez de cerveza.

**Carragenina:** Elemento que permite la clarificación en la cerveza sin afectar su sabor y aroma final.

**Catast:** Guía para catar cerveza

**Complejidad**: El uso de elementos externos hace que produzca sabores y aromas secundarios aportando una experiencia al probarlo.

**Consistencia de espuma:** Fácil movilidad al agitar la bebida.

**Cuerpo:** Cantidad de alcohol y de azucares no fermentables presentes en la bebida provocando una sensación de peso.

**Efervescencia:** Cantidad de gas y burbujas presentes en la bebida de manera continua.

**Equilibrio:** Balance de sus componentes para generar sensaciones agradables.

**Fermentis:** Empresa dedicada a la solución de levaduras y fermentación

**Flavor:** Combinación de todas las sensaciones usando los sentidos.

**Floculación:** Tiempo en el que tarda la levadura en depositarse en el fondo del fermentador.

**Grados plato:** Unidad que ayuda a medir la densidad final de la cerveza

**IBU:** Unidad Internacional de Amargor, mide el porcentaje de amargor presente en la cerveza.

**Persistencia de espuma:** Fijación de la espuma en la cerveza.

**Retrogusto**: Conjunto de sensaciones y aromas que deja la cerveza después de degustarla.

**SRM:** Standard Reference Method, es una escala para medir el color de una cerveza.

**Vivacidad:** Manifestación continúa de burbujas en la bebida.

## Índice de Contenido

Resumen ..... viii
Abstract ..... ix
Glosario ..... x
Índice de Contenido ..... xi
Índice de figuras ..... xiii
Índice de tablas ..... xiv
Índice de anexos ..... xv
1. Introducción ..... 16
1.1. IRISH RED ALE ..... 16
2. Hipótesis ..... 18
3. Objetivos ..... 18
3.1. Objetivo General ..... 18
3.2. Objetivos específicos ..... 18
4. Materiales y métodos ..... 19
4.1. Sitio de estudio: ..... 19
4.1.1. Lugar de distribución y recolección de muestras ..... 19
4.2. Fase de campo ..... 20
4.2.1. Elaboración de trampas caseras ..... 20
4.3. Fase de laboratorio ..... 20
4.3.1. Obtención de cultivos puros ..... 20
4.3.2. Conteo celular ..... 22
4.3.3. Elaboración de la cerveza artesanal ..... 22
4.3.4. Determinación del porcentaje alcohólico ..... 27

4.4. Análisis del perfil sensorial de las cervezas ..... 27
4.4.1. Elaboración de la hoja de cata y convocatoria a expertos catadores de cerveza ..... 27
4.4.2. Degustación de la cerveza para su respectiva calificación ..... 28
5. Resultados ..... 28
5.1. Cultivos de levaduras puros ..... 28
5.2. Conteo de levaduras ..... 29
5.3. Elaboración de una cerveza Irish Red Ale ..... **¡Error! Marcador no definido.**
5.4. Análisis Sensorial ..... 31
5.4.1. Fase 0 (Visual) ..... 31
5.4.2. Fase 1 (Olfativa) ..... 33
5.4.3. Fase 2 (Gustativa) ..... 35
5.4.4. Puntaje total por medio de la BJCP ..... 39
6. Discusión de resultados ..... 40
7. Conclusiones ..... 43
8. Recomendaciones ..... 43
9. Bibliografía ..... 44
10. Anexos ..... 47

**“PRODUCCIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO IRISH RED ALE UTILIZANDO LEVADURAS Y FRUTAS NATIVAS DEL ECUADOR”**

## Índice de figuras

**Figura 1.** Provincias del Ecuador donde se instalaron y recolectaron las trampas. Elaboración Propia. .....19
**Figura 2.** Trampas caseras para captura de levaduras. Elaboración Propia. .....20
**Figura 3.** Medio YDP para inoculación de levaduras. Elaboración Propia .....21
**Figura 4.** Técnica de estriado para la obtención de colonias de levaduras. Elaboración Propia. .....21
**Figura 5.** Cultivos axénicos de levaduras nativas. Elaboración Propia. .....22
**Figura 6.** Maltas trituradas para su maceración. Elaboración Propia. .....23
**Figura 7.** Proceso de maceración de las maltas. Elaboración Propia. .....24
**Figura 8** .Cocción de la cerveza Irish Red Ale. Elaboración Propia .....24
**Figura 9.** Fermentación de las cervezas con las distintas cepas. Elaboración Propia. .....25
**Figura 10.** Segunda fermentación usando granadilla. Elaboración Propia. .....26
**Figura 11.** Maduración de la cerveza. Elaboración Propia. .....26
**Figura 12.** Embotellamiento y pasteurización de la cerveza. Elaboración Propia. .....27
**Figura 13.**Cultivos de levaduras puros. A) Cultivo 2 y B) Cultivo 3. Elaboración propia. .....29
**Figura 14.** Tipos de cerveza artesanal Irish Red Ale. Elaboración propia. .....31
**Figura 15.** Diagrama de radar de la Fase 0 (Visual). Elaboración Propia. .....32
**Figura 16.** Diagrama circular del porcentaje total obtenido en la fase visual. Elaboración propia. ...33
**Figura 17.** Diagrama de radar de la Fase 1 (Olfativa). Elaboración Propia. .....34
**Figura 18**.Diagrama circular del porcentaje total obtenido en la fase olfativa. Elaboración propia. .34
**Figura 19.** Diagrama de radar de la fase 2 (gustativa). Elaboración Propia. .....37
**Figura 20**. Diagrama circular del porcentaje total obtenido en la fase gustativa atributo sabores. Elaboración propia. .....37
**Figura 21.** Diagrama de radar de la fase 2 (gustativa. Sensación en la boca).Elaboración Propia. ....38
**Figura 22.** Diagrama circular del porcentaje total obtenido en la fase gustativa atributo sensaciones. Elaboración propia. .....38
**Figura 23.** Diagrama de barras donde se representa la calificación global. Elaboración Propia. .....40

**“PRODUCCIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO IRISH RED ALE UTILIZANDO LEVADURAS Y FRUTAS NATIVAS DEL ECUADOR”**

## Índice de tablas

**Tabla 1.** Componentes del kit cervecero para una cerveza Irish Red Ale .....22
**Tabla 2 .**Conteo de cultivos de levaduras por medio de la cámara de Neubauer.....29
**Tabla 3.** Componentes y cantidad de levadura utilizada para la fabricación de la cerveza. .....30
**Tabla 4.**Niveles de intensidad de la Fase 0 (Visual). En celeste las características de Irish Red Ale. Elaboración Propia. Basado en los parámetros de Catast. .....31
**Tabla 5.** Niveles de intensidad de la Fase 1 (Olfativa). En celeste las características de Irish Red Ale. Elaboración Propia. Basado en los parámetros de Catast. .....33
**Tabla 6.** Niveles de intensidad de la fase 2 (gustativa/ sabores). En celeste las características de Irish Red Ale. Elaboración Propia. Basado en los parámetros de Catast. .....35
**Tabla 7.** Niveles de intensidad de la fase 2 (Gustativa/Sensación en boca). En celeste las características de Irish Red Ale. Elaboración Propia. Basado en los parámetros de Catast. .....36
**Tabla 8.** Rangos de evaluación en la calificación global de la cerveza. Obtenido de BJCP. .....39

**“PRODUCCIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO IRISH RED ALE UTILIZANDO LEVADURAS Y FRUTAS NATIVAS DEL ECUADOR”**

## Índice de anexos

**Anexo 1.** Hoja de cata para evaluar los perfiles organolépticos de cada cerveza. .....47
**Anexo 2**.Densidad y Grado Alcohólico.....48
**Anexo 3.** Promedio de la evaluación sensorial (Fase visual) .....48
**Anexo 4** . Promedio de la evaluación sensorial (Fase olfativa).....48
**Anexo 5** . Promedio de la evaluación sensorial (Fase Gustativa/Sabores).....49
**Anexo 6**. Promedio de la evaluación sensorial (Fase Gustativa/Sensación en boca).....49
**Anexo 7.** Ejecución de la evaluación sensorial .....49

# “PRODUCCIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO IRISH RED ALE UTILIZANDO LEVADURAS Y FRUTAS NATIVAS DEL ECUADOR”

## 1. Introducción

La primera cerveza fue elaborada alrededor del año 8000 a.C., con el pasar del tiempo se ha convertido en un producto con una gran demanda comercial equivalente a un 75% del mercado global. Actualmente, Gisbert (2016) menciona que: “En el mundo existen más de 60,000 marcas elaboradas por 10,000 cervecerías” (p. 3). Tal suceso ha dado lugar a la aparición de diversos estilos que incluyen cervezas claras, morenas, frutales y especiadas manteniendo protocolos particulares en cada una de ellas.

La cerveza artesanal es una bebida elaborada con una receta propia que emplea materias primas naturales, sin aditivos o preservantes presentes en las cervezas industriales, cuyos aromas, colores y estilos son únicos (Yepes, 2021). Debido a la gran cantidad de materia prima presente en su elaboración se convierte en una tendencia gastronómica preferida a nivel global, cuyos componentes esenciales son el agua, el lúpulo, la malta y las levaduras, siendo estas últimas un objetivo biotecnológico, pues presentan una amplia gama de aplicaciones convirtiéndose en protagonistas de actividades industriales de productos fermentados (Burini, Eizaguirre, Loviso, & Libkind, 2021).

Entre los estilos más comunes se encuentran:

- **Lager:** Reconocida por su bajo porcentaje alcohólico, un sabor ligero y un proceso de fermentación baja ejercido por levaduras como *Saccharomyces uvarum* (Pilla & Vinci, 2012).
- **Ale:** Caracterizada por un contenido de alcohol entre medio a elevado y que poseen notas de sabor dulces, aromáticos y frutales considerando que las levaduras utilizadas en su elaboración son de fermentación alta como *Saccharomyces cerevisiae*, que son incapaces de metabolizar todos los azúcares presentes en el mosto (Pilla & Vinci, 2012).

### 1.1. IRISH RED ALE

El estilo Irish Red Ale de origen irlandés es identificado por su color rojo intenso y su porcentaje alcohólico que oscila entre 3.8 a 6 grados. Dentro de los atributos de sensación en boca puede tener un nivel aceptable de ésteres frutales e incluso un tanto de diacetilo, por ende, el lúpulo puede generar ciertas notas de aroma floral dependiendo de la cantidad utilizada (Mashers, 2016).

Las variantes dentro de este estilo pueden generar bebidas con mayor o menor concentración de alcohol, como en el caso de las versiones americanas con un sabor amargo más pronunciado. De igual forma, divergencias técnicas como el nivel de tostado de la malta, hervor del azúcar y la adición de amoniaco (catalizador) o frutas (potenciador sensorial) aportan a la tonalidad e intensidad de su color

entre caramelo y rojizo que puede tener valores de 9 hasta 14 en la escala SRM (Swersey, Gatza, Skypeck, Kirkpatrick, Williams, & Rabin, 2022).

La valoración económica del sector cervecero fue de USD 736 mil millones de dólares durante el 2021. Entre los países con alto consumo de bebidas alcohólicas se encuentran Estados Unidos, India, China, Brasil, Rusia y Alemania; siendo China quien encabeza esta lista debido a los 448 millones de hectolitros consumidos anualmente por su población, y a continuación alcanzando 221 millones de hectolitros se encuentra Estados Unidos. Por otra parte, países como Alemania, Polonia, República Checa y Austria mantienen el índice más alto de consumo per cápita, haciendo de Europa el continente con mayor ingesta de esta bebida (Deloitte, 2017).

En Latinoamérica, la ingesta de la cerveza es común, misma que representa el 90% de las bebidas alcohólicas consumidas en esta región, siendo Panamá como el país de mayor consumo per cápita (Agencia EFE, 2021). Mientras que en Sudamérica el país con más consumo de cerveza es Chile equivalente a 9.6 litros (Moreno, 2015).

En Ecuador, el consumo per cápita de cerveza asciende a 39 litros por persona, lo que representa un consumo total de 5.5 millones de hectolitros/año (Coba, 2020). La fabricación de la misma está a cargo de dos actores claramente definidos: el industrial (principal productor) y el artesanal, que se va consolidando como un sector en pleno proceso de expansión como lo mencionan (López & Hinojosa , 2020).

Hoy en día existen cerca de 150 cervecerías artesanales, de las cuales sólo 55 están agrupadas dentro de la Asociación de Cervecerías Artesanales del Ecuador. Esto se debe al gran desafío que implica incursionar en un mercado ampliamente dominado por los grandes monopolios, cuya participación asciende al 99.48 % de las cervezas tradicionales o industriales producidas. Sin embargo, pese a estas dificultades este sector ha logrado crecer gracias a la popularización del turismo de la cerveza artesanal (Pallero, 2019) Tal acontecimiento ha permitido el surgimiento de más de 50 emprendimientos en la ciudad de Quito (Cuna de la cerveza artesanal en Latinoamérica) y generado un hábito cervecero en ciudades como Guayaquil, Machala, Manta, Cuenca y Loja (Castillo P. , 2018).

“Asimismo, la caracterización de la cerveza bajo los parámetros de su perfil sensorial puede comprenderse como una evaluación “con los sentidos” con el fin de generar datos cuantificables” (Guerberoff, Marchesino, López, & Olmedo, 2020, p. 52). Este análisis puede dividirse en dos grupos generales: **1) Apariencia**, primera etapa en la que se distinguen cualidades visuales como color, transparencia y formación de burbujas o espuma; **2) Gusto**, comprende el aroma, sabor y la sensación

en boca tras la ingesta de la bebida. A todo esto, cabe considerar que tales cualidades varían según el tipo de cerveza (Casas & Solorzano, 2018).

La incorporación de las frutas en la cerveza se ha convertido en un descubrimiento muy novedoso en muchas industrias, convirtiéndose en el quinto elemento importante para fabricar esta bebida (Brewers Union, 2020).

En este sentido, la granadilla conocida como *Pasiflora ligularis* tiene origen en los andes tropicales con una altitud entre 1500 a 2600 msnm. Los países con mayor producción a nivel global son Colombia, Perú y Ecuador como lo menciona (Arias & Pérez, 2015).

En Ecuador el cultivo de esta fruta se da en zonas frías cuyas temperaturas van desde los 15°C a 20°C, por lo que necesita de un suelo arenoso con una profundidad de 80cm. Las provincias aptas para el cultivo de la granadilla son: Imbabura, Pichincha, Azuay y Loja ubicadas entre los 800 a 2600 msnm (Gaona , et al., 2020).

Presentando así un gran interés para fabricar una cerveza debido al aporte nutricional y el sabor que posee (Souza & Da Silva, 2020).

## 2. Hipótesis

A través del uso de cultivos de levaduras y frutas nativas del Ecuador (granadilla) es posible crear una cerveza Irish Red Ale con mejores propiedades organolépticas en relación a su homólogo comercial.

## 3. Objetivos

### 3.1. Objetivo General

Producir una cerveza artesanal roja Irish Red Ale usando granadilla y varias cepas de levaduras nativas para la mejora de sus propiedades organolépticas dando un valor agregado al producto final.

### 3.2. Objetivos específicos

- Obtener cultivos axénicos de levaduras nativas del Ecuador.
- Fabricar una cerveza tipo Irish Red Ale utilizando los cultivos axénicos de levadura aislados y como fruta granadilla.
- Comparar las propiedades organolépticas de una cerveza tipo Irish Red Ale producida artesanalmente utilizando cultivos de levaduras y frutas nativas (granadilla) del Ecuador con su homólogo comercial.

# 4. Materiales y métodos

## 4.1. Sitio de estudio:

### *4.1.1. Lugar de distribución y recolección de muestras*

La distribución y recolección de trampas para levaduras tuvo lugar en siete provincias del Ecuador (ver Figura 1), como se indica a continuación:

- **Región Sierra:** La provincia del Carchi, ciudad Tulcán, parroquia González Suarez en las coordenadas 0°46'59.999"N 77°50'59.999"W. La provincia de Imbabura, ciudad Ibarra, parroquia Caranqui con sus coordenadas 0°18'58.116"N 78°8'2.313"W, finalmente la provincia de Pichincha, ciudad de Quito, parroquia Belisario Quevedo en las coordenadas 0° 11' 8.333" S 78° 31' 56.378" W.
- **Región Costa:** La provincia de Manabí, ciudad Manta, parroquia Eloy Alfaro, con las coordenadas de 0°57'00"S 80°40'29.99"W y la ciudad de Portoviejo, parroquia San Pablo con las coordenadas 1° 34' 0.012" S 80° 35' 59.999" W.
- **Región Amazonia:** La provincia de Orellana, cantón Loreto, parroquia Loreto con las coordenadas de 0° 40' 0.001" S 77° 19' 0.119" W, la provincia de Pastaza, ciudad Puyo y parroquia Puyo con las coordenadas de 1° 28' 0.012" S 77° 58' 59.879" W y la provincia de Morona Santiago, cantón Palora, parroquia Palora en las coordenadas de 1° 42' 0" S 77° 55' 59.88" W

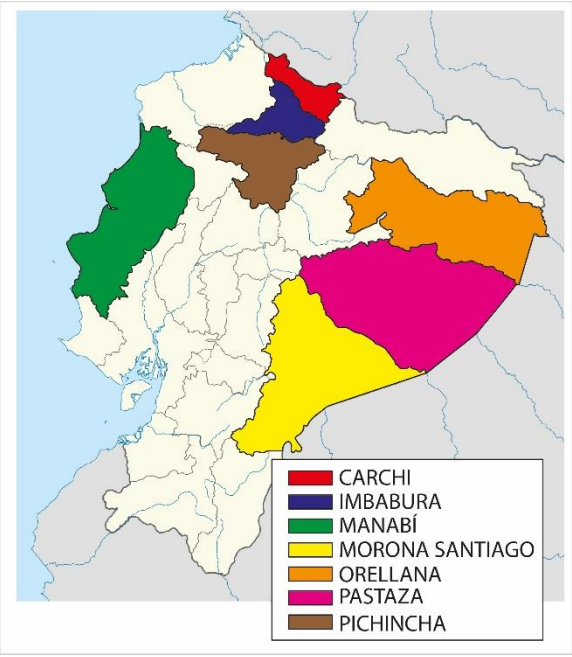



***Figura 1.*** Provincias del Ecuador donde se instalaron y recolectaron las trampas. Elaboración Propia.

## 4.2. Fase de campo

### *4.2.1. Elaboración de trampas caseras*

Se emplearon “trampas caseras” para capturar levaduras presentes en el ambiente, mismas que fueron elaboradas mezclando 50 g de harina integral o blanca con 50 ml de agua en un frasco de vidrio hasta tener una consistencia homogénea. Finalmente, fueron cubiertas con media nylon, aseguradas con una liga y colocadas bajo tierra por una semana (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)

***Figura 2.*** Trampas caseras para captura de levaduras. Elaboración Propia.

## 4.3. Fase de laboratorio

### *4.3.1. Obtención de cultivos puros*

#### a) Preparación de medio de cultivo YDP

Las muestras obtenidas de las trampas fueron llevadas al laboratorio de microbiología de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas (FICA) de la Universidad SEK. Al día siguiente, se preparó un litro de medio de cultivo líquido YDP compuesto por extracto de levadura (1g/l), peptona (2 g/l) y dextrosa (2 g/l). A continuación, se esterilizó y se ajustó el pH del medio a un valor de 4.5 a 5. Finalmente, para evitar contaminación bacteriana en el medio líquido se empleó antibiótico (ampicilina) cuya cantidad fue de 0.1 g/ml.

#### b) Inoculación e incubación de muestras

A continuación, se tomó una cucharada de las muestras de levaduras para colocarlas en matraces Erlenmenyer de 250 ml para completar un volumen de 100 ml del medio YDP y se mezcló hasta tener una distribución homogénea (ver Figura 3).

Posteriormente, los matraces inoculados se incubaron bajo condiciones controladas a 37°C durante 72 horas.

***Figura 3.*** Medio YDP para inoculación de levaduras. Elaboración Propia

**c) Sembrado en placa**

La técnica más utilizada para la siembra de microorganismos es el estriado, para llevarla a cabo se colocó 65 g de agar YDP en un matraz de 1 litro, la mezcla se realizó por 10 minutos hasta tener un aspecto homogéneo, en autoclave se colocó el medio líquido y las cajas Petri.

Bajo el mechero, las muestras de medio de cultivo YDP fueron estriados en el agar con la ayuda del asa bacteriológica y las muestras quedaron en la incubadora a una temperatura de 30°C por 3 días hasta que se observó crecimiento (ver Figura 4).

***Figura 4.*** Técnica de estriado para la obtención de colonias de levaduras. Elaboración Propia.

**d) Obtención de cultivos puros**

Las colonias que crecieron de manera independiente, es decir perfectamente definidas y sin relación con otras colonias, fueron colocadas en tubos falcón con 9ml de medio de cultivo YDP e incubadas por 4 días a una temperatura de 30°C (ver Figura 5).

Posteriormente, se combinó 800 µl de cultivo puro con 200 µl de glicerol en tubos eppendorf para ser congeladas a -4°C hasta su análisis. Además de las 5 cepas obtenidas se realizaron réplicas.

***Figura 5.*** Cultivos axénicos de levaduras nativas. Elaboración Propia.

### *4.3.2. Conteo celular*

Las cepas congeladas fueron inoculadas en medio YDP e incubadas por 7 días. A continuación, se ejecutó el conteo celular por medio de la cámara de Neubauer de las 5 cepas y se determinó la cantidad de levaduras a usar en la fermentación de la cerveza, mediante la Ecuación 1.

Ecuación 1

$$Concentración\ celular\ \left(\frac{cel}{ml}\right) = \frac{N°\ total\ de\ células\ contadas}{(Area\ total\ contada * profundidad\ CN)} * Fd$$

Donde

$F_d$ Factor de dilución

$CN$ Cámara de Neubauer

### *4.3.3. Elaboración de la cerveza artesanal*

Para la elaboración de la cerveza roja Irish Red Ale, se adquirió un kit cervecero para 20 litros obtenidos desde la Orden de la Cerveza, cuyos componentes son (ver Tabla 1):

***Tabla 1.*** Componentes del kit cervecero para una cerveza Irish Red Ale

| Componente | Cantidad |
|---|---|
| Malta Pale Ale | 5500 g |
| Malta Crystal | 300 g |
| Malta Special B | 200 g |
| Lúpulo Hallertauer | 30 g |
| Levadura Comercial | 11.5 g |
| Carragenina | 10 G |

### a) Molienda

Se utilizó el molino eléctrico, ubicado en el laboratorio de operaciones unitarias de la Universidad SEK, donde se molieron tres tipos de maltas. (Ver Figura 6).

- *Malta Pale Ale:* Conocida como malta base sobre la cual se fabrican las cervezas, contiene un alto contenido de proteínas, carbohidratos y enzimas (Castle Malting, 2016). El color de la malta va a depender de la temperatura y el tiempo de cocción produciendo que algunas sean más claras que otras. En este caso Pale Ale posee un color amarillo que va desde 3 a 3.5 en escala SRM (Standard Reference Method) y su proceso de secado es de 90 °C a 95 °C dando un sabor más rico y amargo (Cocinista, 2016).
- *Malta Crystal:* Malta caramelo que aporta mayor poder diastático y un amargor más suave. Está compuesta por dos ciclos, el secado a una temperatura de 70°C y el del malteado/tostado a 120 °C, donde se incorpora un proceso de cocción más dócil en el grano facilitando la transformación de almidón en azúcares cuyo resultado final es una cerveza dulce con toques afrutados (Amantes Cerveceros, 2021).
- *Malta Special B:* Esta malta se obtiene por medio de una técnica de doble secado, empleada para lograr el color rojo oscuro o negro marrón en la cerveza, con aromas dulces y toques brillantes rojizos (UmaMalta, 2016).

***Figura 6.*** Maltas trituradas para su maceración. Elaboración Propia.

### b) Maceración

En una olla se agregaron 5 litros de agua, la temperatura fue incrementada hasta alcanzar los 70°C y para ajustar el pH se colocaron 5 gotas de vinagre, llegando hasta un valor de 5,61. Seguido de esto, se añadió la malla de maceración, 5500 gramos de malta Pale Ale, 300 gramos Crystal malta y 200 gramos de Special B malta dejando reposar a una temperatura de 68°C por una hora (ver Figura 7 ).

***Figura 7.*** Proceso de maceración de las maltas. Elaboración Propia.

### c) Cocción

La malla de maceración fue retirada con los restos de las maltas y se dejó cocinar durante 60 min a 94°C (ver Figura 8 ). En este lapso se agregó:

- 30 gramos del lúpulo Hallertauer a los 15 minutos de iniciada la cocción.
- 10 gramos de Carragenina a los 20 minutos antes de finalizar la cocción.

***Figura 8*** .Cocción de la cerveza Irish Red Ale. Elaboración Propia

### d) 1era y 2da Fermentación

Antes de realizar el proceso de fermentación, se determinó la cantidad de levaduras a inocular utilizando las siguientes ecuaciones:

Ecuación 2:

$$CI: 0.75 * 10^6 \left(\frac{cel}{mL}\right) * volumen\ del\ mosto\ (ml) * °P$$

Ecuación 3

$$Volumen\ del\ inoculo = \frac{CI}{CR}(mL)$$

Dónde:

$CI$ Cantidad de inóculo a colocar

$°P$ Grados plato

$CR$ Conteo celular

Este proceso fue realizado a una temperatura de 17°C, lo cual consistió en traspasar el líquido de la cerveza a 12 botellas de plástico de un litro cada una, sin embargo el volumen final fue de 800 ml para evitar congestión en las botellas al momento que las levaduras liberen $C0_2$ y los valores del conteo celular fueron obtenidos utilizando la cámara de Neubauer.

Cada botella contenía mangueras conectadas a vasos de precipitación con agua/sal para evitar la contaminación, dando lugar así a la primera fermentación cuya duración fue de 7 a 12 días (ver Figura 9). Antes de la segunda fermentación, la granadilla fue cortada en pedazos uniformes y cocinada por 30 min a una temperatura de 80°C, esto para evitar la contaminación provocada por microorganismos presentes en el ambiente como hongos y bacterias, evitando que exista una modificación en el sabor de la cerveza.

***Figura 9.*** Fermentación de las cervezas con las distintas cepas. Elaboración Propia.

Después de ello, se extrajo solo el líquido de la cerveza de la primera fermentación, sin levaduras ni sedimentos a nuevas botellas agregando la fruta cocinada y se las dejó al ambiente por 3 días (ver Figura 10).

***Figura 10.*** Segunda fermentación usando granadilla. Elaboración Propia.

### e) Maduración

Las cervezas fueron llevadas a refrigeración por una semana con el objetivo de que se estabilice el sabor y los aromas obtenidos en el proceso (ver Figura 11 ).

***Figura 11.*** Maduración de la cerveza. Elaboración Propia.

### f) Embotellamiento

Se transfirió el líquido de la cerveza a botellas de vidrio estériles usando filtros, estas contenían 5 g de azúcar para carbonatar y se dejaron al ambiente por 2 semanas. A continuación, tuvo lugar la pasteurización donde las botellas estuvieron colocadas en una olla a 65°C y luego fueron traspasadas a una tina con hielo este proceso se realizó 3 veces para evitar contaminación cruzada (ver Figura 12). Finalmente las cervezas fueron llevadas a refrigeración por 1 semana después de que empiece a generar gas.

***Figura 12.*** Embotellamiento y pasteurización de la cerveza. Elaboración Propia.

### *4.3.4. Determinación del porcentaje alcohólico*

Para el cálculo del porcentaje alcohólico se toma en cuenta la densidad inicial y final de la cerveza y se multiplica por 131,5, tal como lo representa la Ecuación *4*.

Ecuación 4

$$ABV = (OG - FG) * 131{,}5$$

Dónde:

ABV Alcohol by volume (graduación alcohólica)

OG Densidad inicial de la cerveza

FG Densidad Final de la cerveza

## 4.4. Análisis del perfil sensorial de las cervezas

### *4.4.1. Elaboración de la hoja de cata y convocatoria a expertos catadores de cerveza*

La hoja de cata está basada en el modelo propuesto por Catast, una organización española especializada en la degustación de bebidas comerciales, particularmente vino y cerveza. De esta manera, se conservaron las secciones estándares que incluyen las fases visual, olfativa y gustativa; sin embargo, se especificaron niveles del 1 al 5 para definir la intensidad de cada atributo a evaluar haciendo que el proceso se vuelva más sencillo para los expertos.

Además, la hoja de cata incluyó la escala desarrollada por la organización BJCP para la evaluación integral de la cerveza. Tal mecanismo consta de un puntaje de hasta 50 puntos donde se asignan calificaciones distintas a cada fase dependiendo del nivel de persuasión que ejercen en el público

consumidor; así, el sabor se evalúa sobre 20 puntos al ser considerado como un factor determinante para volver a elegir la bebida, el aroma se califica con 12 puntos pues la experiencia olfativa es importante al momento de seleccionar la cerveza, la sensación en boca obtiene una valoración de 5 puntos teniendo en cuenta que atributos como la complejidad o la astringencia de la bebida podrían causar el rechazo de los consumidores, la apariencia llega únicamente hasta los 3 puntos ya que componentes como el color y la espuma son menos trascedentes y; por último, se asigna una evaluación general sobre 10 puntos que describa la experiencia completa de la degustación llegando así a la escala de 50 puntos.

Para la convocatoria de expertos catadores de cerveza, se contactó a cuatro personas para la calificación y degustación de la cerveza Irish Red Ale por medio del correo electrónico, realizándose en dos días seguidos (25 y 26 de Octubre del 2022).

#### *4.4.2. Degustación de la cerveza para su respectiva calificación*

Antes de iniciar la cata, se entregó la hoja de calificación (ver Anexo 1) donde se pidió que registren los resultados sensoriales de las cervezas y sus respectivas calificaciones.

Después de ello se llevó a cabo la degustación de la cerveza por parte de los catadores, donde se distribuyó 200 ml de las seis cervezas disponibles en vasos de vidrio empezando así con la evaluación de la fase visual, donde cada experto tomó el vaso con la bebida y evaluó el color, la consistencia, persistencia, vivacidad y color de la espuma.

En la fase olfativa, los expertos tomaron el vaso, acercaron hasta su nariz e inhalaron para determinar el olor a malta, lúpulo y alcohol.

Finalmente, en la fase gustativa, los catadores ingirieron un sorbo de cada muestra con el fin de reconocer tanto las notas de sabor presentes en las bebidas procedentes de cada cultivo, así como la sensación que estas generaron en boca.

## 5. Resultados

### 5.1. Cultivos de levaduras puros

En la Figura 13 se indica las cajas Petri correspondientes a los cultivos de levaduras obtenidas en Manta, provincia de Manabí, siendo los cultivos 2 y 3 los elegidos.

Tal como se puede apreciar, se formaron colonias distribuidas completamente por toda la placa; además, cabe mencionar que la tendencia a un crecimiento masivo puede atribuirse al factor de dilución seleccionado y la estrategia de estriado aplicada.

El factor de dilución para la muestra a) fue 1/100 provocando que las colonias crezcan separadas, mientras que el factor de dilución utilizado en la muestra b) fue de 1/10 haciendo que el crecimiento no sea tan definido y estén más juntas. Posterior a ello se procedió a tomar alícuotas de las colonias totalmente independientes que corresponderían a un tipo específico de levadura.

a) b)

***Figura 13.***Cultivos de levaduras puros. A) Cultivo 2 y B) Cultivo 3. Elaboración propia.

### 5.2. Conteo de levaduras

El conteo de levaduras fue realizado por medio de la cámara de Neubauer, en los cuadrantes L1 y L4. Este proceso se realiza para poder determinar la cantidad de levaduras a inocular en el proceso de fermentación cervecera.

De acuerdo con la Tabla 2 sobre el total de levaduras obtenidas, se determinó que los cultivos 3 y 4 tuvieron mayor cantidad de levaduras en comparación a los otros cultivos analizados.

***Tabla 2 .***Conteo de cultivos de levaduras por medio de la cámara de Neubauer

| | Total | Concentración de levaduras (cel/mL) |
|---|---|---|
| Cultivo 1 | 782 | $1.564 * 10^{10}$ |
| Cultivo 2 | 2326 | $4.652 * 10^{10}$ |
| Cultivo 3 | 2938 | $5.876 * 10^{10}$ |

| | | |
|---|---|---|
| Cultivo 4 | 2976 | $5.952 * 10^{10}$ |
| Cultivo 5 | 1978 | $3.956 * 10^{10}$ |

### 5.3. Elaboración de una cerveza Irish Red Ale.

Los tratamientos que se realizaron para elaborar una cerveza artesanal roja, están compuestos de todos los elementos presentes en el kit cervecero, excepto los tipos de levaduras, la cantidad de inóculo y la fruta a utilizar; para el cálculo del porcentaje alcohólico y la cantidad de inoculo a usar, se tomó en cuenta la Ecuación 4 y Ecuación 3.

Los procesos de fermentación de cada cerveza variaron dependiendo de la cantidad de inoculo usado, las cervezas con menor volumen duraron aproximadamente 2 semanas en fermentar a comparación de las cervezas que poseen mayor volumen cuyo proceso de fermentación duró 7 días como en el caso de la cerveza A y la comercial, en la Tabla 3 se indican con más detalle los tratamientos realizados.

Mientras que en la Figura 14 se indica las 6 cervezas artesanales tipo Irish Red Ale.

***Tabla 3.*** Componentes y cantidad de levadura utilizada para la fabricación de la cerveza.

| | Componentes | Tipo de levadura | Fruta a utilizar | Cantidad de levaduras a inocular | % alcohólico |
|---|---|---|---|---|---|
| Cerveza Comercial | 3 Maltas: Special B, Crystal, Pale Ale. Carragenina Lúpulo: Hallertauer | Comercial | Ninguna | 4 mL | 6 |
| Cerveza A | | Levadura cultivo 1 | Granadilla | 6 mL | 6 |
| Cerveza B | | Levadura cultivo 2 | Granadilla | 2 mL | 5 |
| Cerveza C | | Levadura cultivo 3 | Granadilla | 1 mL | 5 |
| Cerveza D | | Levadura cultivo 4 | Granadilla | 2 mL | 6 |
| Cerveza E | | Levadura cultivo 5 | Granadilla | 1 mL | 6 |

***Figura 14.*** Tipos de cerveza artesanal Irish Red Ale. Elaboración propia.

## 5.4. Análisis Sensorial

Los resultados del análisis sensorial para evaluar las cervezas artesanales se presentan a continuación, las cuales fueron catadas por los expertos y calificadas por medio de una hoja de cata analizando las 3 fases más representativas y determinar cuál cerveza tuvo mayor aceptación por parte del jurado.

### *5.4.1. Fase 0 (Visual)*

La fase 0 también conocida como fase visual abarca atributos capaces de percibirse mediante la observación inicial de la bebida, analizando el color, transparencia, vivacidad, consistencia, persistencia y color de la espuma.

Los parámetros a tomar en cuenta para una Irish Red Ale con sus valores de intensidad (1-5), presentes en la Tabla 4.

***Tabla 4.***Niveles de intensidad de la Fase 0 (Visual). Elaboración Propia. Basado en los parámetros de Catast.

| Parámetros del estilo Irish Red Ale | Características de Irish Red Ale | Nivel de intensidad (1-5) |
|---|---|---|
| Color | Rojizo a caramelo | 3-4 |
| Transparencia | Turbia a semi opaca | 3-4 |
| Vivacidad | Equilibrada | 3 |
| Consistencia de la espuma | Poco densa o espesa | 2-3 |
| Persistencia de la espuma | Poca | 2 |

Conforme a los resultados obtenidos en las hojas de cata, los expertos observaron en las cervezas A, B, C, D y comercial una leve disminución en su coloración cuyo rango de intensidad era de 1 a 2 (dorada o amarilla) en comparación a la cerveza E cuyo valor fue de 4 equivalente a caramelo.

Con respecto a los demás atributos presentes en la Figura 15 se puede decir que las cervezas B y C obtuvieron un rango de intensidad dentro de los parámetros de Irish Red Ale en comparación a las demás cervezas. La calificación final de esta fase es sobre 3 otorgando resultados positivos por parte del jurado con un total de 19% a 21% tal como se indica en la Figura 16.

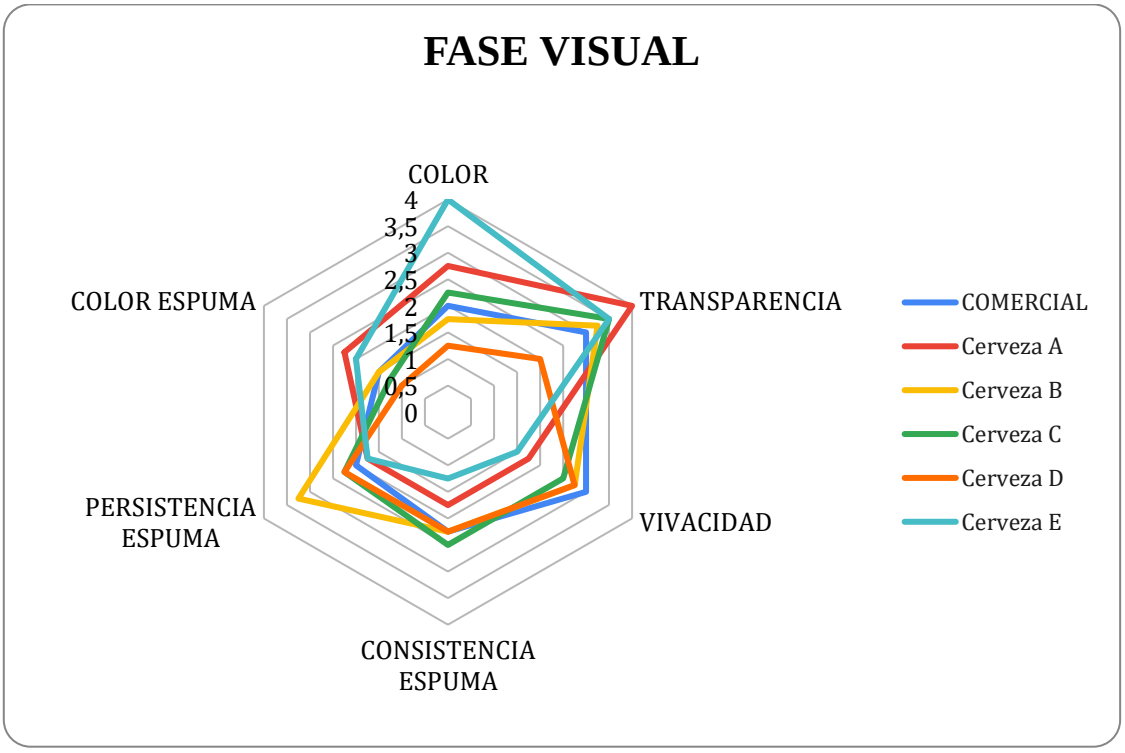



***Figura 15.*** Diagrama de radar de la Fase 0 (Visual). Elaboración Propia.

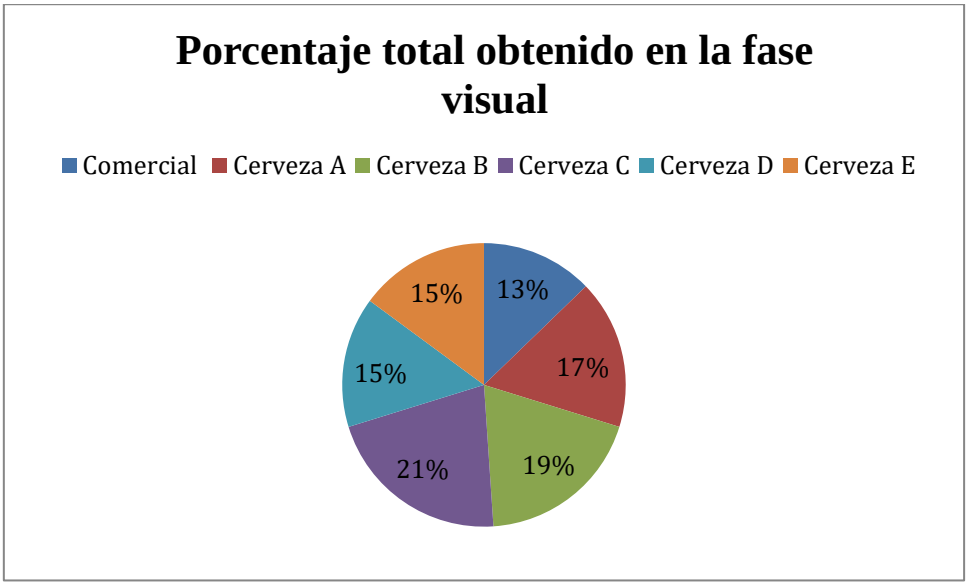



***Figura 16.*** Diagrama circular del porcentaje total obtenido en la fase visual. Elaboración propia.

### *5.4.2. Fase 1 (Olfativa)*

La Tabla 5 describe las características importantes del estilo Irish Red Ale a tomar en cuenta para la fase 1 conocida como olfativa.

***Tabla 5.*** Niveles de intensidad de la Fase 1 (Olfativa). Elaboración Propia. Basado en los parámetros de Catast.

| **Parámetros del estilo Irish Red Ale** | **Características de Irish Red Ale** | **Nivel de intensidad (1-5)** |
|---|---|---|
| Aroma a maltas | Suave a fuerte | 2-3 |
| Aroma a lúpulo | Inapreciable/ Suave | 1-2 |
| Aroma a fermento o añadido | Suave/fuerte | 2-3 |
| Aroma a alcohol | Inapreciable/ Suave | 1-2 |

Los resultados esperados se encuentran en la Figura 17 y se describen a continuación:

Cuando se agregó la fruta (granadilla) se pudo observar que no existió alteración en el aroma de la cerveza; es decir, que se acopló de manera agradable a la bebida generando así un aroma con esteres

frutales y notas de caramelo, chocolate o toffe que permanecen en boca por unos segundos, en comparación a las demás muestras que su valor de intensidad es bajo, presentando notas a galleta o pan fresco, es decir elementos poco tostados. Para terminar, la calificación final de esta fase es sobre 12, por ende las cervezas con más acogida por parte de los catadores fueron las cervezas B y C con un porcentaje mayor (18 a 20%), aptas para el estilo Irish Red Ale, tal como se observa en la Figura 18.

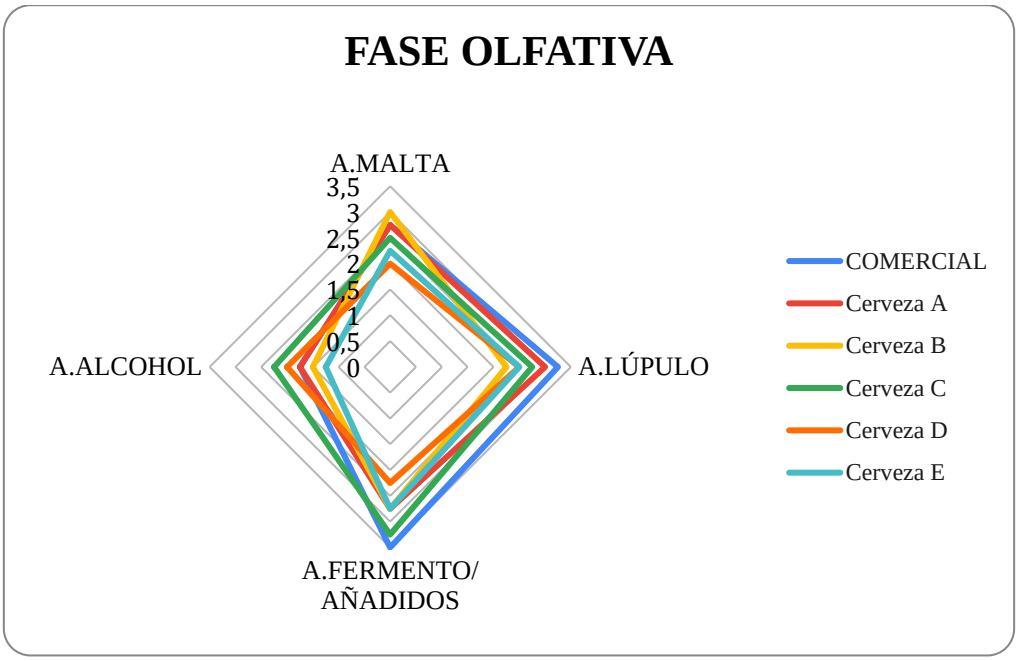



***Figura 17.*** Diagrama de radar de la Fase 1 (Olfativa). Elaboración Propia.

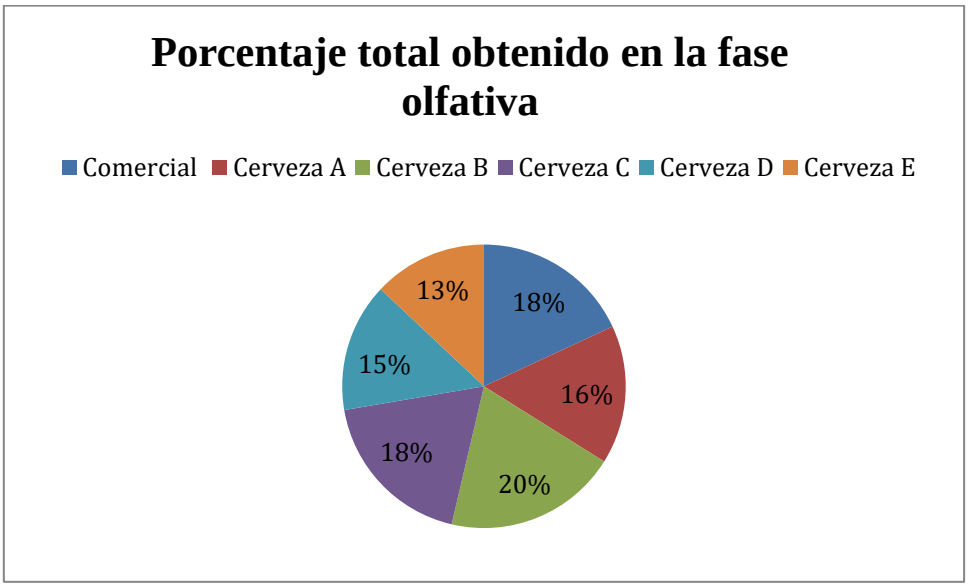



***Figura 18.***Diagrama circular del porcentaje total obtenido en la fase olfativa. Elaboración propia.

### *5.4.3. Fase 2 (Gustativa)*

La Tabla 6 hace referencia a las características presentes en una Irish Red Ale para la fase 2 (gustativa) en ella se encuentra sabores y la sensación en boca.

***Tabla 6.*** Niveles de intensidad de la fase 2 (gustativa/ sabores). Elaboración Propia. Basado en los parámetros de Catast.

| **Parámetros del estilo Irish Red Ale** | **Características de Irish Red Ale** | **Nivel de intensidad (1-5)** |
|---|---|---|
| Gusto proveniente de la malta | Suave/fuerte | 2-3 |
| Gusto proveniente del lúpulo | Inapreciable/ Suave | 1-2 |
| Gusto de fermentos añadidos | Suave/fuerte | 2-3 |
| gusto a alcohol | Suave | 2 |
| Sabor dulce | Suave | 2 |
| Sabor salado | Inapreciable | 1 |
| Sabor acido | Inapreciable/ Suave | 1-2 |
| Sabor amargo | Fuerte /Intenso | 3-4 |

Finalmente, para la sensación en boca los parámetros que se observan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** son aquellos que se deben tomar en cuenta para el estilo Irish Red Ale y son descritos a continuación:

***Tabla 7.*** Niveles de intensidad de la fase 2 (Gustativa/Sensación en boca). Elaboración Propia. Basado en los parámetros de Catast.

**Fase 2 (Gustativa/Sensación en boca)**

| Parámetros del estilo Irish Red Ale | Características de Irish Red Ale | Nivel de intensidad (1-5) |
|---|---|---|
| Astringencia | Inapreciable | 1 |
| Efervescencia | Suave | 2-3 |
| Cuerpo de la cerveza | Con cuerpo | 3 |
| Persistencia de un aspecto | Suave/ fuerte | 2-3 |
| Retrogusto | Fuerte | 3 |
| Complejidad | Compleja | 3 |
| Equilibrio | Equilibrada | 3 |

Los resultados con relación a la fase gustativa se dividen en dos partes:

**a) Sabores de la cerveza:**

Existieron dos cervezas A y E que generaron un sabor dulce en comparación a las demás cervezas, esto se debe a la gran concentración de azúcares provocados por la fruta y la malta tostada en este caso se utilizó Special B. Adicional a ello, los catadores encontraron que estas bebidas presentan notas a caramelo, flores blancas y frutales; sin embargo, se demoraron en reconocer el sabor de la granadilla dentro de estas bebidas.

En cuanto al parámetro amargor poseen un nivel de intensidad menor a 3 equivalente a moderado.

La calificación final de esta fase es sobre 20, concluyendo así que las cervezas **B y C** satisfacen los parámetros estándar de sabor deseado para el estilo Irish Red Ale manteniendo notas suaves de gusto dulce y un amargor pronunciado como se indica en la Figura 20, equivalentes a 19%.

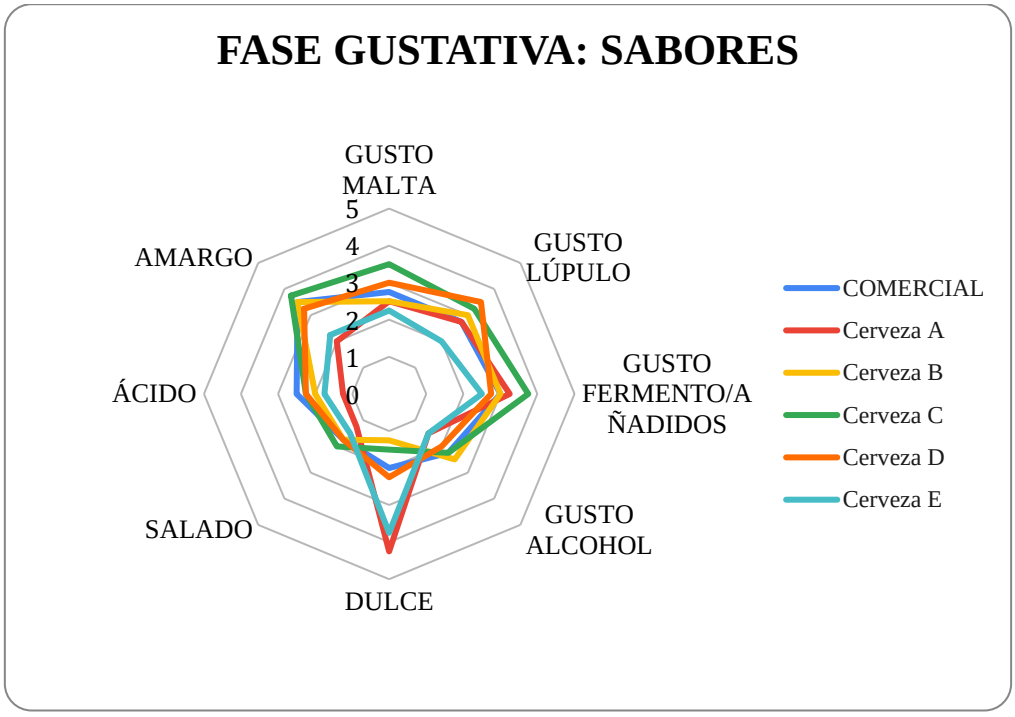



***Figura 19.*** Diagrama de radar de la fase 2 (gustativa). Elaboración Propia.

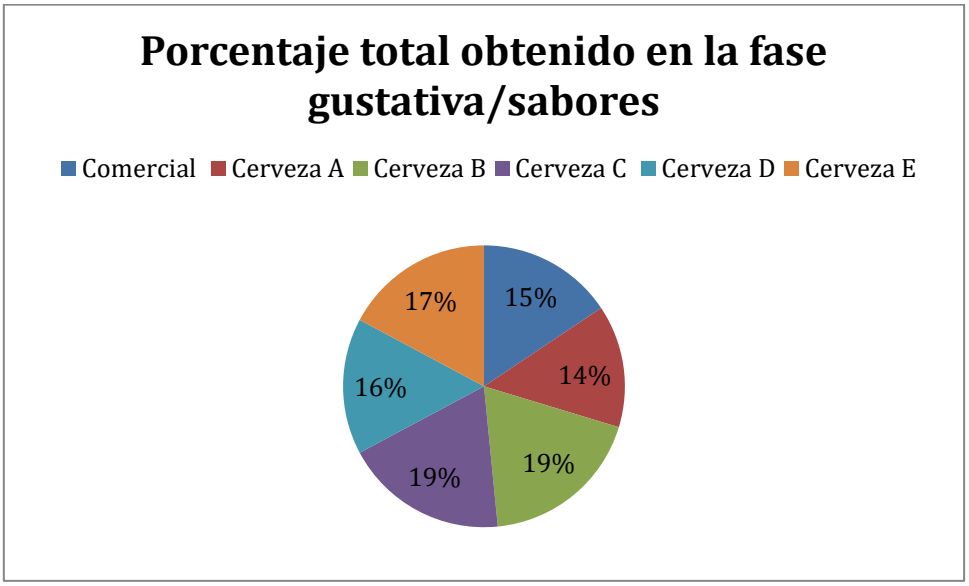



***Figura 20***. Diagrama circular del porcentaje total obtenido en la fase gustativa atributo sabores. Elaboración propia.

**b) Sensación en boca:**

En lo que respecta a la impresión tras la ingesta se destacan varios atributos útiles tanto para evaluar de manera general a la bebida como para estimar la aceptación de los consumidores.

Aquí se destaca que estas bebidas poseen un cuerpo entre medio a leve debido a componentes externos utilizados como la fruta provocando un sensación fuerte siendo la cerveza E aquella que más

predomina en comparación a las demás cervezas, no se detectó astringencia en ninguna bebida presentando así notas dulces.

La calificación final de esta fase es sobre 5; sin embargo las cervezas B y C satisfacen los parámetros estándar de sabor deseado para el estilo Irish Red Ale manteniendo notas suaves de gusto dulce y un amargor pronunciado equivalentes a un 19%, como se indica en la Figura 21 y Figura 22.

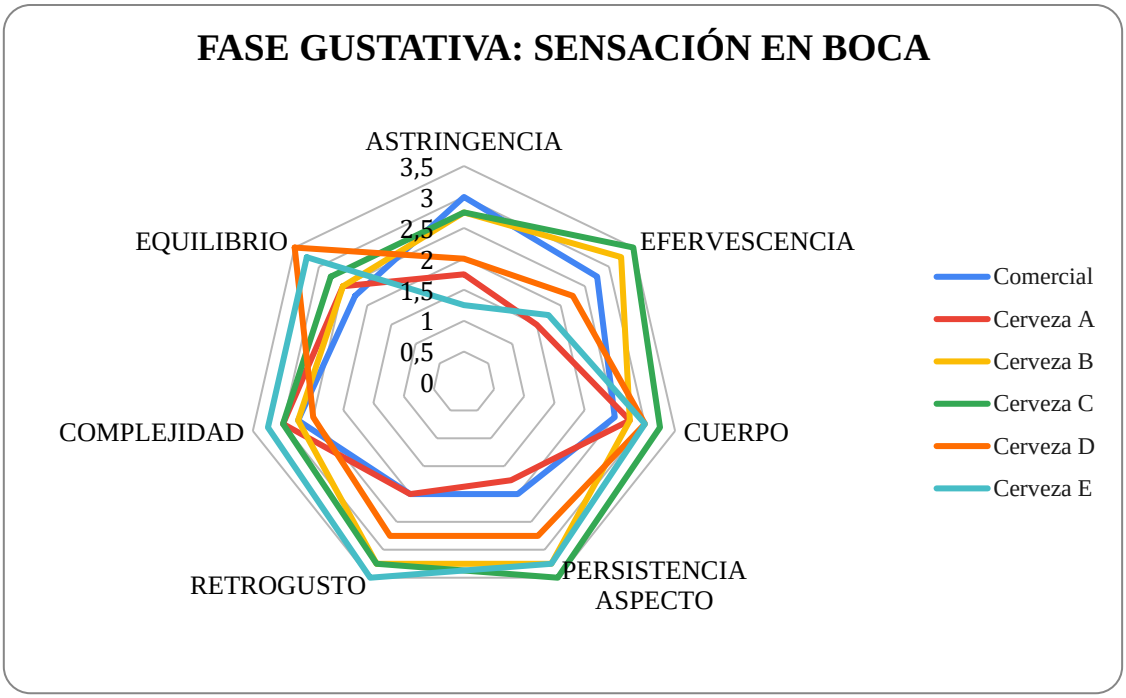



***Figura 21.*** Diagrama de radar de la fase 2 (gustativa. Sensación en la boca).Elaboración Propia.

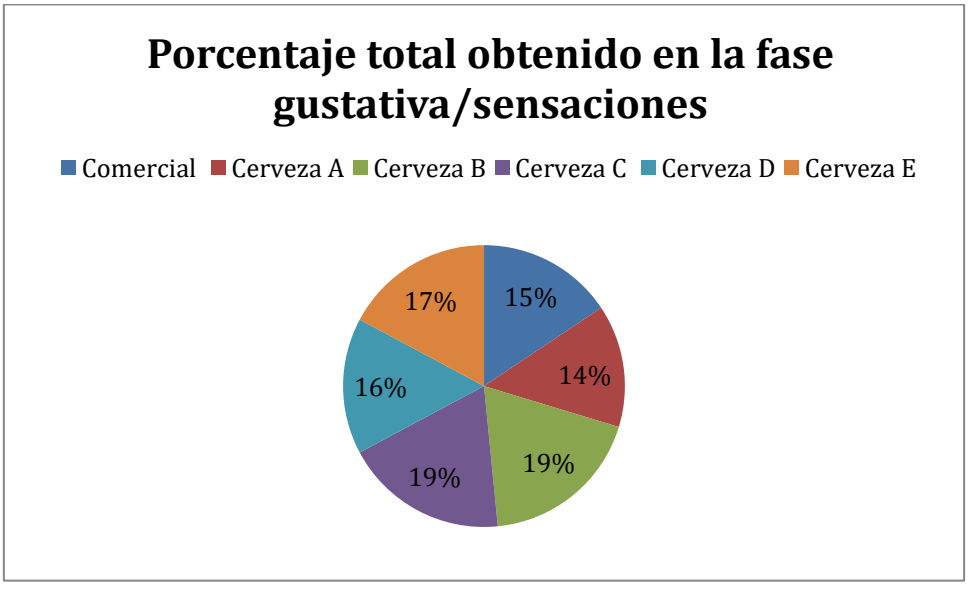



***Figura 22.*** Diagrama circular del porcentaje total obtenido en la fase gustativa atributo sensaciones. Elaboración propia.

Posteriormente se obtuvo la valoración final sobre 10 por parte de los catadores para determinar cuál cerveza fue la mejor evaluada. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** indica que las cervezas **B y C** obtuvieron una calificación de 8,5 a 8,75 sobre 10 siendo aquellas que cumplieron con todos los parámetros para una Irish Red Ale, en comparación a las demás cervezas.

### *5.4.4. Puntaje total por medio de la BJCP*

Los rangos de evaluación para calificar una cerveza están establecidos en la Tabla 8, donde las bebidas alcohólicas consideradas ideales o perfectas para su estilo poseen un puntaje perfecto de 45 a 50.

Por otro lado los rangos de calificación que van desde los 30 a 44 puntos hacen referencia a bebidas que requieren correcciones menores, su estilo es agradable, cumple con los parámetros de cada estilo, fáciles de consumir mientras que las calificaciones que van desde el 0 a 29 corresponden a bebidas que no satisfacen las necesidades de los consumidores, es decir que falta más técnica, su sabor es desagradable y con muchas fallas.

Cabe mencionar que para una cerveza elaborada de manera artesanal la puntuación asignada debe ser muy buena (de 30 a 37) porque en el momento de fabricarla pueden existir pequeñas fallas que con el tiempo serán corregidas para obtener un producto final excelente (Beer Judge, 2016).

***Tabla 8.*** Rangos de evaluación en la calificación global de la cerveza. Obtenido de BJCP.

| | |
|---|---|
| Sobresaliente (45-50) | Ejemplar de clase mundial del estilo. |
| Excelente (38-44) | Ejemplifica bien el estilo, requiere modificaciones menores. |
| Muy Buena (30-37) | Generalmente dentro de los parámetros del estilo, con fallas menores. |
| Buena (21-29) | No cumple algunas marcas del estilo y tiene fallas menores. |
| Pasable (14-20) | Sabores desagradables y deficiencias de estilo importantes. Poco placentera. |
| Problemática (00-13) | Sabores y aromas desagradables dominantes. Difícil de beber. |

Finalmente se hizo una sumatoria de todas las fases (visual, olfativa y gustativa) analizadas por los catadores para determinar el puntaje final por medio de BJCP, el juez revisa en la guía de estilos lo que debe espera de cada bebida evaluada, en este caso una Irish Red Ale con todas las características mencionadas anteriormente y asigna la calificación final.

Por lo que las cervezas B y C presentes en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** obtuvieron una excelente aprobación con una puntuación de 36,5 a 36,25 equivalentes a muy bueno, de esta manera se puede concluir que los resultados son positivos existiendo mejoras en su análisis sensorial al utilizar las levaduras nativas en comparación a la cerveza comercial

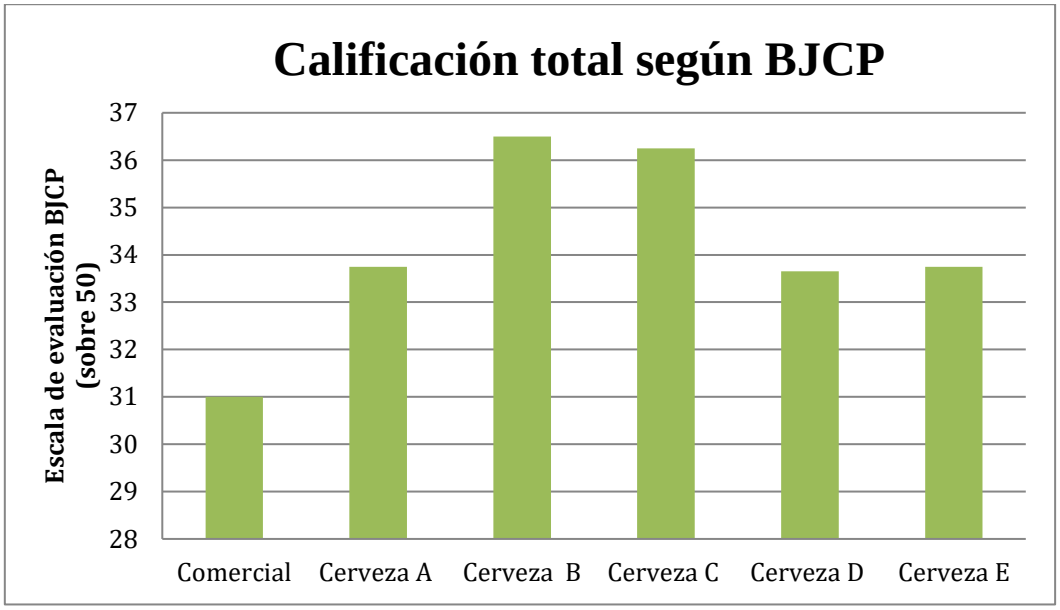



***Figura 23.*** Diagrama de barras donde se representa la calificación global. Elaboración Propia.

## 6. Discusión de resultados

El proceso de elaboración de una cerveza correspondiente al estilo Irish Red Ale conlleva una serie de condiciones específicas que va desde la selección de levaduras capaces de efectuar una fermentación alta hasta mantener un color y un sabor adecuados mediante el uso de materias primas como la malta y el lúpulo con la adición de elementos extra que puedan contribuir a este fin (Carr, 2015).

Los componentes extrínsecos son propios del ambiente entre ellos se incluye la temperatura, humedad y el nivel de oxígeno (Arevalo, 2000). Para este proyecto las levaduras fueron recolectadas al ambiente donde la temperatura y humedad variaron dependiendo de la zona geográfica notando así un mayor incremento de levaduras presentes en la región Sierra y Costa (24 a 25°C) existiendo una similar comparación en el estudio de Rodríguez, Pando, & Valles (2018) que capturaron levaduras salvajes para la producción de un vino a una temperatura de 26°C observando un mayor crecimiento.

Una de las técnicas implementadas que se realiza antes de la fabricación de la cerveza es el aislamiento de levaduras para obtener cultivos puros y usarlos en el proceso de la fermentación cervecera. Para el presente proyecto de investigación el uso de medio de cultivo YDP para la propagación de las levaduras conjuntamente con el antibiótico en este caso ampicilina a una temperatura de incubación de 30°C ayudo a que no exista contaminación por bacterias u otros microorganismos determinado un crecimiento óptimo a las 24 y 72 horas, teniendo similitud con un estudio realizado por Vital & Larral (2014) donde aislaron levaduras provenientes de frutas como el Taxo para elaborar una cerveza artesanal cuyo crecimiento fue notable a partir de las 48 horas.

La cantidad de inoculo que se tomó en cuenta para utilizar en la fermentación cervecera ayuda a determinar el tiempo de fermentación de la cerveza, ya que en este caso se pudo observar que las cervezas con menor cantidad de inoculo fermentaron a los 7 días en comparación a la cervezas con mayor inoculo cuyo tiempo de fermentación fue de 10 a 11 días. Esto se debe a que no existen los nutrientes necesarios como el azúcar para producir dióxido de carbono y etanol provocando que el nivel de atenuación sea baja tal como lo menciona (Cocinista, 2018).

Estas levaduras son utilizadas en el proceso de fermentación creando así una gran diversidad de aromas y olores que conjuntamente con el lúpulo y la malta forman un nuevo perfil sensorial que hace diferente a cada estilo (Vallejo, 2018). Por ello se realizó una comparación de una cerveza roja artesanal utilizando una levadura seca comercial S-33 específica para el estilo Irish Red Ale, proveniente del kit cervecero y cuya información se encuentra en Fermentis con 5 cervezas elaboradas artesanalmente utilizando levaduras nativas y una fruta en este caso la granadilla para comprobar si los atributos obtenidos son los requeridos.

Por ello se analizaron 3 fases importantes, las cuales son:

La fase visual de una bebida está formada por varias propiedades como: transparencia, vivacidad, consistencia, persistencia, color de espuma y color, siendo este último el que más se destaca.

En el estudio realizado por Galarza (2018) donde elaboraron una cerveza de estilo American Amber Ale, cuyas frutas de interés fueron uvilla, naranjilla y maracuyá encontraron que el rango de color para este prototipo de cerveza va desde 10 a 17 según la escala SRM presentando una coloración ámbar oscuro. Sin embargo la cerveza Irish Red Ale posee un rango de coloración de 9 a 14 perteneciente a ámbar medio o rojizo siendo la cerveza D con la mayor intensidad de 3-4 equivalente a un color rojizo a caramelo en comparación a las demás cervezas incluyendo la comercial cuya coloración es amarilla/ dorada esto se debe a la concentración excesiva de agua en el proceso de maceración y la temperatura de cocción del mosto que fue de 65 a 70°C provocando que la malta Special B genere la mayor cantidad de azúcares proporcionando el color adecuado para este estilo (Tres Jotas, 2022)

Otros atributos presentes en la fase visual indican que las cervezas B y C muestran un rango de aceptación equivalentes al 19% y 21% encontrando una transparencia semi opaca y el color de espuma blanca por que se generó mayor carbonatación en estas bebidas, similar al estudio de investigación elaborado por (Sansituña, 2022) que evaluó los parámetros visuales de una cerveza obteniendo un porcentaje del 30% debido a la cantidad de personas evaluadas.

La siguiente fase que se analizó es la olfativa, en la cual Castillo & Lozano (2020) evaluaron el aroma de su cerveza Blonde Ale con fruta tendiendo un suave dulzor a malta y sabor a caramelo pálido equivalente a un 20 % cuyos resultados adquiridos son similares al de este proyecto ya que las cervezas B y C obtuvieron un 19% y presentan características similares en el aroma, por tal motivo al agregar frutas dulces (granadilla) en la segunda etapa de la fermentación su sabor es equivalente a frutal o caramelo y no produce cambios negativos en la cerveza.

El sabor y las sensaciones generadas después de degustar la cerveza son criterios importantes para definir si se encuentra dentro del estilo deseado dependiendo de la temperatura de macerado la cual fue de 65 a 70°C encontrándose como rangos sugeridos en otras investigaciones de (Tulum, 2022) que sugieren una temperatura de 60 a 65°C para que la malta se concentre más y genere este sabor.

En las muestras restantes se detectó la presencia de aromas frutales provenientes del ácido acético, diacetilo y acetaldehído que son compuestos químicos que generan de manera natural las levaduras en el proceso de fermentación dando como resultado sabores poco atractivos como lo sugiere CanaLupe (2022) generando un sabor a mantequilla rancia y jabonoso que no les atrae a los consumidores. Tal investigación sugiere que esto pasa cuando existe una contaminación en la proceso de fabricación haciendo que los aromas de la cerveza cambien su sabor.

Entre las sensaciones finales se encontró que las dos cervezas más puntuadas B y C con un 19% poseen un cuerpo ligero a medio característico de la concentración de azúcares no fermentables y el contenido de alcohol (Cultura Cervecista, 2020). Para ello se determinó el porcentaje de alcohol de la cerveza Irish Red Ale cuyo rango va desde 4 al 6% en la escala ABV realizando un comparación junto con la guía de estilos BJCP (2015) con la cerveza Bitter Inglesa obteniendo un porcentaje de 3.8 a 6% en la escala ABV llegando a si a tener una similitud con respecto a las cervezas rojas elaboradas artesanalmente ya que obtuvieron un porcentaje de alcohol de 5 a 6% ya que están dentro del rango establecido y son aceptables para este estilo.

Finalmente, el objetivo y la hipótesis del proyecto fueron cumplidos, pues el panel de catadores asignó calificaciones satisfactorias en la hoja de cata obtenida de Catast a las cervezas B y C cuya valoración final fue de 8,5 a 8,75 sobre 10. Por otra parte se realizó una sumatoria de todos los puntajes obtenidos para llegar a una puntación por parte final por parte de (BJCP, 2015) cuyo rango es de 0 a 50, obteniendo una calificación de 30 a 36 equivalentes a muy buenas y aceptadas como parte del estilo Irish Red Ale, teniendo similitud con los resultados de (Solorzano, 2021) cuyo objetivo era la mejora

de una cerveza artesanal utilizando pulpa de piña y esencia de coco cuya calificación era 30 equivalentes a muy buenas.

## 7. Conclusiones

- La propagación de cultivos axenicos se logró de manera satisfactoria, ya que el crecimiento de las levaduras nativas aisladas se adaptan a diferentes condiciones ambientales, siendo un gran aporte para la fabricación de la cerveza artesanal roja
- De todas las levaduras obtenidas en este estudio, la nativa de Manabí fue aquella que tuvo mayor aceptación con respecto a la elaboración a la cerveza debido al aporte en el proceso de fermentación logrando un grado de alcohol óptimo (de 5 a 6%) lo que produjo que exista una variación de amargura en cada tipo de cerveza.
- El kit comercial obtenido para la elaboración de la cerveza artesanal Irish Red Ale fue el adecuado permitiendo así que la elaboración de los 5 tipos de cerveza que presentan características organolépticas propias de una cerveza roja.
- Los resultados de la cata de las cervezas artesanales demostraron que las bebidas con mejor aceptación fueron B y C catalogadas como muy buenas según la BJCP debido a que el sabor de la granadilla está presente en la cerveza y cumplen con los parámetros establecidos para una Irish Red Ale como: su color rojizo/caramelo, sabor a frutas y aroma suave, comprobando que sí existe mejoras en comparación a la cerveza comercial. Adicional a ello los catadores mencionaron que las cervezas A, D y E no tuvieron buena aceptación debido a que sus sabores no son los esperados, su coloración no es la correcta y posee mucha astringencia, es decir que no cumplen con lo establecido.

## 8. Recomendaciones

- Se recomienda hacer otros estilos de cervezas utilizando levaduras y otros tipos de frutas nativas para observar sus cambios en cuanto al aroma, sabor y color.
- Antes de elaborar la cerveza se recomienda utilizar procesos de esterilización en los implementos de laboratorio y tratamientos extra como cocción o pasteurización de materia prima añadida para evitar contaminación con otros microorganismos.
- La receta para elaborar una cerveza roja estilo Irish Red Ale podría tener mejoras por los distintos usos de fruta y en proceso de cocción y de esta manera llegar a tener mayor puntaje de evaluación.

- Cambio de proporción en las maltas, es decir reducir la cantidad de Pale Ale y agregar más Special B y Crystal que contribuyan a la intensidad del color.
- Modificaciones en las temperaturas de cocción y fermentación que favorezca a la caramelización de los componentes favoreciendo al aroma y sabor.
- Disminuir la cantidad de componentes del mosto para que no afecte al sabor de la bebida.

## 9. Bibliografía

Agencia EFE. (22 de Octubre de 2021). Cervezas artesanales latinoamericanas "embriagan" con café, chicha y quinua. *Expreso*.

Amantes Cerveceros. (23 de Julio de 2021). *MALTA CRISTAL Y MALTA CARAMELO*. Recuperado el 11 de Enero de 2023, de https://estrellagalicia.es/amantes-cerveceros/malta-cristal-y-malta-caramelo/

Arevalo, S. (2000). Optimización de la produccion de biocontrol Candida Shake (Tesis de Grado). *Universidad de Leira*.

Arias, J. C., & Pérez, J. (2015). Sistemas de polinización en granadilla(Pasiflora ligularis) como base para estudios genéticos y de conservación. *Acta agronómica*, 1-7.

BJCP. (2015). Guia de estilos cerveceros. *Beer Jude*.

Brewers Union. (24 de Mayo de 2020). *Fruit Beer: una cerveza incomprendida que vale la pena conocer*. Recuperado el 23 de Julio de 2022, de https://www.brewersunion.com/fruit-beer/#:~:text=Additionally%2C%20fruit%20should%20only%20add,than%20an%20almost%20artificial%20sweetness.

Burini, J., Eizaguirre, J., Loviso, C., & Libkind, D. (2021). Levaduras no convencionales como herramientas de innovación y diferenciación en la producción de cerveza. *Science Direct*, 359-377.

CanaLupe. (6 de Junio de 2022). *Diacetilos y Acetaldehido en la cerveza*. Recuperado el 15 de Enero de 2023

Carr, N. (2015). Irish Red Ale: características de estilo, consejos de elaboración e historia. *Kegerator*.

Casas, A., & Solorzano, J. (2018). Cervezas artesanales atractivas. *Gestión*, 30-36.

Castle Malting. (2016). Maltas belgas que hacen especiales a tu cerveza.

Catast. (2 de Marzo de 2016). *Aprende a catar*. Recuperado el 16 de Enero de 2023, de http://www.catast.com/HTMLs/Web/iniciocerveza.html

Cocinista. (5 de Marzo de 2016). *Malta Pale Ale*. Recuperado el 10 de Enero de 2023, de https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/maltas-y-lupulos/malta-pale-ale.html

Cocinista. (2018). Atenuación en la cerveza.

Cuellar, L. (20 de Junio de 2016). *Cómo usar frutas en la preparación de cerveza*. Recuperado el 15 de Enero de 2023, de https://www.cerveza-artesanal.co/como-usar-frutas-en-la-preparacion-de-cerveza/

Cultura Cervecista . (7 de Agosto de 2020). *La fermentación: clave en la producción cervecera*. Recuperado el 14 de Enero de 2023, de https://www.loscervecistas.es/cultura-cervecista/la-fermentacion-clave-en-la-produccion-cervecera/#:~:text=Se%20define%20como%20el%20proceso,y%20que%20detallamos%20a%20continuaci%C3%B3n.

Deloitte. (2017). La cerveza artesanal. *Deloitte Touche Tohmatsu Limited*, 3-5.

Galarza, A. (2018). Elaboración de cerveza Amber Ale de alta fermentación saborizada y aromatizada con frutas y plantas del Ecuador. *Universidad Central del Ecuador*.

Gaona , P., Vásquez, L., Aguayo, S., Arroyo, W., Viteri, P., Sotomayor, A., et al. (2020). Respuesta del cultivo de granadilla cultivar “Colombiana” al suministro de nitrógeno y potasio por fertirriego. *Mnaglar*.

Gaona, P., Vásquez, L., Aguayo, S., Viera, W., Viteri, P., Sotomayor, A., y otros. (2020). Respuesta del cultivo de granadilla (Passiflora ligularis Juss) cultivar “Colombiana” al suministro de nitrógeno y potasio por fertirriego. *Manglar*, 75-82.

Gisbert, M. (2016). *Diseño del proceso industrial para la elaboración de la cerveza.( Tesis de Grado).* Valencia: Universidad Politecnica de Valencia.

Guerberoff, G., Marchesino, M., López, P., & Olmedo, R. (2020). *El perfil sensorial de la cervezacomo criterio de calidad y aceptación.* Córdoba: Nexo Agropecuario.

López, Z., & Hinojosa , V. (2020). La cerveza artesanal como alternativa de desarrollo turístico: Motivaciones y barreras en Guayas, Ecuador. *Centro Sur Social Science Journal*, 9-31.

Mashers, B. (2016). *Irish Red Ale*. Obtenido de https://www.bayareamashers.org/wp-content/uploads/2013/07/2013-SOQ-1-Irish-red-ale.pdf

Moreno, J. (2015). Los países que mas beben cerveza. *BBC*.

Pilla, S., & Vinci, G. (2012). *Cervezas de todo el mundo.* Barcelona: De Vecchi, S.A.

Rodriguez, I. (14 de Noviembre de 2017). *Guia de levadruas*. Obtenido de https://cervecing.es/guia-de-levaduras/

Rodríguez, R., Pando, R., & Valles, B. (2018). Levaduras autóctonas de origen sidrero para la elaboración de cerveza. *Serida*.

Sansituña, J. (2022). Elaboración de cerveza artesanal nutritiva utilizando como adjunto diferentes ( tesis de grado). escuela superior politécnica de chimborazo.

Solorzano, P. (2021). “Influencia de la adición de pulpa de piña y esencia de coco en la obtención de cerveza artesanal a partir de cebada (hordeum vulgare) obtención de cerveza artesanal a partir de cebada (Hordeum vulgare) (Tesis de grado). *Universidad Estatal de Quevedo*.

Souza, M., & Da Silva, G. (2020). Origen del maracuyá cultivado Passiflora edulis f. flavicarpa y relaciones genómicas entre especies de los subgéneros Decaloba y Passiflora. *Plant Biology,* 319-325.

Swersey, C., Gatza, P., Skypeck, C., Kirkpatrick, K., Williams, C., & Rabin, D. (2022). *2022 Beer Style Guidelines.* USA: Beer Guidelines.

The Beer Times. (2022). ¿ Comó se mide el color de una cerverza? Origen, Ajuste y estimación visual. *The beer times*.

Tres Jotas. (5 de Julio de 2022). *Cerveza Roja*. Recuperado el 10 de Enero de 2023, de https://tresjotasbeerclub.com/cerveza-roja/

Tulum. (2022). *Cerveza Artesanal Ale*. Recuperado el 14 de Enero de 2023, de https://cervezatulum.com/blogs/noticias/cuanto-porcentaje-de-alcohol-tiene-la-cerveza-artesanal

UmaMalta. (5 de Enero de 2016). *Malta Special B*. Recuperado el 17 de Enero de 2023, de https://umamalta.com.ar/default/special-b-malt-md.html

Vallejo, C. (2018). Fermentacón espontánea. *Ambar*.

Vital, P., & Larral, C. (2014). Respuestas metabólicas al estrés de levaduras de importancia industrial. Investigación y ciencia, 86-91.

Yepes, D. (2021). *Caracterización y análisis organoléptico de la cerveza artesanal tipo radler fabricada a partir de limón TAHITÍ.* Bogotá: Universidad de los Andes.

## 10. Anexos

***Anexo 1.*** Hoja de cata para evaluar los perfiles organolépticos de cada cerveza.

| **Catador:** | **Fecha:** |
|---|---|
| **Código de la cerveza:** | |
| **Estilo:** Irish Red Ale | |

**Indicaciones:** Usted recibirá 6 muestras de cerveza, cuyos atributos tendrá que evaluar dando un valor del 1 al 5 equivalente a:

| | Niveles de intensidad 1 (bajo) – 5 (alto) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Atributos de la cerveza** (Coloque una X en la intensidad que considere adecuada para cada criterio según la escala descrita) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

**Fase 0: Visual** Coloque una calificación a la apariencia de la cerveza: ___/3

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Color** (1. Amarillo, 2. Dorado, 3. Rojizo, 4. Caramelo, 5. Negro) | | | | | |
| **Transparencia** (1. Cristalina, 2. Poco transparente, 3. Turbia, 4. Semi opaca, 5. Opaca) | | | | | |
| **Vivacidad** (1. Carece de gas, 2. Poca, 3. Equilibrada, 4. Abundante, 5. Gran cantidad de gas) | | | | | |
| **Consistencia de la espuma** (1. Ligera, 2. Poco densa, 3. Espesa, 4. Cremosa, 5. Compacta) | | | | | |
| **Persistencia de la espuma** (1. Sin espuma, 2. Poca, 3. Persistente, 4. Muy persistente, 5. Permanente) | | | | | |
| **Color de la espuma** (1. Blanco intenso, 2. Ligeramente morena, 3. Morena, 4. Rojiza, 5. Ámbar) | | | | | |

**Fase 1: Olfativa** (Revise previamente en el reverso de la hoja los perfiles a especificar)
Coloque una calificación al aroma de la cerveza: ___/12

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Aroma de malta** (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso)<br>Especifique el aroma: | | | | | |
| **Aroma de lúpulo** (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso)<br>Especifique el aroma: | | | | | |
| **Aroma de fermento o añadidos** (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso)<br>Especifique el aroma: | | | | | |
| **Aroma de alcohol** (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso) | | | | | |

**Fase 2: Sensación en boca** (Revise previamente en el reverso de la hoja los perfiles a especificar)
Coloque una calificación a: Sabor de la cerveza ___/20 Sensación en boca ___/5

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Gusto proveniente de malta** (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso)<br>Especifique el aroma: | | | | | |
| **Gusto proveniente de lúpulo** (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso)<br>Especifique el aroma: | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Gusto de fermento o añadidos** (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso) Especifique el aroma: | | | | | |
| **Gusto a alcohol** (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso) | | | | | |
| **SABORES** | | | | | |
| **Dulce** (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso) | | | | | |
| **Salado** (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso) | | | | | |
| **Ácido** (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso) | | | | | |
| **Amargo** (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso) | | | | | |
| **SENSACIONES** | | | | | |
| **Astringencia** (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intensa, 5. Muy intensa) | | | | | |
| **Efervescencia** (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intensa, 5. Muy intensa) | | | | | |
| **Cuerpo de la cerveza** (1. Muy poco, 2. Poco, 3. Con cuerpo, 4. Bastante, 5. Mucho cuerpo) | | | | | |
| **Persistencia de un aspecto:** (1. Casi inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso) Especifique el atributo persistente y su intensidad tras haber ingerido la cerveza. Atributo – Intensidad: | | | | | |
| **Retrogusto:** (1. Casi inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso) Especifique el gusto que permaneció en su boca y la intensidad tras haber ingerido la cerveza. Atributo – Intensidad: | | | | | |
| **Complejidad** (1. Muy poco compleja, 2. Poco, 3. Compleja, 4. Bastante, 5. Muy compleja) | | | | | |
| **Equilibrio** (1. Muy poco equilibrada, 2. Poco, 3. Equilibrada, 4. Bastante, 5. Muy equilibrada) | | | | | |

| | | |
|---|---|---|
| **Valoración global** (escala de 1 a 10) | Puntuación | |
| Observaciones: | | |

***Anexo 2***.Densidad y Grado Alcohólico

| | Densidad Inicial | Densidad Final | %Grado alcohólico |
|---|---|---|---|
| Comercial | 1.057 | 1.011 | 6 |
| Cultivo 1 | 1.062 | 1.016 | 6 |
| Cultivo 2 | 1.049 | 1.001 | 5 |
| Cultivo 3 | 1.048 | 1.011 | 5 |
| Cultivo 4 | 1.062 | 1.016 | 6 |
| Cultivo 5 | 1.062 | 1.016 | 6 |

***Anexo 3.*** Promedio de la evaluación sensorial (Fase visual)

| | Color | Transparencia | Vivacidad | Consistencia/ espuma | Persistencia/ espuma | Color/ espuma |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Comercial | 2 | 3 | 3 | 2,25 | 2 | 1,5 |
| Cultivo 1 | 2,75 | 4 | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 2,25 |
| Cultivo 2 | 1,75 | 3,25 | 2,75 | 2,25 | 3,25 | 1,5 |
| Cultivo 3 | 2,25 | 3,5 | 2,5 | 2,5 | 2,25 | 1,25 |
| Cultivo 4 | 1,25 | 2 | 2,75 | 2,25 | 2,25 | 1 |
| Cultivo 5 | 4 | 3,5 | 1,5 | 1,25 | 1,75 | 2 |
| Desviación estándar | 1,13 | 1,02 | 1,01 | 1,04 | 0,93 | 0,97 |

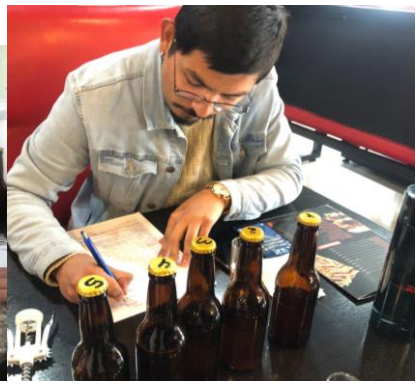
***Anexo 4*** . Promedio de la evaluación sensorial (Fase olfativa)

| | Aroma Malta | Aroma Lúpulo | Aroma fermento/ añadidos | Aroma alcohol |
|---|---|---|---|---|
| Comercial | 2,75 | 3,25 | 3,5 | 1,75 |
| Cerveza 1 | 2,75 | 3 | 2,75 | 1,75 |
| Cerveza 2 | 3 | 2,25 | 2,75 | 1,5 |
| Cerveza 3 | 2,5 | 2,75 | 3,25 | 2,25 |
| Cerveza 4 | 2 | 2,5 | 2,25 | 2 |
| Cerveza 5 | 2,25 | 2,5 | 2,75 | 1,25 |
| Desviación estándar | 1,10 | 0,95 | 1,15 | 0,74 |

***Anexo 5***. Promedio de la evaluación sensorial (Fase Gustativa/Sabores)

| | Gusto malta | Gusto lúpulo | Gusto fermento o añadidos | Gusto alcohol | Dulce | Salado | Ácido | Amargo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Comercial | 2,75 | 2,75 | 3 | 2,25 | 2 | 1,75 | 2,5 | 3,5 |
| Cerveza 1 | 2,5 | 2,75 | 3,25 | 1,5 | 4,25 | 1,25 | 1,25 | 2 |
| Cerveza 2 | 2,5 | 3 | 3 | 2,5 | 1,25 | 1,75 | 2 | 3,5 |
| Cerveza 3 | 3,5 | 3,25 | 3,75 | 2,25 | 1,5 | 2 | 2,25 | 3,75 |
| Cerveza 4 | 3 | 3,5 | 2,75 | 2 | 2,25 | 1,75 | 2,25 | 3,25 |
| Cerveza 5 | 2,25 | 2 | 2,5 | 1,5 | 3,75 | 1,5 | 1,75 | 2,25 |
| Desviación estándar | 1,03 | 0,90 | 1,04 | 0,78 | 1,38 | 0,64 | 0,88 | 1,16 |

***Anexo 6***. Promedio de la evaluación sensorial (Fase Gustativa/Sensación en boca)

| | Astringencia | Efervecencia | Cuerpo | Persistencia/ aspecto | Retrogusto | Complejidad | Equilibrio |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Comercial | 3 | 2,75 | 2,5 | 2 | 2 | 2,75 | 2,25 |
| Cerveza 1 | 1,75 | 1,5 | 2,75 | 1,75 | 2 | 3 | 2,5 |
| Cerveza 2 | 2,75 | 3,25 | 2,75 | 3,25 | 3,25 | 2,75 | 2,5 |
| Cerveza 3 | 2,75 | 3,5 | 3,25 | 3,5 | 3,25 | 3 | 2,75 |
| Cerveza 4 | 2 | 2,25 | 3 | 2,75 | 2,75 | 2,5 | 3,5 |
| Cerveza 5 | 1,25 | 1,75 | 3 | 3,25 | 3,5 | 3,25 | 3,25 |
| Desviación estándar | 0,90 | 1,14 | 0,99 | 1,07 | 0,98 | 0,80 | 1,14 |

***Anexo 7.*** Ejecución de la evaluación sensorial