



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**“PRODUCCIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO BLONDE ALE
UTILIZANDO LEVADURAS NATIVAS DEL ECUADOR”**

Realizado por:

Edwin Fernando Caicedo Luna

Director de proyecto:

Ing. Alberto Aguirre Bravo, Ph.D.

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA

Quito, 10 de 03 del 2023

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, CAICEDO LUNA EDWIN FERNANDO, con cédula de identidad # 1724446511, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o 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.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Jernan E.", enclosed within a blue oval scribble. Below the signature, the word "FIRMA" is printed in a bold, black, sans-serif font.

FIRMA

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“PRODUCCIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO BLONDE ALE
UTILIZANDO LEVADURAS NATIVAS DEL ECUADOR”**

Realizado por:

EDWIN FERNANDO CAICEDO LUNA

Como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA

Ha sido dirigido por el profesor

PhD. ALBERTO ALEJANDRO AGUIRRE BRAVO

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor



FIRMA

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Johana Lucia Medrano Barbosa', written on a light blue background.

JOHANNA LUCIA MEDRANO BARBOSA

**JESUS LOPEZ
VILLADA**

Firmado digitalmente
por JESUS LOPEZ
VILLADA
Fecha: 2023.04.03
15:01:50 -05'00'

JESUS LOPEZ VILLADA

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de titulación a:

- Mi madre y a mi padre: por ser mi apoyo incondicional durante esta larga etapa de mi vida estudiantil, inculcándome valores que me han convertido en un ser de bien.
- A mis tíos: por brindarme su guía y ayuda cuando más lo necesitaba.

Resumen

Actualmente, el mercado de cerveza artesanal ecuatoriana dispone de un déficit en la producción de nuevos perfiles sensoriales, debido a que la producción de cerveza artesanal se realiza con materias primas importadas; por este motivo se buscó aprovechar la variedad microbiológica del Ecuador para conseguir nuevos cultivos de levaduras que brinden diferentes perfiles organolépticos a la cerveza.

El trabajo se inició con la elaboración y colocación de trampas en Costa, Sierra y Amazonia ecuatoriana, seguido por el aislamiento utilizando medio de cultivo (YPD) específico para el crecimiento de levaduras, obteniendo algunos cultivos de levadura provenientes de varias zonas del país.

Posteriormente, se elaboró una cerveza blonde ale fermentada con las levaduras silvestres obtenidas, y una vez embotellada la bebida, las muestras fueron evaluadas por un catador perteneciente al Programa de Certificación de Juez de la Cerveza (BJCP), que realizó una comparación sensorial entre la cerveza elaborada y la cerveza comercial, dando como resultado que M2 fue la cerveza que mejor se acercó a las características sensoriales ideales de la cerveza comercial.

Palabras clave: Fermentación, cultivos de levadura, cultivos puros, Blonde Ale, cerveza artesanal.

Abstract

At present, the Ecuadorian's market of beer has a deficit in the production of new sensory profiles, because the production of craft beer is made with imported raw materials; for this reason, we sought to take advantage of the microbiological variety of Ecuador to get new farming's or yeasts that provide different organoleptic profiles to beer.

The work began with the preparation and placement of traps on the Coast, Mountains rang and Ecuadorian Amazon, followed by the isolation using culture medium (YPD) specific for growth of yeast to obtain some yeast culture from several areas of the country.

Subsequently a blonde ale was prepared, fermented with the wild yeasts obtained, and once the drink was bottled, some samples were evaluated by a taster belonging to Beer Judge Certification Program (BJCP), who made a sensory comparison between elaborated beer and a commercial beer, giving as result that M2 sample was the beer that approached best the ideal sensory characteristics of commercial beer.

Keywords: Fermentation, yeast cultures, pure cultures, Blonde Ale, craft beer.

Índice de contenido

1.	Introducción	12
2.	Metodología de trabajo	13
2.1.	Fase de campo	13
2.1.1.	Elaboración de trampas caseras	13
2.1.2.	Distribución de las trampas en algunos sectores de Ecuador	14
2.2.	Fase de laboratorio	15
2.2.1.	Preparación y cultivo en medio YPD líquido	15
2.2.2.	Sembrado por técnica de extensión en placa	15
2.2.3.	Caracterización morfológica de las colonias y observación microscópica.	15
2.2.4.	Rescate de cultivos de levadura por diluciones	16
2.2.5.	Sembrado en placa por estriación	16
2.2.6.	Obtención de cultivos puros	16
2.2.7.	Preservación de los cultivos puros de levadura	17
2.2.8.	Reactivación celular	18
2.2.9.	Recuento celular	18
2.3.	Proceso de elaboración de la cerveza artesanal	18
2.4.	Medición del grado alcohólico	19
2.5.	Análisis del perfil organoléptico de la cerveza Blonde Ale	19
3.	Resultados	20
3.1.	Obtención de cultivos puros de levaduras	20
3.2.	Determinación del grado alcohólico	20
3.3.	Propiedades organolépticas generales de la cerveza Blonde Ale comercial.	21
3.4.	Comparación sensorial de las cervezas elaboradas con levaduras aisladas frente a la comercial.	21
4.	Discusión de resultados	34
5.	Conclusiones	36
6.	Recomendaciones	36
	Bibliografía	37
	Anexos	39

Índice de figuras

Figura 1. Elaboración de trampas caseras utilizadas en la capturar levaduras silvestres.....	14
Figura 2. Colocación de la trampa casera en ambientes libres.....	14
Figura 3. Observación de levaduras a través del microscopio.....	16
Figura 4. Selección de colonias aisladas y descarte de muestras.....	17
Figura 5. Cultivos puros de levaduras nativas originarias de Manta.....	17
Figura 6. Diagrama que representa el proceso de elaboración de la cerveza artesanal.....	18
Figura 7. Colonias de levadura provenientes de Manta.....	20
Figura 8. Gráfico de radar sobre la fase visual.....	22
Figura 9. Gráfico de radar sobre la fase olfativa.....	24
Figura 10. Gráfico de radar sobre la fase boca de gusto.....	26
Figura 11. Gráfico de radar sobre la continuación de la fase boca de gusto.....	28
Figura 12. Gráfico de radar sobre la fase boca de sensaciones.....	29
Figura 13. Gráfico de radar continuación de la fase boca de sensaciones.....	31
Figura 14. Gráfico de radar sobre la complejidad y equilibrio de la cerveza.....	32
Figura 15. Gráfico de barras representando las diferentes calificaciones de las cervezas.....	34

Índice de tablas

Tabla 1: Calificaciones otorgadas por el catador a las diferentes cervezas Blonde Ale tomando como modelo a la cerveza comercial y comparándola con las cervezas elaboradas a partir de los diferentes cultivos de levadura en cada uno de los criterios evaluados para la fase visual.	22
Tabla 2: La interpretación de los valores dados por el catador corresponde a cada uno de los criterios evaluados para la fase visual, tomando en cuenta las características propias de Blonde Ale que difieren frente a otros tipos de cervezas artesanales.	23
Tabla 3: Calificaciones otorgadas por el catador a las diferentes cervezas Blonde Ale tomando como modelo a la comercial y comparándola con las cervezas elaboradas a partir de los diferentes cultivos de levadura en cada uno de los criterios evaluados para la fase olfativa.	24
Tabla 4: Interpretación de los valores dados por el catador correspondientes a cada uno de los criterios evaluados para la fase olfativa, tomando en cuenta las características propias de Blonde Ale que difieren frente a otros tipos de cervezas artesanales. Elaboración Propia.	25
Tabla 5: Calificaciones otorgadas por el catador a las diferentes cervezas Blonde Ale tomando como modelo a la comercial y comparándola con las elaboradas a partir de los diferentes cultivos de levadura en cada uno de los criterios evaluados para la fase boca de gusto.	26
Tabla 6: Interpretación de los valores dados por el catador correspondientes a cada uno de los criterios evaluados para la fase boca de gusto, tomando en cuenta las características propias de Blonde Ale que difieren frente a otros tipos de cervezas artesanales. Elaboración Propia.	27
Tabla 7: Calificaciones otorgadas por el catador a las diferentes cervezas Blonde Ale tomando como modelo a la comercial y comparándola con las elaboradas a partir de los diferentes cultivos de levadura en cada uno de los criterios evaluados para la fase boca de gusto.	28
Tabla 8: Interpretación de los valores dados por el catador correspondientes a cada uno de los criterios evaluados para la fase boca de gusto, tomando en cuenta las características propias de Blonde Ale que difieren frente a otros tipos de cervezas artesanales.	28
Tabla 9: Calificaciones otorgadas por el catador a las diferentes cervezas Blonde Ale tomando como modelo a la comercial y comparándola con las elaboradas a partir de los diferentes cultivos de levadura en cada uno de los criterios evaluados para la fase boca de sensaciones.	30
Tabla 10: Interpretación de los valores dados por el catador correspondientes a cada uno de los criterios evaluados para la fase boca de sensaciones, tomando en cuenta las características propias de Blonde Ale que difieren frente a otros tipos de cervezas artesanales.	30
Tabla 11: Calificaciones otorgadas por el catador a las diferentes cervezas Blonde Ale tomando como modelo a la comercial y comparándola con las elaboradas a partir de los diferentes cultivos de levadura en cada uno de los criterios evaluados para la fase boca de sensaciones.	31
Tabla 12: Interpretación de los valores dados por el catador correspondientes a cada uno de los criterios evaluados para la fase boca de sensaciones, tomando en cuenta las características propias de Blonde Ale que difieren frente a otros tipos de cervezas artesanales.	32
Tabla 13: Calificaciones otorgadas por el catador a las diferentes cervezas Blonde Ale tomando como modelo a la comercial y comparándola con las elaboradas a partir de los diferentes cultivos de levadura en cada uno de los criterios que fueron evaluados para la complejidad y equilibrio.	33

- Tabla 14:** Interpretación de los valores dados por el catador correspondientes a cada uno de los criterios evaluados para la complejidad y equilibrio, tomando en cuenta las características propias de Blonde Ale que difieren frente a otros tipos de cervezas artesanales. Elaboración propia..... 33
- Tabla 15:** Intervalos de evolución sensorial perteneciente a la BJCP que va desde cervezas que no se pueden consumir hasta las que presentan un dominio perfecto del estilo, es aplicable para cualquier tipo de cerveza y depende de las opiniones y los puntajes que proporcione el catador tomando como base la hoja de cata que se encuentra en el anexo 2..... 34

Índice de Anexos

Anexo 1: Hoja de cata usada para evaluar las cervezas de los diferentes cultivos de levadura pertenecientes a CATAST ofrece una descripción detallada del perfil organoléptico valorada sobre 5 puntos que va a depender en gran medida del estilo realizado.	39
Anexo 2: Hoja de cata perteneciente a la BJCP, permite al catador dar una opinión basada en cuatro variables: aroma, apariencia, sabor, sensación en la boca y una impresión general del producto, dependiendo de cada estilo de cerveza que se complementa con una calificación sobre 50 puntos.	41
Anexo 3: Ingredientes y cantidades usadas en la preparación de la cerveza Blonde Ale.	42
Anexo 4: Proceso detallado con cada uno de los pasos para la elaboración de la cerveza Blonde Ale.	43
Anexo 5: Explicación y resolución de los cálculos requeridos para saber la cantidad de inóculo de levadura aislada que se debe colocar en el mosto.	46
Anexo 6: Fases finales posteriores a la fermentación dentro del proceso de elaboración de la cerveza Blonde Ale.	48
Anexo 7: Determinación del grado alcohólico de cada botella que se calculó a partir de la densidad inicial (1055) luego de la maceración; y la densidad final que se obtuvo posterior a la fermentación, medidos con ayuda de un refractómetro.	50
Anexo 8: a) Elaboración del mosto; b) Medición de los grados brix con un refractómetro; c) Incorporación del gas; d) Agitación constante buscando la entrada de burbujas al mosto.	51

1. Introducción

La cerveza artesanal es una bebida elaborada a partir de ingredientes totalmente naturales, es decir no se utilizan aditivos artificiales o conservantes, solamente agua, levadura, malta y lúpulo. En cambio, la cerveza industrial pasa por un proceso de pasteurización y además se adicionan otros cereales como son el maíz, arroz, entre otros (Peralta, 2020).

Los orígenes de la cerveza Blonde Ale inician en Estados Unidos con la búsqueda de una versión más ligera de la tradicional cerveza Pale Ale apodada espumosa y combinada con las tonalidades amarillas brillantes de la kölsch, que se fabricaban en el siglo XIX (Carr, 2019).

A breves rasgos se trata de una cerveza de alta fermentación cuyo origen es americano, y a pesar de eso se elabora en muchos lugares del mundo. Por su facilidad para prepararla suele ser considerada como la cerveza artesanal de preferencia (Cámara de cerveza y malta., 2019). Las características de este estilo de cerveza son: de color dorado con un aroma dulce, sabor de malta agradable, escasa presencia del lúpulo y con una graduación alcohólica que puede llegar hasta 5,5 v/v (Gómez, 2019).

En Ecuador hay pocas variedades de sabores y olores provenientes de la cerveza; el contar con otras variedades, permitiría a los consumidores de la bebida disfrutar de nuevos sabores y estilos sin caer en la monotonía. La falta de variedades de cerveza puede deberse al elevado coste de materias primas importadas que se usan en su elaboración y a la escasez de inversión en estudios por parte de los negocios de cerveza artesanal para buscar nuevas levaduras de origen silvestre dentro del país (Castilleja et al. 2021). Por este motivo los productores realizan la fermentación con cepas comerciales que son importadas de diferentes lugares del mundo entre los que se encuentran Alemania, Estados Unidos y Bélgica, implicando costos adicionales que incrementan el precio de la bebida (Alvarez, 2020).

Otro de los factores que provocan la carencia de nuevas variedades sensoriales es el desconocimiento sobre la aplicación de técnicas microbiológicas que permiten el aislamiento de levaduras (Terán, 2019), junto a este inconveniente también se encuentran insuficientes estudios de investigación enfocados en la biodiversidad de microorganismos ambientales que pueden abrir oportunidades a la incorporación de nuevas cepas nativas en el mercado de cerveza artesanal y que proporcionen productos novedosos, atractivos y confiables (Ostos et al. 2020).

Como propuesta que resuelva la falta de perfiles organolépticos en el presente trabajo se empleó una metodología basada en la búsqueda, el aislamiento y la selección de cultivos de levadura para utilizarlas dentro de la elaboración de cerveza artesanal.

La hipótesis de este trabajo investigativo fue la siguiente: se puede elaborar una cerveza rubia con mejores propiedades organolépticas que una cerveza convencional utilizando levaduras nativas del Ecuador

El objetivo general del presente estudio fue: elaborar una cerveza artesanal tipo rubia con mejores propiedades organolépticas que una cerveza convencional utilizando levaduras nativas del Ecuador.

Los objetivos específicos fueron: 1.- Aislar levaduras nativas de distintos lugares del Ecuador. 2.- Elaborar una cerveza artesanal tipo rubia utilizando las levaduras nativas aisladas. 3.- Analizar si existen diferencias entre la cerveza elaborada en este trabajo y las comerciales en relación con sus propiedades organolépticas.

2. Metodología de trabajo

2.1. Fase de campo

2.1.1. Elaboración de trampas caseras

Dentro del protocolo a seguir para el aislamiento de las levaduras tenemos que en primer lugar se elaboraron trampas con harina de trigo integral (50g) y se mezclaron con agua (50mL) para obtener una masa homogénea, misma que se introdujo en varios recipientes de plástico tapados con una malla de nylon, procedimientos que se pueden apreciar en la [figura 1 y 2.](#)



Figura 1. Elaboración de trampas caseras utilizadas en la capturar levaduras silvestres

Elaborado por: El autor



Figura 2. Colocación de la trampa casera en ambientes libres.

Elaborado por: El autor

2.1.2. Distribución de las trampas en algunos sectores de Ecuador

Los lugares elegidos para recolectar muestras fueron en la Costa: Manta, Portoviejo y Crucita; en la Sierra: Ibarra, Tulcán, Machachi; y en la Amazonía: El Coca, Puyo y Palora para ello se dejaron las trampas a la intemperie durante una semana con el propósito de capturar microorganismos.

2.2. Fase de laboratorio

2.2.1. Preparación y cultivo en medio YPD líquido

Posterior a la recolección de las trampas se extrajeron pequeñas cantidades de la masa que se introdujeron en un medio líquido YPD preparado con los siguientes componentes: peptona (2g/L), dextrosa (2g/L) y extracto de levadura (1g/L), que se los disolvió en agua destilada en un matraz de 500 ml para buscar diferenciación y crecimiento específico de levaduras, también se tomó en cuenta que el pH resultante se encuentre entre 4 y 5 unidades. Adicionalmente, se colocó 1 mL de penicilina a una concentración de 2. 400. 000 U.I. El procedimiento mencionado se repitió en tres matraces distintos; es decir, uno por cada región y se dejó en la incubadora a 25 °C por 72 horas.

2.2.2. Sembrado por técnica de extensión en placa

Pasado el periodo de incubación se obtuvo un mix de levaduras que se purificaron para tener colonias aisladas, por lo que se preparó agar YPD y con la ayuda del asa de Digralsky triangular se esparció el contenido líquido regado en la caja Petri, con el fin de separar los microorganismos y que formen colonias distantes unas de otras, a esta técnica se la conoce como siembra por extensión en placa. Una vez efectuada la siembra las placas Petri fueron incubadas a 30°C por 72 horas hasta observar crecimiento de colonias de levaduras.

2.2.3. Caracterización morfológica de las colonias y observación microscópica.

Luego de esperar el crecimiento en las diferentes placas se buscó colonias puras y se las identificó por sus características morfológicas presentando un diámetro 2.5 mm de forma circular con borde ondulado, elevación convexa, consistencia cremosa y color blanquecino; para complementar se utilizó un microscopio con un aumento de 40x donde se observaron diferencias con otros microorganismos por su forma ovalada, como se presenta en la [figura 3](#).

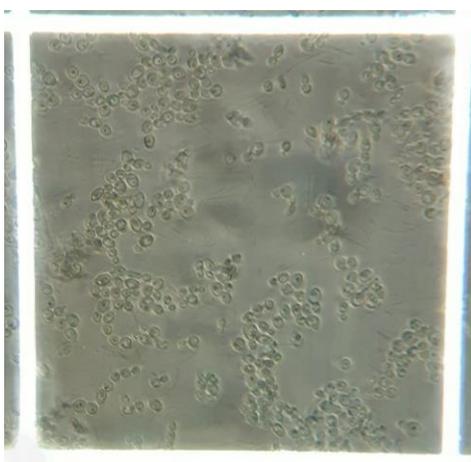


Figura 3. Observación de levaduras a través del microscopio.

Elaborado por: El autor

2.2.4. Rescate de cultivos de levadura por diluciones

Por la falta de separación entre colonias (método anterior), se procedió a hacer un rescate que se inició con un raspado general utilizando un asa de siembra en cada una de las placas, para luego colocarlas en matraces de 250 ml y esperar su crecimiento.

Después de 3 días, se sacaron los matraces de la incubadora para realizar diluciones de la siguiente forma: 1/75, 1/50, 1/25 y 1/10 respectivamente para cada matraz. Con la ayuda de una micropipeta en la primera dilución se tomaron 100 μL de la muestra y se colocó en el tubo de ensayo agregado 900 μL de agua destilada para llegar a los 1000 μL (1/10), para las siguientes diluciones se colocaron 250 μL de muestra en 750 μL de agua (1/25), 500 μL de muestra en 500 μL de agua (1/50) y 750 μL de muestra en 250 μL de agua. La finalidad de diluir fue para obtener una menor concentración de células en el medio de cultivo.

2.2.5. Sembrado en placa por estriación

Una vez terminadas las diluciones se agitaron todos los tubos de ensayo para cultivarlos de nuevo en medio YPD y con ayuda de un asa bacteriológica se recogió el líquido del tubo de ensayo empleando la técnica de estriación por cuadrantes, que consiste en dividir la caja Petri en 4 partes iguales, siguiendo el sentido de las manecillas del reloj, transportando el líquido del anterior cuadrante al nuevo y cada vez aumentando la distancia que separa cada estría continua. Se repite el mismo proceso para cada dilución realizada y una vez finalizado se deja las cajas Petri en la incubadora por 72 horas.

2.2.6. Obtención de cultivos puros

Al examinar las diferentes cajas Petri se observaron dos factores para seleccionar la muestra con la cual se trabajó y se desechó el resto por la presencia de contaminantes y la falta de separación clara entre colonias, por estos motivos sólo se aislaron las colonias originarias de Manta, como se presenta en la [figura 4](#). Luego, se seleccionaron las colonias más distantes dentro de la placa para su extracción. Con ayuda de un asa bacteriológica se procedió al cultivo en los tubos de ensayo con medio YDP, y se obtuvo en total 5 cultivos puros que se los dejó en la incubadora a 25 °C por una semana.



Figura 4. Selección de colonias aisladas y descarte de muestras.

Elaborado por: El autor

2.2.7. Preservación de los cultivos puros de levadura

Las muestras contenidas en los tubos de ensayo se sacaron de la incubadora para congelarlas siguiendo el siguiente procedimiento: con ayuda de una micropipeta se recogieron 500 μL de medio YDP de los tubos de ensayo que fueron introducidos dentro de tubos Eppendorf con la adición de 500 μL de glicerol, que posteriormente se agitaron para mezclar ambos líquidos. A cada uno de los tubos se le designó la primera letra del nombre de su lugar de origen (en este caso fue Manta), con un número del 1 al 5 resultando (M1, M2, M3, M4 y M5) como se representa en la [figura 5](#). Posteriormente, las muestras fueron congeladas por un mes a -18°C , mientras se realizaban los preparativos para la elaboración de la cerveza artesanal.



Figura 5. Cultivos puros de levaduras nativas originarias de Manta.

Elaborado por: El autor

2.2.8. Reactivación celular

Previo a la elaboración de la cerveza se realizó un recuento de células para saber la cantidad de levadura a inocular en el mosto, para ello se descongeló y dejó las muestras en un baño de agua tibia buscando que el estado sólido producto de la congelación pase de nuevo a ser líquido para ser cultivado en matraces con medio YPD durante una semana, buscando la reactivación de los microorganismos.

2.2.9. Recuento celular

El recuento celular se efectuó con la cámara de Neubauer y el objetivo del microscopio a 40x permitió observar y contabilizar el conjunto de células de levaduras que se encontraban en cada muestra. Se empleó la Ecuación 1 para calcular la concentración de levaduras.

$$\text{Concentracion celular por mililitro} \left(\frac{\text{cel}}{\text{ml}} \right) = \frac{\text{Número total de células contadas}}{(\text{Área total contada} * \text{profundidad CN})} * Fd \quad (\text{Ec.1})$$

Donde:

Factor de dilución (Fd).

Cámara de Neubauer (CN).

2.3. Proceso de elaboración de la cerveza artesanal

Se siguió el proceso de la Figura 6 para la elaboración de la cerveza Blonde Ale que se detalla en los Anexos 4 y 6:

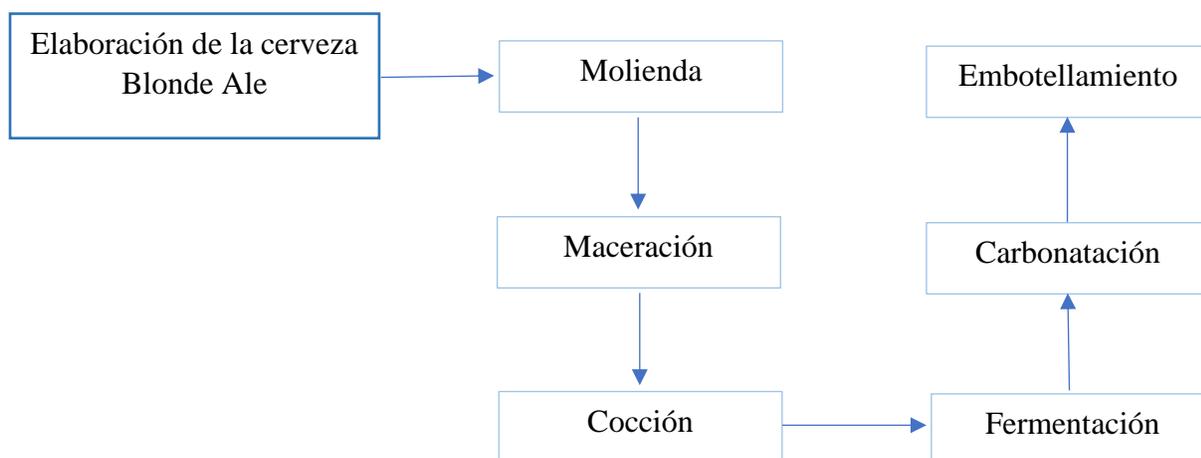


Figura 6. Diagrama que representa el proceso de elaboración de la cerveza artesanal.

Elaborado por: El autor

2.4. Medición del grado alcohólico

El porcentaje de alcohol presente en cada una de las diferentes cervezas se determinó con un refractómetro, para ello se midió la densidad inicial (1055) y las densidades finales obtenidas luego de la fermentación que variaron para cada uno de los diferentes cultivos de levadura, datos que se presenta en el anexo 7. A partir de la Ecuación 2 se calculó el grado alcohólico de cada cerveza.

$$GA = \frac{DI-DF}{1000} \times 131,25 \quad (\text{Ec.2})$$

Donde:

Grado alcohólico (GA).

Densidad inicial (DI).

Densidad final (DF).

2.5. Análisis del perfil organoléptico de la cerveza Blonde Ale

El perfil organoléptico de la cerveza se realizó mediante la contratación de un catador, cuyo código de verificación es E3714 perteneciente a la Beer Judge Certification Program (BJCP), organización sin fines de lucro a nivel mundial, y se le envió el lunes 12 de diciembre del 2022 6 botellas de 300 mL para que se realice el análisis sensorial respectivo.

El catador remitió un informe por medio de la hoja de cata cuyo modelo se presenta en el anexo 2 de BJCP con todos los criterios a evaluar de acuerdo con el estilo de cerveza, para este caso fue la Blonde Ale.

El otro informe se obtuvo de CATAST, una institución española especializada en la enseñanza de la cata de diferentes tipos de bebidas entre las que encontramos cerveza, vinos y lácteos. El formato de la hoja de catas se presenta en el anexo 1 y permitió al experto puntuar de manera más específica cada uno de los aspectos importantes que posee una cerveza.

3. Resultados

3.1. Obtención de cultivos puros de levaduras

De las diferentes regiones de nuestro país, solamente se lograron obtener cultivos de levadura de la Costa, debido a que el resto de las cajas Petri pertenecientes a las otras ubicaciones en las que se colocaron trampas tenían algún contaminante y la separación de cepas no era óptima para su aislamiento. En la [figura 7](#) se presenta la muestra de donde se obtuvieron las cinco colonias de levaduras.

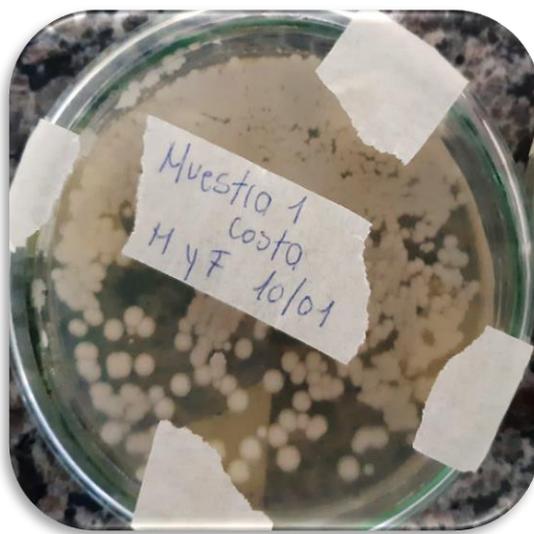


Figura 7. Colonias de levadura provenientes de Manta.

Elaborado por: El autor

3.2. Determinación del grado alcohólico

Los resultados obtenidos indican que M2 fue el cultivo de levadura que más graduación alcohólica presentó obteniendo 4,6 v/v y seguido por M1 con 4 v/v encontrándose en el rango ideal para el estilo Blonde Ale, a diferencia de M3, M4 y M5 cuyo grado alcohólico es bajo los 3,8 v/v requeridos por el estilo como un mínimo para ser aceptable, esto se puede apreciar en el [Anexo 7](#).

3.3. Propiedades organolépticas generales de la cerveza Blonde Ale comercial.

Para determinar las propiedades organolépticas generales de la Bonde Ale se entregó al catador una botella con la cerveza comercial y así de una impresión de las características sensoriales que percibió, proporcionando los siguientes detalles que se basó en el manual de la BJCP:

- **Apariencia o fase visual:** La coloración varía desde un amarillo claro hacia un dorado profundo, es una cerveza de tonalidades claras y brillantes con un nivel de espuma de bajo a medio y un tinte blanquecino y de débil retención.
- **Aroma o fase olfativa:** Generalmente tienen un olor bajo a malta llegando en ocasiones a ser moderado, prestando una mayor atención a los detalles, podemos detectar una fragancia afrutada (que se considera pasable). Todas sus variedades pueden presentar un aroma a lúpulo que va de bajo a medio y no se debe percibir nada de diacetilo.
- **Sabor o fase de boca gustativa:** Al principio se distingue un sabor suave y agradable de la malta, por lo general este tipo de cerveza carece de un sabor acaramelado, se puede llegar a sentir sabores afrutados. Sin embargo, se debe cuidar que sean en baja medida. El amargor permite que sea entre bajo y medio, con un acabado ligeramente seco y algo dulce. Evitar el diacetilo.
- **Fase de boca sensaciones:** Estas bebidas alcohólicas poseen un cuerpo medianamente liviano. De carbonatación media a alta y se debe sentir una sensación suave, sin un amargor fuerte ni astringencia.

3.4. Comparación sensorial de las cervezas elaboradas con levaduras aisladas frente a la comercial.

- **Fase visual:**

Esta fase se centra en las características observables de la cerveza como se describe en las tablas 1 y 2; y en la figura 8.

Ninguna cerveza destacó en la coloración, ya que todas presentaron tintes rojizos a diferencia de la comercial que se apejó a las características de las cervezas rubias con una tonalidad dorada, esto pudo deberse a un tiempo muy prolongado de la maceración.

En relación con la consistencia de la espuma la cerveza que más sobresalió es la cerveza M2, debido a que alcanzó una calificación de 2 puntos y se encontró muy próxima a ingresar a estándares ideales de la cerveza comercial que se califica con 3 puntos.

En cuanto a la persistencia de la espuma, podemos analizar que M1 y M2 tienen 2 puntos lo que significa que son muy pocos persistentes y son más rescatables que el resto, sin embargo, se encuentran por debajo del estándar de la cerveza comercial; y todas las cervezas presentaron espuma blanca.

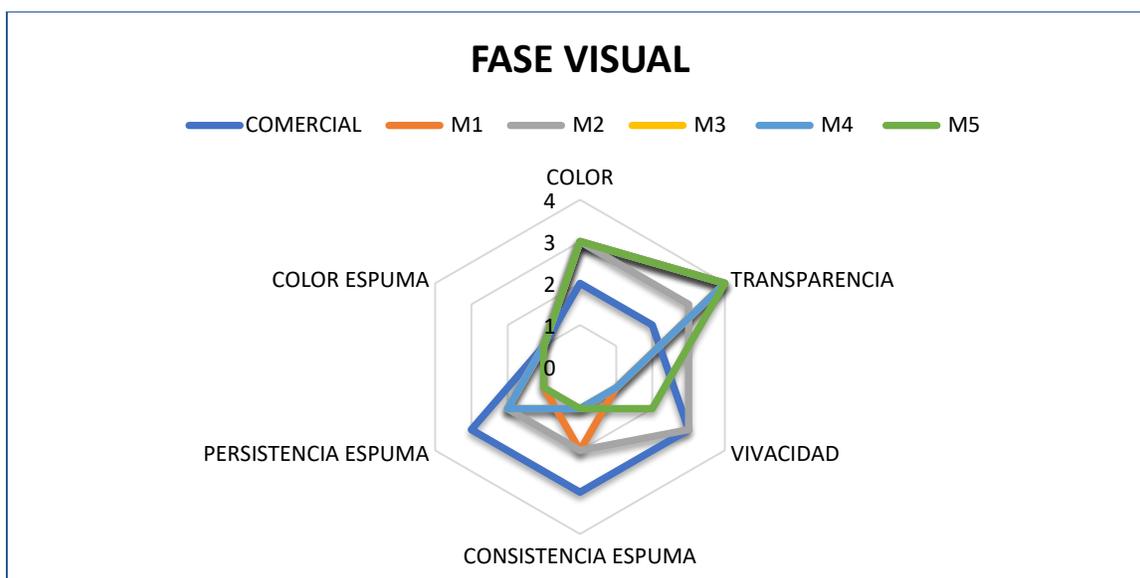


Figura 8. Gráfico de radar sobre la fase visual.

Elaborado por: El autor

Tabla 1: Calificaciones otorgadas por el catador a las diferentes cervezas Blonde Ale tomando como modelo a la cerveza comercial y comparándola con las cervezas elaboradas a partir de los diferentes cultivos de levadura en cada uno de los criterios evaluados para la fase visual.

FASE VISUAL	COMERCIAL	M1	M2	M3	M4	M5
COLOR	2	3	3	3	3	3
TRANSPARENCIA	2	4	3	4	4	4
VIVACIDAD	3	1	3	1	1	2
CONSISTENCIA ESPUMA	3	2	2	1	1	1
PERSISTENCIA ESPUMA	3	1	2	2	2	1
COLOR ESPUMA	1	1	1	1	1	1

Elaborado por: El autor

Tabla 2: La interpretación de los valores dados por el catador corresponde a cada uno de los criterios evaluados para la fase visual, tomando en cuenta las características propias de Blonde Ale que difieren frente a otros tipos de cervezas artesanales.

LEYENDA	1	2	3	4	5
COLOR	Amarillo	Dorado	Rojizo	Caramelo	Negro
TRANSPARENCIA	Cristalina	Poco Transparente	Turbia	Semi opaza	Opaca
VIVACIDAD	Casi sin gas	Poca	Equilibrada	Abundante	Gran cantidad de gas
CONSISTENCIA ESPUMA	Ligera	Poco densa	Espesa	Cremosa	Compacta
PERSISTENCIA ESPUMA	Sin	Poca	Persistente	Muy persistente	No desaparece
COLOR ESPUMA	Blanco intenso	Ligeramente morena	Morena	Rojiza	Caramelo

Elaborado por: El autor

- Fase olfativa

La fase olfativa evalúa los olores provenientes de la cerveza y la presencia de contaminantes (en caso de tenerlo). Los parámetros de esta fase se encuentran en las [tablas 3 y 4](#); y en la [figura 9](#).

En el estilo de cerveza Blonde Ale se destaca por el aroma que es proveniente de la malta, por este motivo M2, M3 y M4 obtuvieron calificaciones de 2 puntos que se aproxima a la calificación de la cerveza comercial (3 puntos).

El aroma del lúpulo es poco aprensible en estas cervezas, por lo tanto las mejores evaluadas en este aspecto fueron M1 y M2 con 2 puntos versus la cerveza comercial que obtuvo 2 puntos.

En cuanto a fermentos o añadidos, las cervezas M3 y M5 se destacaron con puntuaciones de 4 seguidas por M1, M2 y M4 que obtuvieron 3 puntos y la cerveza comercial se calificó con 1 punto debido a la suavidad propia.

La sensación del alcohol proveniente de la fermentación fue más fuerte en M1, M2 y M3 y alcanzaron una calificación de 3 puntos, por otro lado, la cerveza comercial se valoró con 2 puntos más aceptable para este tipo de cervezas.

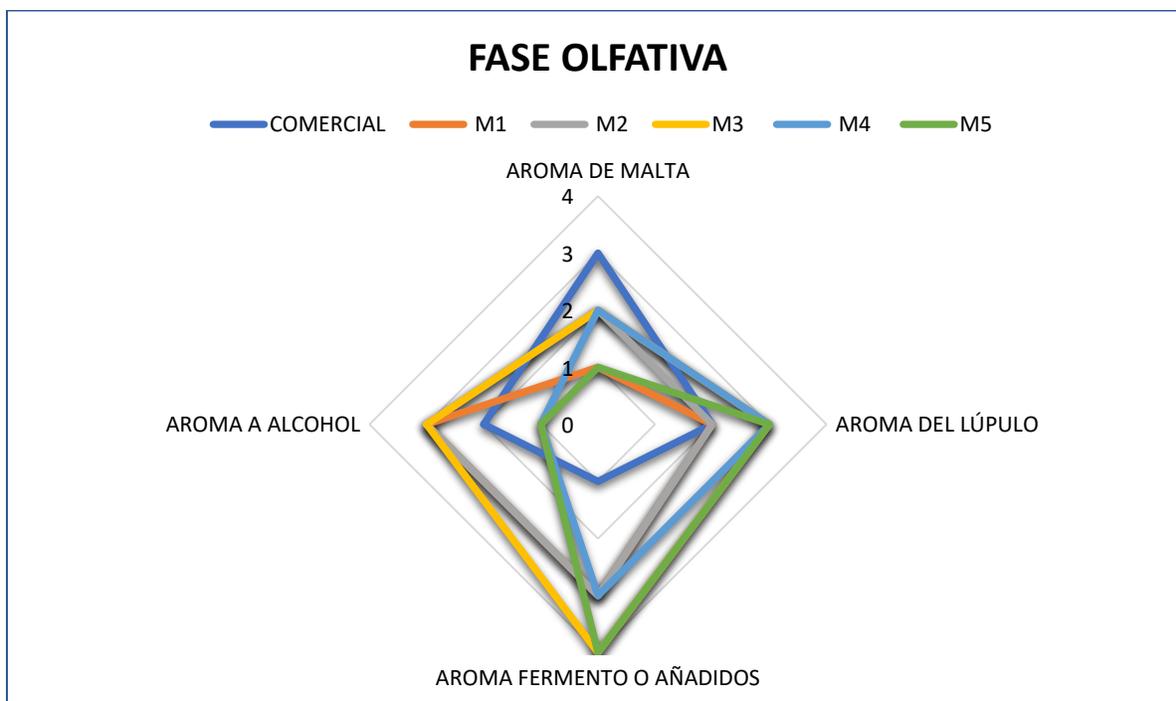


Figura 9. Gráfico de radar sobre la fase olfativa.

Elaboración: El autor

Tabla 3: Calificaciones otorgadas por el catador a las diferentes cervezas Blonde Ale tomando como modelo a la comercial y comparándola con las cervezas elaboradas a partir de los diferentes cultivos de levadura en cada uno de los criterios evaluados para la fase olfativa.

FASE OLFACTIVA	COMERCIAL	M1	M2	M3	M4	M5
AROMA DE MALTA	3	1	2	2	2	1
AROMA DEL LÚPULO	2	2	2	3	3	3
AROMA FERMENTO O AÑADIDOS	1	3	3	4	3	4
AROMA A ALCOHOL	2	3	3	3	1	1

Elaborado por: El Autor

Tabla 4: Interpretación de los valores dados por el catador correspondientes a cada uno de los criterios evaluados para la fase olfativa, tomando en cuenta las características propias de Blonde Ale que difieren frente a otros tipos de cervezas artesanales. Elaboración Propia.

LEYENDA	1	2	3	4	5
AROMA DE MALTA/ LÚPULO / FERMENTOS AÑADIDOS/ ALCOHOL	Inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso

Elaborado por: El autor

- Fase boca de gusto

El catador calificó la degustación de la cerveza elaborada basándose en los parámetros de la cerveza comercial, éstos valores se describen en las [tablas 5 y 6](#); y en la [figura 10](#).

En tal sentido, la cerveza Blonde Ale se destacó por el sabor proveniente de la malta, por este motivo M2, M3 y M4 obtuvieron calificaciones de 2 puntos (suave) y su calificación permitió acercarse a la calificación de la cerveza comercial que fue 3 puntos (intenso).

La sensación del lúpulo es poco perceptible en estas cervezas, por este motivo las que mejor puntuaron en este aspecto fueron M1, M2 y M5 con 2 puntos frente a la comercial que igualmente se valoró con 2 resultado cervezas suaves.

Los fermentos o añadidos fueron más perceptibles en M3 y M4 proporcionando sabores intensos a la cerveza, en esta característica lo ideal para este estilo de cerveza es tener 1 o que sea muy poco perceptible.

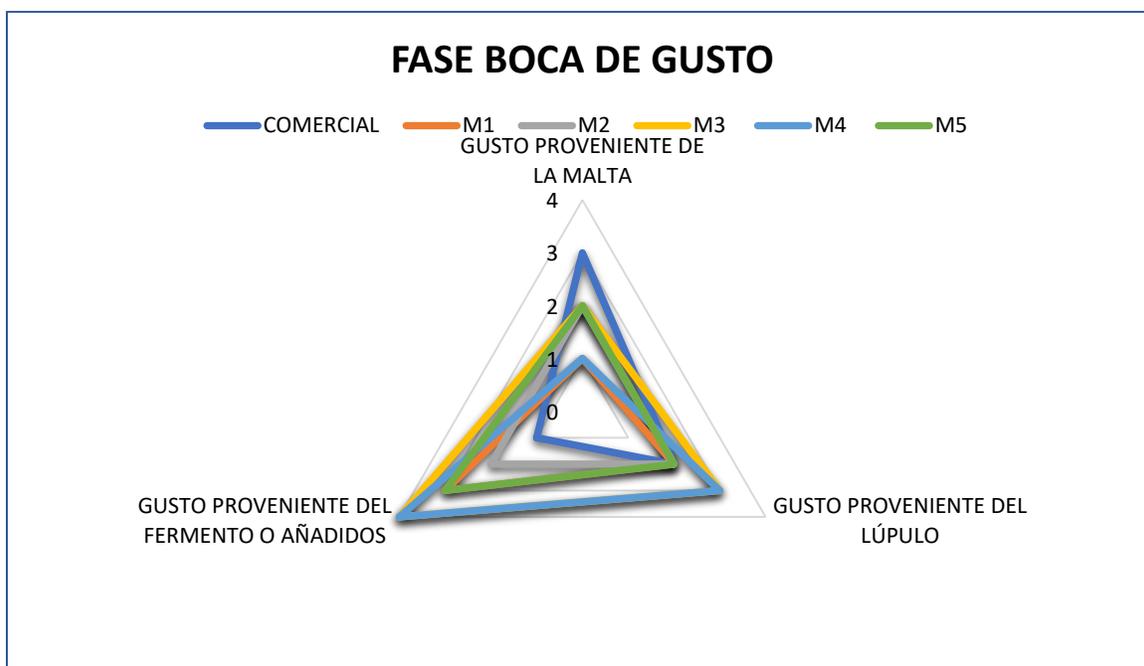


Figura 10. Gráfico de radar sobre la fase boca de gusto.

Elaborado por: El autor

Tabla 5: Calificaciones otorgadas por el catador a las diferentes cervezas Blonde Ale tomando como modelo a la comercial y comparándola con las elaboradas a partir de los diferentes cultivos de levadura en cada uno de los criterios evaluados para la fase boca de gusto.

FASE DE BOCA	COMERCIAL	M1	M2	M3	M4	M5
GUSTO PROVENIENTE DE LA MALTA	3	1	2	2	1	2
GUSTO PROVENIENTE DEL LÚPULO	2	2	2	3	3	2
GUSTO PROVENIENTE DEL FERMENTO O AÑADIDOS	1	3	2	4	4	3

Elaborado por: El autor

Tabla 6: Interpretación de los valores dados por el catador correspondientes a cada uno de los criterios evaluados para la fase boca de gusto, tomando en cuenta las características propias de Blonde Ale que difieren frente a otros tipos de cervezas artesanales. Elaboración Propia.

LEYENDA	1	2	3	4	5
GUSTO PROVENIENTE DE LA MALTA/ LÚPULO / FERMENTOS AÑADIDOS/ ALCOHOL	Inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso

Elaborado por: El autor

Luego de tomar un sorbo de cerveza elaborada, el catador evaluó las diferentes percepciones provenientes del sabor, estos datos se presentan en las tablas 7 y 8; y en la figura 11

El gusto a alcohol es el que se presentó de manera más fuerte en M1, M2 y M3 que fueron evaluados con 3 puntos en comparación con los parámetros de la cerveza comercial con 2 puntos, siendo la segunda (M2) la más adecuada para este tipo de cerveza, debido a que no deben puntuar alto en este parámetro.

Son cervezas dulces y las que mejor calificación obtuvieron en este criterio fueron M1 y M2 con nota de 2 con una sensación suave y la cerveza comercial obtuvo una nota de 3 por el sabor fuerte.

El gusto salado debe pasar como imperceptible, por lo que M4 y M5 salen de los parámetros requeridos.

En cuanto a la acidez, M1, M3 y M5 fueron valoradas con 3 puntos, superando lo requerido y la cerveza comercial se valoró con 2 puntos, al igual que M2 y M4.

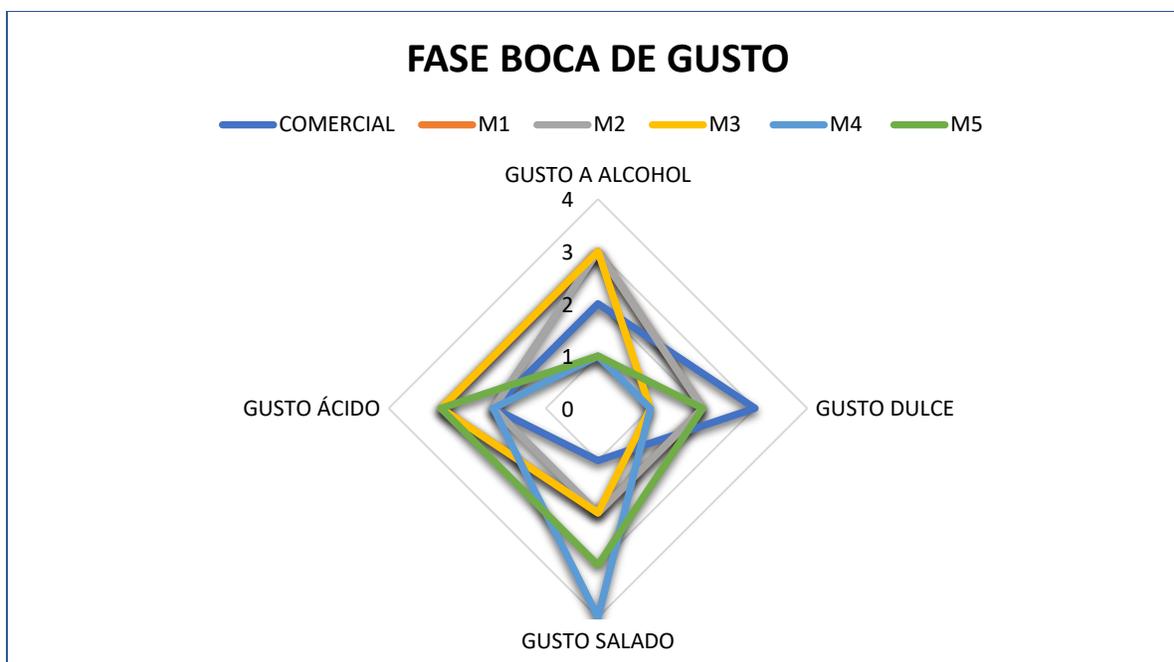


Figura 11. Gráfico de radar sobre la continuación de la fase boca de gusto.

Elaborado por: El autor

Tabla 7: Calificaciones otorgadas por el catador a las diferentes cervezas Blonde Ale tomando como modelo a la comercial y comparándola con las elaboradas a partir de los diferentes cultivos de levadura en cada uno de los criterios evaluados para la fase boca de gusto.

FASE DE BOCA	COMERCIAL	M1	M2	M3	M4	M5
GUSTO A ALCOHOL	2	3	3	3	1	1
GUSTO DULCE	3	2	2	1	1	2
GUSTO SALADO	1	2	2	2	4	3
GUSTO ÁCIDO	2	3	2	3	2	3

Elaborado por: El autor

Tabla 8: Interpretación de los valores dados por el catador correspondientes a cada uno de los criterios evaluados para la fase boca de gusto, tomando en cuenta las características propias de Blonde Ale que difieren frente a otros tipos de cervezas artesanales.

LEYENDA	1	2	3	4	5
GUSTO A ALCOHOL/ DULCE/ SALADO/ ÁCIDO	Inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso

Elaborado por: El autor

- Fase boca de sensaciones

Los criterios para puntuar la fase boca de sensaciones se encuentran en las tablas 9 y 10; y en la figura 12

La cerveza Blonde Ale es una bebida que posee un amargo suave o ligero como se ejemplifican las cervezas: comercial y M2 con 2 puntos; por lo que el resto no califica de manera favorable en este criterio ya que su calificación fue 3 o más.

Otro factor del que no dispone este tipo de cervezas rubias es su baja astringencia, por este motivo al comparar a M1 y M2 que obtuvieron 2 puntos resultaron ser cervezas más suaves y que se apegan de mejor manera a los criterios de la cerveza comercial con 1 punto.

La efervescencia también es baja, por lo que M2 alcanzó una nota de 2 puntos y mantiene los parámetros próximos a lo ideal presentado por la cerveza comercial.

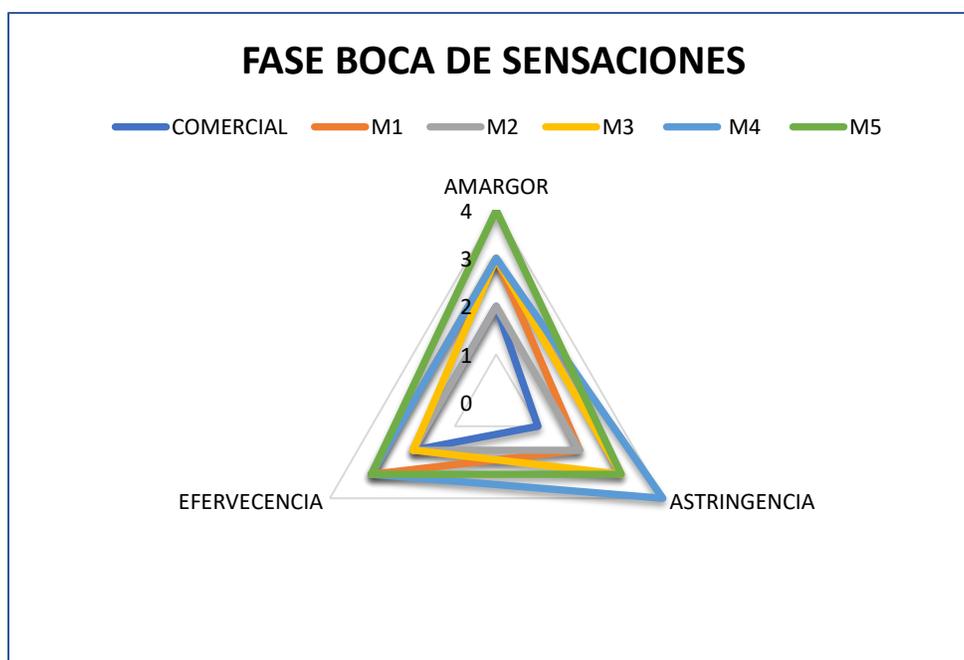


Figura 12. Gráfico de radar sobre la fase boca de sensaciones.

Elaboración: El autor

Tabla 9: Calificaciones otorgadas por el catador a las diferentes cervezas Blonde Ale tomando como modelo a la comercial y comparándola con las elaboradas a partir de los diferentes cultivos de levadura en cada uno de los criterios evaluados para la fase boca de sensaciones.

FASE DE BOCA	COMERCIAL	M1	M2	M3	M4	M5
AMARGOR	2	3	2	3	3	4
ASTRINGENCIA	1	2	2	3	4	3
EFERVECENCIA	2	3	2	2	3	3

Elaborado por: El autor

Tabla 10: Interpretación de los valores dados por el catador correspondientes a cada uno de los criterios evaluados para la fase boca de sensaciones, tomando en cuenta las características propias de Blonde Ale que difieren frente a otros tipos de cervezas artesanales.

LEYENDA	1	2	3	4	5
AMARGOR/ ASTRINGENCIA/ EFERVECENCIA	Inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso

Elaborado por: El autor

Las sensaciones se perciben luego de degustar la cerveza y se evalúan de acuerdo con lo presentado en las [tablas 11 y 12](#); en la [y figura 13](#).

Todas las cervezas obtuvieron altas notas en el factor de cuerpo causado por la alta presencia de alcohol que son los casos de M1 con 3 puntos, M2 con 4 puntos y M3 con 3 puntos; y la falta de fermentación de las cervezas produjo una generación de azúcares residuales como el caso de M4 y M5 (3, 4 puntos). La cerveza artesanal obtuvo 2 puntos (muy poco cuerpo) ya que sus características generales no predisponen a puntuar alto en este criterio.

El retrogusto ideal para la Blonde Ale se encuentra en puntuar con 1 o casi imperceptible destacando en este apartado a M2 y M5 con un retrogusto suave.

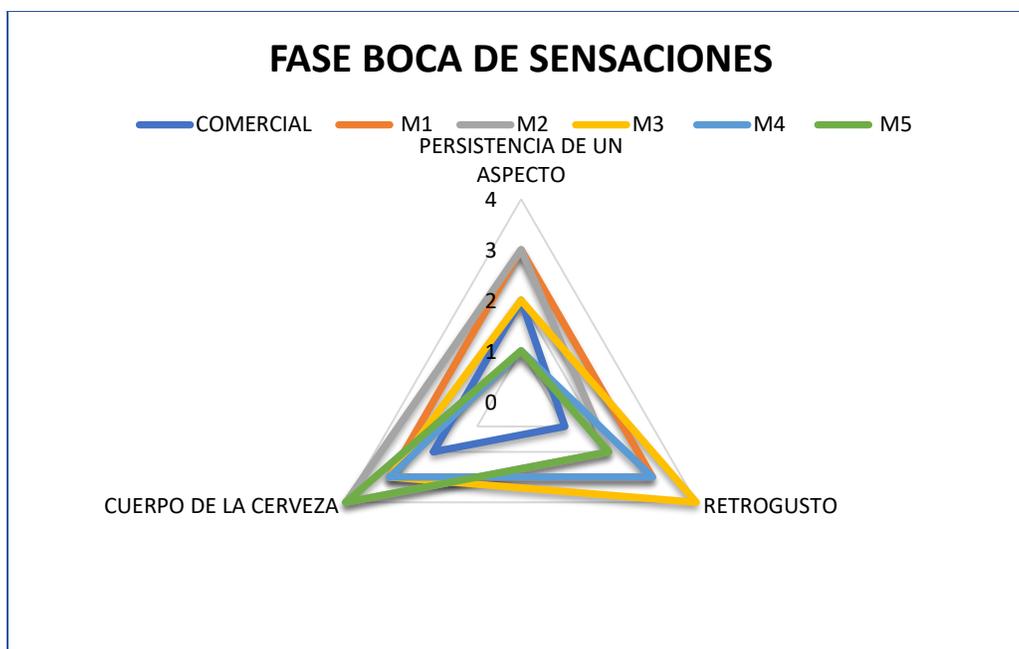


Figura 13 Gráfico de radar continuación de la fase boca de sensaciones.

Elaborado por: El autor

Tabla 11: Calificaciones otorgadas por el catador a las diferentes cervezas Blonde Ale tomando como modelo a la comercial y comparándola con las elaboradas a partir de los diferentes cultivos de levadura en cada uno de los criterios evaluados para la fase boca de sensaciones.

FASE DE BOCA	COMERCIAL	M1	M2	M3	M4	M5
PERSISTENCIA DE UN ASPECTO	2	3	3	2	1	1
RETROGUSTO	1	3	2	4	3	2
CUERPO DE LA CERVEZA	2	3	4	3	3	4

Elaborado por: El autor

Tabla 12: Interpretación de los valores dados por el catador correspondientes a cada uno de los criterios evaluados para la fase boca de sensaciones, tomando en cuenta las características propias de Blonde Ale que difieren frente a otros tipos de cervezas artesanales.

LEYENDA	1	2	3	4	5
PERSISTENCIA DE UN ASPECTO	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
RETROGUSTO	Casi inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
CUERPO DE LA CERVEZA	Muy poco	Poco	Con cuerpo	Bastante	Mucho cuerpo

Elaborado por: El autor

Complejidad y equilibrio

La complejidad y el equilibrio de las cervezas se valoró tomando en consideración los datos de las [tablas 13 y 14](#); y de la [figura 14](#). El siguiente parámetro que se evaluó fue la complejidad donde se presenta a la cerveza comercial como compleja con una evaluación de 3 puntos; y, M2 y M3 se evaluación como poco complejas.

La cerveza comercial se tomó como modelo para valorar el equilibrio entre los componentes de la cerveza ya que se apega mejor al estilo propio de la Blonde Ale, por este motivo se calificó con 4, y de las cervezas elaboradas con los cultivos puros M2 se destacaron sobre el resto con una valoración de 3 puntos categorizando como equilibrada, y el resto con puntuaciones de 1 produciendo cervezas muy poco equilibradas.

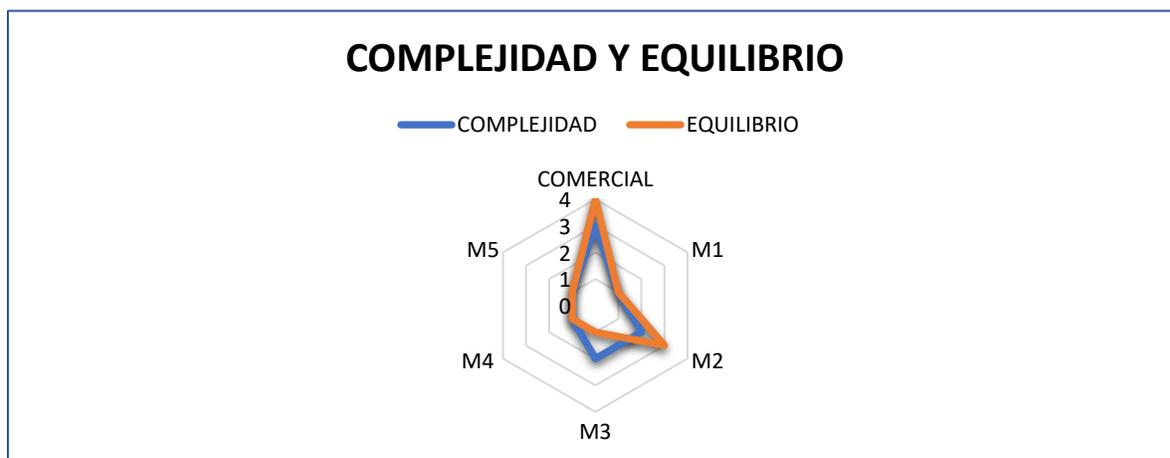


Figura 14. Gráfico de radar sobre la complejidad y equilibrio de la cerveza.

Elaborado por: El autor

Tabla 13: Calificaciones otorgadas por el catador a las diferentes cervezas Blonde Ale tomando como modelo a la comercial y comparándola con las elaboradas a partir de los diferentes cultivos de levadura en cada uno de los criterios que fueron evaluados para la complejidad y equilibrio.

FASE DE BOCA	COMERCIAL	M1	M2	M3	M4	M5
COMPLEJIDAD	3	1	2	2	1	1
EQUILIBRIO	4	1	3	1	1	1

Elaborado por: El autor

Tabla 14: Interpretación de los valores dados por el catador correspondientes a cada uno de los criterios evaluados para la complejidad y equilibrio, tomando en cuenta las características propias de Blonde Ale que difieren frente a otros tipos de cervezas artesanales. Elaboración propia.

LEYENDA	1	2	3	4	5
COMPLEJIDAD	Muy poco compleja	Poco	Compleja	Bastante	Muy compleja
EQUILIBRIO	muy poco	Poco	Equilibrada	Bastante	Muy equilibrada

Elaborado por: El autor

5.2.3. Calificación final

En la [figura 15](#) se evidencia las diferentes calificaciones asignadas por el catador a las cervezas Blonde Ale, donde M2 obtuvo 19 puntos resultando ser una cerveza pasable que destaca frente a las otras levaduras aisladas y se asemeja un poco más a la comercial con 27 puntos lo que le permite ingresar en la categoría de buena con algunas fallas menores en su elaboración tomando como referencia de la [tabla 15](#).

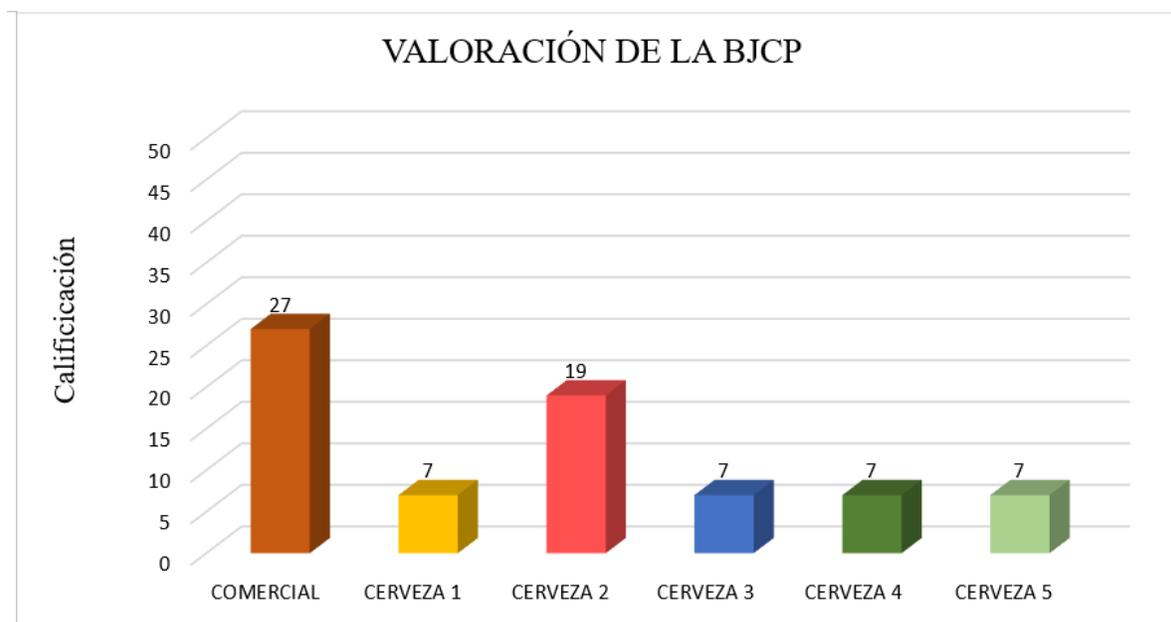


Figura 15. Gráfico de barras representando las diferentes calificaciones de las cervezas.

Elaborado por: El autor

Tabla 15: Intervalos de evolución sensorial perteneciente a la BJCP que va desde cervezas que no se pueden consumir hasta las que presentan un dominio perfecto del estilo, es aplicable para cualquier tipo de cerveza y depende de las opiniones y los puntajes que proporcione el catador tomando como base la hoja de cata que se encuentra en el [anexo 2](#).

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.

Elaborado por: El autor

4. Discusión de resultados

El presente trabajo se fundamenta en la producción de una cerveza artesanal tipo blonde ale utilizando levaduras nativas del Ecuador, para ello se obtuvieron algunos cultivos de levaduras silvestres de la ciudad de Manta que fueron rotulados como: M1, M2, M3, M4, M5; y, que por medio del análisis sensorial se consideró que el único cultivo de levadura que produjo una cerveza aceptable en cuanto a la calidad sensorial fue el cultivo de levadura M2, el cual resultó en una cerveza más cercana a la cerveza comercial, lo que significa también su similitud en cuanto a las características fermentativas de la levadura dadas por Fementis by Lesaffre (2022) como son: mantener bajos grados de diacetilo, producción del alcohol dentro de los rangos requeridos para el estilo de cerveza y mantenerse en suspensión dentro del mosto, haciéndolo de manera similar a la levadura comercial Safale US-05.

Los cultivos de levaduras M1, M3, M4 y M5 se consideraron menos adecuados debido a que existe la posibilidad de que algunas cervezas tuvieran diacetilo, que puede ser producido por una de las varias rutas metabólicas propias de la levadura aisladas descritas por Sarmiento (2021), resultando bebidas con turbidez no equilibradas. Para evaluar a los diferentes cultivos de levaduras silvestres

y determinar cuál fue la mejor cerveza se consideró los aspectos proporcionados por Strong, (2021) que indica: se debe tener una cerveza con presencia media de malta que puede acompañarse con un sabor un poco dulce, escasa sensación del lúpulo y la espuma debe ser blanca con una buena retención, criterios que M2 cumple de manera muy pareja a la cerveza comercial.

En tal sentido, los cultivos de levaduras M4 y M5 presentaron una limitada capacidad de soporte al estrés generado por el etanol, como menciona Burning et al. (2020); esto puede resultar en una baja producción de alcohol por parte de las levaduras aisladas lo cual finaliza en el estancamiento de la fermentación y desaprovechamiento de la glucosa del mosto generando azúcares residuales. Los cultivos M1 y M3 experimentaron problemas en cuanto a la percepción de aromas y sabores (desagradables) que puede deberse por la producción de ésteres indeseados generados en las diversas rutas metabólicas secundarias que perjudicaron la calidad de la cerveza según Lovisoet al. (2019). En relación con el cultivo de levaduras M2 se puede indicar que no existió inconvenientes en el aroma y sabor, debido a que este cultivo de levadura se adaptó y asemejó al de una cerveza comercial.

Uno de los aspectos más importantes de la cerveza es el grado alcohólico y al respecto Larroque, (2020) manifiesta que varía de una cepa de levadura a otra. Por otro lado, Hernández et. al, (2020) también indican que el grado alcohólico de la cerveza puede deberse al metabolismo de la levadura, que puede aprovechar mejor o peor la glucosa del mosto para realizar la fermentación; además, van a influir en la presencia de otros compuestos que contribuyen al olor y sabor de la cerveza. Con este fundamento, el cultivo de levadura M2 presentó una mayor graduación alcohólica (4,6 v/v) en relación con los cultivos M1, M3, M4 y M5, debido a que existió un mejor aprovechamiento del mosto, dato que se confirma con la evaluación de este aspecto en la hoja de cata.

Para posteriores trabajos se sugiere cuidar mejor la entrada de aire luego de la fermentación especialmente en el momento que se realice los trasvases; es decir, al pasar el mosto de la olla de cocción al fermentador debido a la existencia de bacterias contaminantes de diferentes géneros entre las cuales Latorre et al. (2022) encontró a *Levilactobacillus*, *Pediococcus*, *Acetobacter* y *Gluconobacter* que pueden dañar la cerveza causando turbidez, sedimentos y altas cantidades de diacetilo; y en el caso de ser ingeridas por los consumidores, además de la sensación desagradable que produce el probar estas cervezas también provocaría malestar estomacal entre otras

complicaciones médicas. Otro aspecto para mejorar en el proyecto es evitar la presencia de azúcares residuales en las cervezas M3, M4 y M5, que conlleva una baja producción de etanol. Dalmasso (2020), describe algunas causas de este fenómeno como son: una falta de adaptación de la levadura a soportar el estrés generado por el alcohol o una mala salud de las células que conlleva a una muerte prematura ya que no se logra aprovechar los nutrientes del mosto produciendo un estancamiento durante la fermentación. Para solucionar estos inconvenientes se debe seleccionar los cultivos de levadura que tengan una mejor resistencia al etanol y evitar periodos extensos dentro del fermentador o de la incubadora ya que se agotan los nutrientes y aceleran su fase de muerte.

5. Conclusiones

- De un muestreo total realizado en las diferentes regiones del país, se logró obtener cinco cultivos puros de levaduras silvestres provenientes de la costa ecuatoriana.
- Se fabricó cervezas tipo Blonde Ale usando los cinco cultivos puros de levadura aislados de los alrededores de la ciudad de Manta.
- Según el informe del catador, la cerveza Blonde Ale elaborada con cultivos de levadura M2 es más apta para el consumo humano que los cultivos M1, M3, M4 y M5.
- La cerveza comercial obtuvo una calificación más alta, y por lo tanto un mejor perfil sensorial que las elaboradas con los cultivos de levaduras nativas, por lo que no se acepta la hipótesis planteada en el estudio.

6. Recomendaciones

- Mantener asepsia en las áreas de trabajo, desinfectando periódicamente los instrumentos a utilizar como las ollas, los fermentadores y así evitar el ingreso de microorganismos contaminantes que dañen el mosto al momento de pasar de la cocción a la fermentación.
- En el caso de detectar olores avinagrados luego de la fermentación, se debe verificar el proceso de elaboración de la cerveza, ya que este olor indica la presencia de contaminantes bacterianos por lo que se debe desechar y repetir el trabajo.

Bibliografía

- Alvarez, G. (2020). *Prosalta*. Obtenido de Informe de comercio exterior: cerveza de malta: <https://prosalta.org.ar/wp-content/uploads/2019/12/investigacion-de-mercado-cerveza.pdf>
- Artigas, F., & Machado, V. (2019). *Repositorio Universidad ORT*. Obtenido de Aislamiento, selección e identificación de levaduras nativas: <https://dspace.ort.edu.uy/bitstream/handle/20.500.11968/3600/Material%20completo.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- Birrapedia*. (2021). Obtenido de Blonde Ale: <https://birrapedia.com/enciclopedia-de-la-cerveza/blonde-ale/b>
- Burini, J., Eizaguirre, J., Loviso, C., & Libkind, D. (2021). *Science Direct*. Obtenido de Levaduras no convencionales como herramientas de innovación y diferenciación en la producción de cerveza.: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754121000109>
- Cámara de cerveza y malta*. (2019). Obtenido de La levadura, un ingrediente, esencial en la elaboración de la cerveza: <https://cervecerosdemexico.com/2019/08/21/lalevadura-un-ingrediente-esencial-en-la-elaboracion-de-la-cerveza/>
- Carr, N. (2019). *Kegeator.com*. Obtenido de Blonde Ale: el refrescante estilo de cerveza del verano: <https://learn.kegeator.com/blonde-ale/#:~:text=The%20history%20of%20the%20Blonde,a%20dinner%20or%20sparkling%20ale>
- Castilleja, M., Barrera, O., Medrano, A., Pacheco, R., Tápia, A., & Peniche, M. (2021). *Scielo*. Obtenido de Aislamiento, selección e identificación de levaduras *Saccharomyces* spp. nativas: <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v49n7/v49n7a5.pdf>
- Dalmasso, P. (2020). *Repositorio de la Universidad Nacional de la Pampa*. Obtenido de Microbiología cervecera manual teórico práctico.: https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/7356/lb-dalmic020_c.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fementis by Lesaffre*. (2022). Obtenido de SafAle™ US-05: <https://fermentis.com/en/product/safale-us-05/>
- Ferreira, L. (2019). *Repositorio de la Universidad Nacional de La Plata*. Obtenido de Elaboración de cerveza: Historia y evolución, desarrollo de actividades de capacitación e implementación de mejoras: <https://lipa.agro.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/sites/29/2020/03/Trabajo-Final-Leonel-Ferreira-.pdf>
- Fonseca, V. (2020). *Repositorio de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia*. Obtenido de Breve historia de la cerveza: <https://www.virtualpro.co/editoriales/20070501-ed.pdf>
- Gómez, M. (2019). *BIRRApertorio de Xino*. Obtenido de Cerveza rubia Blonde Ale: <https://birrapertoriodelxino.wordpress.com/2014/10/13/que-es-una-blonde-ale/>
- Guerberoff, G., Marchesino, M., Lopez, L., & Olmedo, R. (2020). *Nexo Agropecuario*. Obtenido de Perfil sensorial de la cerveza como criterio de calidad y aceptación: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/nexoagro/issue/view/2125>

- Hernández, I., Islas, K., Martínez, M., & Sulvarán, X. (2020). *Repositorio de la Universidad Autónoma de Puebla*. Obtenido de Ésteres: el regalo de la levadura a tu cerveza: <http://rd.buap.mx/ojs-dm/index.php/rdicuap/article/view/214>
- Houseman, D., Wotring, G., Sapsis, D., Garofalo, P., Hanning, C., Bickham, S., & Wolfe, E. (2019). *Programa de certificación de jueces de cerveza*. Obtenido de Guía de estudios del examen de cerveza BJCP: https://legacy.bjcp.org/docs/BJCP_Study_Guide.pdf
- Larroque, N. (2020). *Repositorio de la Universidad de la República*. Obtenido de Selección de levaduras no tradicionales para la elaboración de cervezas artesanales: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/32066>
- Latorre, M., Bruzone, C., Garcia, V., & Libkind, D. (2022). *Asociación Argentina de microbiología*. Obtenido de Contaminantes microbianos en cervezas artesanales embotelladas de la Patagonia andina argentina: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-argentina-microbiologia-372>
- Loviso, C., & Libkind, D. (2019). *Asociación Argentina de Microbiología*. Obtenido de Síntesis y regulación de compuestos del aroma y el sabor derivados de la levadura en la cerveza: ésteres: <https://core.ac.uk/download/pdf/247995925.pdf>
- Messen, J. (2022). *Asociación gremial de riego y drenaje*. Obtenido de Importancia del agua en la elaboración de cerveza: <https://www.agrificiente.cl/wp-content/uploads/El-rol-del-agua-en-produccion-de-cerveza.pdf>
- Mitchell, D., & Strong, G. (2021). *Certificación de Juez de Cerveza*. Obtenido de Descripción general de los cambios entre las pautas de estilo de cerveza BJCP de 2015 y 2021: <https://www.bjcp.org/download/>
- Ostos, O., Rosas, S., & González, J. (2020). *Repositorio Unidad de Investigación Universidad Santo Tomás*. Obtenido de Aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos: <https://repository.usta.edu.co/discover>
- Peralta, I. (2020). *Repositorio de la Universidad Agraria del Ecuador*. Obtenido de Efecto sensorial de la aplicación de NIBS de cacao y café tostado en la elaboración de cerveza artesanal: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PERALTA%20BUSTAMANTE%20LINDA%20ISABEL.pdf>
- Sarmiento, A. (2021). *Repositorio de la Universidad del Azuay*. Obtenido de Estudio de compuestos químicos no azufrados responsables del aroma de la cerveza.: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/11205/1/16742.pdf>
- Strong, G. (2021). *Guía de estilos de Cervezas*. Obtenido de Programa de certificación para juez de la cerveza.: <https://homocervecerus.com/2022/01/07/guia-de-estilos-bjcp-2021/>
- Terán, S. (2019). *Repositorio Escuela Politécnica Nacional*. Obtenido de Evaluación de la utilización de amaranto (*Amaranthus spp.*) como adjunto y dos cepas de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en la fabricación de cerveza.: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17617/1/CD-8081.pdf>

Anexos

Anexo 1: Hoja de cata usada para evaluar las cervezas de los diferentes cultivos de levadura pertenecientes a CATAST ofrece una descripción detallada del perfil organoléptico valorada sobre 5 puntos que va a depender en gran medida del estilo realizado.

HOJA EVALUACIÓN SENSORIAL DE CERVEZA.

Nombre catador:	Certificación catador:	Fecha:
Estilo de cerveza: Blonde Ale		
Ingredientes especiales:		

	Intensidad				
	1 (bajo) – 5 (alto)				
Atributos de la cerveza (Marcar con una cruz el grado de intensidad según la escala descrita)	1	2	3	4	5

FASE VISUAL

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. Casi sin gas, 2. Poca, 3. Equilibrada, 4. Abundante, 5. Gran cantidad de gas)					
Consistencia espuma (1. Ligera, 2. Poco densa, 3. Espesa, 4. Cremosa, 5. Compacta)					
Persistencia espuma (1. Sin, 2. Poca, 3. Persistente, 4. Muy persistente, 5. No desaparece)					
Color espuma (1. Blanco intenso, 2. Ligeramente morena, 3. Morena, 4. Rojiza, 5. Caramelo)					

FASE OLFATIVA

Aroma de malta (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso)					
Especificar aroma e intensidad:					
Aroma del lúpulo (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso)					
Especificar aroma e intensidad:					
Aroma del fermento o añadidos (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso)					
Especificar aroma e intensidad:					
Aroma a alcohol (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso)					

FASE DE BOCA

Gusto proveniente de la malta (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso)					
Especifique el aroma:					
Gusto proveniente del lúpulo (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso)					
Especifique el aroma:					
Gusto del 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)					
Gusto dulce (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso)					
Gusto salado (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso)					
Gusto ácido (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso)					
Amargor (1. Inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso)					
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) Especificar los aspectos. Aspecto – Intensidad:					
Retrogusto: (1. Casi inapreciable, 2. Suave, 3. Fuerte, 4. Intenso, 5. Muy intenso) Especificar el retrogusto y la intensidad luego de haber ingerido la cerveza. Aroma – Intensidad:					
Complejidad (1. Muy poco compleja, 2. Poco, 3. Compleja, 4. Bastante, 5. Muy compleja)					
Equilibrio (1. Muy poco, 2. Poco, 3. Equilibrada, 4. Bastante, 5. Muy equilibrada)					

Valoración global (puntúe del 1 a 10)	
Observaciones (Indique si ha encontrado algún defecto u otras consideraciones):	

Anexo 2: Hoja de cata perteneciente a la BJCP, permite al catador dar una opinión basada en cuatro variables: aroma, apariencia, sabor, sensación en la boca y una impresión general del producto, dependiendo de cada estilo de cerveza que se complementa con una calificación sobre 50 puntos.



BEER SCORESHEET

<http://www.bjcp.org>

AHA/BJCP Sanctioned Competition Program

<http://www.homebrewersassociation.org>

Judge Name (print) _____
 Judge BJCP ID _____
 Judge Email _____
Use Avery label # 5160

Category # _____ Subcategory (a-f) _____ Entry # _____
 Subcategory (spell out) _____
 Special Ingredients: _____
 Bottle Inspection: Appropriate size, cap, fill level, label removal, etc.

BJCP Rank or Status:

- Apprentice Recognized Certified
- National Master Grand Master
- Honorary Master Honorary GM Mead Judge
- Provisional Judge Rank Pending Cider Judge

Non-BJCP Qualifications:

- Professional Brewer Beer Sommelier GABF/WBC
- Certified Cicerone Adv. Cicerone Master Cicerone
- Sensory Training Other _____

Descriptor Definitions (Mark all that apply):

- Acetaldehyde** – Green apple-like aroma and flavor.
- Alcoholic** – The aroma, flavor, and warming effect of ethanol and higher alcohols. Sometimes described as *hot*.
- Astringent** – Puckering, lingering harshness and/or dryness in the finish/aftertaste; harsh graininess; huskiness.
- Diacetyl** – Artificial butter, butterscotch, or toffee aroma and flavor. Sometimes perceived as a slickness on the tongue.
- DMS (dimethyl sulfide)** – At low levels a sweet, cooked or canned corn-like aroma and flavor.
- Estery** – Aroma and/or flavor of any ester (fruits, fruit flavorings, or roses).
- Grassy** – Aroma/flavor of fresh-cut grass or green leaves.
- Light-Struck** – Similar to the aroma of a skunk.
- Metallic** – Tinny, coin, copper, iron, or blood-like flavor.
- Musty** – Stale, musty, or moldy aromas/flavors.
- Oxidized** – Any one or combination of stale, winy/vinous, cardboard, papery, or sherry-like aromas and flavors.
- Phenolic** – Spicy (clove, pepper), smoky, plastic, plastic adhesive strip, and/or medicinal (chlorophenolic).
- Solvent** – Aromas and flavors of higher alcohols (fusel alcohols). Similar to acetone or lacquer thinner aromas.
- Sour/Acidic** – Tartness in aroma and flavor. Can be sharp and clean (lactic acid), or vinegar-like (acetic acid).
- Sulfur** – The aroma of rotten eggs or burning matches.
- Vegetal** – Cooked, canned, or rotten vegetable aroma and flavor (cabbage, onion, celery, asparagus, etc.)
- Yeasty** – A bread, sulfury or yeast-like aroma or flavor.

Comments _____

Aroma (as appropriate for style) _____ /12
 Comment on malt, hops, esters, and other aromatics

Appearance (as appropriate for style) _____ / 3
 Comment on color, clarity, and head (retention, color, and texture)

Flavor (as appropriate for style) _____ /20
 Comment on malt, hops, fermentation characteristics, balance, finish/aftertaste, and other flavor characteristics

Mouthfeel (as appropriate for style) _____ / 5
 Comment on body, carbonation, warmth, creaminess, astringency, and other palate sensations

Overall Impression _____ /10
 Comment on overall drinking pleasure associated with entry, give suggestions for improvement

Total _____ /50

SCORING GUIDE	Outstanding (45 - 50): World-class example of style.
	Excellent (38 - 44): Exemplifies style well, requires minor fine-tuning.
	Very Good (30 - 37): Generally within style parameters, some minor flaws.
	Good (21 - 29): Misses the mark on style and/or minor flaws.
	Fair (14 - 20): Off flavors/aromas or major style deficiencies. Unpleasant.
	Problematic (00 - 13): Major off flavors and aromas dominate. Hard to drink.

	Classic Example <input type="checkbox"/>	Stylistic Accuracy				Not to Style
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Flawless <input type="checkbox"/>	Technical Merit				Significant Flaws
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Wonderful <input type="checkbox"/>	Intangibles				Lifeless	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Anexo 3: Ingredientes y cantidades usadas en la preparación de la cerveza Blonde Ale.

Ingredientes	Cantidades
Malta pale	4 kg
Malta cristal	1 kg
Lúpulo cascade	30 g
Levadura Safale	11,5 g
Agua mineral	28 L

Anexo 4: Proceso detallado con cada uno de los pasos para la elaboración de la cerveza Blonde Ale.

Molienda:

Como paso inicial del proceso tenemos la molienda en la cual se utilizó un molino que se encargó de reducir o pulverizar el grano de malta pale ale y cristal permitiendo que los azúcares sean fáciles de degradar por acción de las enzimas fermentativas que se explican en procesos posteriores.

Maceración:

Dentro de un tanque macerador se agregó 20 L de agua al cual se ajustó su pH a 5,5 para ello se utilizó vinagre blanco como ácido para bajar el pH de 7, se calentó el agua hasta alcanzar una temperatura entre 65 y 69 °C, con la temperatura requerida se añadió la malta triturada durante 60 minutos, luego se procedió a recircular, para ello se sacó el mosto por el grifo del macerador de manera lenta y progresiva formando un ciclo con su reincorporación por la parte superior, para que los azúcares se separen del grano y el mosto adquiera una tonalidad más cristalina, una vez terminado de recircular, se calentó los 8 L más de agua buscando tener una temperatura entre 75 y 80 °C, que se incorporaron por la parte superior sacando de poco en poco al mosto buscando un segundo lavado de grano y que se desprenda de sus contenidos de glucosa. Finalizada la maceración se midió la densidad del mosto y se obtuvo 1055 o 14 brix.



Figura 16. Maceración de la malta.

Elaborado por: El autor

Cocción:

Una vez obtenido el mosto se pasó a hervirlo hasta los 90°C (punto de ebullición del agua), en la cocción se esterilizó o liberó microorganismos contaminantes que pueden perjudicar el sabor de la cerveza o la salud de quien la consume. Al momento de alcanzar los 90°C se agregaron 15 g de lúpulo, y pasado los 30 minutos otros 30 g, permitiendo que los ácidos alfa pertenecientes a la planta se introduzcan en la cerveza dándole el aroma y sabor característico, el proceso transcurrió durante 60 minutos para su finalización.



Figura 17. Cocción del mosto con el lúpulo agregado.

Elaborado por: El autor

Fermentación:

Antes de introducir en los tanques fermentadores se bajó la temperatura del mosto, para ello se utilizó un enfriador por placas que consiste en un equipo encargado de reducir la temperatura del mismo a 20°C, el sistema interno es un conjunto en placas apiladas unas sobre otras conectados a una manguera con una entrada y una salida llevando el mosto del hervidor al fermentador; por el otro lado del sistema se conectó la manguera opuesta a una llave de agua y se dejó salir el líquido caliente por un desagüe, estas corrientes se encuentran en el enfriador de placas y lo hacen en sentido contrario transfiriendo el calor del mosto al agua por el principio de equilibrio térmico entre dos líquidos. Las características del fermentador pueden variar dependiendo de los requerimientos al momento de hacer la cerveza encontrando diferentes materiales como plástico, vidrio, y acero inoxidable.



Figura 18. Enfriamiento del mosto usando un enfriador por placas.

Elaborado por: El autor

Para el proyecto en mención se fabricó 12 fermentadores a partir de botellas de plástico perforando sus tapas y en los orificios se colocó una pequeña manguera de 20 cm de silicona con el objetivo de dar una salida al CO₂ de la fermentación terminando en un vaso de agua sal y evitando de esta manera la entrada de microorganismos que contaminen el mosto.



Figura 19. Fermentadores adaptados para evaluar las distintas cepas.

Elaborado por: El autor

Anexo 5: Explicación y resolución de los cálculos requeridos para saber la cantidad de inóculo de levadura aislada que se debe colocar en el mosto

Antes de fermentar el mosto se calculó la cantidad de inóculo a aplicar, para ello primeramente se debe conocer el tipo de cerveza, en este caso fue una Ale o de alta fermentación.

Con la siguiente fórmula se calculó la cantidad de células a inocular dentro del mosto a un determinado volumen y temperatura:

$$CI = 0,75 \times 10^6 [\text{cel}] \times [\text{mL}] \text{ de mosto} \times [^\circ\text{P}] \text{ de mosto}$$

Dentro de cada botella cabe 1 litro de mosto, sin embargo, se dejó un espacio para evitar una saturación del recipiente al momento que las levaduras liberan CO₂ producto de su metabolismo, por lo tanto, solo se colocó 800 ml de mosto.

La temperatura del mosto fue de 17 °C que se controló periódicamente con un termómetro.

Se reemplazan los datos en la fórmula y se obtiene la cantidad de células a inocular, en el caso de que se trabaje con “levaduras comerciales”.

$$CI = 0,75 \times 10^6 [\text{cel}] \times 800 [\text{mL}] \times 17 [^\circ\text{C}]$$

$$CI = 1,02 \times 10^{10} [\text{cel}]$$

Para el caso de “levaduras aisladas” que se encuentren en medios de cultivo se va a emplear la siguiente fórmula partiendo del recuento efectuado con la cámara de Neubauer

$$VCI = CI / CR [\text{mL}]$$

Donde:

VCI: Volumen de inóculo aislado que se va a colocar en el mosto.

CI: Cantidad de células a inocular en el caso que se trabaje con levaduras comerciales.

CR: El recuento obtenido con la cámara de Neubauer

Se sustituyen los valores en la ecuación y se calcula M1, para saber la cantidad de inóculo a colocar en el mosto:

$$VCI = 1,02 \times 10^{10} [\text{cel}] / 2,14 \times 10^9 [\text{cel/mL}]$$

VCI = 4,77 [mL]

VCI aprox = 5 [mL]

Se reemplaza CR con cada uno de los valores dados por la concentración de levaduras pertenecientes al recuento para los casos de M2, M3, M4 y M5.

Muestra	Suma de cuadrantes promedio total	Concentración de levaduras	Cantidad de inculo a colocar (mL)
1	214	2.14E+09	5
2	232	2.32E+09	4
3	143	1.43E+09	7
4	147	1.47E+09	7
5	102	1.02E+09	10

Conociendo las cantidades de levadura a colocar se procedió con la inoculación en cada uno de los fermentadores con sus réplicas, para M1 5ml de medio, M2 4ml, M3 7ml, M4 7ml, y M5 10ml, y en el caso de la levadura comercial fueron 0,5 g en cada uno, se les ubicó en un lugar sin acceso a la luz para evitar efectos oxidativos por un periodo de tiempo correspondiente a 7 días en el caso de la levadura comercial y 14 días para las levaduras aisladas, con control de temperatura. Durante este periodo actúa a nivel enzimático las levaduras convirtiendo los azúcares fermentables del mosto (proceso metabólico para obtener energía celular) en alcohol y liberando CO₂.



Figura 20. Fermentación del mosto en un lugar con ausencia de luz.

Elaborado por: El autor

Anexo 6: Fases finales posteriores a la fermentación dentro del proceso de elaboración de la cerveza Blonde Ale.

Maduración: Pasado el tiempo requerido en la fermentación se procedió a madurar la cerveza buscando que la levadura deje de alimentarse del mosto y por ende producir alcoholes por lo que se lleva a refrigeración durante un periodo de 7 días, al finalizar se observó que las levaduras caen y se encuentran en el fondo de las botellas por lo que es más fácil separar la parte líquida.



Figura 21. Desactivación de la levadura por congelación.

Elaborado por: El autor

Carbonatación:

Se aplicó el método de carbonatación forzada que consiste en introducir CO_2 mientras el mosto se encuentra a bajas temperaturas hasta el punto de saturar el líquido de burbujas llegando a solubilizar el gas insertado a presión y el líquido receptor, que alcanzó un equilibrio de presiones entre el contenedor del mosto y el tanque de CO_2 .

La presión a la cual se introdujo el CO_2 fue de 8,8 PSI y con la ayuda de agitaciones constantes al recipiente (en total 50 veces consecutivas) ingresó el gas, paso muy importante para dar sabor y cuerpo a la cerveza.



Figura 22. Incorporación del gas a la cerveza por presión.

Elaborado por: El autor

Embotellamiento:

Con el gas ya incorporado se procedió a colocar el producto final en botellas de vidrio de color ámbar y taparles con ayuda de una coronadora, luego se las dejó en refrigeración 2 días como mínimo para mejorar sus características sensoriales.



Figura 23. Embotellamiento de la cerveza.

Elaborado por: El autor

Anexo 7: Determinación del grado alcohólico de cada botella que se calculó a partir de la densidad inicial (1055) luego de la maceración; y la densidad final que se obtuvo posterior a la fermentación, medidos con ayuda de un refractómetro.

Cultivos de levadura	Densidad final	Grado alcohólico
M1	1024	4
M2	1020	4,6
M3	1030	3,3
M4	1043	2
M5	1047	1

Anexo 8: a) Elaboración del mosto; b) Medición de los grados brix con un refractómetro; c) Incorporación del gas; d) Agitación constante buscando la entrada de burbujas al mosto.

a)



c)



b)



d)

