

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Tema: “Influencia del método de adición de lúpulo en las características físico químicas y sensoriales de una cerveza artesanal estilo India Pale Ale”

Trabajo de titulación previa la obtención del  
título de Ingeniero en Alimentos

AUTOR: Orbe Revelo Carlos Andrés

TUTOR: Burbano Pulles Marco Rubén. MSc

Tulcán, 2021

## CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que la estudiante Orbe Revelo Carlos Andrés con el número de cédula 0401851753 ha elaborado el trabajo de titulación: “Influencia del método de adición de lúpulo en las características físico químicas y sensoriales de una cerveza artesanal estilo India Pale Ale”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



Firmado electrónicamente por:  
MARCO RUBEN BURBANO  
PULLES - 0401276910

---

Burbano Pulles Marco Rubén. MSc.

**TUTOR**



Firmado electrónicamente por:  
CARLOS ALBERTO  
RIVAS ROSERO

---

**LECTOR**

Tulcán, mayo de 2021

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de **Ingeniero** en la Carrera de ingeniería en alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Orbe Revelo Carlos Andrés con cédula de identidad número 0401851753 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



---

Orbe Revelo Carlos Andrés

AUTOR

Tulcán, mayo de 2021

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Orbe Revelo Carlos Andrés declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Influencia del método de adición de lúpulo en las características físico químicas y sensoriales de una cerveza artesanal estilo India Pale Ale” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



---

Orbe Revelo Carlos Andrés

AUTOR

Tulcán, mayo de 2021

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por saberme guiar y bríndame sabiduría en los proyectos me he planteado a lo largo de mi vida.*

*A mi padre Carlos Orbe por ser mi modelo a seguir y pilar las adversidades. A mi madre Lidia Revelo por brindarme su apoyo incondicional y ser mi motivo de superación. A mis hermanos por los consejos y ayuda brindados.*

*A los profesores que me ayudaron en este proyecto con sus conocimientos y consejos para culminar esta etapa universitaria.*

*Finalmente agradezco a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por ser el al mater donde adquirí estos conocimientos.*

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación a mi familia en especial a mis padres por haberme enseñado el valor de la perseverancia y el trabajo, gracias por confiar en mí y ayudarme a obtener esta meta profesional.

# ÍNDICE

I. PROBLEMA .....	14
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	15
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	15
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	16
1.4.1. Objetivo General.....	16
1.4.2. Objetivos Específicos .....	17
1.4.3. Preguntas de Investigación .....	17
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	18
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	18
2.2. MARCO TEÓRICO .....	23
2.2.1. Cerveza .....	23
2.2.2. Tipos de cerveza .....	25
2.2.3. Factores de apreciación de la cerveza.....	27
2.2.3. Materia prima .....	28
2.2.4. Proceso de elaboración .....	42
2.2.4.1.2. Métodos de lupulación.....	47
2.2.5. Composición de la cerveza y efecto en la salud .....	49
III. METODOLOGÍA.....	50
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO .....	50
3.1.1. Enfoque.....	50
3.2. HIPÓTESIS .....	50
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	50
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS .....	52
3.4.1. Análisis sensorial .....	52

3.4.2. Análisis estadístico .....	52
3.4.3. Instrumentos .....	53
3.4.4. Proceso para la elaboración de cerveza artesanal estilo India Pale Ale .....	56
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	61
4.1. RESULTADOS .....	61
4.1.1. Caracterización de métodos de adición de lúpulo .....	61
4.1.2. Influencia de los métodos de adición de lúpulo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de la cerveza .....	61
4.1.3. Perfil sensorial de la cerveza .....	64
4.1.4. Análisis sensorial de la cerveza .....	70
4.2. DISCUSIÓN .....	71
4.2.1. Características físico químicas de la cerveza .....	71
4.2.1. Análisis del perfil de textura.....	75
4.2.2. Análisis sensorial de la cerveza .....	77
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	81
VI. ANEXOS.....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química del lúpulo.....	37
Tabla 2. Operacionalización de variables.....	51
Tabla 3. Tratamientos del Diseño Experimental .....	53
Tabla 4. Receta-lista de fermentables.....	59
Tabla 5. Receta-Lista de lúpulos .....	59
Tabla 6. Ingredientes .....	59
Tabla 7. Caracterización de métodos empleados.....	61
Tabla 8. Características fisicoquímicas por método de adición. ....	62
Tabla 9. Análisis de varianza del pH mosto .....	62
Tabla 10. Análisis de varianza del pH cerveza.....	62
Tabla 11. Análisis de varianza de la densidad inicial.....	63
Tabla 12. Análisis de varianza de densidad final .....	63
Tabla 13. Análisis de varianza de color.....	63
Tabla 14. Análisis de varianza de porcentaje por volumen de Alcohol .....	64
Tabla 15. Cálculo de IBU para todos los tratamientos. ....	64
Tabla 16. Perfil sensorial de la cerveza en los tres tratamientos .....	65
Tabla 17. Análisis de varianza del parámetro color .....	70
Tabla 18. Análisis de varianza del parámetro olor .....	70
Tabla 19. Análisis de varianza del parámetro cuerpo.....	71
Tabla 20. Análisis de varianza del parámetro amargor .....	71
Tabla 21. Análisis de varianza del parámetro sabor .....	71
Tabla 22. Perfil sensorial de la cerveza artesanal .....	75
Tabla 23. Resultados del análisis sensorial de la cerveza.....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Isomerización .....	37
Figura 2. en la representación 1 se encuentran los $\alpha$ -ácidos y en la representación 2 el $\beta$ -ácidos .....	38
Figura 3. Conversión de $\alpha$ -ácidos a iso- $\alpha$ -ácidos .....	38
Figura 4. Degradación de trans-iso- $\alpha$ -ácidos .....	39
Figura 5. Molienda húmeda.....	44
Figura 6. Temperaturas de maceración.....	45
Figura 7. Flujograma Boil hopping .....	56
Figura 8. Flujograma Dry hopping .....	57
Figura 9. Flujograma Mash hopping .....	58
Figura 10. Panel de catadores .....	112
Figura 11. Realización de catación de los tratamientos de cerveza.....	112
Figura 12. Medición de pH de la cerveza del tratamiento 2.....	112
Figura 13. Medición del pH del tratamiento 2.....	113
Figura 14. Medición del pH del tratamiento 1.....	113
Figura 15. Muestra 1 de la técnica.....	113
Figura 16. Medición del tratamiento 3 .....	114
Figura 17. Muestra del tratamiento 3.....	114
Figura 18. Evaluación del perfil sensorial de los tres tratamientos por catadores expertos ...	114
Figura 19. Stand de evaluación del perfil sensorial de los tres tratamientos .....	115
Figura 20. Evaluadores expertos .....	115
Figura 21. Preparación de tratamientos para evaluación sensorial.....	115
Figura 22. Molienda de malta.....	116
Figura 23. Preparación de cerveza etapa de maceración .....	116
Figura 24. Etapa cocción .....	117
Figura 25. Tipos de malta.....	117
Figura 26. Etapa de carbonatación .....	118
Figura 27. Medición de densidad .....	118
Figura 28. Control de presión.....	119
Figura 29. Etapa de embarrilado.....	119
Figura 30. Dosificación de lúpulo .....	120
Figura 31. Etapa de fermentación.....	120
Figura 32. Cerveza en etapa de fermentación y producto final .....	121

Figura 33. Fermentación de la cerveza .....	121
Figura 34. Etapa de embotellado .....	122
Figura 35. Producto final de los tres tratamientos y repeticiones.....	122

## ANEXOS

Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación.....	86
Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas. ....	87
Anexo 2: Modelo de evaluación sensorial.....	89
Anexo 3: Perfil sensorial de la cerveza .....	91
Anexo 4: Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2262 bebidas alcohólicas. ....	92
Anexo 5: Ficha técnica de maltas especiales (Malta pale ale) .....	98
Anexo 6: Ficha técnica del lúpulo cascade.....	105
Anexo 7: Ficha técnica de lúpulo Hallertau Magnum .....	107
Anexo 8: Ficha técnica del lúpulo amarillo.....	109
Anexo 9: Ficha técnica de la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	111
Anexo 10: Evidencias fotográficas.....	112
Anexo 11: Contactos de los Evaluadores Certificados.....	122

## RESUMEN

La presente investigación tuvo por objeto evaluar la influencia de los métodos de adición de lúpulo en las características fisicoquímicas y sensoriales de una cerveza artesanal estilo India Pale Ale mediante tres métodos de adición (Mash Hopping, Boil Hopping y Dry Hopping). Los tratamientos de la cerveza artesanal se analizaron sensorialmente mediante una escala hedónica de 5 puntos donde participaron 40 panelistas, obteniéndose que el T2 (Boil Hopping) resultó ser el mejor tratamiento. Dentro de los análisis fisicoquímicos se determinó, pH, densidad, grado alcohólico, IBU y color los cuales se encontraron dentro de los requisitos límite de la norma NTE INEN 2262: 2013 ya que el procesamiento del producto obtenido se realizó en base a un flujograma estandarizado. Al analizar el perfil sensorial de los métodos por jueces certificados se determinó que el método mayormente aceptado para un perfil sensorial de una cerveza estilo indian pale ale es el método de T2 ya que este isomeriza los aceites esenciales del lúpulo brindando un buen balance y equilibrio entre el dulzor de las maltas y amargor del lúpulo. Los resultados del análisis sensorial se realizaron a través de ANOVA y prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) con una confianza del 95% en donde el tratamiento que más destacó fue el T2. Finalmente se acepta la hipótesis alternativa ya que el lúpulo influye en las características fisicoquímicas y sensoriales a excepción del color.

**Palabras clave:** Cerveza, lúpulo, India pale ale, métodos de adición.

## ABSTRACT

The present research aimed to evaluate the influence of hop addition methods on the physicochemical and sensory characteristics of an India Pale Ale style craft beer by means of three addition methods (Mash Hopping, Boil Hopping and Dry Hopping). The craft beer treatments were sensory analyzed using a 5-point hedonic scale where 40 panelists participated, obtaining that T2 (Boil Hopping) turned out to be the best treatment. Within the physicochemical analyzes, pH, density, alcoholic degree, IBU and color were determined, which were found within the limit requirements of the NTE INEN 2262: 2013 standard since the processing of the product obtained was carried out based on a standardized flow chart. . When analyzing the sensory profile of the methods by certified judges, it was determined that the most accepted method for a sensory profile of an Indian pale ale style beer is the T2 method since it isomerizes the essential oils of the hops, providing a good balance and balance between the sweetness of the malts and the bitterness of the hops. The results of the sensory analysis were carried out through ANOVA and Tukey's test ( $p \leq 0.05$ ) with a confidence of 95% where the treatment that stood out the most was T2. Finally, the alternative hypothesis is accepted since hops influence the physicochemical and sensory characteristics except for color.

**Keywords:** Beer, hops, India pale ale, addition methods.

## INTRODUCCIÓN

El cervecero artesanal de la última década, la oferta y la demanda de bebidas alcohólicas a nivel mundial han tenido un crecimiento notable. En el Ecuador, la cerveza ocupa aproximadamente el 61% del mercado de bebidas en general (Andrade, et al., 2020, p. 6), representando una gran oportunidad para la inversión como también para emprendedores de todo el territorio nacional.

En el año de 1566 se fundó la primera cervecería artesanal del Ecuador y Latinoamérica por el Fray Jodoco Rique religioso de Flandes, la cual era de uso exclusivo de los frailes (Martínez, 2015). La cerveza ha sido uno de los productos que ha evolucionado al pasar los años, y también ha surgido una nueva tendencia de consumir cervezas artesanales, ya que son de mayor calidad y existen muchas variedades. Cada cerveza posee identidad propia pues proviene de la experiencia de un maestro cervecero.

En el Ecuador el consumo nacional de cerveza es de 35 litros por persona, en el Carchi se encuentra el 5% de consumidores alrededor de 6020 personas, de esa gran cantidad de cerveza apenas el 1% la cerveza artesanal interviene el mercado lo afirma (Asociación de cerveceros del Ecuador [ASOCERV], 2017)

En la industria cervecera y mercado de la cerveza existe y se observa claramente un crecimiento agigantado de las pequeñas fábricas de cerveza artesanal solamente en Ecuador hay 160 cervecerías artesanales registradas en el Servicio de Rentas Internas y las expectativas de los consumidores conllevan varios retos tecnológicos durante el proceso de elaboración los cuales resultan en métodos nuevos de elaboración de diferentes estilos de cerveza (Revista Líderes, 2019).

La presente investigación se basa en la influencia del método de adición de lúpulo en el perfil sensorial de una cerveza artesanal India Pale Ale, lo cual aporta muchos beneficios en tecnología cervecera, como comprensión de compuestos aromáticos del lúpulo en las etapas de proceso y la influencia de estos en la caracterización sensorial.

## I. PROBLEMA

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el año de 1566 se fundó la primera cervecería artesanal del Ecuador y Latinoamérica por el Fray Jodoco Rique religioso de Flandes, la cual era de uso exclusivo de los frailes (Martínez, 2015). La cerveza ha sido uno de los productos que ha evolucionado al pasar los años, en la última década ha surgido una nueva tendencia de consumir cervezas artesanales, son de mayor calidad y existen muchas variedades. Cada cerveza posee identidad propia pues proviene de la experiencia de un maestro cervecero.

Según reveló una Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en Hogares Urbanos y Rurales del Instituto Nacional de Estadística y Censos en el 2014 indican que quienes adquieren bebidas alcohólicas, el 79,2%, opta por la cerveza, en lugar de otras bebidas alcohólicas, mientras el 20,8% eligen bebidas del tipo destiladas como el whisky. Por otro lado, se indica también que el consumo nacional de cerveza es de 35 litros por persona, en el Carchi se encuentra el 5% de consumidores alrededor de 6020 personas, de esa gran cantidad de cerveza apenas el 1% la cerveza artesanal interviene el mercado lo afirma (Asociación de cerveceros del Ecuador [ASOCERV], 2017)

Según Maltosaa Premium Malt productora y comercializadora de malta y equipos para la industria de cerveza artesanal afirma que el estilo de cerveza artesanal más consumido y apreciado a nivel mundial por sus características únicas es el estilo IPA por su carácter fuerte, robusto y aromático, lo cual hace a este estilo un objeto viable de estudio que aportará datos cruciales a maestros cerveceros en la elaboración y perfil sensorial del mismo (Maltosaa Mexican Premium Malt, 2017).

El aroma y la amargura son dos características fundamentales de la calidad de una cerveza por lo que numerosas investigaciones científicas se han realizado en cuanto al área de características del lúpulo las cuales contribuyen a la liberación de sabor y aroma así creando varios métodos de lupulación como el dry hopping, boil hopping entre otros (Palmer, 2006).

El Ecuador es un país donde el movimiento cervecero es muy joven y el consumo de cerveza es muy grande, se observa claramente la carencia de investigaciones en el tema de desarrollo de nuevas metodologías de elaboración de cerveza las cuales aportarían con conocimientos y datos para el mejoramiento y desarrollo de nuevos estilos de cerveza nativos de la localidad.

En el Ecuador se observa claramente que no existe la diversificación de nuevos estilos de cerveza de igual manera la investigación o desarrollo de nuevas metodologías en el campo de la elaboración se ve muy retrasada por la carencia de investigaciones del tema, ya que en el Ecuador la gran parte de cerveceros desconocen del efecto que tienen los tres métodos de adición en la fabricación de la bebida, y por ende las recetas cambian el aspecto sensorial de la misma ocasionando la pérdida de lúpulo en el proceso de elaboración de la cerveza.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo influyen los métodos de adición de lúpulo en las características fisicoquímicas y sensoriales de una cerveza artesanal estilo India Pale Ale?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

En Ecuador, la cerveza constituye una bebida con un elevado índice de aceptación, esto junto al renacimiento de la cerveza de origen artesanal, han desarrollado un pilar de la economía ecuatoriana. En la actualidad, Ecuador cuenta con una variedad elevada de marcas de cerveza artesanal, con ello se han desarrollado los métodos de producción, texturas, aromas, sabores, presentaciones, etc. Estos van de la mano del maestro cervecero, la innovación en las técnicas y la investigación impulsan a ingresar y crecer en el mercado, pues se ofertan productos no tan conocidos (Sandoval, 2017)

En la industria cervecera y mercado de la cerveza existe y se observa claramente un crecimiento agigantado de las pequeñas fábricas de cerveza artesanal solamente en Ecuador hay 160 cervecerías artesanales registradas en el Servicio de Rentas Internas y las expectativas de los consumidores conllevan varios retos tecnológicos durante el proceso de elaboración los cuales resultan en métodos nuevos de elaboración de diferentes estilos de cerveza (Revista Líderes, 2019).

La presente investigación se basa en la influencia del método de adición de lúpulo en el perfil sensorial de una cerveza artesanal India Pale Ale, lo cual aporta muchos beneficios en tecnología cervecera, como comprensión de compuestos aromáticos del lúpulo en las etapas de proceso y la influencia de estos en la caracterización sensorial. En un estudio realizado por Lafontaine & Shellhammer (2018) se determinó que existe un coeficiente de correlación

positivo ( $p < 0,05$ ) de Pearson entre la tasa de lúpulo y los atributos sensoriales, indicando que a medida que se aumenta la tasa de lúpulo en el dry hopping igualmente los valores de los atributos. Al considerar los atributos sensoriales de la calidad de lúpulo sobre los tratamientos de dry-hopping, se puede ver que la calidad del aroma cambió durante el tratamiento. Con el crecimiento de la tasa de salto en seco, crecen las unidades de amargor y la concentración de humulinona. La extracción esta durante el dry-hopping se ha asociado con el aumento de las unidades de amargor. Por otro lado, el estudio realizado por Maye se observó que las tasas de extracción similares a las humulinonas de lúpulo eran bajas durante los tratamientos de lúpulo seco: 386, 800, 1600 g/hL. Otros estudios han demostrado que la extracción de alfa-ácidos durante el dry-hopping ha sido baja y aproximadamente del 4 al 6%. En otras investigaciones no se observaron cambios en el iso concentración humulona durante los tratamientos de salto en seco.

Lafontaine & Shellhammer (2018) manifiestan que añadir más lúpulo a través del dry hopping estático no solo conduce a una mayor intensidad del aroma, sino que también cambia la calidad del aroma en la cerveza terminada. Las tasas del lúpulo  $>800$  g/hL dan lugar a aromas de lúpulo de calidad más herbal que cítricos, para mantener la calidad de aroma de lúpulo más equilibrada, este estudio sugiere que utilizar una tasa de salto en salto estático entre 400 y 800 g/hL conduce a rendimientos decrecientes en términos de aumento del aroma del lúpulo y es un uso ineficiente de la materia prima. Aunque resulta valioso trabajar para evaluar lo que queda en el lúpulo después del dy-hopping, existe evidencia de que la mayoría de los analitos impactan en la percepción del amargor que se extrae del lúpulo durante el dry-hopping, pero aún quedan volátiles en el material gastado.

Este tipo de investigación abre nuevos campos de estudio acerca de la evaluación o creación de nuevos métodos de adición de lúpulo, así también la creación de soluciones consistentes para mejorar la extracción de aceites esenciales los cuales aportan amargor y aroma del lúpulo en la cerveza, generando grandes beneficios en la industria los cuales se traduce como reducción del consumo del lúpulo, optimización de materias primas, ahorro de dinero, espacio y tiempo.

## **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Objetivo General**

Evaluar la influencia de los métodos de adición de lúpulo en las características fisicoquímicas y sensoriales de una cerveza artesanal estilo India Pale Ale

#### 1.4.2. Objetivos Específicos

- Definir los tres métodos de adición de lúpulo para la elaboración de una cerveza artesanal.
- Determinar la influencia de los métodos de adición de lúpulo sobre las características físico químicas de la cerveza.
- Evaluar las características sensoriales de la cerveza elaborada bajo los métodos de adición mediante un análisis sensorial.
- Analizar el perfil sensorial de cada uno de los tratamientos por jueces certificados de cerveza.

#### 1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Qué tipos de lupulización existen?

¿Cuáles son los parámetros de calidad de una cerveza artesanal?

¿Cuál es el objetivo de la adición de lúpulo en la cerveza?

¿Cómo se determina los grados IBU en una cerveza?

¿Cuáles son los métodos para determinar requisitos fisicoquímicos de la cerveza?

¿Cuáles son las características de los métodos de adición de lúpulo a emplearse?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La primera investigación considerada para los antecedentes es la realizada por Danelli (2015), cuya temática es “Influência da técnica de “dry hopping” e da aplicação de  $\beta$ -glicosidasas no perfil de compostos voláteis de cervejas”, cuya traducción al español es “Influencia de la técnica del Dry Hopping y la aplicación de  $\beta$ -glicosidasas en el perfil de compuestos volátiles de la cerveza”. El objetivo principal es evaluar la influencia de la técnica y la aplicación en la modificación del perfil volátil durante el procesamiento de la cerveza. El resultado principal es que cuando se agregaron los lúpulos a través de la técnica dry hopping, se identificaron 10 compuestos volátiles como terpenos, ésteres y cetonas, confirmando que esta técnica altera el perfil aromático de la cerveza. Esta técnica es ampliamente empleada por cerveceros, a diferencia de la aplicación de  $\beta$ -glicosidasa que provocó un aumento de geraniol y  $\alpha$ -terpeniol, que indican acción en la enzima para mejorar las características aromáticas de la mezcla.

La relación se basa en la alteración de las características físico químicas, en este caso del perfil aromático, esto es ampliamente conocido por los cerveceros dado que, se añade el lúpulo de manera tardía y se obtiene una mejora en la calidad del sabor y el aroma, gracias a los compuestos volátiles producidos por los aceites del lúpulo.

El antecedente presentado por Wolfe (2015), titulado “A study of factors affecting the extraction of flavor when Dry Hopping beer”, cuya traducción es “Un estudio de los factores que influyen en la extracción de sabor empleando Dry Hopping en la cerveza”. En esta investigación se comparó la eficacia de dos métodos de Dry Hopping y el potencial de sabor de dos materiales de Dry Hopping en una matriz de cuatro tratamientos. Los lúpulos granulados generaron una extracción de mayores cantidades de compuestos aromáticos en comparación con el Dry Hopping de lúpulos de cono; por otro lado, un sistema agitado resultó en mayor extracción general de compuestos aromáticos. En cada caso se extrajeron niveles significativos de  $\alpha$ -ácidos, pero esto no se relaciona con aumento del amargor, pero sí influye en la vida útil de la cerveza.

Esta investigación se relaciona con el presente dado que estudia las diferentes adiciones de lúpulo granulado como de cono, esto influye principalmente en el amargor y la calidad de vida útil de la cerveza. Por consiguiente, se deja abierta la experimentación con tipos de lúpulos, tiempos y temperaturas de cocción para evaluar los cambios físico químicos.

Otro trabajo es el realizado por Figueiredo (2017) denominado “*Avaliação do processo de dry-hopping durante a maturação de cervejas artesanais*”, cuya traducción al español es “Evaluación del proceso de *dry-hopping* durante la maduración de cervezas artesanales”, Esta investigación analiza 7 tipos de lúpulo (Cascade, Centennial, Tradition, Magnum, Fuggle, Herkules, Saaz) con el objetivo de elegir uno para aplicar el método *dry-hopping*. Los mismos presentan varias características propias como aroma, amargor, sabor, contenido de alfa-ácidos y beta-ácidos. De los mismos se eligió el lúpulo *cascade*, por poseer el más consumido y producido a nivel mundial. La diferenciación de las cervezas se centra en la maduración, por ello se realizaron 17 muestras, con variaciones en la temperatura, tiempo y gramos de lúpulo por litro. Los resultados físico químicos se muestran a continuación: en la turbidez la temperatura no influye, siendo el tiempo el factor principal, pues las cervezas con 2 días mostraban mayor nivel de turbidez que las de 30 días. En cuanto a sabor no se mostraron alteraciones significativas; por tanto, en temperaturas de 0 a 10°C, en un período de 0 a 20 días y cantidades de lúpulos de 1,5g/L a 3g/L, las propiedades sensoriales no se ven afectadas. Esta investigación se relaciona con la presente debido a la aplicación del método *dry-hopping* para la maduración de la cerveza, a este método se le han añadido variables como el tiempo de maduración, la temperatura y las cantidades de lúpulo, a fin de conocer cuál es la influencia en las características físico químicas, y sensoriales.

Este trabajo se relaciona con la presente investigación dado que el resultado principal al que llegó es que no se pudo identificar un modelo que relacione la temperatura de maduración, tiempo de envejecimiento de contacto entre el lúpulo y la cerveza. Otro resultado relevante es que, según el modelo, independientemente de la temperatura utilizada para la maduración, las cervezas en contacto con el lúpulo durante dos días obtuvieron valores de turbidez más altos, a diferencia de las que estuvieron en contacto prolongado de alrededor de 20 días que presentan menor turbidez. Esto permite conocer que la innovación y experimentaciones facilitan el conocimiento del lúpulo, sus reacciones con el tiempo, temperatura y contacto, creando productos que se adapten a la realidad del cervecero.

Un antecedente considerado para la investigación es el realizado por Lafontaine y Shellhammer (2018) denominado “Impact of static dry-hopping rate on the sensory and analytical profiles of beer”, cuya traducción al español “Impacto de la tasa de salto en seco estático en los perfiles sensoriales y analíticos de la cerveza” en su tema de investigación sobre el impacto de la velocidad del *dry-hopping* (extracción en seco) en los perfiles sensoriales y analíticos de

cerveza, utilizaron una técnica llamada dry-hopping, utilizada por fabricantes de cerveza para incrementar el aroma y sabor del lúpulo en la cerveza, para esto se llevó a cabo una evaluación sensorial con trece panelistas entrenados, utilizando un análisis descriptivo para escalar la intensidad global y cualitativa del aroma de lúpulo en estas cervezas. También se utilizó un análisis instrumental para medir los niveles de extracción de aceites volátil y no volátil entre los tratamientos, lo que hace posible la relación entre la velocidad de extracción en seco, características sensoriales y analíticas de la cerveza no sea lineal basándose en las eficiencias de extracción de compuestos volátiles que tienen un rango lineal entre 400-800 g/hL.

Esta investigación se relaciona con la presente dado que llegó a la conclusión de agregar lúpulo mediante Dry hopping conduce a mayor intensidad del aroma, y cambia la calidad del mismo. Para mantener estas características se sugiere utilizar una tasa de salto en seco estático entre 400 y 800 g/hL, dado que rangos mayores conducirían a rendimientos decrecientes y es un uso ineficiente de materia prima.

Otro estudio considerado es el realizado por Donaldson, Bamforth y Heymann (2018), cuyo título es “Sensory Descriptive Analysis and Free-Choice Profiling of Thirteen Hop Varieties as Whole Cones and after Dry Hopping of Beer”, cuya traducción es “Análisis descriptivo sensorial y perfil de libre elección de trece variedades de lúpulo como conos enteros y después del lúpulo seco de cerveza”. Los principales resultados muestran que una variedad de lúpulo con altas intensidades en los aromas cítricos y amaderados como el Brave tienden a ser bajos en aromas como té verde, madera húmeda y heno. Mientras la especie de Saaz presenta bajas intensidades en aromas cítricos. Por otro lado, Apollo tiene intensidades elevadas de ajo y hierbas y Smaragd tiene aromas de queso y ajo. En conclusión, las variedades de Cascade y Brave tuvieron altos niveles de aroma a naranja, limón, toronja y lima.

La relación se basa en el empleo de varios tipos de lúpulos y el método de adición, pues si bien una gran cantidad de aromas se encuentran en los lúpulos de conos enteros, de estos solo algunos compuestos son solubles en la cerveza. Por ello, se debe considerar las características a obtener en el producto final. Debido a que, en el caso de emplear altas tasas de lúpulo, no se puede establecer un vínculo definitivo entre las variedades y el aroma del lúpulo seco; sin embargo, los descriptores encontrados aun podrían usarse para ayudar a describir el aroma del lúpulo en las cervezas.

Otro antecedente es la disertación de Tom Shellhammer presentada por Woodward (2019) titulada “The surprising Science of Dry Hopping: Lessons from Tom Shellhammer”, cuya traducción es “La sorprendente ciencia del Dry hopping: lecciones de tom Shellhammer”. Esta disertación abarca tres puntos principales sobre el Dry Hopping, el cual ha generado algunos cambios en la elaboración de cerveza. El primer punto hace referencia a la relación entre el uso de grandes cantidades de lúpulo seco y el aroma del lúpulo. Para ello, se realizó un experimento utilizando una Pale Ale base (4,75% ABV) ligeramente lupulada (19 IBU), y emplearon un dry hopping durante 24 horas. La variable a explorar era la cantidad de lúpulo seco que fluctuaba entre 2 gr/l y 16 gr/l. Se empleó instrumentación analítica y un panel de catadores capacitados para analizar el efecto del dry hopping. El resultado principal es que sobre los 8 gr/l la extracción del aceite del lúpulo y los componentes aromáticos del aceite están casi saturados. Por tanto, emplear un dry hopping con más de 8 gr/l es emplear deficientemente las materias primas. Otro hallazgo es que los aceites productores de aromas cítricos llegan a saturarse antes que los aceites de aromas herbales y compuestos responsables del amargor; por consiguiente, si se agrega mayores cantidades de lúpulo a través del dry hopping no solo provoca intensidad superior del aroma, sino que influye en la calidad del mismo, así que para mantener una calidad equilibrada se debe emplear entre 4 y 8 gr/l de lúpulo seco.

Otras de las temáticas abordadas es la amargura que produce el dry hopping, antiguamente se creía que el amargor era producto neto de los ácidos alfa isomerizados generados en el mosto hirviendo. Estos ácidos no generan por sí mismos el amargor, pero al ser sometidos a la ebullición se isomerizan, este cambio incrementa el amargor y la solubilidad. La creencia habitual era que el dry hopping no agregaba amargor debido a que las temperaturas de la fermentación en las que se producía el dry hopping no eran suficientes para isomerizar los alfa ácidos. Pero con las tendencias actuales de producir cervezas con sabores afrutados y con niveles de amargor muy bajos, se ha generado un nuevo enfoque en el cual se disminuyen los lúpulos añadidos en la ebullición mientras que se incrementan las tasas en el dry hopping. Esto ha conllevado a realizar experimentos que muestran a los humulinonas y polifenoles generan mayor amargor en el dry hopping a diferencia de los ácidos isomerizados, pues los primeros no requieren de ebullición para tornarse amargos, ya que se forman cuando se oxidan los alfa ácidos. Así que lo más recomendable es emplear lúpulos viejos, oxidados parcialmente.

Todos estos parámetros abordados se emplean en el desarrollo de la presente investigación, pues varían acorde al tipo de lúpulo, cantidad de lúpulo, tiempo de adición, tiempo de contacto, temperatura, características en general que influyen en los resultados finales. Por consiguiente,

se busca conocer la cantidad de lúpulo y el aroma a obtener, como obtener un aroma y sabor de calidad, y la amargura obtenida.

Un estudio abordado es el realizado por Lafontaine y Shellhammer (2019), titulado “Investigating the Factors Impacting Aroma, Flavor, and Stability in Dry-Hopped Beers”, cuya traducción al español es “Investigación de los factores que afectan el aroma, el sabor y la estabilidad de las cervezas de lúpulo seco”. En la misma los investigadores demostraron que la concentración de los derivados oxigenados se correlaciona con aumentos en el aroma de lúpulo noble, el impacto que tiene el aroma de lúpulo seco es poco claro. Por consiguiente; es que las concentraciones de monoterpeno y sesquiterpeno sean más importantes para las adiciones tempranas de lúpulo hervido que para las adiciones tardías y de lúpulo seco, porque estas moléculas se oxidan en formas más solubles en agua durante la ebullición del mosto. El lúpulo seco tiene poco impacto en la proporción isomérica del linalol que es transferido a la cerveza. No obstante, el hervido y almacenamiento del mosto han demostrado tener un mayor impacto en la isomerización de R-linalol a S-linalol, por consiguiente, tiene un impacto significativo en el aroma de la cerveza.

Esta investigación permite conocer que la innovación constante de estilos en cerveza ha permitido descubrir cosas interesantes como que las tasas extremas de Dry Hopping usadas en las IPA de Nueva Inglaterra hacen que las mismas tengan concentraciones elevadas de los compuestos: lúpulo no polar, humulonas, xantohumulol y lupulonas. Las concentraciones exceden los límites de solubilidad típicos de estos compuestos y sugieren una fase suspendida. Este hallazgo sirve de ejemplo de la importancia de vincular las observaciones y decisiones que involucran la calidad del lúpulo con el estilo de cerveza y con el tipo de adición del lúpulo.

Una investigación empleada es la realizada por Hauser (2019), titulada “The Efficiency of Dry-hopping and Strategies for the Better Utilization of Dry-hops” cuya traducción es “La eficiencia del Dry Hopping y las estrategias para una mejor utilización del Dry hops”. Los principales hallazgos de la investigación proporcionan una evidencia a favor de la hipótesis que se puede obtener un elevado aroma a lúpulo en la cerveza a través de múltiples adiciones de lúpulo seco en dosis bajas, en lugar de adiciones únicas de tasas elevadas de lúpulo. Por tanto, las cervezas elaboradas empleando adiciones de lúpulo seco en dos etapas produjeron un potencial de aroma superior a las que poseían adiciones únicas. La composición de las cervezas mostró un aumento de humulinonas, polifenoles, extracto residual y unidades de amargor que aumenta con el dry hopping, junto a una disminución de iso- $\alpha$ -ácidos. También se puede destacar de esta

investigación la manifestación que las variedades de lúpulo aromático son más costosas que los lúpulos de amargor, por ello existe la tendencia a utilizarlos de manera eficiente, y una forma de lograrlo es implementar el dry-hopping multidosis.

La relación de este estudio con la presente es el empleo de dry hopping para obtener un aroma elevado mediante adiciones múltiples, esto también conlleva a optimizar el uso de la materia prima. Esta premisa permite al presente estudio investigar si la optimización es una característica propia del Dry Hopping y permite elevar la calidad del producto final.

Otro estudio considerado es el desarrollado por Gerhards, et al, (2020), titulado “Different dry hopping and fermentation methods: influence on beer nutritional quality” cuya traducción al español es “Diferentes métodos de fermentación y Dry Hopping: influencia en la calidad nutricional de la cerveza”. La investigación se centra en el análisis de nueve tratamientos diferentes de una cerveza artesanal para conocer las alteraciones de la calidad, los resultados mostraron que el Dry hopping en maduración con temperatura cálida aumenta el amargor de 33 a 40 IBU. Por otro lado, el tratamiento con dos temperaturas de fermentación y dos levaduras resultó en la mayor capacidad antioxidante de la cerveza. La actividad creció a través del Dry Hopping tardío empleando levaduras Ale para fermentar y logrando hasta el 97% de variabilidad total.

Esta investigación tiene relación con el presente dado que emplea el método Dry hopping no solo para alterar las características físico químicas de la cerveza, sino para influir en la calidad nutricional. Esta investigación tiene la característica de emplear dos tipos de temperaturas y dos levaduras para mejorar el producto final.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Cerveza**

#### **2.2.1.1. Historia**

El conocimiento sobre la elaboración de la cerveza se remonta a miles de años atrás. Esta se gesta con el cambio de nómadas a sedentarios, pues se dio paso al cultivo de alimentos por parte de los grupos humanos. De este proceso en alguna parte de la historia se produjo la fermentación y se obtuvieron bebidas alcohólicas. A lo largo de la historia se han mencionado culturas que consumían este tipo de bebidas para la adoración a sus deidades y las celebraciones, pero la alusión más antigua a la cerveza ha sido encontrada en una escritura del tipo cuneiforme de la antigua Mesopotamia, en la que se hace referencia a la entrega de la misma a los trabajadores.

El método de elaboración en esos tiempos era muy rudimentario, para ello se cortaban piezas de pan, que elaboraban con harina de trigo, estos eran introducidos en vasijas de barro, que se llenaban de agua, las mismas eran expuestas al sol por largos periodos de tiempo, hasta conseguir la fermentación. El calor, era un agente que facilitaba la fermentación de harina, una vez concluido el proceso el líquido era filtrado, para su posterior consumo. En toda Europa la cerveza ganó popularidad y era consumida por celtas, escitas y germanos, pero quienes le dieron un impulso para que esta llegase hacia otros continentes fueron los alemanes, pues disponían de fábricas en las que se podían realizar las mezclas de manera eficiente y ágil, dando lugar a la industrialización (Aroni, Bellina, Díaz, Ecurra, & Pérez, 2015).

En esta época debido a la popularidad de la bebida y a fenómenos climatológicos que afectaban las cosechas, se sufrió escasez de materias primas, entre ellas el lúpulo, por ello este fue reemplazado por hierbas amargas, que, si bien generaban la mezcla, generaba consecuencias negativas para la salud. Este evento permitió el desarrollo de la primera ley de regulación de la proeza de la cerveza, en el mismo se establecía que los ingredientes únicos que deben componer la cerveza son la malta, el agua y el lúpulo.

La revolución industrial también apoyo el desarrollo de este sector, pues con el apareamiento de las máquinas de vapor, los sistemas de refrigeración y el transporte se impulsó la industria cervecera, y con ello la producción en masa. A pesar del desarrollo de la tecnología y los métodos de fabricación industrializados, existe un sector que se dedica a la elaboración artesanal de las mismas, esta forma de producción no se enfoca en la cantidad sino en la calidad del producto final, en la experiencia sensorial de cada bebida. El sector de la cerveza artesanal se ha desarrollado debido a las tendencias de regresar a lo natural, a lo artesanal y a los ambientes que se generan en cada establecimiento (Aroni et al., 2015).

#### 2.2.1.2. Definición

Bebida resultante de la fermentación alcohólica, mediante levaduras seleccionadas, de un mosto procedente de malta de cebada, sola o mezclada con otros productos amiláceos transformables en azúcares por digestión enzimática, adicionado con lúpulo y/o sus derivados y sometido a un proceso de cocción. Reglamentación Técnico Sanitaria Española citado en (Asociación de Cerveceros de España, 2001, p.14).

Esta bebida alcohólica contiene CO<sub>2</sub>, el mismo se encuentra disuelto; por ello, su manifestación es en forma de burbujas. La acidez de la cerveza genera una espuma, esto junto a colores que van desde los cristalinos, rojizos, oscuros y dorados son sus principales características, a esto debe aumentarse el sabor, el aroma y la consistencia. El grado de alcohol de las mismas varía entre los 3% y los 9%. (Alburqueque, Cueva, Ubillus, Urteaga, & Vargas, 2018)

En Ecuador el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), la define como una bebida que contiene un grado moderado de alcohol, esto como resultado de la fermentación y la levadura, y que dependiendo de las cantidades de ingredientes agregadas varían sus características sensoriales y fisicoquímicas (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2003). En esta definición se encuentra en el reglamento de bebidas alcohólicas, cervezas y requisitos, el mismo busca regular este sector, la calidad de cada una de las bebidas producidas en Ecuador, las normativas que deben cumplir, etc. Las leyes de regulación de bebidas alcohólicas permiten un control exhaustivo de su producción y los efectos en la salud que podrían ocasionar.

### **2.2.2. Tipos de cerveza**

La variación de la cerveza depende de diferentes factores:

#### 2.2.2.1. Según su producción

##### 2.2.2.1.1. Cerveza Industrial

Caracterizada por la automatización de la maquinaria utilizada en la elaboración de la cerveza, controlando minuciosamente los diversos factores químicos e ingredientes utilizados. Poseen una fórmula estandarizada, tiempos, métodos y procesos de elaboración que se aplican a la producción esto garantiza que cada producto tenga las mismas características. Este tipo de producción disminuye los costos de elaboración, por lo que el producto final es barato y accesibles al consumidor.

En las cervezas industriales se encuentra la de tipo “lager” que posee características refrescantes, por lo que se sirve fría. Posee tonalidades claras debido al almacenamiento que se realiza en bajas temperaturas y limpia las partículas que pudieran quedar. Otra es de tipo “ale”, es de preparación compleja, pues requiere de una variedad de levaduras que pueden fermentar con tiempos variables, es de tonalidades oscuras. Existen en el mercado diversas opciones de cervezas industriales ya sean nacionales o importadas, y debido a su presencia en el mercado son más reconocidas y elegidas que las cervezas artesanales.

#### 2.2.2.1.2. Cerveza Artesanal

Este tipo de cerveza se diferencia de la anterior por su proceso de producción, pues es netamente artesanal, cada mezcla es realizada por un cervecero experto y varía acorde a los métodos de producción empleados, las proporciones de ingredientes, los tiempos, la temperatura de hervor, la variedad de lúpulo, cebada, malta, levadura, e inclusive algunas contienen frutas, especias o hierbas, que les otorga un sabor, aroma o textura diferente. Se puede considerar que este tipo de cerveza es más saludable, debido a las frutas que se le agregan, con ello se enriquecen las vitaminas y propiedades de la cerveza resultante.

La producción de este tipo de cerveza ha sido un éxito en países europeos, lo mismo ha sucedido en países latinoamericanos. Debido al proceso de producción esta es limitada, esto en ocasiones se podría considerar una desventaja, pero gracias a la tendencia de su consumo, esto le otorga una característica de exclusividad, lo que justifica su precio. La elaboración de cada lote es diferente y ofrece a cada consumidor una experiencia sensorial nueva, aprovechando esto se han desarrollado nuevas fórmulas, y se experimenta a diario incluyendo métodos ancestrales y modernos. Por tanto, la producción artesanal otorga una oportunidad en la innovación de sabores y la generación de nuevos productos de manera constante.

Los costos de producción son elevados debido a los ingredientes que esta lleva, pero este aspecto le otorga características de ser un producto Premium, lo que genera sentimiento de autorrealización y satisfacción pues obtiene un rol de premio.

#### 2.2.2.2. Según su fermentación

##### 2.2.2.2.1. Cerveza tipo Ale

La clasificación ale responde al tipo de fermentación de la cerveza en el cual las levaduras utilizadas tienden a desplazarse hacia la superficie. Tales levaduras de superficie fermentan entre 14°C y 24° C generando un aroma más afrutado en el proceso.

Las cervezas ale tienden a ser por lo general robustas y complejas debido a su variedad de aromas frutales y de malta, y dependiendo de la mezcla de ingredientes y del proceso de maduración (Alburquerque et al., 2018).

Características de la Cerveza Ale:

- Cervezas de un sabor más robusto.
- Poseen notas afrutadas y aromáticas.
- Poseen un sabor y aroma complejos.

- Se beben entre los 7 °C y 12 °C.
- Contienen más cervezas amargas.

#### 2.2.2.2.2. Cerveza tipo Lager

“La lager utiliza levaduras de fermentación baja, entendiéndose que su proceso de fermentación ocurre en el fondo del recipiente en el que se encuentran. Generalmente son reutilizadas por almacenarse en la parte inferior” (Lafontaine y Shellhammer, 2018).

Según Suarez (2016) las cervezas lager fermentan a baja temperatura alrededor de los 0°C, tardando en madurar un periodo comprendido entre 2 a 6 meses, dependiendo de las características que se le quiera otorgar a la cerveza, tomando como tiempo mínimo 3 o 4 semanas. Acotando que, al no alcanzar el tiempo mínimo de fermentación, estas cervezas carecen del acabado de una autentica lager.

Características de cervezas Lager:

- Tienen un sabor más ligero
- Su fórmula es altamente carbonatada
- Poseen un aroma y sabor de características sutil, limpio y equilibrado
- Se beben entre los 3 °C y 7 °C.
- Son cervezas más suaves.

### 2.2.3. Factores de apreciación de la cerveza

La apreciación de una cerveza depende de varios factores; es decir, que la formula puede verse alterada por elementos externos como la temperatura a la que se sirve. A continuación, se muestran los factores que influyen en la apreciación formal de una cerveza (Gonzalez, 2017).

#### 2.2.3.1. Temperatura

Gonzalez (2017) manifiesta que la temperatura a la que debe ser servida una cerveza depende del tipo, pues al ser los componentes del aroma sustancias volátiles son susceptibles a ser eliminados debido a la baja temperatura. En el caso de las cervezas ligeras como las rubias tienen una temperatura óptima de 6°C y 8° C, mientras que las amargas poseen una temperatura óptima a los 10°C.

#### 2.2.3.2. Aspecto

Como todo alimento y bebida el aspecto es el primer factor a evaluar, el mismo influye en la decisión de consumo; por tanto, sus características deben ser agradables a la vista

**Color:** Palmer (2006) indica que a pesar de tener una materia prima similar como son los granos, varía de cerveza a cerveza debido al tratamiento, métodos aplicados y grados de tostado en la malta. Estas tonalidades pueden ir desde el dorado hasta el marrón oscuro. Para su evaluación formal se utiliza la escala EBC y SRM.

**Turbidez:** Huanco (2018) presenta que por presencia de proteínas y levaduras o infecciones por bacterias, la turbidez por proteínas puede solucionarse mediante una cocción aguda del mosto, lo que provoca la ruptura de estas, pero si se requiere pueden emplearse aditivos como pectinasas, bentonita, o carraginos. La turbidez por presencia de bacterias se produce por presencia de contaminación durante la manufacturación.

#### 2.2.3.3. Espuma

Este es un rasgo característico de las cervezas, pero como todas las características varían de un tipo a otro, por ejemplo, las cervezas a base de trigo producen espuma en cantidad y con estabilidad a diferencia de las elaboradas a base de cebada. Este rasgo es el primero en el espectro sensorial, pues se relaciona con la presencia de proteínas de los granos base para la elaboración y acumula aromas. Las propiedades de la espuma que se aprecian son: clamosidad, persistencia, densidad y adherencia, y dependen del grano (Gredos, 2013)

#### 2.2.3.4. Aroma

Según (Lafontaine y Shellhammer, 2018) en este aspecto es característico al igual que la espuma, pero varían dependiendo de los matices provocados por sustancias volátiles, que otorgan un aroma propio a cada cerveza. Los elementos que aportan las sustancias volátiles son los cereales, la fermentación y el lúpulo.

### 2.2.3. Materia prima

Aroni et al., (2015) explican cada materia prima que forma parte del proceso de elaboración de la cerveza artesanal, teniendo en cuenta los beneficios y propiedades que aportan para obtener un sabor y aroma que sea al gusto del consumidor.

#### 2.2.3.1. Agua

El 95% de la cerveza es agua, por ello, su composición es importante, ya que podría generar ventajas o desventajas en las características de la cerveza, desde su producción, su aroma y sabor, una aclaración general es que el agua empleada no debe tener cloro, pues este altera el sabor tornándolo amargo, el aroma generando olores desagradables y hasta la vida útil del producto final se acorta, provocando variaciones en el aspecto y partículas (Aroni et al., 2015).

El método más simple y de mayor en el mercado para asegurar la reducción de una gran parte de compuestos de cloro o cloraminas, sulfuro de hidrógeno u otras moléculas orgánicas dentro

del agua, es por filtración de carbón activado. Los minerales del agua también influyen en Es preciso aclarar también que los minerales presentes en el agua tienen impacto en el proceso de maceración del grano de la fórmula.

El agua influye de diversas maneras en el sabor de la cerveza, es decir que todo es resultado de un equilibrio a nivel interno. Por ejemplo, el sabor es el resultado de la armonía entre los iones, sulfato y cloro, por tanto, si el agua posee un porcentaje elevado de sulfatos se generará una cerveza más amarga y seca, pues da protagonismo al lúpulo. Por otro lado, el agua que posea cloro generará una cerveza más dulce, pues predomina la malta. El agua que posea iones de bicarbonato, refuerza el pH del mosto lo que potencia el pH de la cerveza influyendo en los sabores finales (Triplenlace, 2014).

#### 2.2.3.2. Malta de cebada

La malta de cebada es el resultado de pasar la cebada por el malteado, en el mismo se logra que el grano germine y con ello libere los azúcares que posee, los cuales son extraídos posteriormente a la preparación del mosto y son primordiales para la fermentación (Aroni et al., 2015).

##### 2.2.3.2.1. Tipos de maltas

###### 2.2.3.2.1.1. Malta Cristal

Usadas generalmente para agregarle dulzor y color a la cerveza. Guiándose por el color del producto se puede decir que, entre más clara sea la fórmula más dulce será y entre más oscura sea la tonalidad se obtendrán matices entre tostado y amargor (Brewer, 2018).

###### 2.2.3.2.1.2. Maltas Oscuras

Se tostan a elevadas temperaturas, de ello se obtienen las variantes de tonalidades chocolate y tostadas. Requieren de un trabajo complejo pues su influencia en el sabor final puede generar un elevado grado de amargor, asimismo puede cambiar el color de la fórmula (Brewer, 2018).

###### 2.2.3.2.1.3. Maltas Base

En esta clasificación se encuentran las restantes como la denominada Viena, Pilsener y Munich, que deben su nombre a las regiones en las que fueron cosechadas. También, se encuentran el trigo y el centeno (Brewer, 2018).

###### 2.2.3.2.1.4. Levadura Safale S-04

Esta levadura permite una producción de una amplia variedad de cervezas. Se caracteriza principalmente por su fermentación rápida a temperaturas entre 15 y 20°C y revelar aromas

balanceados y sutiles. Sus características son: éteres 20, alcoholes totales 274, azúcares residuales 0 g/l, floculación positiva, y sedimentación rápida (Fermentis, 2020).

#### 2.2.3.2.2. Propiedades de la malta

Rica en aminoácidos: “Los aminoácidos son la base de las proteínas, gran parte de nuestras células, músculos y tejidos están compuestos por aminoácidos teniendo gran actuación en la construcción de células y tejidos, huesos, músculos etc.” (Aroni et al., 2015, p.23).

Alto contenido en minerales: “Contribuye en la regulación hormonal y estimulación nerviosa ya que tiene alto contenido en magnesio, potasio, hierro, zinc, fósforo, sodio y calcio” (Aroni et al., 2015, p.23).

Beneficiosa para atletas y deportistas: la malta aporta grandes cantidades de energía al organismo, permitiendo la recuperación rápida de líquidos y nutrientes, por ello la malta preparada es vendida en diferentes presentaciones, sin necesidad de ser una bebida alcohólica (Alburqueque et al., 2018).

Fuente de nutrientes para las mamás durante la lactancia materna: “dado que la malta de cebada cuenta con nutrientes esenciales por ser un alimento rico en proteínas vegetales, vitaminas (sobre todo ácido fólico) y minerales” (Aroni et al., 2015, p.23).

Excelente digestivo: “la malta de cebada es más fácilmente de digerible y asimilable, asegurando la digestión de los hidratos de carbono” (Aroni et al., 2015, p.24).

Depurativo y diurético: “la malta de cebada es una excelente opción para la eliminación de toxinas acumuladas en el organismo” (Aroni et al., 2015, p.24).

#### 2.2.3.3. Lúpulo

El lúpulo genera el sabor amargo característico de la cerveza, este también facilita el equilibrio de sabores con la dulzura generada por los azúcares provenientes de la malta. Otra de las funciones del lúpulo es agregar aroma y sabor de diversas tonalidades, frutales, herbales, resinosos, terrosos, etc. Gracias a sus alfa-ácidos se generan los niveles de amargor, además tiene propiedades antisépticas lo que retarda la generación de gérmenes e incrementa la vida útil de la cerveza.

##### **2.2.3.3.1. Historia del uso del lúpulo**

La elaboración de la cerveza ha sufrido varios cambios con el paso del tiempo, un claro ejemplo es el uso del lúpulo, pues antes se empleaban las denominadas Gruits, que eran “una mezcla de hierbas y especias elaboradas con ingredientes locales” (Huanco, 2018, pág. 34).

Estas mezclas eran de uso exclusivo para algunos gremios especializados que mantenían como secreto máximo los ingredientes. La evidencia existente muestra que el cultivo del lúpulo a nivel industrial se produjo al norte de Alemania, en los siglos XII y XIII, además de que la primera exportación de cerveza lupulizada fue por parte de los alemanes en el siglo XIII (Huanco, 2018).

#### 2.2.3.3.2. Tipos de Lúpulo en el proceso de elaboración de la cerveza

Se dividen básicamente en dos grupos acordes a su función: los de amargor y los de aroma.

Los lúpulos que contienen altos niveles de alfa-ácidos se consideran de amargor, ya que se necesita una cantidad menor de ellos para alcanzar altos niveles de amargor. En cambio, aquellos lúpulos con bajos contenidos de alfa-ácidos, pero con altos niveles de aceites esenciales, se denominan lúpulos de aroma. (Huanco, 2018, pág. 35)

Los lúpulos pueden ser añadidos en etapas previas o posteriores al proceso de elaboración dependiendo de la característica que se quiere obtener en la cerveza. Mientras más temprano se le añade, proporcionará un aroma singular, mientras que la añadidura tardía, permitirá obtener un sabor y aroma a lúpulo.

##### 2.2.3.3.2.1. Lúpulos de amargor

Esto depende del tiempo en el que es añadido el lúpulo, por ejemplo, los de amargor se colocan al inicio del proceso de hervido, en el lapso de 60 minutos antes de culminar el proceso de cocción, es decir que entre más tiempo pase mayor es el grado de amargor (Aroni et al., 2015).

**Magnum:** Procede de Alemania, aporta amargor y aromas cítricos (Schönberger, 2018).

**País:** Alemania

**AA:** 12%-14%

**BA:** 4,5%-5,5%

**Opciones:** Taurus, Nugget, Hallertauer

**Estilos de cerveza:** IPA, Pilsner, ALE, Pale ALE.

**Admiral:** Es originario de Inglaterra, posee un elevado aroma cítrico, es empleado en las cervezas de fermentación al estilo inglés (Schönberger, 2018).

**País:** Inglaterra

**AA:** 13,5%-16%

**BA:** 4,8%-6,1%

**Opciones:** Cascade, Amarillo, Challenger

**Estilos de cerveza:** ALE

**Brewers Gold:** se cultiva en Inglaterra, aunque también se encuentra en Alemania y Francia. Este lúpulo aporta un elevado toque de amargor, junto a notas aromáticas frutales. Esta especie es un derivado del Bullion (Schönberger, 2018).

**País:** Inglaterra

**AA:** 7,1%-11,3%

**BA:** 3,3%-6,1%

**Opciones:** Galena, Cascade, Northern Brewer

**Estilos de cerveza:** APA, Barley wine, Bitter

**Herkules:** Es originario de Alemania y aporta un nivel elevado de amargor (Schönberger, 2018).

**País:** Alemania

**AA:** 12%-17%

**BA:** 4%-5,5%

**Opciones:** Warrior, Taurus

**Estilos de cerveza:** ALE, IPA

**Northern Brewer:** Desarrollado en Inglaterra, se ha difundido a varios países como Alemania, España y Bélgica. Posee un fuerte amargor y notas herbales (Schönberger, 2018).

**País:** Inglaterra

**AA:** 6%-10%

**BA:** 3,5%-5%

**Opciones:** Chinook

**Estilos de cerveza:** Porter, Pale ALE

#### 2.2.3.3.2.2. Lúpulos de sabor

Para obtener un sabor agradable el lúpulo debe ser añadido en un lapso de 20 a 40 minutos antes de que termine el proceso, esto libera los sabores de los aceites de lúpulo (Aroni et al., 2015).

**Dorado:** Se cultiva en Estados Unidos, y posee notas bastante frutales como manzana, pera, uva, cereza, naranja, etc. Es equilibrado respecto a las características de aroma y amargor (Schönberger, 2018).

**País:** USA

**AA:** 14%-16%

**BA:** 7%-8%

**Opciones:** Simcoe, Galena

**Estilos de cerveza:** IPA, APA

**Aramis:** Elaborado en Francia, posee notas especiadas como cítricas (Schönberger, 2018).

**País:** Francia

**AA:** 7,9%-8,3%

**BA:** 3,8%-4,5%

**Opciones:** Strisselspalt

**Estilos de cerveza:** Saison, ALE, Pilsner

**Calypso:** Posee aromas cítrico y frutal como notas de manzana, pera, etc. (Schönberger, 2018).

**País:** USA

**AA:** 12%-14%

**BA:** 5%-6%

**Opciones:** Galena, Clúster

**Estilos de cerveza:** Pale ALE, Wine

**Centennial:** Aporta notas cítricas, florales y de especias. es un derivado de la mezcla entre Golding, Bavarian y Golden Brewers (Schönberger, 2018).

**País:** USA

**AA:** 9,5%-11,4%

**BA:** 3,5%-4,4%

**Opciones:** Columbus, Cascade

**Estilos de cerveza:** ALE

**Cluster:** Fue popular en la década de los 70. Posee un nivel elevado de estabilidad en almacenaje. Aporta a la cerveza notas florales y de especias (Schönberger, 2018).

**País:** USA

**AA:** 5,5%-9%

**BA:** 4%-6%

**Opciones:** Galena, Heroica

**Estilos de cerveza:** ALE, IPA, Lager

#### 2.2.3.3.2.3. Lúpulos de aroma

Esta característica se obtiene al añadir el lúpulo en el momento final de la cocción, pues sus aceites esenciales son volátiles, así que, con esto, se minimiza el tiempo para disminuir su evaporación y se optimiza su efecto.

**Cascade:** Es descendiente de una combinación rusa e inglesa, se cultivó de manera experimental en Estados Unidos a fines de los 60's. El interés por el mismo no era elevado, debido al aroma afrutado que poseía, este se compraba como sustituto de una variedad europea típica, pero los cerveceros no quedaron satisfechos con su intenso aroma y sabor, así que fue desapareciendo. En los 80's la nueva generación de cerveceros artesanales descubrió esta variedad, lo que impulsó su cultivo e incluso ha superado variedades amargas importantes. Esta variedad no solo se cultiva en Estados Unidos, sino en Alemania, Australia, Inglaterra, Nueva Zelanda y Austria. Dependiendo de la zona en que se cultive y el año, el aroma varía; por ejemplo, la americana tiene notas cítricas, de grosella negra y pomelo. Las australianas y neozelandesas poseen intensidad afrutada de piña, frambuesa y melocotón. Las alemanas poseen notas de frutas verdes y cítricas. La English Cascade es débil en los aromas afrutados por ello aporta notas herbáceas o amaderadas (Schönberger, 2018)

**País:** USA

**AA:** 4,5%-8,9%

**BA:** 3,6%-7,5%

**Opciones:** Amarillo, Columbus, Ahtanum

**Estilos de cerveza:** Porter, IPA, Apa

**Amarillo:** Es cultivada en Estados Unidos, es una especie relativamente nueva pues es una mutación de otra especie. Su aroma y sabor es dulce, poseyendo notas de melocotón, melón, albaricoque. También posee aromas amaderados y cítricos, pero no fuertes (Schönberger, 2018).

**País:** USA

**AA:** 8%-11%

**BA:** 6%-7%

**Opciones:** Cascade, Summer, Ahtanum

**Estilos de cerveza:** IPA, ALE

**Citra:** Se cultiva en Estados Unidos y posee aromas tropicales, junto a sabores cítricos. Es conocido por ser híbrido de Golding, Hallertauer, Tettnanger (Schönberger, 2018).

**País:** USA

**AA:** 10,5%-14%

**BA:** 3%-4,5%

**Opciones:** Mosaic, Simcoe, Cascade

**Estilos de cerveza:** ALE, IPA

**Simcoe:** Esta variedad es similar a Amarillo, Chinook y Citra. Posee aromas frutales de piña y resinosos, además de arándanos, cítricos, maracuyá y grosellas. Estas son especiales en las cervezas de tipo IPA. También, ofrece un alto amargor en las cervezas de estilo tostado (Schönberger, 2018).

**País:** USA

**AA:** 12%-14%

**BA:** 4%-5%

**Opciones:** Summit

**Estilos de cerveza:** IPA, ALE, Brown ALE

**Chinook:** Es una variedad amarga y su cultivo se ha incrementado debido al crecimiento de las cervezas artesanales. Los aromas que presentan

**Centenario:** Es la segunda más cultivada en Estados Unidos, derivada de Brewers Gold. Posee propiedades aromáticas similares a las de Cascade, pero no presenta notas cítricas. Y los aromas afrutados de frambuesa se revelan en primer plano y los aromas de especias y madera son más intensos (Schönberger, 2018).

**País:** USA

**AA:** 9,5%-11,4%

**BA:** 3,5%-4,4%

**Opciones:** Columbus, Cascade

**Estilos de cerveza:** ALE

Además de esta existe otra categorización considerando su origen:

- Lúpulos nobles: tienen su origen en el centro de Europa, y poseen una subclasificación con cuatro tipos: los Hallertau, Tettnang, Spalt y checo Saaz. La función principal de estos es otorgar un nivel suave de amargura y aroma herbal- floral. Son los más caros pues, además pueden agregar notas de pimienta negra.
- Lúpulos ingleses: este tipo se caracteriza por tener bajos niveles de alfa-ácidos, los más destacados del grupo son: East Kent, Fuggles y Golding. Estos lúpulos generan aroma herbal, floral, césped, frutal o terroso.
- Lúpulos americanos: generan aroma y sabor frutales, cítricos, especiados y resinosos, con ligeras notas de pino o pomelo. Esta variedad tiene características duales es decir que agrega sabor y aroma, por ello, son el principal ingrediente de cervezas del tipo IPA (Huanco, 2018).

#### **2.2.3.3.3. Funciones del lúpulo**

- Amargor: el grado de amargor depende de la cantidad de lúpulo, este es agregado en el momento de la cocción y genera mayor o menor grado gracias al nivel de alfa-ácido.
- Sabor: algunos lúpulos carecen de amargor y aroma, por lo que son empleados para dar sabor a la cerveza.
- Aroma: los lúpulos de poseen una concentración de amargor y sabor baja son utilizados para dar aroma y este incrementa o disminuye gracias al tipo de lúpulo o cantidad del mismo.
- Conservación: el lúpulo también aporta a prolongar el tiempo de vida de la cerveza, pues es un bactericida (Huanco, 2018).

#### **2.2.3.3.4. Composición química del lúpulo**

Los lúpulos se diferencian por sus ácidos alfa, correspondiendo a sustancias amargas y aceites naturales del lúpulo, siendo los ácidos el 20% de materia y los aceites el 4%.

Los ácidos alfa se convierten en ácidos iso-alfa por isomerización durante la cocción, estos tienen un sabor amargo y son mucho más solubles en la cerveza que lo ácidos alfa. Esta transformación es más rápida a temperaturas elevadas, pero se debe cuidar el tiempo al que son sometidas y la temperatura pues las sustancias amargas pueden descomponerse nuevamente. Tradicionalmente el tiempo de cocción del mosto era de 120 minutos, pero en la actualidad se emplean 60 minutos o menos (Schönberger, Hopfen: ¿Cómo entra en la cerveza?, 2018).

**Tabla 1.** Composición química del lúpulo

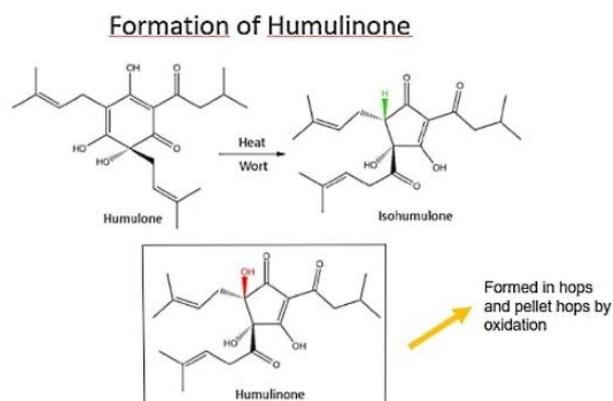
Ingredientes	Porcentaje %
Agua	10,00
Resina total	15,00
Aceite esencial	0,60
Taninos	4,00
Monosacáridos	2,00
Pectina	2,00
Aminoácidos	0,40
Proteínas (N6,25)	15,00
Lípidos y ceras	3,00
Ceniza	8,00
Celulosa Lecnina	40,00
Total	100,0

Fuente: Hough, (1990)

Elaborado por: Huanco, (2018).

### 2.2.3.3.5. Amargor de la cerveza

Los lúpulos en la cerveza agregan el amargor de la misma, también son los encargados del aroma y sabor; por ejemplo, para la cerveza de tipo IPA es básicos, pues le otorga sus características sensoriales clásicas. Las variedades de lúpulo son amplias y cada una posee su propio perfil, ya sea enfocado a tonos frutales, herbales, especiados, terrosos, etc. La explotación de sus bondades no depende únicamente de la cantidad de lúpulos, sino del método empleado para añadirlos.

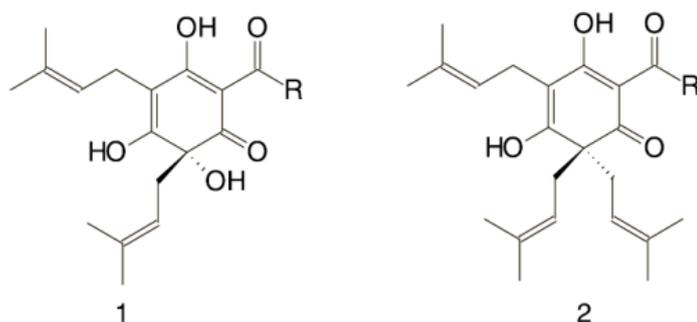


**Figura 1.** Isomerización

Fuente: Bellasai (2018)

“Los compuestos de la hoja de lúpulo llamados ácidos alfa (principalmente humulona) se someten a isomerización para la producción de ácidos- $\alpha$  (isohumulona) que agregan amargor y equilibran el sabor naturalmente” (Bellasai, 2018, párr.1).

“La estructura química de las resinas del lúpulo es compleja. Entre los componentes de dichas resinas se encuentran los denominados  $\alpha$ -ácidos y  $\beta$ -ácidos, de los cuales los  $\alpha$ -ácidos representan entre el 12% y 15% según el tipo de lúpulo” (Suárez, 2013, p.21).

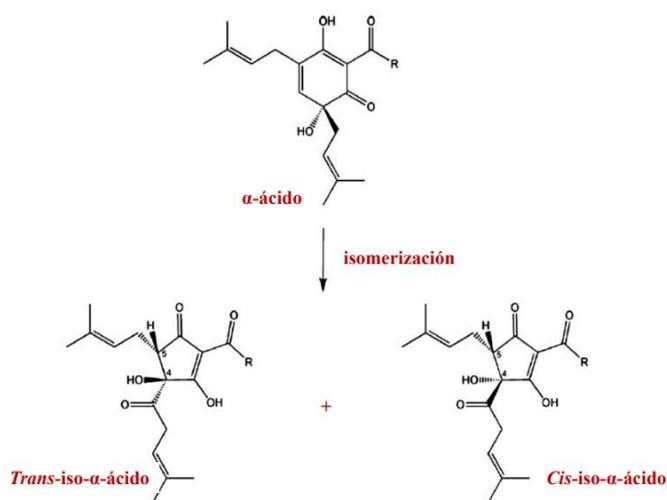


**Figura 2.** en la representación 1 se encuentran los  $\alpha$ -ácidos y en la representación 2 el  $\beta$ -ácidos

Fuente: Suárez (2013)

Los  $\alpha$ -ácidos se localizan de forma elevada en el mosto y en menor medida en la cerveza. Esto se genera dado que en la ebullición del mosto se provoca una isomerización térmica de los  $\alpha$ -ácidos a iso- $\alpha$ -ácidos, mostrados en la figura 3.

La isomerización en la ebullición no es eficiente: no más de un 50% de los  $\alpha$ -ácidos se isomerizan y menos del 25% del potencial de amargor original se mantiene en la cerveza. Estos iso- $\alpha$ -ácidos son más solubles ( $pK_a=3$ ) que los ácidos originales del lúpulo ( $pK_a=5,5$ ) y son intensamente amargos. Asimismo, en función del carácter hidrofóbico tienen una influencia favorable en la estabilidad de la espuma, por ello trans-isohumulonas están presentes en la espuma en mayor proporción que cis-isohumulonas debido a su menor carácter hidrofóbico. (Suárez, 2013, p.22)

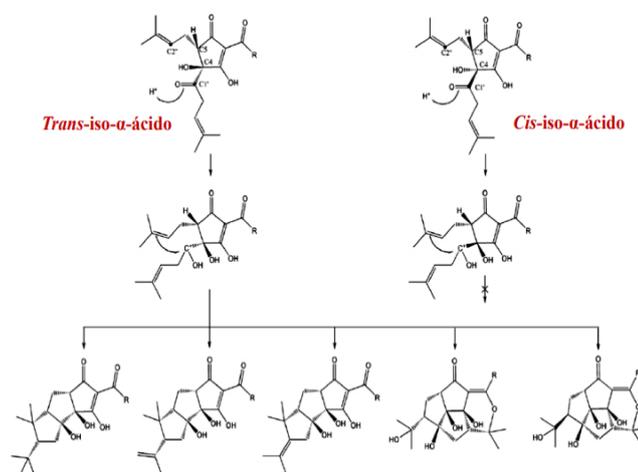


**Figura 3.** Conversión de  $\alpha$ -ácidos a iso- $\alpha$ -ácidos

Fuente: Suárez (2013)

El envejecimiento de la cerveza se genera por una depreciación de los grados de trans-iso- $\alpha$ -ácidos a la vez que el isómero cis persiste estable. En esto la temperatura también afecta la atenuación de los iso- $\alpha$ -ácidos.

Así, los trans-isómeros disminuyen rápidamente cuando la temperatura del almacenamiento es de 40°C, disminuyen de manera lenta a 25°C y no se presencia cambios cuando se almacenan a 0°C. En cambio, los cis-isómeros no varían sustancialmente a 0°C o a 25°C y disminuyen ligeramente cuando la cerveza se almacena a 40°C. La proporción de isómeros cis/trans es similar para una variedad de cervezas con lúpulos de variedades diferentes; sin embargo, la relación cis/trans difiere entre cervezas durante el almacenamiento debido a la disminución del isómero trans mientras el isómero cis se ve menos afectado. Como se observa la figura 4, los trans-iso- $\alpha$ -ácidos se degradan en productos tri y tetra cíclicos, mientras que para los cis-iso- $\alpha$ -ácidos no se puede aplicar el mismo mecanismo. (Suárez, 2013, p.23)



**Figura 4.** Degradación de trans-iso- $\alpha$ -ácidos

Fuente: Suárez (2013)

Los umbrales de amargor de los compuestos de degradación se encuentran en un rango de 1,7 a 25,6 mg L dependiendo de su estructura química. Por ejemplo, mientras las triciclohumolonas y las iso-triciclohumolonas producen un amargor duradero para concentración umbral tan bajas como 1,7 y 2,5 mg, respectivamente, el tetraciclohumolonol tiene una concentración umbral de 25,6 mg. (Suárez, 2013, p.24)

#### 2.2.8.1. Factores que influyen en el amargor de la cerveza

- El tiempo que el lúpulo se mantiene hirviendo
- La temperatura y vigor del hervor

- El tamaño y geometría del hervidor
- La densidad del mosto
- La forma del lúpulo usado
- El porcentaje de alfa-ácidos de la cepa
- El pH del mosto que sin duda está vinculado al tipo de agua (Beer lifestyle, 2019)

Como se observa existen algunos factores además del lúpulo que intervienen en el grado de amargor de la cerveza, todos estos deben considerarse al momento de la preparación, es así que existen algunos métodos para añadir el lúpulo al mosto (Aroni et al., 2015).

#### 2.2.3.4. Levadura

“La levadura es la única especie capaz de crecer y reproducirse sin necesitar de oxígeno para sobrevivir. La levadura usada para la elaboración de la cerveza es *Saccharomyces cerevisiae* que forma parte del Reino Fungi (Reino de los hongos)” (Aroni et al., 2015, p.25). Por tanto, es la encargada de la fermentación de la cerveza, metaboliza el azúcar de la malta transformándolos en CO<sub>2</sub> y alcohol. Al ser un organismo vivo responde a los cambios del medio en el que se encuentra, y dependiendo de ello se obtiene un desempeño y características sensoriales únicas para cada fórmula.

La levadura posee algunos beneficios para la salud, es una fuente rica en vitamina B, por ello reduce los niveles de colesterol. También, aporta potasio, hierro, fosfato, cobre, níquel, zinc y magnesio. Finalmente, favorece el cuidado de la flora intestinal por lo que es eficaz en contra del estreñimiento (Quiroga, 2018).

##### 2.2.3.4.1. Tipos de levadura

Principalmente se emplean dos tipos de levadura, Ale o de alta fermentación y Lager o de baja fermentación, las mismas se diferencian por su temperatura de fermentación y ambas generan distintos aromas y sabores.

##### 2.2.3.4.1.1. Levadura Ale (*Saccharomyces cerevisiae*)

Esta levadura fermenta entre los 18 y 24 °C, generando subproductos que modifican el sabor y aroma, esto produce compuestos denominados ésteres, que provocan aromas y sabores frutales definidos. En función de esto existen diversas cervezas de este tipo: albiel, porters, ales, de trigo, stouts y kölsch (Aroni et al., 2015).

#### 2.2.3.4.1.2. Levadura Lager (*Saccharomyces pastorianus*)

Esta levadura fermenta entre los 7 y 12 °C, lo que les otorga la capacidad de fermentar cadenas de azúcares largas, característica que no poseen las Ale. Pero la producción de ésteres es menor a las de Ale, lo que genera perfiles sensoriales neutros en la cerveza. Esto provoca que haya menos variedad en cervezas de este tipo; sin embargo, la cerveza Lager alemana es una representante de esta familia, el nombre significa almacenar y gracias a su fermentación neutra se puede apreciar los demás ingredientes.

#### 2.2.3.4.1.3. Levadura SafAle S-04

Levadura de cerveza de origen inglés seleccionada por su perfil de fermentación rápida. Produce notas frutales y florales equilibradas. Dado su poder de floculación, propende a generar cervezas con un grado elevado de claridad. Perfecta para una amplia gama de Ales americanas e inglesas, integra las cervezas con elevado contenido de lúpulo, y está específicamente adecuada a cervezas dispuestas en barrica y fermentadas en tanques cilíndricos cónicos. Ingrediente levadura (*saccharomyces cerevisiae*), emulgente: E491 (Monoestearato de sorbitán). Ésteres totales bajos, Alcoholes superiores totales medios, atenuación aparente de 74 a 82%, sedimentación rápida, tolerancia (ABV) de 9 a 11%. La mejora continua de la producción de levadura provoca una calidad singular de levaduras secas con la capacidad de soportar una amplia gama de usos, integra condiciones de frío o nula rehidratación, sin afectar su viabilidad, perfil cinético o analítico. Los cerveceros pueden elegir las condiciones de uso que mejor se adapten a sus necesidades. (Fermentis, 2019)

#### 2.2.3.4.2. Subproductos de las levaduras para la cerveza

Algunos subproductos generados en la fermentación también cambian las características de la cerveza. Esto se detallan a continuación:

- Acetaldehído (aroma a manzana verde)
- Diacetilo (sabor y aroma mantecoso)
- Sulfuro de dimetilo (sabor y aroma a maíz dulce)
- Clavo (con notas picantes)
- Frutal (sabor y aroma a plátano, fresa o manzana)
- Medicinal (notas fenólicas)
- Solvente (reminiscente a la acetona)
- Sulfuro (reminiscente a huevos podridos) (Aroni et al, 2015, p.25)

No todos estos productos se requieren en la elaboración final de la cerveza, por ello, se requiere de un trabajo complejo y detallado para eliminarlos.

#### **2.2.4. Proceso de elaboración**

##### 2.2.4.1. Proceso de elaboración de cerveza artesanal

La elaboración de la cerveza requiere de algunos recursos y es un proceso que varía acorde a cada cervecería y las características de la cerveza, pues una cerveza que incluya fruta en su preparación es diferente a una que no posea alcohol. Por tanto, cada proceso es único a pesar de ello, a continuación, se muestra un proceso estándar que puede adaptarse a las necesidades de cada organización.

##### 2.2.4.1.1. Etapas del proceso de elaboración

Todo proceso de elaboración de productos de consumo humano requiere de normativas y reglamentos que aseguren la calidad y seguridad del consumidor, en Ecuador existen algunos organismos que se encargan de este control:

- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros
- Instituto Ecuatoriano de Normalización
- Agencia Nacional de Regulación, control y vigilancia Sanitaria
- Dirección provincial de salud
- Servicio de Rentas Internas

Estos organismos están encargados de controlar los procesos y los pormenores de una entidad.

#### **Fases del proceso**

##### 2.2.4.1.1.1. Procesamiento de la malta

El inicio del proceso se da con la obtención de la malta, para ello, se debe seleccionar el grano, germinarlo y tostarlo. Este proceso se realiza en bodegas especiales, las cuales deben cumplir un sinnúmero de estándares de control para asegurar la etapa inicial del proceso.

La selección del grano consiste en elegir el grano que posean una textura homogénea, para evitar contratiempos en el siguiente paso. El germinado del grano parte con el remojo de los granos, el objetivo es alcanzar la humedad que genere la germinación del grano. En esta etapa es recomendable el uso de cal en el primer remojo para asegurar una limpieza profunda. El tiempo de espera varía, pero se encuentra en un estimado de 3 a 5 días cuando se obtenga un brote de determinado tamaño, para asegurar un crecimiento homogéneo se debe revolver

esporádicamente. En este paso se obtiene la transformación del almidón. Una vez concluido este proceso se debe secar el grano con aire caliente y se procede al tostado del mismo para obtener la malta básica, el tiempo de tostado depende de la fórmula de la cerveza, siendo esta oscura o clara.

#### 2.2.4.1.1.2. Limpieza y esterilización de los ingredientes

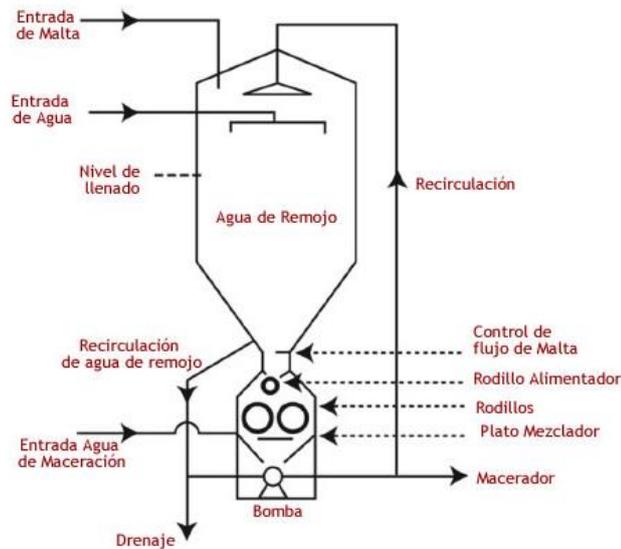
Todos los ingredientes, la levadura, el lúpulo, la malta requieren de procesos de limpieza para asegurar la calidad y eliminar impurezas de los mismos. La malta y los cereales pasan por una serie de tamices, los lúpulos también pasan por un proceso de limpieza y el agua debe normalizarse, concentrando solo cloruro, calcio y sulfato, para evitar alteraciones en la fórmula.

#### 2.2.4.1.1.3. Molido de malta

La relevancia de la molienda se encuentra en que a ella está sujeta la eficiencia de sustraer el azúcar capturado en el grano, tarea que ejecutan las enzimas en el proceso de maceración. Incide también en el proceso de filtrado del mosto en el lavado del grano. El proceso implica encoger el interior del grano en fragmentos más pequeños para mantener la cáscara intacta. (Revista Mash, 2008)

Al final del proceso entre más pequeño sea el grano mayor superficie del mismo se expondrá al actuar de las enzimas responsables de la transformación del almidón; por consiguiente, la extracción de azúcares será más eficiente. Pero esto no significa que se transforme en harina dado que junto al agua se convertirá en una masa que imposibilitará la filtración y circulación del mosto. Es importante también que la cascara quede entera dado que permite la correcta circulación del mosto, por ello los porcentajes aproximados para una adecuada molienda deben ser 30% cáscara, de 10 a 20% grano grueso, de 20 a 30% grano fino, y de 20 a 30% harina.

Existen algunas formas de moler la malta, como palo de amasar, licuadora, molinos, rodillos, etc. El método más usado es la molienda húmeda, está compuesto por dos rodillos juntos (0,35-0,45mm). La malta se remoja en una tolva ubicada encima del molino para elevar su humedad alrededor del 30%. Esta molienda tiene la ventaja de generar un resultado de combinación de cascara entera y gránulos más pequeños de endospermos para apresurar el macerado y obtener extractos más altos. (Revista Mash, 2008)



**Figura 5.** Molienda húmeda

Fuente: Revista Mash (2008)

#### 2.2.4.1.1.4. Maceración de la malta

Los anteriores ingredientes ya poseen una textura harinosa, así que se procede a introducirlos en grandes recipientes con agua, esto activa las reacciones encargadas de hidrolizar el almidón. Las cantidades de agua y malta dependen de la fórmula a preparar. A esta mezcla se le aplica temperatura para hervirla durante una hora generalmente. Además, se le añaden los ingredientes necesarios para la fórmula y se revuelve hasta obtener una textura uniforme. Esta mezcla debe pasar por varias etapas con el fin de obtener una líquido de color claro y sabor azucarado, conocido como mosto.

En la tabla a continuación se observan los rangos óptimos de temperatura que impulsan las enzimas.

Enzima	Rango Optimo de Temperatura	Rango Optimo de PH	Función
Fitasa	30 – 52°C	4.4 – 5.5	Baja el PH del Mosto. Actualmente no es utilizado.
Beta Glucanasa	36 – 45°C	4.5 – 5.0	Reduce la viscosidad del mosto, y mejora la clarificación.
Peptidasa	46 – 57°C	4.6 – 5.2	Produce Amino Nitrógeno Libre (FAN), que es esencial para la levadura y la fermentación.
Proteasa	46 – 57°C	4.6 – 5.2	Rompe proteínas grandes y reduce la turbiedad.
Beta Amilasa	54 – 65°C	5.0 – 5.6	Produce azúcares cortas, altamente fermentables.
Alpha Amilasa	68 – 75°C	5.3 – 5.8	Produce azúcares de larga cadena, poco fermentables, que agregan cuerpo a la cerveza.

**Figura 6.** Temperaturas de maceración

Fuente: García (2013)

#### 2.2.4.1.1.5. Filtrado y cocción del mosto

El mosto requiere ser filtrado con el objetivo de eliminar impurezas como malta remojada o restos que obstruyan la fermentación. Este mosto se introduce en una olla o en un sistema de macerado y cocción automática para limpiarlo de bacterias o contaminantes mediante la ebullición del mismo. En este momento se elige el período para añadir el lúpulo, esta decisión tiene influencia en el aroma, el sabor y el grado de amargor. El mosto resultante se enfría a una temperatura entre 15°C y 25°C para el posterior proceso de fermentación.

El Whirlpool es una técnica de limpieza y clarificado del mosto hervido, es bastante sencilla y se puede ejecutar de manera mecánica o manual. La actividad principal es girar el mosto una vez que se haya incluido el lúpulo, a modo que gracias a la fuerza centrífuga el lúpulo se concentre en el centro, generando un cono. Para extraer el mosto, se emplea el sifón y se evita que caigan restos del lúpulo al realizar el vaciado de manera calmada. (Smooth, 2016).

#### 2.2.4.1.1.3. Fermentación

El mosto es introducido en tanques junto con la levadura, esto provoca que el azúcar se transforme en alcohol, esta acción genera calor por lo que debe estabilizarse la temperatura del tanque. La fermentación está influenciada por algunos factores como: el tipo de levadura y la

cantidad a emplear, la composición y pH del mosto, y la temperatura y presión de la fermentación (Aroni et al., 2015). Obteniendo como resultado la fermentación alta y baja.

**Fermentación alta:** la temperatura empleada es elevada entre 15°C y 25°C. Las células de la levadura son pequeñas, lo que provoca que las burbujas del CO<sub>2</sub> permanezcan en la parte superior del tanque. Esta elevada fermentación genera cerveza del tipo Ale. Esta fermentación tiene una duración de 4 a 6 días.

**Fermentación baja:** es provocada por la reacción de la levadura y el mosto que se encuentra a una baja temperatura de 6°C a 10°C, las células de esta levadura son más grandes, por lo que se acumulan en el fondo del tanque. La velocidad de trabajo de este tipo de fermentación es lenta y toma de 1 a 3 semanas, este tiempo le otorga el nombre a la cerveza lager, pues la traducción de este nombre es almacén, es decir que deben ser almacenadas.

#### 2.2.4.1.1.3. Segunda Fermentación

En algunos casos se requiere de dos etapas de reposo y acabado, durante el reposo se hace una segunda fermentación. El paso de reposo termina en la temperatura de 2 a 3°C y en acabado se puede enfriar a 1°C, proceso que puede durar 2 a 3 meses. Esta tiene el objetivo de dejar sedimentar en forma natural la materia amorfa y la levadura que aún tiene la cerveza, refinación del sabor por eliminación de las sustancias volátiles que causan el sabor verde, separación por precipitación de los compuestos que se forman al ser enfriada la cerveza. (Luján & Vásquez, 2010, p.128)

Una vez terminada la fermentación y comprobado que el sedimentado de los subproductos de la levadura, se traspa la mezcla a un fermentador secundario con la misma capacidad con el objetivo de clarificar la cerveza. en el caso del Dry Hopping se introduce lúpulo para obtener un amargor, sabor y aroma superior.

#### 2.2.4.1.1.4. Carbonatación

En esta etapa se agrega Co<sub>2</sub> para aumentar el grado de espuma y gas. Para el proceso de absorción y difusividad del gas se ejecuta el proceso a una temperatura de 8°C a 14°C, en la segunda fermentación también se busca una buena mezcla de líquido y gas.

#### 2.2.4.1.1.5. Embotellado

El llenado de cerveza emplea el sistema de sifón para el llenado de botellas, evitando el escape de producto y presión.

### **2.2.4.1.2. Métodos de lupulación**

El renacimiento de la cerveza artesanal en diferentes partes del mundo ha generado la necesidad de ser creativos, para ello se ha recurrido al empleo de métodos para la mejora y variación de las características de sus cervezas, en este caso se detallan los métodos de adición del lúpulo lo que permite manipular el perfil de sabores y aromas.

#### **2.2.4.1.2.1. Boil Additions o Adiciones de ebullición**

La decisión de agregar el lúpulo en diferentes puntos de la ebullición juega un papel importante para el control y variación del sabor, aroma y grado de amargor. Es decir que, si se agrega el lúpulo al inicio de la ebullición se potenciará el amargor de la mezcla, pero si se agrega en los últimos momentos de la cocción se favorece el aroma y sabor que desprende el lúpulo. Esta tendencia ha generado diferentes variantes donde se duplican o triplican los saltos de adición tardíos (Wolfe, A study of factors affecting the extraction of flavor when dry hopping beer, 2012).

#### **2.2.4.1.2.2. First Wort Hopping o Primer salto de mosto**

Este método consiste en tomar una parte del lúpulo de ebullición, se agrega a la tetera antes de que comience a hervir, esto debería generar un amargor equilibrado. Pero es cuestionado su efecto pues quienes han realizados experimentos manifiestan que se nota el efecto mientras otras personas alegan que no es así (Wolfe, A study of factors affecting the extraction of flavor when dry hopping beer, 2012).

#### **2.2.4.1.2.3. Mash Hopping o Salto de puré**

Esta técnica ha sido redescubierta con el crecimiento de la elaboración de cervezas caseras, consiste en añadir el lúpulo en el macerado, lo que genera perfiles de sabor y aroma inigualables y difíciles de conseguir con otros métodos de adición (Beer lifestyle, 2019).

#### **2.2.4.1.2.4. Hopbacking**

Este método consiste en el empleo de un dispositivo por el que fluye el mosto caliente en forma lineal, a través de un recipiente que contiene una adición de salto. Después se procede a dejar que el hopback se enfríe, pero no se reintroduce a ebullición, sino que va directamente al fermentador. El efecto principal de usar un hopback es que el mosto se calienta y libera aceites delicados que proporcionan aroma y los mantendrá encerrados en el mosto a medida que se enfría sin permitir que se disipen en el aire (Wolfe, A study of factors affecting the extraction of flavor when dry hopping beer, 2012).

#### 2.2.4.1.2.5. Dry Hopping o Salto en seco

Consiste en agregar lúpulos a la cerveza, después de que se completa la primera etapa de la fermentación, es decir poco antes del envasado. Los horarios de saltos en seco varían de unos pocos días a siete a diez días. A diferencia de los dos últimos métodos, tanto los cerveceros caseros como los cerveceros comerciales prueban y prueban el salto en seco para que sea extremadamente efectivo al enviar su aroma a lúpulo por el techo (Wolfe, A study of factors affecting the extraction of flavor when dry hopping beer, 2012).

#### 2.2.4.1.2.6. Hop Randall

Un Randall es un dispositivo que se llena con lúpulo, y cuando la cerveza se transfiere al grifo para servir la bebida, se fuerza a través de los lúpulos y se filtra nuevamente para eliminar las partículas de lúpulo que llegan a su vaso. Esto es común que en los festivales de cerveza se presente esta modalidad. Este método no es muy práctico para una comercialización masiva, por lo que se emplea en barbacoas o fiestas (Wolfe, A study of factors affecting the extraction of flavor when dry hopping beer, 2012).

#### 2.2.4.1.2.7. Late Hopping o Salto Tardío

Este proceso consiste en añadir los lúpulos en la última parte de la ebullición, específicamente dentro de los 30 minutos antes de apagar el fuego. “Esto genera que los ácidos amargos se isomericen del lúpulo al mosto, pero los aceites volátiles responsables del sabor y aroma se evaporan y se pierden, lo que genera bebidas aromáticas” (Beer& Brewing, 2020).

Generalmente los lúpulos empleados en este método se han cultivado específicamente con propiedades aromáticas excepcionales, los aceites encargados de esto constituyen el 0,5% al 3% del peso del lúpulo, esto a su vez están compuestos por hidrocarburos y la fracción oxigenada; sin embargo, los principios activos se encuentran en la fracción oxigenada. (Beer y Brewing, 2020).

Se debe tomar en cuenta que al añadir el lúpulo de manera tardía se sigue agregando amargor, inclusive con el fuego apagado, pero este amargor es agradable. Por ello, si se requiere añadir mejoras de aroma o sabor se requieren cálculos exactos del tiempo y los lúpulos añadidos. Otro aspecto a considerar en el late hopping es la frescura del lúpulo, pues la misma puede generar un sabor a hierba en la cerveza y el agua debe poseer bajos niveles de carbonato, para evitar esta misma cuestión. Una recomendación es la aplicación conjunta del late hopping con el dry hopping, pues los dos generan cervezas con aromas intensos de lúpulo.

### **2.2.5. Composición de la cerveza y efecto en la salud**

La elaboración de las cervezas y los ingredientes generan como resultado varias composiciones. De ellas en el plano sanitario y saludable, las más recomendables son las que incluyen frutas en su proceso. La más reconocida es la cerveza Kriek, es de color rojizo, pues es elaborada a base de cereza. También se emplea la grosella, durazno, frambuesa, manzana, entre otras frutas. Esto además de otorgar un sabor afrutado a la cerveza, la enriquece con antioxidantes que favorecen el retardar los signos del envejecimiento, reducen las tendencias inflamatorias, disminuyen los riesgos de alergias y el apareamiento de enfermedades vinculadas a la edad (Curtay y Razafimbelo, 2016).

El consumo moderado de cerveza genera algunos beneficios como: protección del sistema cardiovascular, dependiendo del tipo de cerveza esta disminuye el colesterol malo e incrementa ligeramente el colesterol denominado bueno. Asimismo, gracias a su contenido de vitaminas B<sub>9</sub> y B<sub>6</sub> otorga una protección contra enfermedades tromboembólicas. Otro de los beneficios es el incremento de la motilidad gastrointestinal y digestivo, esto activa el vaciado estomacal, lo que a su vez genera una mayor cantidad de secreción del ácido clorhídrico, favoreciendo una digestión adecuada y saludable.

La cerveza es rica en vitaminas, especialmente B, B<sub>9</sub>, B<sub>6</sub> y B<sub>2</sub> las cuales son necesarias para el aprovechamiento de la energía. También posee minerales, aminoácidos, fitoestrógenos, y la malta beneficia la lactancia, por lo que una cerveza elaborada a base de malta y sin alcohol puede recomendarse a mujeres lactantes. Cabe destacar que las cervezas oscuras poseen un elevado grado de caramelo, en forma degradada, lo que genera a su vez problemas como debilitar el sistema inmunitario e incrementa los riesgos de cáncer; por ello, se recomienda el consumo de cervezas rubias o enriquecidas con frutas.

## III. METODOLOGÍA

### 3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

#### 3.1.1. Enfoque

Gómez (2006) manifiesta que este tipo de enfoque emplea la recolección de información para responder preguntas investigativas y experimentar con hipótesis planteadas, se basa en el uso de la estadística y el conteo numérico. El proyecto de investigación tiene un enfoque cualitativo como cuantitativo, ya que presenta una característica causa-efecto e involucra procesos de estudio numérico resultantes de respuestas sensoriales.

#### 3.1.2. Tipo de Investigación

Bibliográfica: se basó en fuentes de revistas científicas, libros y tesis de gran interés con el fin de fundamentar las variables relacionadas a la investigación.

Experimental: se utilizaron métodos y se controló las condiciones durante todo el proceso de elaboración.

Descriptiva: permitió establecer una descripción completa y se midió las características resultantes de los métodos planteados.

Explicativa: también se establecieron las causas y efectos de un resultado en concreto y se logró usar diferentes metodologías, como la correlacional y experimental.

### 3.2. HIPÓTESIS

**H<sub>0</sub>:** La metodología de adición del lúpulo no influye en las características fisicoquímicas y sensoriales de una cerveza artesanal estilo India Pale Ale.

**H<sub>a</sub>:** La metodología de adición del lúpulo influye en las características fisicoquímicas y sensoriales de una cerveza artesanal estilo India Pale Ale.

### 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Variable independiente:** Método de adición de lúpulo

**Variable dependiente:** Análisis físico químico y perfil sensorial de la cerveza artesanal.

**Tabla 2.** Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
VI: Método de adición de lúpulo	Tipos de métodos de adición de lúpulo.	M1: Boil hopping M2: Dry hopping M3: Mash hopping	Lupulación tardía. Lupulación en cocción Lupulación en maceración	(Steele, M, 2013)
VD: Perfil y evaluación sensorial de una cerveza artesanal y análisis fisicoquímico.	Análisis Físicoquímico	Ph Densidad Grado alcohólico IBU Aroma Apariencia	NTE INEN 2262 Método volumétrico NTE INEN 2262	Potenciometría Densimetría Alcoholímetro Software
	Perfil sensorial de una cerveza	Sabor Sensaciones en boca Impresión general	Prueba descriptiva convencional	Beer Judge Certification Program
	Evaluación sensorial	Color Olor Amargor Cuerpo Sabor	Evaluación sensorial mediante una prueba hedónica de 5 puntos	Cedeño,G, Mendoza,J.2016

**Nota.** Variable dependiente y variable independiente. Indicadores y técnicas para la operacionalización de variables.

### **3.4. MÉTODOS UTILIZADOS**

#### **3.4.1. Análisis sensorial**

##### **Perfil sensorial**

Se realizó la evaluación del perfil sensorial utilizando pruebas descriptivas convencionales del modelo de “Beer Judge Certification Program”. El grupo de catadores estará integrado por 3 jueces expertos con título *Beer Judge Certification Program* (BJCP).

Los parámetros que se evaluaron en la cerveza fueron: Apariencia, aroma, sabor, sensación en boca e impresión general.

##### **Evaluación sensorial**

En la evaluación sensorial se utilizó una prueba descriptiva convencional descrita por Cedeño y Mendoza. (2016) donde se realizó utilizando la prueba hedónica de 5 puntos con un panel de 40 catadores, con la finalidad de determinar las características sensoriales de cada uno de los tratamientos. El modelo de la evaluación sensorial se presenta en el anexo 2

#### **3.4.2. Análisis estadístico**

La información recolectada experimentalmente, fue sometida a un análisis estadístico de varianza ANOVA, para la diferencia de medias en las variables fisicoquímicas y determinar cuál método presenta mejores características. Para la comparación de medias se utilizará la prueba de TUKEY a nivel de significancia 0,05.

Se realizó un diseño experimental de 3 factores para cada etapa con 3 repeticiones. Se midió la variabilidad estadística en cuanto a los resultados de los parámetros fisicoquímicos de todos los tratamientos para determinar la diferencia significativa de cada formulación. Se utilizó la evaluación sensorial para determinar las características sensoriales a través de una escala hedónica verbal de 5 puntos

Para esta investigación se tomó en cuenta las siguientes variables:

Factor A: Métodos adición de lúpulo.

A1= Boil hopping

A2= Dry hopping

A3= Mash hopping

En esta investigación los tratamientos aplicados a nivel experimental se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 3.** Tratamientos del Diseño Experimental

FACTOR VARIABLE	NÚMERO DE TRATAMIENTOS	R	UE (ML)
A1 Mash Hopping	1	3	350
A2 Boil Hopping	2	3	350
A3 Dry Hopping	3	3	350
<b>Total</b>		9	1050

Se utilizará el siguiente modelo matemático:

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

$y_{ijk}$  = Valor estimado de la variable.

$\mu$  = Media general.

$A_i$  = Efecto de la temperatura.

$B_j$  = Efecto de los tipos de reguladores de acidez.

$AB_{ij}$  = Efecto de la interacción (Método de adición y características fisicoquímicas y sensoriales)

$E_{ijk}$  = Efecto del error experimental.

### 3.4.3. Instrumentos

#### 3.4.3.1. Equipos y materiales

Uso de equipos para cocción, fermentación, carbonatación, sanitización e instrumentos de análisis físico químico:

- Molino de grano
- Equipo de maceración
- Fermentador
- Enfriador por serpentín
- Sanitizante
- Barriles de macerado
- Equipo de carbonatación
- Embotelladora
- Chapadora
- Sistema de refrigeración

- Potenciómetro
- Densímetro
- Refractómetro
- Filtro de osmosis inversa
- Utensilios de laboratorio

#### 3.4.3.2. Proceso de análisis fisicoquímico.

Durante el proceso de elaboración a los 3 métodos se les realizó un estudio fisicoquímico donde se analizó:

##### **Determinación de pH mosto**

Para la determinación de pH del mosto se utilizó un potenciómetro de marca INVETAGRI, antes del proceso se realizó una calibración con buffers, luego tomamos una muestra de 30 ml de mosto en maceración y se enfrió a 25°C para realizar la medición.

##### **Determinación de pH cerveza**

Para la determinación de pH del mosto se utilizó un potenciómetro de marca INVETAGRI, antes del proceso se realizó una calibración con buffers, luego tomamos una muestra de 50ml de cerveza y procedimos a medir a temperatura ambiente.

##### **Determinación de color**

Para la determinación del color de la cerveza se utilizó una escala de color o Unidades Standard de Color SRM y se comparó con los datos teóricos obtenidos en el software Hombrewer.es

##### **Determinación de densidad inicial**

Para la determinación de densidad inicial se utilizó un densímetro de cerveza, para la medición se tomó 250ml de muestra de mosto para llenar la probeta y se deja enfriar a 20°C posteriormente se mide la densidad dejando flotar el densímetro en el mosto.

##### **Determinación de densidad final**

Para la determinación de la densidad final de cerveza se utilizó un densímetro de cerveza, la muestra de 250ml se la toma una vez terminado la fermentación y se mide la densidad dejando flotar el densímetro en la cerveza ya fermentada.

##### **Determinación del porcentaje de alcohol**

Para la determinación de la cantidad de alcohol se utilizó un cálculo matemático donde se resta las dos densidades y se multiplica por 0.133 que es constante y se obtiene el grado alcohólico de la cerveza

### **Determinación del grado IBU**

Para la determinación del grado IBU donde se utilizó fórmula matemática de Randy Mosher donde intervienen la cantidad de alfa-ácidos de la ficha técnica de cada lúpulo el tiempo a isomerizarse y la cantidad de lúpulo y así mediante un modelo matemático se determina el grado de amargor final de la cerveza

### 3.4.4. Proceso para la elaboración de cerveza artesanal estilo India Pale Ale

#### 3.4.4.2. Flujograma de proceso

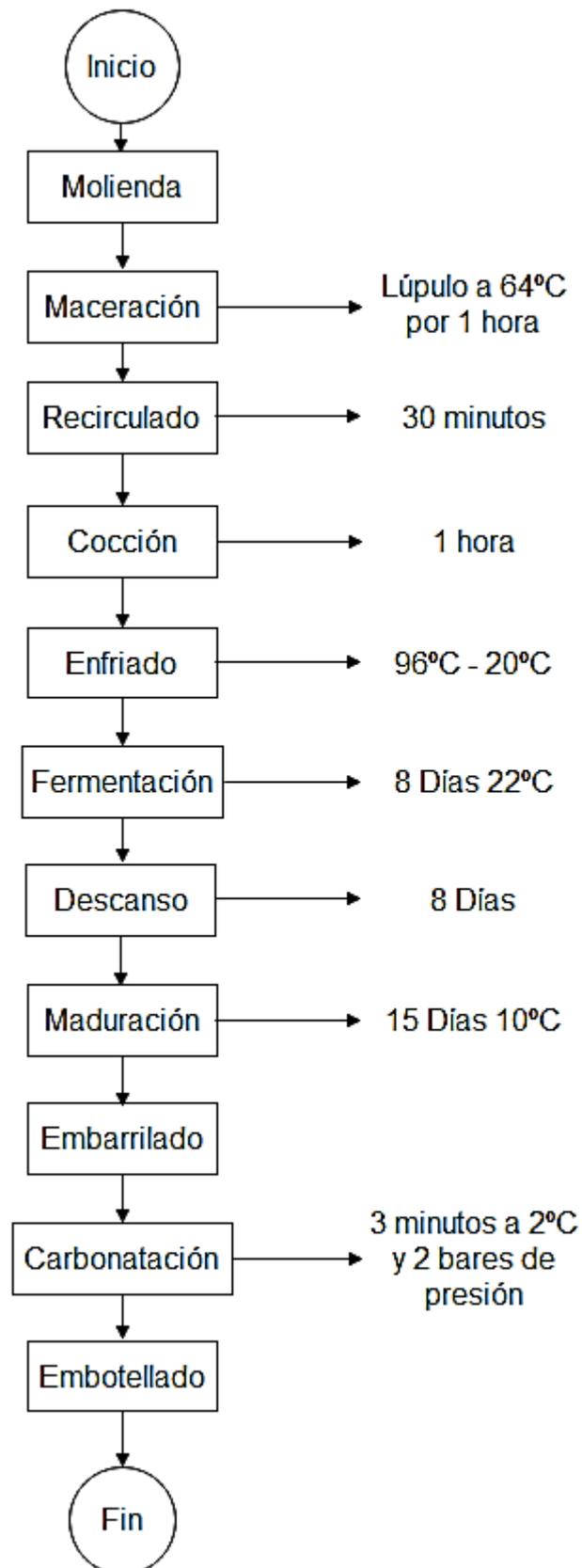


Figura 7. Flujograma Boil hopping

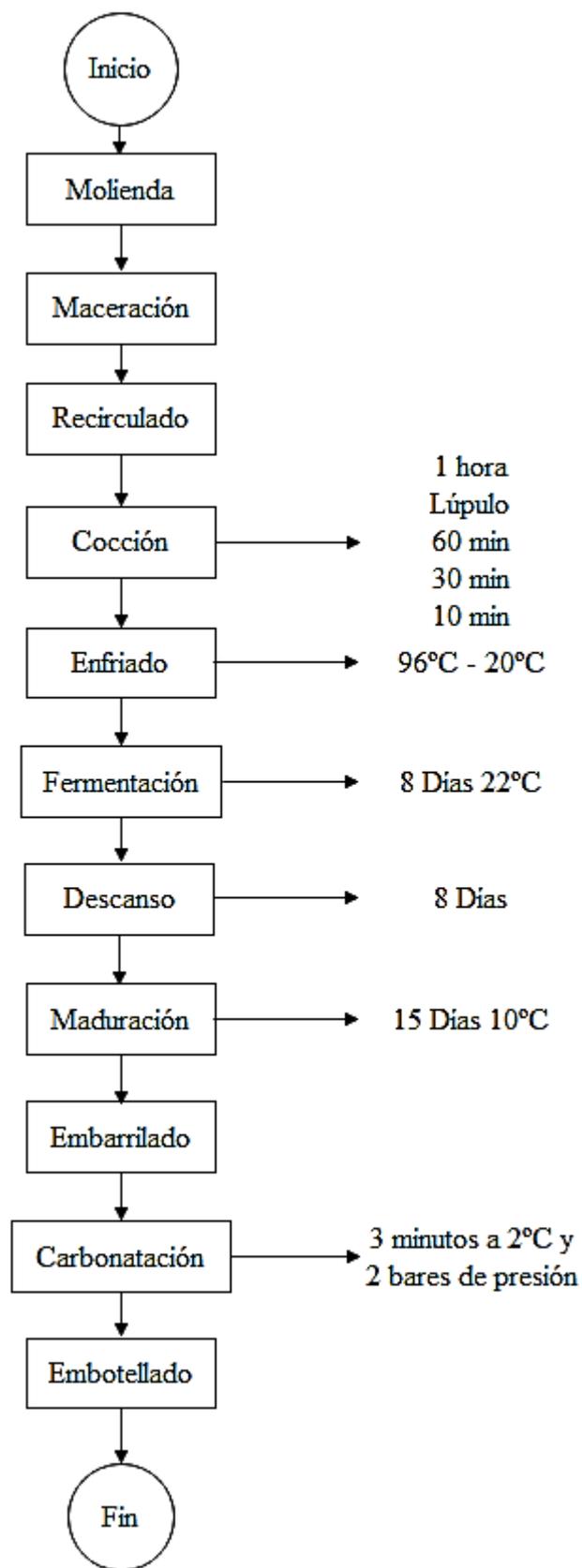
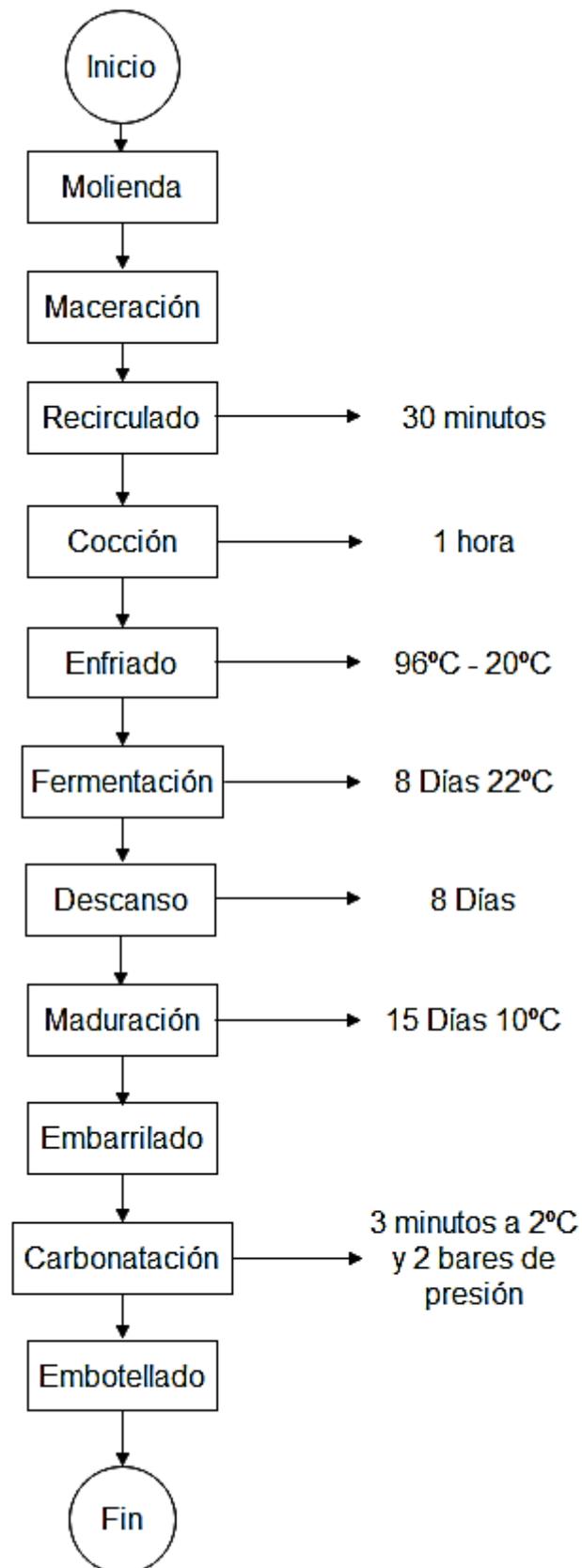


Figura 8. Flujograma Dry hopping



**Figura 9.** Flujograma Mash hopping

### 3.4.5. Descripción del diagrama de flujo de la cerveza

#### Recepción de materia prima e insumos

En la tabla 4 se presentan los insumos de malta a usar en la preparación de la cerveza con su debida cantidad por cada ingrediente.

**Tabla 4.** Receta-lista de fermentables

Lista de fermentables		
Cantidad	Tipo	Porcentaje
11kg	Malta Pale (2Row) Bel	74,80%
1,6kg	Weyermann CaraRed	10,90%
1,6kg	Weyermann CaraAmber	10,90%
0,5kg	Weyermann CaraAroma	3,40%

Los datos que se presentan en la tabla 5 corresponden a los tipos de lúpulo a utilizar en la elaboración de la cerveza.

**Tabla 5.** Receta-Lista de lúpulos

Lista de lúpulos		
Cantidad	Tipo	Porcentaje
70g	Magnum (11,8% AA)	31.3 IBU
50g	Cascade (6.4% AA)	9.3 IBU
30g	Amarillo (10.0% AA)	4.1 IBU
30g	Dorado (14.0%)	3.2 IBU

Las dosis que se presentan en la tabla 6 son parte de los ingredientes importantes para la producción de la cerveza.

**Tabla 6.** Ingredientes

Ingredientes	
80 litros	Agua desmineralizada
27,5g	Levadura SafAle 04
5g	Carragenina

**Molienda.** Se pasa la malta de cebada por un molino de rodillos quebrando en 3 o 4 partes el grano para su extracción de azúcares.

**Maceración.** Se Añade la malta al agua a 64°C durante una hora en constates agitación o movimiento. Y se le añade lúpulo Mash hopping.

**Recirculado.** El mosto se recircula durante 30 minutos en el macerador para formar una cama de grano y actuar como filtro natural del mosto azucarado.

**Cocción.** El mosto proveniente de la maceración es sometido a ebullición 96°C durante una hora donde se le añade lúpulo Boíl hopping

**Enfriado.** El mosto a 96°C se enfría a través de un intercambiador de placas bajando la temperatura hasta 20°C eliminando microorganismos y floculando proteínas y se le inocula levadura la levadura.

**Fermentación.** Se fermenta en un fermentador isobárico con control de temperatura a 22°C durante 8 días con el fin de que las levaduras transformes el azúcar en alcohol.

**Descanso.** Se tiene un descanso de fermentación durante 8 días para terminar de consumir componentes de la fermentación como el dms.

**Maduración.** Se madura la cerveza durante 15 días a 10°C para limpiar sabores indeseados y clarificar la cerveza ya fermentada por decantación y se añade lúpulo para extracción de aromas Dry hopping

**Embarrilado.** Se realiza en trasvase de la cerveza al barril presurizado con CO<sub>2</sub> para evitar oxidación de la cerveza

**Carbonatación.** La cerveza embarrilada y fría a 2°C se la carbonata forzosamente inyectando CO<sub>2</sub> durante 3 minutos a 2 bares de presión y agitando contantemente para disolver el gas en el liquido

**Embotellado.** Se utiliza una beergun o pistola de llenado la cual consta de un barrido de CO<sub>2</sub> para evitar oxidación en botella a 2°C para evitar des carbonatación.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

#### 4.1.1. Caracterización de métodos de adición de lúpulo

En la Tabla 7 se muestran los métodos empleados en la investigación Mash hopping, Boil hopping y Dry hopping. Por otro lado, se exhiben los parámetros diferenciadores de cada método como el tipo de adición, que hace referencia al modo en que se añade el lúpulo en el proceso.

**Tabla 7.** Caracterización de métodos empleados

<b>Método</b> <b>Parámetro</b>	<b>Mash Hopping</b>	<b>Boil Hopping</b>	<b>Dry Hopping</b>
Tipo de Adición	Total	Parcial	Total
Etapa de adición	Maceración	Cocción	Maduración
Tiempo	1 hora	60 minutos 30 minutos 10 minutos 5 minutos	5 días
Temperatura	64°C	94°C	12°C
Isomerización	Si	Si	No
Variedad de lúpulo	Magnum, Cascade, Amarillo y Dorado (tipo Pellet)	Magnum, Cascade, Amarillo y Dorado (tipo Pellet)	Magnum, Cascade, Amarillo y Dorado (tipo Pellet)

Asimismo, se tiene la etapa de adición, el tiempo que permanecerá el lúpulo en contacto con el mosto o cerveza, la temperatura a la cual se encuentra el mosto en el proceso y la isomerización, proceso que transforma las resinas aromáticas en sensación de amargor en boca. Estos parámetros fueron diferentes para cada método; sin embargo, la variedad y tipo de lúpulo fueron los mismos para todos.

#### 4.1.2. Influencia de los métodos de adición de lúpulo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de la cerveza

En la tabla 8 se encuentran los datos tomados de cada uno de los experimentos o tratamientos que se realizó en mediante el uso de los parámetros de pH, color, densidad y porcentaje por volumen de alcohol.

**Tabla 8.** Características fisicoquímicas por método de adición.

<b>Método</b>	<b>Mash Hopping</b>	<b>Boil Hopping</b>	<b>Dry Hopping</b>
<b>Parámetro</b>			
pH Mosto	5.28 (24°C)	5.4 (25°C)	5.39 (25°C)
pH Cerveza	4.21 (16.7°C)	4.42 (16.3°C)	4.55 (16.7°C)
Color	13,19 SRM	13,19 SRM	13,19 SRM
Densidad Inicial	1.066	1.072	1.070
Densidad Final	1.020	1.021	1.018
Porcentaje por volumen de Alcohol	6,4%	6,69%	6,83%
IBU	10-18	47,9	0

La tabla 9 indica los resultados del análisis de varianza del pH del mosto de la cerveza de los tres tratamientos, en el que se obtuvo un p valor 0,4403 indicando que no existe una diferencia significativa entre el tratamiento 3 y (1, 2), es decir que los tratamientos son semejantes con respecto al parámetro pH del mosto.

**Tabla 9.** Análisis de varianza del pH mosto

<b>Tratamientos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos</b>	<b>P-valor</b>
2	5,4	B	
1	5,39	B	
3	5,28	A	0,4403

En la tabla 10 se observan los resultados del análisis de varianza del pH de la cerveza de los tres tratamientos, en el que se obtuvo un p valor 0,0002 indicando que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, es decir que los tratamientos son diferentes entre ellos con respecto al parámetro pH del producto.

**Tabla 10.** Análisis de varianza del pH cerveza

<b>Tratamientos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos</b>	<b>P-valor</b>
3	4,55	C	
2	4,42	B	
1	4,21	A	0,0002

La tabla 11 se presentan los resultados del análisis de varianza de la densidad inicial de la cerveza de los tres tratamientos, en el que se obtuvo un p valor 0,0009 indicando que existe una diferencia significativa entre los tratamientos 1 y 3 como también el 1 y 2, pero en el grupo

B existe una similitud entre los tratamientos 2 y 3, sin embargo la densidad inicial difiere entre los tres tratamientos.

**Tabla 11.** Análisis de varianza de la densidad inicial

Tratamientos	Media	Grupos	P-valor
2	1072	B	0,0009
3	1070	B	
1	1066	A	

Los resultados que se presentan en la tabla 12 corresponden al análisis de varianza de la densidad final de la cerveza en los tres tratamientos, en el que se obtuvo un p valor de 0, 0270 indicando que existe una diferencia significativa entre los tratamientos, es decir que los tratamientos (2, 3) son diferentes y el tratamiento 1 es parte del grupo (A, B), de esta manera cabe destacar que el tratamiento 1 no es igual a los demás tratamientos.

**Tabla 12.** Análisis de varianza de densidad final

Tratamientos	Media	Grupos	P-valor
2	1021	B	0,0270
1	1020	A B	
3	1018	A	

El análisis de varianza del color que se presenta en la tabla 13 muestra únicamente las medias entre los tres tratamientos obteniendo una media igual de 13,19, por lo que el color de la cerveza que se presentó a todos los catadores es similar en todos los tratamientos y por ello al analizar grupos y p-valor no genera datos estadísticos en el parámetro color.

**Tabla 13.** Análisis de varianza de color

Tratamientos	Media	Grupos	P-valor
2	13,19	-	-
1	13,19	-	
3	13,19	-	

En los resultados que presenta la tabla 14 en el análisis de varianza del porcentaje por volumen de alcohol indica una diferencia significativa entre los tratamientos pero no genera el dato de

p-valor por motivo de que las repeticiones o toma de datos dieron resultados iguales, es decir que los tratamientos son diferentes con respecto al análisis de medias.

**Tabla 14.** Análisis de varianza de porcentaje por volumen de Alcohol

Tratamientos	Media	Grupos	P-valor
3	6,83		C
2	6,69	B	
1	6,04	A	-

### Cálculo de IBU

Fórmula de determinación de IBUs para los tres métodos de adición mediante la técnica de Randy Mosher para medir cervezas.

$$IBU = \frac{\text{gr} * \%AA * \%U}{\text{Volúmen frío} * FC * 10}$$

En la tabla 15 se presentan los cálculos del parámetro IBU para los tres tratamientos de la cerveza, donde se obtuvo datos diferentes entre los tratamientos debido al método de adición e isomerización.

**Tabla 15.** Cálculo de IBU para todos los tratamientos.

IBU	Mash hopping	Boil hopping	Dry hopping
$IBU = \frac{70 * 11,8 * 30}{48 * 1,8 * 10} = 28,68$	28,68	14,34	0
$IBU = \frac{50 * 6,4 * 24}{48 * 1,8 * 10} = 8,88$	8,88	4,44	0
$IBU = \frac{30 * 10 * 15}{48 * 1,8 * 10} = 5,20$	5,20	2,6	0
$IBU = \frac{30 * 14 * 6}{48 * 1,8 * 10} = 2,92$	2,92	1,46	0
<b>TOTAL IBU</b>	<b>22,84</b>	<b>45,68</b>	<b>0</b>

### 4.1.3. Perfil sensorial de la cerveza

En el análisis del perfil sensorial de la cerveza que muestra la tabla 16 se presentan los atributos sensoriales que evaluaron los 5 expertos, describiendo en sí a cada uno de los tratamientos.

**Tabla 16.** Perfil sensorial de la cerveza en los tres tratamientos

Experto	Fredy Monge					
Criterio Cerveza	Aroma	Apariencia	Sabor	Sensación en boca	Impresión general	
Mash	Aroma dulce, maltoso, toffee, aroma a malta	Color rojizo, muy limpia, transparente, buena retención de espuma, espuma crema consistente	Sabor maltoso a grano, sabor a pan tostado, sabor a toffee, ligero sabor a malta tostada, no hay presencia de lúpulo, retrogusto a dulce final dulce, ligera tibieza en paladar por el alcohol	Cuerpo medio, un poco pasada la carbonatación, para ser brown, se siente el calor del alcohol, se tasa al paladar		Una cerveza de cuerpo medio muy tomable un poco dulce, ausencia de lúpulo, quizá mejora la experiencia si bajas dulzor y carbonatación, aumentas lúpulo, quizá colocar lúpulos nobles, estilos ingleses acoplan al perfil
Boil	Aroma a malta dulce, toffee, tiene ligeros aromas a esteroides, aroma a jarabe (medicina)	Muy limpia, transparente, color rojizo, buena retención de espuma. Espuma cremosa y consistente.	Sabor dulce, un poco excesivo el dulzor, baja lupulización, fondo dulce, muy masivo, se nota la malta tostada	Cuerpo medio y carbonatación adecuada, se siente el alcohol en la boca, dulzor residual muy invasivo		Apariencia buena, limpia, buena retención de espuma, muy empalagosa, tiene presencia de fenoles, bajo lupulado.
Dry	Tiene presencia de fenoles, dulce a jarabe, tiene olor a malta, grano maltoso, toffee, si huele como se prueba, ausencia de lúpulo, huele a hierba	Color rojizo, un poco turbia, buena retención de espuma, espuma consistente, buena carbonatación	Sabor dulce a malta, sabor a toffee, no se aprecia la presencia de lúpulo, falta terminar el proceso de fermentación, retrogusto dulce, muy	Cuerpo medio, pleno, buena carbonatación, sedosa al paladar, final maltoso, ligero sabor a hierba.		Cuerpo un poco turbio, muy dulce presencia de fenoles, ausencia de lúpulo en aroma y sabor. No esta balanceada muy invasiva su maltosidad.

invasivo, buena  
carbonatación

Experto	Adrian Romero				
Mash	Afrutado y a manzana verde un poco oxidada,	Clara, bastante agradable	Caramelo, frutos rojos, no hay presencia de lúpulos	Corpulenta, calentamiento por el alcohol, se podría relacionar con el acetaldehído	Azucres no fermentables, no hay ninguna presencia de lúpulo
Boil	Ajerezado, Oxidado	Más turbio que la anterior	Astringente, presencia de lúpulo solo en amargor	Seca, amargor bastante agresivo	Nuevamente cuidar fermentación, ver donde se pudo generar la astringencia y cuidar la oxidación equilibrar mejor la adición de lúpulo para tener más sabor y aroma
Dry	Caramelo muy próximamente, ajerezado y bizcocho	Agradable, transparente	Toffee, caramelo, no hay soporte de lúpulo	Corpulenta, frutos rojos añejados	Bajar la cantidad de malta caramelo, balancear mejor con el lúpulo

Experto	Andrés Bermeo				
Mash	Caramelo intenso, perfil aromático de lúpulo ausente maltodextrina, notas esterosas, melanoidina, perfil avinagrado, malta dulce, galleta, nuez	Sabor intenso, muy baja retención de espuma, burbuja grande áspera	Intensa nota dulce de pan y galleta, ligeras notas de oxidación, jerez, melanoidina, final semidulce, con balance hacia malta, sin	Cuerpo medio, semidulce, carbonatación media sin cremosidad, ligera tibieza alcohólica, ligera astringencia, sensación de llenura	Balance general hacia la malta bajo soporte de amargor con ligera nota astringente, corpulenta con calentura alcohólica, apariencia agradable sin embargo la

				amargor aparente		retención de espuma es nula. Alta trazabilidad de acuerdo al número uno de servicio, perfil de fermentación casi limpio, aroma de lúpulo ausente.
Boil	Melanoidina, galleta dulce, caramelo toffy intenso, sin balance soporte de lúpulo, notas maltosas predominantes	Ámbar intenso brillante, retención de espuma baja, color crema, textura final, burbuja pequeña	Intenso sabor de caramelo con ligero soporte de amargor, dulce, notas herbales, perfil de fermentación limpio, balance decidido hacia la malta, toffy, final espero. Ligeramente ácido	Cuerpo medio final semidulce, ligera astringencia en boca con aspereza en garganta a pesar de ser dulce	Tomabilidad media, perfil hacia el dulce con bajo amargor y ausente sabor de lúpulo. Presencia de lúpulo bajo en aroma. Ligeras notas oxidativas.	
Dry	Fermentación alta, notas esterosas, fruta madura ligera nota avinagrada. Notas de solventes, malta tostada, intensa, toffee caramelo, notas dulces. Ausencia de lúpulo, sin balance ni soporte.	Ruby intenso con espuma poco consistente y color chispeante cristalina. Baja retención de burbuja textura fina.	Alcoholes superiores, malta caramelo intenso, toffee, melanoidinas. Amargor bajo no prominente. Balance hacia la malta. Final dulce sin soporte de lúpulo.	Cuerpo semidulce con final ligeramente ácido carbonatación media baja, sin calentamiento aparente. Astringencia baja.	Mejor tomabilidad en frio. Perfil de fermentación medio, notas aromáticas de ésteres. Ligeramente ácida y áspera. Notas de bourbon ajerezado, oxidación. Bajo soporte de lúpulo, se	

declara Dry hop  
pero no hay  
presencia en el  
aroma

Experto	Carlos Fierro					
Mash	Aroma a caramelo medio producto de oxidación, bajas notas a lúpulo, presencia de ésteres frutales aromas a solvente	Color ámbar claro, con transparencia, pero baja retención de espuma	Color ámbar con baja dulzura, encuentro balance entre malta y lúpulo	Sabor a malta predominante o caramelo y dulce, baja amargor, no encuentro balance entre malta y lúpulo	Carbonatación media alta, cremosidad media, caliente el alcohol en boca	Cuenta con algunos problemas como alcoholes superiores, tiene una oxidación presente
Boil	Aroma a lúpulo florales, aromas a malta, pero esta más presente el lúpulo algunos defectos como esterres y alcoholes superiores aroma metálico	Color ámbar sin turbidez, cristalinidad media alta, buena retención de espuma, crema, burbuja pequeña	Color ámbar con moderado equilibrio entre sabores, final no muy seco y amargo con retrogusto presente	Sabor a lúpulo presente, con notas a malta caramelo, moderado equilibrio entre sabores, final amargo con retrogusto presente	Carbonatación media a alta, cuerpo medio, cremosidad y poco astringente	Amargor presente pero las notas a malta están ahí, mejora procesos por presencia de oxidación y esterres
Dry	Aroma predominante a malta, caramelo aroma a fruto madura (esterres), bajas notas a lúpulo	Color ámbar con baja turbidez, buena retención de espuma, crema	Color ámbar con buena retención de espuma, crema	Sabor a malta presente, el equilibrio es hacia la malta, bajas notas a lúpulo final dulce	Cuerpo medio, con calentamiento de baja alcohol, cremosidad media, bajo astringencia y carbonatación de medio a alto	Sabor y aroma a malta dulce como caramelo, esterres presentes, buena retención de espuma, oxidación presente mejorar proceso y receta

Experto	Julio Espinoza					
Mash	Maltosidad moderada, corteza de pan,	Cobrizo profundo, clara, espuma,	Maltosidad moderada a moderada alta,	Cuerpo medio-pleno, carbonatación	Fácil de tomar, dulce además poco balance,	

	lúpulo moderado bajo, resinoso, esteroides bajos, frutos rojos, oxidación leve.	beige, retención espumosa.	buena de	bizcocho, grano lúpulo moderado, bajo floral, esteroides moderados, frutos rojos, balance hacia el dulzor, oxidación moderada baja	media alta, tibiaza moderada baja	alta, malta lúpulo, con apenas un poco de tibiaza alcohólica y oxidación. No respuesta estilo Red IPA, se asemeja a una American Amber Ale	
Boil	Lúpulo moderado, floral, ésteres moderados, frutos rojos, tibiaza alcohólica moderada baja, malta baja, grano, pan	Lúpulo profundo, clara, buena, retención, cremosa, beige.		Malta moderada alta, caramelo, pan, esteroides, frutos rojos, durazno, cereza, lúpulo moderado, floral, balanceado retrogusto resinoso, semiseco, oxidación bajo	Cuerpo medio pleno, carbonatación, media alta, calentamiento bajo, astringencia baja	Muy interesante fácil de tomar, el sabor intenso. Buen balance amargo-dulce. Puede ser American Ambar, podría llegar a ser Red IPA con mayor protagonismo, de lúpulo frutales americanos en Dry hop	
Dry	Malta moderado- alto, toffee caramelo, bizcocho, lúpulo moderado, resinoso, floral, pinaceo, ésteres moderado bajo, frutos rojos, tibiaza alcohólica moderado bajo.	Cobrizo profundo tirando a marrón, turbia, espuma beige, retención media		Malta moderado alto, caramelo bizcocho, toffee, lúpulo moderado, resinoso, floral, esteroides moderado bajo, frutos rojos, balance hacia el dulzor, apenas empalagoso, retrogusto dulce pero seco	Cuerpo medio alto, carbonatación media, tibiaza media, cremosidad media	Relativamente fácil de tomar, apenas empalagosa, balance esta casi bien. Pero sigue siendo empalagosa sospecho azúcar residual, demás y maltas demás caramelizadas.	

#### 4.1.4. Análisis sensorial de la cerveza

La tabla 17 presenta los resultados del análisis de varianza del color de la cerveza de los tres tratamientos, en el que se obtuvo un p valor 0,7897 indicando que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos, es decir que los tratamientos son semejantes con respecto al parámetro color.

**Tabla 17.** Análisis de varianza del parámetro color

Tratamientos	Media	Grupos	P-valor
2	3,95	A	0,7897
1	3,85	A	
3	3,80	A	

En la tabla 18 se presentan los resultados del análisis de varianza de olor de la cerveza en los tres tratamientos, en el que se obtuvo un p valor 0,0001 indicando que existe una diferencia significativa entre el tratamiento 2 y (3, 1), es decir que los tratamientos son diferentes con respecto al parámetro de olor.

**Tabla 18.** Análisis de varianza del parámetro olor

Tratamientos	Media	Grupos	P-valor
2	4,68	A	0,0001
3	3,03	B	
1	2,93	B	

En la tabla 19 se presentan los resultados del análisis de varianza del parámetro cuerpo de la cerveza de los tres tratamientos, en el que se obtuvo un p valor 0,0001 indicando que existe una diferencia significativa entre el tratamiento 2 y (3, 1), es decir que los tratamientos son diferentes con respecto al atributo cuerpo.

**Tabla 19.** Análisis de varianza del parámetro cuerpo

Tratamientos	Media	Grupos	P-valor
2	4,68	A	0,0001
1	3,43	B	
3	3,03	B	

En la tabla 20 se presentan los resultados del análisis de varianza del amargor de la cerveza de los tres tratamientos, en el que se obtuvo un p valor 0, 0001 indicando que existe una diferencia significativa entre el tratamiento 2 y (1, 3), es decir que los tratamientos son diferentes con respecto al parámetro amargor.

**Tabla 20.** Análisis de varianza del parámetro amargor

Tratamientos	Media	Grupos	P-valor
2	3,93	A	0,0001
1	3,03	B	
3	3,03	B	

En la tabla 21 se presentan los resultados del análisis de varianza del sabor de la cerveza de los tres tratamientos, en el que se obtuvo un p valor 0, 0275 indicando que existe una diferencia significativa entre los tratamientos, es decir que los tratamientos son diferentes con respecto al parámetro sabor.

**Tabla 21.** Análisis de varianza del parámetro sabor

Tratamientos	Media	Grupos	P-valor
2	3,83	A	0,0275
3	3,38	A	
1	3,35	B	

## 4.2. DISCUSIÓN

### 4.2.1. Características físico químicas de la cerveza

#### Parámetro de pH mosto

Con respecto a los datos estadísticos de pH en maceración del mosto los métodos Boil Hopping(T2) y Dry Hopping(T3) nos indican que existe una diferencia significativa en relación al método Mash Hopping(T1) a pesar que los tratamientos están dentro del rango de maceración, Palmer, (2006) en su libro How to Brew: Everything you need to brew beer right the first time menciona que el pH en maceración con 100% de malta gruesa y agua destilada sin minerales varía entre 5.7 y 5.8, es importante recordar que el objetivo de pH de maceración es de 5.1 a 5.5 para aumentar la eficiencia de extracción de azúcares, también afirma que la acidez natural de los agregados de maltas especiales tostadas por ejemplo: caramelo, chocolate o black pueden tener un importante efecto sobre el pH del mash en el uso de un 20% del total de la receta bajando el pH en una medida de unidad 0.5 grados de PH por lo que en la investigación no se utilizó correctores de acidez en la maceración debido a la receta y el uso de maltas caramelo disminuyendo así el pH de maceración de 5.7 a 5.3, sin embargo se observa una disminución decimal en el pH del tratamiento Mash Hopping con respecto a los otros 2 tratamientos ya que los alfa-acidos del lúpulo añadidos en la maceración reducen este parámetro. Deduciendo así que a pesar de estar dentro del rango recomendado de maceración la adición de lúpulo en mash da como efecto un menor pH del mosto.

### **Densidad inicial**

Referente a los datos estadísticos de densidad inicial del mosto indica que existe una diferencia significativa del tratamiento Mash Hopping (T1) con respecto a los tratamientos Boil Hopping(T2) y Dry Hopping(T3). Palmer, (2006) en su libro How to Brew: Everything you need to know to brew beer right the first time, menciona que la eficiencia de extracción se determina midiendo la cantidad de azúcar extraída del grano luego de la maceración y comparándola con el rendimiento máximo teórico. En un macerado óptimo, todo el almidón disponible es convertido en azúcar es decir la densidad inicial de la cerveza depende de la eficiencia de extracción de azúcares en Mash. A pesar de que los pH de maceración están dentro del rango ideal, la disminución de 1.2 décimas influye en la eficiencia de extracción de azúcares fermentables obteniendo una densidad de 4 a 6 milésimas menor a los otros tratamientos.

### **IBU**

En el Mash Hopping(T1) se obtuvo 22,84°IBU matemáticamente debido a que la extracción de aceites esenciales del lúpulo en la maceración es relativamente baja por su temperatura, por

efecto se ve reflejado en el perfil sensorial de los jueces expertos percibiendo atributos de aroma como bajas notas a lúpulo y en cuanto a amargor sin presencia de lúpulo o bajo amargor.

En el Boil Hopping(T2) se obtuvo 45,68°IBU matemáticamente como producto de una isomerización de los lúpulos a altas temperaturas como consecuencia se refleja un perfil sensorial por los expertos percibiendo atributos de aroma como mayor presencia de lúpulo y notas florales de lúpulo, en cuanto a amargor sabor a lúpulo herbal, balance entre dulzor y amargor, soporte de amargor.

En el Dry Hopping (T3) se obtuvo 0°IBU matemáticamente debido que los alfa ácidos se isomerizan a partir de los 80°C y este método de adición se lo realiza a 14°C como efecto se ve reflejado los atributos percibidos por los expertos, presentando aromas bajos a moderados de lúpulo y notas pináceas, en cuanto a amargor baja presencia de lúpulo y amargor moderado, deduciendo así que a pesar de no tener grados IBU la adición de lúpulo en Dry Hoop si aporta sensación de amargor en boca.

Finalmente Oddone, (2020) en su libro Matemática de la cerveza menciona que las Unidades Internacionales de Amargor (International Bitterness Units, IBUs) están directamente relacionadas con el contenido y tipo de lúpulo, y con el tiempo de hervor de cada lúpulo. El lúpulo en promedio contiene un 35% de lupulina que incluye a los Alfa Ácidos (AA), o principio activo, los que al someterse al calor es decir al mosto hirviendo cambian su conformación molecular, se dice que se isomerizan, y esta reacción genera el amargor en la cerveza. Cuanto más se isomeriza, más amargor se produce, por lo que se concluye que la adición de lúpulo en Dry Hooping no añade grados IBU a la cerveza, pero si presenta sensación de amargor en boca

### **Parámetro densidad Final**

Referente a los datos estadísticos de densidad final del mosto indica que existe una diferencia significativa entre los tratamientos, es decir que los tratamientos Boil Hopping(T2) y Dry Hopping(T3) son diferentes y el tratamiento Mash Hopping (T1) es parte del grupo (A, B) cabe mencionar que el (T1) no es igual a los demás tratamientos.

En los resultados obtenidos de la densidad final con respecto al Mash Hopping (T1) y Boil Hopping(T2) se asemejan debido a que en su composición del mosto tienen ácidos del lúpulo el cual actúa como agente bactericida disminuyendo así la actividad de la levadura.

Los datos obtenidos de la Densidad final con respecto al Mash Hopping (T1) y Dry Hopping(T3) se asemejan ya que en su composición de mosto tienen una baja isomerización de lúpulo o ausencia del mismo, dando como consecuencia una baja actividad bactericida o ausencia de la misma.

(Prado et al., 2015) en su investigación acerca del Uso de antibióticos y antimicrobianos convencionales a base de lúpulo en el control de infección bacteriana en fermentación alcohólica, obtuvo como resultado que los antimicrobianos a base de lúpulo (IsoStab y Beta Bio) pueden reemplazar a los antibióticos convencionales (Kamoran, Alcapen y Corstan), por lo que podemos decir que la actividad de la levadura se ve afectada directamente por el uso del lúpulo.

Los datos obtenidos en la densidad final en cuanto al Boil Hopping(T2) y Dry Hopping(T3) son diferentes significativamente, debido que en el Dry Hopping(T3) las enzimas provenientes del lúpulo ayudan a desdoblar azúcares no fermentables, por ende existe una menor densidad del mosto y mayor atenuación a comparación del Boil Hopping(T2) en el cual las enzimas provenientes del lúpulo inhiben su actividad ya que el proceso de cocción se somete a temperatura superiores a 80°C y en el T3 la adición se la realiza a 14°C. (Kirkpatrick y Shellhammer, 2018) en su investigación evidencian que las enzimas hidrolizantes de dextrina en lúpulos cascade ( *Humulus lupulus* ) en la cerveza donde se añadió tanto lúpulos como levaduras. La gravedad (niveles de azúcar) de esa cerveza disminuye en un 50% a 1.7 ° durante los 40 días de duración del experimento. Las enzimas en el lúpulo pueden descomponer los azúcares de cadena larga no fermentables en azúcares simples, al igual que las enzimas en la cebada que realizan la misma función durante la etapa de maceración. En esta actividad enzimática no hay mucha diferencia si no hay levadura presente (el azúcar es azúcar), pero en presencia de la levadura los azúcares simples recién producidos son posteriormente fermentados a etanol y CO<sub>2</sub>. La influencia del lúpulo es solo en casos en los dry, ya que si los lúpulos se agregan al mosto hirviendo o casi hirviendo, las altas temperaturas desnaturalizarán las enzimas del lúpulo.

### **Parámetro Porcentaje por volumen de Alcohol**

En los porcentajes de alcohol obtenidos hay una diferencia significativa en sus medias, obteniendo como mejor tratamiento el T2, esto se debe a que obtuvo directamente una menor densidad final, consumiendo así mayor cantidad de azúcares fermentables y no fermentables por la levadura, esto se debe a que la adición de lúpulo en dry hoop aporta enzimas a la cerveza

las cuales actúan desdoblado los azúcares no fermentables en un 0,43% de ABV concordando con(Kirkpatrick & Shellhammer, 2018) donde tuvieron un aumento en el ABV, en el experimento Coors Banquet Beer, el ABV aumentó un 1.3%, coincidiendo así con los datos obtenidos en esta investigación. De igual manera en el Dry Hopping no se tuvo presencia de lúpulo como agente bactericida en la fermentación por lo que la levadura actuó con mayor eficiencia.

### Parámetro pH cerveza

Con respecto a los datos estadísticos de pH en cerveza los métodos Boil Hopping(T2), Dry Hopping(T3) y Mash Hopping(T1) son diferentes significativamente a pesar de que los tratamientos están dentro del rango de pH en cerveza según la norma NTE INEN 2262: 2013 sin embargo se observa una disminución decimal en el pH del tratamiento Mash Hopping con respecto a los otros 2 tratamientos ya que los alfa-ácidos del lúpulo añadidos en la maceración disminuyen este parámetro. Deduciendo así que a pesar de estar dentro del rango recomendado del pH en la cerveza según la norma NTE INEN 2262: 2013 la adición de lúpulo en maceración disminuye el pH de la cerveza final.

### Parámetro de color

En la escala del Método de la Referencia Estándar (SRM) de medición del color de la cerveza se obtuvo 13,19 SRM (ANEXO) para los tres estilos. No existe una variación significativa, esto es debido a que el color de la cerveza se relaciona directamente con el tipo de malta utilizado, siendo la misma receta para los tres estilos, concluyendo que el método de adición del lúpulo no influye en el color de la cerveza.

#### 4.2.1. Análisis del perfil de textura

**Tabla 22.** Perfil sensorial de la cerveza artesanal

Criterio Cerveza	Aroma	Apariencia	Sabor	Sensación en boca	Impresión general	
Mash Hopping	Maltoso, toffie, caramelo, dulce, nuez, pan, frutos rojos, lúpulo bajas a nulas	Rojiza, transparente, espuma, cremosa, consistente, retención a media espuma,	Malta, galleta, dulce, a ausencia de amargor y rojos	pan, semi balance malta, de y frutos	Corpulenta, carbonatación media, tibieza y alcoholólica cremosidad y media	Fácil de tomar, dulce, poco balance, y poca tibieza y bajo soporte de lúpulo

		colores ámbar y espuma beige			
Boil	Ajerezado,	Ámbar,	Sabor a malta,	Cuerpo medio,	Fácil
Hopping	malta dulce, melanoidina, galleta, caramelo, aroma a lúpulo floral, esterosa y alcoholes superiores	crystalina, buena retención de espuma, color crema y beige	perfil de fermentación limpio, notas toffie, amargos equilibrado, sabor a pan, frutos rojos y lúpulo floral	carbonatación adecuada, ligera astringencia y calentamiento bajo	tomabilidad, ligeras notas oxidativas, buen balance entre amargor y dulce, sabor a bourbon y jerez
Dry	Fenólica,	Rojizo, rubí,	Dulce, notas a	Cuerpo medio,	Mayor cantidad
Hopping	dulce, malta, herbal, pinácea, caramelo, biscocho, fruta madura, solventes, toffie y lúpulo floral	buena carbonatación, chispeante y textura fina	malta, toffie, no hay balance de lúpulo, notas a resina y final dulce sin soporte	buena carbonatación, sedosa al paladar y baja astringencia	de malta dulce, sin balance de lúpulo, baja presencia de amargor y maltas muy acarameladas

Con respecto al perfil sensorial del tratamiento 1 Mash Hopping se percibe aromas maltosos, notas toffie, malta caramelo, dulce, toques a pan, nuez, bajas notas a lúpulo y frutos rojos con una apariencia rojiza transparente con buena retención de espuma y cremosa en boca, sabores a malta, pan, galleta, semidulce, ausencia de amargor y notas a frutos rojos con una sensación en boca corpulenta, carbonatación media alta, tibieza alcohólica baja y una cremosidad media, como impresión general fácil de tomar con poco balance, tibieza baja y sin soporte de lúpulo son atributos que caracterizan al tratamiento con relación a la percepción de los catadores certificados.

En el perfil sensorial del tratamiento 2 Boil Hopping presenta aromas ajerezados, malta dulce melanoidina, galleta, caramelo, con aromas a lúpulo floral y ésteres alcohólicos, con una apariencia de color ámbar cristalina, buena retención de espuma y crema color beige, sabor a malta perfil de fermentación limpio, toffie y caramelo equilibrado con sabor a lúpulo floral, sensación en boca de un cuerpo medio alto carbonatación adecuada ligera astringencia y

calentamiento en boca bajo, en impresión general, fácil tomabilidad, notas oxidativas, buen balance entre amargo y dulce y sabores entre bourbon y jerez, estos parámetros son los que destacaron en la evaluación por parte de jueces expertos.

Dry hopping tratamiento 3 presenta aroma fenólico, dulce a malta, herbal, pináceo, caramelo, bizcocho, notas a fruta madura, a solvente, lúpulo floral y tibieza alcohólica, también tiene una apariencia rubí rojiza, buena carbonatación, textura de burbuja fina, sabores dulces malta, toffie, sin soporte de lúpulo, final dulce, sensación de calidez, con sensación en boca de un cuerpo medio, sedosa al paladar y baja astringencia y una impresión general de mayor cantidad de maltas dulces, sin balance de lúpulo, ausencia de amargor y presencia de maltas caramelo, esto es con respecto a los criterios de cada experto tomando en cuenta únicamente los aspectos que tienen mayor representación en la cerveza del tercer tratamiento.

#### 4.2.2. Análisis sensorial de la cerveza

**Tabla 23.** Resultados del análisis sensorial de la cerveza

Tratamientos	Color	Olor	Cuerpo	Amargor	Sabor
2	3,95 <sup>a</sup>	4,68 <sup>a</sup>	4,68 <sup>a</sup>	3,93 <sup>a</sup>	3,83 <sup>a</sup>
1	3,85 <sup>a</sup>	2,93 <sup>b</sup>	3,43 <sup>b</sup>	3,03 <sup>b</sup>	3,38 <sup>ab</sup>
3	3,80 <sup>a</sup>	3,03 <sup>b</sup>	3,03 <sup>b</sup>	3,03 <sup>b</sup>	3,35 <sup>b</sup>

En la tabla 23 se muestran los resultados con respecto a los atributos color, olor, cuerpo, amargor y sabor, donde se obtuvo las mejores medias en relación con el tratamiento 2 que corresponde al método de adición de Boil Hopping, ya que la técnica utilizada en los tres tratamientos influyó en los atributos antes mencionados a excepción del color, ya que este se mantiene por el tipo de estilo de la cerveza. De acuerdo con la investigación de Chávez (2017) desarrollaron un estilo de cerveza artesanal Weissbier ‘Ideal’, mediante caracterización sensorial por método cata y pruebas Físicoquímicas y microbiológicas en Tres formulaciones, donde los resultados demostraron una baja aceptabilidad en relación del tratamiento 2 de esta investigación. Del mismo modo Huanco (2018) elaboración una cerveza artesanal con sustitución parcial de malta con mashua (*Tropaeolum tuberosum R.*), los resultados en el atributo color no fueron significativos indicando que la percepción de los catadores fue homogénea para los tres tratamientos. Según Briones y Mendoza (2016), realizaron la evaluación físicoquímica y sensorial de cerveza artesanal tipo Ale con almidón de papa como adjunto y especias, los resultados indicaron que la utilización de papa y especias no afectó

significativamente la percepción sensorial de la cerveza mientras que en esta cerveza si afecto de manera significativa el método de adición en los tres tratamientos en todos los parámetros a excepción del color, también en un estudio realizado por Lafontaine & Shellhammer (2018) se determinó que existe un coeficiente de correlacion positivo ( $p < 0,05$ ) de Pearson entre la tasa de lúpulo y los atributos sensoriales, indicando que a medida que se aumenta la tasa de lúpulo en el dry hopping igualmente los valores de los atributos.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- En la caracterización de los métodos de adición de lúpulo los resultados indicaron que los aspectos como tipo de adición, la temperatura de proceso, el tiempo de adición y la etapa del proceso son diferentes a excepción de la variedad de lúpulos.
- Se concluye que el método de Mash Mopping influye en el pH y extracción de azúcares en maceración, en cuanto al boil hopping presenta mejores cualidades sensoriales por su isomerización de aceites balanceando de mejor manera el perfil sensorial, dando una mayor aceptación por los catadores y el método dry hopping influye directamente en el desdoblamiento de azúcares no fermentables obteniendo una mejor atenuación de la cerveza. Por lo que se acepta la hipótesis alternativa ya que el lúpulo influye en las características fisicoquímicas y sensoriales a excepción del color.
- Se determinó el mejor tratamiento a través de ANOVA y la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) con una confianza del 95% en donde el tratamiento T2 destacó entre medias más altas en todos los atributos.
- Al analizar el perfil sensorial de los métodos por jueces certificados se determinó que el método mayormente aceptado para un perfil sensorial de una cerveza estilo indian pale ale es el método de T2 ya que este método al isomerizar los aceites esenciales del lúpulo brinda un buen balance y equilibrio entre el dulzor de las maltas y amargor del lúpulo.
- Finalmente, el mejor tratamiento se encuentra dentro de los requisitos de la norma INEN 2262 ya que el procesamiento del producto obtenido se realizó en base a un flujograma estandarizado.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar un sanitizante no oxidante ya que al contacto de este con el producto puede afectar de manera no favorable o con atributos no deseados en el perfil sensorial de una de cerveza como el efecto de oxidación por ácido peracético.
- Se recomienda disminuir el uso de maltas caramelizadas ya que al sobrepasar el 18% de la formulación brindan aspectos como desbalance por dulzor.
- Se recomienda mezclar los métodos de lupulización para balancear el amargor con el aroma cítrico que brindan los lúpulos.
- Se recomienda controlar la temperatura de fermentación ya que pueden presentarse problemas de alcoholes superiores y brindar aspectos como tibieza alcohólica.
- Se recomienda al momento de la evaluación sensorial servir el producto a la temperatura que el estilo exige para no afectar las cualidades sensoriales.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alburqueque, H., Cueva, S., Ubillus, M., Urteaga, G., & Vargas, F. (2018). *Diseño de proceso productivo de cerveza artesanal a base de uva*. Piura: Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Tesis de pregrado.
- Aroni, J., Bellina, J., Díaz, H., Ecurra, C., & Pérez, S. (2015). *Diseño para de una línea de producción para la elaboración de cerveza artesanal de algarroba*. Piura: Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Tesis de pregrado.
- Asociación de Cerveceros de España. (2001). *Libro blanco de la cerveza*. España: Cerveceros de España. Obtenido de [http://www.besana.es/sites/default/files/libro\\_blanco\\_cerveza.pdf](http://www.besana.es/sites/default/files/libro_blanco_cerveza.pdf)
- Asociación de cerveceros del Ecuador [ASOCERV]. (Junio de 2017). *Asociación de cerveceros del Ecuador*.
- Barbery, D., Godoy, M., Toro, P., Trujillo, D., & Romero, A. (02 de mayo de 2018). El marketing de cerveza. Una perspectiva del consumidor guayaquileño. *Espacios*, 39(37), 1-17. Recuperado el 25 de junio de 2020, de <http://www.revistaespacios.com/a18v39n37/a18v39n37p01.pdf>
- Beer lifestyle. (05 de mayo de 2019). *Lupulización, el equilibrio perfecto de la cerveza*. Obtenido de <https://www.delgranoalacopa.com/lupulizacion-el-equilibrio-perfecto-de-la-cerveza/>
- Beer& Brewing. (junio de 2020). *La definición de Oxford Companion to Beer de salto tardío*. Obtenido de <https://beerandbrewing.com/dictionary/ETOqQ3Yprw/>
- Bellasai, S. (15 de marzo de 2018). *Foodlab*. Obtenido de El efecto del salto tardío y en seco sobre el valor de IBU: <https://www.cdrfoodlab.com/news-topics/late-dry-hopping-ibu/>
- Brewer, N. (4 de enero de 2018). *MALTOSAA*. Obtenido de <https://maltosaa.com.mx/tipos-de-malta/>
- Briones, G, y Mendoza, J. (2016). “Agroindustrial Tema : Evaluación Físicoquímica Y Sensorial De Cerveza Artesanal Tipo Ale Con Almidón De Papa Como Adjunto Y Especias
- Cajal, A. (25 de junio de 2020). *Lifeder.com*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/beneficios-levadura-cerveza/>
- Cerveza Artesana. (2 de julio de 2018). *El Dry-Hopping, una técnica para potenciar el aroma de la cerveza*. Recuperado el 3 de marzo de 2021, de

<https://cervezartesana.es/blog/post/el-dry-hopping-una-tecnica-para-potenciar-el-aroma-de-la-cerveza.html>

Curtay, J., & Razafimbelo, R. (2016). *Nutriterapia. Guía familiar de los alimentos que nos cuidan*. USA: DVE PUBLISHING.

Chávez, J. (2017). “Desarrollo de Un Estilo de Cerveza Artesanal Weissbier ‘Ideal’, Mediante Caracterización Sensorial Por Método Cata y Pruebas Físicoquímicas y Microbiológicas En Tres Formulaciones.” *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9):21–25.

Danelli, D. (2015). *Influência da técnica de “dry hopping” e da aplicação de  $\beta$ -glicosidasas no perfil de compostos voláteis de cervejas*. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de alimentos. Porto Alegre: Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul. Recuperado el 29 de diciembre de 2020, de <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/183348/000992311.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Donaldson, B., Bamforth, C., & Heymann, H. (5 de febrero de 2018). Sensory Descriptive Analysis and Free-Choice Profiling of Thirteen Hop Varieties as Whole Cones and after Dry Hopping of Beer. *Journal of The American Society of Brewing Chemists*, 70(3), 176-181. doi:10.1094/ASBCJ-2012-0710-01

Fermentis. (2019). *Fermentis SAFALE S-04*. Recuperado el 29 de diciembre de 2020, de <https://fermentis.com/en/fermentation-solutions/you-create-beer/safale-s-04/>

Fermentis. (22 de 08 de 2020). *Fermentis SafAle TM BE-256*. Obtenido de <https://fermentis.com/wp-content/uploads/2017/10/SafAle-BE-256-2.pdf>

Figueiredo, J. (2017). *Avaliação do processo de dry-hopping durante a maturação de cervejas*. São José do Rio Preto: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

García, J. (2 de julio de 2013). *Brewmasters*. Recuperado el 30 de diciembre de 2020, de Las temperaturas de Maceración, Ciencia y Arte: <https://brewmasters.com.mx/las-temperaturas-de-maceracion-ciencia-y-arte/#:~:text=La%20maceraci%C3%B3n%20es%20el%20proceso,la%20levadura%20en%20alcohol%20et%C3%ADlico>

Gerhards, S., Talaverano, M., Andrés, A., Sánchez, C., Lozano, J., Latorre, C., . . . Rodrigo, S. (2020). Different dry hopping and fermentation methods: influence on beer nutritional quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1, 2-3. doi:<https://doi.org/10.1002/jsfa.10912>

- Gómez, M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Córdoba: Brujas.
- González, M. (2017). *Principios de elaboración de las Cervezas Artesanales* (Primera ed.). Morrisville: Lulu Enterprises.
- Gredos, c. (28 de Junio de 2013). Obtenido de <http://www.cervezagredos.com/introduccion-al-mundo-de-la-cerveza-atesana-el-agua/>
- Hauser, D. (2019). *The Efficiency of Dry-hopping and Strategies for the Better Utilization of Dry-hops*. Oregon State University. Oregon: Oregon State University. Recuperado el 29 de diciembre de 2020, de [https://ir.library.oregonstate.edu/concern/graduate\\_thesis\\_or\\_dissertations/9306t4408](https://ir.library.oregonstate.edu/concern/graduate_thesis_or_dissertations/9306t4408)
- Hough, J. (1990). *Biotecnología de la cerveza y de la malta*. España: Acribia Editorial.
- Huanco, F. (2018). *Elaboración de cerveza artesanal con sustitucion parcial de malta con mashua*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano. Recuperado el 5 de junio de 2020, de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/13405/Huanco\\_Bravo\\_Francis\\_co.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/13405/Huanco_Bravo_Francis_co.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2003). *Benidas alcohólicas, cervezas, requisitos*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Kirkpatrick, K. R., & Shellhammer, T. H. (2018). Evidence of Dextrin Hydrolyzing Enzymes in Cascade Hops (*Humulus lupulus*) [Research-article]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66, 9121–9126. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b03563>
- Lafontaine, S., & Shellhammer, T. (2018). Impact of static dry-hopping rate on the sensory and analytical profiles of beer. *Journal of the Institute of Brewing*, 124, 434-442. doi:10.1002/jib.517
- Lafontaine, S., & Shellhammer, T. (January de 2019). Investigating the Factors Impacting Aroma, Flavor, and Stability in Dry-Hopped Beers. *Master Brewers Asociation of the Americas TQ 2019*, 56(1), 13-23.
- Lama, M. (12 de febrero de 2019). *Análisis de beneficios valorados en cervezas artesanales en Lima Moderna*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Luján, M., & Vásquez, V. (2010). Control automático con lógica difusa de la producción de cerveza artesanal en las etapas de maceración y cocción. *Scientia Agropecuaria*, 1(2), 125-137. Recuperado el 30 de diciembre de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/3576/357633695003.pdf>

- Maltosaa Mexican Premium Malt. (13 de junio de 2017). *Cerveza estilo IPA, su historia*. Recuperado el 3 de marzo de 2021, de <https://maltosaa.com.mx/cerveza-estilo-ipa-su-historia/>
- Martínez, C. (2015). *Análisis prospectivo al 2020 de la industria de la cerveza artesanal en el Ecuador como generadora de crecimiento económico*. Maestría en Dirección de Empresas, UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR, Área de Gestión, Quito.
- Martínez, J., Villarino, A., & José, C. (s.f.). *Cerveza sin alcohol sus propiedades*. España: Sociedad española de Dietética y Ciencias de la Alimentación (SEDCA).
- Oddone, S. (2020). *Matemática de la cerveza: 2 (Vol. 1)*. Editorial Autores de Argentina.
- Palmer, J. J. (2006). *How to Brew: Everything you need to know to brew beer right the first time*. Brewers Publications.
- Prado, J. L., Gastoni, W., & Filho, V. (2015). Uso de antibióticos convencionais e antimicrobianos a base de lúpulo no controle da infecção bacteriana em fermentação alcoólica. May. <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2014v29n4p277-281>
- Quiroga, M. (27 de febrero de 2018). *Forbes México*. Obtenido de Levadura: el componente mágico de la cerveza: <https://www.forbes.com.mx/levadura-el-componente-magico-de-la-cerveza/>
- Revista Líderes. (9 de diciembre de 2019). *Las cervecerías artesanales crecen en medio de los desafíos*. Recuperado el 3 de marzo de 2021, de <https://www.revistalideres.ec/lideres/cervecerias-artesanales-crecimiento-desafios-informe.html>
- Revista Mash. (7 de julio de 2008). *RM Revista Mash-Molienda*. Recuperado el 30 de diciembre de 2020, de <https://www.revistamash.com/2017/detalle.php?id=347>
- Sandoval, D. T. (2017). Concentración Económica en el Mercado Cervecerero Ecuatoriano. *Revista Ciencia UNEMI*, 67 - 78.
- Schönberger, C. (2018). *Hopfen: ¿Cómo entra en la cerveza?* Alemania: Hopfen Helden.
- Schönberger, C. (2018). *Variedades de Hop: Las más importantes de un vistazo*. Alemania : Hopfen Helden.
- Smooth, C. (19 de agosto de 2016). *Mi cerveza casera*. Recuperado el 30 de diciembre de 2020, de ¿Qué es el Whirlpool en la elaboración decerveza?: <http://micervezacasera.com/que-es-el-whirlpool-en-la-elaboracion-de-cerveza>
- Steele, M. (2013). *IPA: Brewing techniques, recipes and the evolution of India pale ale*. Brewers Publications.

- Suárez, M. (2013). *Cerveza: componentes y propiedades*. Universidad de Oviedo. Oviedo: Universidad de Oviedo. Recuperado el 29 de diciembre de 2020, de <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/19093/?sequence=8>
- Triplence. (14 de Julio de 2014). *Triplence.com*. Obtenido de <https://triplence.com/2014/07/15/la-importancia-de-la-quimica-del-agua-en-la-elaboracion-de-una-buena-cerveza/>
- Valenzuela, D. (s.f.). Utilización de diferentes almidones complementarios y su efecto sobre las características sensoriales de la cerveza.
- Wolfe, P. (2012). *A study of factors affecting the extraction of flavor when dry hopping beer*. Oregon: Oregon State University. Food Science and Technology. postgraduate thesis.
- Wolfe, P. (2015). *A study of factors affecting the extraction of flavor when dry hopping beer*. Oregon State University. Oregon: Oregon State University. Recuperado el 29 de diciembre de 2020, de [https://ir.library.oregonstate.edu/concern/graduate\\_thesis\\_or\\_dissertations/rx913t14h](https://ir.library.oregonstate.edu/concern/graduate_thesis_or_dissertations/rx913t14h)
- Woodward, P. (16 de enero de 2019). *Pat*. Obtenido de La sorprendente ciencia del dry hopping: lecciones de Tom Shellhammer: <https://patspints.com/2019/01/16/the-surprising-science-of-dry-hopping-lessons-from-tom-shellhammer/>

## VI. ANEXOS

### Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**  
**FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS**

### ACTA

#### DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

**NOMBRE:** ORBE REVELO CARLOS ANDRÉS  
**NIVEL/PARALELO:** 0

**CÉDULA DE IDENTIDAD:** 0401851753  
**PERIODO ACADÉMICO:** Nov. 20-Mar.21

**TEMA DE INVESTIGACIÓN:** "INFLUENCIA DEL MÉTODO DE ADICIÓN DE LÚPULO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS Y SENSORIALES DE UNA CERVEZA ARTESANAL ESTILO INDIA PALE ALE"

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

**PRESIDENTE:** MSC. CHAMORRO HERNÁNDEZ LILIANA MARGOTH  
**LECTOR:** MSC. RIVAS ROSERO CARLOS ALBERTO  
**ASESOR:** MSC. BURBANO PULLES MARCO RUBÉN

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del Informe de investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

**EDIFICIO DE AULAS:** Virtual      **AULA:** 0  
**FECHA:** jueves, 20 de mayo de 2021  
**HORA:** 0,625

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 5,60  
2) Trabajo escrito 2,60  
**Nota final de PRE DEFENSA 8,20**

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el      jueves, 20 de mayo de 2021



Firmado electrónicamente por:  
LILIANA MARGOTH  
CHAMORRO HERNANDEZ

MSC. CHAMORRO HERNÁNDEZ LILIANA MARGOTH  
**PRESIDENTE**



Firmado electrónicamente por:  
MARCO RUBEN BURBANO  
PULLES - 0401276910

MSC. BURBANO PULLES MARCO RUBÉN  
**TUTOR**



Firmado electrónicamente por:  
CARLOS ALBERTO  
RIVAS ROSERO

MSC. RIVAS ROSERO CARLOS ALBERTO  
**LECTOR**

Adj.: Observaciones y recomendaciones

Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas.



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

<b>ABSTRACT- EVALUATION SHEET</b>				
<b>NAME:</b> Carlos Andrés Orbe Revelo				
<b>DATE:</b> 27 de mayo de 2021				
<b>TOPIC:</b> "Influencia del método de adición de lúpulo en las características físico químicas y sensoriales de una cerveza artesanal estilo India Pale Ale"				
<b>MARKS AWARDED</b> <span style="float: right;"><b>QUANTITATIVE AND QUALITATIVE</b></span>				
<b>VOCABULARY AND WORD USE</b>	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
<b>WRITING COHESION</b>	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs. <input checked="" type="checkbox"/>	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>	Some progression of ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>	Inadequate ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
<b>ARGUMENT</b>	The message has been communicated very well and identify the type of text <input checked="" type="checkbox"/>	The message has been communicated appropriately and identify the type of text <input type="checkbox"/>	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing <input type="checkbox"/>	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
<b>CREATIVITY</b>	Outstanding flow of ideas and events <input type="checkbox"/>	Good flow of ideas and events <input checked="" type="checkbox"/>	Average flow of ideas and events <input type="checkbox"/>	Poor flow of ideas and events <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
<b>SCIENTIFIC SUSTAINABILITY</b>	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement <input checked="" type="checkbox"/>	Minor errors when supporting the thesis statement <input checked="" type="checkbox"/>	Some errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>	Lots of errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
<b>TOTAL/AVERAGE</b>	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		<b>TOTAL 9</b>	



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL  
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE  
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.**

**Autor:** Carlos Andrés Orbe Revelo

**Fecha de recepción del abstract:** 27 de mayo de 2021

**Fecha de entrega del informe:** 27 de mayo de 2021

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

**Observaciones:**

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Firmado electrónicamente por:  
EDISON BOANERGES  
PENAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc  
Coordinador del CIDEN

Anexo 3: Modelo de evaluación sensorial

**Test de evaluación sensorial de cerveza**

Nombre:.....

Fecha:.....

Las siguientes muestras se encuentran identificada mediante un código. La escala a emplear es de 1 a 5 puntos, siendo 1 el menor grado y 5 el mayor. Ubique una x en cada casilla. Después de catar la muestra enjuagar con agua la boca.

Aspecto general	1	2	3	4	5
Color					
Olor					
Sabor					
Cuerpo					
Amargor					

Apariencia	1	2	3	4	5
Turbidez					
Opaca (no se puede ver a través de ella)					
Turbia (partículas en suspensión)					
Clara (no se aprecian partículas en suspensión)					
Cristalina y transparente)					

Color	1	2	3	4	5
					
					
					
					
					
					
					
					



Anexo 4: Perfil sensorial de la cerveza



Beer Judge  
PROGRAM

# BEER SCORESHEET

## Examination Version

AHA/BJCP Sanctioned Competition Program



The  
American  
Homebrewers  
Association

<http://www.bjcp.org>

<http://www.beertown.org>

---

ID del participante: 16MMSTGL01 N° de Cerveza del Examen (1-6): \_\_\_\_\_

Ciudad del Examen: \_\_\_\_\_ Categoría # \_\_\_\_\_ Subcategoría (a-f) \_\_\_\_\_

Fecha del Examen: \_\_\_\_\_ Subcategoría (deletree) \_\_\_\_\_

**Definiciones de Descriptores**  
(Marque las que se aplican)

Acetaldehído

Alcohólico

Astringente

Diacetilo

DMS (dimetil sulfuro)

Esteroso

Herbáceo

Golpe de Luz

Metálico

A hongo

Oxidado

Fenólico

Solvente

Agrio/Ácido

Sulfuroso

Vegetal

A levadura

**Aroma** (como apropiado para el estilo) \_\_\_\_\_ /12  
Comentarios sobre la malta, los lúpulos, los ésteres y otros aromáticos

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Apariencia** (como apropiado para el estilo) \_\_\_\_\_ / 3  
Comentarios sobre el color, la turbidez, y la espuma (retención, color y textura)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Flavor** (como apropiado para el estilo) \_\_\_\_\_ /20  
Comentarios sobre la malta, los lúpulos, características de fermentación, balance, final/retrogusto, y otras características del flavor

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Sensaciones en boca** (como apropiado para el estilo) \_\_\_\_\_ / 5  
Comentarios sobre el cuerpo, la carbonatación, el calentamiento, la cremosidad, la astringencia y otras sensaciones al paladar.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Impresión General** \_\_\_\_\_ /10  
Comentarios sobre el placer general de la tomabilidad asociado con la muestra, dar sugerencias para la mejora.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Total** \_\_\_\_\_ /50

<b>CALIFICACION</b>	<b>Sobresaliente</b> (45 - 50):	Ejemplo de clase mundial del estilo			
	<b>Excelente</b> (38 - 44):	Ejemplifica el estilo bien, requiere afinamientos menores	<b>Ejemplo clásico</b> <input type="checkbox"/>	<b>Exactitud Estilística</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	<b>Muy Buena</b> (30 - 37):	Generalmente dentro del estilo, algunas fallas menores	<b>Sin defectos</b> <input type="checkbox"/>	<b>Merito Técnico</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<b>No acorde al estilo</b>
	<b>Buena</b> (21 - 29):	Pérdida de marcas del estilo y fallas menores	<b>Maravillosa</b> <input type="checkbox"/>	<b>Intangibles</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<b>Defectos significativos</b>
	<b>Regular</b> (14 - 20):	Sabores extraños o deficiencias mayores del estilo			<b>Sin Vida</b>
<b>Problemática</b> (0 - 13):	Sabores y aromas extraños mayores son dominantes				

BJCP Exam Beer Scoresheet Copyright © 2012 Beer Judge Certification Program rev. 03/06/12 Please send any comments to Exam\_Director@BJCP.org

Anexo 5: Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2262 bebidas alcohólicas.

---



Quito – Ecuador

**NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA**

**NTE INEN 2262**  
Primera revisión  
2013-11

**BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS**

ALCOHOLIC BEVERAGES. LIQUORS. REQUIREMENTS

---

Correspondencia:

---

DESCRIPTORES: Bebidas alcohólicas, cerveza, requisitos  
ICS: 67.160.10

9  
Páginas

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

## 1. OBJETO

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

## 2. DEFINICIONES

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

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

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

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

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

En donde:

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

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

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

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

## 3. DISPOSICIONES GENERALES

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

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

### 3.3 Prácticas Permitidas

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

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

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

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

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

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

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

#### **3.4 Prácticas no permitidas.**

**3.4.1** No está permitida la adición o uso de:

**3.4.1.1** Alcoholes.

**3.4.1.2** Agentes edulcorantes artificiales.

**3.4.1.3** Sustitutos del lúpulo u otros principios amargos.

**3.4.1.4** Saponinas.

**3.4.1.5** Colorantes artificiales.

**3.4.1.6** Cualquier ingrediente que sea nocivo para la salud.

**3.4.1.7** Medios filtrantes constituidos por asbesto.

### **4. CLASIFICACIÓN**

**4.1** La clasificación de las cervezas será la siguiente:

**4.1.1** Por su grado alcohólico:

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

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

**4.1.2** Por su extracto original:

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

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

**4.1.2.3** Cerveza extra: aquella que presenta un extracto seco original entre el 12,0 % en masa y menor al 14 % en masa.

El extracto original se calcula usando la siguiente fórmula:

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

En donde:

$p$  = extracto original en % Plato.

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

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

**4.1.3** Por su color:

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

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

**4.1.4** Por su tipo de fermentación:

**4.1.4.1** Cervezas Lager, para la fermentación "baja".

**4.1.4.2** Cervezas Ale, para la fermentación "alta".

**4.1.4.3** Cervezas de fermentación mixta.

**4.1.5** Por la proporción de materias primas:

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

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

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

## 5. REQUISITOS

### 5.1 Requisitos específicos

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

TABLA 1. Requisitos físicos y químicos

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

TABLA 2. Requisitos microbiológicos

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

## **6. INSPECCIÓN**

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

## **7. ENVASADO**

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

## **8. ROTULADO**

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

Anexo 6: Ficha técnica de maltas especiales (Malta pale ale)



# MALTA WEYERMANN®

Mich. Weyermann® GmbH & Co. KG · Brennerstrasse 17-19 · 96052 Bamberg - Alemania  
Tel.: +49-(0)951-93 220-517 · Fax: +49-(0)951-93 220-9517 · e-mail: info@weyermann.de · www.weyermannmalt.com



## SINAMAR®

Heinz Weyermann® GmbH · Brennerstrasse 17-19 · 96052 Bamberg - Alemania  
Tel.: +49-(0)951-93 220-517 · Fax: +49-(0)951-93 220-9517 · e-mail: info@weyermann.de · www.weyermannmalt.com

**Nuestro distribuidor en España:**

Ricardo Molina, S.A.U. · entrar en contacto con Jordi Canals · Via Laietana 19 / 2 · 08003 Barcelona  
Telefono: +34 - 93 - 552 - 03 - 41 · Fax: +34 - 93 - 319 - 59 - 06 · email: jcanals@ricardomolina.com · www.ricardomolina.com

# MALTA WEYERMANN®

Mich. Weyermann® GmbH & Co. KG · Brennerstrasse 17-19 · 96052 Bamberg - Alemania  
Tel.: +49-(0)951-93 220-517 · Fax: +49-(0)951-93 220-9517 · e-mail: info@weyermann.de · www.weyermannmalt.com

**"Bienvenidos al Mundo Weyermann" de Maltas Especiales"**

**¡Su aliado en cuestiones relacionadas con la malta - con el más amplio espectro de variedades de producción propia del mundo!**

Nuestro Sistema de Gestión de Calidad conforme a DIN ISO 9001 junto con:

- Nuestro altamente cualificado equipo de producción
- Nuestro Sistema de Control de Proceso, estrictamente monitorizado en cada fase, desde la recepción de cebada pasando por el almacenamiento y la producción hasta la expedición del producto terminado
- Análisis externos regulares, de acuerdo con la reglamentación vigente
- Una producción que sigue exclusivamente la Ley de Pureza Alemana
- Producción exclusivamente con cebada, trigo y centeno alemanes, cultivados todos en plantaciones certificadas que no han sido genéticamente modificadas y con fines destinados a cervecería
- Nuestro moderno equipamiento para la elaboración de maltas y de cervecería
- Rápida y exacta rastreabilidad mediante el número LOT individual, codificado en un D2-Código de barras - Transparencia desde el comienzo con el agricultor hasta el acabado de la Malta especial
- Análisis-descarga mediante D2-Código de barras-Escaner (análisis individual por lotes [Batch] disponible en línea)

garantiza una elevada calidad en nuestras maltas de cervecería, torrefactas y caramelizadas, en nuestra cerveza desamargada de malta torrefacta **SINAMAR®**, así como en nuestros diversos extractos de malta.

**MALTA WEYERMANN® – Competencia y tradición familiar desde 1879 – ¡Día tras día !**

2

		<b>COMPOSICIÓN:</b>	Trigo, cebada y avena, centeno, cebada
		<b>Aromas de frutas y nueces:</b>	Almendra, Avellanas, Pasas, Vainilla
		<b>Aromas de malta:</b>	Miel, Galletas, Mermelada, Dulce de malta
		<b>Aromas de caramelo:</b>	Caramelo, Caramelo claro, Caramelo oscuro
		<b>Sabor:</b>	Ácido, Amargo, Dulce, Salado

**MALTA WEYERMANN® – Competencia y tradición familiar desde 1879 – ¡Día tras día !**

# MALTA WEYERMANN®

Mich. Weyermann® GmbH & Co. KG · Brennerstrasse 17-19 · 96052 Bamberg - Alemania  
Tel.: +49-(0)951-93 220-517 · Fax: +49-(0)951-93 220-9517 · e-mail: info@weyermann.de · www.weyermannmalt.com

Malta Caramelizada	Color/EBC	Utilizado para	Proc.	Resultado	Disponibilidad
* Weyermann® CARAPILS®	2,5 - 6,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cervezas tipo Pilsen</li> <li>• Cervezas sin alcohol</li> <li>• Cervezas ligeras</li> </ul>	5 - 10 % hasta un 40 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de la espuma, así como de la consistencia de la misma</li> <li>• Aumento de la consistencia</li> </ul>	Inmediata
* Weyermann® CARAHELL®	20 - 30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cervezas claras</li> <li>• Cervezas export.</li> <li>• Festbier</li> <li>• Cervezas nutritivas</li> <li>• Cervezas de trigo</li> <li>• Cervezas de barril</li> <li>• Cervezas ligeras</li> <li>• Altbier</li> <li>• Cervezas bajas en alcohol</li> <li>• Cervezas sin alcohol</li> </ul>	10 - 15 % hasta un 30 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la consistencia</li> <li>• Intensificación del aroma de malta</li> <li>• Influye positivamente en la espuma de la cerveza</li> <li>• Sabor más pleno y completo</li> <li>• Colores más intensos</li> <li>• Corrección de colores de cerveza demasiado claros en cervezas Pils o reposadas</li> <li>• Optimiza el sabor de las cervezas blancas con levadura</li> <li>• Notas ligeras de caramelo</li> </ul>	Inmediata
* Weyermann® CARARED®	40 - 60	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cervezas marrones</li> <li>• Cervezas bock</li> <li>• Cervezas ámbar</li> <li>• Altbier</li> <li>• Cervezas blancas</li> <li>• Red Ales</li> <li>• Scottish Ales</li> </ul>	hasta un 25 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de la consistencia</li> <li>• Intensificación del aroma a malta</li> <li>• Color de cerveza oscuro</li> <li>• Color rojizo de cerveza</li> <li>• Notas de caramelo, miel y pastel</li> </ul>	Inmediata

CARAPILS®, CARAHELL® y CARARED® son marcas registradas de fábrica de malta Mich. Weyermann® GmbH & Co. KG, Bamberg

\* Estas variedades de malta están disponibles en calidad orgánica bajo pedido - certificados biológicos: Kiwa BCS Öko-Garantie DE-ÖKO-001

**MALTA WEYERMANN® – Competencia y tradición familiar desde 1879 – ¡Día tras día!**

10

# MALTA WEYERMANN®

Mich. Weyermann® GmbH & Co. KG · Brennerstrasse 17-19 · 96052 Bamberg - Alemania  
Tel.: +49-(0)951-93 220-517 · Fax: +49-(0)951-93 220-9517 · e-mail: info@weyermann.de · www.weyermannmalt.com

Malta Caramelizada	Color/EBC	Utilizado para	Proc.	Resultado	Disponibilidad
Weyermann® CARAAMBER®	60 - 80	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cervezas bock</li> <li>• Cervezas oscuras</li> <li>• Cervezas rojas</li> <li>• Cervezas ámbar</li> <li>• Ambar Lagers</li> <li>• Ambar Ales</li> </ul>	hasta un 20 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de la estabilidad organoléptica y de la consistencia</li> <li>• Matiza el color de la cerveza</li> <li>• Color rojizo de la cerveza</li> <li>• Optimización del trabajo de fermentación</li> <li>• Notas de Toffee, caramelo y pan</li> </ul>	Inmediata
* Weyermann® CARAMÜNCH®	I 80 - 100 II 110 - 130 III 140 - 160	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cervezas oscuras</li> <li>• Festbier</li> <li>• Cervezas de malta</li> <li>• Cervezas nutritivas</li> <li>• Cervezas de barril</li> <li>• Cervezas ligeras</li> </ul>	5 - 10 % en el caso de las cervezas oscuras 1 - 5 % en el caso de las cervezas ligeras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la consistencia</li> <li>• Intensificación del aroma a malta</li> <li>• Sabor más pleno y completo</li> <li>• Colores más intensos</li> <li>• Intenso aroma a caramelo con notas de pastel</li> </ul>	Inmediata
* Weyermann® CARAAROMA®	350 - 450	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cervezas marrones</li> <li>• Cervezas bock</li> <li>• Cervezas ámbar</li> <li>• Cervezas reposadas oscuras</li> <li>• Dark Ales</li> <li>• Stouts</li> <li>• Portes</li> </ul>	hasta un 15 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de la consistencia</li> <li>• Intensificación del aroma a malta</li> <li>• Color de cerveza oscuro</li> <li>• Color rojizo de cerveza</li> <li>• Notas de nuez tostada, caramelo oscuro y frutos secos</li> </ul>	Inmediata

CARAAMBER®, CARAMÜNCH® y CARAAROMA® son marcas registradas de la fábrica de malta Mich. Weyermann® GmbH & Co. KG, Bamberg

\* Estas variedades de malta están disponibles en calidad orgánica bajo pedido - certificados biológicos: Kiwa BCS Öko-Garantie DE-ÖKO-001

**MALTA WEYERMANN® – Competencia y tradición familiar desde 1879 – ¡Día tras día!**

11

# MALTA WEYERMANN®

Milch. Weyermann® GmbH & Co. KG · Rennertstraße 17-19 · 96052 Bamberg · Alemania  
Tel.: +49-(0)951-93 220-517 · Fax: +49-(0)951-93 220-5017 · e-mail: info@weyermann.de · www.weyermann-malt.com

## Malta producida con Certificado de Cultivo Ecológico

Bajo petición, podemos elaborar a medida cualquiera de nuestras maltas con 100% materias primas de origen ecológico, procesadas de acuerdo con todos los estándares de producción ecológica.

### Cada malta va etiquetada:

**„Malta 100% producida de cultivo ecológico“ \***

Por favor, pregunte sobre variedades y certificados.

\* certificados biológicos: Kiwa BCS Öko-Garantie DE-ÖKO-001

**MALTA WEYERMANN® – Competencia y tradición familiar desde 1879 – ¡Día tras día!**

25

# MALTA WEYERMANN®

Milch. Weyermann® GmbH & Co. KG · Rennertstraße 17-19 · 96052 Bamberg · Alemania  
Tel.: +49-(0)951-93 220-517 · Fax: +49-(0)951-93 220-5017 · e-mail: info@weyermann.de · www.weyermann-malt.com

## Servicios Especiales

### Mezclas de malta

Gracias a un dispositivo especial instalado en nuestro almacén de expediciones, podemos realizar mezclas especiales de malta según los deseos del cliente. Estas mezclas pueden incluir hasta 5 tipos distintos de malta en proporciones variables (intervalos de 5%). Las ventajas son:

- Ahorro de espacio, factor de especial importancia en los casos en que la superficie de almacenaje sea limitada
- Menor coste de manipulación de las maltas especiales
- Calidad de producto siempre uniforme, garantizando la combinación constante de las diferentes calidades de malta
- Se descartan los cambios y equivocaciones en la cámara de cocción

### Asesoramiento en la composición de los preparados

Gracias a nuestro laboratorio completamente equipado y a nuestro personal especializado, nos complace informar que estamos en condiciones de poder ofrecer asesoramiento técnico en la composición de preparados apropiados y mezclas de malta. Persona de contacto: Andreas Richter; Teléfono: +49 - (0)951 - 93 220-22 - e-mail: andreas.richter@weyermann.de

**MALTA WEYERMANN® – Competencia y tradición familiar desde 1879 – ¡Día tras día!**

26

# MALTA WEYERMANN®

Milch. Weyermann® GmbH & Co. KG · Rennertstraße 17-19 · 96052 Bamberg · Alemania  
Tel.: +49-(0)951-93 220-517 · Fax: +49-(0)951-93 220-5017 · e-mail: info@weyermann.de · www.weyermann-malt.com

## Servicios Especiales

### • Modos y tamaños de expedición •

Suministramos nuestras maltas y mezclas de malta a granel o en sacos de 25 kg, así como también en Big-Bags de 400 - 1250 kgs.

### • Suministro en Alemania, los países europeos y otros países •

Proveemos a clientes con camiones de Weyermann® o compañías de transporte con certificado de Weyermann®. También pueden ser dispuestas pequeñas cantidades por consiguiente, a precios favorable.

Servicio extra: Ayuda para descargar.

### • Suministros a ultramar •

Contenedores de 20' y 40', a granel o como mercancía en sacos o Big-Bags

### • Embarques a granel •

Hasta 1000 toneladas puesto en el puerto de Bamberg / Haasfurt

Con el propósito de exponer, ofrecemos a nuestros clientes sacos de yute y otros artículos de marketing Weyermann®. Haga su pedido en: [www.weyermann.de/shop](http://www.weyermann.de/shop)

**MALTA WEYERMANN® – Competencia y tradición familiar desde 1879 – ¡Día tras día!**

27

# MALTA WEYERMANN®

Mich. Weyermann® GmbH & Co. KG · Bremerstrasse 17-19 · 96052 Bamberg · Alemania  
Tel.: +49-(0)951-93 220-517 · Fax: +49-(0)951-93 220-9517 · e-mail: info@weyermann.de · www.weyermannmal.com

**Weyermann® certificados**



**Contacto:**  
Andrea Hahn  
Técnica Control de Calidad

**Teléfono:** 0049 - (0)951 - 93 220-691  
**Fax:** 0049 - (0)951 - 93 220-9691  
**e-mail:** andrea.hahn@weyermann.de

**MALTA WEYERMANN® – Competencia y tradición familiar desde 1879 – ¡Día tras día!**

28

# MALTA WEYERMANN®

Mich. Weyermann® GmbH & Co. KG · Bremerstrasse 17-19 · 96052 Bamberg · Alemania  
Tel.: +49-(0)951-93 220-517 · Fax: +49-(0)951-93 220-9517 · e-mail: info@weyermann.de · www.weyermannmal.com

**Conforme a las leyes y normativas**

Como parte de nuestro sistema de gestión de calidad de acuerdo con DIN EN ISO 9001 y el sistema HACCP, garantizamos el cumplimiento de todas las leyes y normativas vigentes en materia de legislación alimentaria aplicables a nuestros productos y embalajes.

La producción se lleva a cabo de acuerdo con la „Ley de pureza alemana“.

Weyermann® no utiliza materias primas genéticamente modificadas, aditivos y auxiliares de acuerdo con la Regulación (EC) No. 1829/2003, 1830/2003, 49/2000 y 50/2000, no contiene nanomateriales ni hormonas. El uso de radiación ionizante está excluido.

Todas las materias primas se analizan en busca de residuos de plaguicidas, micotoxinas y metales pesados y cumplen con los Reglamentos (CE) 185/2010 y 396/2005. Los contenidos de nitrosamina están por debajo del valor de la guía técnica. El cumplimiento de estos límites se garantiza mediante controles periódicos.

**MALTA WEYERMANN® – Competencia y tradición familiar desde 1879 – ¡Día tras día!**

29

# MALTA WEYERMANN®

Mich. Weyermann® GmbH & Co. KG · Bremerstrasse 17-19 · 96052 Bamberg · Alemania  
Tel.: +49-(0)951-93 220-517 · Fax: +49-(0)951-93 220-9517 · e-mail: info@weyermann.de · www.weyermannmal.com

**Detalles sobre la carga en contenedores de Weyermann®**

Contenedor de 20' - Carga útil máxima = 20,0 toneladas	
Mercancía en sacos sin paletizar	16,5 to = sacos 600 x 25 kg
Mercancía en sacos paletizada	10,0 to = sacos 400 x 25 kg (en paletas de 10 contenedores) 10,0 to = 10 sacos grandes x 1000 kg (en paletas de 10 contenedores)
Carga a granel	16 - 20 to, según la clase de malta

Contenedor de 40' - Carga útil máxima = 25,0 toneladas	
Mercancía en sacos sin paletizar	25,0 to = sacos 1000 x 25 kg
Mercancía en sacos paletizada	20,0 to = sacos 800 x 25 kg (en paletas de 20 contenedores) 20,0 to = 20 sacos grandes x 1000 kg (en paletas de 20 contenedores)

**MALTA WEYERMANN® – Competencia y tradición familiar desde 1879 – ¡Día tras día!**

# MALTA WEYERMANN®

Mich. Weyermann® GmbH & Co. KG · Brennenstrasse 17-19 · 96052 Bamberg · Alemania  
Tel.: +49-(0)951-93 220-517 · Fax: +49-(0)951-93 220-9517 · e-mail: info@weyermann.de · www.weyermannmalt.com

## El saco de malta Weyermann® – singularidades y modo de apertura



Con objeto de proteger y garantizar la elevada calidad de nuestras maltas de cervecería, torrefactas y caramelizadas, utilizamos sólo sacos de gran calidad, super resistentes a roturas, de PP de un sólo uso con funda de PE impermeable. El PE garantiza una óptima protección del aroma. Todos los sacos están debidamente cosidos, de modo que tienen un cierre de seguridad garantizado.

### La técnica de cierre especial de los sacos Weyermann® permite una apertura cómoda y fácil.

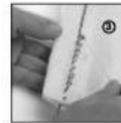
Para ello deben proceder de la siguiente forma:



1. Cortar el saco con el logo Weyermann® de hiente y cortar el hilo de udmbre de la izquierda completamente.



2. Estiran el hilo blanco del lado cabo.



3. Al retirar ahora del hilo blanco la costura se abre automáticamente.

### Otras ventajas de nuestros sacos de un sólo uso PP de Weyermann®:

Sin pliegues y con cierre original de doble cosido con hilos rojo y blanco.

Estampa impresa del país de origen.

Lateralmente indicación del peso.

Sacos claramente marcados para una fácil identificación del tipo de malta, incluso después de haber sido abiertos.



Tamaños de saco de 25 kg, para un fácil manejo.

Cada saco está debidamente etiquetado con el número del lote para la rápida rastreabilidad y análisis de descarga.



Cada saco va lateralmente marcado con el tipo de malta, el día y hora de envasado y la fecha mínima de caducidad.

**MALTA WEYERMANN® – Competencia y tradición familiar desde 1879 – ¡Día tras día!**

31

# MALTA WEYERMANN®

Mich. Weyermann® GmbH & Co. KG · Brennenstrasse 17-19 · 96052 Bamberg · Alemania  
Tel.: +49-(0)951-93 220-517 · Fax: +49-(0)951-93 220-9517 · e-mail: info@weyermann.de · www.weyermannmalt.com

## Servicio extra de Weyermann®

### 2003 Weyermann® puso en funcionamiento su máquina llenadora-pesadora Big Bag:



- Aspecto correcto y higiénico
- Los 85 tipos de malta Weyermann® pueden ser rápidamente suministrados en Big Bag
- Posibilidad de mezclas de maltas perfectamente definidas
- Cantidad de llenado exactamente definida entre 400 y 1250 kgs, según el tamaño de calderada
- Carga en paletas „EURO“ (32 per camión) o en paletas
- Grandes „Container“ (22 per camión)

#### Ventajas:

- Transporte sencillo de estibador por horquilla elevadora
- Ahorro de tiempo y de mano de obra
- Economía en la capacidad de silo
- Ahorro de espacio



- De 400 kg, y 750 kg y hasta 1250 kg Big Bags en Palets



- Big Bag de carga

**MALTA WEYERMANN® – Competencia y tradición familiar desde 1879 – ¡Día tras día!**

32

# MALTA WEYERMANN®

Mich. Weyermann® GmbH & Co. KG · Brennenstrasse 17-19 · 96052 Bamberg · Alemania  
Tel.: +49-(0)951-93 220-517 · Fax: +49-(0)951-93 220-9517 · e-mail: info@weyermann.de · www.weyermannmalt.com

## ¡Weyermann® – diversidad también en el embalaje!



Centro de Logística



Sistema de planificación de las rutas



Sacos de 25 kg



Embolsado automático



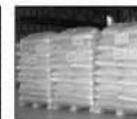
Detector de metales



Paletización



Transporte a gran distancia



Sacos en europalets

**MALTA WEYERMANN® – Competencia y tradición familiar desde 1879 – ¡Día tras día!**

33

# MALTA WEYERMANN®

Mich. Weyermann® GmbH & Co. KG · Brennerstrasse 17-19 · 96052 Bamberg - Alemania  
Tel.: +49-(0)951-93 220-517 · Fax: +49-(0)951-93 220-9517 · e-mail: info@weyermann.de · www.weyermannmalt.com

## ¡Weyermann® – diversidad también en el embalaje!



Contenedor con  
bolsas de carga  
suelta



4 rampas para carga de camiones  
en ultramar



Carga para contenedor  
libre con funda para  
ultramar



Instalación de  
ensacado  
Big Bag



De 400 kg, y 750 kg y hasta  
1250 kg Big Bags en Palets



Big Bag de carga



Camión con tres cámaras que puede combinar el transporte a granel y en sacos

**MALTA WEYERMANN® – Competencia y tradición familiar desde 1879 – ¡Día tras día!**

34

# MALTA WEYERMANN®

Mich. Weyermann® GmbH & Co. KG · Brennerstrasse 17-19 · 96052 Bamberg - Alemania  
Tel.: +49-(0)951-93 220-517 · Fax: +49-(0)951-93 220-9517 · e-mail: info@weyermann.de · www.weyermannmalt.com

## Manufactura cervecera de Weyermann®



A los cerveceros interesados les ofrecemos  
la siguiente posibilidad:

En la manufactura cervecera de Weyermann®  
(cantidad de producción de 2,5 - 2,8 hl),  
construida por la empresa Kaspar Schulz, Bamberg,  
los cerveceros internacionales con ganas de  
experimentar pueden dar rienda suelta a su  
creatividad con las especialidades de  
malta de Weyermann®.

### Asesoramiento:

**Andreas Richter** (jefe de calidad)  
Teléfono: +49 - (0)951 - 93 220-22  
Fax: +49 - (0)951 - 93 220-922  
e-mail: andreas.richter@weyermann.de

**MALTA WEYERMANN® – Competencia y tradición familiar desde 1879 – ¡Día tras día!**

35

# MALTA WEYERMANN®

Mich. Weyermann® GmbH & Co. KG · Brennerstrasse 17-19 · 96052 Bamberg - Alemania  
Tel.: +49-(0)951-93 220-517 · Fax: +49-(0)951-93 220-9517 · e-mail: info@weyermann.de · www.weyermannmalt.com

**La Gerencia de Weyermann®**



**Contacto:**

**Directora de ventas, marketing y relaciones públicas**  
**Sabine Weyermann**  
 Teléfono: +49-(0)951-93 220-517  
 Fax: +49-(0)951-93 220-9517  
 e-mail: sabine.weyermann@weyermann.de

**Director Técnico, ventas y marketing**  
**Thomas Kraus-Weyermann**  
 Teléfono: +49-(0)951-93 220-12  
 Fax: +49-(0)951-93 220-913  
 e-mail: thomas.kraus-weyermann@weyermann.de

**MALTA WEYERMANN® – Competencia y tradición familiar desde 1879 – ¡Día tras día!**

43

# MALTA WEYERMANN®

Mich. Weyermann® GmbH & Co. KG · Brennerstrasse 17-19 · 96052 Bamberg - Alemania  
Tel.: +49-(0)951-93 220-517 · Fax: +49-(0)951-93 220-9517 · e-mail: info@weyermann.de · www.weyermannmalt.com

**Equipo de Weyermann®**



**Disposition und Export**

de la Gerencia a domicilio  
 Thomas Kraus-Weyermann, Wien en Alemania, Florian Fildner, Salzburg, Rainer Nahrer, Kufstein, Ingrid Dornig, Vienna (DACH), Jan Válek, Klatovy, Karel Sedláček, Tereza Gumpová, Laura Doležal, Petr Němec, Jana Kaban, Brno (DACH), Jarmila Hlaváčková, Olomouc (DACH), Sabine Weyermann, Michael Biele, Wiesbaden  
 Julia, Axel, Jero, Roger, Johannes, Olomouc, a la feria

**Contacto:**

<b>Directora de ventas y relaciones públicas en España y Portugal</b> <b>Larissa Schneider</b> Teléfono: +49-(0)951-93 220-480 Fax: +49-(0)951-93 220-9502 e-mail: larissa.schneider@weyermann.de	<b>Directora de ventas y relaciones públicas en Francia</b> <b>Yvonne Girard</b> Teléfono: +49-(0)951-93 220-518 Fax: +49-(0)951-93 220-9519 e-mail: yvonne.girard@weyermann.de	<b>Directora de ventas y relaciones públicas en Italia</b> <b>Maria Rosa Madrazo</b> Teléfono: +49-(0)951-93 220-517 Fax: +49-(0)951-93 220-9517 e-mail: mariarosa.madrazo@weyermann.de	<b>Directora de ventas y relaciones públicas en Grecia</b> <b>Marika Schmidt</b> Teléfono: +49-(0)951-93 220-662 Fax: +49-(0)951-93 220-9562 e-mail: marika.schmidt@weyermann.de
<b>Directora de ventas y relaciones públicas en Alemania</b> <b>Andi Jany</b> Teléfono: +49-(0)951-93 220-125 Fax: +49-(0)951-93 220-9128 e-mail: andi.jany@weyermann.de	<b>Directora de ventas y relaciones públicas en Austria</b> <b>Jana Kaban</b> Teléfono: +49-(0)951-93 220-12 Fax: +49-(0)951-93 220-110 e-mail: jana.kaban@weyermann.de	<b>Directora de ventas y relaciones públicas en República Checa</b> <b>Jana Kaban</b> Teléfono: +49-(0)951-93 220-12 Fax: +49-(0)951-93 220-110 e-mail: jana.kaban@weyermann.de	<b>Directora de ventas y relaciones públicas en Hungría</b> <b>Jan Válek</b> Teléfono: +49-(0)951-93 220-167 Fax: +49-(0)951-93 220-1662 e-mail: jan.valek@weyermann.de
<b>Directora de ventas y relaciones públicas en Polonia</b> <b>Milena Bauer</b> Teléfono: +49-(0)951-93 220-73 Fax: +49-(0)951-93 220-9175 e-mail: milena.bauer@weyermann.de	<b>Directora de ventas y relaciones públicas en República Eslovaca</b> <b>Katrina Kormanová</b> Teléfono: +49-(0)951-93 220-186 Fax: +49-(0)951-93 220-1868 e-mail: katrina.kormanova@weyermann.de	<b>Directora de ventas y relaciones públicas en República Eslovaca</b> <b>Marika Schmidt</b> Teléfono: +49-(0)951-93 220-705 Fax: +49-(0)951-93 220-9168 e-mail: marika.schmidt@weyermann.de	<b>Directora de ventas y relaciones públicas en República Eslovaca</b> <b>Marika Schmidt</b> Teléfono: +49-(0)951-93 220-662 Fax: +49-(0)951-93 220-9562 e-mail: marika.schmidt@weyermann.de

**MALTA WEYERMANN® – Competencia y tradición familiar desde 1879 – ¡Día tras día!**

44

# MALTA WEYERMANN®

Mich. Weyermann® GmbH & Co. KG · Brennerstrasse 17-19 · 96052 Bamberg - Alemania  
Tel.: +49-(0)951-93 220-517 · Fax: +49-(0)951-93 220-9517 · e-mail: info@weyermann.de · www.weyermannmalt.com

**Equipo de Weyermann®**



**Aseguramiento de la Calidad**

de la Gerencia a domicilio  
 Andrea Faber, Andreas Fehrer, Wilfried Hofmann, Bettina Malmgren, Cornelia Gierl, Ansgar Schöcherl, Andrea Mair, Roger, Günther, Timo Haselmann  
 1879, 96052 Bamberg

**Contacto:**

<b>Asesor de Calidad</b> <b>Andreas Richter</b> Teléfono: +49-(0)951-93 220-07 Fax: +49-(0)951-93 220-402 e-mail: andreas.richter@weyermann.de	<b>Directora de Laboratorio Control de Calidad</b> <b>Bettina Malmgren</b> Teléfono: +49-(0)951-93 220-07 Fax: +49-(0)951-93 220-077 e-mail: bettina.malmgren@weyermann.de	<b>Directora de programas de control</b> <b>Alshagül Scheicher</b> Teléfono: +49-(0)951-93 220-07 Fax: +49-(0)951-93 220-967 e-mail: alshaguel.scheicher@weyermann.de
<b>Técnico Control de Calidad</b> <b>Andrea Faber</b> Teléfono: +49-(0)951-93 220-061 Fax: +49-(0)951-93 220-9619 e-mail: andrea.faber@weyermann.de	<b>Asesor de Control de Calidad</b> <b>Timo Haselmann</b> Teléfono: +49-(0)951-93 220-064 Fax: +49-(0)951-93 220-064 e-mail: timo.haselmann@weyermann.de	

**MALTA WEYERMANN® – Competencia y tradición familiar desde 1879 – ¡Día tras día!**

## Anexo 7: Ficha técnica del lúpulo cascade



# BarthHaas Cascade

Estados Unidos

### PERFIL DEL AROMA

CASCADE SE DESARROLLÓ EN EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DEL USDA EN OREGON Y SE LANZÓ COMO UNA VARIEDAD DE AROMA ESTADOUNIDENSE EN 1972. SE CARACTERIZA POR UN CONO ALARGADO DE COLOR VERDE OSCURO QUE CONTIENE BAJAS CANTIDADES DE ÁCIDOS ALFA. EL AROMA ES DE RESISTENCIA MEDIA Y MUY DISTINTO. LA VARIEDAD TIENE UNA BUENA PRODUCCIÓN DE CONO Y ES AGRONÓMICAMENTE FUERTE CON BUENA RESISTENCIA DE LA CORONA AL MILDIU. EL SALTO DEFINITIVO PARA AMERICAN PALE ALES, IPA'S Y BLACK ALES / BLACK IPA (TAMBIÉN CONOCIDO COMO CASCADIAN ALE DEBIDO AL USO DE ESTA VARIEDAD). USO GENERALIZADO EN AMARGOS BRITÁNICOS, ESB'S, ALES PÁLIDAS Y MUY EFECTIVO EN CERVEZAS RUBIAS AFRUTADAS Y VINOS DE CEBADA TAMBIÉN.

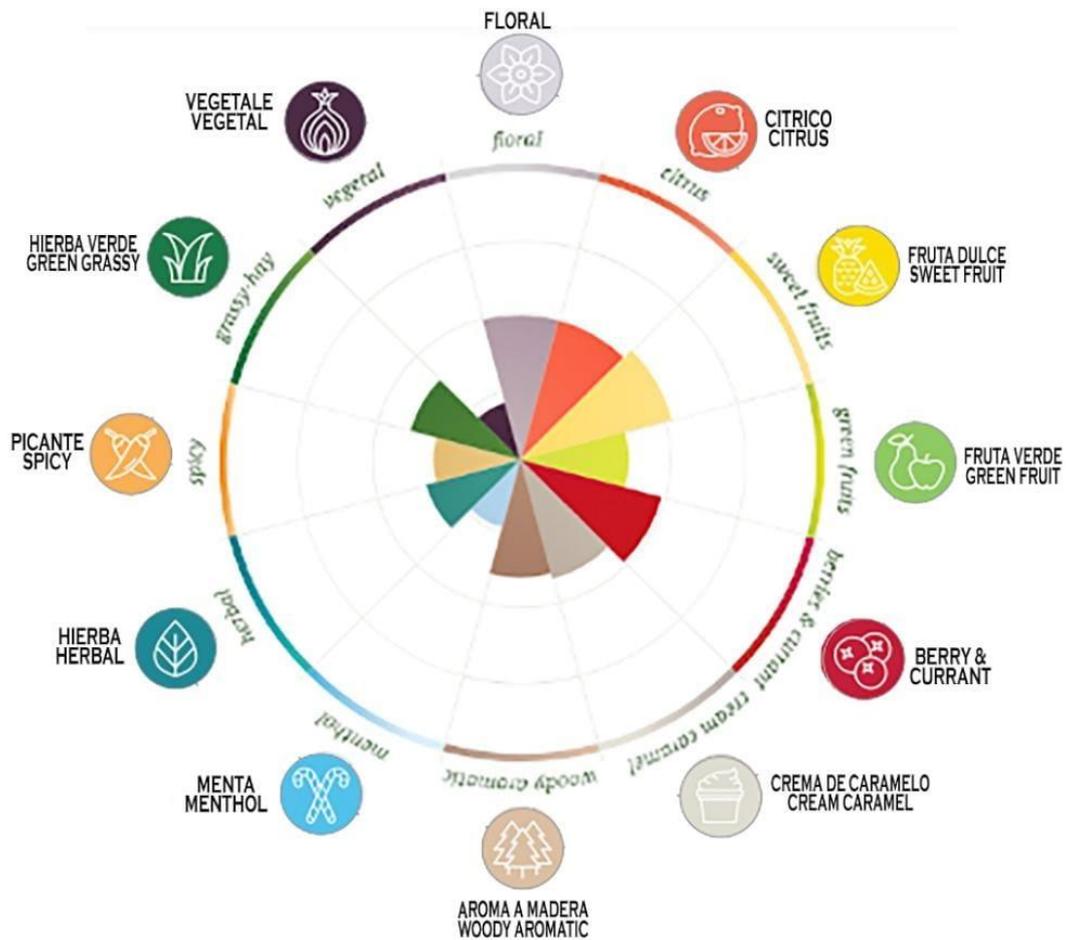
### ASCENDENCIA

SE OBTUVO CRUZANDO UN ENGLISH FUGGLE CON UNA PLANTA MASCULINA, QUE SE ORIGIÑO DE LA VARIEDAD RUSA SEREBRIANKA

### ANALISIS

Área de cultivo	Estados Unidos
ÁCIDOS ALFA *	4.5 - 7%
ÁCIDOS BETA	4.8 - 7%
ACEITE TOTAL	0.7 - 1.4 ML / 100G
MYRCENE	45 - 60%

\* Los ácidos alfa se determinan en Europa mediante valoración conductométrica (EBC 7.4); en los Estados Unidos por determinación espectrofotométrica (ASBC Heps-6), la composición del aceite por cromatografía de gases (ASBC Heps-17, EBC 7.1.2).



## SABORES CLAVE



## Anexo 8: Ficha técnica de lúpulo Hallertau Magnum



# BarthHaas Hallertau Magnum

Alemania

### PERFIL DEL AROMA

ALTA VARIEDAD ALFA DE HUELL QUE PRODUCE PRINCIPALMENTE BUENOS RENDIMIENTOS. COMO TODAS LAS VARIEDADES HUELL, HALLERTAUER MAGNUM PUEDE CARACTERIZARSE POR SU ALTA TOLERANCIA A LAS ENFERMEDADES. SUS CONOS EXTREMADAMENTE GRANDES Y PESADOS SON OTRA CARACTERÍSTICA.

### ASCENDENCIA

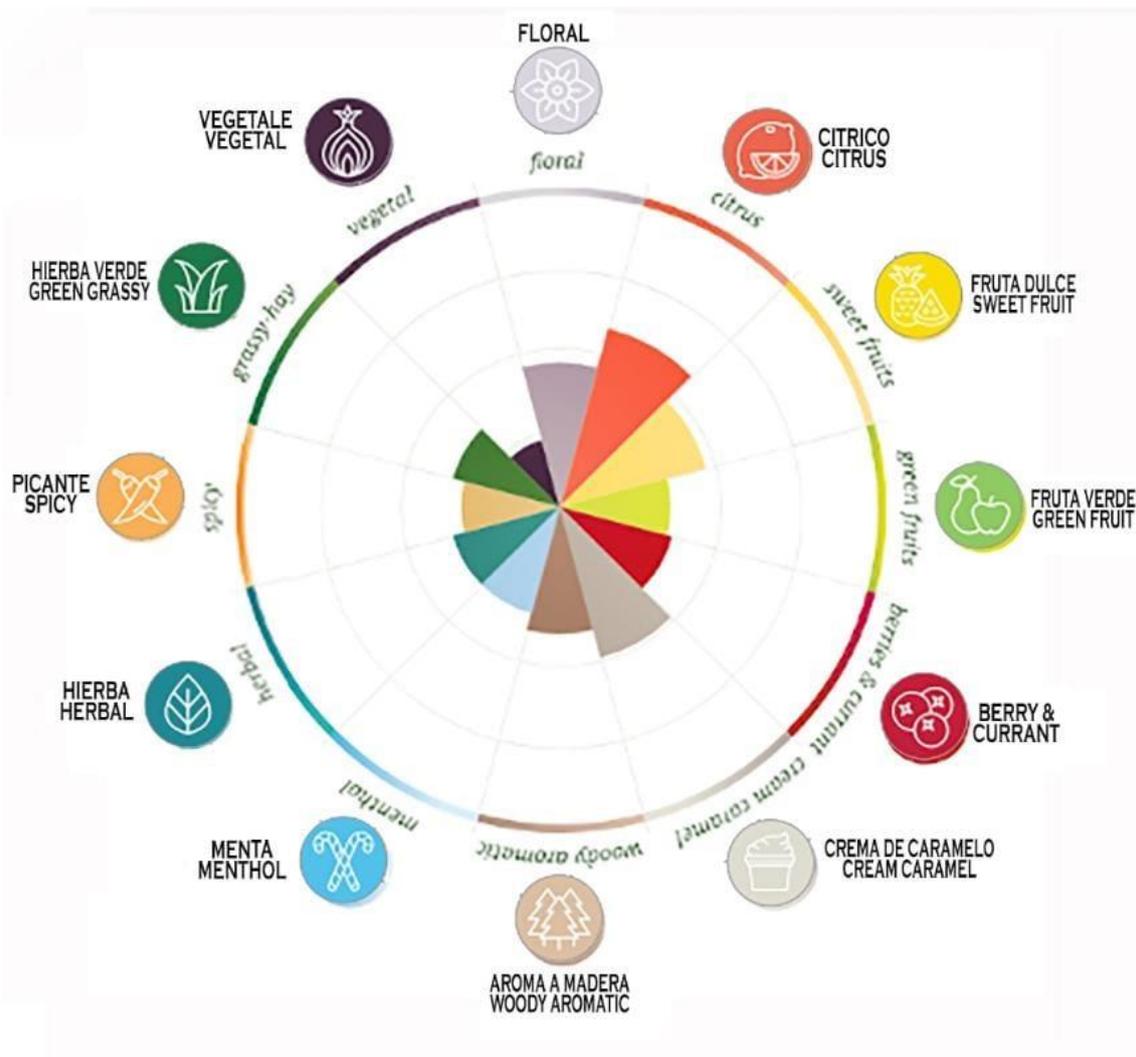
HIJA DE GALENA ESTADOUNIDENSE.

### ANALISIS

Área de cultivo	Alemania
ÁCIDOS ALFA *	11 - 16%
ÁCIDOS BETA	5 - 7%
POLIFENOLES TOTALES	2 - 3%
ACEITE TOTAL	1.6 - 2.6 ML / 100G
MYRCENE	30 - 45%
LINALOOL	0.2 - 0.7%

\* LOS ÁCIDOS ALFA SE DETERMINAN POR VALORACIÓN CONDUCTOMÉTRICA (EBC 7.4) EN EUROPA, POR ESPECTROFOTOMETRÍA (ASBC HOPS-6) EN LOS EE. UU.

\* LA COMPOSICIÓN DEL ACEITE SE DETERMINA POR CROMATOGRAFÍA DE GASES (ASBC HOPS-17, EBC 7.12).



## SABORES CLAVE

limón

chocolate

menta

manzana

Pimientos verdes



# BarthHaas Amarillo

Estados Unidos

## PERFIL DEL AROMA

VARIEDAD MÁS NUEVA CARACTERIZADA POR UN CONTENIDO MEDIO A ALTO DE ALFA Y BAJO DE COHUMULONA. AROMA INFORMÓ SER SIMILAR A CASCADE. BUENA RESISTENCIA AL OIDIO. SE UTILIZA POR SUS CUALIDADES AROMÁTICAS, ASÍ COMO POR SUS PROPIEDADES AMARGAS DEBIDO A SU MENOR CONTENIDO DE COHUMULONA.

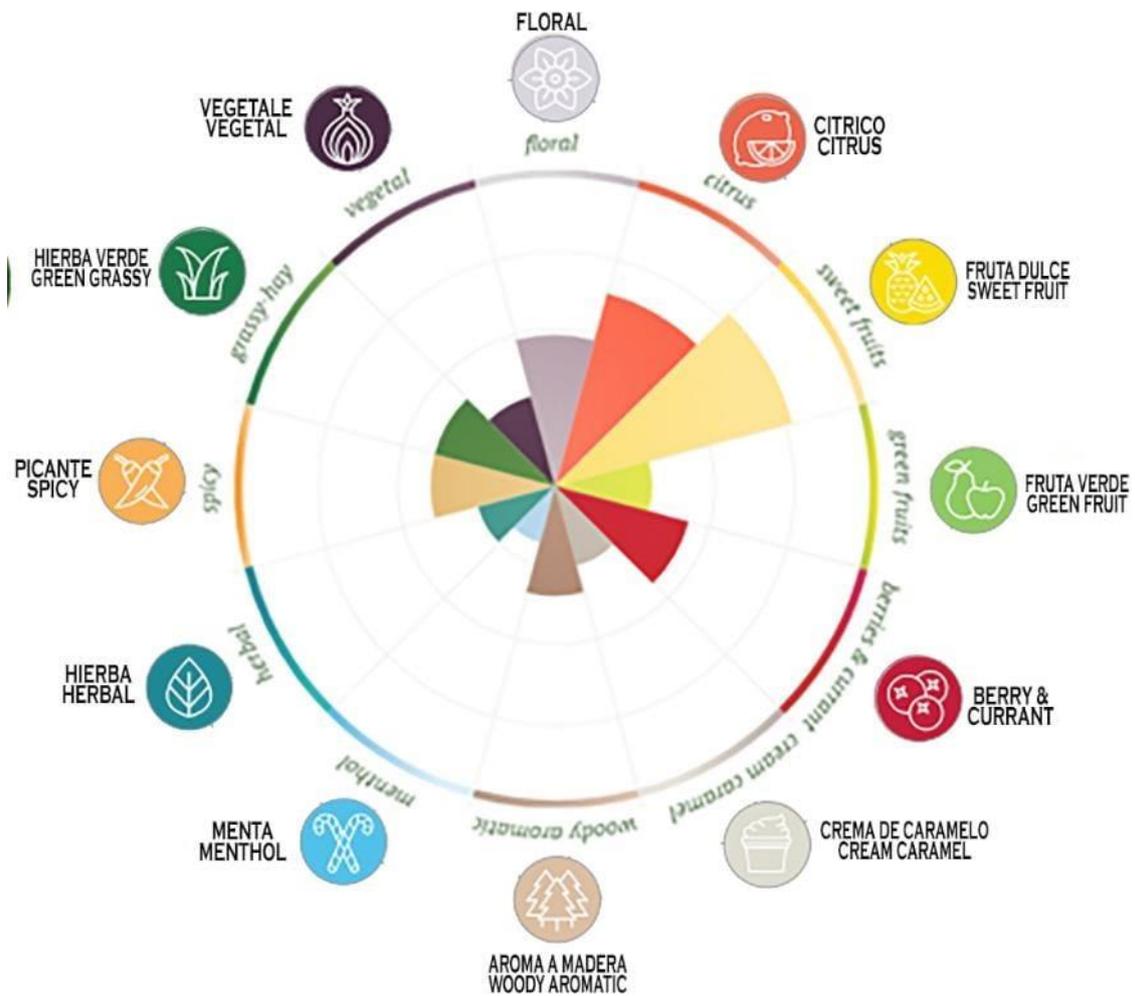
## ASCENDENCIA

POLINIZACIÓN ABIERTA

## ANALISIS

ÁREA DE CULTIVO	ESTADOS UNIDOS
ÁCIDOS ALFA*	8 - 11%
ÁCIDOS BETA	6 - 7%
ACEITE TOTAL	1.5 - 1.9 ML / 100G
MYRCENE	68 - 70%

\* Los ácidos alfa se determinan en Europa mediante valoración conductométrica (EBC 7.4); en los Estados Unidos por determinación espectrofotométrica (ASBC Hops-6), la composición del aceite por cromatografía de gases (ASBC Hops-17, EBC 7.1.2).



## SABORES CLAVE

Té negro con limón.

melón

albaricoque

pomelo

## Anexo 10: Ficha técnica de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*



SafAle™ S-04



Cepa ale inglesa seleccionada por su rápida capacidad fermentativa y por formar un sedimento compacto al final de la fermentación, ayudando a mejorar la claridad de la cerveza. Recomendada para la producción de un amplio rango de ales y especialmente adaptadas para acondicionamiento en barriles y fermentación en tanques cilíndrico - cónicos.

**INGREDIENTES:** Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), agente emulsionante E491

**ÉSTERES  
TOTALES**

37

ppm a 18°P y 20°C  
en tubos EBC

**ALCOHOLES  
SUPERIORES TOTALES**

363

ppm a 18°P y 20°C  
en tubos EBC

**AZÚCARES  
RESIDUALES**

18 g/l\*

\* 10g maltotriose/L  
corresponde a un atenuación  
aparente de 75%

**FLOCULACIÓN**

+

**SEDIMENTACIÓN**

Rápido

**FERMENTACIÓN:** ideal 15-20°C (59-68°F)

**DOSIS:** 50 a 80 g/hl en la fermentación primaria

### INSTRUCCIONES DE SIEMBRA:

Previamente a la inoculación, se debe rehidratar la levadura seca en un recipiente con agitación hasta formar una crema. El procedimiento consiste en esparcir la levadura seca en un volumen de agua estéril o mosto 10 veces superior a su propio peso, a una temperatura de 25 a 29°C (77°F to 84°F). Una vez que el peso total de la levadura se encuentre reconstituido en forma de crema (esta etapa lleva de 15 a 30 minutos) se mantiene la agitación suave por otros 30 minutos. Posteriormente se siembra la crema obtenida en los fermentadores. Alternativamente, se puede sembrar directamente levadura seca en el fermentador, asegurando que la temperatura del mosto supere los 20 °C (68 °F). Este procedimiento consiste en esparcir la levadura seca en forma progresiva sobre la superficie del mosto, asegurando que la misma cubra toda el área disponible, evitando la formación de grumos. Se deja en reposo por 30 minutos y luego se mezcla el mosto, por ejemplo, utilizando aireación.

### ANÁLISIS TÍPICOS:

% peso seco:	94.0 - 96.5
Células viables al envasado:	> 6 x 10 <sup>9</sup> /g
Bacterias totales*:	< 5 / ml
Bacterias ácido acéticas*:	< 1 / ml
Lactobacilos*:	< 1 / ml
Pediococcus*:	< 1 / ml
Levaduras salvajes no <i>Saccharomyces</i> *:	< 1 / ml
Microorganismos patógenos:	en acuerdo a la regulación vigente

\*Cuando la levadura seca es inoculada a una tasa de 100 g/hl o > 6 x 10<sup>6</sup> células viables / ml

### ALMACENAMIENTO

Durante el transporte: el producto puede ser transportado y almacenado a temperatura ambiente durante 3 meses, sin que sea afectada su performance.

A destino: Conservar en lugar fresco (< 10 °C / 50 °F) y ambiente seco.

### VIDA ÚTIL

36 meses luego de la fecha de producción. Ver la fecha máxima recomendada para su imprenta en el sachet.

Los sachet abiertos deben ser sellados y almacenados a 4°C (39°F) y utilizados dentro de los 7 días posteriores a su apertura. No utilizar los sachet blandos o dañados.

Se informa que cualquier cambio en el proceso fermentativo puede alterar la calidad final del producto. Por lo tanto, se sugiere realizar ensayos de fermentación antes de utilizar comercialmente nuestra levadura.

TECHNICAL DATA SHEET - SafAle™ S-04 - Rev: NOV2016

The obvious choice for beverage fermentation

Fermentis Division of S.I. Lesaffre - BP 3029 - 137 Rue Gabriel Péri - 59703 Marcq-en-Barœul Cedex - FRANCE - Tel. +33 (0)3 20 81 62 75 - Fax. +33 (0)3 20 81 62 70 - www.fermentis.com

## Anexo 11: Evidencias fotográficas



**Figura 10.** Panel de catadores



**Figura 11.** Realización de catación de los tratamientos de cerveza



**Figura 12.** Medición de pH de la cerveza del tratamiento 2



**Figura 13.** Medición del pH del tratamiento 2



**Figura 14.** Medición del pH del tratamiento 1



**Figura 15.** Muestra 1 de la técnica



**Figura 16.** Medición del tratamiento 3



**Figura 17.** Muestra del tratamiento 3



**Figura 18.** Evaluación del perfil sensorial de los tres tratamientos por catadores expertos



**Figura 19.** Stand de evaluación del perfil sensorial de los tres tratamientos



**Figura 20.** Evaluadores expertos



**Figura 21.** Preparación de tratamientos para evaluación sensorial



**Figura 22.** Molienda de malta



**Figura 23.** Preparación de cerveza etapa de maceración



**Figura 24.** Etapa cocción



**Figura 25.** Tipos de malta



**Figura 26.** Etapa de carbonatación



**Figura 27.** Medición de densidad



**Figura 28.** Control de presión



**Figura 29.** Etapa de embotellado



**Figura 30.** Dosificación de lúpulo



**Figura 31.** Etapa de fermentación



**Figura 32.** Cerveza en etapa de fermentación y producto final



**Figura 33.** Fermentación de la cerveza



**Figura 34.** Etapa de embotellado



**Figura 35.** Producto final de los tres tratamientos y repeticiones

#### Anexo 12: Contactos de los Evaluadores Certificados

<b>Nombres</b>	<b>Teléfono</b>	<b>Correo electrónico</b>
Carlos Fierro	0984271225	
Julio Espinosa	0999196616	<a href="https://andesbrew.com/andes-contract-brewing-cerveza-artesanal/">https://andesbrew.com/andes-contract-brewing-cerveza-artesanal/</a>
Andres Bermeo	-	<a href="https://www.linkedin.com/in/andr%C3%A9s-bermeo-b84212b7?originalSubdomain=ec">https://www.linkedin.com/in/andr%C3%A9s-bermeo-b84212b7?originalSubdomain=ec</a>