



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTILÁN**

**Evaluación del efecto del tipo de Cepa y agente clarificante
en una cerveza artesanal tipo Golden Ale**

Tesis y Examen Profesional

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**PRESENTA:
DANIELA RAMÍREZ SÁNCHEZ**

Asesor: Dr. Enrique Martínez Manrique
Coasesora : I.A. Verónica Jiménez Vera.

CUAUTILÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
ASUNTO: VOTO APROBATORIO



DR. DAVID QUINTANAR GUERRERO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: DRA. MARIA DEL CARMEN VALDERRAMA BRAVO
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis y Examen Profesional**

Evaluación del efecto del tipo de Cepa y agente clarificante en una cerveza artesanal tipo Golden Ale.

Que presenta la pasante: **Daniela Ramírez Sánchez**

Con número de cuenta: **416036871** para obtener el título de: **Ingeniera en Alimentos.**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 03 de junio de 2022.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dra. Elsa Gutiérrez Cortez	
VOCAL	Dr. Enrique Martínez Manrique	
SECRETARIO	Dra. María Guadalupe Sosa Herrera	
1er. SUPLENTE	Q.F.B. Jonathan Pablo Paredes Juárez	
2do. SUPLENTE	M. en C. Selene Pascual Bustamante	

UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México). El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A mis padres

- Juan José Ramírez Leal
- María Eugenia Sánchez Rodríguez

Por haberme apoyado durante las distintas etapas de mi vida y sobre todo durante mi carrera profesional, por haberme ayudado a cubrir todas mis necesidades, por los consejos otorgados siempre con cariño y por las lecciones de vida impartidas, pero sobre todo por ser mis compañeros de vida ya que gracias a ellos he podido superar muchos obstáculos y adversidades de mi vida.

A mis hermanos

- Susana Ramírez Sánchez
- Juan Salvador Ramírez Sánchez
- Llanely Ramírez Sánchez

Por haberme apoyado durante mis estudios explicándome temas que no fueron sencillos para mí, ayudándome con sus conocimientos, consejos y estrategias de estudio.

Por haber compartido conmigo con mucho cariño momentos que fueron importantes para mí en esta etapa universitaria y a lo largo de mi vida.

A mis profesores

- IGNACIO MARTÍNEZ TREJO
- JORGE LÓPEZ CRUZ
- MAURO ISIDORO ROMERO ACOSTA
- FERNANDO GARCÍA URBINA
- GUILLERMO MARTÍNEZ MORÚA
- SANDRA MARGARITA RUEDA ENRÍQUEZ
- MIRIAM EDITH FUENTES ROMERO
- JANELI SOLÍS GARFIAS
- LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
- MARÍA GUADALUPE LÓPEZ FRANCO

Por todas las clases, temas y conocimientos impartidos, así como también estrategias de estudio, también quiero agradecer por los consejos otorgados, la aclaración de mis dudas la cuál siempre fue de forma atenta y respetuosa como excelentes docentes que son y han sido a lo largo de estos años.

También quiero agradecer su compromiso, esfuerzo y empeño que rinden en sus clases y fuera de ellas en todas las asignaturas, laboratorios y talleres que imparten siempre al pendiente del alumnado y buscando lo mejor para toda la comunidad estudiantil.

A mis compañeros y amigos ...

- Arrevillaga Chávez María Guadalupe
- Mundo Aguilar Tiffany Rosalía
- Reyes Tapia Nayely Quetzalli
- Garduño Simón Diana Elena
- Monserrat

Por haberme apoyado en los momentos más difíciles de mi carrera profesional, haber trabajado conmigo en equipos, haberme dado un consejo brindarme una opinión, por proporcionarme y compartirme estrategias de estudio por apoyarme en mis proyectos y por todo el cariño brindado y los buenos y gratos momentos compartidos que guardo con afecto en mi memoria.

- Karen Joseline
- Aldo Hereiva Gonzales
- Franco Bojorges Mayan Fernanda
- Cedillo Nieto Jesús Tonatiuh
- Cedillo Tapia Fernando
- Huesca Garrido Luis Alejandro
- Ana Torres
- Ana Rodríguez
- Hernández López Mariana Lizbeth
- Martínez Flores Monserrat
- Hernández Montzerrat
- López Gaspar Isabel
- León Saraí

Por haber compartido conmigo aulas de clase, apoyarme en los momentos difíciles, por sus consejos, por brindarme ánimo en los momentos que más lo requería, por su apoyo en la resolución de problemas con sus oportunas respuestas siempre de forma amable y cordial también agradezco a las personas que formaron parte de mis equipos ya que juntos logramos superar obstáculos y barreras por ello agradezco infinitamente todo su apoyo y colaboración deseándoles mucha suerte y éxito a todos y cada uno de ellos.

Al jurado

- Elsa Gutiérrez Cortez*
- Enrique Martínez Manrique*
- María Guadalupe Sosa*
- Jonathan Pablo Paredes Juárez*
- Selene Pascual Bustamante*
- Verónica Jiménez Vera*

Por las correcciones, consejos, recomendaciones y opiniones otorgadas, así como la disposición de su tiempo para poder perfeccionar mi trabajo de investigación propuesto ya que gracias a ellos pude enriquecer este documento para cumplir con los protocolos establecidos y concretar mi investigación.

DIOS

Agradezco a Dios infinitamente haberme brindado vida y salud durante toda esta etapa de cambios, esfuerzo y toma de decisiones, también por haberme brindado la fortaleza e inteligencia para haber superado los obstáculos que he vivido.

**EL PRESENTE TRABAJO SE REALIZÓ EN EL LABORATORIO DE
BIOQUÍMICA Y FISIOLOGÍA DE GRANOS DE LA FES-
CUAUTITLÁN CON EL APOYO DEL
PROGRAMA UNAM-DGAPA PAPIME CLAVE:200522
Y DEL PROGRAMA DE CÁTEDRAS DE INVESTIGACIÓN CI-2253**

INDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

1. Antecedentes.....	1
1.1.1. Definición	1
1.1.2. Historia de la cerveza	1
1.1.3. Historia de la cerveza en México	3
1.1.4. La cerveza artesanal en México	6
1.2 Materias primas para la elaboración de cerveza	9
1.2.1. Cebada.....	9
1.2.2. Malta y tipos de malta.....	10
1.2.3. Lúpulo	16
1.2.3.1. Componentes del lúpulo	19
1.2.3.2. Componentes amargos	20
1.2.3.3. Aceites esenciales.....	21
1.2.3.4. Exposición a la luz.....	21
1.2.4. Agua.....	21
1.2.5. Levadura	22
1.2.5.1. Levaduras empleadas en cervezas Ale:	24
1.2.6. Factores que propician la turbidez.....	27
1.2.6.1. Principales participantes en el color de la cerveza.....	29
1.2.7. Agentes clarificantes y su clasificación.....	29
1.2.7.1. Generalidades de los agentes clarificantes seleccionados.	31
1.2.7.2. Funcionamiento de los agentes clarificantes seleccionados.	34
1.3 Proceso de elaboración de cerveza artesanal.....	35
1.3.1. Molturación y molienda.....	35
1.3.2. Maceración.....	36
1.3.3. Filtración 1.....	37
1.3.4. Cocción	38
1.3.5. Enfriamiento	41
1.3.6. Fermentación	42
1.3.7. Cold crash	44
1.3.8. Filtración 2.....	44

1.3.9. Cebado o priming	44
1.3.10. Carbonatación	45
1.3.11. Envasado	45
1.4. Tipos de cerveza.....	46
1.4.1. American-Pale-Ale.....	46
1.4.2. Ale-belga	46
1.4.3 Belgian-Dubbel.....	47
1.4.4. Old Ale	47
1.4.5. Brown Ale:.....	48
1.4.6. Golden Ale	48
1.4.7. American IPA.....	49
1.4.8. Kölsch	49
1.4.9 Cerveza de trigo (weizen).....	50
1.4.10. Viena-lager	51
1.4.11. Bohemian-pilsner.....	51
1.4.12. Premium American Lager	52
1.4.13. Fermentación-espontánea.....	52
1.4.14. Cerveza de fruta:	52
1.5. Cerveza Golden Ale:	53
1.6. Características de cerveza Golden Ale comercial Marca: Allende.....	55
1.7. Calidad de la cerveza	55
1.7.1. Importancia de la claridad en cerveza:	56
1.7.2. Clarificación.....	56
1.8. Aspectos que influyen sobre la claridad de cerveza	57
1.8.1. Tipo de levadura.....	57
1.8.2. Tipo de agente clarificante utilizado.....	59
2. Desarrollo experimental.....	61
2.1. Objetivos	61
2.1.1. Objetivo General	61
2.1.2. Objetivos particulares	61
2.2. Cuadro metodológico.	62
2.2.1. Materiales y métodos.	63
2.3. Diagrama de proceso	66
2.4. Proceso de elaboración.....	67
2.4.1. Molienda.....	67
2.4.2. Maceración.....	68
2.4.3. Filtración.....	68

2.2.4. Cocción	69
2.4.5 Enfriamiento	70
2.4.6 Filtración.....	70
2.4.7 Fermentación	71
2.4.8. Cold-crash.....	72
2.4.9. Decantación	72
2.4.10. Carbonatación	72
2.4.11. Embotellado	73
2.4.12. Maduración.....	73
2.5. Calidad de la cerveza	73
2.5.1. Determinación del porcentaje de alcohol en volumen de acuerdo con la NOM-142-SSA1-1995 (1976).	74
2.5.2 Determinación de amargor por espectrofotometría de acuerdo con la IOB Method 9.16 (1997).....	76
2.5.3. Determinación de densidad para mostos y cervezas por el método del hidrómetro por hidrometría (Lewis, 1993).....	77
2.5.4. Determinación de grados Brix de acuerdo con guía para uso de refractómetro en cervecería versión 1, 05-12-2017.	78
2.5.5. Determinación de pH con base en el método oficial (945.10, 2000 A.O.A.C)	79
2.6 Prueba de color	80
2.7. Evaluación sensorial.....	82
2.7.1. Metodología para análisis de datos:	84
2.7.2. Análisis estadístico.	85
2.8. Resultados	87
2.8.1. Resultados de las pruebas fisicoquímicas y de color.....	87
2.8.2. Resultados de las pruebas sensoriales en evaluación de la muestra de cerveza Golden Ale	95
Conclusiones:.....	101
Recomendaciones.....	102

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Preferencia de bebidas alcohólicas en México.....	5
Figura 2. Consumo de cerveza per cápita	6
Figura 3. Exportación de cerveza mexicana.....	8
Figura 4. Grano de cebada	10
Figura 5. Malta Pilsen	12
Figura 6. Malta Pale Ale	13

Figura 7. Malta caramelo	14
Figura 8: Malta Munich.....	15
Figura 9: Malta Viena.....	15
Figura 10: Malta chocolate	16
Figura 11: Flores de lúpulo	17
Figura 12: Proceso de isomerización de lúpulo (degradación de alfa ácido).....	18
Figura 13: Mecanismo de degradación de los trans-iso- α ácidos.	19
Figura 14. Microscopía electrónica de barrido (SEM) <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	23
Figura 15. <i>Saccharomyces uvarum</i> (<i>carlsbergensis</i> , <i>pastorianus</i>).....	24
Figura 16: Atenuación aparente de diversas cepas utilizadas en la elaboración de cerveza.....	25
Figura 17. Atenuación aparente a diferentes condiciones (días).....	26
Figura 18. Aromas y sabores de referencia de los distintos tipos de levadura.....	26
Figura 19 Modelo propuesto por Siebert para interacción polifenol proteína en la cerveza.....	28
Figura 20. Una unidad estructural típica de grenetina.....	32
Figura.21: Estructura Kappa carragenina	34
Figura 22: Molienda.....	36
Figura 23. Proceso de maceración	37
Figura 24. Cocción de mosto	41
Figura 25. Enfriamiento de mosto.....	42
Figura 26. Proceso de fermentación de mosto	44
Figura 27. Envasado de cerveza	46
Figura 28. Cerveza comercial Brown Ale Allende	55
Figura 29. Malta de dos hileras y malta caramelo	63
Figura 30. Agua potable Marca great value ®	63
Figura 31. Lúpulo fuggles	64
Figura 32. Levadura Inglesa S04.....	64
Figura 33. Levadura Americana US05	64
Figura 34. Molino de discos estriados	68
Figura 35. Termo de doble fondo.....	68
Figura 36. Filtración de mosto.....	69
Figura 37. Enjuague de bagazo.....	69
Figura 38. Ebullición de mosto.....	70
Figura 39. Enfriamiento de mosto.....	70
Figura 40. Filtración de mosto.....	70

Figura 41. Decantación de mosto	71
Figura 42. Filtración de mosto decantado	71
Figura 43. Proceso de fermentación de mosto	72
Figura 44. Muestra de sedimento de sólidos posterior a la decantación	72
Figura 45. Embotellado de cerveza.....	73
Figura 46. Maduración de cerveza.....	73
Figura 47. Destilación de cerveza.....	75
Figura 48. Picnómetro con destilado	75
Figura 49. Espectrofotómetro	77
Figura 50. Celdas de cuarzo	77
Figura 51. Lectura del hidrómetro.....	78
Figura 52. Refractómetro y muestra de cerveza.....	79
Figura 53. pH metro H198103 Hanna.....	80
Figura 54. Muestras de cerveza.....	83
Figura 55. Prueba sensorial de cerveza.....	83
Figura 56. Modelos propuestos fundamentados en la teoría de Siebert para las corridas experimentales sin agente clarificante.....	91
Figura 57. Modelos propuestos fundamentados en la teoría de (Siebert) para las corridas experimentales tratadas con wirfloc.....	91
Figura 58. Modelos propuestos fundamentados en la teoría de (Siebert) para las corridas experimentales tratadas grenetina.....	92
Figura 59. Gráficos de cajas obtenidos de los atributos sensoriales de cerveza artesanal Golden Ale.....	98
Figura 60. Gráficos de cargas de componentes para cada corrida experimental.....	99

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química del grano de cebada	11
Tabla 2. Composición de los lúpulos comerciales	20
Tabla 3. Principales participantes en el color de la cerveza	29
Tabla 4. Estadísticas Vitales Cerveza Golden Ale	54
Tabla 5. Ficha técnica de la cerveza comercial	55
Tabla 6. Datos generales levadura Safale Us 05.....	65
Tabla 7. Datos generales levadura Safale S04.....	65
Tabla 8. Corridas experimentales	67
Tabla 9. Formulación de las corridas experimentales para elaboración de cerveza Golden Ale	67
Tabla 10. Muestras para prueba sensorial	83
Tabla 11. Resultados experimentales de prueba de color cielab para muestra de cerveza Golden Ale elaborada en laboratorio	87
Tabla 12. Resultados experimentales de prueba de color cielab para mostos	87
Tabla 13. Parámetros calculados para la prueba cielab	88
Tabla 14. Resultados obtenidos de las pruebas de calidad de la cerveza Golden Ale elaborada en el laboratorio	88
Tabla 15. Resultados obtenidos de las pruebas de calidad de la cerveza Golden Ale comercial marca Allende	88
Tabla 16. Resultados del análisis estadístico de varianza.....	89

RESUMEN

Las cervezas son productos generalmente claros (exentos de turbidez) y con buena estabilidad coloidal que perdura a lo largo de su vida útil. Por eso, algunas recetas artesanales utilizan cepas y clarificantes para evitar la turbidez, sin embargo, no cuentan con ningún sustento científico y se desconocen a ciencia cierta los efectos que estos generan. La turbidez está formada por partículas en suspensión, que reflejan la luz. Entre estas partículas, destacan proteínas y taninos (polifenoles), además de la levadura en suspensión, que también contribuye a la turbidez, sobre todo en cervezas jóvenes. La visión de los consumidores es muy negativa en cuanto a este defecto e incluso se percibe como un peligro potencial y esto ocasiona el rechazo al producto. En el presente trabajo se evaluó el efecto de dos cepas de levadura *Saccharomices cerevisiae* (S04, US05) sobre los parámetros de calidad, luminosidad y atributos sensoriales de una cerveza artesanal estilo Golden Ale elaborada a nivel laboratorio. Para ello se realizarán 6 corridas experimentales de cerveza Golden Ale a base de malta (2 hileras) y malta caramelo y las cepas S04 y US05 y de los clarificantes grenetina y whirfloc, además dos corridas experimentales sin agente clarificante, y se determinaron los parámetros experimentales después de un periodo de 7 días de fermentación y 7 de maduración. También, se evaluó la claridad de la cerveza por el método cielab, finalmente se realizó una prueba hedónica afectiva de 9 puntos y prueba de preferencia pareada. Se concluyó que existe diferencia significativa para los parámetros amargor, cambio de coloración total y luminosidad, además, la combinación grenetina con cepa US05 fue la que presentó mayor luminosidad y claridad, por otro lado, no existe diferencia significativa para los parámetros °Brix, densidad y grado alcohólico. Los panelistas percibieron cambios sensoriales entre los distintos tratamientos sin embargo reportaron aceptación para la mayoría de las corridas experimentales con respecto a los atributos sensoriales evaluados, sin embargo, la corrida experimental S05 con grenetina fue la que más gustó ya que obtuvo la media más alta de acuerdo a las encuestas, por último al hacer la comparación con la cerveza comercial marca Allende la cerveza elaborada en el laboratorio(S05 grenetina) tuvo mayor aceptación.

INTRODUCCIÓN

La cerveza es una bebida milenaria originaria de la cultura mediterránea clásica, las primeras referencias históricas de hace 6,000 años demuestran su consumo por la civilización Sumeria. En la elaboración, desde los orígenes, han intervenido ingredientes naturales como agua, cebada, lúpulo y levadura. La cerveza artesanal tiene su origen al final de la década de los 70's en Reino Unido, la cual, describe una generación de pequeñas cervecerías que se enfocaban en la producción tradicional de cerveza de fermentación alta (Ale), en la actualidad las micro cervecerías han adoptado estrategias de mercadotecnia diferentes a las compañías de cerveza industrial ofreciendo productos que compiten según su calidad y diversidad en lugar de precios bajos y publicidad; posteriormente con la entrada del nuevo milenio surgieron en México más emprendedores los cuales fusionaron estilos y crearon otros con ambiciosos planes de expansión, esto generó que a partir del 2011 la industria comenzara a mostrar un crecimiento sostenido, llevando a nuestro país a ser el principal exportador a nivel mundial de cerveza artesanal (Deloitte, 2017).

Es importante mencionar que la claridad es uno de los principales objetivos de muchos estilos de cerveza, es por lo que los artesanos cerveceros, tanto caseros como profesionales, hacen todo lo posible por conseguirla, además la claridad está muy relacionada con el estilo de cerveza. Mientras que, para la cerveza Hefeweizen y algunas cervezas oscuras no es un problema; tales como las Browns, las Porters o las Stouts, que aceptan ciertos niveles de turbidez; en la mayoría de los estilos de cerveza está mal vista la turbidez. Uno de los estilos de cerveza que requieren tener un aspecto cristalino como característica es la cerveza Golden Ale, que presenta como características un color oro claro. La turbidez está formada por partículas en suspensión, que reflejan la luz. Entre estas partículas, destacan las células de levadura, las proteínas y los taninos (polifenoles), que son los principales culpables de los problemas de claridad, asimismo, una preocupación secundaria es la

levadura en suspensión, que también contribuye a la turbidez, sobre todo cuando de cervezas jóvenes se trata. Las células de levadura tienen un tamaño mucho mayor que los polifenoles (entre 0,005 y 0,01 mm), por lo que pueden causar de forma directa problemas de claridad, sobre todo cuando se trata de cervezas jóvenes. La mayoría de las partículas de levadura, al final de la fermentación, floculan y se precipitan hacia el fondo del fermentador, creando así una especie de sedimento. Sin embargo, siempre restan algunas células diluidas en la cerveza. Éstas podrían causar turbidez semanas o incluso meses después, hasta cuando la cerveza ya ha sido embotellada o embotellada (Cerveza artesana, 2014).

Algunas referencias bibliográficas indican cambios en la floculación y atenuación dependiendo de la especie de la levadura, las cuales pueden tener efecto sobre las características finales de la cerveza influyendo en la turbidez (Fermentis, 2019).

Además, las recetas de cervezas artesanales mencionan el uso de agentes clarificantes en la elaboración de cervezas ya que estos sirven para mejorar el color y la transparencia los cuales pueden ser de dos tipos, agentes clarificantes de hervor y aquellos que se adicionan al final de la fermentación, Los agentes clarificantes de hervor decantan las partículas sólidas sedimentándolas en el fondo de la olla. Estos agentes ayudan a sedimentar las proteínas tras el hervor. Existen otro tipo de agentes clarificantes que se agregan al fermentador una vez ya terminada la fermentación, justo antes del trasvase y acondicionamiento de la cerveza. (Hacer cerveza artesanal, 2021).

Debido a esto se propone en este proyecto el uso de dos cepas y dos agentes clarificantes, para conocer el efecto de estos sobre la clarificación y el color de la cerveza y conocer si estos tienen influencia sobre los parámetros fisicoquímicos y sensoriales de la cerveza terminada. El estudio se llevará a cabo por medio de la determinación de pruebas de calidad en cerveza, evaluación de cambio de color total a través del método cielab y una prueba sensorial para conocer si el producto obtenido es aceptable y comparable con un producto comercial ya establecido en el mercado, lo cual, nos permitirá obtener una visión más amplia de las características del producto final obtenido.

1. Antecedentes

1.1.1. Definición

La cerveza es una bebida natural obtenida de la fermentación alcohólica de un extracto acuoso de cebada malteada llamado mosto, las materias primas principales para la fabricación de cerveza son; malta de cebada, agua, levadura y lúpulo (Hough, 2001; Ferrán Lamich, 2002).

En cuanto a la NOM-199-SCFI-2017 (Bebidas alcohólicas, Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba); una bebida alcohólica fermentada es el producto resultante de la fermentación principalmente alcohólica de materias primas. El cual puede adicionarse de ingredientes y aditivos permitidos en el Acuerdo correspondiente de la Secretaría de Salud (Ver 2.32). Su contenido alcohólico es de 2% a 20% Alc. Vol.

1.1.2. Historia de la cerveza

La cerveza es una de las bebidas más antiguas del mundo, junto con el vino. Desde hace miles de años. Los sumerios hacían cerveza e incluso dejaron registros escritos sobre la elaboración de este producto. Ellos preparaban su propia cerveza, tomaban pan hecho con harina de trigo, lo cortaban en pedazos y metían esos pedazos en vasijas a las cuales les agregaba agua, dejando dichas vasijas al sol durante varios días (Fálder, 2006).

La cerveza representa la técnica biotecnológica más antigua de la humanidad. Una teoría expresa que la cerveza tuvo sus inicios entre los Ríos Tigris y Éufrates en parte del territorio de lo que sería hoy Irak (Bamforth, 2008).

Otra historia sostiene que, en la Mesopotamia, hace más de 8.000 años un hombre consumió un trozo de pan húmedo fermentado experimentando los efectos del alcohol. La preparación incubando miga de pan en agua también se encuentra descrita en una tabla de arcilla del año 4.000 años a.C. Además, la bebida elaborada inicialmente era muy distinta a la que hoy conocemos. A comienzos de la Edad Media, la cerveza comenzó a ganar popularidad en todas las clases sociales.

Las más alcohólicas eran consumidas por Reyes y nobles, mientras que las más livianas por los plebeyos, (Vogel, 1996).

La seguridad de la bebida se asociaba tanto con la presencia de alcohol como con la cocción del mosto que eliminaba potenciales agentes patógenos. No obstante, el calentamiento del agua y la cocción del mosto no era una tarea sencilla en esta época. El tratamiento térmico se realizaba por la técnica denominada “Steinbier” (“cerveza de piedra” en alemán) que consistía en colocar las piedras en el fuego al rojo y luego sumergirlas en el mosto (Bamforth, 2008).

En el siglo XVI el duque de Baviera Guillermo IV, promulgó la primera ley de pureza de cerveza lo que refleja la importancia de la bebida, esta ley prescribía el uso exclusivo de malta de cebada, agua y lúpulo en el proceso de elaboración (Vogel,1996).

Las levaduras, no se adicionaban ya que son microorganismos, y por ende los procesos que ellos desencadenan eran desconocidos. Antonie van Leeuwenhoek describió la levadura en 1680, mientras que Charles Cagniard ciento cincuenta años más tarde informó que estas eran las responsables de la fermentación alcohólica, con el transcurso de los años, la producción de cerveza continuó su expansión en toda Europa y a finales del siglo XIX las cepas de levadura comenzaron a ser seleccionadas a partir del desarrollo de técnicas de cultivo *in vitro* y propagación de microorganismos. Emil Hansen utilizó serie de diluciones en 1883 para separar las células de levadura sobre la base de la morfología y mostró que los cultivos puros dan productos únicos y reproducibles. Los descubrimientos del químico francés Louis Pasteur a mediados del siglo XVIII sobre la microbiología y el famoso tratamiento térmico de “pasteurización” fueron avances muy importantes para la industria cervecera (Hough, 2011).

Desde entonces pasando por momentos de estancamiento y etapas de avances significativos la cerveza se entiende como una bebida resultante de fermentar, mediante levadura cervecera, al mosto de cebada malteada o de extracto de malta, sometido previamente a un proceso de cocción, adicionado de lúpulo (CAA, 1969).

1.1.3. Historia de la cerveza en México

Los orígenes de la cerveza en México se remontan al año de 1542, cuando el rey Carlos V de España autorizó la apertura de la primera fábrica de cerveza, a cargo de Alonso de Herrera, en Amecameca. Maestros cerveceros fueron traídos desde Europa para liderar la producción. Sin embargo, la empresa enfrentó muchos problemas, incluyendo el alto costo de producir la cerveza, que la llevaron a su cierre en 1549.

Después de esto, se decidió que era mejor idea importar las cervezas directamente desde Europa, utilizando barcos especiales acondicionados para la preservación del cargamento. Durante este periodo las bebidas como el pulque y aguardientes seguían liderando en popularidad entre la gente común. Al terminar la Independencia de México muchos extranjeros quienes preferían la cerveza a los destilados y bebidas tradicionales llegaron a vivir al país, a raíz de esto se crearon pequeñas cervecerías principalmente en la Ciudad de México ya que aún era necesario traer maestros cerveceros desde España y otros países europeos porque la técnica de fabricación de cerveza era casi secreta; incluso se les hacía firmar contratos, acordando no enseñar la práctica a nadie, además el lúpulo y la malta de cebada tenían que ser necesariamente importados lo que dificultaba el éxito de estas empresas.

A mediados del Siglo XIX la demanda de la cerveza aumentó debido a la inmigración de alemanes y suizos, y la influencia de Maximiliano de Habsburgo. Fue en este periodo cuando importantes cervecerías como la Cervecería de Toluca y México y la Cervecería La Cruz Blanca surgieron también en 1890 se creó en Monterrey la cervecería Cuauhtémoc, convirtiéndose en la primera cervecería industrial a gran escala del país. Le siguió cuatro años más tarde la cervecería Moctezuma en Orizaba, y en 1900 la Pacífico en Mazatlán.

Debido a la Revolución Mexicana la industria dejó de crecer, y no remontó hasta la década de los veinte, cuando empezaron a surgir las grandes empresas cerveceras como Modelo, fundada en 1925. Esta misma empresa empezó a exportar cerveza a Estados Unidos en 1930.

Acercándonos a mediados del siglo, en 1943 se creó la cervecería Tecate, que en 1954 lanzó al mercado la primera cerveza mexicana en lata. Después, en 1960, Cuauhtémoc creó la famosa caguama, cuya popularidad sigue vigente hasta el día de hoy. La industria se mantuvo estable y exitosa durante los siguientes años, y en 1985 las mayores cervecerías, Cuauhtémoc y Moctezuma, se unieron y crearon la empresa que hoy en día es responsable de marcas como indio y Dos Equis (The beerlab,2020).

Producción

México hoy en día es el sexto productor mundial de esta bebida, y el número 1 en exportaciones (The beerlab,2020). La balanza comercial del sector cervecero mexicano alcanzó un superávit de 3,548 millones de dólares en el 2018 y la producción de cebada fue de 982,000 toneladas, las estadísticas de los productores de cerveza mexicanos señalan que esta industria genera alrededor de 55 mil empleos directos y más de 600 indirectos e inducidos, lo cual refleja su relevancia e impacto en la economía nacional, pues contribuye con el 1 por ciento al Producto Interno Bruto (PIB).En cuanto a los países con mayor producción de cerveza son: China: 440 millones de hectolitros, Estados Unidos: 217 millones de hectolitros, Brasil: 140 millones de hectolitros, México: 120 millones de hectolitros y Alemania: 92 millones de hectolitros(Storecheck,2021).

Exportación

Las exportaciones también se han incrementado año con año, pasando de 28 millones de hectolitros en el 2015 a 39.5 millones en el 2018. Así también, las estadísticas muestran que los países que compraron la mayor cantidad de cerveza mexicana en el 2018 son: Estados Unido: \$358.95 millones de dólares, China: \$192.88 millones de dólares, Reino Unido: \$98.54 millones de dólares y Australia: \$71.56 millones de dólares (Storecheck,2021).

Preferencia

La cerveza es la bebida con mayor preferencia entre los mexicanos, incluso por encima del Tequila y el Whisky, estos valores se evidencian en la (Figura 1). Las marcas más vendidas son Corona Extra, Tecate, Victoria, Modelo e Indio y los tipos de cervezas preferidas por los mexicanos son la clara con un 40%, en segundo lugar la cerveza light con 37.2% y en tercero la oscura con un 19.4% (Storecheck,2021).

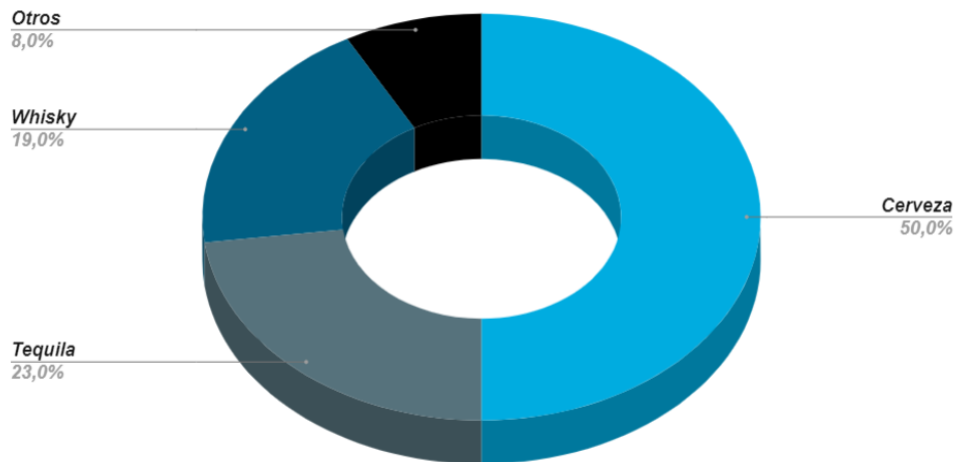


Figura 1. Preferencia de bebidas alcohólicas en México

Fuente: Storecheck, 2021

Consumo

En el 2018 los mexicanos ingirieron en promedio 50.8 litros, y para 2019 aumentó a 51.6, un incremento del 1.35%. Para 2020 el consumo per cápita aumentó a 72 litros, a pesar de la crisis económica mundial y confinamiento por la pandemia. Por otra parte, el consumo fuera de casa en el 2018 fue de 14.3 litros en promedio por mexicano y en el 2019 de 14.4. litros Se tenía previsto que para el 2020 esta cifra aumentara a 14.5 litros.

En México el consumo per cápita de cerveza muestra crecimiento desde 2014, tal como se muestra en la (Figura 2), dicho consumo en 2019 se ubicó en 68 litros por año, lo que equivale a un consumo de 1.3 litros por semana por persona, y ubica a México en el lugar número 30 mundial (INEGI, 2020).

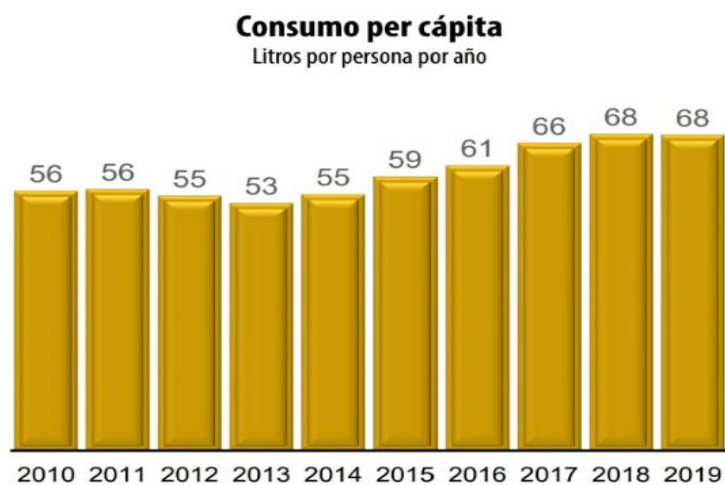


Figura 2. Consumo de cerveza per cápita

Fuente: INEGI ,2020

1.1.4. La cerveza artesanal en México.

Actualmente, el panorama de la cerveza artesanal en México es prometedor. La oferta se estima en al menos 300 empresas artesanales de cerveza y su demanda prevé un crecimiento de 0.5 a 5% en un mercado de 63 millones de consumidores con un consumo de 62 litros anuales per cápita, según datos de FEMSA (Antúnez, 2013). Sin embargo, esto apenas es una pequeña proporción frente a las ventas multimillonarias de Anheuser-Busch InBev y Heineken con sus marcas mexicanas, antes propiedad de Grupo Modelo y FEMSA-Cuauhtémoc-Moctezuma respectivamente, según datos bibliográficos a finales de la década de 1880 ya existía la Cervecería Cuauhtémoc, Cervecería Moctezuma y la Compañía Cervecería Toluca y México, fue en 1927 cuando surgió la empresa cervecera moderna, en la época existían 30 cerveceras, además de las anteriores, se encuentran Cervecería Modelo y Cervecería Sonora como las cinco de mayor producción y distribución (Recio, 2004).

Posteriormente surge la cerveza artesanal mexicana, que es posible definir como aquella que produce menos de 150 hL anuales no utiliza maquinaria para llevar a

cabo el procedimiento (o se realiza con la mínima mecanización posible) además está prohibido el uso de aditivos y saborizantes que no sean de origen natural (Bernáldez Camiruaga 2013).

Para que una cerveza se considere artesanal también debe cumplir con la ley de pureza alemana establecida en 1516 que indica que la cerveza artesanal sólo puede elaborarse con cuatro ingredientes: malta de cebada, agua, lúpulo y levadura en volúmenes pequeños y sin utilizar adjuntos. Las primeras fueron la cerveza Cosaco en 1995 y posteriormente en 1997 el restaurante-bar Beer Factory. Más tarde nace Cervecería Minerva en 2003, actualmente la más importante en términos de capital; en 2006 inicia operaciones Primus y Calavera se funda en 2008; desde entonces el crecimiento ha sido exponencial (Morales, S/f).

Veinte años después del nacimiento de la pionera Cosaco el director del Festival de la Cerveza Monterrey “Alberto Herrera Loaiza”, señaló que en 2014: existían más de 300 empresas artesanales de cerveza en el país. (El Financiero, 2014).

Entre las principales cervecerías artesanales mexicanas se encuentran las siguientes: Cervecería La Bufa (Guanajuato), Baja Brewing Company (Baja California), Cervecería Cucapá (Baja California), Cervecería Hidalgo (Zempoala, Hidalgo), Cervecería Minerva (Guadalajara-Jalisco), Cervecería La Brū (Michoacán), Cervecería Calavera (Estado de México), Cerveza Tepozteca (Morelos), Cervecería Beer Factory (Puebla), La Legendaria (San Luis Potosí), Sierra Madre Brewing (Nuevo León) y Cervecería Jack (Distrito Federal).

El crecimiento se ve reflejado en el desarrollo de una red de proveedores, productores, distribuidores y consumidores que hacen posible el resurgimiento de la industria cervecera mexicana, aunque a una escala artesanal.

Algunas empresas proveedoras de insumos son: Haz Chela, Mi CerveSA, Fermentando.com y cerveza casera por otro lado algunos productores de cerveza son: Cucapá, Minerva, Primus, Grupo y Benévolo registran aumentos anuales superiores a 50% en sus ingresos y cuya producción pasó de 22,000 hectolitros a 30,000, un aumento de 36%. Mientras que comercializadores como Universal de Entretenimiento, Beer Box, Beer Bank y GVM Comercial de Alimentos registran una

expansión superior a 100% entre las marcas nacionales e internacionales que ofrecen en restaurantes, bares y tiendas (Antúnez, 2013).

Producción de cerveza artesanal

- La producción en 2018 alcanzó los 189 mil 250 hectolitros, 70% de crecimiento vs 2017 con alrededor de 940 productores.
- En cuanto a la producción de cerveza artesanal crece en promedio un 53% cada año desde el 2011, Jalisco es el principal estado productor con 34% de la producción nacional, seguido de Nuevo León con 15% y Baja California con el 8%.
- La capacidad de producción de las cervecerías artesanales oscila entre los 2,000 y 20,000 hectolitros al año.
- En 2013, la Cofece determinó que un cervecero artesanal es aquel que produce 100 mil hectolitros (10 millones de litros) anuales o menos (Acermex, 2018).

Exportaciones

En 2018 se exportó el 3.7% de la producción total de cerveza artesanal independiente, alrededor del 5% de las cervecerías artesanales de México exporta sus productos y las exportaciones se dirigen principalmente a EUA (46.67%) Europa (26.67%), Centroamérica (13.33%) y Asia (6.67%), tal como se muestra en la (Figura 3).

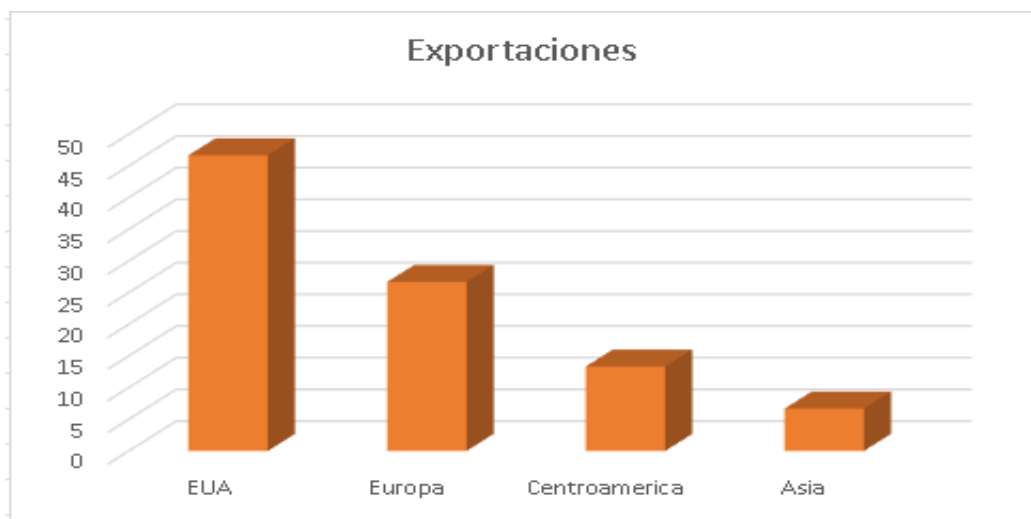


Figura 3. Exportación de cerveza mexicana

Fuente:(Acermex,2018)

Consumo y ventas.

En cuanto a consumo:

- En 2018, la industria cerveza alcanzó el 0.16% del mercado de cerveza en México el 75.9% de la producción de las cervecerías artesanales independientes se consume dentro de su propia entidad.

De acuerdo con los datos reportados de ventas:

- En 2018 las ventas totales de cerveza artesanal independiente en México fueron de \$1,174,801,920 MXN además el precio de venta neto por litro fue de \$62.08 MXN y el 34.25% de las cervecerías artesanales cuentan con un punto de venta propio (Acermex, 2018).

1.2 Materias primas para la elaboración de cerveza

1.2.1. Cebada

Es una planta autógena la cual pertenece a la familia de las gramíneas. Las espiguillas se encuentran unidas al raquis para recubrir unas a otras; las glumas son alargadas en su vértice y las glumillas están adheridas al grano. Es una planta de hojas estrechas y de color verde claro; en el punto donde el limbo se separa del tallo, al terminar la zona envainadora de la hoja, se desarrollan dos estipulas, estas se entrecruzan por delante del tallo y una corta lígula dentada aplicada contra este. El fruto es una cariósida con las glumillas adheridas (Figura 4). El tamaño del grano depende de la influencia del ambiente y sus dimensiones varían de una longitud máxima de 9.5 mm a una mínima de 6 mm de ancho mide entre 1.5 y 4 mm (Sagarpa, 2017). La cebada es un grano vestido, altamente resistente a la degradación química. Esto determina que sea necesaria una molienda muy controlada, que asegure por un lado la rotura de la totalidad de los granos, pero sin que llegue a un producto harinoso, que podría tener importantes mermas y ser peligroso de manejar en la alimentación de animales.

Pueden observarse las glumilla dorsal y glumilla inferior, la primera se prolonga en una barba. En su base se encuentra la antigua unión de la flor a la planta madre, y próxima a ella, una región llamada micrópilo a través del cual puede permear el aire

y el agua a la planta embrionaria. El embrión se halla situado principalmente en la parte redondeada o dorsal del grano; su vaina radicular se encuentra próxima al micrópilo, de manera que pueda fácilmente atravesar esta región cuando se inicie la germinación (INAH,2013).

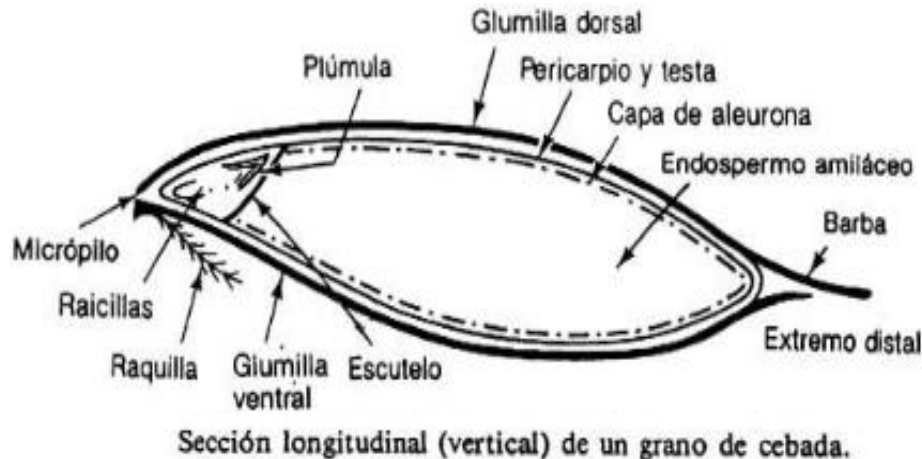


Figura 4. Grano de cebada

Fuente: Mayer, 2016

En contraste con esto, el tallo embrionario apunta hacia el extremo distal del grano. Separando el embrión del depósito de nutrientes o endospermo se encuentra una estructura, a modo de escudo, denominada escutelo, considerado por algunos como la embrionaria de esta planta monocotiledónea. La mayor parte del endospermo está constituido por células de gran tamaño, desvitalizadas, provistas de granos de almidón grande y pequeño. Los granos de almidón se encuentran recubiertos de proteína; también contienen algo de grasa. Las paredes celulares, delgadas, contienen hemicelulosa y gomas (glucanos). En la periferia del endospermo cuenta con una capa constituida por células de pequeño tamaño, ricas en proteína y exentas de granos de almidón. A esta capa se denomina aleurona; tiene un grosor de tres células y no alcanza escutelo; en su lugar se sitúa una capa de células aplanadas y vacías (Chapman,1982).

1.2.2. Malta y tipos de malta

La materia prima fundamental para la fermentación de la cerveza es la malta, la malta corresponde a cebada parcialmente germinada detenida en su proceso por deshidratación, el proceso de malteado (Greloux, 2002), este es asociado a la acción del ácido giberélico. Las giberelinas son sintetizadas por el coleoptilo y el

escutelo del embrión y liberadas en el endospermo; las giberelinas difunden hacia la capa de aleurona; las células de la capa de aleurona son inducidas a sintetizar y segregar enzimas (α -amilasas y β -amilasas) en el endospermo amiláceo. El almidón y otros polímeros son degradados a pequeñas moléculas; los solutos liberados (monómeros) son transportados hacia el embrión donde son absorbidos y utilizados para el desarrollo del embrión (Jordan, 2006). Proporciona sustratos y enzimas apropiados para obtener un extracto soluble o mosto. La malta debe proporcionar este extracto de forma barata, también debe proporcionar cascarilla, que forma un eficaz lecho filtrante para la clarificación del mosto. La composición del extracto, o mosto, es un factor fundamental para el éxito de la fermentación por la levadura y juega un importante papel en el desarrollo del aroma, el color y la estabilidad del producto final, la cerveza (Greloux, 2002).

Existe una vasta selección de maltas, y estos diversos tipos son: Maltas básicas, especiales y mixtas los cuales se muestran a continuación (Tabla1).

Tabla 1. Composición química del grano de cebada

Componente	%	Componente	%
Hidratos de carbono	72.8-82.8	Proteína	7.5-15.6
Almidón	50.0-63.0	Materia inorgánica	2.0-3.1
Azúcares	1.8-2.0	Lípidos	1.1-3.1
Fibra bruta	5.0-6.0	Otras sustancias	1.0-2.0

Fuente: Dendy,2004

Maltas básicas

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

mayor poder diastásico de todas. Entre ellas encontraremos la malta Pale Ale y Pilsen (Cerveza artesana, 2014).

Malta Pilsner

La malta Pilsner (Figura 5) es originaria del continente europeo, ingrediente clave de miles de lagers deliciosas.

La malta Pilsner (también llamada Pilsener, Pilsen o simplemente Pils) se utiliza fundamentalmente para hacer cervezas lager entre ellas las cervezas tipo Pilsner y otras muchas cervezas checas y alemanas. Es también la malta base utilizada para un gran número de cervezas belgas. Es de color muy claro con un índice EBC inferior a 4,5. Se trata de una malta base y puede usarse como la única malta de la receta. Suele obtenerse de cebada de dos hileras (Cocinista,2018).



Figura 5. Malta Pilsen

Fuente: Cocinista,2018.

Malta Pale Ale.

La malta Pale Ale es la base de las cervezas del mismo nombre, y la precursora de la mayoría del resto de maltas británicas. Su secado se realiza a temperaturas bajas para que conserven las enzimas del grano (Figura 6). Es de color claro y tiene un índice EBC que suele oscilar entre 5 y 7, pero puede llegar a 10. Su alto poder diastático (250) hace que pueda combinarse con otras maltas que aporten poco o ningún azúcar fermentable. En la actualidad es de las más baratas debido a su producción masiva, por lo que es también una de las llamadas 'maltas base' en gran variedad de recetas, sobre todo en las llamadas cervezas inglesas: Bitter, Pale Ale, Indian Pale Ale y muchas otras (Cerveza artesana, 2014).



Figura 6. Malta Pale Ale

Fuente: Cocinista,2018.

Maltas mixtas

Para crear maltas mixtas, la malta verde no se seca, sino que pasa directamente a un tostador al finalizar la germinación. En este tostador, los granos se calientan a una temperatura de 65-70 °C, con la finalidad de activar las enzimas diastásicas. Estas enzimas, a su vez, transforman los almidones en azúcares contenidos en el centro del grano, en un estado semilíquido. Posteriormente, los granos se tuestan a temperaturas de entre 100 y 160 °C, en función del color y el sabor que se desee. Sin embargo, este proceso provoca tanto la caramelización de los azúcares a formas no tan fácilmente fermentables, como la oscuridad de los granos por reacción de Maillard.

Son maltas con un proceso de horneado intenso, pero no lo suficiente como para haber eliminado su capacidad diastática. Son las conocidas como maltas caramelo, maltas Amber, maltas Múnich y Vienna (Cerveza artesana, 2014).

Malta caramelo

Se obtiene al calentar los granos a temperaturas entre el 65 °C y el 70 °C para activar las enzimas que ayudarán al almidón a convertirse en azúcar durante una hora u hora y media. Posteriormente, los granos se mantienen dentro del tambor con vapor entre 150 °C y 180 °C para que el interior del grano se caramelicé. Dependiendo del color que se requiera en el producto permanecerá mayor o menor tiempo en el proceso de tostado, siendo mayor para maltas caramelizadas con mayores grados EBC. Así también, el sabor variará de un toffee para maltas

caramelizadas con pocos grados EBC a una azúcar quemada, para maltas con mayores grados EBC.

Estas maltas son catalogadas como maltas especiales ya que se usan en combinación con maltas base debido a su baja actividad enzimática, para dar lugar a cervezas con un color más oscuro y con un sabor más dulce.

Existen Maltas caramelo (Figura 7) cebada extra clara 10 EBC, light 30 EBC, carared 50 EBC y ámbar 80/100 EBC. Se utiliza en pequeñas cantidades y en combinación con maltas base, debido a la falta de actividad enzimática y a su sabor amargo e intenso. De esta combinación, se obtienen cervezas con un sabor fuerte a pan cocido y de un color que pasa del dorado al rojo intenso dependiendo de los grados EBC de esta (Maltas cerveceros, 2022).



Figura 7. Malta caramelo

Fuente: Maltas cerveceros, 2022

Maltas Múnich y Viena

Las maltas múnich y Viena (Figura 8 y Figura 9) nos dan como resultado cervezas de tonos un poco más oscuros que pueden llegar al rojo claro y sabores más intensos a malta.

Malta Munich

Para la obtención del grano utilizado en la malta base Munich el grano es germinado, secado a temperaturas entre 50 °C y 60 °C, todavía más altas que la tipo Viena pero no lo suficiente como para tostar las semillas y eliminar el poder enzimático, seguirá disponiendo del suficiente como para convertir durante la maceración todos los almidones en azúcares fermentables (Cocinista, 2018).



Figura 8: Malta Munich

Fuente: Cocinista,2018.

Malta-Viena

Para la obtención del grano utilizado en la malta base Vienna, el grano es germinado y secado, el secado de la malta tipo Viena se realiza a temperaturas ligeramente superior al tipo pilsener, entre 40 °C y 50 °C resultando en un poder enzimático ligeramente menor y superior contenido en melanoidinas. Es una malta base usada de forma habitual en multitud de cerveza centro europeas. La malta Viena (Figura 9) aporta un ligero dulzor a la cerveza con un sabor de fondo tostado muy agradable, aunque sutil. Las temperaturas de malteado son muy distintas de la malta Múnich y el resultado hace que ambas maltas sean diferentes y que se noten sus distintas personalidades en las cervezas. Se trata de una malta base y por lo tanto suele utilizarse en grandes proporciones. Es de color claro con nivel de EBC's bajos, cercanos al 5 (Cocinista, 2018).



Figura 9: Malta Viena

Fuente: Cocinista, 2018

Maltas-especiales

Se elaboran a partir de hornear maltas base totalmente secas, a temperaturas

superiores a 170 °C. Cuanto más alta es la temperatura, más se incrementa la reacción Maillard en detrimento de la caramelización, dando a los granos colores de oscuridad entre media y total, con sabores que recuerdan al mismo tostado, a la nuez o a la galleta. Se usan para dar un color o aroma especial a la cerveza, tienen poco o nulo poder diastático ya que han sido sobre horneadas. Aportan colores, sabores y olores especiales a los diferentes tipos de cervezas que se van a elaborar (Hough,2002).

Malta-chocolate

La malta más oscura es la Malta Negra o Malta Chocolate (Figura 10) que se utiliza para elaborar la cerveza negra, una cerveza 100% oscura, espesa con un sabor fuerte (Hough,2002).



Figura 10: Malta chocolate

Fuente: cocinista marzo, 2018.

Malta-cruda

Así es como se denomina al grano -tratado o sin tratar- que se añade al proceso de fermentación. Al igual que las maltas especiales, no se utiliza para fermentar, generalmente, sino para dar un sabor y un aroma específico a cada cerveza, según el estilo de cerveza deseado (Uvinum, 2012).

1.2.3.Lúpulo

El lúpulo pertenece a la familia de las cannabáceas, pero, a pesar de su parentesco con el Cannabis, el lúpulo, *Humulus lúpulus*, no contiene sustancias alucinógenas. El lúpulo se cultiva en climas templados y resiste al invierno, está provisto de raíces largas, penetran profundamente en el suelo (Figura 11).



Figura 11: Flores de lúpulo

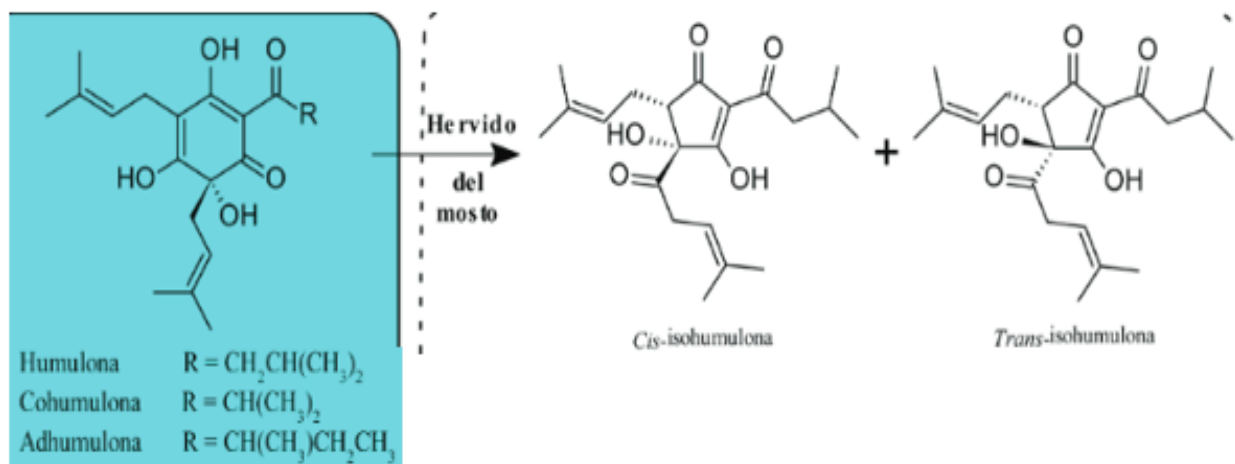
Fuente: gourmet, 2013

En el lúpulo se han identificado más de 1.000 sustancias entre las que se encuentran múltiples derivados isoméricos (Verzele y Keukeleire, 1991). Todas ellas aportan al lúpulo sus peculiares características que lo convierten en insustituible para la fabricación de la cerveza. Son las resinas, almacenadas en glándulas de lupulino presentes en varias partes de la planta, pero fundamentalmente en los frutos producidos a partir de las flores femeninas. Estas resinas se clasifican en función de su diferente solubilidad y son una mezcla de compuestos químicos análogos que son los precursores de los alfa y beta ácidos, los cuales al cocer con el mosto se isomerizan y se transforman en sustancias amargas. El contenido de estos alfa y beta ácidos (medido como porcentaje en peso) es una característica varietal, si bien pueden verse influidos de una manera importante por la climatología y otros factores. Otros constituyentes importantes son los aceites esenciales (humuleno, farneseno, mirceno, etc.) y los taninos. Los primeros confieren al lúpulo su aroma característico. Tradicionalmente se ha hablado de variedades aromáticas y de variedades amargas, precisamente en función del nivel de alfa ácidos y de aceites esenciales (Álvarez, 2007).

Existen diferentes tipos de lúpulo, los cuales se han clasificado en 3 grupos, lúpulos de amargor, el amargor de los lúpulos proviene de los alfa-ácidos que se encuentran en las glándulas de lupulina de las flores de lúpulo. Para que estos ácidos otorguen amargor a la cerveza tienen que ser químicamente alterados e isomerizados por el proceso de cocción (Figura 12). La isomerización es el proceso químico por el que un compuesto es transformado en otro que tiene la misma composición química,

pero una estructura diferente. El porcentaje de alfa-ácidos potenciales que son isomerizados se denomina "utilización". Debido a que la duración de la cocción determina el grado de utilización, los lúpulos de amargor se suelen añadir al principio del hervido o al menos 60 minutos antes de que termine el proceso. (Pavlovic,2010).

Figura 12: Proceso de isomerización de lúpulo (degradación de alfa ácido)

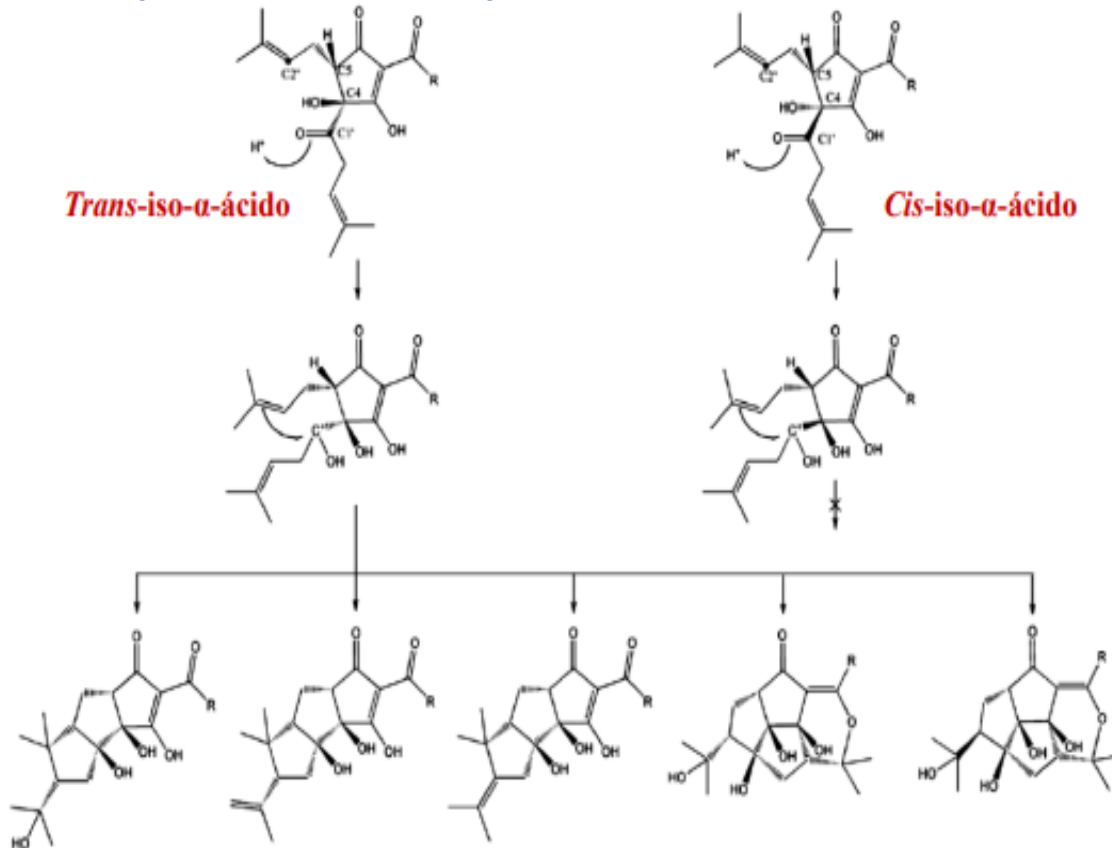


Fuente: Morales,2018.

Los α -ácidos se encuentran en concentración elevada en el mosto y en menor concentración en la cerveza. Esto se debe a que durante la ebullición del mosto en el proceso de fabricación se produce la isomerización térmica de los α -ácidos a iso- α ácidos (Figura 13), sin embargo, la isomerización en ebullición no es muy eficiente: no más de un 50% de los α -ácidos se isomerizan y menos del 25% del potencial de amargor original se mantiene en la cerveza. Estos iso α -alfa ácidos son más solubles en (pKa=3) que los ácidos originales del lúpulo (pKa= 5.5) y son intensamente amargos. (Suárez,2013). El sabor y el aroma de lúpulo provienen de los aceites esenciales que se encuentran en las glándulas de lupulina. Estos aceites están formados por humuleno, mirceno, geraniol y limoneno, entre otros. Estos sabores son liberados a medida que los aceites se disuelven en el mosto durante la cocción. Sin embargo, los aceites son altamente volátiles y se evaporan fácilmente. Por ello, los lúpulos de sabor se añaden entre 20 y 40 minutos antes de que termine la cocción: el tiempo justo para equilibrar la isomerización de los alfa-ácidos y la pérdida de aceites esenciales. Y lúpulos de aroma; de nuevo, debido a que los

aceites esenciales son muy volátiles, los lúpulos que proporcionan aroma se añaden en los últimos minutos del hervido para minimizar, así, su evaporación (Pavlovic, 2010).

Figura 13: Mecanismo de degradación de los trans-iso- α ácidos.



Fuente: Caballero,2012

1.2.3.1. Componentes del lúpulo

Las flores de la planta del lúpulo (también llamadas conos o piñas) contienen en su interior unas glándulas de color amarillo. Estas glándulas están llenas de una resina llamada lupulina, que es el principio activo que los cerveceros buscan en el lúpulo. La lupulina aporta: componentes amargos, componentes aromáticos y aceites esenciales (Álvarez, 2007).

Tabla 2. Composición de los lúpulos comerciales %/peso

Agua	10
Resinas totales	15
Aceites esenciales	0.5
Taninos(Polifenoles hidrosolubles)	2.0
Monosacáridos	2.0
Pectina	2.0
Aminoácidos	0.1
Proteína	15
Lípidos y ceras	3.0
Cenizas	8.0
Celulosa,liginina,etc	40.4

Fuente: hough, 1990

1.2.3.2. Componentes amargos

Los ácidos amargos representan entre el 5% y el 20% aproximadamente del peso del lúpulo maduro según su variedad (Verzele y Keukeleire, 1991). Estos ácidos se clasifican como alfa y beta ácidos y son derivados del floroglucinol di o triprenilados. Los alfa-ácidos se extraen tras la adición de acetato de plomo al extracto crudo, mientras que los beta ácidos permanecen en solución. La calidad del lúpulo viene marcada sobre todo por los alfa ácidos, especialmente por la humulona (35-70% del total de alfa ácidos), la cohumulona (del 20-65%) y la adhumulona (del 10-15%). Los alfa-ácidos están presentes en la cerveza en concentraciones de hasta los 4 mg/ml contribuyendo en la misma a la estabilidad de la espuma y aportando sus características antibacterianas y, por lo tanto, de mejora de la conservación. El amargor del lúpulo proporciona el contrapunto adecuado al dulzor de la malta y este sabor amargo se extrae durante la cocción. En ella, los alfa ácidos insolubles se isomerizan en ácidos iso-alfa más solubles que, en la cerveza representan más del 80% de los componentes del lúpulo presentes en la misma. Se han conseguido aislar en el laboratorio cinco alfa-ácidos que están presentes en el lúpulo de forma natural, en diferentes proporciones que varían como hemos dicho según la variedad (Hugh, 2002).

1.2.3.3. Aceites esenciales

Son extremadamente volátiles y son una razón más para conservar el lúpulo en algún medio anaeróbico, como en recipientes al vacío o en atmósferas modificadas de CO₂ o nitrógeno. Tampoco soportan una cocción dilatada. Es por lo que los lúpulos aromáticos se suelen añadir en los últimos minutos de cocción, mientras que los lúpulos amargos se añaden antes para facilitar la isomerización de los ácidos alfa. El aceite esencial de lúpulo contiene alcanos, monoterpenos y sesquiterpenos. Se han identificado claramente al monoterpeno myrceno y a los sesquiterpenos beta- cariofileno y al humuleno, quienes representan entre el 57-82% del aceite esencial (Álvarez,2007).

1.2.3.4. Exposición a la luz

Los compuestos fenólicos que se encuentran en la cerveza como ácidos fenólicos, flavonoides, proantocianidinas, taninos y compuestos amino-fenólicos proporcionan una cierta protección frente a la luz, es importante mencionar que algunos flavonoides como catequina y epicatequina provienen de la malta y el lúpulo y sus niveles de concentración oscilan entre los intervalos de 0,03-4 mg L⁻¹ y 0,02-0.73 mg L⁻¹ respectivamente (Suárez,2013).

1.2.4. Agua

El 95 % del peso de la cerveza es agua por lo que es un ingrediente fundamental y del cual interesa esencialmente su contenido de sales y especialmente su dureza (Hough, 2002). El pH es el de más importancia para las reacciones bioquímicas que se desarrollan durante el proceso; en todos los pasos de la fabricación hay disminución del pH y los amortiguadores minerales del agua contrarrestan en parte este cambio. La influencia del contenido mineral del agua sobre el pH es importante durante la fabricación y algunos componentes minerales ejercen una influencia específica, influencia estabilizadora de los iones calcio sobre las amilasas. Los iones de calcio reaccionan con los fosfatos orgánicos e inorgánicos de la malta precipitando fosfatos de calcio, el resultado es la acidificación del mosto si el calcio se halla en forma de sulfato. El ion magnesio se encuentra raramente en dosis superiores a 30 mg/l. El ión potasio se encuentra raramente en gran cantidad produce el mismo efecto. La mayoría de los demás iones como cloruros,

sulfatos, sodio y potasio no tienen otra influencia que en el sabor de la cerveza (Palmer, 2013).

1.2.5 Levadura

Las levaduras comprenden 39 géneros y 350 especies, se identifican y clasifican según sus características morfológicas y fisiológicas. Entre los aspectos morfológicos considerados se encuentra el tamaño y la forma de las células en medios sólidos y líquidos especificados, el modo de reproducción y si forma velo en la superficie o sedimenta en un medio líquido. Entre las características fisiológicas consideradas se encuentra si puede crecer y fermentar en un determinado carbohidrato y si puede o no utilizar determinadas fuentes de hidrógeno, como los nitratos, los *saccharomyces* no utilizan los nitratos como fuente de nitrógeno además *saccharomyces cerevisiae* fermenta la maltosa.

Estructura de la levadura

Una célula de levadura de cerveza “típica” tiene entre 8 y 14 μm de diámetro (cuando se haya plenamente desarrollada), los estudios en microscopio ordinario revelan que cada célula está rodeada por una pared y que en el interior de esta se pueden distinguir pocas estructuras salvo una o más vacuolas, para observar el núcleo y los organelos se necesita recurrir a preparaciones teñidas o a la microscopia de contraste de fases. La superficie de las levaduras se puede estudiar mediante microscopia electrónica de barrido y las estructuras internas mediante microscopia electrónica de transmisión. Una información más detallada de las partes de la célula exige la identificación bioquímica de sus componentes

En cuanto a una composición general la pared representa el 30% del peso seco total y tiene un grosor de 100-200 nm, está constituida por otro 40% de β glucanos, 40% α mananos, 8% de proteína, 7% de lípidos, 3% de sustancias inorgánicas y 2% de hexosamina y quitina. El glucano está unido a la proteína y presenta el componente estructural más abundante, este se halla en la cara interna de la pared, el manano se encuentra también ligado a la proteína a veces a través de hexosamina y se localiza en la cara externa de la pared. La superficie de la célula se encuentra cargada debido a la presencia de grupos carboxilo y fosfato que al pH de la cerveza le confieren una fuerte carga negativa. (Hough, 1990).

Pared celular y elaboración de la cerveza

Las diferencias existentes entre la estructura química de las capas exteriores de las células de levadura son las responsables de que “algunas cepas” funcionen de manera diferente al final del proceso fermentativo. (Hough, 1990).

Las levaduras (Figura 14), son hongos unicelulares que se reproducen por gemación y que en el proceso de fermentación transforman los azúcares del mosto en alcohol gas carbónico y otros productos secundarios que en su conjunto dan las características a cada tipo de cerveza. Comúnmente se clasifican por su tipo de floculación ya sea las que su floculación es alta (Ale) Levaduras tipo "Ale", de la especie *Saccharomyces cerevisiae* de 12 y 25 grados Celsius. El término fermentación alta, se le atribuye a que durante el proceso suben a la superficie del mosto creando una capa gruesa. La concentración de ciertos ésteres se hace mayor con el uso de estas levaduras lo que le brinda determinadas características a las cervezas en las que se emplean incorporando cierto sabor afrutado.

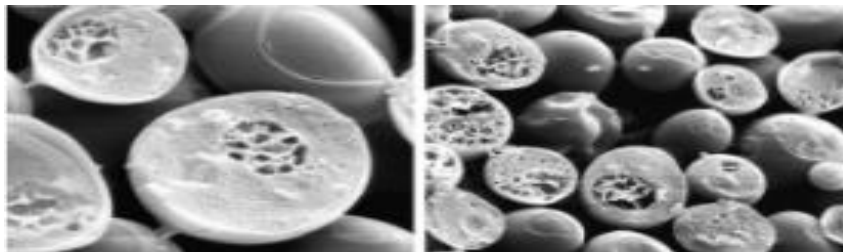


Figura 14. Microscopía electrónica de barrido (SEM) *Saccharomyces cerevisiae*.

Fuente: Carrascosa, 2011.

Existe otro tipo de levaduras donde la floculación es baja y se conocen como de fermentación baja (Lager), pues al final de la fermentación tienden a ir hacia el fondo del mosto. Actúan a temperaturas un poco más bajas, 7 a 15 grados Celsius y su actividad es más atenuada produciendo menos espuma. La síntesis de mayor cantidad de compuestos sulfurados como subproductos del proceso es una característica de estas levaduras (*Saccharomyces uvarum*) (Figura 15), lo que le crea un sabor característico que marca una gran diferencia con las que emplean levadura tipo Ale. Las levaduras tipo Ale fermentan más rápido y se consumen normalmente después de un corto período de fabricación. Las de tipo Lager son de

fermentación más lenta y requieren de un proceso de almacenamiento a 0 grados Celsius que puede ir desde 3 semanas hasta 3 meses (Hough, 2002).

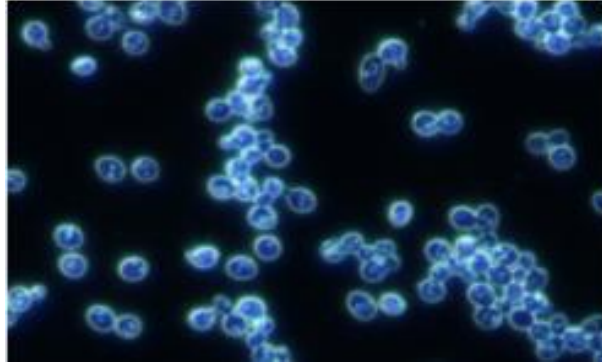


Figura 15. *Saccharomyces uvarum* (*carlsbergensis*, *pastorianus*)

Fuente: Flores y Rivas ,2015.

1.2.5.1. Levaduras empleadas en cervezas Ale:

Saccharomyces cerevisiae incluye un grupo muy diverso de levaduras Ale que se considera doméstica y se utiliza para producir cerveza y bebidas fermentadas, algunas levaduras incluyen variaciones de *Saccharomyces cerevisiae* que liberan glucoamilasas en el medio para degradar las dextrinas y da lugar a una hiperatenuación, otras especies aportan sabores amargos típicos de la cerveza debido a que varían en la producción de metabolitos de sabor activo existe una gran biodiversidad que puede aprovecharse como cultivo individual o combinado en la producción de cerveza. Cada levadura presenta diferentes características incluyendo el perfil y cinética de fermentación, el índice de atenuación, la tolerancia al alcohol, la sedimentación y la expresión organoléptica, al conocer mejor las levaduras y comprender sus características se podrá obtener resultados óptimos con ellas y adaptar sus condiciones de elaboración y fermentación para crear la cerveza deseada, además es importante mencionar que la levadura afecta la fermentación y los pasos subsecuentes a ella (Fermentis, 2019).

Se denomina atenuación de una cerveza al porcentaje de azúcares totales que se convierten en alcohol y CO₂ durante el proceso completo de fermentación (Figura 16). La atenuación refleja la reducción de densidad del mosto como resultado de la fermentación. Saber el grado de atenuación de una cepa ayudará a predecir la densidad final; cuanto menos atenuante sea, mayor será la gravedad final, y por lo tanto, los azúcares no fermentados permanecerán en la cerveza.

Son varios los factores que pueden influir en el nivel de atenuación de una cerveza, y si partimos de una misma combinación de maltas, el uso de distintas levaduras o el hecho de airear el mosto pueden dar resultados diferentes. También influyen por supuesto los tiempos y las temperaturas, tanto de macerado como de fermentación. Una levadura produce una alta atenuación cuando prácticamente la totalidad de azúcares han desaparecido, dando lugar a una cerveza proporcionalmente más alcohólica, con menos “cuerpo” y más seca.

Una levadura que produzca una atenuación media dará lugar a cervezas menos alcohólicas, con más cuerpo y algo de dulzor. Y es que hay levaduras que mueren en presencia del alcohol que ellas mismas generan, dando lugar a atenuaciones potencialmente bajas (Cocinista, 2022).

La (Figura 16) muestra que la levadura S05 presenta mayor nivel de atenuación en cuanto al proceso total de acción de esta cepa con respecto a la levadura S04 que presenta menor nivel de atenuación en el proceso total de acción de este tipo de cepa.

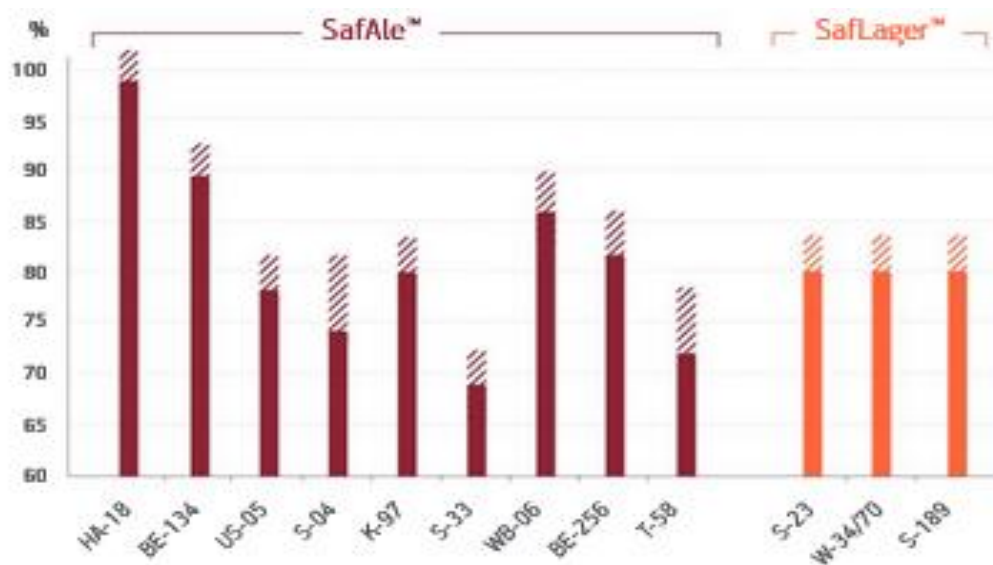


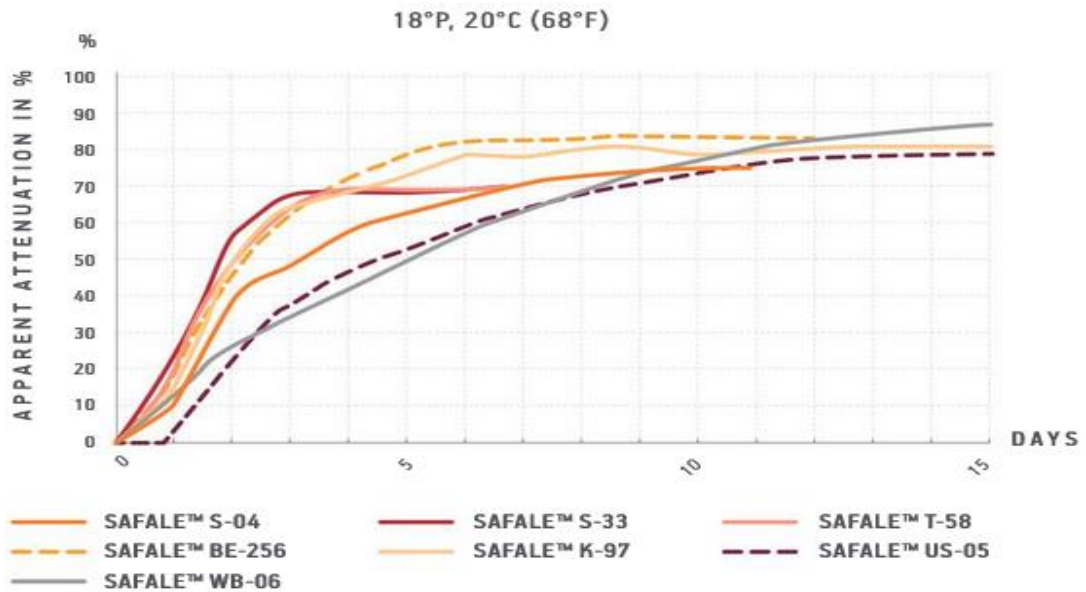
Figura16: Atenuación aparente de diversas cepas utilizadas en la elaboración de cerveza

Fuente Fermentis, 2019

Sin embargo en la (Figura 17) se aprecia el funcionamiento de las cepas S04 y S05 donde la primera tiene mayor atenuación aparente a los 7 días evaluados que la segunda. Además, la levadura tiene una función clave en la liberación de los compuestos de aroma, sabor y sensación en boca del producto terminado ya que durante la fermentación se liberan distintos componentes y la cepa de levadura y

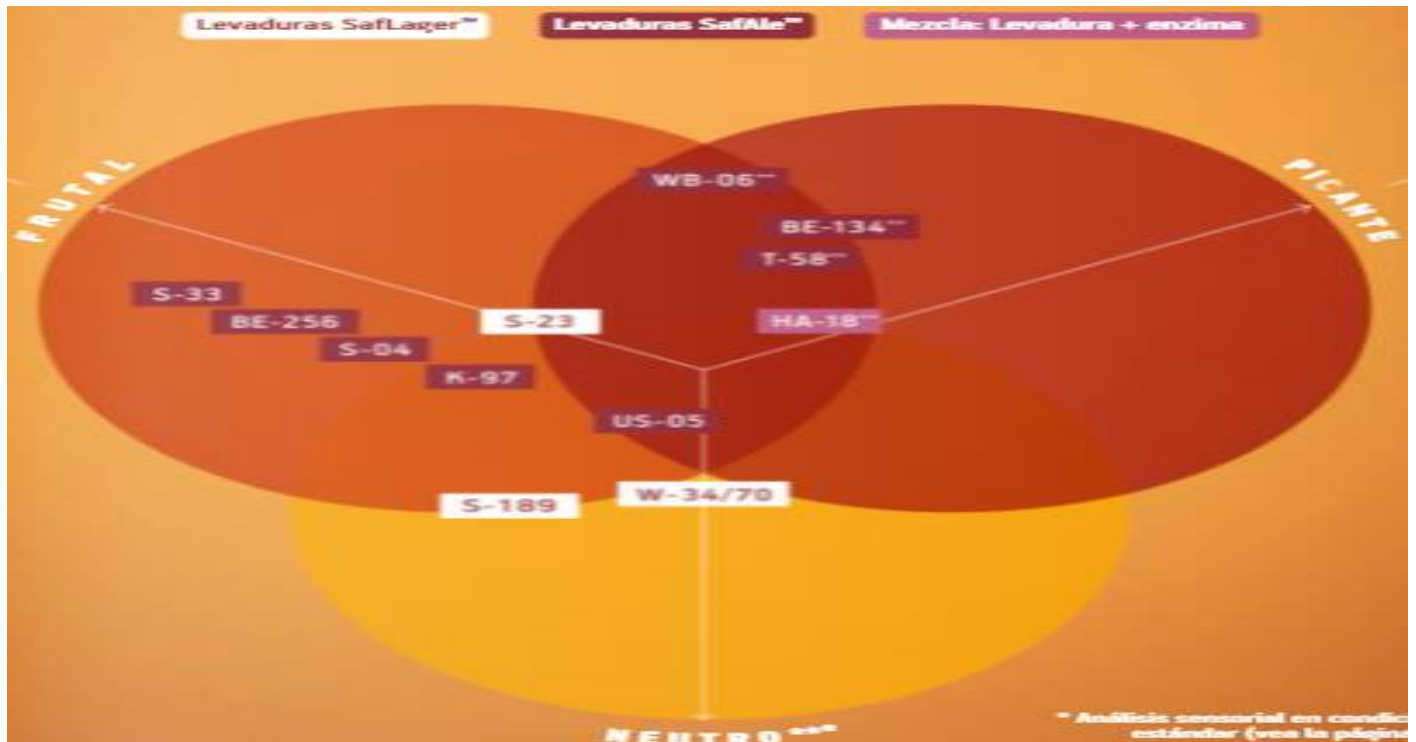
las condiciones de fermentación que escoge el productor afectan en gran medida el perfil de la cerveza, los cuales pueden observarse en la (Figura 18)(Fermentis, 2019).

Figura 17: Atenuación aparente a diferentes condiciones (días)



Fuente: Fermentis , 2019.

Figura 18. Aromas y sabores de referencia de los distintos tipos de levadura



Fuente: Fermentis 2019

1.2.6. Factores que propician la turbidez

Puesto que la cerveza es rica en polifenoles y polipéptidos estos tienden a formar partículas con el tiempo, esta formación de turbidez es generalmente inaceptable por el consumidor y preocupante para el cervecero. A continuación, se describen las formas de turbidez más comunes.

Turbidez polifenol-polipéptido.

Las reacciones entre polifenoles y polipéptidos están ampliamente distribuidas en nuestra vida cotidiana el proceso es una reacción irreversible entre proteína-polifenol, este efecto es debido a la reacción de los polifenoles con las proteínas que son denominadas proteínas ricas en prolina.

Esta turbidez es la fuente más común de problemas en la industria cervecera, la interacción es inicialmente intramolecular pues probablemente son complejos formados por enlaces de hidrógeno entre los polifenoles y proteínas, los subsiguientes procesos oxidativos pueden dar lugar a enlaces covalentes entre las porciones proteína-polifenol. La formación del complejo inicial es reversible, en tanto que los agregados formados covalentemente son persistentes es por ello que se debe minimizar la propensión a que se forme para asegurar una buena estabilidad física.

La estructura de la turbidez formada en la cerveza propuesta como hipótesis por "Siebert" se basa en la idea de que solamente las proteínas ricas en prolina interaccionan con los polifenoles formando turbidez y en que existe un número fijo de sitios de esta unión, lo cual indica una estequiometría más o menos definida para la formación de turbidez, en el caso de la formación de grandes agregados, el modelo también necesita tener en cuenta los enlaces entrecruzados de tal suerte que los polifenoles tienen al menos dos puntos de unión en la proteína (Figura 19)

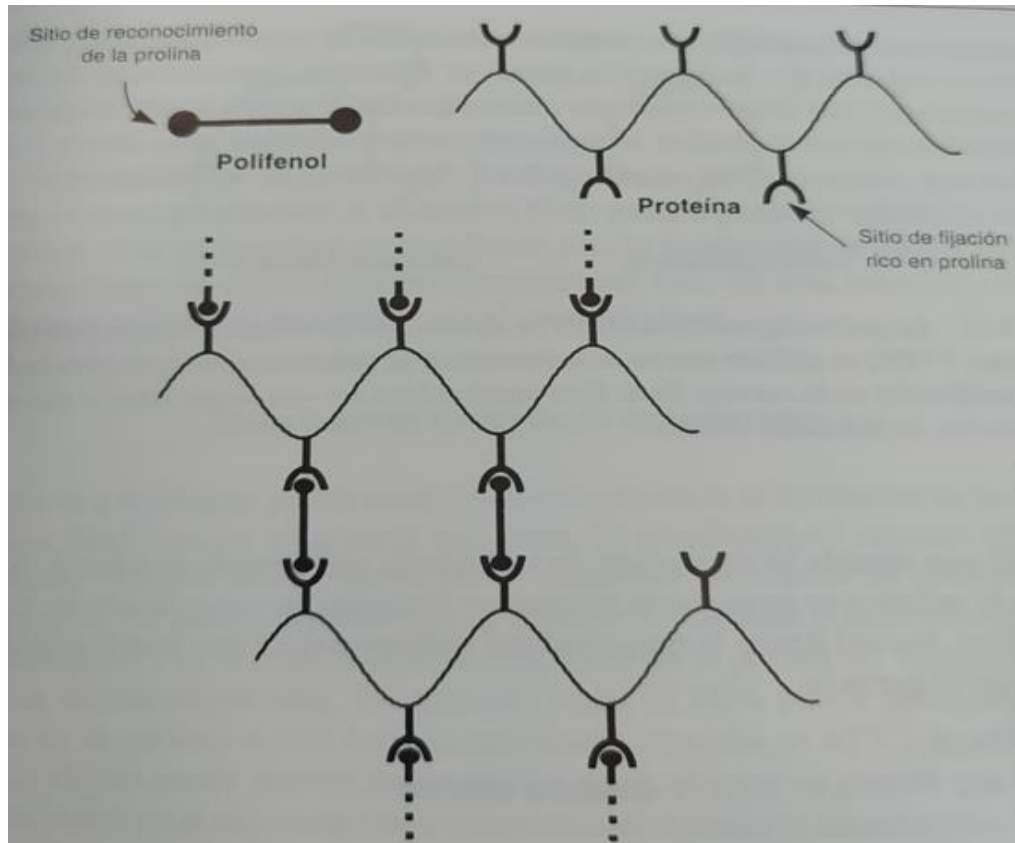


Figura 19 Modelo propuesto por Siebert para interacción polifenol proteína en la cerveza.

Fuente: (Hughes, 2001).

Se han ideado ciertas operaciones de aislamiento y purificación en la fase posterior del proceso de elaboración de cerveza para minimizar o evitar que esto ocurra, evidentemente una solución es la eliminación de una u otra de las especies reactivas.

Carbohidratos

El almidón (α -glucano) se degrada durante las primeras fases del proceso de elaboración por la actividad amilolítica durante la elaboración del mosto. Cualquier almidón residual, aunque este gelatinizado sufre un proceso de retrogradación cuando se enfría. El almidón retrogradado es más resistente a la degradación enzimática que el almidón convencional y cuando se forma produce una turbidez que puede ser visible o a veces invisible, esta última no es visible a simple vista sin embargo difracta la luz en las determinaciones convencionales de turbidez.

Otras fuentes:

Las bacterias muertas procedentes de la malta, los carbohidratos y proteínas procedentes de las levaduras dañadas y algunos lubricantes también pueden producir turbidez en el producto final (Hughes,2001).

1.2.6.1. Principales participantes en el color de la cerveza

La percepción de color es una compleja integración de la transmisión, absorción y reflexión de la luz. La distorsión de las longitudes de onda de la luz (blanca) a su paso a través de la cerveza es la que le confiere el color. El color es una cualidad inherentemente descriptiva, aunque desde un punto de vista científico es preferible una descripción numérica, el color de la cerveza es un parámetro crítico para muchos de los consumidores ya que permite la clasificación instantánea del tipo de cerveza, en la (Tabla 3) se muestran algunos componentes que influyen en el color.

Tabla 3.Principales participantes en el color de la cerveza

Componente	Materia prima	Proceso	Color
Melanoidinas	Malta, maltas especiales	Cocción del mosto	Amarillo, ámbar
Polifenoles oxidados	Malta y Lúpulos	Oxigenación Pasteurización	Rojo-marrón
Hierro,cobre	Agua,malta	-	-
Rivoflavina	Malta,levaduras	-	Amarillo

Fuente: (Hughes,2001).

1.2.7. Agentes clarificantes y su clasificación.

Los clarificantes ayudan a mejorar el color y la transparencia de la cerveza, pero dependiendo el momento en el que son agregados cumplen otras funciones no menos importantes. Existen dos tipos, los que se utilizan en el proceso de hervido y los que se utilizan en el proceso de fermentación.

En cuanto a los primeros, denominados comúnmente como “clarificantes en caliente”, se añaden minutos antes de que finalice el proceso de hervido (15 minutos) ayudando a decantar las partículas sólidas para que se queden en el fondo de la olla. Además, favorecen la sedimentación de las proteínas, evitando de esta

forma que pasen al fermentador. Si bien su capacidad de clarificar no es tan alta como los del segundo grupo, permiten obtener una cerveza con sedimentos de levadura y un toque más rústico y artesanal. Entre ellos destacan los siguientes clarificantes:

- Irish Moss

El musgo irlandés es un alga marina que se usa como agente clarificante para decantar las proteínas del mosto (hacer cerveza artesanal, 2021). Se adiciona 15 minutos antes de concluir el hervido del mosto, este genera la coagulación y precipitación de proteínas y otros agentes que propician la turbidez del mosto (Brewmasters, 2020). Ocasionando la formación del turbio caliente. Se debe agregar diluido en agua fría Dosis: 4 g cada 20 litros de mosto (cibart, 2022).

- Whirlfloc

Es una Kappa carragenina purificada que se utiliza como clarificante de hervido es de alto peso molecular y proviene del alga marina roja (Rhodophyceae). (brewbox, 2022). Su agregado incrementa la coagulación y la precipitación de materiales que causan turbidez como las proteínas y los betaglucanos asegurando la formación de un turbio caliente compacto, lo que genera la obtención de un mosto más claro. Se recomienda incorporar 10 minutos antes de finalizar el hervor. Dosificación: 1 pastilla cada 20/ 30 litros (cibart,2022).

Por otro lado, existen los llamados “clarificantes en frío”, que se agregan al fermentador una vez finalizado el proceso de fermentación o directamente en el madurador. Son ideales si buscamos obtener cerveza con color limpio y ningún tipo de partícula flotante. Todos los sedimentos de levaduras quedan en el fondo del recipiente. Entre ellos podemos encontrar:

- Isinglass

El Isinglass es un clarificante de los denominados “en frío”. Se lo debe agregar luego de la fermentación. Es un compuesto obtenido de la vejiga natatoria de peces. El ingrediente activo predominante es una proteína llamada colágeno, que es una molécula cargada predominantemente con carga eléctrica positiva, con la cuál atrae partículas con carga negativa, como levaduras y otras proteínas causantes de la turbidez en esta etapa. Así el colágeno, las levaduras y las proteínas se atraen y

van formando conjuntos moleculares pesados, los que se separan de la fase líquida formando flóculos más pesados que el líquido, haciéndolas por ende precipitar y clarificando la cerveza otorgándole un efecto cristalino y brillante.

- Grenetina

Se utiliza para clarificar la cerveza ya que ayuda a precipitar levaduras. Se agrega en el momento de la maduración. Reduce el tiempo de almacenamiento en frío. Dosis: 6 a 8 gramos cada 20 litros de Cerveza (se debe diluir previamente en agua fría) (Cibart, 2022). Favorece la eliminación de la turbidez, la cual se da como consecuencia de los polifenoles y las proteínas que contiene el lúpulo y la malta, así como también partículas que restan de la levadura.

La grenetina se debe infundir y después se podrá añadir cuando la fase de fermentación haya terminado. Tiempo después, de 1 a 2 días, la grenetina ya habrá hecho su trabajo y la cerveza estará lista para ser embotellada (grenetina regia, 2018).

- Polygel

Clarificante en frío estabilizador de cerveza. Se usa mucho para adicionar antes de filtrar, pero uno de sus componentes (el PVPP) es un clarificante en frío muy utilizado. Dosis recomendada: 30 a 70 gr/Hl (Cibart,2022)

Perfectamente se podría utilizar ambos, lo cual nos llevará a obtener una cerveza sumamente limpia y cristalina. Además, hay que tener en cuenta que al colocar la cerveza en refrigeración o en temperaturas inferiores a 4 °C, se logra que la levadura decante por simple acción del frío. Todo depende del tipo de cerveza que se quiera conseguir, y el gusto de cada cervecero (Cibart,2022).

1.2.7.1. Generalidades de los agentes clarificantes seleccionados.

- Grenetina

El Food Chemicals Codex define grenetina (Figura 20) como el producto obtenido de la hidrólisis del colágeno ya sea por uso de ácidos o álcalis o procesos enzimáticos. Es el principal componente proteico de la piel, los huesos y el tejido conectivo de los animales, incluidos los peces y las aves de corral (GMIA 2012). Es uno de los biopolímeros más versátiles y tiene numerosas aplicaciones en alimentos, confitería, farmacéutica, cosmética y productos técnicos.

La gredina posee en grado sumo las propiedades características de los Coloides hidrofílicos facilitando la formación de emulsiones, suspensiones y geles lo cual, aunados a su naturaleza proteica, la convierten en un producto muy versátil cuya utilización se extiende en la Industria Alimentaria. La fuerza de gel, viscosidad y transparencia se encuentran entre las propiedades de la gredina que varían con el punto isoeléctrico y el pH de la solución. La gredina en general contiene 85% de proteínas, 12% de agua y de 1 a 2% de sales.

La viscosidad es una indicación del peso molecular predominante de la gredina y se mide en milipoises. Las moléculas de gredina son anfotéricas por el hecho de tener radicales ácidos y básicos a la vez (carboxilos y amino respectivamente). Las cargas de dichos grupos varían con el pH de la solución. Al valor de pH al cuál la carga neta de la molécula de gredina es cero, (potencial cero), se le llama punto isoeléctrico (Duché,2016)

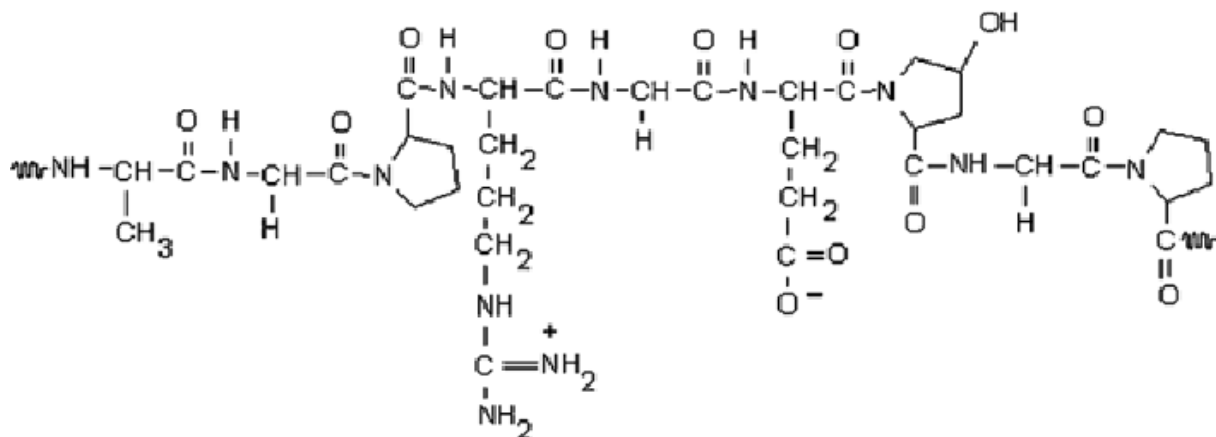


Figura 20. Una unidad estructural típica de gredina.

Fuente: Ebnesajjad, 2013.

•Carragenina(Whirlfloc)

Las carrageninas forman parte de un grupo de polisacáridos que están presentes en la estructura de ciertas variedades de algas rojas (Rhodophyceae). Estos polisacáridos tienen la particularidad de formar coloides espesos o geles en medios acuosos a muy bajas concentraciones, debido a estas propiedades funcionales son ampliamente utilizados como ingredientes en diversas aplicaciones (Alarcon,2003).

La carragenina se define químicamente como poligalactanos que son polímeros lineales de moléculas alternadas de galactosa y 3,6 anhidro +D-galactosa unidos por enlaces α (1-3) y β (1-4). Además estas moléculas se encuentran parcialmente sulfatadas a través de sales de potasio, sodio, calcio y magnesio. Las principales funciones de las carrageninas son las siguientes:

- Capacidad para formar complejos con las proteínas para obtener geles, suspensión, floculación, estabilización y precipitación de partículas.

- Capacidad para formar geles termorreversibles a temperatura ambiente transparentes, de texturas rígidas a elásticas con distintos grados de retención de agua.

- Capacidad para determinar diferentes propiedades reológicas con el fin de espesar, suspender partículas insolubles y/o de gran tamaño. (FENNEMA,1993)

El contenido y la posición de los grupos éster sulfato determinan las diferencias primarias entre las carrageninas los cuales son κ , ι y λ .

A continuación, se muestra en la (Figura 21) la estructura de la Kappa carragenina

- Carragenina Kappa I: Esta carragenina es la de mayor poder de gelificación. Posee un contenido de éster sulfato entre un 24% y un 25% además de entre un 35% y 40% de 3,6(AG), es decir que debido al alto contenido de anhidra galactosa este tipo de carragenina produce geles firmes y quebradizos en agua con alta sinéresis. Requiere de altas temperaturas para su completa disolución (aproximadamente 75°C). Impartiendo baja viscosidad al sistema en el cuál es aplicada.

- Carragenina Kappa II Es la carragenina con mayor reactividad, posee un contenido de entre 25% y un 28% de éster sulfato y entre 32% y 34% de 3,6 anhidra galactosa. Forma geles firmes y elásticos en agua y leche con moderada sinéresis, requiere una temperatura para su completa disolución (aproximadamente 71 °C), su viscosidad es un poco mayor comparada con la carragenina Kappa I dado su mayor peso molecular (Alarcon,2003).

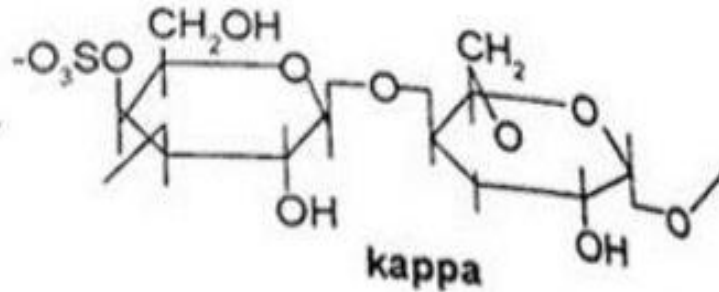


Figura.21: Estructura Kappa carragenina

Fuente: UAM, 2021

1.2.7.2. Funcionamiento de los agentes clarificantes seleccionados.

Grenetina

La grenetina tipo A procedente del colágeno de la piel y huesos del cerdo. El proceso de extracción es mediante un tratamiento ácido durante 24 horas. El resultado es una gelatina de carga eléctrica positiva y con punto isoeléctrico entre pH 6-9,5. (Ortega,2012). Debido a que la grenetina pose carga positiva cuando se mezcla con la cerveza comienza a atraer partículas cargadas negativamente, se adhieren a ella las proteínas y otras partículas en suspensión creando partículas de mayor tamaño que les permite asentarse más rápido obteniendo una cerveza más cristalina (Haz chela, 2010). Las levaduras que presentan carga negativa se unen a la grenetina debido a esta diferencia de cargas ocasionando la generación de grumos de mayor tamaño precipitan en el fondo (Cerveza de argentina,2022).

Esto propicia reducción de la turbidez, la cual se da como consecuencia de los polifenoles y las proteínas que contiene el lúpulo y la malta (Grenetina regia, 2018).

Carragenina

Al adicionar al mosto extractos de algas como la carragenina estas se encuentran altamente sulfatadas y por lo tanto muy negativamente cargadas debido a esto tienen a coagular las proteínas positivamente cargadas y a aumentar así el peso molecular de los turbios calientes producidos durante la cocción. El calentamiento conduce a la pérdida de la compleja estructura de las proteínas es decir que estas

se desenrollan y sufren ruptura de puentes moleculares para dar derivados mucho más pequeños a los que se les denomina polipéptidos en lugar de proteínas.

Las moléculas desnaturalizadas más grandes tienden a encontrarse en concentraciones que sobrepasan su límite de solubilidad las cuales cuando coagulan forman complejos con los polifenoles de la malta y el lúpulo, los turbios calientes están constituidos por partículas esféricas de un tamaño de 1 micrometro de diámetro que tienden a asociarse a flóculos de alrededor de 10 cm de diámetro (Hough, 1990).

1.3 Proceso de elaboración de cerveza artesanal

La cerveza artesanal se elabora a partir de ingredientes totalmente naturales, que no llevan aditivos artificiales ni conservantes, simplemente agua, levadura, maltas y lúpulos. En cambio, la cerveza industrial se pasteuriza y contiene conservantes. Tradicionalmente la cerveza siempre se ha fabricado a partir de malta de cebada, un material de alta calidad y de costo elevado. Para abaratar costos, los grandes productores industriales usan otros aditivos como el arroz, el maíz o el mijo, elementos menos costosos, pero que producen una cerveza de calidad muy inferior. Por lo tanto, en la etiqueta de las cervezas artesanas no encontraremos nunca ni conservantes ni antioxidantes añadidos artificialmente.

El proceso de elaboración de las cervezas artesanales se hace de forma manual o con una mínima ayuda de maquinaria, al contrario de las grandes cerveceras industriales, donde el proceso es automático y la participación humana es mínima. Las cervezas industriales se someten a un proceso de pasteurización, donde pierden propiedades nutritivas de la cerveza (Cerveza montseny, 2020).

1.3.1. Molturación y molienda

La molienda (Figura 22) tiene por objetivo triturar las maltas para obtener malta molida. Es necesario que la cascarilla permanezca tan entera como sea posible y que, en cambio, el endospermo se muele hasta un tamaño de partícula que permita la fácil liberación del extracto. Si se desintegra mucho, la cascarilla rota libera más sustancias tónicas de las deseables. En cuanto a la trituration del endospermo, es preciso que las partículas de este se hidraten bien y liberen fácilmente sus enzimas

y otros constituyen celulares para que puedan degradarse rápidamente y a formar un lecho impermeable, que libera muy lenta e incompletamente el mosto. La finura de la molienda depende, por ello, del tipo del equipo utilizado para la recuperación del mosto; si el lecho es profundo requiere, en general, partículas más groseras que si tiene poca altura (Hough, 2002).



Figura 22: Molienda

Fuente: Leva beer, 2020.

1.3.2.Maceración

Durante este proceso se somete la mezcla a rangos de temperatura específicos para activar así de manera selectiva las diversas enzimas involucradas en el proceso (Figura 23). Las enzimas son las responsables de la hidrólisis de los azúcares contenidos en el grano, se trata de biocatalizadores que encuentran su actividad favorecida a determinadas temperaturas, en este caso, para la realización de la mejor maceración, es decir, aquella que asegure la máxima conversión en glúcidos fermentables se trabaja en estos márgenes de temperaturas. Los perfiles térmicos del macerado deben escogerse en función del material a utilizar, así como, de las propiedades de la cerveza a producir o en función de la actividad enzimática que se desea priorizar (Hough, 2002). Durante el proceso de maceración ocurre una hidrólisis progresiva, iniciando su acción a los 50 °C durante treinta minutos, debido a que las enzimas proteolíticas tienen temperaturas óptimas en el margen de 50-55 °C, después se incrementa la temperatura a 60 °C durante 30 minutos, ya que la temperatura óptima de la beta-amilasa es a 60 -65 °C, después se incrementa a 70 °C para que la alfa-amilasa comience a hidrolizar los enlaces (1-4) de la amilosa y

la amilopectina dando así dextrinas, después se incrementa la temperatura hasta 78 °C para desnaturalizar los compuestos proteicos de la malta y de los adjuntos (Kunze, 2006).

La α -glucosidasa, las glucanasas, las proteasas y las pentosanas. Su función es degradar el almidón en glucosa y otros azúcares fermentables. Los efectos de la beta glucanasas y pentosanas degradan los polímeros correspondientes reduciendo la viscosidad del mosto. La temperatura óptima de las β - glucanasas es de 43 a 45 °C y se inactivan a 60 °C. las proteasas hidrolizan las proteínas de la malta. Las enzimas, como la mayoría de las proteínas, son muy sensibles a los cambios de temperatura y a los de pH, condiciones que pueden llegar a desnaturalizar haciendo que pierdan sus propiedades conformacionales y por tanto que dejen de participar en actividades metabólicas. El régimen de trabajo varía según la cerveza a producir o según las enzimas de interés por ello encontramos diferentes vías de maceración.



Figura 23. Proceso de maceración

Fuente: Calderoni, 2012

1.3.3. Filtración 1

La filtración resulta de máxima transcendencia porque su práctica deficiente provoca en la cerveza alteraciones difícilmente reparables, enturbiamientos o simplemente escasa proporción de ingredientes (La carta de cerveza 2022). En cerveza artesanal se realiza un filtrado manual, sin intervenciones de grandes maquinarias (cerveza-montseny, 2020). El procedimiento más sencillo para llevar a

cabo la filtración es evidentemente pasar el bagazo por un cedazo o tamiz y para agotar el azúcar del bagazo se vierte agua sobre este, sin embargo, este método presenta los siguientes inconvenientes:

-Los cedazos tienen orificios demasiado grandes por lo que la filtración es tan deficiente que el líquido obtenido nunca aparece suficientemente claro.

-El agua del lavado fluye tan rápidamente que el azúcar solo se disuelve de manera incompleta, por ello es necesario realizar posteriormente otro proceso de filtración para retirar residuos presentes en el mosto.

Al practicar el agotamiento del bagazo debe agregarse el agua en pequeñas porciones de uno o dos litros añadiendo más solamente cuando la superficie del bagazo está seca (La carta de cerveza 2022).

1.3.4. Cocción

Los efectos principales de la cocción del mosto son:

- a) Detección de la actividad enzimática
- b) Esterilización del mosto
- c) Coagulación de proteínas y taninos
- d) Precipitación más intensa del fosfato de calcio y caída por consiguiente del pH.
- e) Destilación de productos volátiles.
- f) Evaporación de agua y concentración del mosto.
- g) Producción de color por caramelización de azúcares, formación de melanoidinas y oxidación de taninos (reacciones que generan aromas a nuez y quemado) (Hough, 1990).

Durante la cocción se esteriliza el mosto, se acentúa el color y sobre todo se coagulan las proteínas, lo cual favorece la obtención de una cerveza más transparente. Además, en este proceso es agregado el lúpulo. Para realizar correctamente la cocción, el mosto debe ser mantenido en ebullición durante una hora (Papazian, 2013).

El lúpulo es agregado en una proporción aproximadamente de 6 gramos por cada 10 litros de mosto. Si solo se usa lúpulo para proporcionar amargor, deberá agregarse al inicio de la cocción, pero si además se usa lúpulo aromático se recomienda proceder así: 3 g/l del amargor al inicio y 3 g/l del aromático cinco

minutos antes de terminar la cocción. Esta es una regla de carácter general y puede ser reformulada en función de la variedad de lúpulo, estilo, etc. El hervido no debe ser demasiado intenso para que no se sigan produciendo melanoidinas y no siga aumentando el color. Se produce el desarrollo de sabor y hay una concentración de la melanoidina que se formaron antes. Lo más importante es la esterilización del mosto. Con el hervido se destruyen las enzimas para evitar una modificación del azúcar en el mosto para la fermentación (el mosto debe ser estable para asegurar la composición estable) (Kunzen,2006).

La cocción del lúpulo es quizás la parte más esencial en la ebullición. Las resinas del lúpulo, que imparten el amargor final a la cerveza, no se disuelven en el mosto frío. Al cocer el lúpulo sus alfa-ácidos se isomerizan y se disuelven con mayor facilidad, del total de alfa ácidos que contiene el lúpulo, aproximadamente un 25% llega hasta el producto final, la otra parte se queda adherida a los restos de proteínas coaguladas tras la cocción, a los mismos restos de las flores de lúpulo. La isomerización de los alfa-ácidos del lúpulo depende de otros factores paralelos al de la cocción: del tipo de alfa ácidos del lúpulo cocido, cuanto mayor cantidad de cohumulonas, más amargor impartirá. De la duración de la cocción: cuanto más corta sea la cocción menos amargor impartirán los alfa ácidos del lúpulo. Si estos se añaden al final de la cocción para que los aceites esenciales (aromáticos) del lúpulo no se volatilicen, el amargor impartido será nulo. Del valor del pH del mosto en cocción: cuanto mayor sea este, más fácil será la isomerización. Los taninos del lúpulo y de la malta se disuelven en su totalidad en el mosto uniéndose con las proteínas coaguladas. Esta unión es insoluble y se precipita al fondo, una vez terminada la cocción. Los taninos de la malta son más activos que los taninos del lúpulo. Hay ciertas uniones de taninos con proteínas que quedan solubles en el mosto si este no es cocido el tiempo necesario. Estos compuestos se coagulan posteriormente, una vez que se haya enfriado el mosto, y se precipitan(Pérez, s/f). La coagulación de las proteínas durante la ebullición se ve fuertemente influida por la presencia de taninos (y su composición) y por el efecto combinado de la temperatura, pH y iones multivalentes como el calcio y los metales pesados. El calentamiento conduce a la pérdida de la compleja estructura de las proteínas, estas

se desenrollan y sufren ruptura de puentes moleculares para dar derivados mucho más pequeños (polipéptidos), cuando estas coagulan forman complejos con los polifenoles de la malta y el lúpulo (Hough, 1990).

La esterilización del mosto es fundamental durante la cocción debido a que el lúpulo contiene bacterias, bacilos y mohos que no son dañinos para la salud, pero que continúan su efecto biológico en la cerveza, produciendo sabores no deseados o acidificados a largo plazo. La cocción destruye todos estos microorganismos, también destruye todas las enzimas que durante la maceración nos han ayudado a configurar el perfil de nuestra cerveza formado el abanico de azúcares planeado. La destrucción de estas enzimas evita que sigan actuando posteriormente cambiando la estructura de los azúcares. La cocción del mosto ayuda a que el dimetil sulfuro (es un sulfuro que imparte un sabor a verduras cocidas a la cerveza nada deseable) se volatilice ya que la cocción hará que este desaparezca con el vapor. Al cocer el mosto durante dos horas a gran intensidad, una parte del agua se evaporará normalmente será entre el 5 y el 15%. Debido a las altas temperaturas de la cocción se producirán melanoidinas que dan coloración el mosto en cierta medida. Cuanto más tiempo se cueza mayor será la cantidad de melanoidinas producidas en el punto de máxima concentración. Las melanoidinas son de carácter ácido y el lúpulo también es ligeramente ácido. Ambos acidificarán ligeramente el mosto cocido, reduciendo el pH final unos 0.3 puntos (Pérez, s/f).

Durante la cocción del mosto (Figura 24) se añade el lúpulo, puede hacerse en una sola adición, en dos y hasta cinco veces como lo hacen algunos. Si se quiere que imparta amargor final a la cerveza éste se realiza al inicio de la ebullición o durante los primeros 15 minutos iniciando la ebullición. La segunda adición del lúpulo impartirá el aroma de los aceites esenciales, por ello tendrá que ser realizada al final de la cocción para que estos no se volatilicen (entre 1 y 5 minutos). Las escuelas americanas dicen que el lúpulo también imparte sabor y que este extrae. Si la adición se realiza a 15 minutos del final de la cocción. Para que se produzca la coagulación además de calor se necesita vigor físico del hervidor y también pH. La presencia de oxígeno inhibe la coagulación y además favorece la oxidación aumentando el sabor, la cantidad de amargor de una cerveza se mide en IBU

(International Bitter Units), que se traduce como unidades internacionales de Amargor. Las unidades miden los miligramos de alfa ácidos que contienen cada volumen de cerveza (Kunzen,2006). A continuación, se muestra el grado de amargor de algunos estilos de cerveza.

10-20 IBU cervezas de trigo

20-25 IBU cervezas tipo Bock

20-25 IBU cervezas caramelizadas. Maerzen, rojas.

23-30 IBU cervezas tipo lager no industriales

30-40 IBU cervezas tipo Pilsen

35-60 IBU cervezas tipo stout

(Library,2022)



Figura 24. Cocción de mosto

Fuente: Cerveza artesana,2012.

1.3.5.Enfriamiento

El mosto aún muy caliente tras deberá ser enfriado lo antes posible, para situarlo a la temperatura ideal para poder añadir la levadura en condiciones adecuadas para esta. El mosto es enfriado (Figura 25), forzosamente de unos 80 °C hasta 24 °C o 8 °C según el tipo de levadura que se utilice y el tipo de cerveza que se quiera conseguir. Los motivos para forzar el enfriamiento son varios. Si no se lleva a cabo el enfriamiento tardaría, según las condiciones climáticas y de aislamiento, hasta diez horas. Durante estas diez horas arriesgaríamos que el mosto se contamine de microorganismos que se multiplicarían inmediatamente, también permitiríamos que los precursores de di metilo de sulfuro (DMS) restantes, actuaran y produjeran DMS

(sabor a mezclas de verduras cocidas). El enfriamiento del mosto provoca la coagulación y precipitación de algunas proteínas que en el mosto caliente están disueltas. Estas proteínas coaguladas en frío tienden a pegarse a la levadura a las burbujas de aire, y disminuyen la superficie de contacto de la levadura con el mosto retrasando con ello la fermentación de este. El mosto, a 6 grados centígrados, todavía contiene aproximadamente un 13% de proteínas disueltas que se coagularan en cuanto se baje de esta temperatura formando turbiedades en la cerveza. Si no enfriamos suficiente, la levadura puede perecer al añadirla al mosto demasiado caliente. Si la temperatura de adición es demasiado alta para una levadura de fermentación de fondo, esta producirá, al metabolizar los azúcares, algo más que alcohol y CO₂, producirá subproductos no deseados por su sabor o inestabilidad biológica en reacciones a posteriori (Pérez, s/f).



Figura 25. Enfriamiento de mosto

Fuente: Maltosaa,2019.

1.3.6. Fermentación

La fermentación es el paso más importante del proceso de elaboración de la cerveza. La fermentación (Figura 26), según se realice, producirá resultados de diferente carácter, si la fermentación no se realiza correctamente las consecuencias serán siempre negativas. Por ello haremos de controlar la temperatura de fermentación con máximo cuidado y a la vez cambiar estas temperaturas, si es necesario, según evolucione el metabolismo de la levadura y la forma en que se hubiera usado estas fermentaciones anteriores (Munroe, 2006).

La levadura consume los azúcares y otros productos contenidos en el mosto. Estos productos son resultado de como hayamos realizado los pasos previos de la

elaboración de la cerveza. Al metabolizar los azúcares se producen alcohol y CO₂, pero dependiendo de las temperaturas de fermentación y de los otros productos contenidos en el mosto también se producirán alcoholes superiores (cadenas de más de un carbono, metílico etc.) y otros subproductos que afectarán y gran medida al sabor, aroma y calidad de la cerveza que este elaborando (Munroe, 2006).

Los subproductos de fermentación más característico son:

Alcohol metílico y otros alcoholes superiores, esterres diacetilo (di-cetonas vinicinales), acetaldehídos (etanal), componentes sulfurosos y ácidos Orgánicos).

Los esterres son esenciales en la configuración del aroma final de la cerveza. Son sabores afrutados que, pasando por el umbral de percepción en exceso, pueden conferir sabores demasiado pronunciados e incluso impartir amargor seco, a la cerveza. Los esterres son el resultado de la esterización de ácidos grasos y de alcoholes superiores que se realiza fundamentalmente durante la fermentación principal. Durante el almacenaje se pueden multiplicar estas cantidades si no se cuida la fermentación durante su última etapa (Hough, 2002). Mostos con concentraciones de azúcares superiores a 12% producen una mayor cantidad de esterres durante la fermentación. Mostos con poco oxígeno disuelto en el momento de la adición de levadura, tienden a producir una cantidad de ésteres superiores. Si la fermentación se lleva a cabo hasta el límite de la atenuación, se producirá una mayor cantidad de ésteres cuando está en su fase final (Hough, 2002).

Es esencial disponer de un mosto de alta calidad que contenga todos los nutrientes necesarios para que la levadura se multiplique sin dificultad en el momento de su adición, junto con el oxígeno disuelto necesario, para que la fermentación transcurra sin problemas. Si controlamos adecuadamente las temperaturas y duración de la fermentación, evitaremos la formación de subproducto que impartan sabores desagradables a nuestra cerveza y rompan su estabilidad biológica a largo plazo (Hough, 2002). A nivel industrial se hace uso de quimiostatos para llevar a cabo el proceso de fermentación con mejores rendimientos y evitar la contaminación del fermento.



Figura 26. Proceso de fermentación de mosto

Fuente: Cerveza artesana, 2016

1.3.7. Cold crash

El cold crash es un enfriamiento rápido que consiste en disminuir bruscamente la temperatura, desde valores de temperatura óptimos para la fermentación hasta valores próximos a la congelación sin llegar a esta, este procedimiento se lleva a cabo para clarificar la cerveza. (Birrocra,2015).

1.3.8. Filtración 2

Para llevar a cabo este proceso de filtración se coloca un paño de tela en el cedazo el efecto filtrante es mucho mejor y el mosto fluye casi claro. Como el mosto fluye con más lentitud el tiempo de filtrado puede prolongarse, sin embargo, la duración puede reducirse sustancialmente si primero se deja posar el mosto un tiempo para precipitar las partículas turbias, luego se toma inicialmente el líquido claro de la parte superior y se pasa por el paño filtrante. Sin embargo, al realizar la toma superficial también pueden revolverse los pozos (partículas sólidas). Por ello, lo mejor es extraer con la ayuda de una manguera el líquido claro resultante. (La carta de cerveza 2022).

1.3.9. Cebado o priming

La cerveza filtrada carece de todas las proteínas precipitadas y de la levadura. Por consiguiente, una vez embotellada, dejará de fermentar, sin embargo, las cervezas que han de seguir fermentando en la botella (Figura 27) se embotellan sin filtrar en cuyo caso se añadirá un nuevo lote de levadura y azúcares.

El cebado es el momento en que, a la cerveza fermentada, limpia y clarificada (ya sea por medio de frío o de gelatina u otros clarificantes) se le añade una proporción de material fermentable para que su consumo por parte de la levadura genere CO₂ que quede atrapado en el envase (botella) y de, a esta, su carbonatación característica (Birrocracia,2015).

1.3.10. Carbonatación

La fase de carbonatación es en realidad otra fase de actividad de la levadura. también se conoce como o refermentación en botella. En esta fase lo que se busca es que la levadura actúe de nuevo, esta vez para alimentarse con el material fermentable que fue añadido en el priming, de modo que genere alcohol y CO₂. (Birrocracia,2015).

La cantidad de alcohol producida por tan poco fermentable será despreciablemente baja, pero el CO₂ generado, con la botella bien sellada por la chapa, no podrá escapar, hará que la presión dentro de la botella se aumente y por consiguiente forzara este CO₂ a disolverse en la cerveza, carbonatándola. (Birrocracia, 2015).

Como fase de levadura activa, requiere de una temperatura adecuada para la actuación de esta. Una buena temperatura de fermentación sería de en torno a (18-20-22°C) para una Ale y de (6-8-10°C) para una Lager. El tiempo será variable según cepa y temperatura, pero toma unas dos semanas como referencia, algo más a temperatura más baja y algo menos a temperatura más alta. (Birrocracia, 2015).

1.3.11. Envasado

Es en esta etapa donde ocurre el proceso de maduración y se potencia el sabor de las cervezas de fermentación superior debido a los cambios sensoriales en el producto. El sabor de una botella con un mes de maduración será distinto al de una botella de un año, cervezas muy claras y poco alcohólicas mejorarán con periodos de maduración más cortos (y emporarán con periodos demasiado largos) (Birrocracia, 2015).

Para llevar a cabo el proceso de embotellado las botellas son lavadas cuidadosamente, y por último son enjuagadas con agua limpia de alta pureza orgánica. Después del llenado, las botellas se tapan con una tapa corona (Figura 27) (Maltosa, 2017)



Figura 27. Envasado de cerveza

Fuente: Maltosa,2017

1.4. Tipos de cerveza

Ale Fermentación superior

El término “Ale” es el nombre genérico de las cervezas de fermentación superior elaboradas al estilo inglés. Su color es ámbar, aunque no necesariamente, y su sabor es agridulce pero también puede ser amargo. La mayoría de las ales tienen mucho cuerpo y son afrutadas. Ale puede considerarse el nombre genérico de las cervezas de fermentación superior, o un tipo específico, aunque en algunas partes del mundo este término se utiliza erróneamente. Amber es la denominación actual de la Ale y hace referencia al color. Ésta es la designación de las cervezas especiales belgas y las ales americanas (Algarabía, 2013).

1.4.1. American-Pale-Ale

Se elabora comúnmente con malta Pale americana, habitualmente de dos hileras. Lúpulos americanos, generalmente (aunque no siempre) con un carácter cítrico. Levadura ale americana. El contenido de sulfatos en el agua puede variar, pero el contenido de carbonatos debe ser relativamente bajo. El agregado de maltas especiales puede aportar carácter y complejidad, pero habitualmente constituyen una porción relativamente pequeña del total de granos. Diferentes marcas comerciales utilizan a menudo granos (junto con la lupulación tardía) que añaden sabor a malta, un discreto dulzor y notas a pan o a tostado (BJCP, 2015).

1.4.2. Ale-belga

La Ale belga es una réplica de ale inglesa, posee un carácter similar. La Ale belga puede ser más especiada y enérgica. Los belgas denominan Ale a su cerveza de

color ámbar, de fermentación superior con bajo contenido de alcohol. Las Ales belgas son más adecuadas para el tapeo que la cerveza tipo Pilsner. La mayor proporción de los granos está constituida por maltas Pilsner o Pale, con maltas (cara) Vienna y Munich para aporte de color, cuerpo y complejidad. Generalmente no se utiliza azúcar, ya que no es deseada una densidad alta. Se utilizan comúnmente los lúpulos nobles Styrian Goldings, East Kent Goldings o Fuggles. Se emplean a menudo levaduras propensas a producir una cantidad moderada de fenoles, pero la temperatura de fermentación debe mantenerse controlada para limitar este carácter (BJCP, 2015).

1.4.3 Belgian-Dubbel

Originarias de los monasterios de la Edad Media, resurgieron a mediados del siglo 19 después de la época napoleónica. Porter. comúnmente Se utilizan levaduras belgas propensas a producir alcoholes superiores, ésteres y fenoles. El agua puede ser de blanda a dura. Tiene una compleja receta de granos, aunque las versiones tradicionales típicamente incluyen malta Pils belga con candy sugar o con otros azúcares sin refinar que proveen gran parte del carácter. Los cerveceros caseros pueden usar malta Pils belga o malta Pale como base, maltas del tipo Munich para aporte de maltosidad, Special B para sabores a pasas, CaraVienna o CaraMunich para sabores a frutas secas, y otros granos especiales para el carácter. Se usa también candy sugar muy caramelizado o azúcares para lograr color y sabores a pasas en ron. Se utilizan comúnmente lúpulos ingleses o el Styrian Goldings. Tradicionalmente no se emplean especias, pero se permite un uso restringido de las mismas (BJCP,2015).

1.4.4. Old Ale

Un tradicional estilo ale inglés, macerado a temperaturas mayores que una Strong Ale para reducir la atenuación, y posteriormente añejado en la cervecería luego de la fermentación primaria (similar al proceso utilizado para las Porters históricas). A menudo tiene un carácter acorde al añejamiento (láctico, a Brettanomyces, a oxidación, a cuero) asociado a cervezas “Stale”. Se utilizan como "Stock" Ales para mezclar y aportar mayor cuerpo a otras cervezas (los términos "Stale" o "Stock" se refieren a cervezas que fueron almacenadas o añejadas por un período de tiempo

significativo). La Winter Warmer es una cerveza moderna, la cual es más maltosa, de mayor cuerpo y generalmente más oscura; y es vendida habitualmente en invierno como estilo de estación. Se utilizan generosas cantidades de malta Pale bien modificada (generalmente inglesa, aunque no necesariamente), conjuntamente con cantidades controladas de maltas caramelo y otras maltas especiales. Algunos ejemplos más oscuros sugieren que las maltas torradas (por ejemplo, chocolate, Black Patent) pueden ser apropiadas, aunque con moderación, a fin de evitar un exceso de carácter tostado. Se utilizan generalmente adjuntos (como melaza, azúcar invertida, azúcar negra, maíz, copos de cebada, trigo y extracto de malta). No es importante la variedad de lúpulo utilizada, ya que el balance relativo y el proceso de añejamiento hacen desaparecer el carácter de la variedad. Se utiliza tradicionalmente una levadura ale inglesa de baja atenuación, pero que tolere altos niveles de alcohol (BJCP, 2015).

1.4.5. Brown Ale:

Su nombre deriva de su color castaño, son cervezas fuertes, ya que resaltan su sabor a malta, estas suelen ser afrutadas o secas, la cerveza Brown Ale es un estilo tradicional inglés, elaborado históricamente en la zona norte de Inglaterra. Aunque su demanda había caído en los últimos tiempos el consumo de este tipo de cervezas ha dado una subida gracias a las elaboraciones artesanas. Fuertes y amargas las Brown Ales tienen notas de nueces y chocolate con un final a lúpulo, presentan un color entre ámbar oscuro y pardo rojizo. Destaca por las notas a nuez, caramelo y galleta en boca. Su amargor medio equilibra el dulzor aportado por las maltas tostadas que se usan en su elaboración. Son cervezas fuertes y malteadas perfectas para los que les guste el sabor de la malta tostada. También se pueden encontrar en ellas notas a chocolate. En las recetas artesanales en su formulación se utilizan clarificantes naturales como algunos musgos, gomas o proteínas.

1.4.6. Golden Ale

Una Bitter pálida orientada al lúpulo, de intensidad promedio a moderadamente fuerte. La tomabilidad y una cualidad refrescante son componentes críticos del estilo, presenta un color pajizo a dorado. Buena a brillante claridad. Espuma blanca baja a moderada. Una baja espuma es aceptable cuando la carbonatación también

es baja, además presenta un moderadamente bajo aroma a lúpulo de cualquier variedad, lúpulos ingleses florales, herbales o terrosos, y lúpulos cítricos americanos son los más comunes. Frecuentemente exhibirá una variedad de lúpulo. Poco o nada de aroma a malta; sin caramelo. Medio-bajo a bajo aroma frutal de los lúpulos en lugar de ésteres. Poco o nada de diacetilo. (BJCP, 2015).

1.4.7. American-IPA

Una versión americana del estilo histórico inglés, elaborada utilizando ingredientes nativos. Malta Pale (bien modificada y adecuada para macerados por infusión simple); lúpulos americanos; levadura americana que puede otorgar un perfil límpido o ligeramente frutado. Generalmente se usa 100% malta, aunque se macera a bajas temperaturas para lograr una alta atenuación. El agua varía de blanda a moderadamente sulfatada. Las versiones con un evidente carácter a centeno ("RyePA") deberían entrar en la categoría especial (BJCP, 2015).

1.4.8. Kölsch

La Kölsch es una cerveza de fermentación superior permanente vinculada a la ciudad de Colonia, de la que recibe su nombre Kölsch que significa "de Colonia". Es una cerveza de paja, suave y ligera, pero con un considerable contenido de dióxido de carbono. Su contenido alcohólico ronda en torno al 5% (vol.) se elabora con lúpulos nobles alemanes (Hallertauer, Tettnang, Spalt o Hersbrucker). Malta alemana Pils o malta Pale. Levadura Ale atenuada. Se puede utilizar hasta el 20% de trigo, pero esto es bastante inusual en las versiones auténticas. El agua varía de extremadamente blanda a moderadamente dura. Tradicionalmente se realiza una maceración escalonada, aunque se pueden obtener buenos resultados empleando un único escalón de 65 °C. Se fermenta a temperaturas bajas de (15-18 °C) y se madura al menos un mes, aunque algunos cerveceros de Colonia fermentan a 21 °C y maduran menos de dos semanas (BJCP, 2015). Flanders Brown Ale. Es una especialidad belga de fermentación superior. De color marrón rojizo, su maduración es de un año o más, mezclándose a continuación con una cerveza más joven. Presenta un sabor ligeramente agrídulce debido a su envejecimiento en roble. Su contenido de alcohol ronda en torno al 5%. Se elabora comúnmente con Malta Pils como base con prudentes cantidades de maltas caramelo, y una pequeña cantidad

de Black Patent o malta torrada. A menudo incluye maíz. Se utilizan comúnmente lúpulos continentales de bajo contenido de alfa ácidos (evitar usar lúpulos americanos o de alto contenido de alfa ácidos). Las *Saccharomyces* y *Lactobacillus* (y *acetobacter*) contribuyen a la fermentación y a los eventuales sabores. Los *Lactobacillus* no reaccionan bien a elevados contenidos de alcohol. Un macerado ácido o el uso de malta acidulada pueden ser empleados para desarrollar el carácter ácido sin agregar *Lactobacillus*. Es común el uso de un agua con un contenido alto en carbonatos, la cual amortiguará la acidez láctica y de las maltas tostadas. El magnesio del agua acentúa la acidez (BJCP, 2015).

1.4.9. Cerveza de trigo (weizen)

La cerveza de trigo es del tipo belga especiado, elaborada con trigo sin malta, aditivos de especias y cáscaras de naranja. Es una bebida turbia de sabor ligeramente amargo y especiado. La variante alemana se elabora con trigo malteado y no incluye aditivos. Algunas versiones contienen levadura y son turbias, existen las versiones filtradas y, por lo tanto, transparentes (Kristall). Las cervezas de trigo no tienen por qué ser de paja, son frescas y ligeramente agrias. Alrededor del 30% de trigo sin maltear (tradicionalmente, el trigo blanco blando de invierno) y 70% de malta Pils. En algunas versiones, se puede utilizar hasta un 5-10% de avena cruda. Especias frescas de coriandro, Curaçao o a veces cáscaras de naranja complementan el aroma dulce y son muy características. Otras especies (por ejemplo, manzanilla, comino, canela, Granos del Paraíso) pueden ser agregadas para aportar complejidad, pero son menos prominentes. La levadura ale es propensa a la producción de sabores 31 especiados moderados. En algunas instancias, se produce una fermentación láctica muy limitada, o incluso se adiciona ácido láctico (BJCP, 2015).

Cervezas tipo lager de fermentación inferior

Son el tipo de cerveza más popular en España y también el de mayor consumo en el resto del mundo. Existen varias categorías dependiendo de sus ingredientes, color, contenido alcohólico y amargor caracterizándose por ser una cerveza rubia, clara, brillante, con una espuma blanca abundante, y persistente en el vaso durante su consumo, con aroma ligeramente frutal y poco amarga, con cuerpo ligero o

medio, y retrogusto agradable (cerveza artesana, 2014). Pilsner En sus orígenes la procedencia de la Pilsner fue la ciudad checa de Pize. Es siempre una cerveza de paja, de fermentación inferior, con un moderado amargor de lúpulo y ligeramente malteada. Su porcentaje de alcohol oscila entre 4,5% y un 5,5%. Al igual que muchas otras cervezas de su clase, originalmente era una bebida de mucho cuerpo, siendo en la actualidad una cerveza clara y neutra (BJCP, 2015).

Lagers oscuras, con cebada malteada como principal ingrediente. El color y el aroma es proporcionado por las diferentes cantidades de malta oscura que forma parte de su composición. Así tenemos maltas Viena que proporcionan un color dorado y sabor ligeramente caramelizado muy empleados en las cervezas elaboradas para la Oktoberfest alemana o el estilo Abadía español con la marca Legado de Yuste (BJCP,2015).

1.4.10. Viena-lager

Es la primera lager ámbar hecha por Anton Dreher apenas después del aislamiento de la levadura lager. Prácticamente extinta en su área de origen, el estilo continúa en México, donde fue llevada por Santiago Graf y otros cerveceros austríacos a fines del siglo 19. Lamentablemente, la mayoría de los ejemplos modernos usan adjuntos que disminuyen la complejidad de la malta. El estilo debe mucho de su carácter al método de malteo (malta Vienna). Es de menor carácter maltoso que la Oktoberfest, aunque está balanceada hacia la malta de todas formas. Se elabora generalmente usando malta Vienna la cual aporta un tostado suave y complejo, con un importante perfil de melanoidinas. Igual que en las Oktoberfests, sólo deben usarse las maltas de mayor calidad, conjuntamente con lúpulos continentales (preferentemente de variedades nobles). El agua debe ser moderadamente dura y rica en carbonatos. Se pueden usar algunas maltas caramelo y/o maltas negras para aportar color y dulzor, pero las maltas caramelo no deberían agregar un aroma y sabor significativos y las maltas negras no deberían aportar carácter torrado (BJCP, 2015).

1.4.11. Bohemian-pilsner

Producida por primera vez en 1842, este estilo fue la original cerveza clara y poco coloreada. Agua blanda con bajo contenido de minerales, lúpulo Saaz, malta de

Moravia, levadura lager checa (BJCP, 2015). Munich helles Creada en Munich en 1895 en la cervecería Spaten por Gabriel Sedlmayr con el objeto de competir con las cervezas estilo Pilsner. Elaborada comúnmente con Agua con un nivel moderado de carbonatos, malta Pilsner malt, variedades alemanas de lúpulos nobles (BJCP, 2015).

1.4.12. Premium American Lager

Cerveza elaborada generalmente con cebada de 2 o 6 hileras con un porcentaje de hasta 25% de adjuntos como arroz o maíz (BJCP, 2015).

1.4.13. Fermentación-espontánea

Lambic Es una cerveza especial, de fermentación espontánea, es en realidad la precursora de todas las cervezas. La levadura para la elaboración de esta bebida se encuentra en el Valle Senne, al sur de Bruselas. La Lambic, en cuya elaboración se añade un 30% de trigo, es una cerveza amarga, que experimenta un largo proceso de maduración en roble. Su contenido alcohólico es pequeño y su versión “sencilla” cuenta con muchos adeptos. Se puede adquirir endulzada, mezclada o preparada con fruta. Gueuze La mezcla y embotellado de una Lambic madura con una Lambic joven da lugar a una cerveza agridulce más energética que la Lambic propiamente dicha. Esta mezcla se denomina Gueuze (Uvinum, 2012). Es simplemente una Lambic (cerveza de fermentación espontánea) a la que se ha añadido azúcar para endulzarla. Son asimismo Faro, las mezclas de Lambic con cervezas de fermentación superior (BJCP, 2015).

1.4.14. Cerveza de fruta:

Bajo esta denominación se agrupa un conjunto de cervezas, principalmente belgas, con una adición de fruta. La cerveza básica puede ser una Lambic, pero normalmente es una Gueuze u otra de fermentación superior normal. La denominación Gueuze o Lambic puede verse en la etiqueta. Las frutas más frecuentes son cerezas y frambuesas, aunque el abanico de posibilidades es enorme, como manzanas, plátanos y moras. Los sabores son muy variados (BJCP, 2015). A lo largo de la historia se han ido desarrollando una gran variedad de estilos de cerveza, las cuales se les han ido adicionando gran variedad de adjunto, como son las de estilo lager, por ejemplo, Premium American Lager, del estilo Ale la

Flanders Brown ale también utiliza maíz como adjunto, de estos estilos las cervezas belgas, son las que utilizan comúnmente adjuntos como son las de estilo weizen, que como su nombre lo indica utilizan trigo en sus ingredientes, esto para dar características a la cerveza, generando así cervezas turbias.

1.5. Cerveza Golden Ale:

Categoría BJCP: 12 Ale dorada británica

Subcategoría BJCP: A

•Impresión General:

La cerveza Golden Ale (Figura 28) es pálida orientada al lúpulo, de intensidad promedio a moderadamente fuerte. La tomabilidad y una cualidad refrescante son componentes críticos del estilo.

•Aroma:

Moderadamente bajo a moderadamente alto aroma a lúpulo de cualquier variedad, lúpulos ingleses florales, herbales o terrosos, y lúpulos cítricos americanos son los más comunes. Frecuentemente exhibirá una variedad de lúpulo. Poco o nada de aroma a malta; sin caramelo. Medio-bajo a bajo aroma frutal de los lúpulos en lugar de ésteres. Poco o nada de diacetilo.

•Apariencia:

Color pajizo a dorado. Buena a brillante claridad. Espuma blanca baja a moderada. Una baja espuma es aceptable cuando la carbonatación también es baja.

•Sabor: Amargor medio a medio-alto. Sabor a lúpulo moderado a moderadamente-alto de cualquier variedad, aunque los sabores cítricos son cada vez más comunes. Carácter a malta medio-bajo, generalmente a pan, tal vez con un poco de sabor a bizcocho. Sabores a caramelo típicamente ausentes. Diacetilo bajo a ninguno. El amargor y sabor de los lúpulos debe ser pronunciado. Ésteres moderadamente bajos. Final medio seco a seco. El amargor aumenta con el nivel de alcohol, pero están siempre balanceados.

•Sensación en Boca: Cuerpo ligero a medio. Baja a moderada carbonatación en cerveza de barril, aunque las versiones comerciales embotelladas tendrán

carbonataciones más altas. Las versiones más fuertes pueden tener una leve tibieza de alcohol, pero este carácter no debe ser demasiado alto.

- Comentarios: Bien lupulada cerveza apaciguadora de la sed con un énfasis en la exhibición del lúpulo. Se sirve más helada que las bitters tradicionales, este estilo fue posicionado originalmente como una cerveza refrescante de verano, pero ahora es frecuentemente elaborada durante todo el año. Aunque las primeras cervezas eran elaboradas con lúpulos ingleses, crecientemente se están usando lúpulos americanos con sabores más cítricos. También son llamadas Bitter Doradas, Ales de Verano o Ales Rubias Británicas. Puede ser encontrada en cask, barril y botella.

- Historia:

Las modernas Ales Doradas fueron desarrolladas en Inglaterra para tomar el fuerte mercado de las cervezas lagers. Si bien es difícil identificar la primera, Hop Back's Summer Lightning, elaborada por primera vez en 1986, es considerada por muchos como los que consiguieron dar el puntapié inicial al estilo.

- Ingredientes característicos

Maltas pale o lager de bajo color actúan como un lienzo en blanco para el carácter del lúpulo. Puede utilizar adjuntos de azúcar, maíz o trigo. Lúpulos ingleses son frecuentemente usados, aunque variedades americanas cítricas son cada vez más comunes. Fermentación bastante limpia producto de la levadura inglesa.

- Comparación de estilos:

Más similar a una Ale Americana Pálida (APA) que cualquiera otra, aunque a menudo más baja en alcohol y por lo general con características a ingredientes ingleses. Poco a nada de caramelo y ésteres comparada con las Bitter británicas y las Ales Pálidas. Seca como las Bitter pero con menos carácter a malta para sostener a los lúpulos, logrando un balance diferente. Utiliza a menudo lúpulos (y características) americanos, mucho más que la mayoría de los estilos ingleses modernos.

Tabla 4. Estadísticas Vitales Cerveza Golden Ale:

OG	IBUs	FG	SRM	ABV
1.038 – 1.053	20 – 45	1.006 – 1.012	2 – 6	3.8 – 5.0%

Fuente : (BJCP, 2015).

1.6. Características de cerveza Golden Ale comercial Marca: Allende

Tabla 5. Ficha técnica de la cerveza comercial

Fermentación	Capacidad	Vol alc.	IBUS	Color	Aroma	Perfil de lúpulo	Sabor:	T° almacen
Ale	355 ML	4.5%	22	Oro claro	Miel, cereal integral,	Cítrico, floral y especiado	Cítrico Malta Tostada	8°C

Fuente : (Contrabarra,2022)



Figura 28. Cerveza comercial Brown Ale Allende

Fuente: Contrabarra,2022

1.7. Calidad de la cerveza

En la industria la turbidez es un parámetro importante de calidad en algunas bebidas como jugos, vinos y cerveza ya que ésta permite determinar si el sistema ha perdido estabilidad o algunos compuestos han sido oxidados, lo cual, la mayoría de las veces tiene implicaciones con cambios de sabor y olor que pueden llegar a ser desagradables. Estudios indican que la mayoría de las personas toman en cuenta la turbidez como un parámetro importante para la compra y consumo de cerveza ya que un producto con alta turbidez es considerado muchas veces por el consumidor incluso como un producto perecedero o nocivo (Fabregat,2019).

1.7.1. Importancia de la claridad en cerveza:

La estabilidad del producto generalmente puede dividirse en tres categorías: la estabilidad física, que afecta principalmente la claridad; la estabilidad microbiológica, generalmente afectada por descomposición o contaminación; y la estabilidad del sabor.

Estabilidad física: turbiedad y precipitados: A lo largo del tiempo, la cerveza clarificada (filtrada o refinada) puede mostrar precipitados ligeros o geles coloidales conforme las proteínas y otros compuestos se coagulan. Las cervezas sin filtrar o con un alto contenido de lúpulo podrían ser naturalmente turbias.

Sin embargo, en caso de que cervezas con estilos más ligeros, como las Pilsen, sean claras durante su empaqueo, pero envejezcan durante mucho tiempo, algunas veces exhibirán los geles y precipitados mencionados anteriormente. Esto suele estar acompañado de sabores oxidados y notas rancias, como se describe a continuación. Los consumidores pueden ver a la turbiedad como un problema de calidad en los estilos de cerveza tradicionalmente claros por ejemplo la cerveza Golden Ale que presenta una coloración dorada clara.

Las "fechas de elaboración" o "fechas de caducidad" en realidad fueron establecidas por las cervecerías principales en respuesta a problemas relacionados con la turbiedad. En la actualidad, el deterioro del sabor probablemente sea notado por los consumidores antes de que aparezcan brumas y precipitados potencialmente antiestéticos, pero este "factor de calidad" no debe ser pasado por alto en la cadena de distribución. (Brewers Association, 2002).

1.7.2. Clarificación.

La clarificación es el proceso de eliminar partículas suspendidas de líquidos "poco claros" que reflejan y distribuyen la luz, haciendo que la sustancia parezca "clara". Existen varios métodos para lograr esto, algunos de ellos son los siguientes:

TIPOS DE CLARIFICACIÓN

Existen diferentes formas para clarificar líquidos:

- Clarificación del filtro: utiliza filtros o membranas para separar las partículas permitiendo que pase líquido transparente para obtener el resultado deseado.

- Clarificación gravitacional: separando por densidad, usando herramientas como un centrifugador, la gravedad se usa para permitir que las partículas se separen del líquido.

- Clarificación a partir del uso de agentes clarificantes: Las partículas flocculan y quedan sedimentadas en la solución, posteriormente se lleva a cabo un proceso de decantación para separar los componentes turbios que quedaron precipitados(Diageo, 2021).

1.8. Aspectos que influyen sobre la claridad de cerveza

1.8.1. Tipo de levadura

Aunque existe información acerca de las características de la levadura *Sacharomyces cerevisiae* en la elaboración de cerveza como la velocidad de sedimentación, atenuación, flocculación, azúcares residuales, ésteres totales, temperatura óptima e información referente a este microorganismo no existen suficientes estudios que reflejen cuál es el efecto del uso de las subclases de levaduras sobre las características sensoriales y fisicoquímicas de los distintos estilos de cervezas ya que cada tipo de cerveza utiliza distintas materias primas que influyen sobre las reacciones metabólicas de estos.

Algunas referencias mencionan que cada levadura presenta diferentes características incluyendo el perfil y cinética de fermentación, el índice de atenuación, la tolerancia al alcohol, la sedimentación y la expresión organoléptica, al conocer mejor las levaduras y comprender sus características se podrá obtener resultados óptimos con ellas y adaptar sus condiciones de elaboración y fermentación para crear la cerveza deseada, además es importante mencionar que la levadura afecta la fermentación y los pasos subsecuentes a ella(Fermentis, 2019). Las levaduras también tienen una función clave en la liberación de los compuestos de aroma, sabor y sensación en boca del producto terminado ya que durante la fermentación se liberan distintos componentes y la cepa de levadura y las condiciones de fermentación que escoge el productor afectan en gran medida el perfil de la cerveza(Fermentis, 2019).

Se denomina atenuación de una cerveza al porcentaje de azúcares totales que se convierten en alcohol y CO₂ durante el proceso completo de fermentación.

La atenuación refleja la reducción de densidad del mosto como resultado de la fermentación. Saber el grado de atenuación de una cepa ayudará a predecir la densidad final; cuanto menos atenuante sea, mayor será la gravedad final, y por lo tanto, los azúcares no fermentados permanecerán en la cerveza.

Son varios los factores que pueden influir en el nivel de atenuación de una cerveza, y si partimos de una misma combinación de maltas, el uso de distintas levaduras o el hecho de airear el mosto pueden dar resultados diferentes. También influyen por supuesto los tiempos y las temperaturas, tanto de macerado como de fermentación.

Una levadura produce una alta atenuación cuando la totalidad de azúcares han desaparecido, dando lugar a una cerveza proporcionalmente más alcohólica, con menos “cuerpo” y más seca. Una levadura que produzca una atenuación media dará lugar a cervezas menos alcohólicas, con más cuerpo y algo de dulzor. Y es que hay levaduras que mueren en presencia del alcohol que ellas mismas generan, dando lugar a atenuaciones potencialmente bajas(cocinista,2022)

Uno de los aspectos importantes son los “azúcares” , los cuales se pueden unir a los receptores inhibiendo la unión floculina-manosa por lo tanto los azúcares del mosto (glucosa,manosa y sacarosa). Inhiben la floculación asegurando que las células están dispersas al inicio de la fermentación. El consumo de los azúcares para la producción de etanol conduce a la posterior floculación cuando estos se han agotado (Tarragona, 2019).

En cuanto a lo anterior se sospecha que la atenuación podría estar relacionada con la claridad de la cerveza ya que se han eliminado-transformado en alcohol algunos componentes que podrían ser causantes de turbidez.

Los tipos de cepas utilizados para la fermentación de mosto en cerveza se clasifican tradicionalmente como levaduras Ale, las levaduras de fermentación alta, *Saccharomyces cerevisiae* incluye un grupo muy diverso de levaduras Ale que se considera doméstica y que se utiliza para producir cerveza.

Algunos de ellos son:

SafAle S-04, SafAle k-97, SafAle Us-05, SafAle WB-06, SafAle S-33, SafAle T-58, SafAle BE-256, SafAle BE-134 y SafAle HA-18 (Fermentis, 2019), sin embargo no todas estas cepas se encuentran disponibles en nuestro País por lo cual no es posible adquirirlas, además algunas de ellas sólo pueden adquirirse a costos muy altos, sin embargo las cepas S-05 y US-05 si se encuentran disponibles en nuestro país y se encuentran a costos accesibles en varias zonas de Ciudad de México con empresas distribuidoras de insumos como “Haz chela”.

1.8.2. Tipo de agente clarificante utilizado

Otro de los factores que influyen sobre la claridad de la cerveza son los agentes clarificantes los cuales ayudan a mejorar el color y la transparencia de la cerveza, pero dependiendo el momento en el que son agregados cumplen otras funciones no menos importantes. Los agentes clarificantes se pueden encontrar en dos grandes grupos los que se utilizan en el proceso de hervido y los que se utilizan en el proceso de fermentación.

- Clarificantes en caliente, se añaden minutos antes de que finalice el proceso de hervido (15 minutos) ayudando a decantar las partículas sólidas para que se queden en el fondo de la olla. Además, favorecen la sedimentación de las proteínas, evitando de esta forma que pasen al fermentador.

Entre ellos podemos encontrar: (*Irish Moss*, *Whirflock*, *Clariflog*)

- Clarificantes en frío», que se agregan al fermentador una vez finalizado el proceso de fermentación o directamente en el madurador. Son ideales si buscamos obtener cerveza con color limpio y ningún tipo de partícula flotante. Todos los sedimentos de levaduras quedan en el fondo del recipiente. Entre ellos podemos encontrar: (*Isinglass*, Grenetina, *Polygel*) (Cibart, 2022). Sin embargo no existe disponibilidad de algunos agentes clarificantes en nuestro País y algunos otros como el musgo Irish mosh se encuentra en costos demasiado elevado y poco accesibles sin embargo los clarificantes whirflock y grenetina si existen en México y se pueden adquirir con accesibilidad por ejemplo estudios reportados por (CIMA 2021) mencionan que durante la pandemia de SARS-CoV-2 incrementó en México y en el mundo la demanda de grenetina utilizada.

Esta situación hizo que en 2020 se produjeran en México 21,180 toneladas de grenetina, una cifra 7.3% mayor a la reportada un año antes, alcanzado el volumen más grande desde que tiene registro el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Además, estudios indican que, en México, existen alrededor de 10 empresas que producen grenetina, entre los que destacan Gelita, Coloidales Duche, Helm, Progel mexicana y Grenetina Regia.

Además, existen diversas empresas en México como “Grupo Industrial Algel” que es una compañía netamente mexicana que reúne más de 30 años de experiencia en la fabricación y comercialización de producto derivado de las algas marinas tales como carrageninas refinadas, semirefinadas y goma agar.

Capítulo II: DESARROLLO EXPERIMENTAL

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de dos tipos de cepas (S04 y US05) y dos clarificantes (whirlflock y grenetina) a través de pruebas sensoriales, fisicoquímicas y colorimétricas en una cerveza artesanal tipo Golden Ale para la determinación e identificación de los parámetros de calidad similares a este estilo de cerveza.

2.1.2. Objetivos particulares

Objetivo particular 1

Establecer las condiciones de elaboración de una cerveza artesanal tipo Golden Ale en el laboratorio mediante un análisis de calidad fisicoquímico (pH, grado de alcohol, amargor, color) para compararla con una cerveza comercial del mismo tipo.

Objetivo particular 2

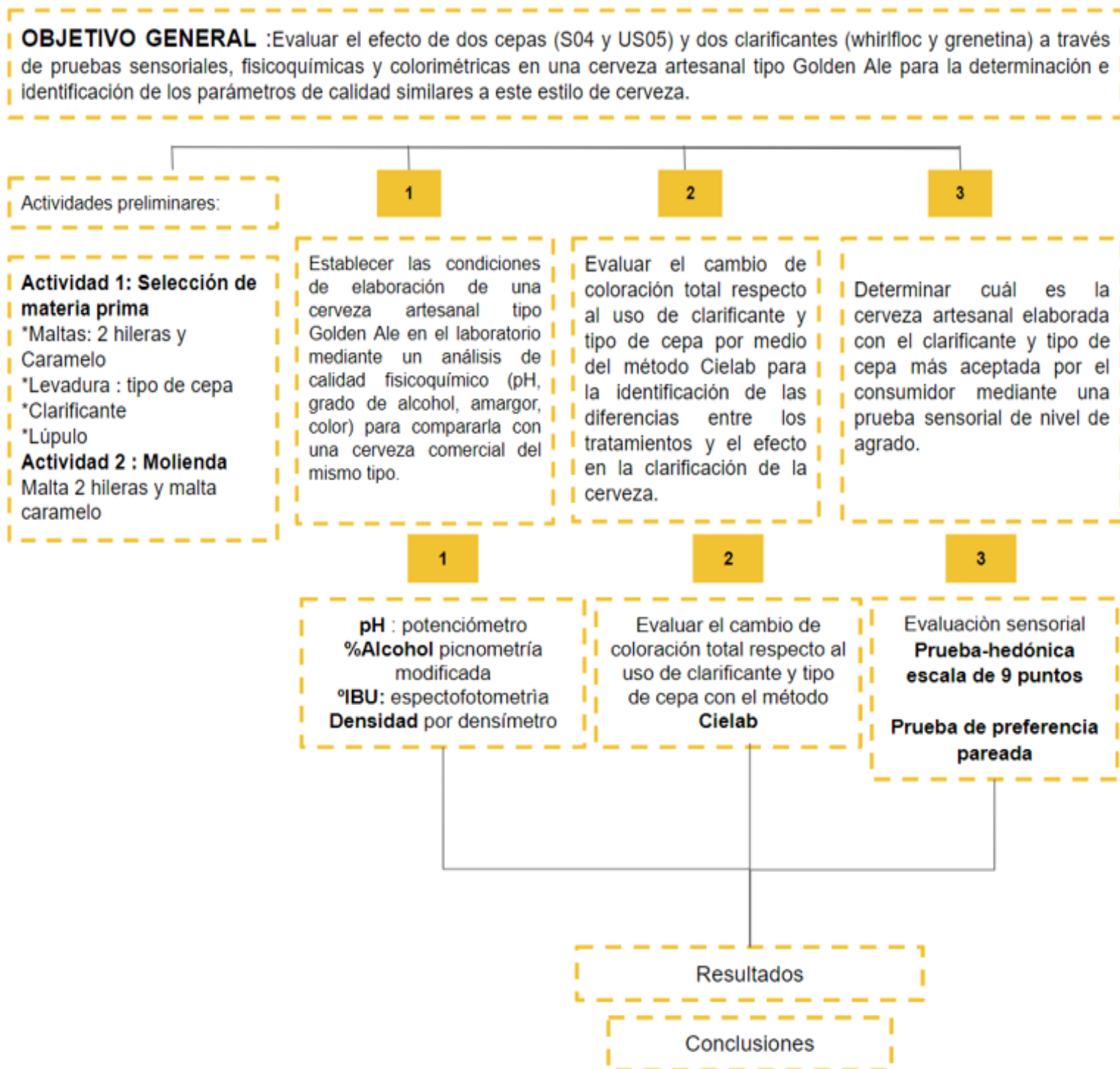
Evaluar el cambio de coloración total respecto al uso de clarificante y tipo de cepa por medio del método Cielab para la identificación de las diferencias entre los tratamientos y el efecto en la clarificación de la cerveza.

Objetivo particular 3

Determinar cuál es la cerveza artesanal elaborada con el clarificante y tipo de cepa más aceptada por el consumidor mediante una prueba sensorial de nivel de agrado.

2.2. Cuadro metodológico.

CUADRO METODOLÓGICO:



2.2.1. Materiales y métodos.

Material biológico

Malta

Se utilizó Malta de 2 hileras y malta caramelo cosecha 2014 (Figura 29) donadas por extractos y maltas S.A de C.V, las cuales se sometieron a molienda gruesa en un molino de discos manual.



Figura 29. Malta de dos hileras y malta caramelo

Fuente: Elaboración propia

Se utilizó para el proceso de elaboración de cerveza agua potable marca great value (Figura 30)



Figura 30. Agua potable Marca great value ®

Fuente: Walmart, 2022

Lúpulo

Se utilizó lúpulo fluggles (Figura 31) en presentación de pellets debido a que el amargor en esta cerveza es ligero y moderado, además es característico para el proceso de elaboración de este tipo de cerveza Golden Ale.



Figura 31. Lúpulo fuggles
Fuente: Hazchela, 2022.

Levadura

Para llevar a cabo el desarrollo experimental se utilizaron dos tipos de cepa de levadura *Saccharomyces cerevisiae*, en algunas formulaciones se utilizó la cepa de levadura S04 que es una levadura Inglesa (Figura 32) y en otras formulaciones la cepa S05 que es una cepa Americana (Figura 33).



Figura 32. Levadura Inglesa S04
Fuente: Cerveza casera, 2022



Figura 33. Levadura Americana US05
Fuente: Cerveza casera, 2022

Levadura Safale Us 05 (S05)

Levadura Ale Americana, que produce cervezas balanceadas, con baja concentración de diacetilo y un paladar final limpio, fresco y vivaz. Forma una capa superficial y se caracteriza por permanecer en suspensión durante la fermentación.

Ingredientes: Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), agente emulsionante(E491).

Temperatura de fermentación :12-25 °C (53.6-77 °F) ideal 15-20 °C (59-68°F)

DOSIS: 50 a 80 g/hl

(Fermentis,2015).

A continuación se muestran los datos generales de la levadura Us 05 (Tabla 6) y levadura S04 (Tabla 7).

Tabla 6. Datos generales levadura Safale Us 05.

Esteres totales	Alcoholes superiores totales	Azúcares residuales	Atenuación	Floculación
40 ppm a 20°C	269 ppm a 20°C	11 g/L	81 %	media

Fuente: Fermentis, 2015.

Tabla 7. Datos generales levadura Safale S04

Esteres totales	Alcoholes superiores totales	Azúcares residuales	Atenuación	Floculación
37 ppm a 20°C	363 ppm a 20°C	18 g/L	75%	alta

Fuente:Fermentis 2015.

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.

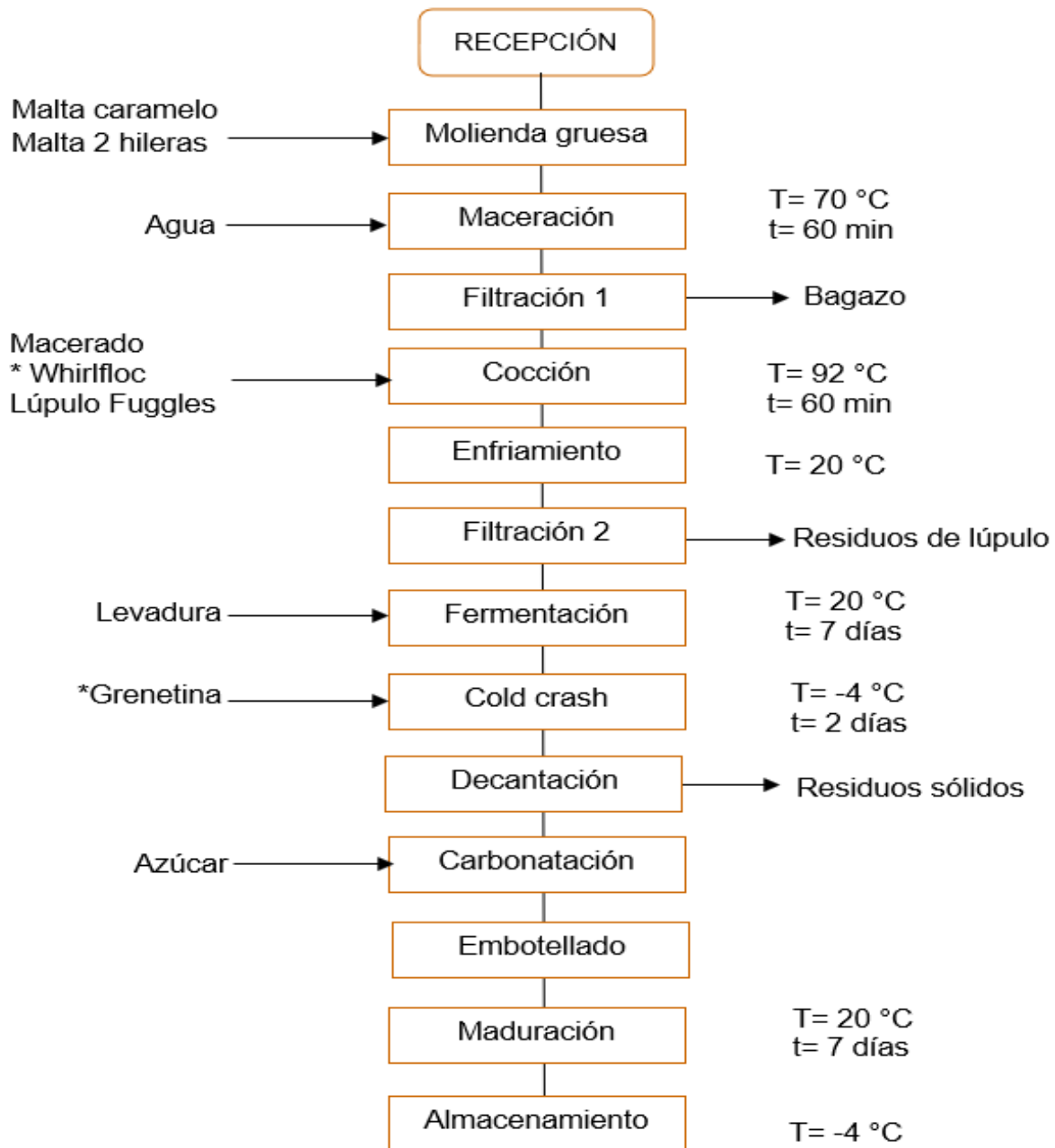
Ingredientes: Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), agente emulsionante (E491)

Temperatura de fermentación: 12-25 °C (53.6-77 °F) ideal 15-20 °C (59-68 °F)

DOSIS: 50 a 80 g/hl.

2.3. Diagrama de proceso

DIAGRAMA DE BLOQUES ELABORACIÓN DE CERVEZA GOLDEN ALE



2.4 Proceso de elaboración

Las cervezas producidas se realizaron con distintas condiciones como se muestra en la (Tabla 8) y (Tabla 9), siguiendo el diagrama de proceso antes mencionado.

Tabla 8. Corridas experimentales

Condición	Clave
Levadura S04 sin clarificante	S04
Levadura S04 con clarificante whirlfloc	S04 W
Levadura S04 con grenetina	S04 G
Levadura S05 sin clarificante	US05
Levadura S05 con clarificante whirlfloc	US05 W
Levadura S05 con grenetina	US05 G

Tabla 9. Formulación de las corridas experimentales para elaboración de cerveza Golden Ale.

1 (Grenetina)	2 (Carragenina)	3(Sin tratamiento)
Agua 79.85 %	Agua 79.85 %	Agua 79.85%
Malta 2 hileras 17.83%	Malta 2 hileras 17.83%	Malta 2 hileras 17.83%
Malta caramelo 2.14%	Malta caramelo 2.14%	Malta caramelo 2.14%
Grenetina 2.10x10 ⁻³	Whirlfloc 4.39x10 ⁻³	Levadura 0.05%
Levadura 0.05%	Levadura 0.05%	Lúpulo 0.13%
Lúpulo 0.13%	Lúpulo 0.13%	

2.4.1 Molienda

Las maltas de 2 hileras y caramelo se trituraron en un molino de discos estriados (Figura 34) de forma manual, asegurando el rompimiento adecuado del grano (por la mitad) para poder extraer los componentes en la siguiente etapa y evitar la formación de compuestos turbios.



Figura 34. Molino de discos estriados
Fuente: Elaboración propia.

2.4.2 Maceración

El agua se calentó hasta 50 °C, posteriormente se agregaron las maltas 2 hileras y caramelo molidas, mezclando lentamente. El calentamiento continuó hasta alcanzar 70 °C y se mantuvo la temperatura constante durante 60 minutos haciendo uso de un termo de doble fondo como se muestra en la (Figura 35).



Figura 35. Termo de doble fondo
Fuente: Elaboración propia

2.4.3 Filtración

Se filtró el bagazo del mosto utilizando un filtro de malla (Figura 36) inicialmente para formar el lecho filtrante y posteriormente se llevó a cabo un recirculado del mosto para obtener un filtrado más efectivo.



Figura 36. Filtración de mosto
Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se adicionó agua en una relación de 400 mL de agua por cada litro de mosto obtenido a una temperatura de 69 °C sobre el bagazo previamente filtrado para enjuagarlo (Figura 37) y poder retirar residuos de azúcares obteniendo mayor cantidad de mosto.



Figura 37. Enjuague de bagazo
Fuente: Elaboración propia

2.2.4. Cocción

Esta etapa se realizó durante 60 minutos, se colocó el mosto a calentar hasta ebullición (Figura 38). En esta etapa se agregó 1.5 g de lúpulo a los 15 minutos de finalizar el hervor y 1.5 g de lúpulo a los 5 min antes de finalizar el hervor. El volumen de mosto disminuye en un 15-20% debido a la pérdida de agua durante el proceso de cocción. En las corridas tratadas con whirlfloc se adicionó el agente clarificante 10 min antes de finalizar el proceso de cocción de una hora.



Figura 38. Ebullición de mosto.

Fuente: Elaboración propia.

2.4.5 Enfriamiento

El enfriamiento del mosto (Figura 39) se realizó lo más rápido posible utilizando un baño con hielo para disminuir la temperatura del mosto de 92 a 20 °C, para hacer un choque térmico y evitar la contaminación microbiana.



Figura 39. Enfriamiento de mosto

Fuente: Elaboración propia

2.4.6 Filtración

Una vez finalizado el proceso de enfriamiento se realizó un segundo proceso de filtración (Figura 40) para separar los residuos de lúpulo y algunas impurezas, esta vez utilizando una tela previamente desinfectada con una solución yodada.



Figura 40. Filtración de mosto

Fuente: Elaboración propia

En las corridas experimentales tratadas con whirlflock después del enfriamiento del mosto se llevó a cabo un proceso de decantación (Figura 41).



Figura 41. Decantación de mosto

Fuente: Elaboración propia

Una vez finalizado el proceso de decantación se realizó un segundo proceso de filtración (Figura 42) para separar los residuos de lúpulo y algunas impurezas, esta vez utilizando una tela previamente desinfectada con una solución yodada.



Figura 42. Filtración de mosto decantado

Fuente: Elaboración propia

2.4.7 Fermentación

Agregar la levadura S04 o S05, previamente activada, al mosto enfriado (20 °C) y dejarlo fermentar durante 15 días a 25 °C (Figura 43).

ACTIVACIÓN: El procedimiento consiste en esparcir la levadura seca 1.3 g en 10 ml de agua a una temperatura de 20 °C \pm 3 °C. Una vez que la levadura se encuentre en forma de crema (esta etapa lleva 15 minutos) se mantiene la agitación suave por otros 15 minutos, posteriormente se incorporó al mosto y se llevó a cabo una agitación suave para favorecer la dispersión de la levadura en el mosto.



Figura 43. Proceso de fermentación de mosto
Fuente: Elaboración propia

2.4.8. Cold-crash

Para favorecer el proceso de sedimentación de las partículas en las corridas tratadas con grenetina se sometió la muestra dentro del fermentador a un proceso de enfriamiento hasta alcanzar $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ posteriormente se adicionó grenetina hidratada dentro del fermentador sin agitación y se mantuvo en refrigeración a $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante un periodo de 2 días.

2.4.9. Decantación

Pasar la cerveza por gravedad, del fermentador a una botella de vidrio, con ayuda de una manguera de plástico y una jeringa para poder separar el líquido de los sólidos sedimentados (Figura 44).



Figura 44. Muestra de sedimento de sólidos posterior a la decantación
Referencia: Elaboración propia

2.4.10. Carbonatación

Una vez que la cerveza se encontraba dentro de las botellas se adicionaron 5 g de azúcar por litro de cerveza.

2.4.11. Embotellado

Una vez finalizado el proceso de embotellado estas fueron selladas con sus respectivas corcholatas (Figura 45).



Figura 45. Embotellado de cerveza

Fuente: Elaboración propia

2.4.12. Maduración

Se mantuvo un proceso de maduración (Figura 46) de 7 días a una temperatura de 20 °C.



Figura 46. Maduración de cerveza

Fuente: Elaboración propia.

2.5. Calidad de la cerveza

Los controles analíticos en cerveza final: se deben definir en una lista de parámetros medibles que garanticen el grado de cumplimiento de los requisitos de calidad prefijados y que el producto final debe tener para garantizar su consistencia en sucesivas elaboraciones los cuales son: grado alcohólico, color, amargor, pH y densidad.

—Preparación de la muestra de cerveza: El método general para la preparación de las muestras de cerveza fue de la siguiente manera:

La cerveza fue colocada en un matraz Erlenmeyer de 500 mL y se agitó de forma lenta en primer lugar y después de forma vigorosa, con el fin de retirar todo el anhídrido carbónico. La muestra de cerveza desgastada se pasó por papel filtro que se colocó en un embudo y se tapó con un vidrio de reloj. La muestra ya filtrada se recogió en otro matraz.

2.5.1. Determinación del porcentaje de alcohol en volumen de acuerdo con la NOM-142-SSA1-1995 (1976).

Fundamento

El grado alcohólico volumétrico se obtiene midiendo por picnometría la densidad relativa del destilado (a la densidad de dicho destilado le corresponderá un valor de % Alc. Vol. reportado en tablas oficiales).

Fundamento picnometría: La picnometría es un método que permite determinar la densidad relativa de una muestra respecto de un material de referencia. Esto se logra comparando la masa de un volumen de muestra con la masa del mismo volumen de material de referencia.

Materiales

- Agua destilada.
- Perlas de vidrio.
- Matraz volumétrico de 100 mL.
- Matraz de destilación de 1L.
- Refrigerante tipo Graham de 60 cm de longitud adaptado en el extremo inferior con un tubo y con la punta biselada.
- Trampa de vapor.
- Termómetro digital.
- Picnómetro de 20 mL.
- Bomba de agua de desplazamiento positivo.

Metodología

Medir en el matraz volumétrico 100 mL de muestra a una temperatura de 20 °C, transferirlos con 50 ml de agua destilada al matraz de destilación que contiene

perlas de vidrio, conectándolo al refrigerante mediante el adaptador. Calentar el matraz de destilación y recibir el destilado en el mismo matraz donde se midió la muestra. El refrigerante terminará en una adaptación con manguera y tubo con punta biselada, que entren en el matraz de recepción hasta el nivel del agua puesta de 20 ml. Por el refrigerante estará circulando siempre agua fría, y el matraz de recepción debe encontrarse sumergido en un baño de agua con hielo durante el curso de la destilación (Figura 47).

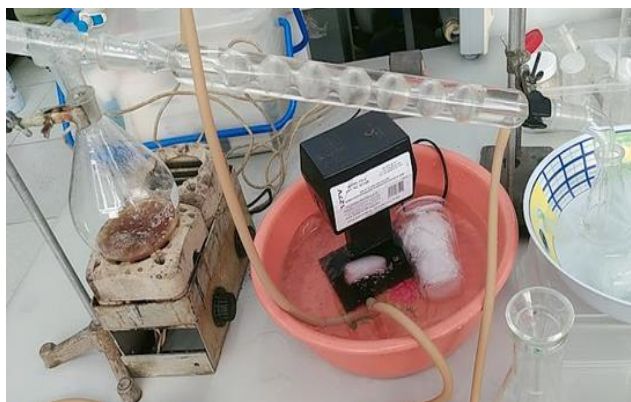


Figura 47. Destilación de cerveza

Fuente: Elaboración propia

Cuando la cantidad de destilado contenida en el matraz sea de 80 mL debe suspender la destilación y retirar el matraz de recepción. Aforar el matraz volumétrico a 100 mL con agua destilada, homogeneizar y transferir el destilado al picnómetro (Figura 48). Completado el volumen a 100 mL el destilado se llevó a 20 °C y se midió su densidad por picnometría a 20 °C/ 20 °C evitando toda pérdida de alcohol.



Figura 48. Picnómetro con destilado

Fuente: Elaboración propia.

Cálculos

$$G=(D-W')/(W-W')$$

Donde

G= gravedad específica de la muestra

D= peso del picnómetro con muestra destilada a 20 °C

W= peso del picnómetro con agua destilada.

W'= peso del picnómetro vacío.

Una vez que se obtuvo la gravedad específica de la muestra se lee en tablas de contenido en alcohol expresado en % para densidad medidas a 20°/20 °C (anexo 1) y se obtiene el % de alcohol de la muestra.

2.5.2 Determinación de amargor por espectrofotometría de acuerdo con la IOB

Method 9.16 (1997)

Fundamento:

El amargor de la cerveza se mide en IBU (International Bitterness Units), significa una unidad de medida internacional de amargor, y representan la cantidad iso-alpha- ácidos disueltos en la cerveza.

Materiales y reactivos

- Espectrofotómetro
- Celda de cuarzo de 10 mm.
- Pipeta automática de 1 mL
- HCl 3N
- Iso-octano
- Centrífuga ICE Centra-4B
- Tubos de centrífuga de 20 mL

Metodología

Se transfirieron 5 ml de cerveza fría (10 °C) carbonatada a un tubo de centrífuga de 20 ml, donde las sustancias amargas fueron extraídas con 10 ml de iso-octano en un medio acidificado con 0.5 ml de HCl 3N mediante centrifugación a una velocidad de 3500 rpm durante 15 minutos. Luego haciendo uso de un espectrofotómetro (Figura 49), se midió la absorbancia de la fase orgánica, la capa de iso-octano a 275 nm, colocando la muestra en celdas de cuarzo (Figura 50) de 10 mm.



Figura 49. Espectrofotómetro
Fuente: Elaboración propia.

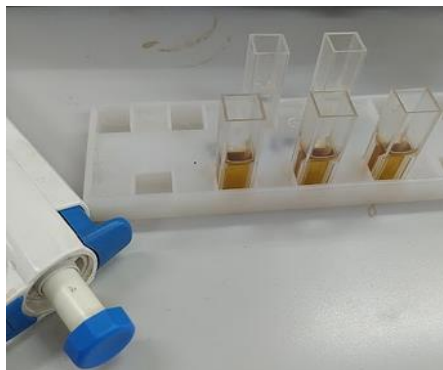


Figura 50. Celdas de cuarzo
Fuente: Elaboración propia

Cálculos

Se obtuvo las unidades de amargor °IBU.

Las unidades de amargor corresponden a: $^{\circ}\text{IBU} = 50 \times A_{275 \text{ nm}}$

2.5.3. Determinación de densidad para mostos y cervezas por el método del hidrómetro (Lewis, 1993).

Fundamento

El hidrómetro de peso constante se basa en el principio de que un cuerpo flotante desplaza su propio peso de fluido. El instrumento se coloca dentro del fluido problema y el peso específico es leído sobre la escala del cuello del hidrómetro.

Reactivos y materiales

- Muestras a determinar
- Cerveza
- Material y equipo
- Hidrómetro para mostos y cerveza marca Brew Craft.

- Probeta de 100 mL
- Baño de agua fría
- Termómetro graduado en °C con precisión de ± 1.0 °C

Metodología

Preparación de la muestra

Se siguió el método general para la preparación de la muestra. Estos se dejaron reposar a temperatura de refrigeración (4 °C) y después se filtraron con papel filtro. Posteriormente se colocaron aproximadamente 90 mL de muestra en la probeta de 100 mL, la cual se llevó al baño de agua fría para ajustar la temperatura del sistema a 20 °C, ya que el hidrómetro está calibrado a dicha temperatura se procedió a sumergir el hidrómetro en la muestra y se le impartió un ligero giro para impedir que se adhiriera a las paredes de la probeta. Se esperó a que el hidrómetro alcanzara el reposo, una vez que el hidrómetro alcanzó el reposo y cuidando que éste no rozara las paredes, se leyó la densidad en la escala del cuello del hidrómetro (Figura 51).

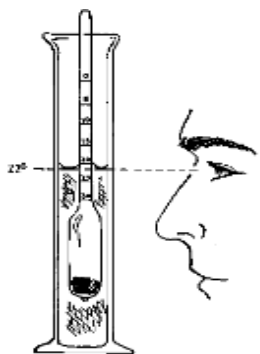


Figura.51. Lectura del hidrómetro

Fuente: Wilson, 2008.

2.5.4. Determinación de grados Brix de acuerdo con guía para uso de refractómetro en cervecería versión 1, 05-12-2017.

Fundamento

La luz se mueve a distinta velocidad dependiendo del medio por el que se propague, cuando cambia de medio se modifica su velocidad y dirección. Los refractómetros son instrumentos ópticos que aprovechan esta propiedad de la luz y el ángulo de desviación se proyecta sobre una escala.

Un brixómetro es un refractómetro (Figura 52) que posee una escala en grados Brix, 1 °Brix es equivalente a 1 gramo de sacarosa en 100 gramos de solución.

Materiales

- Refractómetro
- 25 mL de muestra de cerveza desgasificada
- pipeta

Metodología

Inicialmente se realiza la calibración de equipo para ello colocar una gota de agua destilada y corregir a cero, con la ayuda de una pipeta colocar una sola gota de la muestra sobre el prisma, es importante medir la temperatura a la que se lleva a cabo la medición de la muestra , posteriormente se debe leer sobre la escala la lectura de grados Brix, para finalizar limpiar con agua destilada y secar con un paño.



Figura 52. Refractómetro y muestra de cerveza
Fuente: Elaboración propia

2.5.5. Determinación de pH con base en el método oficial (945.10, 2000 A.O.A.C)

Fundamento

Los iones hidrógeno en disolución, como otras especies iónicas conducen la corriente eléctrica. Al tener una membrana de vidrio que separa dos disoluciones de diferente concentración de ion hidrógeno (electrodo de referencia) se establecerá a través de la membrana de vidrio una diferencia de potencial. El pH metro es un instrumento que mide esa diferencia de potencial y a través de su calibración interna (electrodo de referencia la convierte en una lectura de pH.

Materiales

- pH metro H198103 Hanna (Figura 53).
- Muestra de cerveza desgasificada

- Solución tampón pH=4 y pH=7

- termómetro

- Agua destilada

Metodología

Se realizará con pH-metro. Calibrar el equipo por medio de buffers adecuados (pH 4,00 - 7,00), y proceder directamente a la medición del valor de pH sobre la muestra.



Figura.53. pH metro H198103 Hanna

Fuente: Wilson,2008.

2.6 Prueba de color

El color es un fenómeno de percepción que depende del observador y de las condiciones en que se mira un material. Este atributo en un alimento se vuelve visible cuando la luz de una fuente luminosa choca con su superficie. El color es uno de los indicadores de calidad relacionados con la apariencia.

Procedimiento:

Las muestras de cerveza obtenidas para cada corrida experimental se colocaron en una caja de Petri y se homogenizaron con ayuda de un agitador de vidrio.

Captura de imagen

Se realizará la toma de fotos utilizando una cámara de celular y una cabina fotográfica hecha a mano con la ayuda de lámpara de flash del celular, ubicado en un ángulo de 45° de la muestra y una distancia hasta la muestra de 10 cm. La distancia entre el lente de la cámara y la muestra de 10 cm y el ángulo de observación de 10°, la toma de fotos se llevará a cabo en primer plano y con flash.

El estudio fotográfico se realiza con una caja de cartón para zapatos, papel blanco y un celular con cámara y flash, la cabina fotográfica se forró con el papel blanco

por dentro, Posteriormente se obtienen las coordenadas de color del CIE- $L^*a^*b^*$, con ayuda de la aplicación color lab, donde L es un indicador de la luminosidad, a^* (cromaticidad verde (-) a rojo (+) y b^* (cromaticidad azul (-) a amarillo (+) (Restrepo 2009).

Esto se hace introduciendo la fotografía capturada al programa y seleccionando el centro como punto de enfoque, posteriormente el programa obtiene en automático los valores de los parámetros a, b y L de las muestras experimentales (Tabla 11)

Se obtuvo el parámetro de luminosidad (L) para saber si existía diferencia significativa entre los métodos utilizados (tipo de clarificante y tipo de cepa) y, además se realizó una comparación con respecto a el procedimiento sin agente clarificante, posteriormente se evaluó la diferencia de color ya que este parámetro indica las diferencias en coordenadas absolutas de color y se le conoce como Delta (Δ). Debido a que la diferencia de color es definida como la comparación numérica de una muestra con el estándar para obtener los valores de Δa , Δb y ΔL se llevaron a cabo los siguientes cálculos tomando como referencia los parámetros obtenidos del mosto dulce sin inocular y el mosto dulce tratado con whirfloc con respecto a los parámetros obtenidos en el producto final (cerveza Golden Ale) de las diferentes corridas experimentales.

Ecuaciones:

ΔL = Diferencia en luz y oscuridad, $\Delta L = (L_{exp} - L_{ref})$

Δa = Diferencia en rojo y verde, $\Delta a = (a_{exp} - a_{ref})$

Δb = Diferencia en amarillo y azul, $\Delta b = (b_{exp} - b_{ref})$

Donde delta L, delta a y delta b pueden ser positivas (+) o negativas (-). sin embargo, la diferencia total, Delta E siempre es positiva. Éstas son expresadas como: ΔL^* = diferencia en luz y oscuridad (+ = más luminoso, - = más oscuro) Δa^* = diferencia en rojo y verde (+ = más rojo, - = más verde) Δb^* = diferencia en amarillo y azul (+ = más amarillo, - = más azul) ΔE^* = diferencia total de color.

Para determinar la diferencia total de color entre las tres coordenadas, se utilizará la siguiente fórmula: $\Delta E^* = [\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}]^{1/2}$

Es importante destacar que Delta E sólo indica la magnitud de la diferencia total de color (Restrepo, 2009).

2.7. Evaluación sensorial

Pruebas cuantitativas

Las pruebas cuantitativas de tipo afectivo son las que se utilizan con el propósito de conocer el nivel de agrado o desagrado de un producto, esto es en qué medida el producto gusta o no (Ramírez, 2012).

Estas pruebas tienen gran aplicación práctica, de manera general son fáciles de interpretar y los resultados que de ellas se obtienen permiten tomar acciones importantes con relación a la venta del producto, posibles cambios en su formulación.

Procedimiento

Evaluación sensorial

Selección de aspirantes a panelistas

Para la selección de panelistas se citó a 50 personas mayores de 18 años para responder la encuesta general evaluación de cerveza Golden Ale donde en ella se solicitó información para conocer si la persona era apta o no para llevar a cabo una prueba sensorial donde aportara información útil y de valor para la investigación.

Materiales:

- 50 cuestionarios (Anexo 2)
- 50 bolígrafos negros

Se proporcionó una introducción a los encuestados y se les solicitó que no se comunicaran entre ellos, posteriormente se repartieron los cuestionarios de datos generales (Anexo 2) cada persona respondió el cuestionario con bolígrafo negro y se les proporcionó un tiempo de inicio y terminó para finalizar el llenado del cuestionario, el cuál constó de 10 minutos. Una vez culminado el tiempo se indicó a los encuestados que abandonaran la sala agradeciendo su asistencia. Al final de esta evaluación se conoció cuántas y que personas eran aptas para poder continuar con la siguiente prueba “hedónica de preferencia de 9 niveles” aquellos que no eran consumidores de cerveza o padecían alguna enfermedad que le impidiera su consumo fueron rechazados, también se rechazó a los aspirantes fumadores ya que

el consumo del cigarro tiene influencia negativa sobre la percepción del sabor del aspirante, debido a esto es una característica no deseable.

Prueba hedónica de preferencia

Objetivo: Determinar la muestra y el atributo que más agrada al panelista

Materiales:

Para llevar a cabo esta prueba se requiere de 30 personas

- 30 bolígrafos
- 6 formularios referentes a cada muestra de cerveza por persona
- Cabinas sensoriales
- 1 vaso de agua por persona

Muestras

10. Muestras para prueba sensorial

Código	S04 sin trat	S04 gren	S04 whirflo	S05 sin trat	S05 gren	S05 whirflo
Muestra	cerveza Golden Ale S04 sin tratamiento	cerveza Golden Ale S04 con grenetina	cerveza Golden Ale S04 whirfloc	cerveza Golden Ale S05 sin tratamiento	cerveza Golden Ale s05 con grenetina	cerveza Golden Ale s05 whirfloc

Tabla Fuente: Elaboración propia

Posteriormente una vez que se tenga los aspirantes seleccionados se proporcionará un formulario de prueba hedónica de 9 niveles (Anexo 3) con el nombre de cada una de las muestras (Figura 54) para cada panelista y se llevará acabo la prueba sensorial (Figura 55) con las muestras presentadas en la (Tabla 10).



Figura 54. Muestras de cerveza

Fuente: Elaboración propia



Figura 55. Prueba sensorial de cerveza

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se realizó un análisis de los resultados obtenidos por medio de gráfico de caja por atributo evaluado y un análisis multivariado

2.7.1. Metodología para análisis de datos:

Análisis factorial multivariable

El análisis factorial produce una combinación lineal de múltiples variables cuantitativas, estas variables representan el mayor porcentaje de variación. Estos tipos de análisis son utilizados para reducir el alcance del problema con el fin de comprender mejor los factores que afectan estas variables. En la mayoría de los casos, una pequeña cantidad de componentes puede representar una gran parte de la variabilidad general. La interpretación adecuada de estos factores puede proporcionar información importante sobre los mecanismos en funcionamiento.

Gráfico de cajas

Sirve para evaluar y comparar la forma, la tendencia central y la variabilidad de las distribuciones de la muestra, y para buscar valores atípicos. Una gráfica de caja funciona mejor cuando el tamaño de la muestra es al menos de 20. Por opción predeterminada, una gráfica de caja muestra la mediana, el rango intercuartil, el rango y los valores atípicos de cada grupo.

Prueba de aceptación

Posteriormente se llevó a cabo una prueba de aceptación de la muestra de mayor agrado S05 con grenetina seleccionada por los panelistas con respecto a la cerveza comercial allende "Golden Ale" (Prueba de preferencia pareada). En esta prueba los panelistas responden a la pregunta ¿Cuál de las dos muestras codificadas prefieren?, la muestra comercial artesanal (cerveza allende Golden ale fue codificada con las letras ABA y la cerveza artesanal Golden Ale de la elaboración propia fue codificada con las letras BAB).

Se entregó a los panelistas el formulario, presente en el Anexo 4, para llevar a cabo la prueba, posteriormente se llevó a cabo la interpretación de datos para conocer si la cerveza elaborada presenta mayor agrado sobre de la cerveza comercial allende.

2.7.2. Análisis estadístico.

Diseño factorial:

Un diseño factorial es un tipo de experimento diseñado que permite estudiar los efectos que varios factores pueden tener en una respuesta. Al realizar un experimento, variar los niveles de todos los factores al mismo tiempo en lugar de uno a la vez, permite estudiar las interacciones entre los factores.

Diseños factoriales completos

Un diseño factorial completo es un diseño en el cual los investigadores miden las respuestas para todas las combinaciones de niveles de los factores.

El número de corridas necesarias para un diseño factorial completo de 2 niveles es 2^k , donde k es el número de factores.

Se llevó a cabo un diseño factorial de múltiples niveles (2,3) con dos factores y una réplica, posteriormente se obtuvo un gráfico de efectos principales para todas las variables evaluadas, el cual sirve para examinar las diferencias entre las medias de nivel para uno o más factores.

Hay un efecto principal cuando diferentes niveles de un factor afectan la respuesta de manera diferente. Una gráfica de efectos principales grafica la media de respuesta para cada nivel de factor conectado por una línea. La línea de referencia representa la media general.

-Cuando la línea es horizontal (paralela al eje x), no hay efecto principal. Cada nivel del factor afecta la respuesta de la misma manera.

-Cuando la línea no es horizontal, hay un efecto principal. Los diferentes niveles del factor afectan la respuesta de manera diferente. Mientras más inclinada sea la pendiente de la línea, mayor será la magnitud del efecto principal.

Nota: Para determinar si un patrón es estadísticamente significativo, debe realizar una prueba apropiada.

Análisis de varianza

Procedimiento en el cual se utiliza las varianzas para determinar si las medias son diferentes funciona comparando la varianza entre las medias de los grupos y la

varianza dentro de los grupos como una manera de determinar si los grupos son todos parte de una población más grande o poblaciones separadas con características diferentes. Un análisis de varianza (ANOVA) prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales. Los ANOVA evalúan la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores. La hipótesis nula establece que todas las medias de la población (medias de los niveles de los factores) son iguales mientras que la hipótesis alternativa establece que al menos una es diferente.

El valor p es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula. Las probabilidades más bajas proporcionan una evidencia más fuerte en contra de la hipótesis nula.

Para determinar si la asociación entre la respuesta y una covariable es estadísticamente significativa se compara el valor p de la covariable con el nivel de significancia para evaluar la hipótesis nula. La hipótesis nula es que el coeficiente de la covariable es cero, lo que implica que no hay asociación entre la covariable y la respuesta.

Por lo general tomando como referencia un $\alpha = 0.05$ se puede determinar que:
(Valor $p \leq \alpha$: La asociación es estadísticamente significativa).

Si el valor p es menor que o igual al nivel de significancia, usted puede concluir que la asociación entre la respuesta y la covariable es estadísticamente significativa.

Se realizó un análisis de varianza con un nivel de significancia 95% para saber si existía diferencia significativa entre los diferentes tratamientos de cerveza Ale (S04 sin tratamiento, US05 sin tratamiento, S04 con grenetina, US05 con grenetina, S04 con whirflock y US05 con whirflock) para cada uno de los parámetros evaluados.

2.8. Resultados

2.8.1. Resultados de las pruebas fisicoquímicas y de color

Los resultados de las pruebas fisicoquímicas de calidad se muestran en la Tabla 14, los resultados de las pruebas fisicoquímicas de calidad determinadas en la cerveza comercial marca Allende de referencia se muestran en la Tabla 15 y los resultados de las pruebas de color obtenidas por el método cielab se muestran en las Tablas 11,12 y 13.

Tabla 11. Resultados experimentales de prueba de color cielab para muestra de cerveza Golden Ale elaborada en laboratorio.


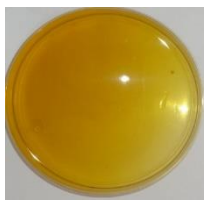




Imagen						
Corrida	S04	US05	S04G	US05 G	S04 W	US05 W
L	52.496	55.636	59.355	62.823	58.892	62.574
a	13.071	9.724	3.915	2.067	6.901	-0.772
b	58.866	61.464	63.693	66.687	64.008	66.568

Tabla 12. Resultados experimentales de prueba de color cielab para mostos



Imagen		
Mosto	sin tratamiento	tratado con whirlflock
L	41.466	55.124
a	16.413	10.844
b	48.313	61.117

Tabla 13. Parámetros calculados para la prueba cielab

Corrida	S04	US05	S04 G	US05 G	S04 W	US05 W
ΔL	+11.03	+14.17	+17.889	+21.357	+3.768	+7.45
Δa	-3.342	-6.689	-12.498	-14.346	-3.943	-11.616
Δb	+10.553	+13.151	+15.38	+18.374	+2.891	+5.451
ΔE	6.0400	6.4237	6.4453	7.1253	2.3306	1.6003

Tabla 14. Resultados obtenidos de las pruebas de calidad de la cerveza Golden Ale elaborada en el laboratorio

Corrida	° Brix[%]	Densidad [g/cm ³]	Amargor [IBU]	° alcohólico [%]	pH	L	ΔE
S04	11	1.028	76.565	3.85	4.5	52.496	6.0400
US05	10	1.014	81.75	4.98	4.6	55.636	6.4237
S04 G	7	1.024	59.465	3.19	4.5	59.355	6.4453
US05 G	8	1.018	62.05	4.91	4.6	62.823	7.1253
S04 W	9	1.018	58.05	4.18	4.3	58.892	2.3306
US05 W	8	1.012	63.915	4.26	4.4	62.574	1.6003
Desv.est.	0.8164	0.0033	1.2240	0.5873	0	0.1930	0.5258

Tabla 15. Resultados obtenidos de las pruebas de calidad de la cerveza Golden Ale comercial marca Allende

Corrida	° Brix[%]	Densidad [g/cm ³]	Amargor [IBU]	° alcohólico [%]	pH
Cerveza comercial Allende.	6	1.09	73.98	3.05	4.8

Posteriormente se llevó a cabo un diseño factorial donde se realizó un análisis estadístico de varianza, los resultados se muestran en la (Tabla 16)

Tabla 16. Resultados del análisis estadístico de varianza:

° Brix	densidad	IBU	° alcohólico	L	ΔE
0.179	0.171	0.009	0.422	0.001	0.029

Análisis:

Para evaluar la significancia estadística se examinó el valor p de la prueba, cuando el valor p está por debajo de un nivel de significancia (α) especificado que fue (0.05) se puede decir que la diferencia es estadísticamente significativa y rechazar la hipótesis nula de la prueba, con respecto a los valores obtenidos en cuanto a los parámetros de las corridas experimentales a diferentes condiciones se encontró que no existe diferencia significativa para los parámetros °Brix, densidad y grado alcohólico.

Por otro lado, existe diferencia significativa para los parámetros IBU, ΔE y L.

Los parámetros de °alcohólico y °Brix están relacionados al contenido de carbohidratos en la solución ya que el grado alcohólico se refiere a la atenuación (transformación de azúcares en alcohol) esto se relaciona con el metabolismo de las cepas utilizadas ya que según Hough (1990), en el interior de las células de levaduras la maltosa y la maltotriosa son hidrolizadas enzimáticamente a glucosa lo que genera dióxido de carbono y etanol en condiciones anaeróbicas, por lo tanto, es posible que aunque las cepas sean diferentes tengan el mismo metabolismo y por eso, los grados de alcohol y los grado brix finales no tengan diferencias estadísticas, esto también se evidencia en los resultado obtenidos por (Ruiz, Canedo, Narváez y Robles, 2016) donde se utilizaron dos cepas de distintas especies (*Saccharomyces cerevisiae* y *Zymomonas mobilis*) y se concluyó que no existía diferencia significativa entre el etanol obtenido por ambas cepas.

El parámetro de densidad está relacionado con el contenido de “carbohidratos, pequeños fragmentos de proteína y levaduras adicionadas”, según Haz chela (2010) y Hough (1990), los agentes clarificantes tienen diferente funcionamiento debido a la estructura y a las cargas que presentan (la carragenina se encuentran altamente sulfatada y por lo tanto muy cargada negativamente, debido a esto tienden a coagular las proteínas positivamente cargadas y a aumentar así el peso

molecular de los turbios calientes producidos durante la cocción. Mientras que, la grenetina pose carga positiva y cuando se mezcla con la cerveza comienza a atraer partículas cargadas negativamente, se adhieren a ella las proteínas y otras partículas en suspensión, creando partículas de mayor tamaño que les permite asentarse más rápido obteniendo una cerveza más cristalina. En cuanto a las levaduras, la superficie de su pared se encuentra cargada, debido a la presencia de grupos carboxilo y fosfato, y por el pH de la cerveza, le confieren una fuerte carga neta negativa)

Basado en los conceptos anteriores y fundamentado en la teoría de Siebert citado en Hughes (2001) se propusieron los siguientes modelos; donde se observa que en las corridas experimentales sin tratamiento (Figura 56) así como en las corridas experimentales tratadas con carragenina (Figura 57), sólo una parte de las levaduras presentes se retiraron del medio debido a las interacciones (polipéptido-levadura) y (polipéptido-levadura-carragenina) respectivamente, el resto de levaduras permanecieron en la solución. Por otro lado, en las corridas experimentales tratadas con grenetina (Figura 58), debido a las condiciones que presenta su estructura, sí se lleva a cabo la floculación y retiro de las levaduras de la solución, lo cual coincide con la información reportada por Haz chela (2010); debido a esto, se recomienda que al utilizar este método se adicione levadura nuevamente (esto se realizó en el procedimiento de elaboración de cerveza sólo para las corridas experimentales de grenetina) en el proceso de embotellado, ya que con este método toda la levadura precipita, dejando la cerveza sin levadura disponible para la carbonatación, es decir que, según los modelos propuestos. es probable que al final del procedimiento en el embotellado, la concentración de levadura en las diferentes corridas experimentales era la misma y por eso no hubo diferencia de densidad entre las corridas experimentales.

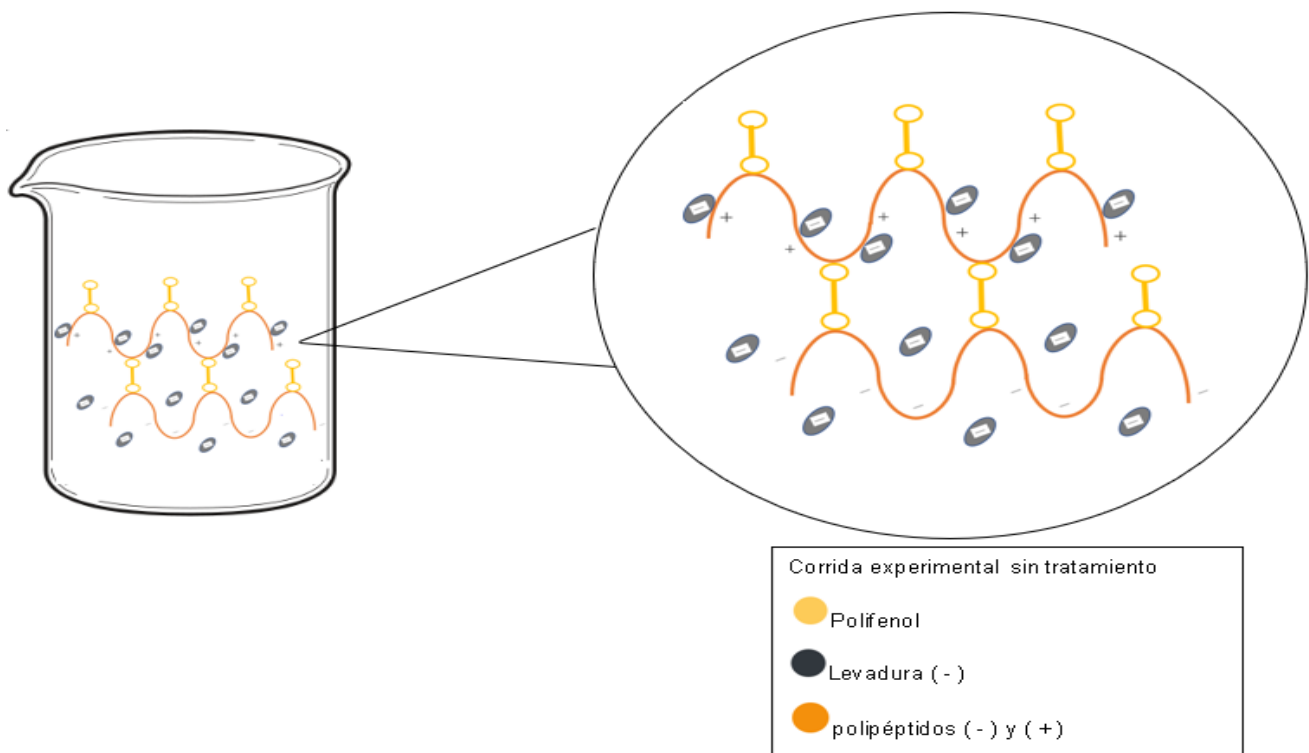


Figura 56. Modelos propuestos fundamentados en la teoría de Siebert para las corridas experimentales sin agente clarificante

Fuente: Elaboración propia

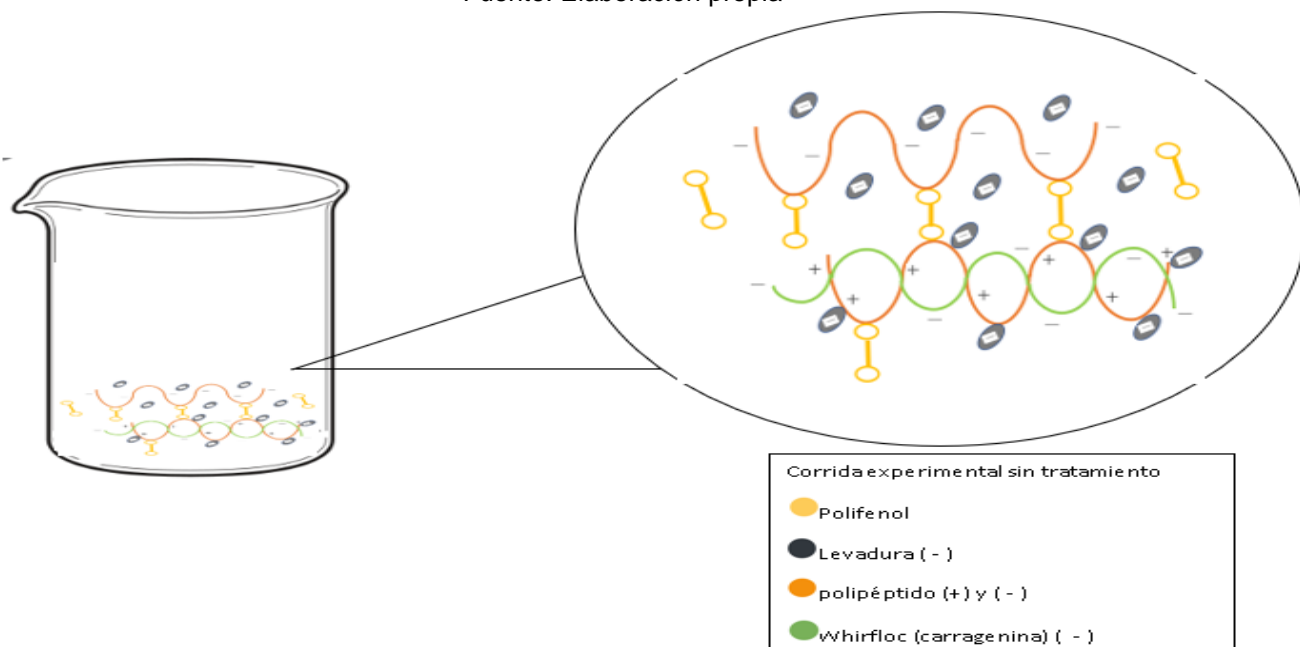


Figura 57. Modelos propuestos fundamentados en la teoría de (Siebert) para las corridas experimentales tratadas con wirfloc

Fuente: Elaboración propia

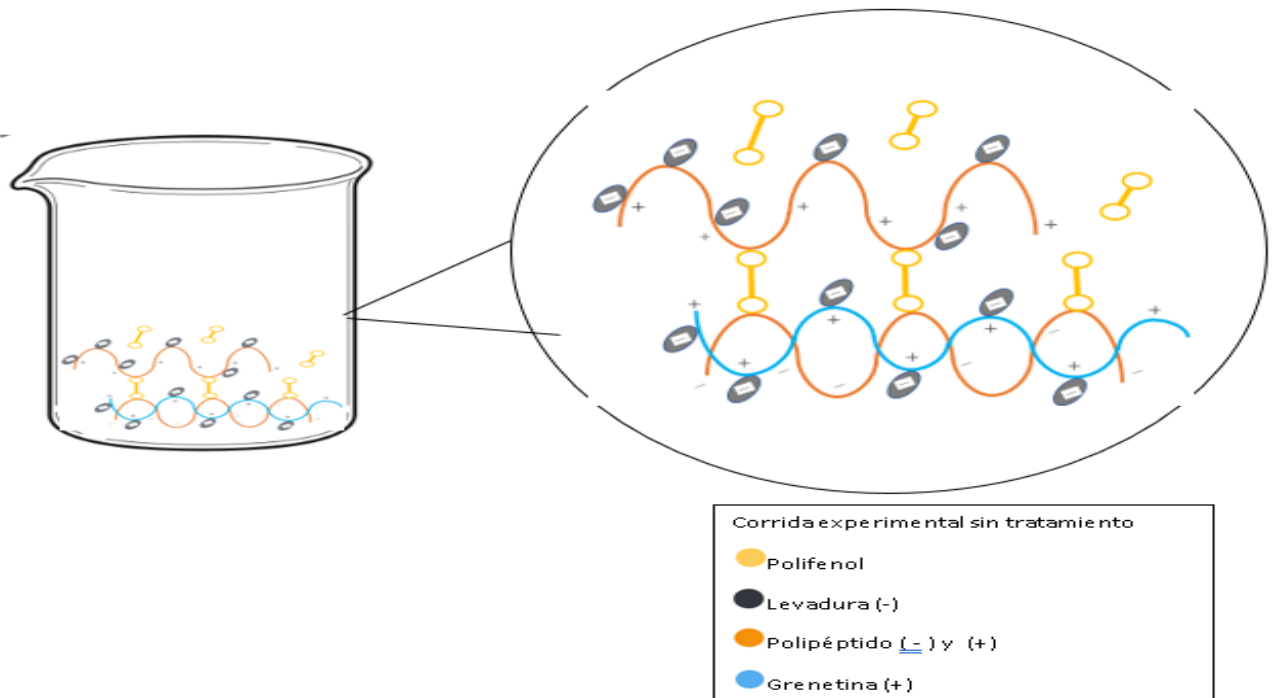


Figura 58. Modelos propuestos fundamentados en la teoría de (Siebert) para las corridas experimentales tratadas grenetina

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al parámetro L, donde existió diferencia significativa, según la teoría de Sierbert (Hugues, 2001), uno de los fenómenos más importantes que generan turbidez se debe a la unión (polipéptido-polifenol), esta turbidez es la fuente más común de problemas en la industria cervecera. La unión es intramolecular formada por enlaces hidrógeno entre proteínas y polifenoles, los subsiguientes procesos oxidativos pueden dar lugar a enlaces covalentes entre las porciones proteína-polifenol, la formación del complejo inicial es reversible mientras que los agregados formados covalentemente son persistentes; por ello se han ideado operaciones de aislamiento y purificación en el proceso de elaboración de cerveza para minimizar o evitar que este fenómeno ocurra, esto se ve reflejado en las corridas experimentales sin tratamiento y aquellas tratadas con los agentes clarificantes; las corridas experimentales en las que no se utilizó ningún tratamiento son las que presentaron menor luminosidad(L) debido a la estructura macromolecular (Figura

56) no es posible evitar que se lleven a cabo las interacciones polipéptido-polifenol por lo tanto se genera turbidez permanente.

En las corridas experimentales donde se utilizó carragenina, las levaduras, algunos residuos de polipéptidos y la carragenina presentan carga (-) que atrae ciertas polipéptidos con carga (+), la unión de los polipéptidos con carga (+) con la carragenina (whirfloc) promueve la sedimentación de estos compuestos lo cuales posteriormente fueron retirados por decantación y es probable que esto impidiera la interacción de algunos compuestos fenólicos con los polipéptidos reflejándose en una luminosidad (L) mayor con respecto a las corridas experimentales sin tratamiento (figura 57).

En cuanto a las corridas experimentales donde se utilizó grenetina algunos polipéptidos y levaduras presentan carga (-), la grenetina y otros residuos de polipéptidos presentan carga (+), es por ello que la grenetina al unirse con los grupos de polipéptidos con carga (-) favorece su sedimentación, además también se unen a algunas levaduras con carga (-), y puede ser que se evite la interacción polipetido-polifenol aún en mayor proporción que en las corridas experimentales tratadas con carragenina debido a la interacción con levaduras, lo cual pudo ocasionar la menor turbidez en las corridas experimentales tratadas con grenetina reflejándose en las corridas experimentales con mayos luminosidad(L). Los compuestos sedimentados se retiraron durante la decantación y es probable que algunos polifenoles permanecen en el medio (figura 58).

En comparación con otros estudios realizados en cuanto al uso como agente clarificante de grenetina se encontró que existe diferencia significativa en el parámetro (L) de luminosidad caso contrario que los estudios realizados por (Ruiz-Marín, Canedo-López, Narváez-García, Robles-Heredia) esto puede ser debido a que ellos realizaron el estudio en vino que es una sustancia con menor pH y la grenetina se comporta diferente según el pH del medio en el que se encuentra además que su funcionamiento también depende del método a través del cual se extrajo (alcalino o ácido).

En cuanto a las cepas utilizadas todas las corridas experimentales tratadas con la cepa S04 presentaron menor luminosidad(L) con respecto a las corridas experimentales tratadas con la cepa S05, esto puede deberse al metabolismo de las levaduras o a la composición química de las cepas de la cuál no se tienen registros.

En cuanto al cambio de coloración total (ΔE) en las corridas experimentales tratadas con whirfloc aparentemente se encontraron los valores más bajos esto no significa que la carragenina no tenga influencia sobre la clarificación y por ende el cambio de color de la cerveza, sino que la fuente de estos resultados se debe a la forma en que se llevaron a cabo los procedimientos de adición de los clarificantes los cuales se realizaron según las indicaciones proporcionadas por (Hazchela, 2010) y (Cibart, 2022).

Konika minolta (2006) indica que para realizar la comparación de ΔE se debe tomar como referencia una muestra estándar antes de la producción, es por eso que se tomaron como referencia los mostos dulces en los cuales las corridas experimentales tratadas con whirfloc ya había sido adicionado el agente clarificante por ende el mosto era más claro que en las corridas sin tratamiento y con grenetina en los cuales aún no se había adicionado el agente clarificante debido a esto ya no se dio un cambio de coloración tan alto como en las corridas experimentales tratadas con grenetina.

IBU

En cuanto al amargor medidos en IBU`s; las corridas experimentales de cerveza Golden Ale sin tratamiento son más amargas en comparación con los demás tratamientos. Esto podría indicar que el uso de clarificantes en la elaboración de cerveza, influye disminuyendo el amargor del producto final; esto puede deberse a que los agentes clarificantes precipitan las partículas suspendidas en la cerveza asociados al amargor, los cuales son decantados coincidiendo con lo que reportan(Haz chela, 2022) y (Hacer cerveza artesanal, 2022), se desconoce cuál es la interacción de los polifenoles y otros residuos de lúpulo con las levaduras por lo que se recomienda hacer más estudios al respecto.

Análisis comparación cervezas elaborada con cerveza comercial Golden Ale marca Allende

En cuanto al amargor la corrida experimental que más se parece a la cerveza comercial marca Allende es la S04 sin tratamiento esto se debe a que aunque algunas recetas recomiendan algunos lúpulos específicos para ciertos estilos de cerveza la persona que realiza el proceso puede decidir sustituirlo por otro con respecto a la disponibilidad de la zona en que se encuentra lo cual se hizo en este caso utilizando lúpulo fuggles en lugar de “cascade” , la densidad de esta corrida experimental también es similar a la de la cerveza comercial marca Allende, en cuanto a grados brix y grado alcohólico la corrida experimental S04 con grenetina es la más similar a la cerveza comercial marca Allende por lo cual es posible que para obtener la cerveza comercial marca allende se haya hecho uso de esta cepa, aun así se desconoce cuál es el método de clarificación que se utilizó durante la elaboración de esta cerveza comercial.

2.8.2. Resultados de las pruebas sensoriales en evaluación de la muestra de cerveza Golden Ale

Posteriormente se obtuvieron gráficos de cajas de los resultados obtenidos de la prueba hedónica (anexo 2) para cada atributo evaluado (Gusto, Aroma, Sabor, espuma y amargor) haciendo uso del programa “minitab” para evaluar y comparar la forma, la tendencia central y la variabilidad de las distribuciones de la muestra, y para buscar valores atípicos. Los gráficos mencionados se muestran a continuación en la (Figura 59).

Análisis de los resultados obtenidos en los gráficos de cajas de las pruebas experimentales de cerveza artesanal Golden Ale.

Gusto

Según el gráfico de cajas obtenido (Figura 59) la mayoría de los diferentes tratamientos obtuvieron una mediana de “7” lo cual nos indica en la escala evaluada que en general todas las corridas gustaron a los panelistas, sin embargo, la corrida

S04 tratada con whirflock fue la que tuvo menor gusto para los panelistas obteniendo una mediana de “6” lo cual indica que esta corrida sólo “gusto un poco”. Por otra parte, la corrida S05 sin tratamiento fue la que presentó la menor variabilidad de los datos y debido a la posición de la mediana en la caja nos indica que la distribución de los datos es simétrica esto indica que esta corrida experimental es la que presenta la mayor confiabilidad de los datos obtenidos.

Aroma:

De acuerdo a la (Figura 59) referente al atributo evaluado de aroma las corridas que presentaron el valor de la mediana más alto fueron las corridas S05 con grenetina y S04 con grenetina con una mediana de 7 que refleja que el aroma de ambas corridas le gusto a los panelistas, por otro lado en cuanto al aroma de la corrida S05 sin tratamiento fue el que menos gusto a los panelistas con una mediana de 6 lo cual refleja según la escala utilizada que el aroma de esta corrida sólo gustó un poco.

La corrida S04 con grenetina es la que presenta la menor variabilidad de los datos, pero también presentó datos atípicos por lo cual no es tan confiable se recomienda más considerar la corrida S05 con grenetina ya que presenta una distribución normal con una media más alta que fue la que más gustó en cuanto al parámetro evaluado de aroma.

Sabor: De acuerdo con el gráfico obtenido (Figura 59) la corrida que presentó el valor de media más alto fue la corrida S05 con grenetina con una mediana de 7.5 que es la corrida experimental que más gustó a los panelistas respecto al sabor evaluado.

Espuma:

De acuerdo con el gráfico de cajas obtenido (Figura 59) la corrida S04 sin tratamiento presenta la media más alta con un valor de 7 lo cual indica que la espuma de esta corrida fue la que más “gustó” a los panelistas.

Por otro lado, las corridas experimentales con el menor valor fueron S04 con grenetina, S04 con whirflock y S05 sin tratamiento con una media de 6, lo cual indica que a los panelistas “les gustó un poco” la espuma de estas corridas, es importante

señalar que la mayoría de los panelistas reportó que estas corridas casi no presentaban espuma.

Amargor:

Según el gráfico obtenido (Figura 59), la mayoría de las corridas experimentales presentó una media de “7” lo cual indica que a los panelistas en general “les gustó” el amargor de las corridas experimentales con los diferentes tratamientos a excepción de la corrida S04 con whirflock que reportó una media de 6.5 dentro de la escala “me gustó un poco”.

También se muestra en la (Figura 59), que la corrida experimental que no presentó valores atípicos y presentó la menor variabilidad de los datos fue la corrida S04 sin tratamiento por lo tanto los resultados obtenidos para esta corrida presentan mayor confiabilidad.

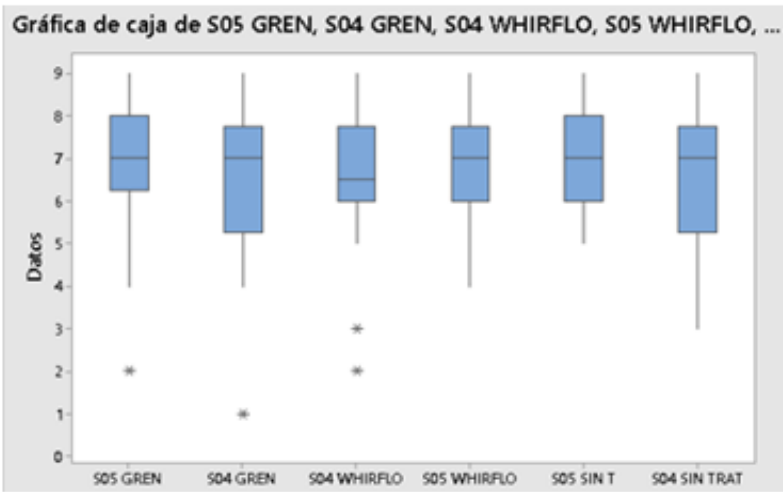
Análisis multivariado

Con los datos obtenidos del resultado de la prueba hedónica de 9 niveles para cerveza Golden Ale (Anexo 3) para cada corrida experimental se llevó a cabo un análisis factorial multivariable (Figura 60) haciendo uso del programa “minitab” obteniendo los gráficos de cargas de componente para conocer cuál fue el atributo sensorial que más gustó a los panelistas los cuales no recibieron ningún tipo de entrenamiento pero fueron seleccionados como consumidores según el cuestionario de datos generales referente a consumo de cerveza (Anexo 2).

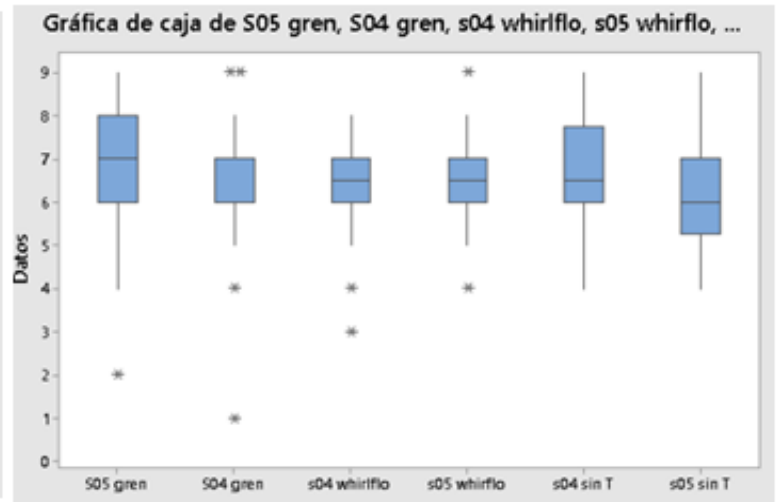
Análisis del gráfico de cargas de componentes:
El atributo “sabor” fue de los atributos sensoriales que más gustaron para las corridas experimentales S05 con grenetina, S04 con whirfloc y S04 sin tratamiento. Además, el atributo “amargor” fue de los atributos sensoriales que más gustaron para las corridas experimentales S05 con grenetina, S05 whirfloc, S05 sin tratamiento y S04 sin tratamiento.

También en la corrida experimental S04 con grenetina uno de los atributos que más gustó fue el aroma. Por otro lado, en general el atributo que menos gustó fue la “espuma”. Según las respuestas de los panelistas la corrida que más gustó fue la S05 con grenetina por su aroma y sabor ya que los consideran atributos importantes en cuanto a la selección de un producto.

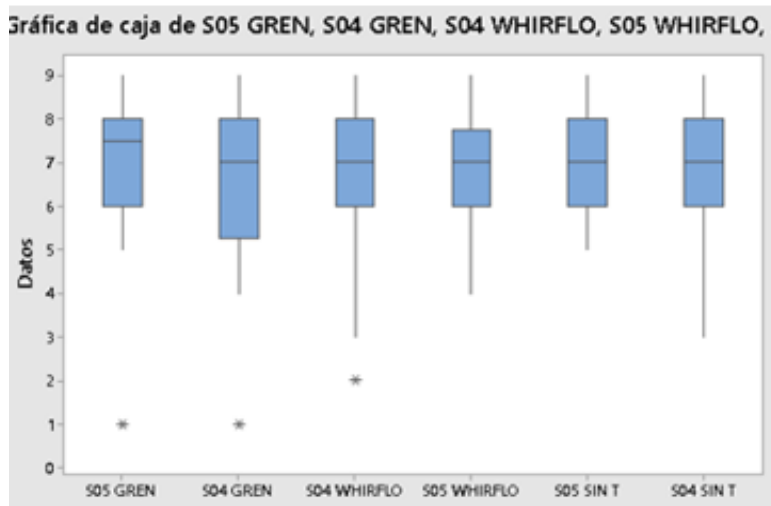
Gusto



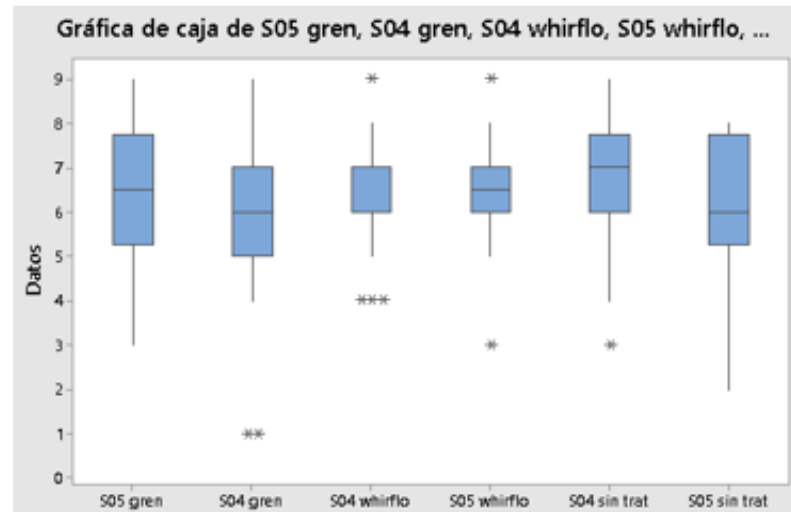
Aroma



Sabor



Espuma



Amargor

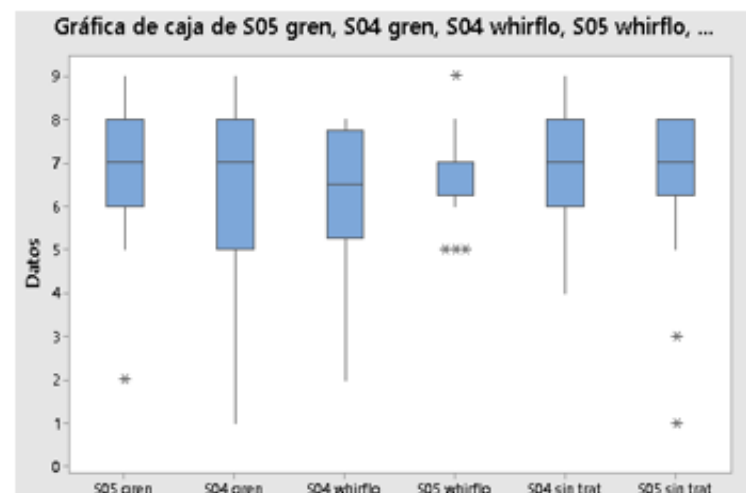


Figura 59. Gráficos de cajas obtenidos de los atributos sensoriales de cerveza artesanal Golden Ale.

Fuente: Elaboración propia

Figura 60 Gráficos de cargas de componentes para cada corrida experimental

Fuente: Elaboración propia

Gráfico de cargas de componentes corrida S05 con grenetina.

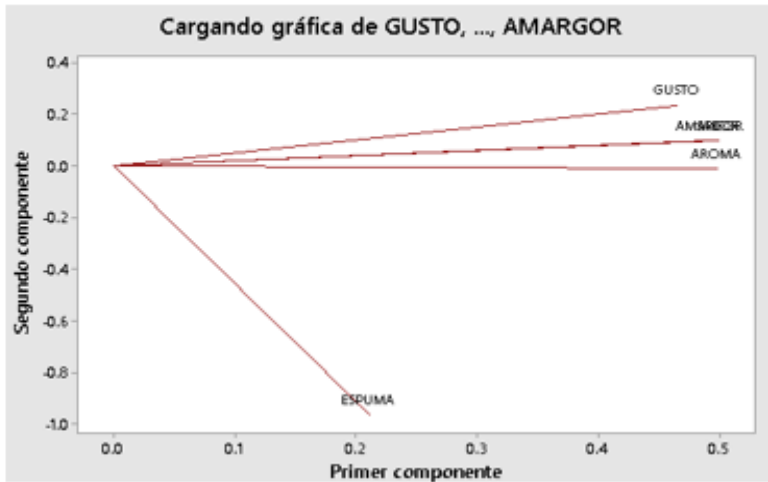


Gráfico de cargas de componentes corrida S04 con grenetina

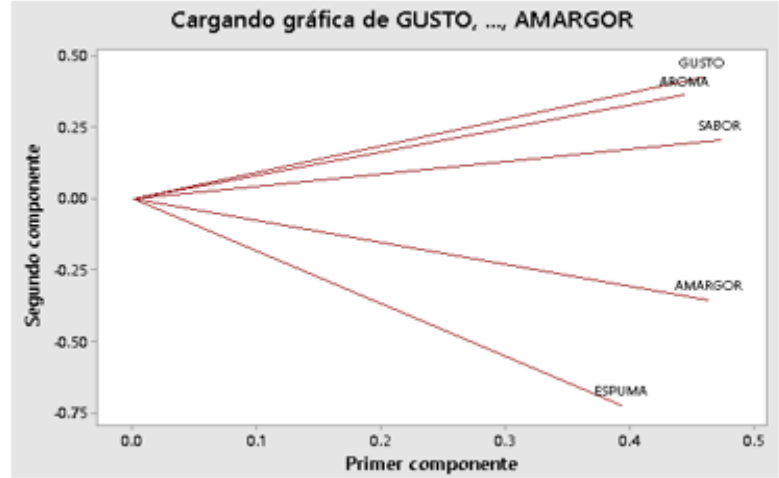


Gráfico de cargas de componentes corrida S04 con whirlfloc

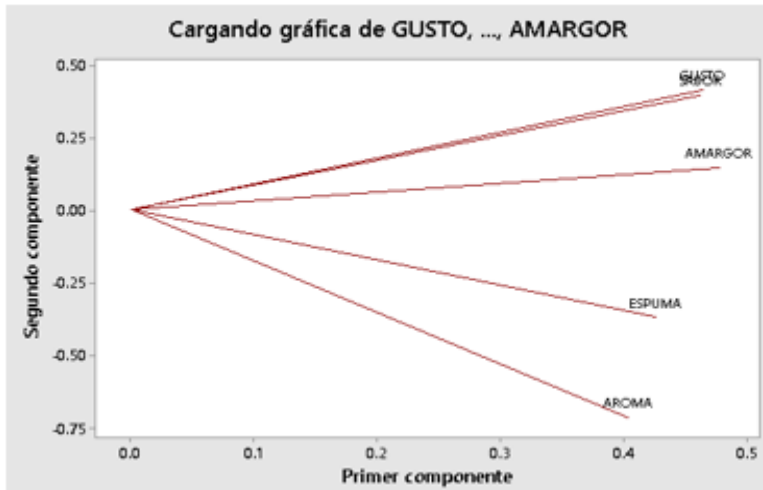


Gráfico de cargas de componentes corrida S05 con whirlfloc

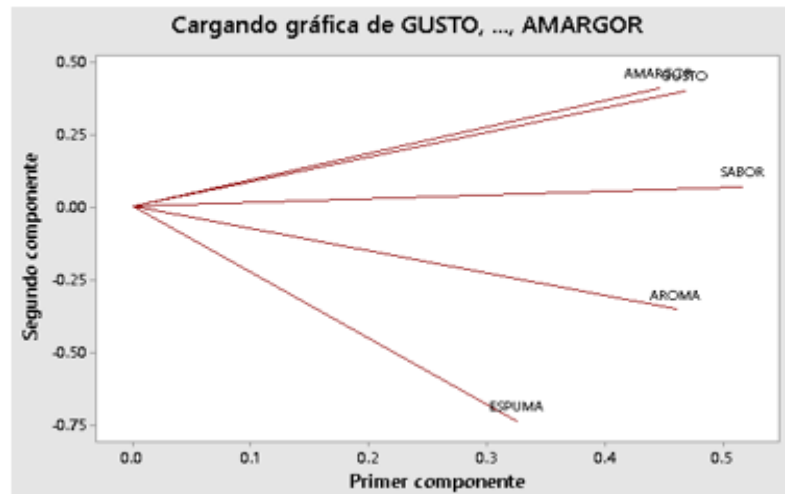


Gráfico de cargas de componentes Corrida S05 sin tratamiento

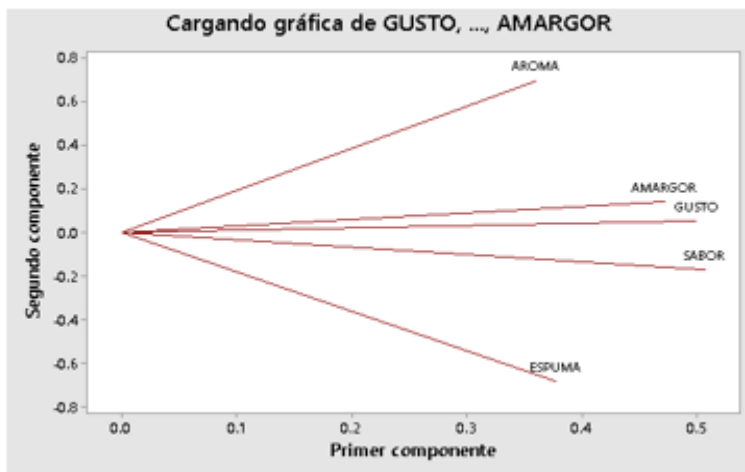
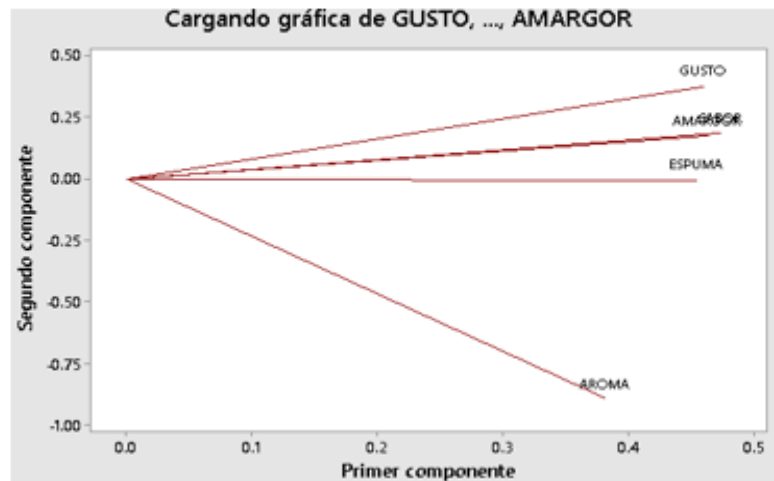


Gráfico de cargas de componentes corrida S04 sin



En cuanto a la encuesta general realizada (Anexo 2) se obtuvo la siguiente información(Anexo5)

Aunque existieron muchas opiniones distintas en cuanto a la frecuencia de consumo de cerveza de las personas los resultados obtenidos en la encuesta indican que la mayoría de las personas consume cerveza una vez por semana por otro existió una menor parte de las personas que reportó la menor frecuencia de consumo cada 6 meses, además el 100% de las personas encuestadas desconoce el estilo de cerveza Golden Ale y aunque todas las personas encuestadas consumen cerveza en general no conocen o no pueden identificar los estilos y tipos de cervezas que existen o que han consumido anteriormente, por otro lado “el sabor” es el atributo más importante para los panelistas encuestados, al comprar y consumir una cerveza, finalmente las personas encuestadas reportaron que están dispuestas a pagar un precio entre 30 y 80 pesos por este producto , el promedio de los datos reportados por los panelistas nos indica que en promedio las personas están dispuestas a pagar 50 pesos por este producto.

Con respecto a la prueba de preferencia los panelistas prefirieron la cerveza Golden Ale experimental S05 con grenetina con respecto a la cerveza comercial Golden Ale marca Allende debido a su sabor.

Conclusiones:

Con la formulación propuesta se obtuvieron los valores de pH, densidad y °Brix similares a los de la cerveza comercial Golden Ale marca Allende evaluada, mientras que su grado de amargor fue mayor al del promedio de las demás corridas experimentales.

Al hacer la comparación entre las corridas experimentales se encontró que existe diferencia significativa en el parámetro (L) de luminosidad y que al hacer uso de la cepa US05 se obtuvieron cervezas más claras con respecto a la cepa S04.

Al usar el clarificante “gnetina” se obtuvieron corridas más claras de cerveza comparado con las corridas experimentales tratadas con carragenina y sin tratamiento.

Utilizando la combinación de la cepa S05 con gnetina se obtuvo la cerveza más clara respecto a los demás tratamientos por lo que se recomienda hacer uso de esta combinación en caso de que se desee obtener una luminosidad mayor en la cerveza artesanal.

Los panelistas manifestaron la percepción de diferencia entre los tratamientos utilizados en cuanto a los atributos de aroma, sabor, espuma, amargor y gusto, por lo cual, se recomienda utilizar la combinación que se requiera de acuerdo con el atributo que se quiera obtener en un producto determinado.

Los panelistas manifestaron que la corrida experimental de su preferencia fue el tratamiento US05 con gnetina debido al amargor y al sabor que presentaba.

La cerveza elaborada en el laboratorio gustó más a los panelistas que la cerveza comercial Golden Ale marca Allende.

En cuanto al etanol obtenido con las diferentes cepas se llegó a la conclusión que no existe diferencia significativa al utilizar las cepas *Saccharomyces cerevisiae* (US05) y (S04), tampoco existe diferencia significativa para los parámetros °Brix y densidad.

Recomendaciones

Se recomienda hacer más estudios con las cepas evaluadas en este trabajo, pero dejando mayor tiempo de maduración de la cerveza, ya que, con base en los gráficos reportados por la teoría, es posible que exista un comportamiento distinto de las cepas en función de este periodo de tiempo.

Se recomienda realizar estudios más especializados acerca de la estructura de estas cepas con una microscopia electrónica de barrido (MEB) para conocer su superficie y mediante una microscopia electrónica de transmisión para conocer la estructura interna de este tipo de cepas.

Se recomienda llevar a cabo más estudios acerca de este tipo de clarificantes, utilizando diferentes concentraciones, para conocer si existe o no influencia de la concentración de los agentes clarificantes sobre la clarificación de cerveza.

También se recomienda realizar una prueba sensorial con un panel de jueces entrenados para obtener parámetros específicos de las notas de este estilo de cerveza.

ANEXO 1

Tabla A2. Contenido en alcohol por volumen correspondiente a una gravedad específica de 20°C/20°C.

Gravedad Específica	% Alc. Vol. 20 °C	Gravedad Específica	% Alc. Vol. 20 °C	Gravedad Específica	% Alc. Vol. 20 °C	Gravedad Específica	% Alc. Vol. 20 °C
1.0000	0.00	0.9969	2.09	0.9938	4.26	0.9907	6.57
0.9999	0.07	0.9968	2.15	0.9937	4.33	0.9906	6.65
0.9998	0.13	0.9967	2.22	0.9936	4.4	0.9905	6.73
0.9997	0.2	0.9966	2.29	0.9935	4.48	0.9904	6.8
0.9996	0.26	0.9965	2.36	0.9934	4.55	0.9903	6.88
0.9995	0.33	0.9964	2.43	0.9933	4.62	0.9902	6.96
0.9994	0.4	0.9963	2.5	0.9932	4.69	0.9901	7.04
0.9993	0.46	0.9962	2.57	0.9931	4.77	0.9900	7.12
0.9992	0.53	0.9961	2.64	0.9930	4.84	0.9899	7.19
0.9991	0.6	0.9960	2.7	0.9929	4.91	0.9898	7.27
0.9990	0.67	0.9959	2.77	0.9928	4.98	0.9897	7.35
0.9989	0.73	0.9958	2.84	0.9927	5.06	0.9896	7.43
0.9988	0.8	0.9957	2.91	0.9926	5.13	0.9895	7.51
0.9987	0.87	0.9956	2.98	0.9925	5.21	0.9894	7.59
0.9986	0.93	0.9955	3.05	0.9924	5.28	0.9893	7.67
0.9985	1	0.9954	3.12	0.9923	5.36	0.9892	7.75
0.9984	1.07	0.9953	3.19	0.9922	5.43	0.9891	7.82
0.9983	1.14	0.9952	3.26	0.9921	5.51	0.9890	7.9
0.9982	1.2	0.9951	3.33	0.9920	5.58	0.9889	7.98
0.9981	1.27	0.9950	3.4	0.9919	5.66	0.9888	8.06
0.9980	1.34	0.9949	3.47	0.9918	5.73	0.9887	8.15
0.9979	1.41	0.9948	3.54	0.9917	5.81	0.9886	8.23
0.9978	1.48	0.9947	3.61	0.9916	5.88	0.9885	8.31
0.9977	1.54	0.9946	3.68	0.9915	5.96	0.9884	8.39
0.9976	1.61	0.9945	3.76	0.9914	6.03	0.9883	8.47
0.9975	1.68	0.9944	3.83	0.9913	6.11	0.9882	8.55
0.9974	1.75	0.9943	3.9	0.9912	6.18	0.9881	8.63
0.9973	1.82	0.9942	3.97	0.9911	6.26	0.9880	8.71
0.9972	1.88	0.9941	4.04	0.9910	6.34	0.9879	8.79
0.9971	1.95	0.9940	4.11	0.9909	6.41	0.9878	8.88
0.9970	2.02	0.9939	4.18	0.9908	6.49	0.9877	8.96

Fuente: AOAC, 2000.

Anexo 2
Cuestionario de datos generales

Nombre: _____ Edad: _____ Genero: F M

Por favor indique si padece alguna de las siguientes enfermedades marcando con una X dentro del cuadrado

Diabetes Hipertensión Hipoglucemia Enfermedades respiratorias Alergias.
Indique a que es alérgico _____

Fuma ___ Con que frecuencia: _____ Mencione si le disgusta algún alimentos _____

¿Consumes bebidas alcohólicas? Si No ¿Que tipo de bebidas alcohólicas consume? Cerveza Vodka Vino

Whisky Tequila Ron

¿Que característica disfruta más en una cerveza? Color Aroma Sabor Espuma Ginebra Brandy Mezcal

¿Que tan frecuente es su consumo de cerveza? _____

¿Que estilo de cerveza consume? _____

¿Conoces las cervezas tipo ale? ___ ¿Conoces la cerveza Golden ale? ___ ¿Has consumido cerveza Golden ale? ___

Si ha probado la cerveza Golden ale ¿que es lo que le gusta de ese estilo de cerveza? _____

¿Cuanto está dispuesto a pagar por este producto? _____

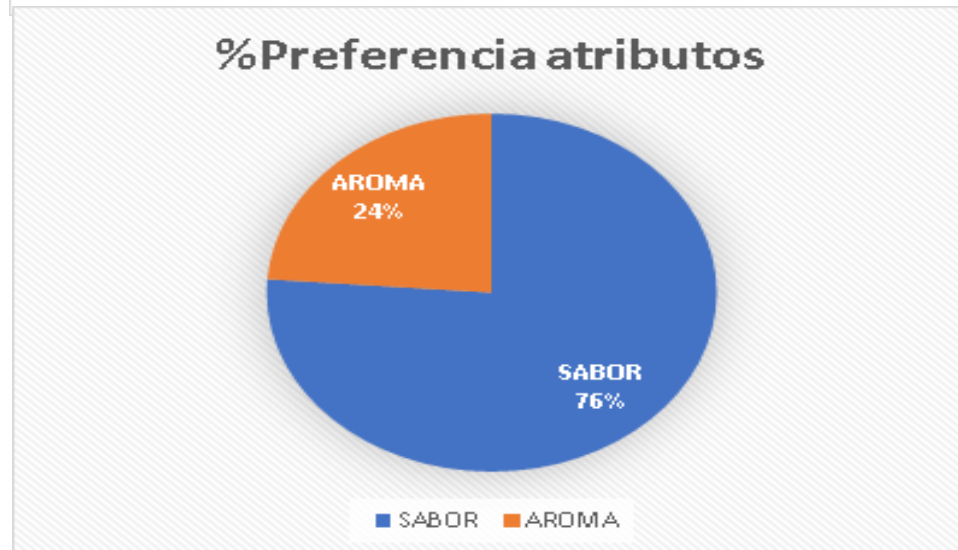
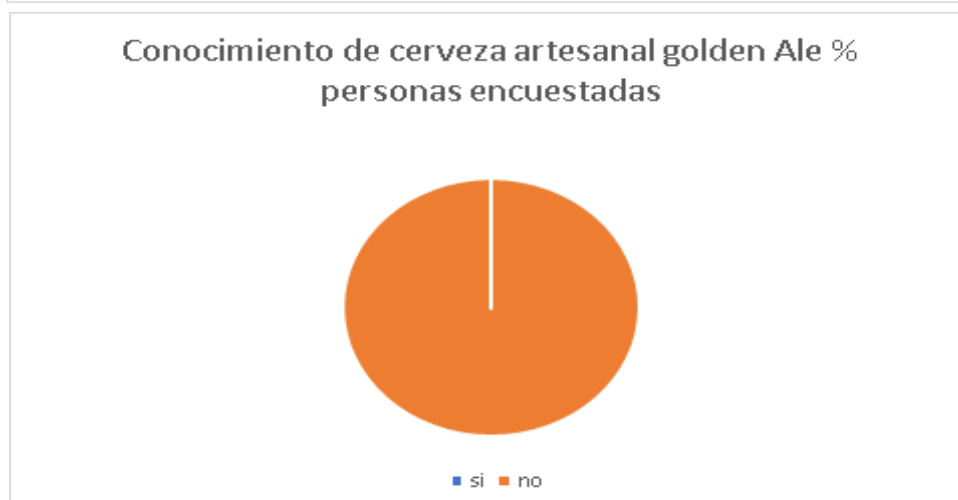
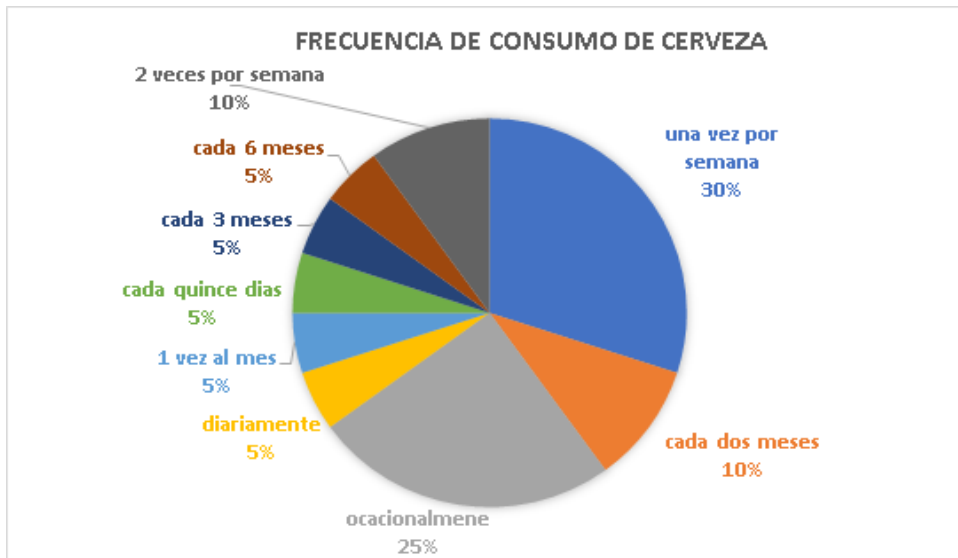
Nota : en caso de ser seleccionado no podrá Fumar ni consumir alimentos durante la prueba , firma de conformidad

Teléfono: _____

Correo: _____

Lugar de residencia : _____

Anexo 5 - Gráficos de resultados obtenidos en la encuesta de evaluación sensorial.



Referencias:

- Acermex(2018).Estadísticas de la cerveza artesanal mexicana .beereкторio.mx.<http://www.beereкторio.mx/p/estadisticas.html>
- Alarcón. Y. S (2003). Evaluación del uso de la carragenina en bebidas [Tesis licenciatura, Universidad Austral de Chile]. Archivo-digital, recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/faa321e/pdf/faa321e-TH.3.pdf>

- Algarabia,(2016)La cerveza, fecha de consulta, 27/5/2018, disponible en:<https://algarabia.com/del-mes/la-cerveza/>
- Análisis de Cervezas según la A.O.A.C. (2018). <https://tecnologiadelosalimentos27.files.wordpress.com/2018/07/anc3a1lisis-de-cervezas.docx>
- Antúnez,M(2013) “Especial: Cerveza artesanal en México” en Soy Entrepreneur[en línea]. en:<http://www.soyentrepreneur.com/25283-especial-cerveza-artesanal.html>.
- A.O.A.C.(1990)Official Methods of Analysis.Asociation of Official Analytical Chemist.15th Edición .The association.Washington D.C.
- A.V. Carrascosa (2015) Criofractura SEM S.cerevisae.La cerveza <http://caeliacerea.blogspot.com/2015/04/ingredientes-iv-la-levadura.html>
- Bamforth, C. (2008)Tap into the art and science of brewing. Oxford University Press. 780 pp
- Beerlabteam(8 de Mayo,2020) la historia de la cerveza en México,The beerlab <https://beerlab.com.mx/2020/05/08/la-historia-de-la-cerveza-en-mexico/>
- Bernáldez Camiruaga(2013),cerveza artesanal en México. Revista virtual especializada en gastronomía http://web.uaemex.mx/Culinaria/seis_ne/PDF%20finales%206/cerveza%20artesanal%20ok.pdf
- BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM, 2015, Guía de Estilos de Cerveza, disponible en: <http://cervezaentrieros.cl/ciencia/BJCP-2015-Espa%C3%B1ol.pdf>.
- Birrocracia(2014) Fermentación primaria, secundaria, choque frio, clarificado, priming, carbonatación, y madurado. Birrocracia. [Fermentacion primaria,](#)

[secundaria, choque frio, clarificado, priming, carbonatación, y madurado ¡Que lio! | BirroCracia \(wordpress.com\)](#)

Brewbox(2022).AditivosWhirflock.Brewbox.<https://brewbox.com.mx/collections/sales/products/whirfloc-t>

-Brewmasters(2020).Irish Moss agente clarificantes.Brewmasters.<https://brewmasters.com.mx/shop/irish-moss-250-gr/>

- BrewersAssociation (2002). Guía de buenas prácticas de producción, distribución y comercialización para la cerveza artesanal de calidad.

-Caballero.I.Porras ,M.Iso- α -ácidos,bitterness and los of beer quality durins storage.Trends in Food Science and technology,2012.

-CAA. (1969). ódigo Alimentario Argentino. En: www.anmat.gov.ar. Visitado Abril 2013.

-Calderon.J(2012).Elproceso de maceración de la cerveza. El blog del cervecero.

<https://www.verema.com/blog/el-blog-del-cervecero/1005265-proceso-maceracion-cerveza>

-Carretero F. (s.f). Innovación tecnológica en la industria de bebidas: Procesos de fabricación de bebidas alcohólicas. Fecha de consulta: 13/5/2018, disponible en: http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/4867/03_Memoria.pdf?sequence=4.

-Cervezal(2017).Pasteurizar o no pasteurizar.Cervezal.<https://cervezal.blogspot.com/2017/06/pasteurizar-o-no-pasteurizar.html>

-Cerveceria Allende,2022 http://www.cerveceriaallende.es/golden_ale.html

-Cerveza Argentina, 2022.Clarificación. [Cerveza de Argentina - Clarificación](#)

- Cerveza Artesana (2014), “La preservación de la cerveza: los consejos para sobrevivir sin la pasteurización”, 11/08/2014, disponible en: <http://cervezartesana.es/tienda/blog/la-preservacion-de-la-cerveza-los-consejos-parasobrevivir-sin-la-pasteurizacion.html>

-Cerveza artesana 2014 <https://cervezartesana.es/blog/post/mejorando-la-claridad-de-la-cerveza-el-uso-de-clarificantes.html>

- Cerveza artesana,2014 uso de agentes clarificantes
<https://cervezartesana.es/blog/post/mejorando-la-claridad-de-la-cerveza-el-uso-de-clarificantes.html>
- Cerveza artesana 2014 [La turbidez de la cerveza: qué la provoca y cómo se puede solucionar | Cerveza Artesana \(cervezartesana.es\)](#)
- Cerveza artesana 2014 <https://cervezartesana.es/blog/post/mejorando-la-claridad-de-la-cerveza-el-uso-de-clarificantes.html>
- Cervezaartesana(2014). La turbidez de la cerveza: qué la provoca y cómo se puede solucionar. Cervezaartesana[La turbidez de la cerveza: qué la provoca y cómo se puede solucionar | Cerveza Artesana \(cervezartesana.es\)](#)
- Cerveza Artesana (2016), "Fermentación y floculación de levadura", 25/12/2016, disponible-en:<https://www.cerveza-artesanal.co/que-significa-floculacion-en-la-levadura-y-porque-es-importante-saberlo/>
- Cerveza casera(2022).Levadura americana Safale Us 05.Cerveza casera.
<https://cervezacasera.com.mx/producto/safale-us-05/>
- Cervezadeargentina(2022).Clarificación.cervezadeargentina.
<http://www.cervezadeargentina.com.ar/procesos/clarificacion.html>
- Cerveza montseny(2020). Diferencias entre la cerveza artesanal e industrial .Cervesa del Montseny Artesana <https://cervesamontseny.cat/es/las-7-diferencias-entre-la-cerveza-artesana-y-la-industrial/>
- Chedraui.2022
<https://www.chedraui.com.mx/Departamentos/Selecto/Cervezas/Cerveza-Allende-Golden-Ale-355ml/p/000000000003557854>
- Checker manual de instrucciones testerpH(2016).Checker
<https://www.industriasociadas.com/wp-content/uploads/2016/03/Medidor-de-pH-Hanna-HI-98103.pdf>
- Cibart(2022).¿Porque utilizar clarificantes en mi cerveza?.Cibart
<https://cibart.com.ar/novedades/clarificantes-en-la-cerveza/>
- Cocinista(2018)Blonde-Ale-Cocinista:
<https://www.cocinista.es/web/es/recetas/hacer-cerveza/pale-ale/blonde-ale.html>

- Cocinista(2018)Malta-Munich.Cocinista
<https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/maltas-y-lupulos/malta-munich.html>
- Cocinista(2018)Malta-Viena.Cocinista
<https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/maltas-y-lupulos/malta-viena.html>
- Cocinista(2018)Maltachocolate.Cocinista
<https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/maltas-y-lupulos/malta-chocolate.html>
- Cocinista(2018)Malta-Pale-Ale.Cocinista.
<https://www.cocinista.es/web/es/malta-pale-ale-1-kg-entera-2401.html>
- Cocinista(2018)Malta-Pilsner.Cocinista
<https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/maltas-y-lupulos/malta-pilsner.html>
- Contrabarra(2022).Contra barra.
https://www.contrabarra.com.mx/products/cerveza-allende-golden-ale-24-pack?_pos=1&_sid=5694d376f&_ss=r
- Cybart (2022). [¿Por Que Utilizar Clarificantes En Mi Cerveza? | CIBART](#)
- Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (1993). *Fennema Química de los alimentos* (3a. ed.) Editorial Acribia.
- D. E. BriggsBarleyChapman (1978), 'La web de la cerveza' disponible en:
<http://www.lupulo.es.org/http://www.lupulo.es.org/>
- Dendy, D. A. V., Dobraszczyk, B. J.(2004). Cereales y productos derivados,Química y tecnología. Editorial acribia. Zaragoza, España. pp 403, 406-407
- Deloitte(2017).La cerveza artesanal una experiencia multisensorial. Deloitte(Cerveza Artesanal (deloitte.com))

- Determinación de grados Brix de acuerdo con guía para uso de refractómetro en cervecería versión 1, 05-12-2017. <https://ipatec.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/sites/72/2017/12/IPATEC - Refract metro V1 JIE 1 .pdf>
- *Determinación del porcentaje de alcohol en volumen de acuerdo a la NOM-142-SSA1-1995 (1976)*[DOF - Diario Oficial de la Federación](#)
- [Determinación de amargor por espectrofotometría de acuerdo a la IOB Method 9.16 \(1997\)](#)Institute of Brewing, Method of Analysis. Section 9 Beer method 9.16 Beer Bitterness. The Institute of Brewing: London, UK, 1997
- [Determinación de pH por potenciómetro de acuerdo a la AOAC Official Method 945.10 \(2000\).](#)
- [Determinación del peso específico para mostos y cervezas por el método del hidrómetro.](#)
- Determinación de color a través del espacio de color CIELAB*
[Entendiendo El Espacio de Color CIE L*A*B* - Konica Minolta Sensing](#)
- Diageo 2021 clarificación de bebidas alcohólicas [Diageo Bar Academy | Clarificación de cócteles](#)
- Directorios industriales,2016.Carrageninas [Carrageninas \(dirind.com\)](#)
- Duche (2016).La grenetina. Duche. <http://www.duche.com/la-grenetina/>
- Fabregat P.G(2019)Seguimiento de la turbidez de la cerveza[Tesis maestría ,Universidad-Rovira-I-Virgili].Archivo,digital.
https://repositori.urv.cat/estatic/TFM0011/es_TFM605.html
- Fálder, J. (2006)La cerveza prehistórica. investigaciones arqueobotánicas y experimentales. "Un poblado del Bronce Final en el Bajo Segre Lleida". Barcelona: Publicacions Universitat. pp. 54- 60
- Fermentis(2015)Safale.S-04.<http://cordillerabrew.com.ar/wp-content/uploads/2017/10/Safale-S-04-sp.pdf>
- Fermentis(2015)Safale-Us-05.<http://www.micervesa.mx/app/download/963929761/Safale+US-05-sp.pdf>.
- Fermentis (2019).Tips and Tricks guía para fabricantes de cervezas sobre levaduras secas ,activas y la fermentación. [Tips And Tricks - ESPAÑOL \(calameo.com\)](#)

- Ferrán-Lamich, J(2002), Cebada variedades cerveceras y cerveza. Barcelona: Editorial Aedos.
- Flores Félix.J.D y Rivas González.R (2015). Saccharomyces uvarum.Biblioteca de la facultad de biología imaginarium [.https://bibbiologia.usal.es/imagenes/picture.php?/1716](https://bibbiologia.usal.es/imagenes/picture.php?/1716)
- Grenetinaregia(2018).Cerveceria.Grenetinaregia.<https://www.grenetinaregia.com.mx/cerveceria/>
- Hacer cerveza artesanal(2021). Cerveza American lager. Hacer cerveza <https://hacercervezaartesanal.com/receta-cerveza-americana-california-common-cerveza-hibrida-ambar/>
- Hacer cerveza artesanal(2020). American Pale Ale (APA), cerveza americana. Hacer cerveza. <https://hacercervezaartesanal.com/american-pale-ale-apa/>
- Hacer cerveza artesanal(2021).Belgian blonde, cerveza americana. Hacer cerveza <https://hacercervezaartesanal.com/receta-belgian-blonde-ale/>
- Hacer cerveza artesanal(2021) Cerveza Belgian Dubel. Hacer cerveza <https://hacercervezaartesanal.com/cerveza-belga-receta-belgian-dubbel/>
- Hacer cerveza artesanal (2021) Cerveza Brown Ale. Hacer cerveza. <https://hacercervezaartesanal.com/receta-cerveza-brown-ale/>
- Hacer cerveza artesanal (2021). Cerveza IPA. Hacer cerveza. <https://hacercervezaartesanal.com/receta-cerveza-session-ipa/>
- Hacer cerveza artesanal(2021).Cerveza Kölsch.Hacer cerveza. Hacer cerveza. <https://hacercervezaartesanal.com/kolsch-cerveza-receta/>
- Hacer cerveza artesanal(2021).Cerveza Mild. Hacer cerveza. <https://hacercervezaartesanal.com/receta-de-cerveza-mild-consigue-un-sabor-a-chocolate/>
- Hacer cerveza artesanal(2021).Cerveza Pilsen .Hacer cerveza <https://hacercervezaartesanal.com/czech-pilsner/>
- Hacer cerveza artesanal(2021).Cerveza Weizen.Hacer cerveza. <https://hacercervezaartesanal.com/receta-cerveza-de-trigo-weissbier-alemana/>

-Hacer cerveza artesanal(2021).Como clarificar cerveza. Tipos de agentes clarificantes. hacer cerveza artesanal. <https://hacercervezaartesanal.com/como-clarificar-cerveza-agentes-clarificantes/>

- Hacer cerveza artesanal(2021).Como clarificar la cerveza.Tipos de agentes clarificantes. Hacer cerveza artesanal¿Cómo clarificar la cerveza? * Tipos de agentes clarificantes (hacercervezaartesanal.com)

-Hanna instruments(2022) Medidor de bolsillo de pH Checker® con resolución de 0.1 pH.Hanna instruments. <https://hannainst.com.mx/productos/linea/agricultura-e-hidroponia/medidor-de-bolsillo-de-ph-checker-con-resolucion-de-0-1-ph/>

--Hazchela(2010).Grenetina-natural.Hazchela.
<https://hazchela.com/esp/item/680/grenetina-natural-250g>

-Haz-chela(2022).Lúpulo-fuggles.Haz-

chela.<https://hazchela.com/esp/item/115/50/lupulo-fuggle-uk>

-Hough, J.S. (2011). Biotecnología de la cerveza y de la malta. Ed. Acribia, S. A. España 187 pp

- Hough, J. (2002). Biotecnología de la cerveza y de la malta. Zaragoza: Acribia S.A.

-Hopt magazine 2018 <https://www.hopt.es/magazine/cerveza-en-casa/4/turbidez-de-la-cerveza-por-que-sucede-y-como-evitarlo/52>

-Hughes P.S.; Baxter E.D. (2001) Cerveza. Calidad, Higiene Y Características Nutricionales.Editorial Acribia.

-INAH,(2013), “Historia de la cerveza en México” fecha de consulta (6/4/2018)disponible en: <http://www.inah.gob.mx/es/boletines/849-historia-de-la-cerveza-en-México>

-INEGI(2020).Conociendo la industria de la cerveza.
https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825198428.pdf

-J.C. Ortiz.(2020) Elaboración y caracterización de geles mixtos de grenetina tipo B y proteína concentrada de suero pretratada por ultrasonido de alta potencia[Tesis licenciatura,Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Facultad de Ingeniería Química Colegio de Ingeniería de Alimentos].Archivo-digital, recuperado de <https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/10200/20201208120203-2983-TL.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

- J.S. Hough. Biotecnología de la cerveza y de la malta. Editorial Acribia. 1990.

- Juarez 2020 <https://thefoodtech.com/tendencias-de-consumo/los-mexicanos-prefieren-la-cerveza-4-de-cada-10-la-consume/>
- Konica Minolta(2022).Determinación de color CIALAB. [Entendiendo El Espacio de Color CIE L*A*B* - Konica Minolta Sensing](#)
- Konika minolta(2006). Entendiendo El Espacio de Color CIE L*A*B* <https://sensing.konicaminolta.us/mx/blog/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/#:~:text=El%20espacio%20de%20color%20L,con%20la%20percepci%C3%B3n%20visual%20humana.>
- La carta de cerveza(2022). Breve acercamiento a la filtración en nuestra cerveza artesana.La carta de cerveza. [Breve acercamiento a la filtración en nuestra cerveza artesana | La Carta de Cervezas](#)
- Levabeer(2020).Proceso de molienda de malta para cerveza artesanal.Levabeer. <https://levabeer.com/proceso-de-molienda-de-malta-para-cerveza-artesanal/>
- Library(2022).Cocción del mosto.Library <https://1library.co/article/coccion-del-mosto-manual-elaboracion-para-maestros-cerveceros.z3lmvp9z>
- Maltacerveceros(2022).Maltas-caramel.Malta-cerveceros. <http://www.maltascerveceros.com/maltas-caramelo/>
- Martin Pavlovic, Viljem Pavlovic. (2010). EVALUACIÓN DE MODELOS DE LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD PARA LOS LÚPULOS (Humulus lupulus L.).SCIELO, 22, 339-351
- Munroe James H. (2006),” Handbook of Brewing”, segunda edición, editorial Boca Raton: CRC
- Maltosaa(2017).10 Tips para el embotellado de cerveza casera.Maltosaa. <https://maltosaa.com.mx/tips-para-el-embotellado-de-cerveza-casera/>
- Maltosaa(2019).Todo lo que debes saber sobre el enfriado el mosto.Maltosaa <https://maltosaa.com.mx/enfriador-de-mosto/>
- Maltosaa (2022).Levadura inglesa Fermentis safale s04.Maltosaa <https://maltosaa.com.mx/producto/levadura-safale-s-04-fermentis/>
- Mayer.A.(2016).Similitud y diferencia entre los granos de cereales.https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_granos/41-grano_maiz.pdf

-Morales, C. (s/f) “La cerveza artesanal en México” en Mexico Desconocido [en línea]. Consultado el 18 de septiembre de 2014 en:<http://www.mexico-desconocido.com.mx/cerveza-artesanal-mexico.html>

-M. Verzele D. De Keukeleire. (1991). Chemistry and Analysis of Hop and Beer Bitter Acids. Developments in Food Science, vol.27, 439pp

-Ortega A.(2012) Desarrollo de un método analítico para la cuantificación de la dureza de gel en postres . [Tesis licenciatura, Universidad de carabobo facultad experimental de ciencias y tecnología]. Archivo-digital, recuperado de <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/826/aortega.pdf?sequence=4>

-Palmer JJ. (2006). How to brew: Ingredients, methods, recipes, and equipment for brewing beer at home. 3rd ed. Boulder Colo.: Brewers Publications. xv, 347.ISBN: 978- 0937381885.

- Papazian C, Gatza P, Swersey C, Skyeck C. (2015). Beer Style Guidelines, fecha de consulta, 4/5/2018, disponible en:<https://www.brewersassociation.org/wp-content/uploads/2015/03/2015-brewers-association-beer-style-guidelines.pdf>.

-pastor,2019

https://elviajero.elpais.com/elviajero/2019/03/07/actualidad/1551973781_386554.html

- Pérez Amador, Dolores Elizabeth, Treminio Aguirre, s/f, “El proceso productivo” compañía cervecera de Nicaragua ale mercado nacional, fecha de consulta 23/6/2018, Disponible, en:http://www.bvsde.org.ni/Web_textos/UNICA/UNICA0028/Cap05.pdf

- Rafael E Olivero* , Yelitza Aguas M.** , Katia Cury R(2011). Evaluación del efecto de diferentes cepas de levadura (Montrachet, K1-V1116, EC-1118, 71B-1122 y IVC-GRE ®) y clarificantes sobre los atributos sensoriales del vino de naranja criolla (Citrus sinensis). <https://www.redalyc.org/pdf/776/77621348022.pdf>

-Recetas de cerveza(2022).Cerveza Viena lager. Recetas de cerveza . <https://recetasdecerveza.net/vienna-lager/mornington-vienna-lager/>

-Recio, G. (2004) “El nacimiento de la industria cervecera en México, 1880-1910” Segundo Congreso Nacional de Historia Económica. Facultad de Economía de la UNAM, Ciudad de México, 27-29 de octubre. [Versión preliminar en línea] Consultado el 18 de septiembre de 2014

en:<http://www.economia.unam.mx/amhe/memoria/simposio09/Gabriela%20R ECIO.pdf>

-(Ruiz,Canedo,Narváez y Robles,2016) Producción de etanol por Saccharomices cerevisiae y Zymomonas mobilis . <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v50n5/1405-3195-agro-50-05-551-es.pdf>

-Sagarpa,(2017), Fecha de consulta (12/4/2018) disponible en:<http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/hidalgo/boletines/Paginas/2017B025.aspx>

-Sanchez A,2021.Producción de gnetina en México. [Esta gelatina sí cuajó: producción de gnetina en México alcanza récord histórico gracias al COVID – El Financiero](#)

- Sophie Greloux(2002). El Gran Libro de las Cervezas. Ed. Iberlibro;Barcelona sobrevivir sin la pasteurización, 11/08/2014, disponible en:<http://cervezartesana.es/tienda/blog/la-preservacion-de-la-cerveza-los-consejos-parasobrevivir-sin-la-pasteurizacion.html>

-Storecheck(2021)Valor de la industria cervecera en México. [Storecheck https://blog.storecheck.com.mx/conoce-el-valor-de-la-industria-cervecera-en-mexico-2021](https://blog.storecheck.com.mx/conoce-el-valor-de-la-industria-cervecera-en-mexico-2021)

-Suárez D.M. (2013). Cerveza components y propiedades [Tesis maestría,Universidad de Oviedo].Archivo-digital. https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/19093/TFM_%20Maria%200Suarez%20Diaz.pdf?sequence=8

-Tarragona(2019).Seguimiento de la turbidez de la cerveza. https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2Furl%3Fsa%3Dt%26rct%3Dj%26q%3D%26esrc%3Ds%26source%3Dweb%26cd%3D%26ved%3D2ahUKEwiZnLCficc2AhXSlmoFHa4MBh4QFnoECEoQAQ%26url%3Dhttp%253A%252F%252Fportal0.urv.cat%253A18080%252Ffourrepo%252Frest%252Faudit%252Fdigitalobjects%252FDS%253FobjectId%253DTFM%25253A605%2526datastreamId%253DMem%2525C3%2525B2ria%2526label%253DTFM%25253A605%2526mime%253Dapplication%252Fpdf%2526lang%253Den%26usg%3DAOvVaw1dbBtNQ0RXTTooWtRrK3H6z%26fbclid%3DIwAR2EyZA54_xxA4ICbEwY-

- [UOCEiemtMP4163lpr9ttmkTUHo5-2E878meStA&h=AT3qof7qKKprqPIrYLzcl66ZCHcg7B16M4IC498rAnkIGS85x--VlnYNjkzN6zz8HZsfFyytzPOeG4LJDduC-VhWlhr9VpQGnhoHum9zREhfY7YIL4gBuk3KJs6moDP6TapCMw](#)
- Thebeerlab(2022).La historia de la cerveza en México. [La historia de la cerveza en México | THE BEERLAB](#)
- Uvinum(2012)La malta en la cerveza.Blogmumumio.
<http://blog.mumumio.com/post/2012/01/31/la-malta-la-cerveza/>
- Vogel, W. (1996). Elaboración casera de cerveza. Editorial Acribia S.A. España. 121 pp
- Walmart(2022)Agua-great-value.Walmart
https://super.walmart.com.mx/agua/agua-great-value-1-I/00750179166615?adBanner=super&adStoreId=0000009999&gclid=CjwKCAiA0KmPBhBqEiwAJqKK45LgDTZfS44TnpUFBaKz9d4k727Dv-BIOjxSk5f7PBwf7gVAr3YmcxoCImEQAvD_BwE
- Wilson(2008).¿Como leer un higrómetro ? [En linea] [CERVEZA ARTESANAL \(mi-cervezaartesanal.blogspot.com\)](#)
- Winkler K. (2018). Textura Natural y a la medida. GELYMAR.
<https://tlatca.sofexamericas.com/resumen/2018/p2.pdf>
- Wolfgang Kunze. (2006). Tecnología para cerveceros y malteros. Alemania:VLB Berlin.
-