



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DE LA CEBADA GERMINADA
EN FUNCIÓN DEL SABOR DE LA CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE EN BASE A LOS
CRITERIOS DE NORMALIZACIÓN DE LA ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL
COLLABORATION (AOAC) A NIVEL DE LABORATORIO**

Ana María Espina León

Asesorado por el Ing. César Alfonso García Guerra

Coasesorado por el Ing. Carlos Iván Espina Figueroa

Guatemala, septiembre de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DE LA CEBADA GERMINADA
EN FUNCIÓN DEL SABOR DE LA CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE EN BASE A LOS
CRITERIOS DE NORMALIZACIÓN DE LA ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL
COLLABORATION (AOAC) A NIVEL DE LABORATORIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ANA MARÍA ESPINA LEÓN

ASESORADO POR EL ING. CESAR ALFONSO GARCÍA GUERRA
COASESORADO POR EL ING. CARLOS IVÁN ESPINA FIGUEROA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO a.i.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

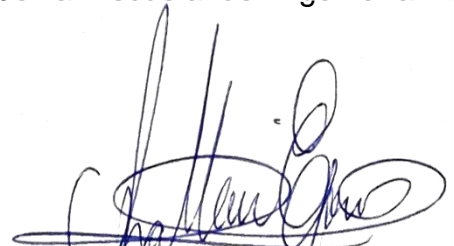
DECANA	Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Gerardo Ordóñez
EXAMINADOR	Ing. Jorge Rodolfo García Carrera
EXAMINADORA	Inga. Cinthya Patricia Ortiz Quiroa
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DE LA CEBADA GERMINADA
EN FUNCIÓN DEL SABOR DE LA CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE EN BASE A LOS
CRITERIOS DE NORMALIZACIÓN DE LA ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL
COLLABORATION (AOAC) A NIVEL DE LABORATORIO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 13 de julio de 2020.



Ana María Espina León

Guatemala 9 de agosto de 2023

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela Ingeniería Química
Presente.

Estimado Ingeniero Williams:

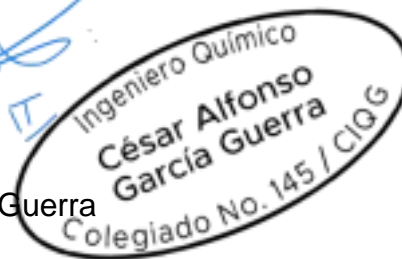
Le saludo cordialmente, deseándole éxitos en sus actividades. Por medio de la presente hago constar que he revisado y aprobado el Informe Final en la modalidad TESIS, con seminario de investigación, del trabajo de graduación titulado: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DE LA CEBADA GERMINADA EN FUNCIÓN DEL SABOR DE LA CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE EN BASE A LOS CRITERIOS DE NORMALIZACIÓN DE LA ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL COLLABORATION (AOAC) A NIVEL DE LABORATORIO", elaborado por la estudiante de la carrera de Ingeniería Química, Ana María Espina León, quien se identifica con el registro académico 2011-22945 y con el CUI 2146 77370 0101.

Agradeciendo la atención a la presente, me suscribo de usted,

Atentamente,


Cesar Alfonso García Guerra
ASESOR

Ingeniero Químico
Colegiado activo no. 145





Guatemala, 28 de agosto de 2023.
Ref. EIQ.TG-IF.020.2023.

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el registro de evaluación, correlativo **013-2020**, le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL

Solicitado por el estudiante universitario: **Ana María Espina León**.
Identificado con número de carné: **2146773700101**.
Identificado con registro académico: **201122945**.
Previo a optar al título de la carrera: **Ingeniería Química**.
En la modalidad: **TESIS (Informe Final, Seminario de Investigación)**.

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DE LA CEBADA GERMINADA EN FUNCIÓN DEL SABOR DE LA CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE EN BASE A LOS CRITERIOS DE NORMALIZACIÓN DE LA ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL COLLABORATION (AOAC) A NIVEL DE LABORATORIO

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por:

César Alfonso García Guerra, profesional de la Ingeniería Química
Carlos Iván Espina Figueroa, profesional de la Ingeniería Química

Habiendo encontrado el referido trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Mercedes Esther Rodríguez Chávez
Ingeniera Química
Colegiado No. 1451

Mercedes Esther Rodríguez Chávez
profesional de la Ingeniería Química
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo

ACAII

Agencia Centroamericana de Acreditación de
Programas de Arquitectura y de Ingeniería

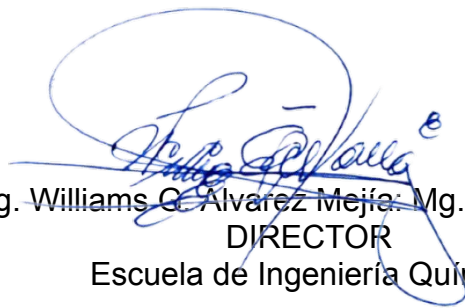




LNG.DIRECTOR.196.EIQ.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DE LA CEBADA GERMINADA EN FUNCIÓN DEL SABOR DE LA CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE EN BASE A LOS CRITERIOS DE NORMALIZACIÓN DE LA ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL COLLABORATION (AOAC) A NIVEL DE LABORATORIO**, presentado por: **Ana María Espina León** , procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“Id y Enseñad a Todos”



Ing. Williams G. Alvarez Mejia: Mg.I.Q., M.U.I.E.
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, septiembre de 2023.

LNG.DECANATO.OI.659.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS DE LA CEBADA GERMINADA EN FUNCIÓN DEL SABOR DE LA CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE EN BASE A LOS CRITERIOS DE NORMALIZACIÓN DE LA ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL COLLABORATION (AOAC) A NIVEL DE LABORATORIO**, presentado por: **Ana María Espina León**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. José Francisco Gómez Rivera

Decano a.i.

Guatemala, septiembre de 2023

JFGR/gaoc

Guatemala 9 de agosto de 2023

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela Ingeniería Química
Presente.

Estimado Ingeniero Williams:

Le saludo cordialmente, deseándole éxitos en sus actividades. Por medio de la presente hago constar que he revisado y aprobado el Informe Final en la modalidad TESIS, con seminario de investigación, del trabajo de graduación titulado: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DE LA CEBADA GERMINADA EN FUNCIÓN DEL SABOR DE LA CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE EN BASE A LOS CRITERIOS DE NORMALIZACIÓN DE LA ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL COLLABORATION (AOAC) A NIVEL DE LABORATORIO", elaborado por la estudiante de la carrera de Ingeniería Química, Ana María Espina León, quien se identifica con el registro académico 2011-22945 y con el CUI 2146 77370 0101.

Agradeciendo la atención a la presente, me suscribo de usted,

Atentamente,



Carlos Iván Espina Figueroa
ASESOR
Ingeniero Químico
Colegiado activo no. 443

Carlos Iván Espina Figueroa
INGENIERO QUIMICO
COLEGIADO 443

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por cada día, la salud, la familia y por ser parte fundamental en mi vida.

Mis padres

Carlos Iván Espina Figueroa y Ana María León Palacios de Espina, por su amor y apoyo incondicional en cada momento.

Mis abuelos

Por su amor y apoyo en vida, seres incondicionales y generosos.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme todos los conocimientos necesarios para desarrollarme como ingeniera química.
Mis padres	A lo largo de mi vida, desde el día de mi nacimiento han dado forma a mi vida, personas extraordinariamente verdaderas, de carne y hueso, llenos de amor y que son mi mayor inspiración para todo, las personas de quien recibí mi nombre y mi sangre. Son amables, decentes y muy generosos, son dos pilares sin los que no podría mantenerme en pie y estoy orgullosa de ser su hija. Jamás me dejaron pensar que no podría hacer exactamente lo que quisiera o ser lo que quería ser, llenando nuestra casa de amor y de risas, de libros y de música infatigables en su esfuerzo para darme como modelos. En realidad, ellos nunca se han dado cuenta de que la persona que en realidad quiero ser son ellos.

Mis abuelos

Personas llenas de amor y de inspiración para cualquier parte de mi vida, ejemplos de lucha y perseverancia para todo, llenaron mi vida de un punto de vista y un acervo cultural único más allá de un horizonte, siendo una piedra angular y una guía irrepetible e irreparable.

Mis tíos

Son parte fundamental de mi formación, por todas las experiencias y convivencia que me ayudaron a ser quien soy ahora.

Mi esposo

Quiero darte las gracias por todo lo que me has dado: tu compañía, tu apoyo, tu comprensión y presencia. Doy gracias a Dios por brindarme la oportunidad de tenerte a mi lado. Eres alguien en quien puedo confiar, divertirme y soñar. Eres parte de mi vida, de mis pensamientos, sentimientos, decisiones y emociones.

Mis amigos

Por todos los momentos compartidos, las desveladas y por su grata amistad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
HIPÓTESIS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. MARCO CONCEPTUAL.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación	5
1.3. Determinación del problema.....	7
1.3.1. Definición	7
1.3.2. Delimitación	8
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. La cerveza	9
2.1.1. Ley de Beer-Lambert.....	10
2.1.2. Efectos beneficios del consumo moderado del alcohol	11
2.2. Materias primas	11
2.2.1. Agua	11
2.2.2. Cebada germinada (malta)	12
2.2.2.1. Malta melanoidina.....	13
2.2.3. Lúpulo	14

2.2.3.1.	Ácidos alfa y ácidos beta en lúpulo	16
2.2.3.2.	Componentes amargos o resinas del lúpulo.....	16
2.2.3.3.	α -ácidos y los β -ácidos en el lúpulo.....	17
2.2.4.	Levadura	18
2.2.4.1.	Levaduras de fermentación alta y baja	19
2.2.5.	Azúcar	20
2.2.5.1.	Azúcares reductores por titulación de tiosulfato de sodio	20
2.2.6.	Colorimetría según norma AOAC 976.08	21
2.2.7.	Amargor según norma AOAC 970.16.....	21
2.2.8.	Pruebas sensoriales para evaluación organoléptica.....	21
2.2.9.	HACCP implementado a materias primas para la elaboración de cerveza artesanal.....	23
2.2.10.	HACCP para infraestructura de control de calidad	23
2.2.11.	Instrumentos de control	24
2.2.12.	Peso	25
2.2.13.	Temperatura.....	25
2.2.14.	Hidrómetro.....	26
2.2.15.	Potenciómetro	27
2.2.16.	Refractómetro.....	27
2.2.17.	TDS metro	28
2.2.18.	Microscopio	29
2.2.19.	Regulador de temperatura.....	29
2.2.20.	Trampa de aire para fermentador.....	29
2.2.21.	Trazabilidad.....	30

2.2.22.	Fabricación de malta de cebada.....	31
2.2.23.	Etapas básicas durante el proceso de conversión de cebada a malta (germinación)	31
2.2.23.1.	Recepción, limpia y clasificación	31
2.2.23.2.	Remojo y germinación	31
2.2.23.3.	Secado y tostado	32
2.2.24.	Descripción de los equipos que componen el laboratorio.....	32
2.2.24.1.	Molino	32
2.2.24.2.	Macerador.....	33
2.2.24.3.	Tanque de maceración	33
2.2.24.4.	Bomba centrífuga	33
2.2.24.5.	Maceración por decocción	34
2.2.24.6.	Tanque hervidor.....	34
2.2.24.7.	Intercambiador de calor	35
2.2.24.8.	Fermentador	35
3.	DISEÑO METODOLÓGICO	37
3.1.	Variables.....	37
3.1.1.	Variables independientes	37
3.1.2.	Variables dependientes	37
3.2.	Delimitación del campo de estudio	38
3.3.	Recursos humanos disponibles.....	38
3.4.	Recursos materiales disponibles	38
3.4.1.	Equipo	38
3.4.2.	Instrumentos de medida	39
3.5.	Técnica cualitativa o cuantitativa	40
3.5.1.	Técnica cualitativa	40
3.5.2.	Técnica cuantitativa	41

3.6.	Recolección y clasificación del equipo utilizado	41
3.6.1.	Molino	41
3.6.2.	Macerador	41
3.6.3.	Bomba centrífuga	42
3.6.4.	Tanque del hervido.....	42
3.6.5.	Intercambiador de calor.....	42
3.6.6.	Fermentador.....	42
3.6.7.	Peso	43
3.6.8.	Temperatura.....	43
3.6.9.	Hidrómetro.....	43
3.6.10.	Potenciómetro	43
3.6.11.	Refractómetro.....	44
3.6.12.	TDS metro	44
3.6.13.	Microscopio	44
3.6.14.	Regulador de temperatura.....	44
3.7.	Inversión económica	44
3.8.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información.....	45
3.9.	APV.....	45
3.10.	Análisis comparativo	46
3.11.	Análisis estadístico.....	47
3.11.1.	Promedio.....	47
3.11.2.	Desviación estándar	48
3.12.	Plan de análisis de los resultados	48
3.12.1.	Métodos y modelos de los datos según tipo de variables	49
3.12.2.	Programas por utilizar para análisis de datos.....	49
4.	RESULTADOS.....	51

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	65
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS	75
APÉNDICES	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	14
Figura 2.	Estructura química de la α ácidos y los β ácidos del lúpulo.....17
Figura 3.	Comparación de amargor entre muestras61
Figura 4.	Comparación de azúcares reductores entre muestras62
Figura 5.	Comparación de color en °SRM entre muestras.....62
Figura 6.	Resultados de pruebas organolépticas para la cerveza sabor fresa.....63
Figura 7.	Resultados de pruebas organolépticas para la cerveza sabor naranja.....63
Figura 8.	Resultados de pruebas organolépticas para la cerveza sabor chocolate64

TABLAS

Tabla 1.	Categorías por utilizar en las pruebas sensoriales de sabor22
Tabla 2.	Cantidad de materia prima para 5 litros de cerveza Pale Ale37
Tabla 3.	Especificaciones de los instrumentos de medida39
Tabla 4.	Inversión del proyecto.....45
Tabla 5.	Comparación para el estudio de mercado47
Tabla 6.	Cantidad de materia prima para 5 litros de cerveza Pale Ale49
Tabla 7.	pH del agua utilizada para cada lote de cerveza en sus diferentes sabores51
Tabla 8.	Cantidad de materia prima por lote.....51

Tabla 9.	Cantidad y tiempo de integración de lúpulo.....	52
Tabla 10.	Temperaturas de fabricación de la cerveza para todos los sabores.....	52
Tabla 11.	Temperaturas de salida del intercambiador de calor (°C) al fermentador.....	52
Tabla 12.	pH del mosto fabricado para sus distintos sabores	53
Tabla 13.	Porcentaje de grados Brix del mosto fabricado para sus distintos sabores.....	53
Tabla 14.	Gravedad específica del mosto fabricado para sus distintos sabores.....	53
Tabla 15.	pH del producto terminado para cada uno de los sabores	54
Tabla 16.	Porcentaje de grados brix de producto terminado para cada uno de los sabores	54
Tabla 17.	Gravedad específica del producto terminado para cada uno de los sabores	54
Tabla 18.	Porcentaje de alcohol del producto terminado por el método APV	55
Tabla 19.	Sólidos totales de producto terminado (ppm)	55
Tabla 20.	Amargor de producto terminado (°IBU)	55
Tabla 21.	Azúcares reductores en el producto terminado (%)	56
Tabla 22.	Color en el producto terminado (°EBC)	56
Tabla 23.	Color en el producto terminado (°SRM).....	56
Tabla 24.	Absorbancia de la cerveza analizada en el proceso de fabricación	57
Tabla 25.	Muestra comparativa Chelita linda, Cervecería 14	57
Tabla 26.	Promedio entre muestra comercial y las muestras de fresa.....	57
Tabla 27.	Promedio entre muestra comercial y las muestras de naranja	58
Tabla 28.	Promedio entre muestra comercial y las muestras de chocolate ..	58

Tabla 29.	Desviación estándar entre muestra comercial y las muestras de fresa.....	58
Tabla 30.	Desviación estándar entre muestra comercial y las muestras de naranja.....	59
Tabla 31.	Desviación estándar entre muestra comercial y las muestras de chocolate	59
Tabla 32.	Resumen de análisis de varianza (ANOVA)	59
Tabla 33.	Análisis de varianza (ANOVA)	60
Tabla 34.	Resultados de encuestas realizadas para pruebas sensoriales organolépticas	60
Tabla 35.	Promedios de encuestas realizadas para pruebas sensoriales organolépticas	61

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
HP	Caballo de fuerza
S	Desviación estándar
°Brix	Grados Brix
°C	Grados centígrados
°F	Grados Fahrenheit
gr	Gramos
hrs	Horas
kg	Kilogramo
lbs	Libras
L	Litros
Mil	Miles de pulgada
ml	Mililitros
ppm	Partes por millón
%	Porcentaje
Ni	Recuento de datos por lote
p/v	Relación en porcentaje entre el peso del soluto y el volumen de la solución.
V	Voltio

GLOSARIO

Ácidos alfa	Responsables del amargor en la cerveza. Se les llama también humulonas y son unas resinas que hay en el lúpulo, concretamente en las glándulas resinosas de la flor, responsables del amargor y de las propiedades psicoactivas.
Ácidos beta	Resinas, pero con un poder de amargor muy pequeño. Sin embargo, estas resinas se pueden estropear fácilmente en presencia de oxígeno y generar sabores extremadamente amargos y desagradables.
Aceite fusel	También llamado alcohol de fusel está formado por alcoholes de orden superior (es decir, alcoholes con más de dos átomos de carbono), formado por fermentación y presente en la cerveza.
Ale	Nombre que abarca a todas las cervezas de fermentación alta, el proceso de fermentación ocurre en la superficie del líquido.
Almidón	Materia prima principal para la fabricación de la cerveza, durante la elaboración de la cerveza es convertido en azúcares por procedimientos bioquímicos enzimáticos.

Análisis organoléptico	Prueba de degustación o cata para determinar la calidad del producto. El análisis organoléptico es una prueba siempre subjetiva que involucra directamente al gusto y olfato, pero que también está relacionada con el sentido de la vista y del tacto.
Balanza digital	Instrumento que sirve para medir la masa de los objetos.
Cebada	Grano de origen vegetal perteneciente a la clasificación de los cereales. Se trata de una planta gramínea y crece de la misma manera que otros cereales como el trigo.
Densidad	Relación entre la masa y el volumen de una sustancia.
Diacetilo	Producto químico natural procedente de la fermentación. Determina en gran medida el cuerpo y el dulzor de la cerveza. Nombre científico butano-2,3-diona.
Efluentes	Volumen de agua residual que se genera en las instalaciones cerveceras.
Enzimas	Moléculas de naturaleza proteica que catalizan reacciones químicas, siempre que sean termodinámicamente posibles.

Esteres	Son sabores afrutados que, pasando el umbral de percepción en exceso, pueden conferir sabores demasiado pronunciados e incluso impartir amargor seco, a la cerveza. Los ésteres son el resultado de la esterificación de ácidos grasos y de alcoholes superiores que se realiza fundamentalmente durante la fermentación principal.
Evaporación	Proceso físico que consiste en el paso lento y gradual de un estado líquido hacia un estado gaseoso.
Fermentación	Proceso mediante el cual la levadura transforma los azúcares provenientes del mosto de cebada, en etanol y dióxido de carbono.
Grados Brix	Determina el cociente total de materia seca (generalmente azúcares) disuelta en un líquido.
Germinación	Un grano de cebada con suficiente humedad, con oxígeno disponible y a la temperatura adecuada inicia un período de vida activa con numerosas modificaciones morfológicas, químicas y biológicas.
Hidratos de carbono	Son funciones en segundo grado de oxidación. Se consideran derivados de un hidrocarburo por sustitución de dos átomos de hidrógeno en un mismo carbono por uno de oxígeno, dando lugar a un grupo oxo ($=O$). Si la sustitución tiene lugar en un carbono primario, el compuesto resultante es un aldehído, y se

nombra con la terminación -al. Si la sustitución tiene lugar en un carbono secundario, se trata de una cetona, y se nombra con el sufijo -ona.

Hidrómetro

Instrumento que mide la densidad específica de un líquido.

Lager

Tipo de cerveza con sabor acentuado que se sirve fría, caracterizada por fermentar en condiciones más lentas empleando levaduras especiales, conocidas como levaduras de fermentación baja, y que en las últimas partes del proceso son almacenadas en bodegas.

Levadura

Hongos unicelulares que se reproducen por gemación. En la fabricación de cerveza, el azúcar de la maltosa es fermentado por la levadura a alcohol y CO₂.

Malta de cebada

Cebada que ha germinado y ha sido posteriormente secada y tostada en un proceso que suele denominarse malteado.

Malta de melanoidina

Sigue un proceso de malteado que resalta de manera notable el sabor a malta en la cerveza resultante.

Mosto

Líquido extraído del proceso de remojo de malta durante el proceso de fabricación de la cerveza.

pH	Coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa.
Refractometría	Método óptico que determina la velocidad de propagación de la luz en un medio contra la velocidad de la luz en el vacío, con uso de la unidad de índice de refracción, lo cual se relaciona directamente con la densidad de este medio.
Sustancia nitrogenada	Indispensables como nutrientes para el desarrollo de las levaduras y bacterias, siendo las principales: proteínas, polipéptidos, y aminoácidos.
Trasiego	En la elaboración de cerveza una de las funciones principales que se consigue al cambiar el mosto cervecero de un recipiente a otro.
Temperatura	Magnitud referida a la noción de calor medible mediante un termómetro.
TDS metros	Cuantificación de los sólidos solubles totales o la conductividad en el agua.

RESUMEN

Inicialmente se realizó una revisión bibliográfica donde se establecieron precedentes en la fabricación de cerveza artesanal. Siendo los principales aspectos: sabor, aroma, textura y color; para determinar el método correspondiente a cada característica organoléptica, llegando a la conclusión de realizar un procedimiento en donde se utilizaron los únicos ingredientes que lleva una cerveza con la singular variante de adicionarle a estos saborizantes naturales estableciendo una nueva opción para la comercialización de ésta en cuanto a sabor.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar una disminución del contenido de lúpulo en 0.16 % de su contenido en la formulación y la etapa en la cual se agrega a la preparación haciendo posible el decremento de las propiedades organolépticas de la cebada germinada (malta), la cual proporciona sabores característicos en la fabricación de cerveza artesanal, logrando disminuir el nivel de amargor en valores por debajo de 2.7 °IBU.

Se Identificaron los puntos críticos del proceso que finalmente determinaron la calidad del producto enfatizando en el cumplimiento normalizado AOAC Y HACCP para la seguridad del producto terminado, así como de la salud humana, se tomó en cuenta la cantidad de los ingredientes, realizando diferentes pruebas para el análisis en el producto terminado desde la germinación de este en el macerador y posterior enfriamiento en el intercambiador de calor hasta su fermentación.

OBJETIVOS

General

Evaluar las propiedades organolépticas de la cebada germinada (Malta) utilizada en la elaboración de cerveza artesanal tipo ale en base a criterios de normalización AOAC, por medio de la manipulación del contenido de lúpulo con el fin de disminuir los grados de amargo en los distintos tipos de sabores a elaborar.

Específicos

1. Determinar la cantidad de lúpulo y la etapa en la cual se agrega a la preparación durante el proceso de fabricación indicando un cambio de estado organoléptico.
2. Ejecutar pruebas de barrido espectrofotométrico permitiendo estimar el nivel de amargo de la cerveza que hemos obtenido según norma AOAC 970.16.
3. Realizar pruebas para la determinación de los azúcares reductores en la fabricación de cerveza tipo ale utilizando el método de Browne y Zerban.
4. Realizar pruebas de barrido espectrofotométrico para clasificar los colores de la malta y la cerveza artesanal tipo ale según norma AOAC 976.08 utilizando la conversión al método estándar de referencia de EBC a SRM

que conforme a la guía BJCP nos proporciona por cada estilo una tonalidad patrón a través de la absorbencia de luz a 430 nm.

5. Realizar las pruebas organolépticas necesarias en base a criterios de normalización AOAC y HACCP en términos del sabor para la fabricación de cerveza tipo ale.

Hipótesis

La disminución en la cantidad de lúpulo debajo de 0.16 % en la formulación, hará posible la disminución del nivel de amargor en la cerveza tipo ale en los tres distintos sabores a ofrecer en la fabricación.

- Hipótesis nula

No existe diferencia significativa en la disminución abajo del 0.16 % del contenido de lúpulo en relación con la disminución del nivel de amargor en los diversos sabores de cerveza tipo ale a fabricar, con un nivel de significancia del 5 %.

- Hipótesis alternativa

Si existe diferencia significativa en la disminución abajo del 0.16 % del contenido de lúpulo en relación con la disminución del nivel de amargor en los diversos sabores de cerveza tipo ale a fabricar, con un nivel de significancia del 5 %.

INTRODUCCIÓN

El consumo de bebidas alcohólicas o de estimulantes es una constante a lo largo de la historia de la civilización, en la actualidad los consumidores han comenzado a buscar cervezas con sabores alternativos dada la gran demanda en el mercado, el propio consumidor establece unas exigencias de calidad de manera que presenten unas características organolépticas determinadas en cuanto aroma, sabor, textura y color.

El sabor es el objetivo principal perseguido tanto por los maestros cerveceros como por el consumidor, ya que asegura la calidad y la buena aceptación de esta en el mercado, distribución y venta para finalmente llegar a satisfacer las exigencias de la demanda.

Una de las dificultades más grandes, pero necesarias es encontrar una receta para elaborar una cerveza con altos estándares de calidad que tenga color, aroma, pero sobre todo que sea fácil de beber, provocando con esto una distinción en el nicho de mercado.

El consumidor se basa en la apariencia en la cual evalúa el sabor, aroma, textura y color determinando la calidad de la cerveza, la cual se obtiene a partir de la fermentación adecuada, siendo este el proceso más importante en la elaboración de la cerveza. Dado que, a partir de la temperatura de fermentación, así como el tipo de levaduras utilizado y de la cantidad de lúpulo añadida se determina el estilo de cerveza a realizar.

El objetivo principal de la investigación en curso es establecer una nueva opción para el nicho de mercado artesanal en cuanto a sabor a partir de una evaluación de las propiedades organolépticas de la cerveza, haciendo un análisis de los diferentes procesos de producción, pero enfocando primordialmente a la manipulación de contenido de lúpulo y a la adición de saborizantes naturales en la mezcla.

Tomando en consideración el sistema de control y puntos críticos en el sector cervecero contamos con la normativa HACCP, la cual complementa los medios técnicos necesarios para el funcionamiento adecuado de la planta promoviendo la calidad de sus equipos, así como del producto garantizando la seguridad y la protección de la salud humana.

Los principales parámetros que se analizan para determinar la calidad de la cerveza y que se emplearán en este estudio son sabor, aroma y color. Bajo criterios de normalización AOAC para el cumplimiento de la calidad de la misma según características organolépticas descritas en la tabla 4 comparativa de estudio de mercado encontrada el apartado tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información, de la sección de diseño metodológico; delimitando las diversas etapas del proceso como lo son la maceración, cocción y fermentación además del diseño del proceso productivo (optimización), como aspectos fundamentales para la materialización de una micro cervecería artesanal a nivel laboratorio.

La normativa AOAC establece las especificaciones, requisitos y los métodos de ensayo que debe cumplir la cerveza que haya sido o no sometida a pasteurización durante el proceso de elaboración para el cumplimiento de la alta calidad de esta, enfocándonos principalmente en la cerveza tipo ale.

Lo que respecta a la maceración, según Pablos (2015), es el proceso más importante en la fabricación de mosto. Aquí, la molienda y el agua son mezclados entre sí (macerados). En este proceso se medirá la temperatura a la cual se encuentra en el tanque debido a que, a cierta temperatura, activa diversas enzimas de la malta para convertir los almidones en azúcares más simples.

El método de cocción de la malta, el cual se basa en una recirculación constante con el tanque del hervidor a una temperatura uniforme hasta extraer todo el jugo para poder transportarlo y enfriarlo en el intercambiador de calor de placas planas para su posterior fermentación.

En la fermentación los azúcares del mosto se transforman en cerveza por medio de las enzimas contenidas en la levadura.

En función del color tendremos la prueba de barrido espectrofotométrica o método AOAC 976.08 a realizar al producto terminado, el cual nos proporciona un estándar de tonalidad medido a través de la absorbancia de luz a 430 nm.

El mercado de la cerveza es competitivo, es necesario innovar para crear nuevas tendencias y nuevos sabores. El descubrir nuevos procesos nos lleva al uso de materias primas diferentes.

La importancia de este proyecto de investigación radica en enfatizar el cumplimiento de la normativa de la cerveza tipo ale mediante mejorar de esta forma las características organolépticas del producto, encontrando una nueva forma de degustar una cerveza donde a las personas a la cuales no les es agradable su sabor característicamente amargo puedan disfrutar un sabor diferente.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1. Antecedentes

Puesto que los consumidores intentan procurar estimar la calidad intrínseca de la cerveza artesanal suelen realizar percepciones indirectas sobre su sabor, empleando sus sentidos; esto a través del color, aroma, apariencia, sensación en la boca y una impresión general final, determinando si la cerveza que van a consumir es de su agrado.

Dentro de la rama de la ingeniería química y afines a esta, se han realizado diferentes estudios respecto a la elaboración de la cerveza artesanal, siendo este un producto de alta aceptación dentro del mercado nacional e internacional. Orientando la producción a un público que encuentra nuevas formas de degustar cerveza.

Durante largo tiempo la calidad de la cerveza artesanal se ha caracterizado por la naturaleza del tipo o estilo de cerveza elaborado esto hace que se busquen alternativas para mejorar las propiedades organolépticas de esta, en ellos se puede destacar el adicionar saborizantes para la mejora de gustativa y la disminución de los niveles de amargura que pueda presentar el producto y por lo cual es normalmente rechazado, siendo así la base de este trabajo.

Al revisar la bibliografía se encuentra que existe información de estudios acerca de la cerveza sus componentes y sus propiedades las cuales a través de diferentes métodos logran el mejoramiento de las propiedades organolépticas,

creando en el consumidor la imagen de alta calidad y de un producto realizado de forma natural, lo cual hace que exista diversas investigaciones algunas de ellas se mencionan a continuación.

El sistema de análisis que presenta Cerveceros de España (2005), se establece bajo un enfoque preventivo de los posibles peligros en los alimentos asegurando la inocuidad de estos y sobre la salud del consumidor, aprovechando los recursos y facilitando el comercio.

Según Cerveceros de España (2005), esta guía es aplicable a toda producción de cerveza elaborada a partir de malta, lúpulo y otros insumos autorizados para la producción y envasado de cerveza, respaldado por el *codex alimentarius*, según dimensiones técnico-sanitarias, identificando peligros potenciales de procesos y materias primas. Así también, nos da conocer una eficacia en la utilización de los medios de los cuales dispone esta industria.

Según la norma técnica obligatoria nicaragüense Adelman *et. al.* (2006) la cual, tomaremos como base dado que nos da una perspectiva de las especificaciones, requisitos y los métodos de ensayo que debe cumplir la cerveza que haya sido o no sometida a pasteurización durante el proceso de elaboración conforme a la norma AOAC para la caracterización de la calidad de la cerveza.

Como explica Martínez & Insuasti (2010), el estudio de la influencia de los factores en la elaboración de la cerveza artesanal de cebada como la determinación de la cantidad de lúpulo, los niveles de azúcar y el mejor tratamiento para la elaboración de la misma, de este modo evaluar la aceptabilidad mediante análisis organolépticos de la mejor mezcla de cerveza de cebada.

Según una tesis publicada en la universidad de Cádiz, realizado en la facultad de ciencias por Colorado (2013), se elaboró a través de análisis de mercado un producto que crea dependencia hacia un sabor y aroma, dando a conocer diferentes técnicas para la elaboración de una cerveza artesanal de calidad desde el tratamiento de agua del que se hará uso siendo esta la base fundamental de la cerveza, los diferentes tipos de maceración o de clarificación, tratamientos de efluentes, el conjunto de características que deberá cumplir la materia prima así como los equipos empleados dados sus cálculos de dimensionamiento e instrumentos de control enfocándose principalmente en la mejora de las propiedades organolépticas del producto terminado siguiendo la normativa aplicable a la cerveza.

Existen dos métodos espectrofotométricos utilizados en la industria según Orallo (2013) para clasificar los colores de la malta y la cerveza, el utilizado por la AOAC también conocido como el método europeo y el método americano o método estándar de referencia SRM.

Para los análisis espectrofotométricos a realizar al producto terminado nos compete el método europeo o EBC correspondiente a la norma 976.08 según criterios de la AOAC, realizando la conversión al método SRM que conforme a la guía BJCP (programa de certificación para juzgar cervezas), nos proporciona por cada estilo un estándar de color medido a través de la absorbancia de luz a 430 nm.

En Hughes (2014), analizaron la elaboración de cerveza artesanal a través de buenas prácticas de manufactura las cuales abarcan mejores pautas de limpieza, ingredientes naturales y control adecuado de temperaturas, creando cervezas con la misma calidad de cerveceros profesionales. Incluso volviendo a estilos abandonados que no se han fabricado con tantas variedades de lúpulo,

variaciones de malta y cepas de levaduras disponibles, las posibilidades de experimentar con diferentes sabores siendo prácticamente infinitas, innovando, así mismo, en estilos de cerveza que son muy difíciles de encontrar en el mercado actual.

En otro estudio realizado por la universidad politécnica de Cataluña, por Pablos (2015), se llevó a cabo un análisis exhaustivo de todos los aspectos que influyen en la elaboración de la cerveza, identificando puntos críticos para la calidad del proceso para una capacidad de 360 hl/año, desde la composición de materia prima pasando por la fabricación de la malta cebada, la producción del mosto, para llegar a la fabricación de una cerveza con altos estándares de calidad, con aroma dulce e innovando principalmente en la depuración de un sabor amargo obteniendo así una cerveza que acentúa la dulzura de la malta y con una sensación agradable en la boca.

Según Suqui & Pintado (2015), nos da una descripción de la elaboración de la cerveza artesanal, sus parámetros de control y las materias primas utilizadas en este proceso, seguido de una evaluación del producto terminado mediante un análisis organoléptico, así como, las características, funciones e implementación del fermentador a utilizar.

Los métodos de análisis cervecero son una compilación de las especificaciones espectrofotométricas, según la Association of Analytical Communities (Asociación de Comunidades Analíticas) la cual, nos permite establecer el método adecuado para la determinación de una caracterización de los parámetros fisicoquímicos de tres variedades de sabores de lo que nos compete para obtener una alta calidad en la elaboración de la cerveza artesanal a realizar (Picón, 2020).

1.2. Justificación

En la antigüedad el hombre se ha dedicado a elaborar alimentos de forma fermentativa obteniendo diversidad de productos como: el yogurt o el queso. Así también, mediante la fermentación de los cereales se ha logrado alcanzar una variedad de bebidas fermentadas como lo es por ejemplo la cerveza en Europa.

La cerveza artesanal tiene un auge muy vasto en todo el mundo y cada día va en aumento el interés por su elaboración artesanal y no solo las grandes marcas, demandando mayor calidad por encima de la rentabilidad económica, lo que provoca que exista en el mercado una gran diversidad de estilos que en el de la cerveza industrial.

En los últimos años, el sector cervecero ha experimentado una notable expansión que se manifiesta con un constante crecimiento, valorando los distintos matices y sabores que aportan este tipo de cervezas.

Con el apogeo de la cerveza artesanal ya establecido, es fundamental desarrollar diferenciación en cuanto a los procesos de control de calidad para lograr mejoras en el producto.

La conformidad normativa y una gran calidad constante son los dos objetivos esenciales en el sector cervecero, para garantizar que se cumplen tales requisitos y que la cerveza se ha elaborado de forma uniforme lote tras lote, basamos nuestros controles en los métodos de la Asociación Estadounidense de Químicos Cerveceros.

Algunos parámetros de control de calidad importantes en el caso de la cerveza son un grado alcohólico parecido, espuma, color, la misma cantidad de

gas, similar sabor y utilizando una gama diferente de materias primas como la cebada, maíz o trigo y una mezcla de la misma, nos da como resultado un producto de alto contenido proteico, así como nutrientes para generar energía.

Con la investigación en curso se pretende la mejora organoléptica del producto, encontrando una nueva forma de degustar una cerveza donde a las personas a la cuales no les es agradable su sabor característicamente amargo (siendo esta una de las razones por las cuales es rechazado normalmente el producto), puedan disfrutar un sabor diferente y adquirir así los beneficios que conlleva su consumo moderado, por esta razón, se realiza un estudio en el que se producirán tres diferentes tipos de cerveza artesanal bajas en alcohol. Y así obtener una opción en la que se pueda encontrar un nicho más amplio de mercado en cuanto a sabor, calidad, presentación y economía. Haciendo un análisis de los diferentes procesos de producción de la cerveza artesanal a partir de la cebada germinada (malta) con agua, lúpulo y levadura que son, los únicos ingredientes originales que lleva una cerveza.

La información generada a nivel de laboratorio será de carácter positivo para la implementación a futuro de una microcervecería con la tecnología adecuada para la elaboración de la cerveza artesanal a partir de saborizantes naturales como naranja, chocolate y fresa, bajo estándares de normalización AOAC Y HACCP para la seguridad del producto terminado, así como de los implicados en el proceso y el respectivo consumidor.

A pesar de que se pueden cumplir con todas las normas de la ASBC, lo ideal es cumplir con todos los métodos analíticos que se dictamina el método europeo dentro de los cuales la AOAC se basa en una compilación de las especificaciones espectrofotométricas de interés en el área de análisis de la cerveza para cumplir con los requisitos y especificaciones. Este proceso se hace

a nivel de laboratorio para conocer las dosificaciones adecuadas de las materias primas, dándole mayor importancia al lúpulo ya que con él se podrá conocer la cantidad de amargor adecuado para cada variedad de cerveza

Ante todo, se detallará el proceso de fabricación de la cerveza tipo ale, delimitando el volumen a 5 litros y la variedad de ingredientes utilizados, así como las etapas del proceso de germinación, molienda, maceración, cocción, enfriamiento, fermentación, envasado, etiquetado y enfriado para estabilizar el CO₂.

1.3. Determinación del problema

A continuación, se planteará la determinación del problema del estudio realizado.

1.3.1. Definición

Estudiar el comportamiento del proceso de fermentación de cerveza artesanal bajo normalización AOAC y HACCP para el cumplimiento de la calidad en términos del sabor para la cerveza tipo ale, estableciendo una nueva opción para la comercialización de ésta en cuanto a sabor, color y aroma. Desarrollando una forma nueva de degustar cerveza por medio de la mejora de las características organolépticas provocando así que disminuya en el paladar su sabor amargo, haciéndola fácil de beber con color que la distinga de las demás. Creando en el consumidor la imagen de un producto natural y de alta calidad a partir del análisis de los distintos procesos de producción. Cumpliendo, además, con las especificaciones generales, teniendo como meta principal poder llegar a elaborar una marca nueva.

1.3.2. Delimitación

La investigación se desarrollará en un laboratorio ubicada en zona 12 de la capital de Guatemala, así también se realizarán las pruebas espectrofotométricas de barrido en base a un estándar de color medido a través de la absorbancia de luz en el laboratorio de análisis fisicoquímico Inlasa.

Durante los meses de junio a noviembre de 2022 se elaborará cervezas tipo ale con tres diferentes sabores, teniendo como objetivo primordial el descenso de los grados de amargor en el sabor, así como los grados de alcohol, centrándonos en un nicho de mercado de personas no afines a este tipo de bebida. El tamaño de los lotes de producción será de 5 litros para cada sabor, se utilizará para los procesos de producción el equipo de laboratorio equivalente a una microcervecería para poder obtener los datos más reales.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. La cerveza

En principio, la cerveza se prepara con cebada germinada (malta) y, aunque actualmente es un producto industrializado por grandes y conocidas marcas, la preparación artesanal es sencilla y puede hacerse a nivel laboratorio de una forma casera.

Para Colorado (2013), la cerveza es una bebida que es resultado de la fermentación alcohólica espumosa, por medio de levadura seleccionada, de mosto procedente de malta de cebada, solo o mezclado con otros productos amiláceos transformables en azúcares por digestión enzimática, adicionado con lúpulo y/o sus derivados y sometidos a un proceso de cocción.

Habitualmente, se hace una diferenciación entre cervezas según sea su tipo de fermentación alta para las ales o bajas para las lagers. Las primeras están elaboradas con levaduras de alta fermentación que brindan al producto final aromas y sabores frutados característicos y muy perceptibles. La fermentación de esta categoría de levadura se produce en un rango de temperaturas que varía entre 16 – 20 °C. Estas permiten el consumo con un corto periodo de maduración. Las Lager, por su parte, utilizan levaduras de baja fermentación que aportan un aspecto visual más limpio, aunque sus aromas y sabores no son tan perceptibles (Colorado, 2013).

La fermentación se produce en un rango de temperaturas que promedian los 10 °C, y para su consumo en condiciones óptimas es necesaria una larga

maduración a bajas temperaturas. Para fines de la presente investigación se trabajará en la fabricación de cerveza tipo ale con 3 tipos distintos de sabores característicos.

Nos encontramos ante una gama muy vasta de distintos tipos de cerveza que hacen un énfasis importante en el proceso de fabricación empleado, haciendo especial realce en la calidad de la malta, adjuntos, así como la dosis de lúpulo.

La cerveza es la bebida alcohólica más consumida en todo el mundo, para asegurar el cumplimiento de los requisitos de la calidad final y que esta sea uniforme lote tras lote, se analizan criterios como el contenido de alcohol o la determinación del color en los cuales, los métodos espectrofotométricos como AOAC se comportan como procedimientos espectrofotométricos mediante mediciones de absorbancia de una única longitud de onda, basada en la ley Beer-Lambert.

2.1.1. Ley de Beer-Lambert

La espectrofotometría es uno de los análisis más usados, siendo una relación empírica que, según Bolívar (2022), relaciona la absorción de la radiación electromagnética de una o varias especies químicas, con su concentración y la amplitud que recorre la luz en las interacciones partícula-fotón.

La absorción de radiación en una muestra aumenta o disminuye exponencialmente en función de las intensidades del haz de luz monocromática antes y después. Se debe linealizar la ecuación aplicándose logaritmo de base 10:

$$\text{Log}(I_0/I) = \epsilon lc \quad (\text{Ec. 1})$$

El término (I_0/I) indica cuánto disminuye la intensidad de la radiación en la absorción. La ley de Lambert considera solo a l (ϵl), mientras que la de Beer ignora a l , pero coloca a c en su lugar (ϵc). La ecuación superior es la unión de ambas leyes, y por lo tanto es la expresión matemática general para la ley de Beer-Lambert.

2.1.2. Efectos beneficios del consumo moderado del alcohol

En Colorado (2013), se mencionan estudios relacionados al consumo moderado de alcohol, como lo son las bebidas fermentadas podría tener efectos beneficiosos (protectores) sobre la salud. Reduciendo de forma significativa la mortalidad global y sus beneficios a la hora de reducir la aparición de enfermedades cardiovasculares.

2.2. Materias primas

Para el análisis de los diferentes procesos de producción de la cerveza artesanal como lo son agua, cebada germinada (malta), lúpulo y levadura. Así como cualquier ingrediente que se desee adicionar con la intención de aportar ciertos matices.

2.2.1. Agua

Para la fabricación de cerveza, el agua es el insumo que se utiliza en mayor proporción. No obstante, únicamente es requerida cierta cantidad para ser utilizada directamente en la cerveza, destinando otra parte a limpieza y otros propósitos.

En Pablos (2015), hace especial énfasis en que la calidad del agua utilizada en el proceso de elaboración tiene una gran influencia sobre la calidad de la cerveza. Se utilizan aproximadamente entre 1,8 y 2,2 hl/hl de mosto de cerveza en la sala de cocción. Antiguamente, las fábricas de cerveza dependían de las características del agua de la ciudad o zona en la que estaban ubicadas.

Debe tratarse de agua potable y disponer de un sistema de control que respalde su potabilidad. Los riesgos que esta presenta nos dicen que, puede contar con contaminantes físicos, químicos o microbiológicos, debido a esto la investigación en curso se trabajó con un sistema de almacenamiento y distribución de osmosis inversa de 6 etapas (filtros), las cuales son: dos filtros de carbón, sedimento, membrana de osmosis, reductor de olor y sabor y luz ultravioleta de esterilización, para garantizar el mantenimiento, teniendo, así mismo, una purificación del 99.9 %, además de un sistema de control de suministros y reemplazo de cartuchos.

Tomando en consideración la norma HACCP según nos dice Loma-Ossorio & Rodríguez (1999), debemos seguir especificaciones internas de higienización que deben asegurar la inocuidad del producto. A su vez, teniendo un control de todos los lotes por medio de análisis de pH, así como según norma, reprocesamiento o rechazo del producto terminado de ser necesario.

2.2.2. Cebada germinada (malta)

La cebada germinada es importante para el perfil de sabor de una cerveza. El malteado produce enzimas que permiten al almidón de cereal convertirse en azúcares fermentables.

Nos dice Pablos (2015), que de esta forma el almidón que no puede ser metabolizado por la levadura, es reducido a carbohidratos más simples que sí que pueden serlo.

Conteniendo así las proteínas necesarias, para posteriormente aportar los aminoácidos que son imprescindibles para el crecimiento de la levadura y sustancias nitrogenadas indispensables para la constitución deseada que tendrá la espuma.

Según Cano (1989), la valoración que nos da la calidad de una cerveza se basa en una serie de criterios que se determinan tanto en la cebada, como en la malta y el mosto. Basado en el índice IBU, podemos definir que su calidad está sujeta a normas de comercialización relacionadas con el comportamiento que presenta en el proceso de malteado.

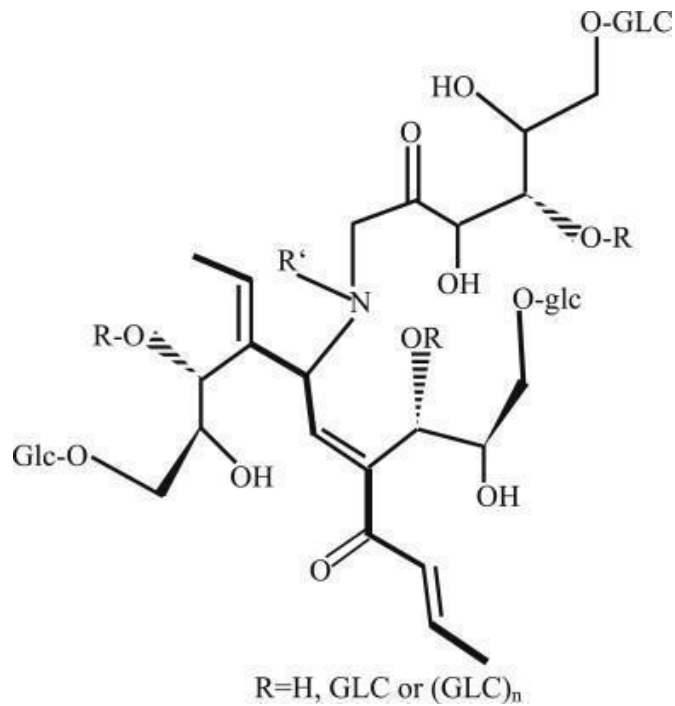
Para los fines de calidad del producto terminado a nivel comercial, cumpliendo con los requerimientos de ser seca, limpia y sana, presentando los adecuados porcentajes de proteínas, sobre todo poder germinativo y su clasificación comercial. Así también, adaptando las normas a los cambios según los datos obtenidos por la investigación.

2.2.2.1. Malta melanoidina

Generadas al someterse a temperaturas superiores a los 50 °C, siendo compuestos que se generan según Morillo (2018), mediante la reacción de Maillard (padecimiento no enzimático), la cual se produce cuando un azúcar reductor y un aminoácido reaccionan. Afectando el sabor, el aroma y el valor nutritivo.

Figura 1.

Estructura básica de la melanoidina



Nota. Estructura básica de una molécula de melanoidina. Obtenido de W. Canacuan (2015). *Evaluación in vitro del tratamiento de la vinaza de caña de azúcar con Pleurotus ostreatus en producción animal.* (<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/53406/1088588392.pdf>), consultado el 28 de febrero de 2023. De dominio público.

2.2.3. Lúpulo

El lúpulo es el responsable del amargor de la cerveza; este se utiliza para balancear el dulzor provocado por la malta, así como disponer de excelentes atributos aromáticos.

En Hughes (2014), describe que, para dar características a la cerveza, el lúpulo se añade a intervalos durante la ebullición. Si el lúpulo se añade al inicio de la ebullición para dar amargor, hecho que equilibra los sabores alcohólicos y añade suavidad a la cerveza. El que se añade al final de la ebullición, durante los 30 minutos finales, da sabor y aroma. Por eso se acostumbra a añadir en diversos momentos según el carácter buscado. Otra manera de obtener el sabor y el aroma del lúpulo consiste en utilizar el método conocido como lúpulo antes del hervido, en el cual el lúpulo se añade en el lavado de la maceración antes de la ebullición.

Los peligros potenciales según Cerveceros de España (2005), para este ingrediente se encuentra en la contaminación química por lo que, se recomienda según norma HACCP, mantener el lúpulo en zonas separadas de los demás ingredientes con una ventilación adecuada, ya que este es sensible a la humedad, la luz, el oxígeno y la degradación por calor.

Según Cerveza Artesana (2014) cada variedad tiene diferentes características de almacenamiento medidas por el índice de almacenamiento del lúpulo (*hop storage index*, HSI) que es el porcentaje de ácidos alfa que pierde el lúpulo en seis meses si se almacena a 20 °C. Si se almacena a temperaturas mucho más bajas, este tiempo de almacenamiento se extiende.

El oxígeno también degrada el lúpulo, así que para proteger el lúpulo hay que ponerlo en un recipiente que actúe como barrera de oxígeno, tales como los paquetes de aluminio sellados al vacío.

2.2.3.1. Ácidos alfa y ácidos beta en lúpulo

Para Hughes (2014), los ácidos alfa aportan sabor amargo y tienen propiedades antibacterianas. El nivel de ácidos alfa en una variedad de lúpulo se mide como un porcentaje: cuanto más alto sea el valor, más elevados los niveles de amargor que potencialmente se pueden extraer. Los ácidos alfa no son solubles en agua y, por tanto, requieren de ebullición. Cuanto más tiempo se hierva, más ácidos alfa se liberarán y mayor será el amargor final.

Los ácidos beta aportan aroma y no requieren ebullición. Contienen aceites muy volátiles, que se liberan con el vapor de la ebullición, por lo que es mejor añadirlos en los últimos minutos de la ebullición o incluso una vez finalizada la misma. Estos delicados ácidos también se pueden añadir durante la fermentación, un proceso conocido como lupulizado en seco (*dry hopping*).

2.2.3.2. Componentes amargos o resinas del lúpulo

Durante el proceso de fermentación estos compuestos son degradados a sustancias más solubles. Ayudando a la conservación de la cerveza, prolongando su vida, siendo los compuestos más importantes para el amargor y responsables del aroma y sabor, contribuyendo a la formación de espuma.

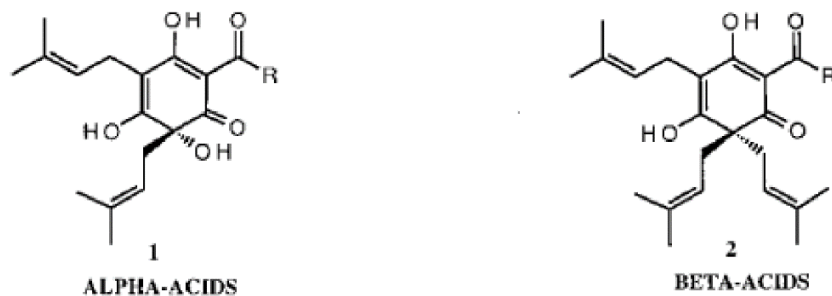
Como explica Pablos (2015), los α -ácidos o humulonas, 6R)-3,5,6-Trihidroxi-2-(3-metilbutanoil)-4,6-bis(3-metilbut-2-en-1-il) ciclohexa-2,4-dien-1-ona son isomerizados durante la cocción del mosto convirtiéndose en iso- α -ácidos solubles. Éstos últimos, salvo las precipitaciones durante el enfriamiento y la fermentación, van a parar a la cerveza terminada y son los causantes del amargor. Los compuestos amargos son muy tensoactivos, mejorando así la

estabilidad de la espuma. Además, inhiben el desarrollo de microorganismos en la cerveza.

Por otro lado, los β -ácidos o lupulonas, están formados por lupulona, colupulona y ad-lupulona y están presentes en un 6 % a 7 %. Tienen un amargor unas nueve veces menor que los α -ácidos. El α -ácido es el factor más importante y determina en gran parte el valor comercial del lúpulo.

Figura 2.

Estructura química de la α ácidos y los β ácidos del lúpulo



Nota. Estructura química de la α ácidos y los β ácidos del lúpulo. Obtenido de M. Pablos (2015). *Diseño de una micro-planta de fabricación de cerveza y estudio de técnicas y procesos de producción.*

(https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/76575/02_Memoria.pdf?sequence=5&isAllowed=y), consultado el 28 de febrero de 2023. De dominio público.

2.2.3.3. α -ácidos y los β -ácidos en el lúpulo

Los α -ácidos y β -ácidos se pueden determinar por cualquiera de los métodos existentes como el americano como el europeo que está regido por la AOAC utilizados para conocer el porcentaje de los mismo, teniendo como rangos

de medición de 0 - 100 % para α -ácidos y de 0 - 100 % para β -ácidos conforme el principio de color inherente.

Para el caso de esta tesis el fabricante del lúpulo adquirido proporcionó los datos de α -ácidos y β -ácidos que contienen para la producción de la cerveza artesanal.

2.2.4. Levadura

La levadura (hongo unicelular), es el insumo que transforma en cerveza el mosto por medio de la malta de cebada, el agua y el lúpulo.

En Hughes (2014), hace énfasis en que las levaduras se alimentan de los azúcares y de los hidratos de carbono presentes en el líquido dulce y producen dióxido de carbono y etanol (alcohol). Las levaduras también producen diversos subproductos que afectan al sabor y al aroma de la cerveza terminada. Los subproductos más frecuentes son ésteres, aceites fusel y diacetilo.

Para almacenar las levaduras secas, nos dice Cerveza Artesana (2014) que, hay que mantenerla en un lugar fresco y seco o por consiguiente en un lugar a temperaturas de fermentación elevada para que su tiempo de vida sea prolongado. Al conservarlas en un entorno frío, aminoramos el número de bajas. Pero dado que estas son inapelables, las que quedan son de utilidad suficiente para producir una fermentación efectiva además de poder reproducirse a toda velocidad.

Dado que tratamos con organismos vivos debemos asegurarnos de que están bien cuidadas, ya que estas nos proporcionan, según nuestras diversas

literaturas, infinidad de sabores y aromas concretos, así también juegan un papel determinante en la claridad de la cerveza e incluso en su textura.

Para la elaboración del producto se optó por elegir una levadura seca en vez de una líquida dado que los cuidados que esta requiere son los mínimos según lo exige la normativa, conservando el número ideal de células para la producción. Las levaduras se mantendrán en su sobre original perfectamente cerrado y al vacío, dando importancia al estado del envase tanto como a la temperatura.

2.2.4.1. Levaduras de fermentación alta y baja

Para la fabricación de cerveza artesanal se emplean dos tipos de levaduras según la bibliografía, altas (ale) y para las de baja fermentación (*lagers*).

Para Hughes (2014), las levaduras de alta fermentación funcionan mejor a temperaturas de fermentación elevadas (16-24 °C) y se denominan así porque ascienden a la parte superior del fermentador durante el proceso. Estas levaduras producen gran cantidad de ésteres complejos, sobre todo a temperaturas más altas, lo que da lugar a una gran variedad de sabores y aromas. Las levaduras de fermentación alta se subdividen en cepas ale y de trigo debido a sus características de sabor diferentes. Por otro lado, las levaduras de fermentación baja funcionan mejor a temperaturas de fermentación más bajas (7-15 °C) y se establecen en la parte inferior del fermentador. Estas levaduras tienden a producir cervezas con un sabor limpio y neutro.

2.2.5. Azúcar

El azúcar se utilizó para impartirle a la cerveza un sabor característico particular, incrementando el contenido alcohólico sin añadir cuerpo, adicionando profundidad de sabor además de incorporar color.

El azúcar de caña fue implementado en la fase de fermentación y embotellado siendo esta última una etapa crítica, ya que es posible una contaminación de cualquier tipo. En la etapa de envasado se carbonato la cerveza de forma natural por medio de la adición de una cantidad mínima de dextrosa en la botella, consiguiendo de esta manera una segunda fermentación (CO₂) en ella, haciendo que el azúcar no pierda sus características.

Para los cuidados según la normativa Cerveceros de España (2005), hay que mantener el azúcar a temperatura y humedad ambiente, almacenada al vacío y muy bien cerrada hasta su implementación en la elaboración de la cerveza.

2.2.5.1. Azúcares reductores por titulación de tiosulfato de sodio

Para determinar la cantidad de azúcares reductores en el producto terminado se utilizó el método de tiosulfato de sodio propuesto por Browne y Zerban (1941), en el cual se debe homogenizar la muestra, pesarla y mezclarla con agua en un *beaker* para luego aforar en un balón de 100 ml y finalmente filtrar en un *erlenmeyer*. Posteriormente tomar una alícuota para ser analizada (1-2 ml) a un balón de 250 ml completando el volumen a 21 ml, colocando el balón en la plancha con refrigerante para reflujo, llevándose a ebullición por 10 minutos dejando enfriar a temperatura ambiente, agregando 2 ml de hidróxido de sodio para neutralizar exceso de ácido. Agregar 25 ml de sulfato de cobre llevándolo a

ebullición por 10 minutos con el refrigerante para reflujo dejando enfriar adicionando 3 g de yoduro de potasio al balón más 20 ml de ácido clorhídrico 6 N y 1 ml de almidón (2.5 % p/v). Partiendo de esto se procede a titular con tiosulfato de sodio a 0.1 N hasta obtener un color lechoso, calculando y reportando de esta manera los azúcares reductores en (%).

2.2.6. Colorimetría según norma AOAC 976.08

Para determinar el color según la AOAC 976.08 de acuerdo con las pruebas de barrido espectrofotométrico realizada para indicar el intervalo de tonalidad en el producto terminado. El método se basa en la absorbancia a una longitud de onda de 430 nm y 700 nm a 20 °C, previamente desgasificada.

2.2.7. Amargor según norma AOAC 970.16

Para las pruebas espectrofotométricas de producto terminado se utilizó la norma AOAC 970.16 Se transfiere 10 ml de cerveza fría (10 °C) carbonatada a un tubo de 50 ml para centrifugación, para extraer las sustancias amargas con 20 ml de iso-octano en un medio acidificado con 1 ml de HCl 3N mediante centrifugación a una velocidad de 3500 rpm durante 15 minutos. Luego, se midió la absorbancia de la fase orgánica, la capa de iso-octano a 275 nm, obteniendo las unidades de amargor °IBU.

2.2.8. Pruebas sensoriales para evaluación organoléptica

Permitiendo describir la intensidad del olor, la percepción del color y el sabor que queda al final (regusto). El producto debe cumplir con las especificaciones en las cuales se presentó a los consumidores.

El panel evaluó en conjunto para finalmente llegar a un consenso (no se utilizan métodos estadísticos), siendo el líder el elemento clave de la evaluación direccionando la calidad del producto por la amplitud de sabor, moderando las interacciones entre los panelistas, haciendo así, una decisión unánime. Cada atributo descriptivo se analizó por separado.

Para el desarrollo se requirió de 5 a 10 panelistas, realizando dos sesiones de catación, siendo la primera individual y la segunda en grupo y así obtener resultados que, de no coincidir se deberá realizar otra sesión hasta obtener resultados representativos para ser tabulados.

Las categorías por evaluar según el perfil de sabor para nuestros panelistas serán los siguientes:

Tabla 1.

Categorías por utilizar en las pruebas sensoriales de sabor

Ranking	Explicación
0	No presente
1	No reconocible
2	Suave
3	Moderado
4	Fuerte

Nota. *Ranking* por utilizar en las pruebas sensoriales. Elaboración propia, realizado con Word.

2.2.9. HACCP implementado a materias primas para la elaboración de cerveza artesanal

Enfoque científico designado para la prevención de que afecta la inocuidad, asegurando el control en cualquier punto del sistema de producción y así poder evitar situaciones riesgosas que alteren la seguridad del producto.

Según Loma-Ossorio & Rodríguez (1999), la recepción de materias primas y azúcares nos dice que los riesgos potenciales los encontramos en la contaminación por fitosanitarios/ metales pesados, teniendo como medidas de prevención la exigencia a nuestros proveedores, así como su calidad. Siendo así, sabemos según normas que el riesgo crítico se puede encontrar de acuerdo con los parámetros en nuestra legislación. Podemos optar, además por un control sensorial y toma de muestras, teniendo como medidas el rechazo o la aceptación de los diferentes insumos.

Para la fase de proceso de fabricación Loma-Ossorio & Rodríguez (1999) nos dice que, como riesgos potenciales están los residuos de productos de higienización, para prevenir como medidas tenemos los procedimientos según especificaciones internas. Contando con un procedimiento de monitoreo como medidas de prevención en los lotes, a partir de un control sensorial y de pH, con la debida documentación de las medidas adaptadas como registro para evitar anomalías en el producto terminado.

2.2.10. HACCP para infraestructura de control de calidad

En esta etapa del proceso haremos énfasis en los envases y cierres destinados a contener el producto.

Según Loma-Ossorio & Rodríguez (1999), para evitar riesgos contra la salud/seguridad del consumidor se dispone del cumplimiento de la legislación, exigiendo a los proveedores la ejecución de dichas especificaciones. Siendo auditados según el riesgo que pueda ocasionar el material suministrado para el producto, así mismo se comprobará que cada lote esté documentado, identificado y protegido.

Para el lavado de los envases (previamente horneados al vacío), dispondremos de un enjuague con desinfectante y agua purificada evitando de esta manera presencia de residuos, separando los envases que no cumplan con las normas a través de inspección visual.

Posteriormente para el llenado y cierre de los envases, según especificaciones a partir de una llenadora a contrapresión, corrigiendo el proceso si este presenta su no idoneidad, separando los envases que no cumplan con las normas de calidad.

Por último, procedemos a las verificaciones de producto terminado contando con los registros realizados en todas las fases del proceso de preparación y fabricación del producto, teniendo, además, resultados de los controles analíticos intermedio o final realizado a través de nuestras pruebas sensoriales y finalmente revisiones periódicas en el caso que se realicen cambios sustanciales en el proceso de fabricación.

2.2.11. Instrumentos de control

A continuación, realizaremos una pequeña descripción de las variables que controlan el proceso.

2.2.12. Peso

El instrumento comúnmente utilizado para medición de peso es la balanza, en nuestro caso utilizamos dos tipos de balanzas digitales con especificaciones de 550 g X 0.1 g y 5 kg X 1 g respectivamente.

Para la balanza Triton T2 con especificación de 550 g X 0.1 g, contamos según fabricante con auto calibración y una precisión de 0.1 g, además de cuidados como trabajar en un ambiente limpio, la proximidad a otros dispositivos electrónicos, así como al cargarla cuidar de los sensores debido a los insumos y/o a pesar.

Contamos, además con una balanza Cambry con especificaciones de 5 kg, la cual tiene una división gradual de 1 g, así como un indicador de sobrecarga, siendo de alta precisión; con cuidados como lo son: evitar el contacto con ácidos cítricos, la limpieza con un paño húmedo y siempre trabajar sobre superficies sólidas.

2.2.13. Temperatura

La temperatura será controlada con cinco tipos de termómetros, tres análogos para cada tanque, uno para el macerador (64 °C), uno para el hervidor (100 °C) y otro para el mantenimiento de agua caliente (70 °C), tendremos, además uno digital para los 8 fermentadores de polietileno (18 a 22 °C) y uno láser para la toma de temperatura en la superficie de los fermentadores. Son duraderos y aplicables en la mayoría de los rangos de temperatura usados para la fabricación de cervecerías.

Los 3 termómetros analógicos cuentan con rangos de temperatura en grados Celsius y Fahrenheit, los cuales son de: (-10 °C – 105 °C) (0 °C – 212 °F). Permitiendo, además ajustar el caudal del mosto. Fácil de desinfectar, preciso y rápido por lo cual, no necesita calibración. Fabricado en acero inoxidable resistentes a la corrosión, no alberga bacterias ni daña las mangueras y es muy fácil de limpiar, con una precisión de ± 1 °C/°F.

El termómetro digital cuenta con un rango de temperatura en grados Celsius y Fahrenheit, los cuales son de: (-50 °C - +300 °C) (-58 °C - +572 °F). Con certificado de calibración trazable, proporcionando lecturas rápidas y exactas, resolución de 0.1 °C y una sonda de 5.5" de acero inoxidable, además de una precisión de ± 1 °C/°F.

El termómetro láser cuenta con rangos de temperatura en grados Celsius y Fahrenheit, los cuales son de: (-50 °C – 350 °C) (-58 °C – 662 °F). Con una emisividad de 0.95, humedad relativa de (10 – 90 %) y una precisión de ± 2 . La calibración se da a partir del ajuste en la emisividad por medio de una temperatura de equilibrio, colocando así, el termopar de referencia en la superficie de la cavidad de calibración del cuerpo negro haciendo de este modo la calibración completa.

2.2.14. Hidrómetro

Para medir la gravedad específica de un mosto. Medimos la variación de gravedad de un mosto antes y después de la fermentación, permitiendo estimar el contenido en alcohol que hemos obtenido durante la fermentación.

2.2.15. Potenciómetro

En el análisis de la cerveza se mide también el pH. La medición del pH es muy importante, dado que de este dependen todos los procesos enzimáticos y también los microorganismos en lo que a su comportamiento respecta. Para medir el pH se utilizará un potenciómetro que disponga como mínimo de dos decimales de precisión.

Para determinar la acidez total en la maceración, la actividad de las enzimas depende del valor de pH, incrementando el contenido de extracto, formando más azúcares fermentables. El rango óptimo del pH es de 5.4 a 5.6 en la maceración y para ambas amilasas. El amargor obtenido a un pH más bajo siempre es considerado más balanceado y fino.

El descenso en el pH, dado a las melanoidinas en la cocción del mosto, formadas durante la cocción y porque el lúpulo también contribuye con algo de ácido, está entre 5.0 - 5.2. Varios procesos fundamentales se desenvuelven mejor o más rápidamente con un valor de pH más reducido.

El potenciómetro digital utilizado cuenta con un rango de (0 – 14 pH), una resolución de 0.01 pH, una precisión de ± 0.1 y un rango de temperatura de (0 °C - 50 °C). Para la calibración del instrumento el certificado de este nos dice que, el electrodo debe de sumergirse en una solución buffer estándar de fosfato de pH 6.86 (a una temperatura de 25 °C) agitando suavemente el electrodo.

2.2.16. Refractómetro

Ideal para determinar la cantidad de azúcares en el mosto (densidad). El sistema ATC permite medir la densidad sin tener que enfriar el mosto, con una

escala de (0 ° - 32 °Brix) y una precisión del 0.2 %, proporcionando así una alta calidad.

Para su mantenimiento respectivo, si hay polvo, enjuagar con agua y limpiar cuidadosamente con un paño suave y sin pelusas. Tomando en cuenta la temperatura al momento de las lecturas, se utilizó en el laboratorio a temperatura ambiente, si las temperaturas exteriores superan el rango de temperatura recomendado por el fabricante.

Los diversos pasos para la calibración correspondiente del refractómetro nos dicen que: se debe de levantar la cubierta y colocar unas gotas del líquido de calibración (agua destilada) en la superficie del prisma, y así cerrar la cubierta, si se forman burbujas, al presionar suavemente; se eliminarán cada una de ellas y se dispersara el agua en toda la superficie. Sosteniendo, además, hacia la luz natural o una bombilla incandescente para obtener la lectura. Al mirar por el ocular, se debe divisar una clara separación entre una sección azul y una blanca, a menudo llamada línea de contraste. Si la línea de contraste no está directamente en cero, entonces se ajusta girando el tornillo en la parte superior del refractómetro hasta que indique cero. Por último, se limpia la superficie y la cubierta del prisma principal con un paño limpio y suave. Coloca de 2 a 3 gotas de la solución de prueba para tomar una lectura como antes.

2.2.17. TDS metro

Medidor de conductividad, TDS y temperatura supliendo una vía rápida y confiable para cuantificar los sólidos solubles totales o la conductividad en el agua.

Para la calibración de este instrumento su certificado de garantía nos dice que, se necesita sumergir en la solución de calibración (HI 70080P, 800 ppm) a 25 °C, hasta que el valor se estabilice, buscando de esta manera, el valor ppm a la temperatura en la que se realiza la calibración, ajustando la pantalla LCD para leer el valor ppm, la calibración estará completa.

Las especificaciones respecto al mantenimiento del instrumento cuentan con un rango de (0 – 999 ppm), un rango de temperatura en grados Celsius y Fahrenheit de (5 - 50 °C) (41° F - 122 °F); una precisión de ± 10 ppm, una resolución de 1 ppm, una desviación de ± 1 % y un tiempo de vida de 150 horas.

2.2.18. Microscopio

Dando una vía rápida para visualizar que el producto antes del envase no contenga microorganismos o bacterias. Con rangos de resolución desde 150 a 900 X.

2.2.19. Regulador de temperatura

Para mantener el control de temperatura del macerador o del hervidor, contando con un sensor termoeléctrico. Además de rangos fijos entre 63 - 65 °C para que el proceso enzimático de la malta se realizará de forma correcta con lo cual se obtuvo la mayor cantidad de azúcar fermentables.

2.2.20. Trampa de aire para fermentador

Según Cerveza Artesana (2017), una trampa de aire (*airlock*) permite la salida del CO₂ producido por la fermentación y a su vez impide la entrada de cualquier producto contaminante dentro del fermentador.

Se coloca una solución desinfectante en el equipo de bloqueo de la fermentación para evitar la contaminación de la bebida en caso de que el agua se introduzca en el fermentador.

2.2.21. Trazabilidad

Definida según Cerveceros de España (2005), como la posibilidad de encontrar y seguir el rastro, a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución para obtener una alta calidad en el producto terminado.

Un buen sistema de trazabilidad puede ayudar a la gestión de riesgos, mejorando los beneficios tanto del consumidor como de la planta. Para una adecuada implementación es necesario definir los lotes, según el *codex alimentarius* todos los insumos y producto debe ir debidamente identificado, los registros de distribución se han de mantener por un periodo superior al de vida útil.

Para la trazabilidad en lo que respecta al proceso de producción y envasado del producto terminado nos dice Cerveceros de España (2005), es necesario diferenciar las condiciones de producción específicas de cada uno de los lotes (maquinaria, personal, entre otros), la información debe permitir la rápida explicación a la autoridad competente de los listados de distribución que detallen los lotes desde la fecha de elaboración, tipo de bebida, codificación de depósito que contiene el producto, así como fecha de envasado, línea de envasado y turno.

2.2.22. Fabricación de malta de cebada

Requiriendo un tiempo de maduración de una semana, el objetivo principal es la conversión de cebada en malta por medio de un germinador, para su uso en la elaboración de cerveza.

2.2.23. Etapas básicas durante el proceso de conversión de cebada a malta (germinación)

A continuación se desarrollarán las etapas básicas del proceso de conversión de cebada a malta.

2.2.23.1. Recepción, limpieza y clasificación

Según Colorado (2013), antes de ser puesta a germinar, la cebada ha de ser sometida a un proceso de limpieza y clasificación para obtener lotes con características (tamaños) homogéneos, que serán puestos a germinar separadamente unos de otros.

2.2.23.2. Remojo y germinación

El paso más importante en este proceso Colorado (2013), dado que establece la velocidad con la que se germina y la transformación de la cebada en malta. El proceso de malteo se inicia colocando la cebada en las bandejas del germinador, agregando agua y cerrando el equipo, el cual se gradúa entre 18 – 20 °C y una humedad de 30 %. Se revisa el germinador y se remueven las semillas cada 24 horas a partir del cuarto día, midiendo el tamaño de la raíz. Al llegar a 7 mm de longitud, la raíz llegamos a conocer la cebada como malta verde.

2.2.23.3. Secado y tostado

En Colorado (2013), hace especial énfasis en que, la malta verde que ha llegado al grado deseado de modificación es secada. El proceso de secado tiene tres etapas claramente definidas. La primera etapa o etapa de secado libre, la humedad es evaporada de la superficie del grano. Durante la segunda etapa las enzimas empiezan a ser inactivadas, la velocidad de secado está limitada por la velocidad de desplazamiento de la humedad desde el interior del grano hacia la superficie.

En la etapa final del secado, conocido como tostado, esta etapa es responsable de establecer los principales atributos de color y sabor.

2.2.24. Descripción de los equipos que componen el laboratorio

A continuación, se encontrará una breve descripción de cada uno de los equipos. Haciendo énfasis en las técnicas, métodos y equipos existentes en la actualidad.

2.2.24.1. Molino

La finalidad del molino consiste en hacer una rajadura en la semilla de la malta para poder extraer todos sus azúcares en el momento en que se realizó la maceración.

2.2.24.2. Macerador

Esta etapa también es conocida como braceado. Su finalidad fue la maceración, un proceso en el cual, se obtiene con la mayor calidad posible, un alto rendimiento del extracto.

2.2.24.3. Tanque de maceración

El material de construcción del tanque es acero inoxidable, material que no afecta desfavorablemente a la calidad de la mezcla.

La olla de maceración estará prevista de una bomba Chugger con impulsor magnético, resistente a temperaturas altas, diseñado especialmente para la elaboración de cerveza, manteniendo en movimiento uniforme el líquido con la acción más delicada posible asegurando temperaturas constantes en toda la mezcla. El equipo de intercambiador calor nos permite mayor precisión y control de temperaturas al momento en que las diferentes enzimas se metabolizan.

Según Cerveceros de España (2005), las fases de peligro se pueden encontrar en la contaminación química (vapor) o contaminación biológica (crecimiento microbiano en las juntas y recovecos) y por consiguiente como medidas preventivas según la normativa HACCP, nos dice que necesitamos una limpieza exhaustiva del tanque de maceración a través del uso de tratamientos autorizados en industrias de alimentación.

2.2.24.4. Bomba centrífuga

Bomba cervecera de acero inoxidable de alto flujo con impulsor magnético, resistente para temperaturas altas, impulsando hasta 7 galones por minuto, el

flujo de la bomba se puede controlar con una válvula de bola a la salida de la bomba. Debe de colocarse de manera que el líquido purgue trasegando el mosto, recirculando de forma constante y uniforme.

Para el mantenimiento respectivo de esta bomba según manual de uso y normas HACCP, no dice que hay que tener especial cuidado con las velocidades que se maneja según instrucciones, así como evitar el contacto con piezas en movimiento, evitar la exposición prolongada cerca de maquinaria con altos niveles de ruido, tener cuidado y emplear procedimientos seguros cuando se manipule, levante, instale, maneje y de servicio al equipo.

2.2.24.5. Maceración por decocción

El método consistió en colocar la malta con agua en el tanque de maceración, con un proceso de movimiento y recirculación constante manteniendo una temperatura uniforme entre 63 – 65 °C por 1 hora 10 minutos, hasta que se extrae todo el jugo.

2.2.24.6. Tanque hervidor

Cuando el mosto termina su proceso de maceración, se hierve durante una hora, en este tiempo se realiza el proceso de agregar el sabor natural y el lúpulo con esto se obtiene un producto saborizado y aromático debido a la adición en la mezcla.

Con respecto al mantenimiento de este tanque Cerveceros de España (2005) nos dice que, puede existir contaminación química por lo que es recomendable la utilización de tratamientos de limpieza autorizados en industrias de alimentación.

2.2.24.7. Intercambiador de calor

Debido a que solo a bajas temperaturas puede fermentar la levadura, se enfría el mosto lo más rápido posible, para esto se trasiega el mosto a nuestro intercambiador de calor, el cual es la forma más rápida de enfriar el mosto a la temperatura de lanzamiento de levadura y conseguir su fermentación a un comienzo rápido, libre de bacterias.

De acuerdo con Cerveceros de España (2005) al momento de enfriar el mosto a través de su paso por el intercambiador de calor, puede ocurrir contaminación química en dado caso las placas estén dañadas, para poder evitar esto, se necesita de un mantenimiento regular y control de la presión de los discos.

2.2.24.8. Fermentador

Los azúcares deben ser fermentados para transformar el mosto en cerveza, por las enzimas contenidas en la levadura, etanol y dióxido de carbono, esto se logra, debido al trasiego que se produce en el intercambiador de calor a nuestro fermentador. Las deformaciones parciales de estos productos influyen de forma esencial sobre el sabor, el olor y otras propiedades. La fermentación y maduración de la cerveza ocurre en el tanque cilíndrico de fermentación con aireador.

Según Pablos (2015), las reacciones en la fermentación se pueden dividir en reacciones de fermentación principal y reacciones de maduración, pero las reacciones se solapan entre sí. Es por ello necesario considerar las reacciones de fermentación y de maduración como un proceso continuo. Debido al metabolismo de la levadura, se formen durante la fermentación productos

secundarios y que algunos de ellos sean degradados nuevamente de forma parcial. Estos productos secundarios de fermentación determinan de forma decisiva, junto con los componentes del lúpulo, el sabor y el aroma de la cerveza.

En cuestión de la normativa HACCP para los fermentadores Cerveceros de España (2005) nos dice que es posible una contaminación química por sobredosis de agente antiespumante, así como restos de detergentes por lo que las medidas de control están sujetas a las medidas de las cantidades añadidas, así como el control de presión del sistema, y mantenimiento de las paredes del tanque.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Variables

A continuación, se desarrollarán las variables independientes y dependientes del estudio.

3.1.1. Variables independientes

A continuación, se desarrollarán las variables independientes del estudio.

Tabla 2.

Cantidad de materia prima para 5 litros de cerveza Pale Ale

Malta (kg)	Agua (L)	Lúpulo (g)	Levadura (g)	Tiempo de maceración (min)	Tiempo de hervido (min)	Sabor
1.075	6.400	14.907	3.000	70	60	Variable

Nota. Descripción de la materia prima a utilizar. Obtenido de G. Hughes (2014). *Cómo elaborar cerveza casera.* (p. X). Ediciones Omega.

3.1.2. Variables dependientes

A continuación, se desarrollarán las variables dependientes del estudio.

- Densidad (ppm)
- Sabor (cualitativo)

- Color (absorbancia 430 nm)
- Grados de fermentación (APV)

3.2. Delimitación del campo de estudio

El campo de estudio es la mejora de las propiedades organolépticas de la cerveza artesanal por medio del comportamiento en el proceso de fermentación, desarrollando una nueva alternativa para la comercialización de ésta en cuanto a sabor, a través de la disminución del sabor amargo al paladar. El estudio se realizó a partir de la implementación de un laboratorio ubicado en zona 12 de la capital de Guatemala. Así también se realizarán las pruebas espectrofotométricas de barrido en base a un estándar de color medido a través de la absorbancia de luz en el laboratorio de análisis fisicoquímico INLASA.

3.3. Recursos humanos disponibles

- Investigadora: Ana María Espina León
- Asesor: César Alfonso García Guerra
- Coasesor: Carlos Iván Espina Figueroa

3.4. Recursos materiales disponibles

A continuación, se desarrollarán los materiales y recursos del estudio.

3.4.1. Equipo

- Llave de bola triple [1/2"D]
- Conectores blichmann [1/2"D]
- Mangueras de temperatura alta [1/2"D]

- Mangueras reforzadas [1/2"D]
- Reductores [3/4" a 1/2"D]
- Tanque de maceración [vol. 100 l]
- Tanque del hervidor [vol. 100 l]
- Bomba centrífuga marca chugger [1/20 HP, 110V, 1/2"D]
- Intercambiador de calor [7,5 "W, 4" D, 3 "H]
- Fermentadores [vol. 100 l]
- Estufas [60,000 BTU]
- Paleta de agitación de acero inoxidable
- Termómetros cerveceros [15 – 100 °C]

3.4.2. Instrumentos de medida

A continuación, se desarrollarán los instrumentos utilizados en el estudio para las mediciones.

Tabla 3.

Especificaciones de los instrumentos de medida

Instrumentos de medida	
Refractómetro Risepro	Termómetros análogos Blichmann
<ul style="list-style-type: none"> ● Rango: [0 ° - 32 ° Brix] ● Precisión de 0.2 % 	<ul style="list-style-type: none"> ● Rango: [5 °C - 105 °C] ● Precisión ± 1 °C/°F
Termómetro digital Risepro	Potenciómetro Risepro
<ul style="list-style-type: none"> ● Rango: [-50 °C a 300 °C] ● Resolución de 0.1 °C ● Sonda de 5.5 " de acero inoxidable ● Precisión ± 1 °C/°F 	<ul style="list-style-type: none"> ● Rango: [0-14 pH] ● Resolución de 0.01 pH ● Precisión de ±0.1 ● Temperatura: [0 °C - 50°C]

Continuación de la tabla 3.

Instrumentos de medida	
Termómetro láser	TDS metro
<ul style="list-style-type: none"> • Rango: [-50 °C a 350 °C] • Emisividad de 0.95 • Humedad relativa de [10 – 90 %] • Precisión de ± 2. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rango: [0-999 PPM] • Temperatura: [5 °C - 50 °C] • Precisión de ± 10 ppm • Resolución de 1 ppm • Desviación de ± 1 % • Tiempo de vida de 150 h
Balanza de digital tritón T2	Balanza digital Cambry
<ul style="list-style-type: none"> • Rango: [550 g X 0.1 g] • Precisión de 0.1 g 	<ul style="list-style-type: none"> • Rango: [5 Kg] • Precisión de 1 g

Nota. Especificaciones de los instrumentos de medida. Elaboración propia, realizado con Word.

3.5. Técnica cualitativa o cuantitativa

Para la realización de los análisis, se utilizarán dos técnicas: cualitativa y cuantitativa.

3.5.1. Técnica cualitativa

Para el mejoramiento de las propiedades organolépticas de la cerveza artesanal a fabricar en cuanto a sabor, color, aroma y densidad, se tomó en cuenta la cantidad de agua debido a que esta es el principal ingrediente y afectará directamente el sabor de la cerveza, además tendremos en cuenta la cantidad de granos de cebada germinada (malta) puesto que esta determina la densidad y el color final del producto terminado, dando un cuerpo uniforme y retención de espuma, por lo que las proteínas actúan como un elemento estructural. Así también la etapa en el cual fue agregado el lúpulo ya que, este es el que da el

amargor a la cerveza, hecho que equilibra los sabores alcohólicos y le añade suavidad. La cantidad de levadura es muy importante dado que es el ingrediente que transforma en cerveza el mosto dulce obtenido de la malta, el lúpulo y el agua.

3.5.2. Técnica cuantitativa

Se realizaron diferentes pruebas cuantitativas para obtener un producto de calidad aceptable para su comercialización. Se utilizó para el análisis un TDS metro para medir sólidos solubles, además termómetros para la medición de temperaturas en los procesos, un potenciómetro para medir el grado de acidez en todos los procesos enzimáticos. Utilizamos un refractómetro para determinar la cantidad de azúcares en el mosto y en el producto terminado, así como su densidad.

3.6. Recolección y clasificación del equipo utilizado

A continuación, se desarrollarán los equipos utilizados en el estudio.

3.6.1. Molino

Se utilizó un molino manual marca Barley con una capacidad de 7 lb, para la trituration de la malta. La configuración predeterminada del tamiz para rajar la semilla de malta es de 0.039 Mil. Ver apéndice 8.

3.6.2. Macerador

Se utilizó el equipo G2 calderin (*boilermaker*) de blichmann con una capacidad de 30 y 100 litros, para realizar la maceración a 63 - 65 °C recirculando

con el hervidor. La metabolización de las enzimas glucolíticas (amilasas) producen un extracto germinado previamente durante el proceso de cocido, conocido como malteado. Manteniendo en movimiento el líquido a temperatura constante, metabolizado por las enzimas. Ver apéndice 9.

3.6.3. Bomba centrífuga

Se empleó una bomba succionadora (*chugger*) marca Brewmasters estilo cervecero, para trasegar el mosto recirculando de forma constante. Con una potencia de 1/20 HP, 110 V y 1/2"D. Ver apéndice 10.

3.6.4. Tanque del hervido

Se utilizó el equipo G2 Boilermaker de Blichmann con una capacidad de 30 y 100 litros, para realizar el hervido del mosto a punto de ebullición por una hora. Ver apéndice 9.

3.6.5. Intercambiador de calor

Se hizo uso de un intercambiador de calor de placas Therminator Blichmann para enfriar el mosto lo más rápido posible desde la temperatura de hervido a 20 °C trasegándolo a los fermentadores. Ver apéndice 11.

3.6.6. Fermentador

Para poder transformar el mosto en cerveza, se hizo uso de 9 fermentadores de polietileno de 8 litros con sus respectivas trampas de aire. Al mosto en este punto se le agrega la levadura y se deja fermentar por 15 días entre 18 - 22 °C. Ver apéndice 14.

3.6.7. Peso

Se hizo uso de dos tipos de balanzas digitales para medir la cantidad de materia prima respectiva para la fabricación de cerveza, marcas Triton y Camry, las cuales se registran en gramos (g) y kilogramos (kg) con especificaciones de 550 g X 0.1 g y 5 kg X 1 g respectivamente. Ver apéndices 6 y 6.1.

3.6.8. Temperatura

Para poder controlar la temperatura y el estado fisiológico de los tanques de maceración y el hervidor, así como de los 9 depósitos de polietileno que serán nuestros fermentadores, se hizo uso de dos termómetros analógicos marca Blichmann, uno digital marca Risepro y uno láser para los fermentadores a utilizar para la obtención del producto final. Ver apéndice 7.

3.6.9. Hidrómetro

Se empleó el hidrómetro que viene en conjunto a nuestro fermentador. Midiendo la variación de gravedad específica del mosto antes y después de la fermentación, estimando el contenido de alcohol en el producto terminado. Ver apéndice 6.

3.6.10. Potenciómetro

Para medir el pH se utilizó un potenciómetro que dispone como mínimo de dos decimales de resolución marca Risepro, permitiendo determinar la acidez total en todo el proceso, así como la actividad enzimática. Ver apéndice 6.

3.6.11. Refractómetro

Se hizo uso de un refractómetro Risepro, con una escala de 0 - 32 °Brix y una resolución del 0.2 %, ideal para determinar la cantidad de azúcares y alcohol en el mosto sin tener que enfriarlo. Ver apéndice 6.

3.6.12. TDS metro

Se utilizó un TDS1 meter marca Hanna, supliendo una vía rápida y confiable para cuantificar los sólidos solubles totales o la conductividad en el agua, con rango de medición de (0-999 ppm). Ver apéndice 6.

3.6.13. Microscopio

Se utilizó un microscopio marca Edu Science para asegurar que el producto fermentado no contenga microorganismos o bacterias, con especificaciones respectivas de (150 X – 900 X). Ver apéndice 6.

3.6.14. Regulador de temperatura

Se utilizó un regulador de temperatura marca Willhi para asegurar que la temperatura tanto del macerador se mantenga en un rango aproximado de 63 – 65 °C. Ver apéndice 12.

3.7. Inversión económica

En la siguiente tabla, se detalla la inversión realizada para la construcción de la infraestructura y la compra del equipo antes mencionada. Dichos elementos

son necesarios para el desarrollo de la investigación y la obtención de los resultados.

Tabla 4.

Inversión del proyecto

Aspecto	Monto
Infraestructura	Q. 84,944.09
Equipo	Q. 29,318.74
Inversión	Q. 114,262.83

Nota. Detalle de la inversión realizada en el proyecto. Elaboración propia, realizado con Word.

3.8. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

Los valores de peso, temperatura, °Brix, pH, densidad y APV fueron tabulados en las diferentes etapas del proceso y procesados en una hoja electrónica de cálculo.

Así también los valores de amargor, azúcares reductores y color fueron tabulados y procesados en una hoja electrónica de cálculo, para los cuales haciendo uso de una representación gráfica se generará una comparación.

3.9. APV

De acuerdo con Hughes (2014), para saber cuándo ha finalizado la fermentación, la lectura de la gravedad específica también permite calcular cuánto azúcar se ha convertido en alcohol y determinar la graduación de la cerveza.

Se debe tomar una lectura antes de adicionar la levadura (gravedad específica original) y una segunda; antes de embotellarla (gravedad específica final), se multiplica la diferencia entre estas dos lecturas por 105, lo que nos dará el porcentaje de alcohol por peso. Para determinar el porcentaje de alcohol por volumen (APV), se debe multiplicar la cifra de alcohol por peso por 1.25.

$$\% APV = (GE_o - GE_f) * 105 * 1.25 \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

GE_o = gravedad específica inicial

GE_f = gravedad específica final

3.10. Análisis comparativo

Se dispuso de tres diferentes cervezas artesanales tipo ale para obtener un estudio de mercado. Se hará uso de un paralelismo entre una cerveza artesanal encontrada en el mercado actual y la marca desarrollada en este estudio, y mediante análisis del producto terminado se verificará el cumplimiento según normalización AOAC.

Los métodos AOAC serán los siguientes:

Tabla 5.

Comparación para el estudio de mercado

Normas AOAC	Fresa	Naranja	Chocolate	Comercial
α -ácidos (%)	5.6	5.6	5.6	6.5
β -ácidos (%)	4.4	4.4	4.4	5.5
Azúcares reductores (%)	<0.1	<0.1	<0.1	0.29
Colorimetría (°SRM)	8.18	5.20	7.60	4.46
Amargor (°IBU)	2.68	2.48	2.64	19.97

Nota. Comparación entre los distintos aspectos de las cervezas artesanales. Elaboración propia, realizado con Word.

3.11. Análisis estadístico

Para evaluar la información cuantitativa obtenida, es necesario tomar en cuenta los diferentes métodos estadísticos. Cuantificando la variación de datos para poder conocer la dispersión de datos.

3.11.1. Promedio

Se determinará el valor promedio de cada estado organoléptico realizado según pruebas correspondientes.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N_i} \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

\bar{x} = valor promedio de los estados organolépticos según cada sabor.

x_i = cada una de las mediciones (estado organoléptico) de cada sabor.

N_i = recuento de datos por lote.

3.11.2. Desviación estándar

Se determinará la desviación estándar de cada estado organoléptico realizado según pruebas correspondientes.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x_i)^2}{N-1}} \quad (\text{Ec. 4})$$

Dónde:

S = desviación estándar de los estados organolépticos según cada sabor.

\bar{x} = valor promedio de los estados organolépticos según cada sabor.

x_i = cada una de las mediciones (estado organoléptico) de cada sabor.

N_i = recuento de datos por lote.

3.12. Plan de análisis de los resultados

A continuación, se desarrollarán los equipos utilizados en el estudio.

3.12.1. Métodos y modelos de los datos según tipo de variables

Para el análisis cuantitativo, todos los valores que indican un estado organoléptico fueron tabulados y procesados y utilizando un método gráfico se generarán curvas que determinan una comparación entre los diferentes tipos de sabores de la cerveza artesanal.

3.12.2. Programas por utilizar para análisis de datos

Para el comportamiento de análisis de datos en las diferentes etapas del proceso de fabricación se utilizan hojas de cálculo electrónicas en Excel.

A continuación, se presentan la cantidad de materia prima para 5 litros de cerveza artesanal pale ale:

Tabla 6.

Cantidad de materia prima para 5 litros de cerveza Pale Ale

Normas AOAC	Fresa	Naranja	Chocolate	Comercial
α -ácidos (%)	5.6	5.6	5.6	6.5
β -ácidos (%)	4.4	4.4	4.4	5.5
Azúcares Reductores (%)	<0.1	<0.1	<0.1	0.29
Colorimetría (°SRM)	8.18	5.20	7.60	4.46
Amargor (°IBU)	2.68	2.48	2.64	19.97

Nota. Materia prima por utilizar para la elaboración de cerveza. Elaboración propia, realizado con Word.

4. RESULTADOS

A continuación, se presentan los datos obtenidos de la cerveza tipo ale en sus distintos sabores, para la cual se tomaron datos que se utilizaron para el resultado final de este trabajo de investigación:

Tabla 7.

pH del agua utilizada para cada lote de cerveza en sus diferentes sabores

	Fresa	Naranja	Chocolate
Lote 1	6.15	6.20	6.16
Lote 2	6.18	6.18	6.20
Lote 3	6.20	6.17	6.20

Nota. Resultados de la medición de pH al agua utilizada. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 8.

Cantidad de materia prima por lote

Cantidad de malta (kg)	Agua purificada (L)	Lúpulo (g)	Levadura (g)
1.075	6.400	14.907	3.000

Nota. Cantidad de materia prima por lote. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 9.*Cantidad y tiempo de integración de lúpulo*

Total (g)	5 minutos (g)	45 minutos (g)	55 minutos (g)
14.907	7.453	3.727	3.727

Nota. Cantidad y tiempo de integración de lúpulo en la fabricación de la cerveza en sus distintos sabores. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 10.*Temperaturas de fabricación de la cerveza para todos los sabores*

Macerador (°C)	Hervidor (°C)	Mantenimiento (°C)	Fermentación (°C)
64	96	70	20

Nota. Temperaturas en diferentes fases de la elaboración de la cerveza. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 11.*Temperaturas de salida del intercambiador de calor (°C) al fermentador*

	Fresa	Naranja	Chocolate
Lote 1	23	26	23
Lote 2	22	24	22
Lote 3	22	22	21

Nota. Temperaturas de salida del intercambiador de calor. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 12.

pH del mosto fabricado para sus distintos sabores

	Fresa	Naranja	Chocolate
Lote 1	5.20	5.30	5.1
Lote 2	5.25	5.20	5.1
Lote 3	5.30	5.20	5.1

Nota. pH del mosto fabricado. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 13.

Porcentaje de grados Brix del mosto fabricado para sus distintos sabores

	Fresa	Naranja	Chocolate
Lote 1	11.0	9.6	9.9
Lote 2	10.9	9.6	9.9
Lote 3	11.0	9.5	9.9

Nota. Porcentaje de grados brix del mosto fabricado. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 14.

Gravedad específica del mosto fabricado para sus distintos sabores

	Fresa	Naranja	Chocolate
Lote 1	1.043	1.037	1.038
Lote 2	1.040	1.038	1.040
Lote 3	1.040	1.035	1.042

Nota. Gravedad específica del mosto fabricado. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 15.

pH del producto terminado para cada uno de los sabores

	Fresa	Naranja	Chocolate
Lote 1	4.48	3.90	3.80
Lote 2	4.50	3.93	3.78
Lote 3	4.45	3.88	3.80

Nota. pH del producto terminado. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 16.

Porcentaje de grados brix de producto terminado para cada uno de los sabores

	Fresa	Naranja	Chocolate
Lote 1	5.60	4.80	4.50
Lote 2	5.50	4.90	4.50
Lote 3	5.60	4.80	4.60

Nota. Porcentaje de grados brix de producto terminado. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 17.

Gravedad específica del producto terminado para cada uno de los sabores

	Fresa	Naranja	Chocolate
Lote 1	1.022	1.018	1.017
Lote 2	1.021	1.018	1.019
Lote 3	1.022	1.016	1.016

Nota. Gravedad específica del producto terminado. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 18.*Porcentaje de alcohol del producto terminado por el método APV*

	Fresa	Naranja	Chocolate
Lote 1	2.8	2.5	2.8
Lote 2	2.5	2.6	2.8
Lote 3	2.4	2.5	3.4

Nota. Porcentaje de alcohol del producto terminado. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 19.*Sólidos totales de producto terminado (ppm)*

	Fresa	Naranja	Chocolate
Lote 1	582	552	533
Lote 2	570	567	530
Lote 3	560	560	553

Nota. Sólidos totales de producto terminado en partes por millón. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 20.*Amargor de producto terminado (°IBU)*

	Fresa	Naranja	Chocolate
Lote 1	2.68	2.49	2.63
Lote 2	2.68	2.48	2.65
Lote 3	2.67	2.48	2.63

Nota. Amargor de producto terminado. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 21.

Azúcares reductores en el producto terminado (%)

	Fresa	Naranja	Chocolate
Lote 1	<0.1	<0.1	<0.1
Lote 2	<0.1	<0.1	<0.1
Lote 3	<0.1	<0.1	<0.1

Nota. Azúcares reductores en el producto terminado. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 22.

Color en el producto terminado (°EBC)

	Fresa	Naranja	Chocolate
Lote 1	16.10	10.25	14.95
Lote 2	16.10	10.20	13.75
Lote 3	16.10	10.25	14.95

Nota. Color en el producto terminado. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 23.

Color en el producto terminado (°SRM)

	Fresa	Naranja	Chocolate
Lote 1	5.42	5.21	6.90
Lote 2	5.42	5.18	6.98
Lote 3	5.42	5.21	6.90

Nota. Color en el producto terminado. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 24.*Absorbancia de la cerveza analizada en el proceso de fabricación*

	Fresa	Naranja	Chocolate
Lote 1	0.427	0.41	0.543
Lote 2	0.427	0.41	0.55
Lote 3	0.427	0.41	0.543

Nota. Absorbancia de la cerveza analizada en el proceso de fabricación. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 25.*Muestra comparativa Chelita linda, Cervecería 14*

	Amargor	Azúcares reductores	Color (°EBC)	Color (°SRM)
Lote 1	20.43	0.28	8.83	4.49
Lote 2	19.50	0.30	8.70	4.42

Nota. Propiedades de la cerveza Chelita linda de la marca Cervecería 14. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 26.*Promedio entre muestra comercial y las muestras de fresa*

	Fresa	Cerveza Comercial
Amargor (°IBU)	2.68	19.97
Azúcar (%)	0.1	0.29
Color (°SRM)	5.42	4.46

Nota. Comparación de las propiedades de la muestra comercial y la cerveza sabor fresa. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 27.*Promedio entre muestra comercial y las muestras de naranja*

	Naranja	Cerveza comercial
Amargor (°IBU)	2.48	19.97
Azúcar (%)	0.1	0.29
Color (°SRM)	5.20	4.46

Nota. Comparación de las propiedades de la muestra comercial y la cerveza sabor naranja. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 28.*Promedio entre muestra comercial y las muestras de chocolate*

	Chocolate	Cerveza comercial
Amargor (°IBU)	2.64	19.97
Azúcar (%)	0.1	0.29
Color (°SRM)	6.93	4.46

Nota. Comparación de las propiedades de la muestra comercial y la cerveza sabor chocolate. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 29.*Desviación estándar entre muestra comercial y las muestras de fresa*

	Fresa	Cerveza comercial
Amargor (°IBU)	0.0058	0.66
Azúcar (%)	1.70e-17	0.014
Color (°SRM)	0	0.049

Nota. Desviación estándar de las propiedades de la muestra comercial y de la cerveza sabor fresa. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 30.*Desviación estándar entre muestra comercial y las muestras de naranja*

	Naranja	Cerveza comercial
Amargor (°IBU)	0.0058	0.66
Azúcar (%)	1.70e-17	0.014
Color (°SRM)	0.015	0.049

Nota. Desviación estándar de las propiedades de la muestra comercial y de la cerveza sabor naranja. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 31.*Desviación estándar entre muestra comercial y las muestras de chocolate*

	Chocolate	Cerveza comercial
Amargor (°IBU)	0.0012	0.66
Azúcar (%)	1.70e-17	0.014
Color (°SRM)	0.051	0.049

Nota. Desviación estándar de las propiedades de la muestra comercial y de la cerveza sabor chocolate. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 32.*Resumen de análisis de varianza (ANOVA)*

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Chocolate	3	7.91	2.64	0.000133
Naranja	3	7.45	2.48	3.33E-05
Fresa	3	8.03	2.68	3.33E-05
Chelita linda	2	39.93	19.965	0.432

Nota. Resumen de análisis de varianza. Elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla 33.*Análisis de varianza (ANOVA)*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	493.6	3	164.5	2660.6	4.63E-11	4.35
Dentro de los grupos	0.433	7	0.06181			
Total	494.0	10				

Nota. Análisis de varianza (ANOVA). Elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla 34.*Resultados de encuestas realizadas para pruebas sensoriales organolépticas*

Fresa	Olor	4	4	4	4	2	4	4	4	2	4
	Sabor	2	4	2	4	2	4	4	4	2	3
	Color	3	3	2	3	3	4	2	2	1	3
Naranja	Olor	1	1	2	2	2	3	3	3	3	2
	Sabor	4	2	2	2	1	3	3	3	3	3
	Color	3	1	3	2	1	4	2	2	2	2
Chocolate	Olor	1	3	4	3	2	2	3	3	0	2
	Sabor	4	2	4	2	2	3	2	2	1	2
	Color	3	3	3	2	1	3	3	3	1	2

Nota. Resultados de encuestas realizadas para pruebas sensoriales organolépticas. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 35.

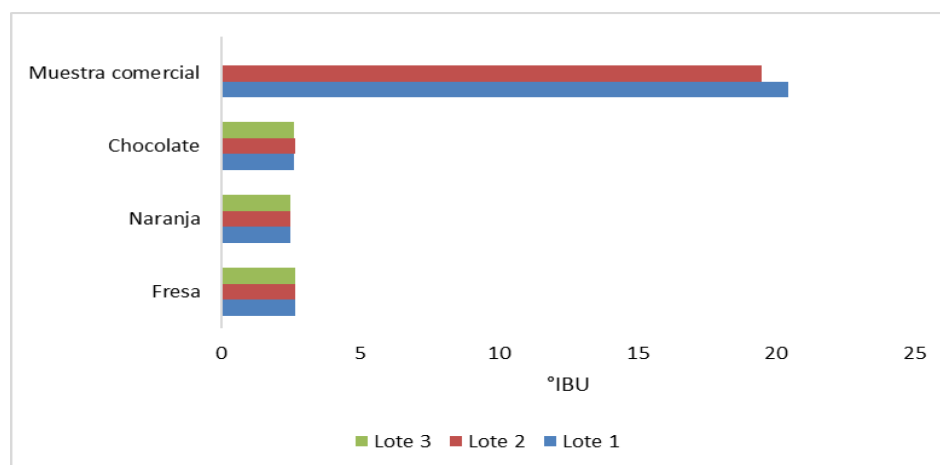
Promedios de encuestas realizadas para pruebas sensoriales organolépticas

		Promedio	Explicación
Fresa	Olor	3.6	Olor de moderado a fuerte
	Sabor	3.1	Sabor de moderado a fuerte
	Color	2.6	Color moderadamente suave
Naranja	Olor	2.3	Olor moderadamente suave
	Sabor	2.6	Sabor moderadamente suave
	Color	2.2	Color moderadamente suave
Chocolate	Olor	2.3	Olor moderadamente suave
	Sabor	2.4	Sabor moderadamente suave
	Color	2.4	Color moderadamente suave

Nota. Promedios de encuestas realizadas para pruebas sensoriales organolépticas. Elaboración propia, realizado con Word.

Figura 3.

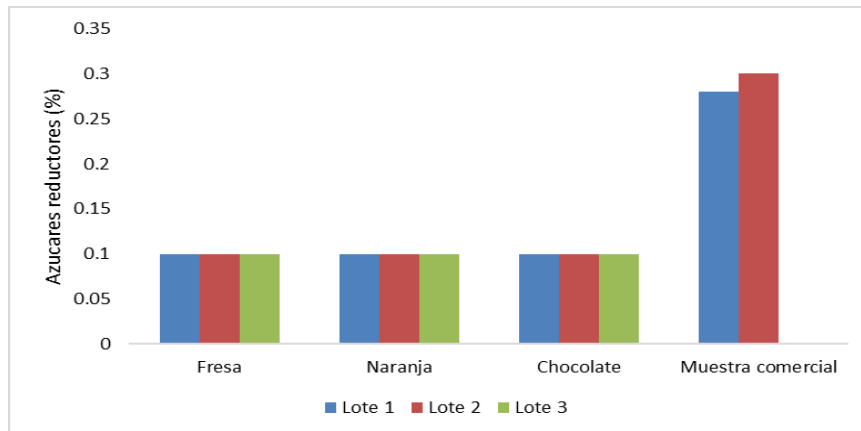
Comparación de amargor entre muestras



Nota. Comparación de amargor entre la muestra comercial y las muestras de las cervezas de diferentes sabores. Elaboración propia, realizado en Excel.

Figura 4.

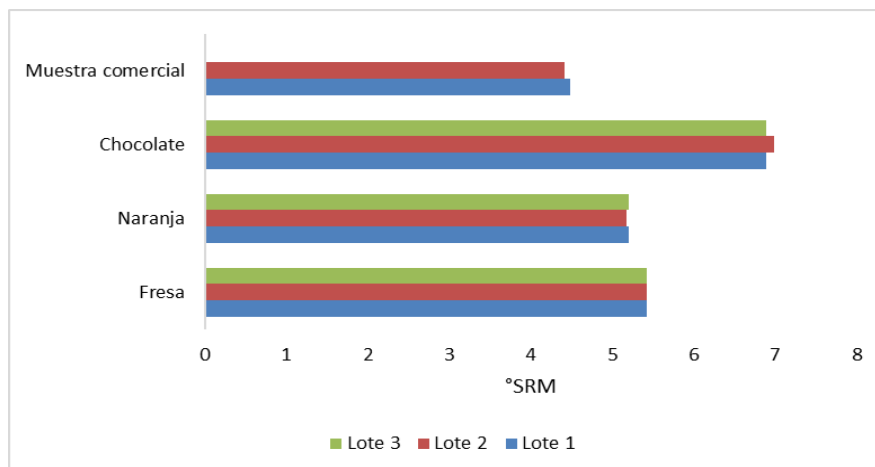
Comparación de azúcares reductores entre muestras



Nota. Comparación de azúcares reductores entre la muestra comercial y las muestras de las cervezas de diferentes sabores. Elaboración propia, realizado en Excel.

Figura 5.

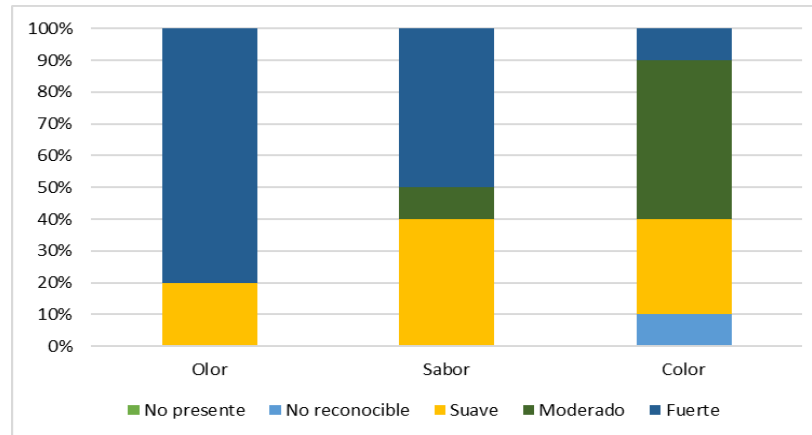
Comparación de color en °SRM entre muestras



Nota. Comparación de color en °SRM entre la muestra comercial y las muestras de las cervezas de diferentes sabores. Elaboración propia, realizado en Excel.

Figura 6.

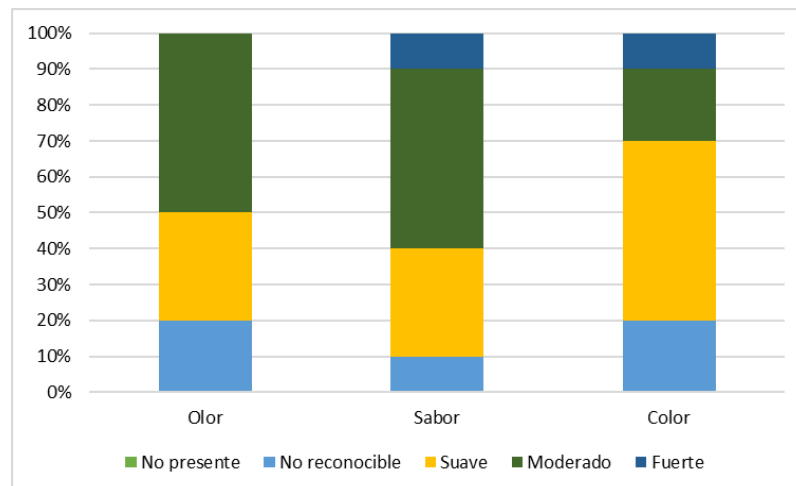
Resultados de pruebas organolépticas para la cerveza sabor fresa



Nota. Resultados de pruebas organolépticas para la cerveza sabor fresa. Elaboración propia, realizado en Excel.

Figura 7.

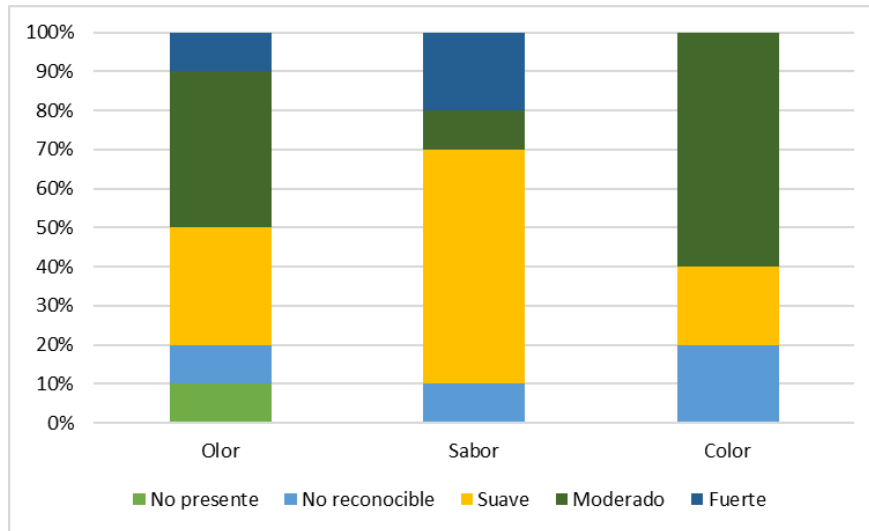
Resultados de pruebas organolépticas para la cerveza sabor naranja



Nota. Resultados de pruebas organolépticas para la cerveza sabor naranja. Elaboración propia, realizado en Excel.

Figura 8.

Resultados de pruebas organolépticas para la cerveza sabor chocolate



Nota. Resultados de pruebas organolépticas para la cerveza sabor chocolate. Elaboración propia, realizado en Excel.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El objetivo de este estudio ha sido evaluar las propiedades organolépticas de la cebada germinada (malta) utilizada en la elaboración de cerveza artesanal tipo ale con 3 distintos sabores, en base a criterios de normalización AOAC. La cerveza es elaborada por compuestos provenientes de su materia prima y otros derivados, siendo sus fuentes principales el agua, malta, lúpulo y levadura. Las etapas de malteado, maceración y fermentación son procesos donde la malta contiene componentes extraíbles tales como las proteínas y enzimas. La cerveza al filtrarse se estabiliza para evitar defectos de calidad como la pérdida del sabor, la espuma o el enturbiamiento. Cada etapa de la elaboración repercute de forma decisiva en la cerveza.

La composición del lúpulo tiene una gran influencia sobre la calidad de la cerveza fabricada a partir de éste. Los α -ácidos y los β -ácidos utilizados en esta investigación corresponden a 5.6 % y a 4.4 % respectivamente según el fabricante BSG, ver tabla 5.

La disminución en la cantidad de lúpulo en 0.16 % de su contenido en la formulación hará posible el decremento del amargor en la cerveza tipo ale en los tres distintos sabores.

Para poder optar a un cambio organoléptico se determina cantidad y tiempos de integración del lúpulo cuando el mosto termina su proceso de maceración. Con un total de 14.907 gr de lúpulo por debajo de 0.16 % de acuerdo con la hipótesis planteada, agregado de forma escalonada para obtener la menor cantidad posible de amargor. A los 5 minutos se incorpora 7.453 gr, a los 45

minutos se adiciona 3.727 gr y en los últimos 55 minutos se añade 3.727 gr, ver tabla 9. El análisis de varianza, ver tabla 33, reveló que, entre los valores de amargor de la cerveza comercial con respecto al amargor obtenido en las 3 cervezas de distintos sabores, si existe diferencia significativa en la disminución abajo del 0.16 % de contenido de lúpulo en relación con la disminución del nivel de amargor, con un nivel de significancia del 5 %.

El nivel de amargor de la cerveza artesanal de acuerdo con la norma AOAC 970.16, es ejecutado por medio de pruebas de barrido espectrofotométrico, midiendo la absorbancia de la fase orgánica a 275 nm, obteniendo unidades de amargor °IBU, ver tabla 20.

La cerveza artesanal elaborada en esta investigación al comparar el amargor con la cerveza comercial, después de realizadas tres repeticiones en el análisis se determinó que en el caso del sabor fresa disminuye en un 87 %, en el sabor naranja disminuye en un 88 % y en el sabor chocolate disminuye en 87 %, teniendo valores en promedio de °IBU en amargor de 2.68 °IBU, 2.48 °IBU y 2.64 °IBU respectivamente en comparación a la cerveza comercial con un valor de 19.97 °IBU, además sus desviaciones estándar son 0.0058 °IBU en los sabores de fresa y naranja; y de 0.012 °IBU en el sabor de chocolate conforme a la comercial, ver tablas 29 al 31. Con estos resultados se puede definir que la cerveza artesanal tiene un nivel de amargor menor a la comercial, cumpliendo el objetivo principal de la investigación, dado por la disminución del contenido de lúpulo en la elaboración, con el fin de obtener los grados de amargor más bajos en los distintos tipos de sabores.

Para determinar la cantidad de azúcares reductores contenidos en la malta después de la fermentación alcohólica se hizo uso de una titulación con tiosulfato de sodio propuesto por Browne y Zerban (1941). La cerveza artesanal elaborada

evaluada en relación con los azúcares reductores de la cerveza comercial después de tres repeticiones en su respectivo análisis se vio disminuido en un 66 % en los distintos sabores, teniendo valores promedios menores al 0.1 % y la cerveza comercial con un valor de 0.29 %, con una desviación estándar de 0 % para la cerveza artesanal y la comercial con un valor de 0.014 %, ver tablas 29 al 31. Se puede concluir que la cerveza artesanal elaborada en sus distintos sabores logra consumir todo el azúcar fermentable o que son reductores contenidos en la malta, las cuales se convierten en alcohol. Permitiendo determinar la graduación de la cerveza en porcentaje de APV, obteniendo valores promedio de 2.5 % en el sabor fresa y naranja y 3 % en el sabor chocolate con una desviación estándar de 0.2 % en el sabor de fresa, 0.1 % en el sabor naranja y 0.4 en el sabor chocolate, ver tabla 18. Cumpliendo con el objetivo de disminuir ciertas propiedades organolépticas para obtener el producto deseado y asimismo con el objetivo en cuántos azúcares reductores se refiere.

Con relación a la colorimetría de la cerveza artesanal según norma AOAC 976.08 mediante pruebas de barrido espectrofotométrico para clasificar colores en la malta. Método basado en medir la absorbancia a una longitud de onda de 430 nm y 700 nm a 20 °C, previamente desgasificada. Se trabajó bajo el procedimiento europeo o °EBC realizando la conversión al método °SRM que conforme a la guía BJCP proporciona por cada estilo una tonalidad patrón. Luego de tres repeticiones según análisis realizados a los diferentes tipos de cerveza artesanal, se cuenta con valores en promedio de 5.42 °SRM en el sabor fresa, 5.20 °SRM en el sabor naranja y 6.93 °SRM en el sabor chocolate en comparación con la cerveza comercial con un valor de 4.46 °SRM contando con una desviación estándar de 0 °SRM en el sabor fresa y 0.015 °SRM para los sabores de naranja y 0.051°SRM en sabor chocolate respectivamente, ver tablas ver tablas 29 al 31. Además, el método para obtener los grados °SRM se obtuvo de la longitud de onda de la absorbancia para cada sabor como se puede ver en

la tabla 24. El color de la cerveza artesanal se vio aumentado en un 22 % en el sabor de fresa, en un 17 % en el sabor naranja y un 55 % en el sabor chocolate en comparación con la cerveza comercial, concluyendo que el producto elaborado posee un nivel de color más pronunciado en los distintos sabores, pero observándose más marcado en el sabor de chocolate variando el color de amarillento (pajizo) a amarillo acercándose a lo que es una cerveza tipo pale ale.

Al final de esta investigación se realizaron pruebas organolépticas sensoriales en base a los criterios de normalización AOAC y HACCP, permitiendo describir la intensidad del olor, la percepción del color y el sabor que queda al final cumpliendo con las especificaciones presentadas a los consumidores. Con un total de 10 panelistas llegando a un consenso con dos sesiones de catación, obteniendo resultados representativos en base a encuestas.

Para el sabor fresa, los resultados indican que el 80 % de los panelistas percibieron una escala de olor fuerte, según especificaciones, con una percepción de color moderado por parte del 50 % de los panelistas y un sabor fuerte percibido por el 50 % de los panelistas, ver figura 6.

Para el sabor naranja, el 50 % de los panelistas indicaron que el olor y el sabor se encontraban en una escala moderada, en el caso del color el 50 % de los panelistas percibieron un color suave, ver figura 7.

Para el sabor chocolate, en el aspecto del olor existieron respuestas variadas siendo moderado el más significativo, dado por el 40 % de los panelistas, en el caso del sabor el 60 % indicaron que percibieron un sabor suave en el producto y por último, la mayoría (60 %) de los panelistas opinaron que la cerveza poseía un color suave, ver figura 8.

Con lo anterior, se definió el cumplimiento de los objetivos como fueron planteados en esta investigación. Obteniendo un producto con aceptables estándares de calidad con un olor perceptible, un sabor agradable al paladar y un color dentro de las especificaciones.

CONCLUSIONES

1. A partir de la disminución del lúpulo en 0.16 % de su contenido en la formulación se hace posible el decrecimiento de las propiedades organolépticas en relación con el amargor de la cerveza artesanal en comparación con la cerveza comercial, teniendo valores de amargor por debajo de 2.7 °IBU.
2. De acuerdo con la cantidad de lúpulo va a depender si es más o menos intenso el amargor. Teniendo valores en promedio en amargor °IBU en amargor de 2.68 °IBU, 2.48 °IBU y 2.64 °IBU respectivamente en comparación a la cerveza comercial con un valor de 19.97 °IBU.
3. Para los azúcares reductores la cerveza artesanal elaborada con respecto a la cerveza comercial se vio disminuido en un 66 % en los distintos sabores, teniendo valores en promedio menores al 0.1 % y 0.29 % para la cerveza comercial. El producto cumple con el decrecimiento de sus propiedades organolépticas.
4. La graduación de la cerveza en porcentaje de APV se determinó con valores promedio de 2.5 % en el sabor fresa y naranja y 3 % en el sabor chocolate indicando el alcohol por volumen que contiene una cerveza.
5. Con valores promedio de 5.42 °SRM en el sabor fresa, 5.20 °SRM en el sabor naranja y 6.93 °SRM en el sabor chocolate con respecto a la cerveza comercial con un valor de 4.46°SRM, dado estos resultados se puede inferir que el producto terminado posee un color más pronunciado en los

distintos sabores haciéndose más notorio en el sabor chocolate acercándose a una cerveza tipo pale ale.

6. Las encuestas en base a las pruebas organolépticas sensoriales indican que para el sabor fresa el 50 % de los panelistas percibieron un sabor fuerte, en el caso del sabor naranja el 50 % de los panelistas percibieron un sabor moderado y para el sabor chocolate el 60 % de los panelistas percibieron un sabor suave, cumpliendo con cada uno de los objetivos planteados en esta investigación

RECOMENDACIONES

1. Modificar la cantidad de lúpulo en la elaboración de cerveza artesanal.
2. Estimar el nivel de amargor de la cerveza artesanal utilizando métodos distintos al descrito en la norma AOAC 970.16.
3. Realizar pruebas de barrido espectrofotométrico para determinar los azúcares reductores en una cerveza artesanal.
4. Estimar la cantidad de tiempo y temperatura de tostado para determinar el color deseado que tornara desarrollara la cerveza.
5. Realizar pruebas organolépticas en términos de sabor de acuerdo con la modificación de cantidad de lúpulo en la elaboración de cerveza artesanal.

REFERENCIAS

- Adelmann, R., Menicucci, N., Ramírez, W., Prado, I., Novoa, M., Melo, G. y Solano, N. (2006). *Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Bebidas Fermentadas. Cerveza*.
<http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/0/28CDFCF6A1727DFE062575E7005A515D?OpenDocument>
- Bolívar, G. (20 de septiembre de 2022). *Ley de Beer–Lambert: aplicaciones y ejercicios resueltos*. Lifeder. <https://www.lifeder.com/ley-de-beer-lambert/>
- Browne, C.A. y Zerban, F. (1941). Physical and Chemical Methods of Sugar Analysis. *Journal of Association of Official Agricultural Chemists*, 25(2), 548-549. <https://academic.oup.com/jaoac/article-abstract/25/2/548/5742901>
- Cano, J. L. (1989). *La cebada: morfología, fisiología, genética, agronomía y usos industriales*. Mundi-Prensa.
- Cerveceros de España. (Diciembre de 2005). *Guía para la aplicación del sistema de análisis de peligros y puntos críticos en el sector cervecero español*. https://cerveceros.org/uploads/5aa7bc7d3b53c_DocumentoAPPCfinal.pdf?fbclid=IwAR2PT9_OO4pfhUzoLrjYkrhdRzZ7EgA62VzLLAvC7KkJg5qv4lnrguvzGxQ

Cerveza Artesana (noviembre de 2017). *Airlock para fermentador (trampa de aire)*. <https://www.cervezartesana.es/airlock-para-fermentador-trampa-de-aire-heut003.html>

Cerveza Artesana. (marzo de 2014). *La guía definitiva del lúpulo*. <https://cervezartesana.es/blog/post/como-guardar-lupulo-malta-y-levadura.html>

Colorado, J. C. (2013). *Diseño de una planta de cerveza artesanal para consumo directo, microcervecería*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cadiz]. Repositorio institucional.

Hughes, G. (2014). *Cómo elaborar cerveza casera*. Ediciones Omega.

Loma-Ossorio, E. d., & Rodríguez, D. (1999). *Guía para la aplicación del sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos (ARPC) en el sector cervecero*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y Agencia Española de Cooperación Internacional.

Martínez, L. D., & Insuasti, M. A. (2010). *Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (*Hordeum vulgare*) Y YUCA (*Manihot Esculenta Crantz*)*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Archivo digital. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/558>

Morillo, P. R. (15 de noviembre de 2018). *Cómo afectan las maltas el color en la cerveza*. AECAI. <https://aecai.es/maltas-color-cerveza/>

Orallo (15 de octubre de 2013). *El color de la cerveza*. El rincón del cervecero. <http://www.elrincondelcervecero.com/el-color-de-la-cerveza/>

- Pablos, M. P. (2015). *Diseño de una micro-planta de fabricación de cerveza y estudios de técnicas y procesos de producción*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Cataluña]. Archivo digital. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/76575/02_Memoria.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Picón, M. (2020). *Análisis fisicoquímicos para el control de calidad en la producción de cerveza*. [Tesis de pregrado, Universidad de Sevilla]. Repositorio institucional.
- Suqui, H. S., & Pintado, E. (2015). *Implementación de un sistema de fermentación para la elaboración de cerveza artesanal con la utilización de tres variedades de cebada*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Archivo digital. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8002/1/UPS-CT004879.pdf>

APÉNDICES

Apéndice 1.

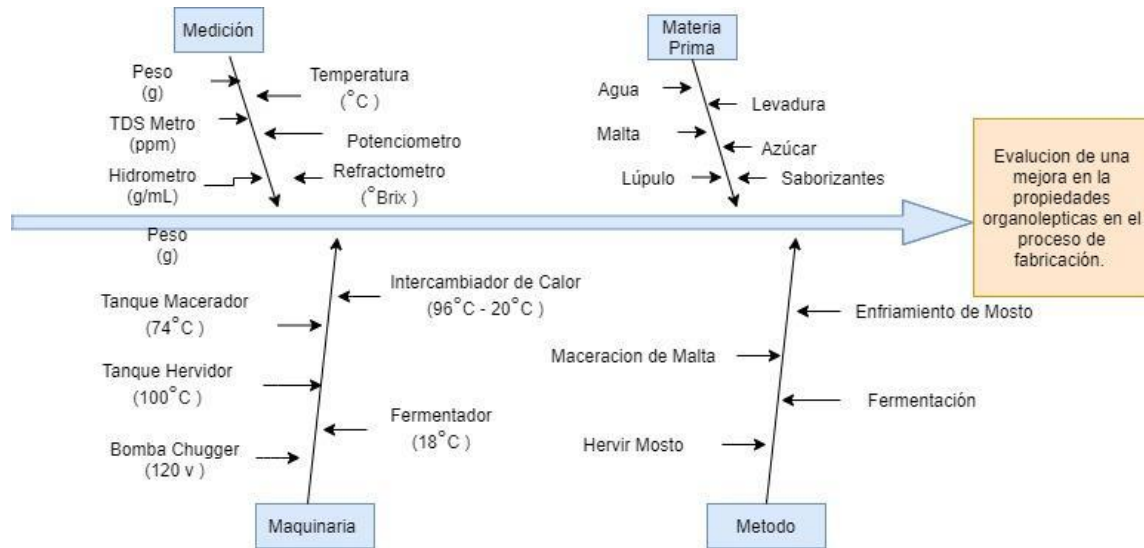
Requisitos académicos

Area	Curso	Descripción
Química	Química 4	Mezclas homogéneas: concentraciones, formas de expresión de la concentración y soluciones.
	Análisis Cuantitativo	Métodos volumétricos: formas de expresión de las concentraciones de soluciones, volumetría de neutralización.
	Química Orgánica 2	Alcoholes (R-OH): estructura y clasificación. Nomenclatura, propiedades de las reacciones y mecanismos en síntesis de alcoholes. Eteres y epóxidos: Conocer la estructura, clasificación, propiedades y reacciones y mecanismos en síntesis de éteres y epóxidos.
	Microbiología	Definición y conceptos de Bacteriología: concepto de bacteria, morfología de las bacterias, tamaño de la célula bacteriana, citología bacteriana, fisiología de las bacterias, composición química de las bacterias, crecimiento y muerte de las bacterias, tinciones principales de las bacterias, medios de cultivo, esterilización, desinfección y antiseptia. Hongos (mohos y levaduras): Mohos, Levaduras. Microbiología del agua: conceptos generales, ciclo hidrológico, flora microbiana del agua natural, aspectos sanitarios de la microbiología del agua, microbiología de las aguas residuales, microbiología de desechos industriales, microbiología marina. Microbiología del aire: Consideraciones generales, flora microbiana, técnicas para el análisis microbiológico, control de los microorganismos del aire. Microbiología de los alimentos: Conceptos generales, clase de microorganismos en los alimentos, preservación de alimentos, análisis microbiológico, microbiología de la leche y sus derivados.
	Bioingeniería	Introducción a la Ingeniería bioquímica Aplicaciones de la biotecnología en la industria Cinética del crecimiento microbiano Principios básicos del diseño de biorreactores Biotecnología alimentaria Biotecnología ambiental
Ciencias	Estadística 1	Análisis estadístico.
	Técnicas de estudio	Técnicas de investigación. Diseño de un proyecto de investigación: la idea y problema de la investigación, método científico, marco teórico y partes que contiene el informe de presentación.

Nota. Requisitos académicos. Elaboración propia.

Apéndice 2.

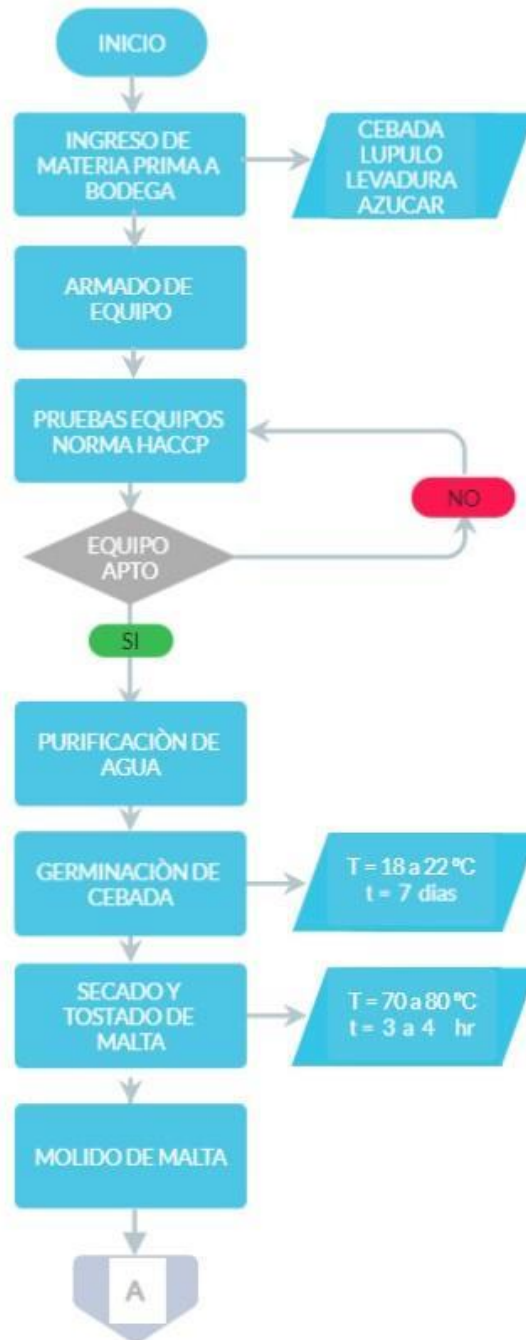
Diagrama de Ishikawa



Nota. Diagrama de Ishikawa. Elaboración propia.

Apéndice 3.

Diagrama de flujo de proceso



Continuación del apéndice 3.



Nota. Diagrama de flujo de proceso. Elaboración propia.

Apéndice 4.

Procedimiento de elaboración de cerveza para 5 litros de cerveza Pale Ale

- Moler en molino de maíz o de piedra el 100 % del grano que va en los ingredientes (que se quiebre entre 4-5 partes). No debe quedar como harina.
- Poner a calentar agua en una olla de 7-8 L a 70 °C (se debe utilizar 1.5L de agua por libra de grano).
- Maceración: Mientras se agrega la malta molida se debe ir moviendo con cuchara hasta que se agregue toda la malta.
- Medir la temperatura ya con el grano dentro y mantener a 65 °C por 1 hora con 10 minutos. (Hay que estar midiendo temperatura cada 10 min, si baja se prende fuego y cuando se llegue a la temperatura se apaga la hornilla; mientras tiene fuego estar moviendo).
- Sparge: una vez concluido el tiempo de maceración se debe colar el grano, remover la bolsa *brewing bag*.
- Mientras se está escurriendo se debe lavar el grano con más agua idealmente a 65 °C. Calcular la cantidad de agua por colador para que después de colar queden entre 6.5 L finales antes de hervir.
- Hervido de lúpulo: una vez colado el grano llevar el mosto a punto de ebullición.

Continuación del apéndice 4.

- En cuanto empieza a hervir se crea una capa de espuma blanca, esperar 5 min. Y remover esta espuma.
- Después de remover la espuma agregar la primera adición de lúpulo 3.726 gramos al minuto 5.
- Mantener el hervido y agregar el sabor al minuto 30 después de empezar el hervido.
- Mantener el hervido y agregar la siguiente adición de lúpulo 3.727 gramos al minuto 45 después de empezar el hervido.
- Mantener el hervido y agregar la siguiente adición de lúpulo 3.727 gramos al minuto 55 después de empezar el hervido.
- Al terminar los 60 minutos de hervido hay que enfriar la cerveza lo más rápido posible, en este caso se usa el intercambiador de calor con el cual se lleva a 22 °C.
- Trasvasar la cerveza de la olla con el intercambiador de calor a un fermentador.
- Agregar toda la levadura y dejar fermentar por 15 días a temperatura ambiente en un lugar fresco donde no tenga contacto con la luz directa o indirecta.

Continuación del apéndice 4.

- Después de los 15 días trasvasar a otro recipiente (olla o cubeta) filtrándose sin revolver el asiento.
- Agregar 7g de azúcar blanca por litro final de cerveza para carbonatar (se recomienda hervir el azúcar antes en la menor cantidad de agua posible y esperar a que se enfríe para agregarla a la cerveza) hay que mantener la cerveza tapada durante este proceso ya que cualquier levadura del ambiente puede contaminarla.
- Hacer una mezcla homogénea de la cerveza y azúcar y proceder a embotellar. (dejar espacio de cabeza a la cerveza).
- Se necesita una embotelladora manual para poner las tapas a la botella de vidrio. Todo el equipo que se utilice debe estar sanitizado. Dejar reposar en un lugar oscuro por 1 semana a temperatura ambiente.
- Refrigerar las que se vayan a consumir idealmente 1-2 días antes para que compacte el gas en la botella.

Nota. Procedimiento de elaboración de cerveza. Elaboración propia.

Apéndice 5.

Sistema de agua de osmosis inversa de 6 etapas



Nota. Sistema de agua de osmosis inversa de 6 etapas. Elaboración propia.

Apéndice 6.

Instrumentos de control



Nota. Instrumentos de control. Elaboración propia.

Apéndice 7.
Balanza Tritón



Nota. Balanza Tritón. Elaboración propia.

Apéndice 8.
Termómetro de flujo



Nota. Termómetro de flujo. Elaboración propia.

Apéndice 9.

Molino



Nota. Molino. Elaboración propia.

Apéndice 10.

Área de producción



Nota. Área de producción. Elaboración propia.

Apéndice 11.
Bomba centrífuga



Nota. Bomba centrífuga. Elaboración propia.

Apéndice 12.
Intercambiador de calor



Nota. Intercambiador de calor. Elaboración propia.

Apéndice 13.

Regulador de temperatura



Nota. Regulador de temperatura. Elaboración propia.

Apéndice 14.

Bomba de recirculación



Nota. Bomba de recirculación. Elaboración propia.

Apéndice 15.
Fermentadores



Nota. Fermentadores. Elaboración propia.

Apéndice 16.
Molienda de la materia prima



Nota. Molienda de la materia prima. Elaboración propia.

Apéndice 17.

Maceración de la materia prima por decocción



Nota. Maceración de la materia prima por decocción. Elaboración propia.

Apéndice 18.

Proceso de elaboración del mosto



Nota. Proceso de elaboración del mosto. Elaboración propia.

Apéndice 19.

Proceso en el intercambiador de calor



Nota. Proceso en el intercambiador de calor. Elaboración propia.

Apéndice 20.

Proceso de filtrado del producto terminado



Nota. Proceso de filtrado del producto terminado. Elaboración propia.

Apéndice 21.

Proceso de segunda fermentación



Nota. Adición del azúcar. Elaboración propia.

Apéndice 22.

Proceso de secado y desinfección de botellas



Nota. Proceso de secado y desinfección de botellas. Elaboración propia.

Apéndice 23.

Proceso de embotellado



Nota. Proceso de embotellado. Elaboración propia.

Apéndice 24.

Primeros lotes etiquetados



Nota. Primeros lotes etiquetados. Elaboración propia.

Apéndice 25.

Pruebas organolépticas sensoriales



Nota. Pruebas organolépticas sensoriales. Elaboración propia.

Apéndice 26.

Panelistas respondiendo encuestas



Nota. Panelistas respondiendo encuestas. Elaboración propia.

Apéndice 27.

Panelistas individuales respondiendo encuestas



Nota. Panelistas individuales respondiendo encuestas. Elaboración propia.

Apéndice 28.

Muestra de cálculo

Ecuación 1 - APV

$$\% APV = (GE_o - GE_f) * 105 * 1.25 \quad [\text{Ecuación 1}]$$

Donde

GE_o = Gravedad específica inicial.

GE_f = Gravedad específica final.

Ejemplo: Cálculo del porcentaje de APV cuando la lectura antes de adicionar la levadura (gravedad original) es de 1.043 y antes de embotellar el producto (gravedad final) es de 1.022 en el sabor fresa para el lote 1.

Continuación del apéndice 28.

$$\% APV = (GE_o - GE_f) * 105 * 1.25 = (1.043 - 1.022) * 105 * 1.25 = 2.8 \%$$

Nota: De la misma manera se calculó el resto de porcentaje de APV para los distintos sabores a ofrecer.

Ecuación 2 - Promedio

$$\underline{x} = \frac{\sum x_i}{N_i} \quad \text{[Ecuación 2]}$$

Donde:

\underline{x} = Valor promedio de los estados organolépticos según cada sabor.

x_i = Cada una de las mediciones (estado organoléptico) de cada sabor.

N_i = Recuento de datos por lote.

Ejemplo: Cálculo del promedio del nivel de amargor comprendido por los tres diferentes lotes para cada sabor ofrecido, las mediciones correspondientes equivalen a 2.68 °IBU, 2.68 °IBU y 2.67 °IBU sabores de fresa, naranja y chocolate respectivamente.

$$\underline{x} = \frac{\sum x_i}{N_i} = \frac{8.03}{3} = 2.68 \text{ °IBU}$$

Nota: De la misma manera se calculó el resto de los promedios para los distintos sabores a ofrecer según cada lote elaborado.

Continuación del apéndice 28.

Ecuación 3 – Desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - x_i)^2}{N-1}} \quad [\text{Ecuación 3}]$$

Dónde:

S = Desviación estándar de los estados organolépticos según cada sabor.

\bar{x} = Valor promedio de los estados organolépticos según cada sabor.

x_i = Cada una de las mediciones (estado organoléptico) de cada sabor.

N_i = Recuento de datos por lote.

Ejemplo: cálculo de la desviación estándar del nivel de amargor comprendido por los tres diferentes lotes para cada sabor ofrecido, las mediciones correspondientes equivalen a 2.68 °IBU, 2.68 °IBU y 2.67 °IBU sabores de fresa, naranja y chocolate respectivamente.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - x_i)^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{(2.68 - 2.68)^2 + (2.68 - 2.68)^2 + (2.67 - 2.68)^2}{3 - 1}}$$
$$= 0.00577$$

Nota: de la misma manera se calculó el resto de las desviaciones estándar para los distintos sabores a ofrecer según cada lote elaborado

Ecuación 4 – °SRM

$$^{\circ}EBC = 25 * A_{430}$$

$$^{\circ}SRM = 12.7 * A_{430}$$

Continuación del apéndice 28.

Dónde:

°EBC = método europeo.

A_{430} = absorbancia a 430 nm.

°SRM = método americano.

Ejemplo: Cálculo de la conversión del método europeo en °EBC a el método americano o °SRM con una absorbancia de 0.427 A.

$$^{\circ}SRM = 12.7 * A_{430} = 12.7 * 0.427 = 5.42 ^{\circ}SRM$$

Nota: De la misma manera se calculó el resto de °SRM para los distintos sabores a ofrecer según cada lote elaborado.

Nota. Muestra de cálculo. Elaboración propia.

Apéndice 29.

Encuesta de pruebas sensoriales para evaluación organoléptica

Género: F ___ M___

- Marque en las casillas correspondientes de acuerdo con la siguiente tabla:

RANKING	EXPLICACIÓN
0	No presente
1	No reconocible
2	Suave
3	Moderado

4

Fuerte

Continuación del apéndice 29.

- Tipo de cerveza: Pale Ale 1

	0	1	2	3	4
Olor	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sabor	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Color	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

- Tipo de cerveza: Pale Ale 2

	0	1	2	3	4
Olor	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sabor	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Color	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

- Tipo de cerveza: Pale Ale 3

	0	1	2	3	4
Olor	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sabor	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Color	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Nota. Encuesta de pruebas sensoriales para evaluación organoléptica. Elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1.

Pruebas de barrido espectrofotométrico para color y nivel de amargor

	INFORME ESPECIAL	ÁREA DE ORIGEN PROYECTOS ESPECIALES
Fecha de Emisión: 19/06/2019	F-SC-038	VERSIÓN 01


INFORMACIÓN DE CLIENTE

- Cliente: Ana María Espina León
- Dirección: 30 avenida 18-45 zona 12
- Fechas de ingreso: 18/01/2023

INFORMACIÓN DE INFORME

- Fecha de emisión: 27/01/2023
- Hora Emisión: 13:45:33
- Res. Muestreo: Cliente
- Número de Orden: 2023000221
- Número de muestra(s): 218429

OPINIONES E INTERPRETACIONES DE LOS RESULTADOS

Muestra	Barrido de Naranja botella 1.	Interpretación de los resultados en base a normativa que le aplica.
218429		El barrido de la muestra de la botella No. 1 sabor naranja presenta un espectro de máxima absorción en 300-350 nm. En 430 nm se determinó una absorbancia de 0.0082 en a 700nm 0.0162.

*U: Unidades de color en escala de platino-cobalto

**No se incluye el SMP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo, el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al 100%.

Nota: Los resultados son reportados en base a las muestras recibidas en el laboratorio. El laboratorio no se hace responsable por la toma de decisiones relacionadas con los resultados reportados y su interpretación.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización del Director Técnico de INLASA.

Lic. Raúl Paniagua Piloña

Supervisado por

Director Técnico INLASA, S.A.

Página 1 de 9
Del F-SC-038

Número de informe: 2,124

Continuación del anexo 1.

	INFORME ESPECIAL	ÁREA DE ORIGEN PROYECTOS ESPECIALES
Fecha de Emisión: 19/06/2019	F-SC-038	VERSIÓN 01

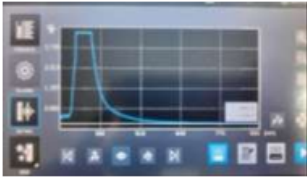
INFORMACIÓN DE CLIENTE

- Cliente: Ana María Espina León
- Dirección: 30 avenida 18-45 zona 12
- Fechas de Ingreso: 18/01/2023

INFORMACIÓN DE INFORME

- Fecha de emisión: 27/01/2023
- Hora Emisión: 13:45:33
- Res. Muestreo: Cliente
- Número de Orden: 2023000221
- Número de muestra(s): 218430

OPINIONES E INTERPRETACIONES DE LOS RESULTADOS

Muestra	Barrido de Naranja botella 2.	Interpretación de los resultados en base a normativa que le aplica.
218429		El barrido de la muestra de la botella No. 2 sabor naranja presenta un espectro de máxima absorción en 300-350 nm. En 430 nm se determinó una absorbancia de 0.4082nm y a 700nm 0.0162.

*a: Unidades de color en escala de platino-cobalto

*b: No se incluye el LMP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo, el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al LMA.

Nota: Los resultados son reportados en base a las muestras recibidas en el laboratorio. El laboratorio no se hace responsable por la toma de decisiones relacionadas con los resultados reportados y su interpretación.
Se prohíbe la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización del Director Técnico de INLASA.

Lic. Raúl Paniagua Piloña

Supervisado por

Director Técnico INLASA, S.A.

Página 2 de 9
Del F-SC-038
Número de informe: 2,124

Continuación del anexo 1.

	INFORME ESPECIAL	ÁREA DE ORIGEN PROYECTOS ESPECIALES
Fecha de Emisión: 19/06/2019	F-SC-038	VERSIÓN 01


INFORMACIÓN DE CLIENTE

- Cliente: Ana María Espina León
- Dirección: 30 avenida 18-45 zona 12
- Fechas de Ingreso: 18/01/2023

INFORMACIÓN DE INFORME

- Fecha de emisión: 27/01/2023
- Hora Emisión: 13:45:33
- Res. Muestreo: Cliente
- Número de Orden: 2023000221
- Número de muestra(s): 218431

OPINIONES E INTERPRETACIONES DE LOS RESULTADOS

Muestra	Barrido de Naranja botella 3.	Interpretación de los resultados en base a normativa que le aplica.
218429		El barrido de la muestra de la botella No. 3 sabor naranja presenta un espectro de máxima absorción en 300-350 nm. En 430 nm se determinó una absorbancia de 0.4082nm y a 700nm 0.0162.

*a: Unidades de color en escala de platino-cobalto

*b: No se incluye el LMP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo, el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al LMA.

Nota: Los resultados son reportados en base a las muestras recibidas en el laboratorio. El laboratorio no se hace responsable por la toma de decisiones relacionadas con los resultados reportados y su interpretación.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización del Director Técnico de INLASA.

Lic. Raúl Paniagua Piloña

Supervisado por

Director Técnico INLASA, S.A.

Página 3 de 9
Del F-SC-038
Número de informe: 2,124

Continuación del anexo 1.

	INFORME ESPECIAL	ÁREA DE ORIGEN PROYECTOS ESPECIALES
Fecha de Emisión: 19/06/2019	F-SC-038	VERSIÓN 01

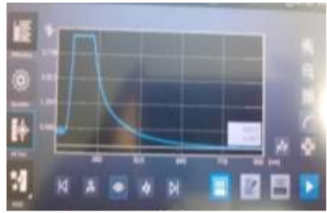
INFORMACIÓN DE CLIENTE

- Cliente: Ana María Espina León
- Dirección: 30 avenida 18-45 zona 12
- Fechas de Ingreso: 18/01/2023

INFORMACIÓN DE INFORME

- Fecha de emisión: 27/01/2023
- Hora Emisión: 13:45:33
- Res. Muestreo: Cliente
- Número de Orden: 2023000221
- Número de muestra(s): 218432

OPINIONES E INTERPRETACIONES DE LOS RESULTADOS

Muestra	Barrido de Fresa botella 1	Interpretación de los resultados en base a normativa que le aplica.
218430		El barrido de la muestra de la botella No. 1 sabor fresa presenta un espectro de máxima absorción en 300-350 nm. En 430 nm se determinó una absorbancia de 0.427 nm y a 700nm 0.0113

*a: Unidades de color en escala de platino-cobalto

*b: No se incluye el UMP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo, el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al UMA.

Nota: Los resultados son reportados en base a las muestras recibidas en el laboratorio. El laboratorio no se hace responsable por la toma de decisiones relacionadas con los resultados reportados y su interpretación.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización del Director Técnico de INLASA.

Lic. Raúl Paniagua Piloña

Supervisado por

Director Técnico INLASA, S.A.

Página 4 de 9
Del F-SC-038
Número de informe: 2,124

Continuación del anexo 1.

	INFORME ESPECIAL	ÁREA DE ORIGEN PROYECTOS ESPECIALES
Fecha de Emisión: 19/06/2019	F-SC-038	VERSIÓN 01

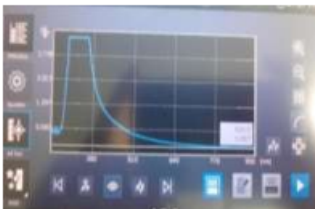
INFORMACIÓN DE CLIENTE

- Cliente: Ana María Espina León
- Dirección: 30 avenida 18-45 zona 12
- Fechas de Ingreso: 18/01/2023

INFORMACIÓN DE INFORME

- Fecha de emisión: 27/01/2023
- Hora Emisión: 13:45:33
- Res. Muestreo: Cliente
- Número de Orden: 2023000221
- Número de muestra(s): 218433

OPINIONES E INTERPRETACIONES DE LOS RESULTADOS

Muestra	Barrido de Fresa botella 2	Interpretación de los resultados en base a normativa que le aplica.
218430		El barrido de la muestra de la botella No. 2 sabor fresa presenta un espectro de máxima absorción en 300-350 nm. En 430 nm se determinó una absorbancia de 0.427 nm y a 700nm 0.0113

*a: Unidades de color en escala de platino-cobalto

*b: No se incluye el UVP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo, el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al UMA.

Nota: Los resultados son reportados en base a las muestras recibidas en el laboratorio. El laboratorio no se hace responsable por la toma de decisiones relacionadas con los resultados reportados y su interpretación.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización del Director Técnico de INLASA.

Lic. Raúl Paniagua Piloña

Supervisado por

Director Técnico INLASA, S.A.

Página 5 de 9
Del F-SC-038
Número de informe: 2,124

Continuación del anexo 1.

	INFORME ESPECIAL	ÁREA DE ORIGEN PROYECTOS ESPECIALES
Fecha de Emisión: 19/06/2019	F-SC-038	VERSIÓN 01

INFORMACIÓN DE CLIENTE

- Cliente: Ana María Espina León
- Dirección: 30 avenida 18-45 zona 12
- Fechas de Ingreso: 18/01/2023

INFORMACIÓN DE INFORME

- Fecha de emisión: 27/01/2023
- Hora Emisión: 13:45:33
- Res. Muestreo: Cliente
- Número de Orden: 2023000221
- Número de muestra(s): 218434

OPINIONES E INTERPRETACIONES DE LOS RESULTADOS

Muestra	Barrido de Fresa botella 3	Interpretación de los resultados en base a normativa que le aplica.
218430		El barrido de la muestra de la botella No. 3 sabor fresa presenta un espectro de máxima absorción en 300-350 nm. En 430 nm se determinó una absorbancia de 0.427 nm y a 700nm 0.0113

*a: Unidades de color en escala de platino-cobalto

*b: No se incluye el USP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo, el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al LMA.

Nota: Los resultados son reportados en base a las muestras recibidas en el laboratorio. El laboratorio no se hace responsable por la toma de decisiones relacionadas con los resultados reportados y su interpretación.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización del Director Técnico de INLASA.

Lic. Raúl Paniagua Piloña

Supervisado por

Director Técnico INLASA, S.A.

Página 6 de 9
Del F-SC-038
Número de informe: 2,124

Continuación del anexo 1.

	INFORME ESPECIAL	ÁREA DE ORIGEN PROYECTOS ESPECIALES
Fecha de Emisión: 19/06/2019	F-SC-038	VERSIÓN 01

INFORMACIÓN DE CLIENTE

- Cliente: Ana María Espina León
- Dirección: 30 avenida 18-45 zona 12
- Fechas de Ingreso: 18/01/2023

INFORMACIÓN DE INFORME

- Fecha de emisión: 27/01/2023
- Hora Emisión: 13:45:33
- Res. Muestreo: Cliente
- Número de Orden: 2023000221
- Número de muestra(s): 218435

OPINIONES E INTERPRETACIONES DE LOS RESULTADOS

Muestra	Barrido de Chocolate botella 1	Interpretación de los resultados en base a normativa que le aplica.
218431		El barrido de la muestra de la botella No. 1 sabor chocolate presenta un espectro de máxima absorción en 300-350 nm. En 430 nm se determinó una absorbancia de 0.543nm y a 700nm 0.0197

*a: Unidades de color en escala de platino-cobalto

*b: No se incluye el LMP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo, el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al LMP.

Nota: Los resultados son reportados en base a las muestras recibidas en el laboratorio. El laboratorio no se hace responsable por la toma de decisiones relacionadas con los resultados reportados y su interpretación.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización del Director Técnico de INLASA.

Lic. Raúl Paniagua Piloña

Supervisado por

Director Técnico INLASA, S.A.


Firmado
digitalmente por
Raúl Antonio
Paniagua Piloña
Fecha: 2023.01.27
15:11:24 -06'00'

Página 7 de 9
Del F-SC-038

Número de informe: 2,124

Continuación del anexo 1.

	INFORME ESPECIAL	ÁREA DE ORIGEN PROYECTOS ESPECIALES
Fecha de Emisión: 19/06/2019	F-SC-038	VERSIÓN 01


INFORMACIÓN DE CLIENTE

- Cliente: Ana María Espina León
- Dirección: 30 avenida 18-45 zona 12
- Fechas de Ingreso: 18/01/2023

INFORMACIÓN DE INFORME

- Fecha de emisión: 27/01/2023
- Hora Emisión: 13:45:33
- Res. Muestreo: Cliente
- Número de Orden: 2023000221
- Número de muestra(s): 218436

OPINIONES E INTERPRETACIONES DE LOS RESULTADOS

Muestra	Barrido de Chocolate botella 2	Interpretación de los resultados en base a normativa que le aplica.
218431		El barrido de la muestra de la botella No. 2 sabor chocolate presenta un espectrode máxima absorción en 300-350 nm. En 430 nm se determinó una absorbanca de 0.543nm y a 700nm 0.0197

a: Unidades de color en escala de platino-cobalto

b: No se incluye el LMP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo, el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al LMA.

Nota: Los resultados son reportados en base a las muestras recibidas en el laboratorio. El laboratorio no se hace responsable por la toma de decisiones relacionadas con los resultados reportados y su interpretación.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización del Director Técnico de INLASA.

Lic. Raúl Paniagua Piloña

Supervisado por

Director Técnico INLASA, S.A.

Firmado digitalmente por Raúl Antonio Paniagua Piloña
Fecha: 2023.01.27 15:11:24 -06'00'

Página 8 de 9
Del F-SC-038

Número de informe: 2,124

Continuación del anexo 1.

	INFORME ESPECIAL	ÁREA DE ORIGEN PROYECTOS ESPECIALES
Fecha de Emisión: 19/06/2019	F-SC-038	VERSIÓN 01

INFORMACIÓN DE CLIENTE

- Cliente: Ana María Espina León
- Dirección: 30 avenida 18-45 zona 12
- Fechas de Ingreso: 18/01/2023

INFORMACIÓN DE INFORME

- Fecha de emisión: 27/01/2023
- Hora Emisión: 13:45:33
- Res. Muestreo: Cliente
- Número de Orden: 2023000221
- Número de muestra(s): 218437

OPINIONES E INTERPRETACIONES DE LOS RESULTADOS

Muestra	Barrido de Chocolate botella 3	Interpretación de los resultados en base a normativa que le aplica.
218431		El barrido de la muestra de la botella No. 3 sabor chocolate presenta un espectrode máxima absorción en 300-350 nm. En 430 nm se determinó una absorbancia de 0.543nm y a 700nm 0.0197

*a: Unidades de color en escala de platino-cobalto

*b: No se incluye el LMP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo, el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al LMA.

Nota: Los resultados son reportados en base a las muestras recibidas en el laboratorio. El laboratorio no se hace responsable por la toma de decisiones relacionadas con los resultados reportados y su interpretación.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización del Director Técnico de INLASA.

Lic. Raúl Paniagua Piloña

Supervisado por

Director Técnico INLASA, S.A.

Firmado digitalmente por Raúl Antonio Paniagua Piloña
Fecha: 2023.01.27 15:11:24 -06'00'



Página 9 de 9
Del F-SC-038

Número de informe: 2,124

Nota. Pruebas de barrido espectrofotométrico para color y nivel de amargor. Laboratorio INLASA (2021). Informe especial.