

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

DISEÑO DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A BASE DE CEBADA (HORDEUM VULGARE) Y CENTENO (SECALE CEREALE) CON 3 CONCENTRACIONES DIFERENTES

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: JEFFERSON ROLANDO AVEIGA PANTA **DIRECTOR:** Ing. SEGUNDO HUGO CALDERÓN MSc.

Riobamba – Ecuador

©2022, Jefferson Rolando Aveiga Panta

Se autoriza la reproducción total o parcial con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo JEFFERSON ROLANDO AVEIGA PANTA, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; El patrimonio intelectual pertenece a las Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 04 de Marzo de 2022

JEFFERSON Firmado digitalmente por JEFFERSON ROLANDO AVEIGA PANTA Fecha: 2022.04.30 AVEIGA PANTA 09:46:01 -05'00'

Jefferson Rolando Aveiga Panta 060625969-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: el Trabajo de Integración Curricular: Tipo Proyecto Técnico. **DISEÑO DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A BASE DE CEBADA** (HORDEUM VULGARE) Y CENTENO (SECALE CEREALE) CON 3 CONCENTRACIONES DIFERENTES, realizado por el señor JEFFERSON ROLANDO AVEIGA PANTA, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

FIRMA FECHA

Ing. Katherine Gissel Tixi Gallegos MSc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



2022-03-04

Ing. Segundo Hugo Calderón Mgs.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2022-03-04

Ing. Marlene Jacqueline García Veloz Mgs.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



2022-03-04

DEDICATORIA

"Una abuela es madre, maestra y mejor amiga. Lo fuiste todo para mi abuela"

Apegándome a esta hermosa frase, quiero dedicar el presente trabajo a mi abuela Silvia Eumelia

Vélez Vera, por ser la persona más especial en mi vida la que me ha llenado de valor y me ha

dado motivos para continuar mis estudios.

Jefferson

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradecer a Dios por el conocimiento y la fuerza que me ha brindado a lo largo de mi carrera, agradezco a mis padres, mis hermanos, mis tíos y a todos los docentes que me han enseñado tanto académicamente como profesionalmente en esta etapa de mi vida.

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por darme la oportunidad de obtener una profesión y ser útil para la sociedad.

Un profundo agradecimiento a mi Tutor y Colaborador que supieron ser mis guías en mi Trabajo de Integración Curricular de inicio a fin

Jefferson

TABLA DE CONTENIDOS

INDICE	DE TABLA	X
ÍNDICE	DE FIGURAS	xi
ÍNDICE	DE GRÁFICOS	xii
ÍNDICE	DE ANEXOS	xiii
RESUMI	EN	xiv
ABSTRA	ACT	xv
INTROD	OUCCIÓN	1
CAPÍTU	LOI	
1.	DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
1.1.	Identificación del Problema	2
1.2.	Justificación del proyecto	3
1.3.	Beneficiarios directos e indirectos	3
1.3.1.	Beneficiarios Directos	3
1.3.2.	Beneficiarios indirectos	3
1.4.	Localización del proyecto	4
1.5.	Objetivos del proyecto	5
1.5.1.	Objetivo General	5
1.5.2.	Objetivos Específicos	5
CAPÍTU	ьо п	
2.	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	6
2.1.	Historia de la cerveza artesanal	6
2.2.	Desarrollo de la cerveza artesanal en Ecuador	6
2.3.	Marco Conceptual	7
2.3.1.	Cerveza	7
2.3.3.	Densidad en la cerveza	7
2.3.4.	pH de la cerveza	8
2.3.5.	Tipos de cerveza	8
2.3.6.	Estilos clásicos	9
2.3.7.	Formas de producción de cerveza	10

2.3.8.	Cerveza artesanal	10
2.3.9.	Materia Prima para la producción de cerveza artesanal	10
2.3.10.	Levadura	17
2.3.11.	Clarificante (Carragenina)	18
2.4.	Proceso de elaboración de cerveza artesanal	19
2.4.1.	Molienda	19
2.4.2.	Macerado	20
2.4.3.	Filtrado	21
2.4.4.	Recirculado o aclarado	21
2.4.5.	Cocción	21
2.4.6.	Enfriado	21
2.4.7.	Fermentación	22
2.4.8.	Carbonatación y embotellado	23
2.4.9.	Maduración	24
2.4.10.	Variables que se deben controlar en el proceso de elaboración de cerveza	
	artesanal	24
2.4.11.	Medición de los grados de alcohol en la cerveza	25
2.4.12.	Calculo del rendimiento del proceso	25
2.5.	Análisis ANOVA	25
2.5.1.	Diseño experimental ortogonal	25
2.5.2.	Error estándar	26
2.5.3.	Error de muestreo	26
2.5.4.	Factor de inflación de Varianza	26
2.5.5.	Error Experimental	26
2.5.6.	Grados de libertad	26
2.5.7.	Statgraphics Centurion	27
2.5.8.	Cuadrados medios	27
2.5.9.	Valor p	27
2.5.10.	Valor F	27
2.6.	Evaluación Sensorial de los Alimentos	28
2.6.1.	Análisis descriptivo de perfiles sensoriales	28
2.6.2.	Cata de cerveza artesanal	28
2.7.	Factibilidad y rentabilidad económica de un proyecto	29
2.7.1.	Factibilidad económica de un proyecto	29
2.7.2.	Rentahilidad económica de un provecto	29

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	32	
3.1.	Ingeniería del Proyecto	32	
3.1.1.	Formulación para la elaboración de cerveza artesanal	32	
3.1.2.	Descripción del proceso de elaboración de cerveza artesanal	32	
3.2.	Determinar mediante ensayos físicos, químicos y microbiológicos la calidad		
	de la cerveza obtenida	34	
3.3.	Determinar mediante pruebas de aceptabilidad la mejor formulación	para	
	la producción de cerveza artesanal	35	
3.3.1.	Evaluación sensorial de la cerveza artesanal	35	
CAPÍTUI	LO IV		
4.	RESULTADOS	36	
4.1.	Proceso de elaboración de cerveza artesanal con centeno	36	
4.1.1.	Molienda de los cereales	36	
4.1.2.	Maceración	37	
4.1.3.	Filtrado y recirculado	38	
4.1.4.	Lavado de granos	39	
4.1.5.	Cocción	40	
4.1.6.	Enfriado	41	
4.1.7.	Fermentación	41	
4.1.8.	Embotellado y Carbonatación	42	
4.1.9.	Maduración	44	
4.2.	Resultados obtenidos en la elaboración de cerveza artesanal con cente	e no 45	
4.2.1.	Cálculo aproximado del grado alcohólico de la cerveza	45	
4.2.2.	Identificación de las variables del proceso	45	
4.3.	Determinación de la calidad de la cerveza obtenida	50	
4.4.	Resultados obtenidos en los test de aceptabilidad	52	
4.5.	Validación del proceso de elaboración de cerveza artesanal con ceba	da y	
	centeno	53	
4.6.	Balance Simultáneo de masa en la elaboración de cerveza artesanal	54	
4.6.1.	Balance General del Sistema	55	
4.6.2.	Balance de los subsistemas del proceso	56	
4.6.1.	Cálculo del rendimiento de producción	61	

4.7.	Análisis de la factibilidad y rentabilidad del proyecto	61
4.7.1.	Diseño y distribución de la planta	61
4.7.2.	Requerimiento de equipos	62
4.7.3.	Presupuesto de recursos humanos	63
4.7.4.	Presupuesto Materia prima	64
4.7.5.	Presupuesto análisis de la laboratorio	65
4.7.6.	Inversión inicial para la instalación de la planta cervecera	68
4.7.6.1.	Presupuesto de Maquinarias y equipos	68
4.7.6.2.	Presupuesto de equipos de laboratorio	69
4.8.	Cronograma	70
CONCLU	SIONES	71
RECOME	NDACIONES	72
GLOSARI	10	
BIBLIOG	RAFÍA	
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Coordenadas geográficas	5
Tabla 1-2:	Requisitos físicos para el agua purificada envasada y agua purificada	
	mineralizada envasada	11
Tabla 2-2:	Composición aproximada de la cebada	12
Tabla 3-2:	Composición aproximada del centeno	14
Tabla 1-3:	Cantidad de materia prima a usar en la elaboración de cerveza artesanal	34
Tabla 2-3:	Requisitos físicos y químicos	34
Tabla 3-3:	Requisitos microbiológicos	35
Tabla 1-4:	Cantidades usadas de Materia Prima para un lote de 5 litros de cerveza	36
Tabla 2-4:	Datos Experimentales	45
Tabla 3-4:	Variables del proceso	46
Tabla 4-4:	Datos experimentales para las 3 formulaciones	47
Tabla 5-4:	Efectos estimados para densidad inicial	47
Tabla 6-4:	Análisis de Varianza para Densidad inicial	48
Tabla 7-4:	Efectos estimados para pH mosto	48
Tabla 8-4:	Análisis de Varianza para pH mosto	49
Tabla 9-4:	Efectos estimados para pH cerveza	49
Tabla 10-4:	Análisis de Varianza para pH cerveza	50
Tabla 11-4:	Requisitos físicos y químicos	51
Tabla 12-4:	Requisitos microbiológicos	52
Tabla 13-4:	Resultados test de aceptabilidad	52
Tabla 14-4:	Distribución de la microcervecería	62
Tabla 15-4:	Descripción de equipos de producción	62
Tabla 16-4:	Equipos para controlar la calidad de la cerveza	63
Tabla 17-4:	Gastos de Recursos Humanos	64
Tabla 18-4:	Costo de materia prima	64
Tabla 19-4:	Proforma análisis de laboratorio	65
Tabla 20-4:	Gastos totales de producción	66
Tabla 21-4:	Costo de venta	67
Tabla 22-4:	Presupuesto de maquinarias y equipos	68
Tabla 23-4:	Presupuesto equipos de Laboratorio	69
Tabla 24-4:	Cronograma de Actividades	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Ubicación geográfica ESPOCH	4
Figura 2-1:	Ubicación geográfica Cumandá	4
Figura 1-2:	composición química de una flor de lúpulo	14
Figura 2-2:	Derivados del lúpulo	16
Figura 3-2:	alfa-ácidos y beta-ácidos del lúpulo	17
Figura 4-2:	Compuestos encargados de impartir amargor a la cerveza	17
Figura 5-2:	productos de fermentación	22
Figura 1-4:	etapa de molienda	37
Figura 2-4:	etapa de maceración	38
Figura 3-4:	etapa de filtrado	
Figura 4-4:	etapa de recirculación	39
Figura 5-4:	etapa de lavado de granos	40
Figura 6-4:	etapa de cocción	
Figura 7-4:	etapa de fermentación	42
Figura 8-4:	etapa de carbonatación	43
Figura 9-4:	etapa de embotellado	
Figura 10-4:	cerveza con centeno	

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Diagrama de bloque (elaboración de cerveza)	33
Gráfico 1-4:	resultados organolépticos	53
Gráfico 2-4:	Balance General del Sistema	55
Gráfico 3-4:	Balance de masa en la etapa de molienda	56
Gráfico 4-4:	Balance de masa en la etapa de macerado	56
Gráfico 5-4:	Balance de masa en la etapa de molienda	57
Gráfico 6-4:	Balance de masa en la etapa de molienda	57
Gráfico 7-4:	Balance de masa en la etapa de cocción	58
Gráfico 8-4:	Balance de masa en la etapa de enfriado	59
Gráfico 9-4:	Balance de masa en la etapa de fermentación	60
Gráfico 10-4:	Balance de masa en la etapa de embotellado y carbonatación	60

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: RECETA DE CERVEZA ARTESANAL CON CENTENO PARA 20 LITROS

ANEXO B: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2262:2013

ANEXO C: RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO

ANEXO D: TEST DE ACEPTABILIDAD

ANEXO E: ANÁLISIS DEL EXPERIMENTO EN STATGRAPHICS

RESUMEN

El trabajo tuvo como objetivo diseñar un proceso para la elaboración de cerveza artesanal a partir de la Malta de cebada (Hordeum vulgare) y Centeno (Secale cereale), se realizó una producción de cinco litros con tres concentraciones diferentes de centeno que fueron de 37,5, 50 y 75 gramos por litro de cerveza a obtener, con la finalidad de evaluar cómo afecta la concentración de este en la cerveza. Se aplicó un test de las características organolépticas del producto donde se evaluaron aspecto como: color, sabor, aroma, gasificación entre otros; con la finalidad de determinar la mejor formulación para la producción de grandes lotes de cerveza; con los resultados obtenidos de las pruebas sensoriales se obtuvo que con una menor cantidad de centeno la cerveza conserva un mejor cuerpo y gasificación. Se analizaron las propiedades físicas, químicas y microbiológicas según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262:2013 Bebidas alcohólicas. Cerveza; donde se comprobó que los parámetros como: el pH, acidez total, contenido alcohólico, carbonatación, contenido de hierro, cobre, zinc, arsénico, plomo, mohos y microorganismos están dentro de los rangos que establece la Norma. Posteriormente se realizó un lote de 100 litros de cerveza con la formulación uno, para realizar los respectivos balances de masa y mejorar la producción total de cerveza, el porcentaje de rendimiento del proceso fue del 94,96 %. Se concluyó con una receta y diseño para una microcervecería con una capacidad de producción de 12000 litros al año. Es recomendable aplicar todos los conocimientos que se encuentren disponibles en libros o blogs sobre diseño de plantas de cerveza artesanal, ya que estos diseños de micro cervecería permiten obtener una cerveza de mejor calidad, conocer la producción máxima de cerveza anual y de esta manera hacer que el proceso sea más eficiente y aplicar mejoras si es necesario.

Palabras clave:<TECNOLOGÍA CIENCIA DE LA INGENIERÁ>, <QUÍMICA>, <CERVEZA ARTESANAL>, <CEBADA (*Hordeum vulgare*)>, <CENTENO (*Secale cereale*)>.





ABSTRACT

The objective of the work was to design a process for the elaboration of craft beer from barley malt (Hordeum vulgare) and Rye (Secale cereale), a production was carried out of five liters with three different concentrations of rye that were 37.5, 50 and 75 grams per liter of beer to be obtained, in order to evaluate how its concentration affects the beer. A test of the organoleptic characteristics of the product was applied where aspects such as: color, flavor, aroma, gasification, among others, were evaluated; in order to determine the best formulation for the production of large batches of beer; With the results obtained from the sensory tests, it was obtained that with a lower amount of rye, the beer retains a better body and gasification. The physical, chemical and microbiological properties were analyzed according to the Ecuadorian Technical Standard NTE INEN 2262:2013 Alcoholic beverages. Beer; where it was found that parameters such as: pH, total acidity, alcohol content, carbonation, content of iron, copper, zinc, arsenic, lead, molds and microorganisms are within the ranges established by the Standard. Subsequently, a batch of 100 liters of beer was made with formulation one, to carry out the respective mass balances and improve the total production of beer, the percentage of performance of the process was 94.96%. It was concluded with a recipe and design for a microbrewery with a production capacity of 12,000 liters per year. It is advisable to apply all the knowledge that is available in books or blogs on the design of craft beer plants, since these microbrewery designs allow to obtain a betterquality beer, to know the maximum annual beer production and in this way to make the process more efficient and apply improvements if necessary.

Keywords: <TECHNOLOGY SCIENCE OF ENGINEERING>, <CHEMESTRY>, <CRAFT BEER>, <BARLEY (HORDEUM VULGARE)>, <RYE (SECALE CEREALE)>.



INTRODUCCIÓN

El trabajo de titulación tiene como objetivo principal diseñar un proceso para la elaboración de cerveza artesanal a partir de la cebada y centeno, ya que hoy en día el campo de la cerveza artesanal está creciendo rápidamente y el centeno está siendo más utilizado en su elaboración. En el capítulo 1 se aborda el problema y la justificación del presente trabajo de titulación, también se hace un repaso de cuáles serán los beneficiarios directos e indirectos, a continuación se presenta la ubicación geográfica donde se llevará a cabo el presente proyecto y finalmente los objetivos que se han planteado para el desarrollo del mismo.

En el capítulo 2 se repasan los fundamentos teóricos que sustentan el desarrollo del trabajo, en la cual se presenta el proceso de elaboración de la cerveza artesanal analizando a varios autores, comparando las diferentes recetas y variables que son muy importantes controlar en el proceso de elaboración.

En el capítulo 3 se determina la metodología que se va a utilizar para cumplir todos los objetivos planteados anteriormente, mediante investigación se planteó el proceso general de la elaboración de cerveza artesanal, se determinó trabajar con 3 concentraciones diferentes de centeno para ser añadida durante el proceso de molienda para su posterior maceración, también se desarrolló un test sensorial del producto final obtenido, a continuación se analizaron las características físicas, químicas y microbiológicas de la cerveza mediante pruebas de laboratorio según la Norma NTE INEN 2262:2013 bebidas alcohólicas. Cerveza, y finalmente se realizó un estudio de factibilidad y rentabilidad del presente proyecto.

En el capítulo 4 se presentan los resultados obtenidos del presente trabajo de titulación, donde se determinó la mejor formulación o receta de la elaboración de cerveza artesanal con cebada y centeno la cual cumplió con todos los requisitos establecidos en la Norma ya mencionada, finalmente se estableció el valor para iniciar con una micro cervecería de una capacidad de 12000 litros al año y el valor por cada botella de cerveza tanto al por menor como al por mayor.

En el anexo A se presenta la receta de la cerveza artesanal con cebada y centeno donde se especifica todas las variables que debe cumplir para la cerveza artesanal LA SANTA.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del Problema

Desde miles de años atrás el ser humano se ha dedicado a elaborar alimentos mediante procesos de fermentación, obteniendo una gran cantidad de productos como: el pan, queso, yogurt, entre otros. La cerveza artesanal es una de las bebidas más antiguas que conoce el ser humano, junto con el vino. Desde hace varios milenios el ser humano viene disfrutando de cervezas de todo tipo, colores y sabores. Así pues, mediante la fermentación de ciertos cereales malteados se han obtenido una variedad de bebidas fermentables como el saque en Asia, cervezas en Europa y chicha en América (Martínez y Insuasti, 2010. p 4).

La elaboración de la cerveza artesanal es un campo que en la actualidad se encuentra en pleno auge o crecimiento en el mercado tanto a nivel nacional como internacional para la elaboración de la misma se puede seguir recetas ya propuestas o crear una receta diferente y por lo tanto obtener cervezas diferentes a las que ya existen.

Las cervezas se pueden clasificar en dos estilos como los son las *ALE* y las *LAGER* estas toman este nombre dependiendo del tipo de fermentación o levaduras usadas en el proceso los estilos *ALE* fermentan en un rango de temperatura de 15 a 25°C y las *LAGER* en un rango de temperatura de 4 a 9°C de estos dos estilos se pueden derivar cientos de cada una de ellas sin tomar en cuenta las cervezas frutales (Toledano, 2017).

Hoy en día el centeno está siendo muy utilizado en la industria de la cerveza artesanal debido a que puede agudizar los sabores y añadir complejidad, nitidez y un ligero picor. Además, puede crear ciertos sabores a chocolate o caramelo y también ayuda a la retención de espuma en la cerveza (Maltosa, 2017).

En el presente proyecto se pretende usar el centeno como aditivo en la cerveza a parte de la malta (cebada) el centeno siendo un cereal con grandes propiedades que da un sabor único a la cerveza que no se podrá obtener con ningún otro cereal.

1.2. Justificación del proyecto

Siendo el mercado de la cerveza artesanal el que se encuentra actualmente en pleno crecimiento y la gran variedad de materias primas que se pueden utilizar para la elaboración de estas es un campo donde se tiene una gran accesibilidad y facilidad de ingresar al mercado.

En la actualidad el Ecuador cuenta con 150 cervecerías artesanales ubicadas en diferentes partes del país señala La Asociación de Cervecerías Artesanales la cual agrupa a 55 cervecerías (Pallero, 2019).

De esta manera con el lanzamiento de una nueva cerveza artesanal usando una materia prima como es el centeno que está siendo explotado en la elaboración de este producto no solo en la industria de la panadería por las propiedades que tiene y el sabor que aporta a la cerveza y con la cebada que es el cereal más usado y el más importante por la gran cantidad de azúcares que posee para posteriormente ser convertidos en alcohol se obtendrá una cerveza con un sabor diferente de las que ya existen en el país.

Por lo cual en el presente proyecto se justifica la incorporación de un diseño para la elaboración de cerveza artesanal que va a servir de ayuda para posteriores investigaciones o para los microempresarios que deseen ingresar en un mercado que está en crecimiento en el país.

1.3. Beneficiarios directos e indirectos

1.3.1. Beneficiarios Directos

• El estudiante Jefferson Rolando Aveiga Panta será el beneficiario directo del proyecto dado que en un futuro se procederá a la instalación de una planta cervecera para la producción y comercialización de cerveza artesanal la misma que tendrá fines lucrativos

1.3.2. Beneficiarios indirectos

- Las personas que viven en el sector ya que con la instalación de la planta cervecera se generara una fuente de empleos.
- Los proveedores de materia prima debido que con el lanzamiento de un nuevo producto como lo es la cerveza artesanal, la adquisición de insumos se lo realizara de manera directa con los vendedores del campo
- Las personas que van a consumir el nuevo producto una cerveza artesanal a base de cebada y
 centeno que marcará una gran diferencia con los otros estilos de cervezas artesanales ya
 existentes.

 Para personas interesadas en el campo de la cerveza artesanal ya que el presente proyecto ayudara para posteriores investigaciones o emprendimientos.

1.4. Localización del proyecto

El estudio del presente proyecto será realizado en el laboratorio de Procesos Industriales y Bromatología de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en la ciudad de Riobamba en la Provincia de Chimborazo



Figura 1-1: Ubicación geográfica ESPOCH

Fuente: (Google, 2021).

La planta de producción de cerveza artesanal será instalada a futuro en el Cantón Cumandá perteneciente a la provincia de Chimborazo donde no existe aún ninguna empresa que se dedique a la elaboración y comercialización de cerveza Artesanal.



Figura 2-1: Ubicación geográfica Cumandá

Fuente: (Google, 2021).

En la tabla 1-1 se encontrará las coordenadas geográficas

Tabla 1-1: Coordenadas geográficas

	Coordenadas			
Lugar	Latitud	Longitud	Altitud	
ESPOCH - Riobamba	1°39′28.57″ S	78°40′34.83″ W	2850 m.s.n.m	
Cumandá	2°12′0″ S	79°8′0″ W	460 m.s.n.m	

Fuente: (Google, 2021).

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

1.5. Objetivos del proyecto

1.5.1. Objetivo General

 Diseñar un proceso para la elaboración de cerveza artesanal a partir de la Malta (cebada Hordeum vulgare) y Centeno (Secale cereale) en base a la Norma NTE INEN 2262: 2013: Bebidas Alcohólicas. Cerveza.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar mediante investigación la formulación de la elaboración de la cerveza artesanal.
- Caracterizar mediante ensayos físicos y químicos la calidad de la cerveza obtenida.
- Determinar mediante pruebas de aceptabilidad la mejor formulación para la producción de cerveza.
- Determinar la factibilidad y rentabilidad económica del proyecto en base a los estudios realizados.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Historia de la cerveza artesanal

La cerveza artesanal es una bebida milenaria que se originó en la cultura mediterránea clásica, vinculada desde hace miles de años a fines curativos.

Los primeros datos históricos, se encuentran hace 6000 años, donde demuestran que la cerveza artesanal era consumida por la cultura sumeria con el objetivo de prevenir enfermedades infecciosas que se adquirían al beber agua no higienizada.

Alemanes y franceses fueron los primeros en perfeccionar la técnica de elaboración original con métodos que son muy similares a los que se usan actualmente. En el siglo XII comenzó la creación de los gremios cerveceros, la cerveza en ese tiempo era un suplemento alimenticio que era consumida por enfermos y peregrinos hospedados en hospitales y albergues.

En lo que se refiere al proceso de fabricación de la cerveza, desde el principio han intervenido ingredientes naturales como agua, cebada, levadura y lúpulo. El lúpulo fue añadido a la fabricación de la cerveza artesanal en el siglo IX gracias a sus propiedades antisépticas que posee y además de ser el principal ingrediente responsable de dar el amargor característico que posee la cerveza (Calvillo, 2017).

2.2. Desarrollo de la cerveza artesanal en Ecuador

La industria cervecera en el Ecuador comenzó en el año 1956, donde Fray Franciscano Jodoco Rique, produjo según los historiadores la primera cerveza en Latinoamérica en el convento de San Francisco, el religioso que había llegado de Flandes, actual Bélgica, donde dichas instalaciones operaron hasta 50 años atrás. Desde esa fecha la cerveza se transformó en una de las bebidas más preferidas de los quiteños, ya que en esa época, junto el vino eran las bebidas más seguras de consumir por su proceso de preparación, incluso era más seguro que beber el agua de aquellos tiempos (Martínez, 2015: p. 8).

En la costa ecuatoriana se acostumbraba consumir cerveza importada, hasta que en el año 1886, algunos inversionistas instalaron la primera cervecería en la ciudad de Guayaquil, los propulsores de esta causa fueron Enrique Stagg y Martin Reimberg, los que adquirieron una fábrica de hielo y un terreno ubicado en el barrio las Peñas, en donde ampliaron las instalaciones y las ampliaron con maquinaras importadas desde el exterior (Martínez, 2015: p. 8).

El 19 de octubre de 1987 inicio la producción de cerveza en Guayaquil la cerveza elaborada era del tipo Pilsen y Baverisch pero se tuvo que esperar hasta finales de 1913 que su cerveza Pilsen de alta calidad fue patentada como cerveza Pilsener, dicha empresa se convertiría en la Compañía de cervezas Nacionales, que constituye el productor hegemónico de cerveza en el país (Martínez, 2015: p. 8).

En la actualidad el Ecuador cuenta con 150 cervecerías artesanales ubicadas en diferentes partes del país señala la asociación de Cervecerías Artesanales la cual agrupa a 55 de ellas.

Según los últimos datos de la Asociación, en el 2017 la actividad generó unos USD 13 millones en ventas, en el 2018 se registró un crecimiento del 10 %.

El sector de la cerveza en el país está dividido en 4 grupos: la cervecería artesanal, la industrial a pequeña escala, la industrial de media escala y a gran escala. Esta última es la que posee el 95 % de la participación de mercado concentrado en una sola empresa, Cervecería Nacional, que produce cerca de 5 millones de hectolitros (Pallero, 2019).

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Cerveza

- Es una bebida que posee un contenido alcohólico bajo, que se obtiene de un proceso de fermentación natural controlado por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, en un mosto fabricado con agua de características bacteriológicas y fisicoquímicas adecuadas, cebada malteada sola o mezclada con adjuntos, con adición de lúpulo y/o sus derivados (INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013).
- Según el Código Alimentario Español se define como "una bebida obtenida de la fermentación mediante levaduras seleccionadas, el mosto procedente de la malta de cebada solo o mezclados con otros adjuntos cerveceros que posean almidón para ser convertidos en azúcares por digestión enzimática, cocción y aromatización con flores de lúpulos" (Martínez y Insuasti: 2010. p 4).
- Se puede determinar que la cerveza es una bebida refrescante de bajo contenido alcohólico que se obtiene después de una fermentación, en el cual se usan 4 ingredientes principales para su elaboración que son: el agua, cebada malteada, lúpulo y levadura.

2.3.3. Densidad en la cerveza

La densidad es la cantidad de azúcar en un volumen de líquido, en el proceso de elaboración de cerveza artesanal se encuentra dos densidades la inicial y la final (Checerveza, 2019).

- Densidad inicial: Se llama densidad inicial u original (viene del inglés *Gravity Original*), es la medida que se toma una vez que haya finalizado el hervor.
- Densidad final: es la medida que se toma una vez que terminó la primera fermentación (Checerveza, 2019).

2.3.4. pH de la cerveza

El valor del pH de una solución es una forma de expresar la alcalinidad o acidez de esa solución y su concepto fue originalmente establecido por el bioquímico danés *Soren Sorensen* quien trabaja para los laboratorios de cervecería *Carlsberg* en Copenhague (Bible, 2021).

- pH mosto: es la medida que se toma una vez terminado el hervor en la elaboración de cerveza artesanal.
- pH cerveza: es la medida que se toma una vez terminado todas las etapas de la cerveza artesanal y que está lista para ser consumida.

Es uno de los parámetros más medido y controlado por los cervecero, ya que es extremadamente relevante para todo el proceso: desde el funcionamiento de las enzimas en el macerado, el rendimiento de la utilización del lúpulo en el hervor hasta la coagulación de las levaduras en una cerveza fermentada.

En líneas generales, para cualquier estilo de cerveza, se recomiendan los siguientes valores de pH.

- 5,5 al inicio del macerado
- 5,4 al final del macerado
- 5,3 al inicio del hervor
- 5,2 al final del hervor o mosto a fermentar
- 4,4 en la cerveza terminada

2.3.5. Tipos de cerveza

En el continente Europeo, las cervezas varían mucho en color, sabor y cuerpo, y cada etapa del proceso de elaboración es susceptible a modificaciones e intervenciones creativas. Con todo, existe distinción básica en la familia de las cervezas: que se dan por el tipo de levadura. Las cervezas elaboradas con levadura flotantes reciben el nombre de tipo *Ale*; las cervezas que se elaboran con levaduras que fermentan en el fondo del fermentador reciben el nombre del tipo *lager* (Simonazzi, 2009: p. 6).

2.3.6. Estilos clásicos

Entre las cervezas clásicas existen una gran variedad, los expertos distinguen diversos tipos en razón de los ingredientes utilizados, la elaboración y su lugar de origen.

- Lambic: Procedente de la zona flamenca de río Zenne (Bélgica), se fabrican a partir de cebada malteada y trigo crudo y utilizan cepas salvajes de levadura, lo cual provoca una fermentación espontánea. Tiene poco gas y por tanto poca espuma. Entre sus diversidades se hallan las "gueze" de carácter achampado; las "faro", endulzadas con azúcar cande; las "mars", versión diluida de la anterior; la "Kriek Lambic", fabricadas con cerezas, y las "frambozen" con frambuesas.
- Cervezas de trigo: Son muy refrescantes y poseen una elevada proporción de trigo añadida a la cebada. De alta fermentación, son conocidas como "blancas" porque crea una espuma muy pálida durante la fermentación. El estilo más exportado, fabricado en el sur de Alemania, es denominado en algunas ocasiones "wezenbier" (cerveza de trigo) y en otras, "weissebier" (cerveza blanca). Las levaduras ocupadas en su elaboración le proporcionan un toque aromático balsámico y resinoso, que aumentan su efecto refrescante (Simonazzi, 2009: p. 14).
- Ale: Tradicionalmente ligada a las Islas Británicas, es una cerveza de alta fermentación en caliente (de 15 a 25°C), que aporta al producto aromas afrutados y gran variedad de sabores y tonos. Destacan la "mild", ligera, muy pálida, con contenido alcohólico bajo; la "bitter", servida de barril, seca y lupulizada; la "pale ale", traslucida, de color rojo ambarino o bronce además de la "india pale ale", la "brown ale", la "old ale" y las "ale" irlandesas, escocesas y belgas (Simonazzi, 2009: p. 14).
- *Stout:* Cerveza de alta fermentación, cremosas y muy oscuras. El término "*stout*" (robusto) define carácter, con acidez afrutada y acusado aroma lupulizado. Entre las "*stouts*" secas más populares del mundo, se hallan las *Guinnes*, originaria de Dublín, con quince fabricas repartidas por todo el mundo (Simonazzi, 2009: p. 14).
- *Porten:* Su nombre proviene de un pub de Londres donde se elaboraba una cerveza muy amarga y tostada, más ligera de cuerpo que la "*stout*". Se sirve a temperatura ambiente y su contenido alcohólico es superior a los cinco grados.
- *Lager:* Cerveza de fermentación baja, almacenada a una temperatura cercana a los cero grados durante dos meses. Una vez envasada, se debe consumirse lo ante posible.
- Cerveza al vapor: Se denomina así a una variante de "lager" california, en su proceso de fabricación se ocupan tanques de fermentación pocos profundos, con lo que se logra un enfriamiento del mosto más rápido al estar más en contacto con el aire. El producto obtenido tiene una proporción carbónica alta (Simonazzi, 2009: p. 14).

- Cerveza ahumada: Se produce al tostar los granos de cebada sobre el fuego. Tiene tradición
 en Alemania, Polonia y Escocia. Una variante es la cerveza a la piedra, en cuyo proceso de
 elaboración se le agregan piedras candentes en el mosto.
- Cerveza de centeno: Originarias de los países Bálticos, es producida con centeno, rico en vitamina E, calcio y hierro (Simonazzi, 2009: p. 15).

2.3.7. Formas de producción de cerveza

Para la elaboración de cerveza se considera tres tipos de producción

- Cerveza Artesanal: todo el proceso es artesanal, siendo el volumen máximo de producción de unos 100 de hectolitros
- Micro cervecerías: Donde se mezclan los procesos artesanales e industriales, su volumen de producción anual es de miles de hectolitros
- Cervecería Industrial: Todo el proceso es llevado a cabo de manera industrial, con una producción de millones de hectolitros anuales.

2.3.8. Cerveza artesanal

Es una bebida fermentada de un cereal malteado, producida en pequeñas cantidades y por lo tanto, se da la máxima atención a cada pequeño detalle, asegurando un producto final de la mayor calidad y frescura. Gran parte del proceso se desarrolla de forma manual (Vera, 2017).

2.3.9. Materia Prima para la producción de cerveza artesanal

2.3.9.1. Agua

Una de las materias primas fundamentales para la elaboración de cerveza artesanal es el agua, esta constituye del 85 al 90% aproximadamente del producto final. El proceso de cocción no es suficiente para obtener los perfiles de agua necesarias para cada estilo de cerveza. Se necesita un tratamiento de agua previo antes de iniciar con la producción de cerveza artesanal. Generalmente, algunos parámetros del agua aportan características propias de la cerveza artesanal, como los cloruros adicionan sabores plenos y los sulfatos generan un sabor seco a la misma (Araujo, 2019). En la tabla 1-2 se observa la composición física del agua según la Norma NTE INEN 2200: 2017: Agua purificada envasada: segunda revisión.

Tabla 1-2: Requisitos físicos para el agua purificada envasada y agua purificada mineralizada envasada.

Requisitos	Unidad	Min	Max	Método de ensayo
Color	Pt-CO ^b	-	5	NTE INEN-ISO 7887
Turbidez	NTU ^a	-	1	NTE INEN-ISO 7027
Sólidos totales	mg/L	-	500	2540 Solids Standard Methods
disueltos. Aguas				
purificadas envasadas				
Sólidos totales aguas	mg/L	500	1000	2540 Solids Standard Methods
purificadas mineralizadas				
envasadas				
pH a 20°C agua		4,5	9,5	NTE INEN-ISO 10523
purificada envasada				
pH a 20°C agua		3,8	9,0	NTE INEN-ISO 10523
purificada mineralizada				
envasada				
Cloro libre residual	mg/L	Ause	encia	NTE INEN 977
Dureza total	mg/L	-	300	NTE INEN 974

^a 1unidad en la escala PT-CO = 1 mg/L de platino en forma de cloro platino

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 2200:2017.

Iones más relevantes para la producción de cerveza.

- Ca^{2+:} Calcio se relaciona con el aumento de la actividad enzimática de la α-amilasa, clave en la precipitación de los fosfatos, por lo tanto, en la disminución del pH.
- SO₄²: Sulfatos se relacionan con una sensación de sequedad en boca y astringencia, lo cual aumenta la percepción del amargor.
- Cl⁻: Cloruros están vinculados a una mayor sensación de cuerpo y plenitud en boca
- HCO₃⁻: Bicarbonatos promueven la alcalinidad en el macerado, provocan un aumento del pH y una mayor extracción de taninos en el lavado.
- Na⁺: Sodio es un resaltador de sabor, por supuesto resalta lo bueno y lo malo, en nuestro caso influye bastante en la sensación de amargor en la boca.
- Zn²⁺: es un factor clave en la formación de etanol, ultima ruta metabólica en la levadura.
 También influye en la floculación y estabilidad de la espuma. Es el nutriente más utilizado para promover una buena fermentación.

^b 1 unidad nefelométrica de turbidez (NTU) = 1 mg/L de formazina estándar.

- Fe²⁺³⁺: Hierro se detecta como un sabor a sangre o metálico en concentraciones bajas, y está directamente relacionado con el aumento de la velocidad de oxidación del producto terminado.
- Cu²⁺: Cobre también acelera la velocidad de oxidación, pero puede atrapar compuestos sulfurados y neutralizar sus aromas (Castellani, 2020: pp. 40-41).

2.3.9.2. Cebada (Hordeum vulgare)

La cebada es el cuarto cereal más cultivado a nivel mundial, después del maíz, arroz y trigo. Su cultivo, como ocurre con otros cereales, se encuentra distribuido prácticamente por todo el mundo, siendo particularmente importante en Europa donde es el segundo cultivo más cultivado después del trigo. En la actualidad la cebada tiene dos aprovechamientos principales que son la materia prima básica en la elaboración de cerveza y la alimentación animal (Osca, 2013: pp. 123-124). En la siguiente tabla 2-2 se describe la composición aproximada de la cebada.

Tabla 2-2: Composición aproximada de la cebada

	Porcentaje (peso/peso)
Humedad	12
Almidón	74,6
Proteínas	13,1
Fibra	6
Grasas	2,1
Azúcares	2,5
Cenizas	3,1

Fuente: (Osca, 2013: p. 127).

2.3.9.3. Cebada malteada

La cebada malteada, normalmente llamada malta por todos los cerveceros, es la principal fuente de almidones de donde se va a obtener, luego del macerado, los azúcares, sean fermentables o no (Castellani, 2020: p. 20).

Es el producto de someter el grano de cebada a un proceso de germinación controlada, secado y tostado en condiciones específicas para su posterior empleo en la elaboración de cerveza (INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013).

Tipos de malta

Existen dos tipos de malta para los cerveceros, las maltas base y las maltas especiales, principalmente las maltas base nos dan los azúcares fermentables para que la cerveza tenga un mayor grado alcohólico y las maltas especiales que nos darán un color, sabor y aroma único en la cerveza.

Maltas base: dentro de este grupo encontramos las: Pilsen, Munich, Vienna y Pale Ale

- Malta Munich: es una variedad que se describe con un leve sabor y aroma a caramelo, cáscara
 de pan, miel y ligeras notas a bizcocho. Es perfecta para aportar más complejidad al grano y
 sensación de cuerpo pleno en boca, sin agregar sabores invasivos que después compitan con
 el lupulado.
- Malta Vienna: es una variedad de malta muy similar a la Pilsen, salvo que tiene un color levemente más pronunciado, producto de una cebada con un mayor porcentaje de nitrógeno.
 Sensorialmente se la describe como una Pilsen, pero puede llegar a tener sutiles notas a almendras y a avellanas. Le dan complejidad al mosto y otorgan sensación en la boca de sequedad ligeramente superior a la Pilsen

Maltas especiales: dentro de este grupo encontramos las: Carapils, Caramelos, Chocolate, maltas tostadas, entre otras (Castellani, 2020: pp. 24-28).

 Malta Arome: es un ingrediente tradicional usado en cervezas tanto inglesas como continentales, imparte un intenso sabor a malta con un bonito color y un ligero amargor.

2.3.9.4. Adjunto cervecero

Son ingredientes malteados o no malteados (centeno), que dan extracto al proceso en reemplazo parcial de la malta sin afectar la calidad de la cerveza, estos pueden ser adjuntos crudos o modificados jarabes (soluciones de azúcares) o azúcares obtenidos industrialmente por procesos enzimáticos o a partir de una fuente de almidón (INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013).

2.3.9.5. Centeno (Secale cereale)

El centeno es un cereal de invierno que se ha de destacar su resistencia al frio y gran rusticidad. Normalmente se ha venido cultivando en esas zonas en los que por malas condiciones de clima (muy fríos) y/o mala calidad de los suelos, no se podía cultivar el trigo. El grano del centeno proporciona harinas panificables, si bien de calidad inferior a la del trigo. El pan de centeno es apreciado debido a sus propiedades de conservarse fresco durante un par de días (Osca, 2013: pp. 143-144).

En la siguiente tabla 3-2 se detalla la composición aproximada del grano de centeno.

Tabla 3-2: Composición aproximada del centeno

	Porcentaje (peso/peso)
Almidón	63,8
Proteínas	13,4
Fibra	2,6
Grasa	1,8
Azúcares	4,5
Cenizas	2,1

Fuente: (Osca, 2013: p.146).

El centeno en el Ecuador es producido en la provincia del Azuay desde el año 1975 la producción de centeno es de mil toneladas con una tasa de crecimiento del 0 %.

2.3.9.6. Lúpulo

Es un producto natural obtenido de la planta *humulus lupulus*, responsable de dar aroma y amargor de la cerveza. Este puede estar en forma de extracto o en forma natural (INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013).

El lúpulo es la parte florecida y seca de la planta lúpulo. El lúpulo se usa comúnmente para la elaboración de cerveza y como saborizantes en los alimentos.



Figura 1-2: composición química de una flor de lúpulo

Fuente: (Castellani, 2020: p. 50).

Utilización del lúpulo para elaboración de la cerveza

Aunque se supone que se empezó a utilizar para la elaboración de la cerveza en el siglo VIII, no hay documentación de su utilización hasta el año 868, cuando se utiliza en la fabricación de la cerveza de la Abadia de *Lobes* (Bélgica) por razones de higiene y conservación. Posteriormente se extiende su uso en toda Europa.

En la actualidad, se ocupa el ácido del lúpulo llamado ácidos alfa por su suave efecto antibiótico contra las bacterias Gram positivas y porque favorece la actividad de la levadura. Además como la malta posee una gran cantidad de azúcares, se equilibra su sabor con el amargor del lúpulo (Pakus, 2013).

• Variedades de lúpulo y sus propiedades

Del lúpulo existen diferentes variedades, unas más o menos ricas en elementos ácidos o amargos y otras más ricas en presencia de elementos aromáticos. Unos y otros son seleccionados para hacer la mezcla deseada por cada fabricante para elaborar sus variedades de cerveza (Pakus, 2013).

- Los lúpulos amargos: como el *cascade* o *nordbrauer* y *brewer* 's *gold* y el *northeern brewer*, son los que aportan más amargos que aromáticos.
- Los lúpulos aromáticos: como saaz/zatec que definen el estilo Pilsener de cerveza, los kent Goldings, el hallertauer, el tettnanger, el spalt son los que se utilizan para dar aromas a la cerveza.
- Lúpulos mixtos: estos poseen ambas características de amargor y aroma, pero sin destacar ninguna de ellas.

El lúpulo puede ser usado de dos formas ya sea en flores o en pellets sin embargo la mayoría de cerveceros prefieren usar en pellets debido que conservan mejor sus ácidos alfa y aceites esenciales con el paso del tiempo (Pakus, 2013).

• Lúpulo Chinook

Es un lúpulo desarrollado por la USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) en Washington, mediante un cruce de *Petham golding* y un macho con alta concentración de alfa-ácidos.

Este lúpulo está disponible desde 1985 y se usa con doble objetivo, potenciar el amargor así como aportar aromas característicos a pino y un sutil matiz a pomelo. El contenido en alfa-ácidos es muy alto, entre un 12 y un 15 %, pero para su uso hay que tener especial cuidado, puesto que a partir de 6 meses de almacenaje, pierde entre el 65 y el 70 % de los mismos.

Su uso está muy extendido en estilos lupulados típicos americanos como *IPAs. Black IPAs* y *American Pale Ale*, así como algunas *Stout, Porter y Barleywines* (El conde de la Birra, 2015).

• Lúpulo East Kent Golding

Conocido por su nombre desde 1838, con casi 200 años de historia. Da a la cerveza un maravilloso aroma a especias, lavanda y miel con notas de tomillo. Su sabor es suavemente amargo y terroso con carácter dulce y sedoso, parecido a miel. Se puede hablar que es el lúpulo ingles más versátilenriquece el perfil de cada ale inglesa (CANALUPE, 2019).

Contienen un porcentaje de alfa-ácidos del 5 al 6 % y son utilizados en estilos de cerveza como: Pale Ale, Extra Special English Ale. Christmas Ale, English Light Ale, English Dark Ale, Belgian Ale.

El lúpulo *East Kent Golding* presenta la siguiente composición para el uso en la elaboración de cerveza:

% ácidos alfa: 3-6 %

% ácidos beta: 1,9 − 2,8 %

• % de co-humulona: 28-32 %

• Derivados del lúpulo en la cerveza

En la siguiente figura se presenta la estructura química del xantohumol e isoxantohumol derivados del lúpulo.

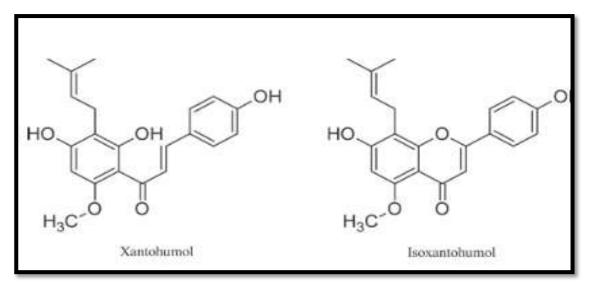


Figura 2-2: Derivados del lúpulo

Fuente: (Morales, 2018: p. 5).

De todos los componentes del lúpulo los involucrados en reacciones de amargor son los α -ácidos y los β -ácidos.

Figura 3-2: alfa-ácidos y beta-ácidos del lúpulo

Fuente: (Castellani, 2020: p. 112).

Si bien hoy se sabe que la reacción de isomerización ocurre y aporta un amargor significativo (los iso- α -ácidos) también se sabe que no es el único encargado de impartir amargor, ya que los α -ácidos y las humulinonas también lo hacen.

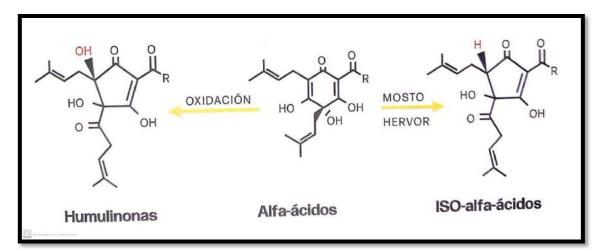


Figura 4-2: Compuestos encargados de impartir amargor a la cerveza

Fuente: (Castellani, 2020: p. 113).

2.3.10. Levadura

La levadura es un hongo unicelular capaz de convertir los azúcares fermentables en alcohol. Hay dos tipos de levadura para la fabricación de cerveza *Saccharomyces cerevisiae*, usadas

ampliamente para fermentar cerveza y vino desde hace siglos; y *Saccharomyces pastorianus*, un hibrido que se originó de las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces eubayanus* (Cerveceros de México, 2020).

Las levaduras son las responsables de convertir parte de los azúcares fermentables presentes en el mosto en alcohol, CO₂ y otros derivados. Se utilizan además de cambiar ciertas proteínas simples y lípidos procedentes de la malta y de los lúpulos en otros compuestos que aportan sabor a la cerveza. El proceso de fermentación también acoge el nombre de respiración anaeróbica dado que se produce en un entorno cada vez más pobre en oxígeno. En una primera etapa, las levaduras que se desarrollan rápidamente en un mosto bien airado y rico en oxígeno. Pero al acabarse este, siguen avanzando en su imparable trabajo de digerir azúcares y es en estas últimas fases anaeróbicas cuando se produce el alcohol (etanol) además de otros compuestos (Cocinistas, 2020).

2.3.10.1. Levadura US-05

Safale US-05 es una levadura de fermentación alta usada para las cervezas American Ales. Permite la elaboración de cervezas con bajo contenido de diacetilo, aromas equilibrados y sabores finos. La levadura forma una capa de espuma sólida y tiene una excelente capacidad para mantenerse en suspensión durante la fermentación. Su temperatura de fermentación se da entre los 12 y los 25°C, con una acción óptima entre los 15 y 22°C

Esto indica que la producción de ésteres va a ser baja; la densidad final de nuestra cerveza, también. Como resultado vamos a obtener una cerveza seca que, además, va requerir de tiempo y frio para clarificar.

Factores importantes que presenta la levadura US-05

- Es fácil de reutilizar y se puede cosechar levadura en caliente o en frio.
- Tolera bien la gurda en frio, hasta 10 días.
- Produce poco ésteres: si se fermenta a 18°C, son muy bajos, pero si se fermentan a 20,5°C los ésteres son medios.
- No es sensible a dejar trazas de diacetilo, lo cual sería devastador para el sabor y el aroma de la cerveza.
- Tiene muy buena atenuación, clave en una Sesssion, American o Imperial IPA (Castellani, 2020: p. 34).

2.3.11. Clarificante (Carragenina)

Es un hidrocoloide que se extrae de algas marinas rojas de la especie *Gigartina, Hypnea, Eucheuma, Chondrus e Iridaea*. Es utilizada en diversas aplicaciones en la industria alimentaria

como: espesante, gelificante, agente de suspensión y estabilizante, tanto en sistemas acuosos como sistemas lácticos.

2.4. Proceso de elaboración de cerveza artesanal

El proceso de elaboración de cerveza artesanal es el mismo para todos los estilos cervezas, el cual tiene las siguientes etapas:

2.4.1. Molienda

La molienda de la malta de cebada es la primera etapa del proceso productivo. En general, podría decir que se le da más importancia a medida que aumentan los volúmenes de producción, ya que una buena molienda está directamente asociada a un aumento al rendimiento del macerado (Castellani, 2020: p. 66).

La malta es como el café, recién molida conserva mucho más aroma. Moler la malta de cebada no significa convertirlo en harina. Simplemente se tiene que partir. La cascara servirá posteriormente como filtrante, por lo que conviene que este lo más intacta posible (Vera, 2017). Se debe comprender cuál es el objetivo principal que se busca lograr con la etapa de molienda de

la malta de cebada: una mezcla consistente entre cáscara, sémola fina (en distintos tamaños), sémola gruesa y harina. El porcentaje de cada una varía de acuerdo con el diseño del equipo utilizado (Castellani, 2020: p. 66-67).

Según Castellani, (2020 p-67) en general, los porcentajes sugeridos son:

- Cáscara 18 %
- Sémola gruesa 8 %
- Sémola fina 1 / 35 %
- Sémola fina 2 / 21 %
- Sémola fina 3 / 7 %
- Harina 11 %

Nota: los distintos porcentajes para sémolas, tanto gruesas como fina 1, 2 y 3, se relacionan con una malla de distintos "micronajes" con un juego de tamices, por la que pasan diferentes tamaños de sólidos. Es una herramienta muy utilizada para calibrar el punto de la molienda (Castellani, 2020: p. 67).

2.4.2. Macerado

La maceración es la continuación de varios cambios bioquímicos que comenzaron en el proceso del malteado de la cebada particularmente en la germinación. El agua caliente proveniente de una olla se mezcla con la malta de cebada molida en un macerador para comenzar esta etapa. Los almidones de la malta de cebada se gelatinizan y, en ese estado, las enzimas que también vienen con el grano trabajan de una manera más eficiente para convertir los almidones en azúcares de distintas cadenas (Castellani, 2020: p. 67).

El objetivo del macerado es transformar el almidón presente en la malta de cebada en azúcares fermentables, tiene una duración de 60 a 90 minutos dependiendo del estilo de cerveza, es primordial que las temperaturas no bajen de los 62°C y no superen los 74°C. A temperaturas inferiores, las enzimas que consumen el almidón son menos activas, a temperaturas que pasan los 74°C se mueren. Hay que tener en cuenta que la maceración de 62 a 67°C nos ayudará a producir cervezas ligueras, puesto que actúan la beta-amilasa. Este tipo de amilasas producen azúcares más fermentables. Y en el rango de 67 a 74°C las cervezas resultantes tendrán más cuerpo y serán más dulce (Vera, 2017).

- β- Amilasa: es la principal responsable de crear azúcares fermentables durante el macerado.
 Rompe los almidones para crear Maltosa, cortando moléculas largas desde los extremos, su rango de trabajo óptimo es entre los 55- 60°C, pero se desempeña más rápido cerca de su temperatura máxima de trabajo: 65°C. Si es mayor a esta temperatura, la enzima comienza a desnaturalizarse (Castellani, 2020: p. 70).
- α Amilasa: es la enzima responsable de romper, aleatoriamente, grandes cadenas de almidones en moléculas más chicas y solubles en el mosto. Es la más tolerante a la temperatura. Su óptimo desempeño se encuentra cerca de los 70°C; por encima de esa temperatura comienza a desnaturalizarse. El calcio es un cofactor de esta enzima, el cual provee mayor estabilidad en altas temperaturas. Esta enzima corta almidones y deja cadenas de azúcares más largas que la β amilasa, lo cual hace que baje el porcentaje de fermentables en la composición del mosto que se va logrando (Castellani, 2020: p. 71).
- Prueba de Yodo: esta prueba ayuda a comprobar si la maceración ha terminado o se deberá alargar por un tiempo más. Consiste en tomar una muestra liquida del mosto y colocar de 3 a 4 gotas de yodo, donde se dará un cambio de color de marrón a negro o violeta esto indica que aún hay almidones presentes por convertir, si se mantiene el color del mosto es porque todos los almidones han sido convertidos en azúcares fermentables.

2.4.3. Filtrado

Tras la maceración, se separa el mosto líquido de los restos de la malta de cebada, para ello se filtra el mosto a través de una malla filtrante previamente esterilizada.

Esta etapa ayuda a deshacerse de las harinas y los restos sólidos de la malta de cebada, así como a disolver parte del azúcar que resta en la malta.

2.4.4. Recirculado o aclarado

Una vez que el mosto esté libre de partículas, es momento de hacer el sparging. El objetivo es agregar agua a 78°C para obtener más litros y seguir aprovechando los azúcares fermentables aun presentes en el interior de la malta de cebada (Vera, 2017).

2.4.5. Cocción

El principal objetivo de la cocción es agregar el lúpulo, que dará amargor, sabor y aroma al mosto (en función del momento de adición). Se debe tener en cuenta que durante esta etapa se puede evaporar entre un 5 y 10 % del mosto. Antes de iniciar el hervor es importante asegurarse que no queden restos de harina o cereal, pueden crear astringencia y sabores no deseados en la cerveza (Vera, 2017).

Otra ventaja de esta etapa es la volatilización de sustancias, aromas o sabores no deseados como el DMS (sulfuro de dimetilo)

El DMS es un compuesto sulfuroso volátil, aceptado en muchas lagers pero considerado una contaminación en otros estilos de cervezas. La cantidad permitida de DMS en la cerveza suele estar entre 10 y 150 ppm, aunque hay algunas que tienen hasta 175 ppm (Castellani, 2020: p. 77).

Los tiempos estimados para conseguir las diferentes características del lúpulo son:

- 60 minutos de hervor amargor
- 30 minutos de hervor sabor
- 5 a 0 minutos de hervor aroma

2.4.6. Enfriado

El finalizar la cocción se debe enfriar rápidamente el mosto a temperatura ambiente para favorecer la formación del cold break, pequeños sedimentos de proteínas que se depositan en el fondo del equipo de cocción cuando el mosto llega por debajo de los 60°C (Vera, 2017).

2.4.7. Fermentación

La fermentación es lo primero que se debe cuidar para que la cerveza sea de calidad.

Agregar la levadura, que es la encargada de convertir el mosto en cerveza. Dentro de 12 a 24 horas aproximadamente debería iniciar la fermentación, aunque hay cepas de levadura que son más rápidas que otras. En general la fermentación dura entre 4 y 15 días.

Para saber si la fermentación ha terminado, se debe tomar muestras de la densidad es el parámetro más exacto que puede servir para determinar la finalización de la fermentación. Si la densidad no varía dentro de 48 horas, la fermentación ha terminado (Vera, 2017).

La reacción de fermentación no es algo simple como una reacción directa, sencilla, donde se consumen azúcares y se generan alcoholes y CO₂. Esta reacción, extremadamente simplificada en la ecuación básica que se conoce, es muy compleja porque existen cientos de reacciones involucradas y muchas de estas son reversibles (quiere decir que la reacción puede ir de reactivos a productos o de productos a reactivos, depende de las condiciones) Además, dependen de cofactores, enzimas, y otros elementos y componentes que van hacer que estas reacciones vayan a un lado, o a otro, o se queden en una etapa intermedia de acuerdo a las condiciones y el contexto (Castellani, 2020: p. 82).

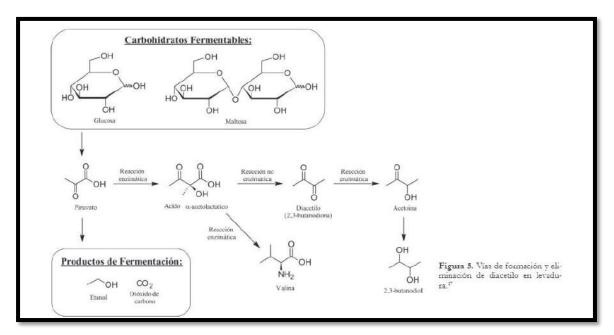


Figura 5-2: productos de fermentación

Fuente: (Morales, 2018: p. 8).

2.4.8. Carbonatación y embotellado

2.4.8.1. Carbonatación

La carbonatación es un rasgo importante de la cerveza, ya que le añade sabor, cuerpo e influye en el modo en que los aromas del lúpulo y la malta serán percibidos por quien la consuma. Existen dos maneras de carbonatar la cerveza ya sea la carbonatación forzada o la carbonatación natural

 Carbonatación Natural: Para este método es necesario conocer la temperatura de fermentación de la cerveza y la cantidad de CO₂ que se desea obtener, a continuación en la Tabla 4-2 se muestra las cantidades necesarias dependiendo de la temperatura de fermentación.

Tabla 4-2: Gramos de azúcar a añadir por litro de cerveza

			Temperatura de Fermentación (°C)								
		8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
	1,5	1,2	1,4	1,6	1,9	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
Volúmenes	2	3,2	3,4	3,6	3,9	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2
de CO ₂	2,5	5,2	5,4	5,6	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2
deseado	3	7,2	7,4	7,6	8,0	8,3	8,5	8,7	8,9	9,1	9,3
	3,5	9,3	9,5	9,7	10,0	10,3	10,5	10,7	10,9	11,1	11,3
	4	11,3	11,5	11,7	12,0	12,3	12,5	12,7	12,9	13,1	13,3
	4,5	13,3	13,5	13,7	14,0	14,3	14,5	14,7	14,9	15,1	15,3

Fuente: (Cocinistas, 2020).

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

El proceso de carbonatación natural consiste en iniciar una nueva fermentación en botellas o barriles para así producir CO₂ añadiendo azúcar o dextrosa a las botellas o barril. Esta técnica permite a los cerveceros caseros carbonatar su cerveza sin la necesidad de adquirir un equipo para la carbonatación forzada, que incluye tanque de CO₂, mangueras, e inclusive una nevera lo suficientemente grande para guardar el barril de cerveza con el tanque para fusionar el gas con la cerveza (Cuellar, 2018).

 Carbonatación forzada: El método más común usado actualmente, con el cual se refrigera el barril para posteriormente inyectar CO₂ a presión directamente. Después de varios días, este se encargara de penetrará la cerveza y la carbonatará. De igual manera, es fácil controlar el nivel de carbonatación adaptando la presión (Beersmith, 2017).

2.4.8.2. Embotellado

Es la etapa donde se procede a almacenar la cerveza en botellas ámbar, estas deberían estar previamente desinfectadas y sanitizadas para evitar la contaminación de la cerveza y así producir perdidas en la producción, se debe ocupar recipientes que soporten la carbonatación de la cerveza.

2.4.9. Maduración

Esta etapa es trascendental, y nada de lo que se haya hecho bien anteriormente va a funcionar, si no se logra movimientos correctos de la cerveza terminada, una mínima incorporación de oxígeno disuelto y bajas temperaturas de almacenamiento.

En cuanto mejor se realicen esta etapa, se va a disminuir la incorporación aunque es inevitable que el oxígeno entre en la cerveza, si bien la oxidación siempre está, es algo inevitable a lo largo de todo el proceso, depende como se maneje esta etapa, para que llegue a ser grave y afecte seriamente al producto, o apenas despreciable y que solo se perciba por catadores expertos (Castellani, 2020: p. 94).

La maduración es la etapa donde se guardan ya sea las botellas o los barriles en refrigeración aproximadamente de 15 a 30 días, es el tiempo donde la cerveza tomará un mejor sabor.

2.4.10. Variables que se deben controlar en el proceso de elaboración de cerveza artesanal

En el proceso de elaboración de cerveza artesanal existen tres variables que son muy importante: tiempo, temperatura y pH

- Tiempo: Se debe controlar en la etapas del macerado y en la cocción, ya que el tiempo indicado es de 60 a 90 minutos en cada una, tiempos mayores harán que se pierda liquido por evaporación y también dará el amargor mientras más tiempo de cocción más amarga será la cerveza (Soria, 2017: p. 20).
- Temperatura: Es importante que se encuentre en un rango de 62-72°C en la etapa de maceración, si llegaría a estar menos de 62°C las enzimas en la malta no se activarían, por lo contrario si sobrepasa la temperatura de 72°C estas enzimas se mueren, en el lavado de grano la temperatura debe de estar a 75°C para aprovechar al máximo la extracción de los azúcares aun presente en los cereales, en la etapa del enfriado la temperatura debe reducirse hasta 20-22°C para que las levaduras puedan actuar y las mediciones como son la densidad inicial, final y pH del mosto puedan ser realizados correctamente (Soria, 2017: p. 20).
- pH: es uno de los factores más importantes a controlar durante la elaboración de una cerveza de calidad, ya que sus niveles afectaran a cada etapa del proceso, como el potencial del

extracto de la malta, el color de la cerveza, la formación de turbios calientes, la estabilidad de la espuma, la extracción de los aceites de lúpulo, el nivel de amargor y la capacidad de realizar un filtrado adecuado (Bible, 2021).

2.4.11. Medición de los grados de alcohol en la cerveza

Para calcular los grados de alcohol presente en la cerveza se debe aplicar la siguiente formula:

$$\%$$
 ABV = $(OG - FG) \times 131$ Ecuación (1-2)

Donde:

% ABV = grado alcohólico de la cerveza

OG= gravedad original a 20°C

FG= gravedad final a 20°C (García, 2013)

2.4.12. Calculo del rendimiento del proceso

Según Castellani (2020, p. 79) para calcular el rendimiento del proceso de elaboración de cerveza artesanal se aplica la siguiente formula:

% rendimiento =
$$\frac{\text{cerveza producida}}{\text{mosto del hernor}} \times 100 \%$$
 ecuación (2 – 2)

2.5. Análisis ANOVA

El análisis de la varianza o ANOVA (del inglés analysis of variance) es un tratamiento estadístico que puede dividir la variabilidad calculada en componentes independientes que pueden atribuirse a diferentes causas de interés. Es un método estadístico para diferenciar más de dos grupos, es decir un método para comparar más de dos tratamientos y la variable de estudio o variable de respuesta es numérica (Lara, 2021: pp. 1-2).

2.5.1. Diseño experimental ortogonal

El diseño experimental ortogonal permite optimizar el proceso con el mínimo número de experimentos, se dice que un diseño es ortogonal cuando los efectos de sus factores son independientes y de esta manera se puede analizar cómo afecta cada factor al proceso.

2.5.2. Error estándar

El error estándar es el término utilizado para referirse a una estimación de la desviación estándar, derivado de una muestra especial utilizada para calcular la estimación en las estadísticas (Sánchez, 2016).

2.5.3. Error de muestreo

El error de muestreo en estadística, es la diferencia que hay entre el valor medio de una muestra respecto al valor medio de la población total (Zapata, 2020).

2.5.4. Factor de inflación de Varianza

Una medida de la cantidad de multicolinealidad en un grupo de variables de regresión múltiple. La presencia de este dentro del conjunto de variables independientes puede provocar una serie de problemas en la comprensión de la importancia de variables independientes individuales en el modelo de regresión (Calderón, 2018).

2.5.5. Error Experimental

Un error experimental es determinado como un desvió del valor calculado de una magnitud física con relación al valor real de dicha magnitud. Normalmente los errores experimentales se caracterizan por ser inevitables y dependen especialmente del método o tratamiento que se escoja, con la que cuente para realizar la medición (Tejedor, 2017).

2.5.6. Grados de libertad

Los grados de libertad (GL) son la cantidad de información proporcionada por los datos que se puede gastar para evaluar los valores de datos de población desconocidos y determinar la variabilidad de esas estimaciones. Este valor se calcula según el número de observaciones de la muestra y el número de parámetros del modelo (Minitab, 2019).

Los grados de libertad por lo general son iguales al número de datos (elementos de información) menos el número de parámetros estimados. Cuando se realiza una regresión, se determina un parámetro para todos los términos del modelo, y cada uno consume un grado de libertad. Por lo tanto, incluir una cantidad excesiva de términos en un modelo de regresión múltiple disminuye los grados de libertad disponibles para estimar la variabilidad de los parámetros. De hecho, si el

total de datos no es suficiente para el número de términos del modelo, es posible que no haya suficientes grados de libertad (GL) para el término de error y no es posible calcular los valores de p ni valores de F (Minitab, 2019).

2.5.7. Statgraphics Centurion

Es una potente herramienta de análisis estadístico de datos que mezcla una amplia gama de procedimientos analíticos con extraordinarios gráficos interactivos para proporcionar un entorno integrado de análisis que puede ser aplicado en cada una de las fases de un proyecto, desde los protocolos de gestión hasta los procesos de control de calidad (Statgraphics, 2021).

2.5.8. Cuadrados medios

En ANOVA los cuadrados medios son utilizados para determinar si los factores (tratamientos) son significativos.

- El cuadrado medio del tratamiento se calcula mediante la división de la suma de los cuadrados del tratamiento entre los grados de libertad. El cuadrado medio del tratamiento determina la variación entre las medias de las muestras.
- El cuadrado medio del error se determina mediante la división de la suma de los cuadrados del error residual sobre los grados de libertad. El MSE representa la variación dentro de las muestras (Minitab, 2019).

2.5.9. Valor p

El valor p es una probabilidad que calcula la evidencia en contra de la hipótesis nula. Las probabilidades más bajas facilitan una evidencia más fuerte en contra de la hipótesis nula (Minitab, 2019).

2.5.10. Valor F

El valor de F es la estadística de prueba que es ocupada para determinar si al modelo le están faltando los términos de orden superior que abarquen los predictores en el modelo actual (Minitab, 2019).

2.6. Evaluación Sensorial de los Alimentos

Disciplina científica que sirve para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones hacia las características de los alimentos. Al ingerir un alimento se estimulan diferentes sentidos.

- Estímulos visuales: forma, color, brillo de alimento
- Estímulos táctiles percibidos con la superficie de los dedos y el epitelio bucal: características grasosas, harinosas, fibrosas, grumosas, jugoso, geles, rugosas, suaves, ásperas, líquidos, etc.
- Estímulos olorosos percibidos por el epitelio olfativo: aromático, ácido, fetídico
- Estímulos auditivos: crujientes, burbujeante
- Estímulos gustativos: percibidos por las papilas gustativas: dulce, ácido, agrio, salado.

La evaluación sensorial también facilita información sobre la calidad de los alimentos evaluados y las expectativas de aceptabilidad de parte del consumidor (Liria, 2007: p. 4).

2.6.1. Análisis descriptivo de perfiles sensoriales

El análisis descriptivo es un método sensorial por el cual las cualidades de un producto alimenticio son identificados y cuantificados, ocupando un panel de jueces. El análisis puede presentar todos los parámetros del producto, o puede ser limitada a ciertos aspectos, por ejemplo, gusto, sabor, aroma textura (Flores, 2015: p. 11).

Existen diversos métodos de realización de perfiles sensoriales con los que se caracterizan, de forma descriptiva y cuantitativa, los productos.

2.6.2. Cata de cerveza artesanal

En la cata de cerveza artesanal se puede percibir las siguientes características organolépticas que son: sabor, aroma, amargor, color, gasificación, cuerpo y frescura.

- Color: Se debe sujetar el vaso de cara a la luz y ver si el color es claro o más bien turbio, el color puede oscilar entre blanco y negro, pasando por rojizo o tostado/caramelo.
- Aroma: la cerveza artesanal puede presentar los siguientes aromas (a cereal, malta o trigo o a lúpulo, aroma frutales y aroma a alcohol) todo depende de los ingredientes usados en la elaboración de la misma.
- Sabor: primero, se da un primer sorbo para impregnar la de boca de cerveza y estimular las
 papilas gustativas. Sera en el siguiente sorbo cuando identifiquemos las notas gustativas. La
 clasificación de las notas será muy parecida a la fase olfativa ((a cereal, malta o trigo o a
 lúpulo, aroma frutales y aroma a alcohol)

- Cuerpo: se habla de la textura de la cerveza o como se siente físicamente en la boca, por
 ejemplo si es espumosa, compacta, ligera, tupida, la vivacidad que desprende (gas disuelto).
 El azúcar residual y la alta graduación de alcohol le aporta cuerpo a la cerveza.
- Amargor: el amargor está determinado por la cantidad de lúpulo usado en la cerveza y el tiempo de adición en la cocción, en la cata de cerveza el gusto del amargor dependerá del consumidor, si le agrada una cerveza amarga o prefiere una más ligera (Albert, 2015).

2.7. Factibilidad y rentabilidad económica de un proyecto

2.7.1. Factibilidad económica de un proyecto

Un estudio de factibilidad es el que hace una empresa para determinar la posibilidad de poder desarrollar un negocio o un proyecto que espera implementar (Quiroa, 2020).

No obstante, este tipo de estudio permite a la empresa conocer si el negocio o proyecto que espera emprender le pueda resultar favorable o desfavorable. También ayuda a establecer el tipo de estrategias que le puede ayudar para alcanzar el éxito (Quiroa, 2020).

Es decir, en pocas palabras el estudio de la factibilidad permite conocer si el negocio o proyecto se puede hacer o no se puede hacer, cuáles son las condiciones ideales para realizarlo y como podría solucionar las dificultades que se puedan presentar (Quiroa, 2020).

2.7.2. Rentabilidad económica de un proyecto

El concepto de rentabilidad se refiere a la ganancia o beneficio que se ha obtenido de un recurso, dinero invertido o negocio.

¿Cómo se puede medir concretamente la rentabilidad de un proyecto o negocio?

Toda empresa debe realizar la rentabilidad del negocio para conocer si está ganando o se está perdiendo es así como a la rentabilidad se la conoce como los dividendos percibidos de un capital invertido en un negocio o una empresa. Una empresa es rentable cuando origina suficiente utilidad o beneficio, es decir, cuando sus ingresos son mayores que sus gastos, y la diferencia entre ellos es amplia (Finanzas, 2017).

El portal experto en finanzas, Entrepeneur, garantiza que el éxito de todo proyecto o negocio reside en su viabilidad y esto hace que calcular la rentabilidad del mismo sea fundamental para garantizar el éxito de un proyecto o la continuidad de un negocio (Finanzas, 2017).

Es así como para determinar la rentabilidad de un proyecto o negocio se debe tomar en cuenta la inversión inicial y la ganancia que ha generado.

2.7.2.1. ¿Cómo determinar los gastos de producción de un producto?

Los tres elementos que componen el costo de producción de un bien o servicio son los siguientes:

- Materiales directos: comprende la materia prima de fácil identificación útil e indispensable en la elaboración de un producto.
- Mano de obra directa: son los colaboradores de la empresa quienes, mediante su actividad, transforman las materias primas en productos terminados. Este proceso de transformación puede efectuarse de manera manual, a través de conocimientos o técnicas, así como el accionamiento de maquinarias (Moya, 2021).
- También llamado carga fabril o cargos indirectos, son aquellos desembolsos de dinero en los
 que incurre tu producto durante el proceso productivo, que no se pueden asignar directamente
 ni atribuirse a cada unidad de producción. Este elemento no se identifica fácilmente en el
 producto final, debido a que representa costos y cantidades usadas poco significativas (Moya,
 2021).

2.7.2.2. ¿Cómo determinar el costo de un producto?

Los costos de producción son esenciales en el proceso de calcular el precio de un producto.

Se puede decir que representan la base para establecer el valor que tendrá la comercialización del producto, si el precio de venta es igual al costo unitario del producto, la empresa se puede mantener operativa en el tiempo, sin embargo, no obtendría beneficios económicos. Este, es el caso de las fundaciones que no tienen fines de lucro (Moya, 2021).

Así, de acuerdo con los costos de producción se puede establecer el margen de utilidad que se desea obtener por las ventas.

Una manera sencilla de establecer el precio es:

```
precio del bien = C. U. P + (% de rentabilidad deseado * C. U. P) ecuación (3 – 2)
```

Donde:

C.U.P = Costo unitario de producción

Sin embargo, se debe tener en cuenta que en la fijación del precio inciden factores distintos, a los costos que se debe considerar, tales como:

- La oferta y la demanda del mercado
- Análisis de la preferencia o necesidades de los consumidores
- Los precios establecidos por las empresas de la competencia
- La localización del producto (Moya, 2021).

¿Cuál debería ser el margen de ganancia de un producto?

En líneas generales el margen de ganancia neta de un producto para que sea considerado promedio debe ser del 10 %; para que sea una buena ganancia debe ser del 20 %. A diferencia que si los ingresos son del 5 % son considerados bajo (Moya, 2021).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ingeniería del Proyecto

3.1.1. Formulación para la elaboración de cerveza artesanal

El proceso de elaboración de cerveza artesanal es el mismo para todo tipo de cerveza, la diferencia está en los adjuntos cerveceros usados en la misma, en el presente proyecto se utilizará centeno para obtener un sabor único en la cerveza artesanal. Las cantidades utilizadas en la materia prima varían según el estilo de cerveza, por ejemplo, si se desea obtener una cerveza artesanal con grado alcohólico alto se usa una gran cantidad de malta.

Según Castellani (2020, p. 222), las cantidades estándares a usar para la elaboración de la cerveza artesanal por cada litro de producción son las siguientes:

- 200-250 gramos de malta
- 2 litros de agua
- De 1,5 a 3,0 gramos de lúpulo
- 1,0 gramo de levadura
- 6,0 gramos de dextrosa o azúcar

3.1.2. Descripción del proceso de elaboración de cerveza artesanal

Para la obtención de una cerveza artesanal que sea del agrado de los consumidores y que cumpla con los requisitos establecidos en la Norma NTE INEN 2262:2013: Bebidas alcohólicas. Cervezas, se partió del proceso general de elaboración de cerveza artesanal usando 3 concentraciones diferentes de centeno para analizar en las propiedades organolépticas, como influye la concentración del adjunto cervecero, cabe recordar que los adjuntos cerveceros pueden ser cereales o granos tanto malteados como no malteados, frutas entre otros.

A continuación se presenta el diagrama de bloque donde se detalla el proceso de producción de cerveza artesanal.

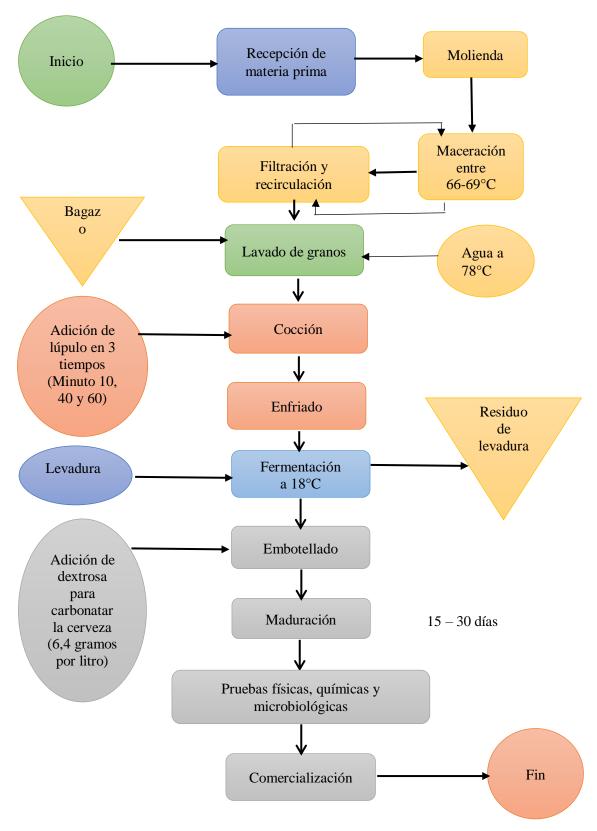


Gráfico 1-3: Diagrama de bloque (elaboración de cerveza)

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

El centeno puede ser usado en la cerveza tanto malteado como sin maltear. No es el cereal más potente aportando azúcares fermentables por lo que no suele ser utilizado en una proporción mayor al 20 % del total del grano utilizado, normalmente se usa un 5 o 10 % (Cocinistas, 2020).

Tabla 1-3: Cantidad de materia prima a usar en la elaboración de cerveza artesanal

		Materia prima por litro de cerveza						
	Agua	Malta	Centeno	Lúpulo	Carragenina	Levadu	Azúcar	
Receta	(l)	(Cebada)	(g)	(g)	(g)	ra	(g)	
		(g)				(g)		
F1	2	250	37,5	3	0,5	1,0	6,4	
F2	2	250	50	3	0,5	1,0	6,4	
F3	2	250	75	3	0,5	1,0	6,4	

Fuente: (cocinistas, 2020).

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

3.2. Determinar mediante ensayos físicos, químicos y microbiológicos la calidad de la cerveza obtenida

Para asegurar la higiene y calidad de la cerveza obtenida se realizarán las pruebas físicas, químicas y microbiológicas según la norma NTE INEN 2262: 2013: Bebidas Alcohólicas. Cerveza

Tabla 2-3: Requisitos físicos y químicos

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Contenido alcohólico a	% (v/v)	1,0	10,0	NTE INEN 2322:2002
20°C				
Acidez total expresado en	% (m/m)	-	0,3	NTE INEN 2323:2002
ácido láctico				
Carbonatación	Volumen	2,2	3,5	NTE INEN 2324:2002
	de CO ₂			
Ph	-	3,5	4,8	NTE INEN 2325:2002
Contenido de hierro	mg/dm ³	-	0,2	NTE INEN 2326:2002
Contenido de cobre	mg/dm ³	-	1,0	NTE INEN 2327:2002
Contenido de zinc	mg/dm ³	-	1,0	NTE INEN 2328:2002
Contenido de arsénico	mg/dm ³	-	0,1	NTE INEN 2329:2002

Contenido de plomo	mg/dm ³	-	0,1	NTE INEN 2330:2002

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización – Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262.

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

Tabla 3-3: Requisitos microbiológicos

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Microorganismos anaerobios	ufc/cm ³	-	10,0	NTE INEN 1529-17:2012
Mohos y levaduras	up/cm ³	-	10,0	NTE INEN 1529-10:2013

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización – Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262.

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

3.3. Determinar mediante pruebas de aceptabilidad la mejor formulación para la producción de cerveza artesanal

3.3.1. Evaluación sensorial de la cerveza artesanal

La cata de cerveza artesanal va más allá de una simple degustación o ganas de probar el sabor que posee. En la cata de las cervezas artesanales intervienen todos los sentidos, las propiedades organolépticas que pueden ser evaluadas en una cerveza artesanal son las siguientes: color, sabor, aroma, amargor, cuerpo, frescura y gasificación (Muns, 2018).

Para la determinación del test de aceptabilidad se aplicará un Análisis descriptivo de perfiles sensoriales.

Según Flores (2015, p.13), para realizar un test de aceptabilidad se deberá tener como un mínimo a 10 panelistas

Una vez obtenida la cerveza con cada una de las 3 concentraciones diferentes de centeno se realizarán las pruebas organolépticas, para la determinación de estas se desarrollará una encuesta a un total de 20 personas con la finalidad de determinar la cerveza ideal para la producción y comercialización de cerveza artesanal.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Proceso de elaboración de cerveza artesanal con centeno

Existen empresas que se dedican a comercializar paquetes de los ingredientes e instrumentos para elaboración de 20 litros de cerveza. Por lo general toda persona que desea empezar en el mundo de la cerveza artesanal decide producir lotes de 5 litros de cerveza, debido que es más fácil manipular pequeñas cantidades para experimentar (Vázquez, 2017).

Tabla 1-4: Cantidades usadas de Materia Prima para un lote de 5 litros de cerveza

	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Malta Munich (gramos)	500	500	500
Agua (litros)	10	10	10
Malta Vienna (gramos)	500	500	500
Malta Arome (gramos)	250	250	250
Centeno (gramos)	187,5	250	375
Lúpulo Chinook (gramos)	7,5	7,5	7,5
Lúpulo east kent golding (gramos)	7,5	7,5	7,5
Carragenina (gramos)	2,5	2,5	2,5
Levadura	2,5	2,5	2,5

Fuente: (Vázquez, 2017).

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

4.1.1. Molienda de los cereales

En el proceso de elaboración de cerveza artesanal la molienda es una de las etapas más importantes, ya que es el primer paso para obtener una cerveza lucida o con la menor cantidad de residuos en ella, hay que recordar que la finalidad de la molienda no es hacer harina la malta sino hacer que se parta para poder extraer los azúcares esenciales en el proceso de maceración y que la cáscara de la malta este lo más sana posible, ya que esta posteriormente ayudará como una capa filtrante en el proceso de recirculación y lavado de granos.

En esta etapa se utilizó un molino industrial de rodillos, en la cual se agregó la malta y el centeno, una vez que se comenzó a moler se fue regulando el disco para obtener la malta partida y que no

genere mucha harina, esta puede generar turbidez en la cerveza y un mayor residuo en el producto final.



Figura 1-4: Etapa de molienda

Fuente: Laboratorio de Procesos Industriales ESPOCH 2021.

4.1.2. Maceración

El proceso de maceración consiste en calentar agua hasta llegar a una temperatura de 72 °C, una vez que se llegó a esta temperatura se procedió a colocar la malta molida con el centeno, por lo general una vez mezclado el agua con la malta la temperatura tiende a reducirse de 2 a 4°C. La temperatura de maceración estuvo en un rango de 66-68°C, es muy importante conocer en que rango de temperaturas se activan las diferentes enzimas que producirán los azúcares fermentables, sin embargo hay que recordar que la temperatura mínima de maceración es de 64°C, si esta es inferior al valor recomendado las enzimas no se activaran y la temperatura máxima de maceración es de 72°C de la misma manera si la temperatura es mayor al valor recomendado las enzimas se mueren. La maceración se la realizó durante 60 minutos, mezclando constantemente cada 10 minutos para evitar la formación de grumos, posteriormente se realizó la prueba de yodo para comprobar que la maceración había terminado.

Para la prueba de yodo se toma una muestra del mosto en un tubo de ensayo y se le agregan de 3 a 5 gotas de yodo, si el mosto tiende a cambiar de color marrón a un violeta o negro es porque aún existen almidones presentes en la malta y debemos alargar por más tiempo el macerado.



Figura 2-4: etapa de maceración

4.1.3. Filtrado y recirculado

Una vez terminada la maceración se procedió a la filtración y la recirculación, en esta etapa también es muy importante realizar un correcto filtrado y sobre todo el recirculado, para que la mayor cantidad de harina presente en la maceración sedimente o a su vez quede atrapada en la cáscara de la malta. Para el filtrado se ocupó una malla filtrante previamente esterilizada y sanitizada se la colocó en una balde con un grifo para poder realizar el recirculado, una vez que todo el mosto y el bagazo fue trasvasado sobre la malla y el balde se procedió a abrir el grifo y a sacar el mosto por la parte de abajo, con una jarra se realizó el recirculado tomando en cuenta que siempre debe de haber 1 cm de mosto por encima del bagazo ya que si se deja sin mosto el bagazo ya no se podrá aprovechar los azúcares que aún quedan presentes en la malta, la finalidad del recirculado es aclarar el mosto lo que más se pueda y evitar así la turbidez en la cerveza.



Figura 3-4: etapa de filtrado **Fuente:** Laboratorio de Procesos Industriales ESPOCH 2021.



Figura 4-4: etapa de recirculación

4.1.4. Lavado de granos

En esta etapa se procede agregar agua a una temperatura de 78°C sobre el bagazo que quedo del recirculado, esta etapa a más de ayudar a aclarar el mosto también ayuda a obtener una mayor cantidad del mismo ya que en la maceración los grano absorben una gran cantidad de agua y se

necesita completar la producción deseada de cerveza, además se debe obtener unos litros más de mosto debido que tanto en la cocción como en la fermentación ocurrirán perdidas del mismo.



Figura 5-4: etapa de lavado de granos

Fuente: Laboratorio de Procesos Industriales ESPOCH 2021.

4.1.5. Cocción

Una vez terminado las etapas anteriores se procedió a trasvasar el mosto en la olla para la cocción, la finalidad de esta etapa es llevar a una ebullición constante para así poder eliminar cualquier bacteria que haya podido entrar en el mosto, también va permitir que se disuelvan los alpha - ácidos que contienen los lúpulos, una temperatura de ebullición puede estar en un rango de 74°C hasta los 80°C donde se podrá obtener una cerveza ligera y evitar grandes pérdidas de mosto por evaporación, si se eleva mucho la temperatura se obtendrá una cerveza más espesa y menos producción. Es importante recordar que en esta etapa se puede controlar el amargor IBU, conocido por sus siglas en inglés (International Bitterness Units) que se desee obtener en la cerveza.

La cocción se la realizó por un periodo de tiempo de 60 minutos, al llegar a una temperatura de 74°C se comenzó a controlar el tiempo, durante los 10 primeros minutos de hervor se agregó 3,7 gramos de lúpulo Chinook para dar amargor, a los 40 minutos se agregó 7,5 gramos del lúpulo east kent golding para dar sabor y también 2,5 gramos de Carragenina para clarificar la cerveza y finalmente al minuto 60 se adicionó 3,8 gramos del lúpulo Chinook para dar aroma.



Figura 6-4: etapa de cocción

4.1.6. Enfriado

En esta etapa se procedió a llenar una olla con agua y hielo para bajar rápidamente la temperatura del mosto y realizar el enfriado en el menor tiempo posible, la temperatura del mosto depende mucho de la levadura que se vaya a ocupar en este caso se usó la levadura Safale US-05 que tiene un rango de temperatura de 12 a 25°C pero el ideal para la fermentación se da en un rango de 18 a 22°C.

4.1.7. Fermentación

Una vez que se logró bajar la temperatura hasta los 20°C se tomó una muestra del mosto en una probeta de 250 ml para obtener el valor de la densidad inicial, luego se procedió a filtrar y trasvasar el mosto hacia el fermentador, el cual tendría que estar previamente esterilizado, también para controlar a que temperatura va a fermentar el mosto se usó un termómetro adhesivo ya que es importante conocer este dato para la cantidad de dextrosa o azúcar que se usara en la carbonatación natural.

La fermentación tuvo una duración de 7 días, si se desea saber con exactitud si la fermentación ha culminado se debe tomar una muestra de la cerveza en una probeta y medir la densidad si esta no ha variado en 48 horas quiere decir que la fermentación ha finalizado.

Una de las principales características de las levaduras es que viven en ambientes completamente carentes de oxígeno, por esta razón se dice que la fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico.



Figura 7-4: etapa de fermentación

4.1.8. Embotellado y Carbonatación

4.1.8.1. Carbonatación

En la etapa de fermentación se controló la temperatura de la misma, el mosto fermentó a una temperatura de 18°C, en la etapa de carbonatación se procedió a agregar la cantidad de azúcar dependiendo la temperatura de fermentación, (véase la tabla 4-2) donde se da a conocer las diferentes cantidades requeridas para una volumen de CO₂ específica.

Como la cerveza que se obtuvo fermentó a 18°C y se desea obtener 2,5 volúmenes de CO2 se añadió 6,4 gramos de azúcar por cada litro de cerveza producido. Se puede añadir el azúcar en cada botella antes de llenar o una manera más fácil es sacar unos 500 ml de cerveza calentar hasta una temperatura de 65°C y añadir todo el azúcar para el lote producido, luego de esto se procede a enfriar hasta que llegue a los 20°C y mezclarlo con el lote producido de cerveza, se mezcla de una manera muy suave para evitar oxigenar la cerveza debido que la oxigenación en esta etapa puede producir sabores indeseados en la cerveza.



Figura 8-4: etapa de carbonatación

4.1.8.2. Embotellado

En esta etapa es muy importante la limpieza ya que la mínima bacteria puede echar a perder la cerveza, la limpieza de las botellas se la realizó con agua caliente a 80°C se llenó y se dejó durante unas 3 horas, luego de esto se utilizó alcohol al 70 % para sanitizar las botellas, las mismas que fueron colocadas en un árbol de botellas para que se puedan escurrir y no quede presencia de alcohol en el envase. Después de esto se procedió a llenar las botellas de 300 ml evitando oxigenar lo menos posible la cerveza, es recomendable usar botellas oscuras o de color ámbar ya que estas funcionan como un filtro para la cerveza en caso de entrar en contacto con la luz solar, y de esta manera evitan que reaccione con los componentes del lúpulo y crear sabores indeseados.

Las tapillas de igual manera deben estar previamente sanitizadas con alcohol, para tapar las botellas y evitar que haya fuga de gas se ocupó una tapadora de banco. El tiempo recomendado para que la cerveza tenga una buena carbonatación de forma natural es de 14 días.



Figura 9-4: etapa de embotellado

4.1.9. Maduración

Una vez que se haya culminado la etapa de envasado se procede a guardar las botellas en refrigeración durante un periodo de 14 a 30 días que es el tiempo recomendado para que la cerveza tenga sus propiedades más ideales, durante este periodo se puede ir abriendo un botella de cerveza cada semana y comparar como va cambiando el sabor o en qué tiempo de maduración la cerveza es más agradable.



Figura 10-4: cerveza con centeno

Fuente: Laboratorio de Procesos Industriales ESPOCH 2021.

4.2. Resultados obtenidos en la elaboración de cerveza artesanal con centeno

Se realizó una producción de 5 litros de cerveza para cada concentración de centeno, en la cual se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 2-4: Datos Experimentales

Variables	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Densidad inicial (kg/l)	1,048	1,046	1,046
Densidad final (kg/l)	1,010	1,010	1,010
pH mosto	5,4	5,5	5,4
pH cerveza	4,53	4,5	4,74

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

4.2.1. Cálculo aproximado del grado alcohólico de la cerveza

% ABV =
$$(OG - FG) \times 131$$
 ecuación $(1 - 4)$

Formulación 1

$$\% ABV = (1,048 - 1,010) \times 131$$

$$\% ABV = 4.9 \%$$

Formulación 2

$$\% ABV = (1,046 - 1,010) \times 131$$

$$%A BV = 4.7 \%$$

Formulación 3

$$\% ABV = (1,046 - 1,010) \times 131$$

$$\%$$
 ABV = 4,7 %

Cabe recordar que esta fórmula presenta un cierto error, sin embargo ayuda a obtener una aproximación del grado alcohólico en la cerveza.

4.2.2. Identificación de las variables del proceso

En el siguiente proceso se identificaron tres variables que son las más importantes: Temperatura, tiempo y pH

Controlar la temperatura en cada una de las etapas es muy importante, en la maceración es muy

importante que la temperatura se mantenga en los 67°C ya que actúa la enzima beta-amilasa, la temperatura del agua que se ocupa para lavar los granos debe ser de 78°C para poder extraer los azúcares presentes en la malta, en la cocción una temperatura muy alta puede evaporar demasiado el mosto y ocasionar perdidas grandes y finalmente en la etapa de fermentación conocer la temperatura a la que se fermenta para añadir cantidades exactas de dextrosa o azúcar para una buena carbonatación.

La segunda variable a considerar es el tiempo, en la maceración y cocción deben ser los mismos, si se deja la maceración en largos tiempos y temperatura baja puede ocasionar sabores indeseados en la cerveza, en cambio en la cocción si el tiempo es muy largo se darán perdidas grandes del mosto, en la etapa más importante es en el enfriado ya que se lo debe realizar en el menor tiempo posible para evitar contaminación del mosto y que se pierda un lote de producción, y para limitar la formación de DMS (Sulfuro de dimetilo) (típico sabor de maíz).

La última variable es el pH, el cual debe ser controlado en dos etapas cuando es mosto y cuando ya se convierte en cerveza, el pH del mosto debe estar en un rango de 5-5,5 y el pH de la cerveza debe darse en un rango de 3,5-5.

Tabla 3-4: Variables del proceso

Variable	Descripción
Temperatura(°C)	Maceración (66 – 69)
	Cocción (74-80)
	Enfriado (20-22)
	Fermentación (18)
Tiempo (minutos)	Maceración (60)
	Cocción (60)
	Enfriado (15)
pH	Mosto (5,4) (5,5) (5,4)
	Cerveza (4,53) (4,5) (4,5)

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

Una vez obtenido la cerveza con las 3 concentraciones diferentes de centeno, la cual fue obtenida en un tiempo de 21 días, se procedió a realizar las repeticiones para cada una de las formulaciones con la finalidad de verificar la confiabilidad del proceso aplicado.

En la tabla 4-4 se encuentra los resultados obtenidos en las repeticiones aplicadas para cada una de las 3 formulaciones.

Tabla 4-4: Datos experimentales para las 3 formulaciones

Variables obtenidas		Densidad	Densidad	pH mosto	pH cerveza
		inicial (kg/l)	final (kg/l)		
Formulación 1	Repetición 1	1,048	1,010	5,40	4,53
	Repetición 2	1,048	1,010	5,50	4,50
	Repetición 3	1,050	1,010	5,40	4,50
Formulación 2	Repetición 1	1,046	1,010	5,50	4,50
	Repetición 2	1,048	1,010	5,54	4,55
	Repetición 3	1,046	1,010	5,49	4,50
Formulación 3	Repetición 1	1,046	1,010	5,40	4,74
	Repetición 2	1,046	1,010	5,43	4,72
	Repetición 3	1,046	1,010	5,42	4,70

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

Una vez obtenido las variables principales para las 3 formulaciones se realizó un análisis ANOVA para fortalecer los resultados obtenidos y el porcentaje de confianza en el proceso.

4.2.3. Análisis del experimento (ANOVA)

4.2.3.1. Efectos estimados para densidad inicial

Tabla 5-4: Efectos estimados para densidad inicial

Efecto	Estimado	Error Estd.	V.I.F.
Promedio	1,04578	0,000379517	
A:Centeno 50	-0,00133333	0,00041574	1,0
B:Centeno 75	0,00266667	0,00041574	1,0
AA	0,00266667	0,000720082	1,0
AB	0,001	0,000509175	1,0
BB	0,00266667	0,000720082	1,0

Fuente: statgraphics, 2021.

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

Errores estándar basados en el error total con 3 g.l.

Esta tabla muestra las estimaciones para cada uno de los efectos estimados y las interacciones. También se muestra el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo. Note también que el factor de inflación de varianza (V.I.F.) más grande, es igual a 1,0.

Para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores serían igual a 1. Factores de 10 o más normalmente se interpretan como indicativos de confusión seria entre los efectos (Statgraphics, 2021).

Tabla 6-4: Análisis de Varianza para Densidad inicial

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Centeno 50	0,00000266667	1	0,00000266667	10,29	0,0491
B:Centeno 75	0,0000106667	1	0,0000106667	41,14	0,0077
AA	0,00000355556	1	0,00000355556	13,71	0,0342
AB	0,000001	1	0,000001	3,86	0,1443
BB	0,00000355556	1	0,00000355556	13,71	0,0342
Error total	7,77778E-7	3	2,59259E-7		
Total (corr.)	0,0000222222	8			

Fuente: statgraphics, 2021.

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Densidad inicial en piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 4 efectos tienen una valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0 % (véase Anexo E). (Statgraphics, 2021)

4.2.3.2. Efectos estimados para el pH del mosto

Tabla 7-4: Efectos estimados para pH mosto

Efecto	Estimado	Error Estd.	V.I.F.
Promedio	5,47778	0,0141821	
A:Centeno 50	0,01	0,0155357	1,0
B:Centeno 75	0,07	0,0155357	1,0
AA	-0,143333	0,0269086	1,0
AB	-0,015	0,0190273	1,0
BB	0,0966667	0,0269086	1,0

Fuente: statgraphics, 2021.

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

Errores estándar basados en el error total con 3 g.l.

Esta tabla muestra las estimaciones para cada uno de los efectos estimados y las interacciones. También se muestra el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo. Note también que el factor de inflación de varianza (V.I.F.) más grande, es igual a 1,0. Para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores serían igual a 1. Factores de 10 o más normalmente se interpretan como indicativos de confusión seria entre los efectos (Statgraphics, 2021).

Tabla 8-4: Análisis de Varianza para pH mosto

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Centeno 50	0,00015	1	0,00015	0,41	0,5656
B:Centeno 75	0,00735	1	0,00735	20,30	0,0204
AA	0,0102722	1	0,0102722	28,37	0,0129
AB	0,000225	1	0,000225	0,62	0,4881
BB	0,00467222	1	0,00467222	12,91	0,0370
Error total	0,00108611	3	0,000362037		
Total (corr.)	0,0237556	8			

Fuente: statgraphics, 2021.

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de pH mosto en piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 3 efectos tienen una valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0 % (véase Anexo E) (Statgraphics, 2021).

4.2.3.3. Efectos estimados para pH cerveza

Tabla 9-4: Efectos estimados para pH cerveza

Efecto	Estimado	Error Estd.	V.I.F.
Promedio	4,55889	0,0726306	
A:Centeno 50	0,0766667	0,0795628	1,0
B:Centeno 75	-0,02	0,0795628	1,0
AA	0,0633333	0,137807	1,0
AB	0,025	0,0974442	1,0
BB	-0,126667	0,137807	1,0

Fuente: statgraphics, 2021.

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

Errores estándar basados en el error total con 3 g.l.

Esta tabla muestra las estimaciones para cada uno de los efectos estimados y las interacciones. También se muestra el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo. Note también que el factor de inflación de varianza (V.I.F.) más grande, es igual a 1,0. Para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores serían igual a 1. Factores de 10 o más normalmente se interpretan como indicativos de confusión seria entre los efectos (Statgraphics, 2021).

Tabla 10-4: Análisis de Varianza para pH cerveza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Centeno 50	0,00881667	1	0,00881667	0,93	0,4063
B:Centeno 75	0,0006	1	0,0006	0,06	0,8178
AA	0,00200556	1	0,00200556	0,21	0,6771
AB	0,000625	1	0,000625	0,07	0,8141
BB	0,00802222	1	0,00802222	0,84	0,4258
Error total	0,0284861	3	0,00949537		
Total (corr.)	0,0485556	8			

Fuente: statgraphics, 2021.

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de pH cerveza en piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 0 efectos tienen una valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0 % (véase Anexo E) (Statgraphics, 2021).

Una vez realizado el análisis estadístico del experimento se comprobó que las variables de densidad inicial, pH mosto y pH de la cerveza tienen un porcentaje de confiabilidad del 95 %, por ende el experimento puede ser aplicado a gran escala para la producción de grandes lotes de cerveza, también se puede comprobar que las distintas cantidades de centeno usadas no tienen una mayor influencia al obtener las diferentes variables del proceso.

4.3. Determinación de la calidad de la cerveza obtenida

Para asegurar la calidad de la cerveza obtenida a base de cebada y centeno se procedió a realizar los ensayos físicos, químicos y microbiológicos según la Norma NTE INEN 2262: 2013: Bebidas

Alcohólicas. Cerveza en la cual se pudo comprobar el cumplimiento de todos los parámetros establecidos en la presente Norma.

Tabla 11-4: Requisitos físicos y químicos

Requisitos	quisitos Unidad Mí		Máximo	láximo Método de	Resultados de		
				ensayo	laboratorio		
					F1	F2	F3
Contenido	%(v/v)	1,0	10,0	NTE INEN	4,1	4,0	4,0
alcohólico a				2322:2002			
20°C							
Acidez total	%(m/m)	-	0,3	NTE INEN	0,23	0,24	0,23
expresado en				2323:2002			
ácido láctico							
Carbonatación	Volumen	2,2	3,5	NTE INEN	2,5	1,5	1,5
	de CO ₂			2324:2002			
pН	-	3,5	4,8	NTE INEN	4,53	4,5	4,5
				2325:2002			
Contenido de	mg/dm ³	-	0,2	NTE INEN	0,10	0,11	0,10
hierro				2326:2002			
Contenido de	mg/dm ³	-	1,0	NTE INEN	0,06	0,05	0,06
cobre				2327:2002			
Contenido de	mg/dm ³	-	1,0	NTE INEN	0,4	0,45	0,47
zinc				2328:2002			
Contenido de	mg/dm ³	-	0,1	NTE INEN	<0,01	<0,1	<0,1
arsénico				2329:2002			
Contenido de	mg/dm ³	-	0,1	NTE INEN	0,12	0,10	0,12
plomo				2330:2002			

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización – Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262.

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

Los análisis microbiológicos nos permiten comprobar la higiene y calidad del producto obtenido, ya que en el proceso son varias etapas en las cuales la cerveza puede ser contaminada, por lo general la contaminación se puede dar por una mala manipulación de la materia prima o una poca desinfección y sanitización de los equipos utilizados.

En la tabla 12-4 se muestran los resultados obtenidos de las pruebas microbiológicas en el laboratorio.

Tabla 12-4: Requisitos microbiológicos

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de	Resultados de laboratorio		dos de
				ensayo			0
					F1	F2	F3
Microorganis	ufc/cm ³	-	10,0	NTE INEN	<10	<10	<10
mos				15295:2006			
anaerobios							
Mohos y	up/cm ³	-	10,0	NTE INEN	<10	<10	<10
levaduras				1529-			
				10:2013			

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización – Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262.

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

4.4. Resultados obtenidos en los test de aceptabilidad

En la tabla 11-4 y la tabla 12-4 se comprobó que las tres formulaciones cumplen con todos los requisitos establecidos en la Norma NTE INEN 2262: 2013: Bebidas Alcohólicas. Cerveza por lo cual se puede proceder a las pruebas organolépticas de la cerveza obtenida.

El test se realizó a un total de 20 personas, la siguiente tabla 13-4 presenta la cantidad de personas a las que le agradó (aceptabilidad) los parámetros evaluados de cada muestra que fue entregada.

Tabla 13-4: Resultados test de aceptabilidad

Parámetros evaluado	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Cuerpo	19	9	8
Color	15	12	9
Aroma	12	4	9
Sabor	12	4	8
Amargor	13	6	6
Frescura	16	13	11
Gasificación	17	0	3

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

De acuerdo al test realizado, señale la muestra de su preferencia

Formulación 1 = 16

Formulación 2= 0

Formulación 3 = 4

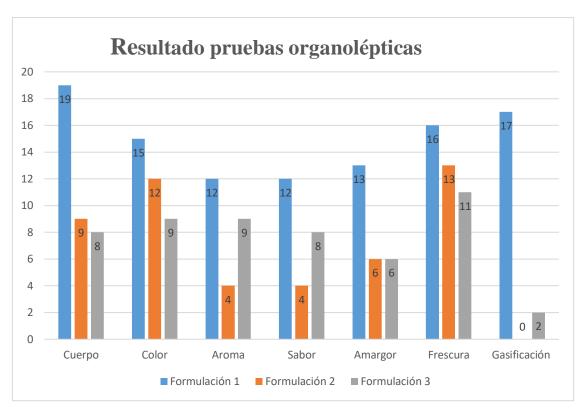


Gráfico 1-4: resultados organolépticos

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

Según los datos obtenidos en el test, la mayoría de los parámetros evaluados la formulación 1 es de mayor agrado para los panelistas, en un total de 16 personas prefirieron la formulación 1 que representa el 80 % y 4 personas les agrado la formulación 3 que representan el 20 %.

Con los resultados obtenidos para la producción y comercialización de cerveza artesanal se trabajará con la formulación 1 ya que ha sido la de mayor agrado con una gran diferencia respecto a las otras.

Por el contrario la formulación 2 fue rechazada, esto debido a que el contenido de gas dentro de la cerveza era muy bajo y no se pudo catar bien las propiedades organolépticas de la cerveza artesanal.

4.5. Validación del proceso de elaboración de cerveza artesanal con cebada y centeno

Con los resultados obtenidos del proceso se puede verificar que las variables más importantes en la elaboración de cerveza artesanal se volvieron a repetir con los mismos parámetros establecidos en el primer ensayo, como lo fue la temperatura y tiempo de maceración, de igual manera en la cocción y finalmente el tiempo y temperatura de fermentación.

Por lo cual se pudo determinar la repetitividad del proceso y por ende el mismo es 100 % seguro para producir grandes lotes de la misma.

Actualmente la cerveza artesanal con centeno no está siendo muy producida, pero se puede encontrar 2 recetas de cerveza con centeno en diferentes partes del mundo, según CIBART (2021) y El cervecero (2020) la cerveza artesanal con centeno malteado presenta una densidad inicial de 1,056 kg/l y una densidad final de 1,013 kg/l con un grado alcohólico de 5,6 % por el contrario la presente cerveza artesanal contiene un grado alcohólico de 4,1 % esto se debe a que el centeno usado en el proceso no es malteado por ende su contenido alcohólico es menor, de la misma manera al usar centeno sin maltear la cerveza presenta características diferentes, el amargor y el aroma ya dependerá de los lúpulos usados y en el tiempo de adición de los mismos en la cocción.

4.6. Balance Simultáneo de masa en la elaboración de cerveza artesanal

Los balances de masas que se presentan a continuación son para un lote de 100 litros de producción, que es la capacidad de la futura micro cervecería.

4.6.1. Balance General del Sistema

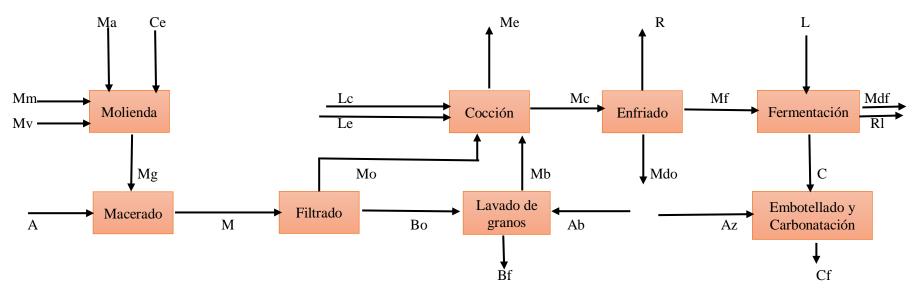


Gráfico 2-4: Balance General del Sistema

Realizado por: Jefferson Aveiga, 2021

$$E = S$$

$$Ma + Mm + Mv + Ce + A + Ab + Lc + Le + L + Az = Me + Bf + R + Mdo + Mdf + Rl + Cf$$
 ecuación (2 – 4)

Donde:

Mm = Malta Munich	A = Agua	Mg = Mezcla de granos	Mo = Mosto inicial	Me = Mosto evaporado
Mv = Malta Vienna	Ab = Agua para lavado	M= Mezcla de macerado	Mb = Mosto de lavado de granos	Mc = Mosto de cocción
Ma = Malta Arome	C= Cerveza	Bo = bagazo inicial	Lc = lúpulo Chinook	R = Residuo de lúpulo
Ce = Centeno	Az = Azúcar	Bf = bagazo final	Le = lúpulo east kent golding N	Mdo = muestra de densidad inicial
Mf = Mosto final	Cf = Cerveza final	$L = Levadura\ US - 05$	R1 = Residuo de levadura	Mdf = muestra de densidad final

4.6.2. Balance de los subsistemas del proceso

Molienda

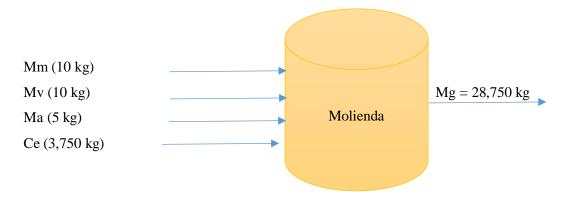


Gráfico 3-4: Balance de masa en la etapa de molienda

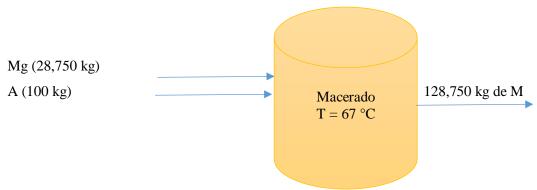
Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

$$E=S$$

$$Mm + Mv + Ma + Ce = Mg$$
 ecuación $(3-4)$
$$Mg = 10 \text{ kg} + 10 \text{ kg} + 5 \text{ kg} + 3,750 \text{ kg}$$

$$Mg = 28,750 \text{ kg}$$

Maceración



56

Gráfico 4-4: Balance de masa en la etapa de macerado

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

$$Mg + A = M$$
 ecuación $(4 - 4)$

$$M = 28,750 \text{ kg} + 100 \text{ kg}$$

$$M = 128,750 \text{ kg}$$

Filtración y recirculación

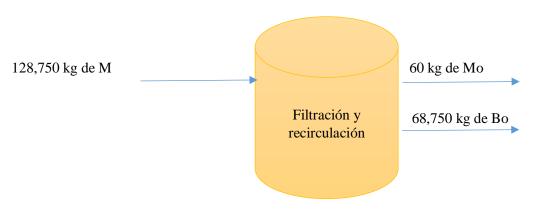


Gráfico 5-4: Balance de masa en la etapa de molienda

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

$$M = Mo + Bo$$
 ecuación $(5-4)$ $Mo = M - Bo$ ecuación $(6-4)$

$$Mo = 128,750 \text{ kg} - 68,750 \text{ kg}$$

$$Mo = 60 \text{ kg}$$

Lavado de granos

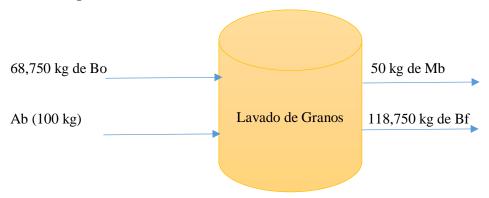


Gráfico 6-4: Balance de masa en la etapa de molienda

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

$$Bo + Ab = Mb + Bf$$
 ecuación $(7 - 4)$
 $Mb = Bo + Ab - Bf$ ecuación $(8 - 4)$

$$Mb = 68,750 \text{ kg} + 100 \text{ kg} - 118,750 \text{ kg}$$

$$Mb = 50 \text{ kg}$$

Cocción

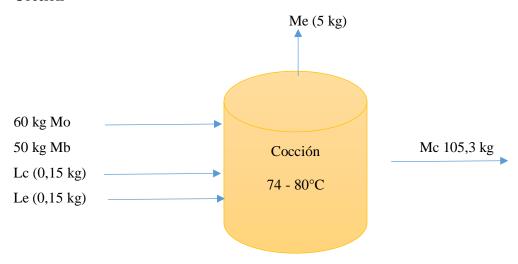


Gráfico 7-4: Balance de masa en la etapa de cocción **Realizado por:** Aveiga Jefferson, 2021.

$$Mo + Mb + Le + Lc = Mc + Me$$
 ecuación $(9 - 4)$
$$Mc = Mo + Mb + Lc + Le - Me$$
 ecuación $(10 - 4)$
$$Mc = 110 \text{ kg} + 0.3 \text{ kg} - 5 \text{ kg}$$

$$Mc = 105.3 \text{ kg}$$

Enfriado

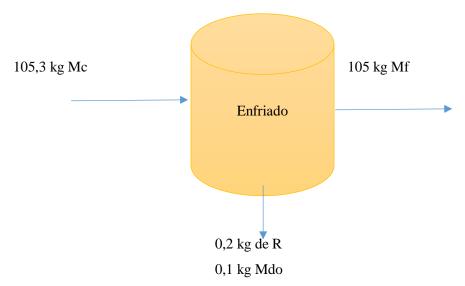


Gráfico 8-4: Balance de masa en la etapa de enfriado **Realizado por:** Aveiga Jefferson, 2021.

$$Mc = R + Mdo + Mf$$
 ecuación (11 – 4)
$$Mf = Mc - R - Mdo$$
 ecuación (12 – 4)
$$Mf = 105,3 \text{ kg} - 0,2 \text{ kg} - 0,1 \text{ kg}$$

Mf = 105 kg

Fermentación

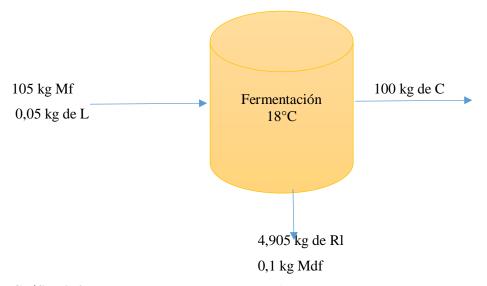


Gráfico 9-4: Balance de masa en la etapa de fermentación

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

$$Mf = C + Rl + Mdf \qquad \qquad \text{ecuación } (13 - 4)$$

$$C = Mf - Rl - Mdf \qquad \qquad \text{ecuación } (14 - 4)$$

$$C = 105 \text{ kg} - 4.9 \text{ kg} - 0.1 \text{ kg}$$

$$C = 100 \text{ kg}$$

Embotellado y carbonatación

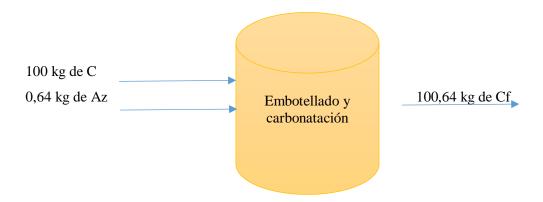


Gráfico 10-4: Balance de masa en la etapa de embotellado y carbonatación **Realizado por:** Aveiga Jefferson, 2021.

$$E = S$$

$$Ma + Mm + Mv + Ce + A + Ab + Lc + Le + L + Az = Me + Bf + R + Mdo + Mdf + Rl + Cf$$

$$5 \text{ kg} + 10 \text{ kg} + 3,750 \text{ kg} + 100 \text{ kg} + 100 \text{ kg} + 0.15 \text{ kg} + 0.15 \text{ kg} + 0,05 \text{ kg} + 0,64 \text{ kg}$$

= $5 \text{ kg} + 118,750 \text{ kg} + 0,2 \text{ kg} + 0,1 \text{ kg} + 0,1 \text{ kg} + 4,905 \text{ kg} + 100,64 \text{ kg}$

$$229,74 \text{ kg} = 229,74 \text{ kg}$$

$$cerveza + azúcar = Botellas (300ml)$$
 ecuación (15 – 4)

$$Botellas = \frac{100 \text{ kg} + 0,64 \text{ kg}}{300 \text{ ml}}$$
 ecuación (16 – 4)

Kilogramos = Litros

Botellas =
$$\frac{100 \,l + 0,64 \,l}{0,3 \,l}$$

$$Botellas(300ml) = 335$$
 unidades

4.6.1. Cálculo del rendimiento de producción

% rendimiento =
$$\frac{\text{cerveza}}{\text{mosto obtenido de la cocción}} \times 100$$
 ecuación (17 – 4)

% rendimiento =
$$\frac{100 \text{ kg}}{105,3 \text{ kg}}$$

4.7. Análisis de la factibilidad y rentabilidad del proyecto

Para determinar la rentabilidad del presente proyecto a continuación se realizará una proforma de la distribución de la planta y de los equipos necesarios para comenzar en una micro cervecería.

4.7.1. Diseño y distribución de la planta

En la tabla 14-4 se muestra cada uno de los departamentos en los que se dividirá la micro cervecería.

Tabla 14-4: Distribución de la micro cervecería

Espacio	Descripción
Oficina	La oficina tendrá una área de 12 m² aquí se
	desarrollará todo el marketing de la micro cervecería
Bodega	Con un área de 12 m ² es donde se almacenara toda la
	materia prima
Baño	Con un área de 6 m² para el uso del personal de la
	micro cervecería
Sala de Producción	Con un área de 20 m ² contara con todos los equipos
	necesarios para la elaboración del producto
Sala de fermentación y maduración	Con un área de 9 m ² contara con los fermentadores y
	el producto embotellado, también será un cuarto
	cerrado totalmente para que no ingrese la luz solar
Laboratorio	Con un área de 16 m² contara con los equipos
	necesarios para el control de calidad del producto

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

4.7.2. Requerimiento de equipos

4.7.2.1. Requerimiento de equipos para la producción de cerveza artesanal

Para el presente proyecto se procederá a la adquisición de una micro planta de una capacidad de 100 litros a continuación en la tabla 15-4 se detalla cada equipo con el que contará la micro cervecería.

Tabla 15-4: Descripción de equipos de producción

Equipos	Descripción
Molino de discos industrial	Motor de 1/2 Hp totalmente de acero inoxidable 304
Macerador	1 olla de maceración de 120 litros con salida de producto de 3/4" y termómetro y tapa todo en acero inoxidable 304 grado alimenticio con falso fondo con malla de acero inoxidable 304 grado alimenticio
Olla de hervor	olla de hervor de 120 litros con salida de producto de 3/4" y termómetro y tapa todo en acero inoxidable 304 grado alimenticio

Calentador	olla para calentar agua para lavado de 120 litros con salida de
	producto de 3/4" y termómetro y tapa todo en acero inoxidable
	304 grado alimenticio
Cocina	cocina con 3 quemadores en acero inoxidable 304 grado
	alimenticio
Tuberías	Tubería para la recirculación, Whirlpool y trasvase
Fermentador	5 fermentadores de 120 litros cilindro cónico con 2 válvulas de
	3/4" en el cono para drenar levadura y para la salida de producto,
	tapa hermética con 1 válvula de 1/2" para la salida de CO2 todo
	en acero inoxidable 304 grado alimenticio
Bomba	Bomba con carcasa en acero inoxidable 304 grado alimenticio
Intercambiador de calor	enfriador de 30 placas acero inoxidable
Chapadora manual	Fabricada totalmente en metal para un cierre completamente
	hermético

Fuente: Mastherbody, 2021.

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

4.7.2.2. Equipos para controlar la calidad de la cerveza

Tabla 16-4: Equipos para controlar la calidad de la cerveza

Equipos	Descripción de la técnica							
Densímetro	Se toma 100 ml de mosto antes de fermentar y 100 ml después							
	de la fermentación para el cálculo de los grados de alcohol de la							
	cerveza							
pH-metro	Para medir el pH se toma una muestra de 50 ml, esto se lo realiza							
	después de la maceración, cocción y finalmente en la cerveza							
Tanque de CO ₂ con	Inyección de CO ₂ al tanque de maduración							
manómetro								

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

A continuación se detalla los gastos necesarios para una producción de 1000 litros de cerveza artesanal mensualmente

4.7.3. Presupuesto de recursos humanos

Para el funcionamiento de la planta cervecera se necesita al menos de 3 personas que se detallan a continuación

Tabla 17-4: Gastos de Recursos Humanos

Cantidad	Cargo	Sueldo unitario (\$)	Sueldo Total (\$)
1	Gerente general	800,00	800,00
2	Asistente de producción	400,00	800,00
Total			1600,00

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

En la tabla 17-4 se analizan los gastos necesarios para el personal de la micro cervecería, donde se determina el gasto mensual para la producción de cerveza artesanal que es de \$ 1600,00.

4.7.4. Presupuesto Materia prima

En la tabla 18-4 se detalla la materia prima necesaria para una producción de 1000 litros mensuales que equivalen a 3330 botellas de 300 ml

Tabla 18-4: Costo de materia prima

Insumos	Cantidad	Precio (\$)	Total (\$)
Malta Munich	100 kg	1,30/saco (25 kg)	130,00
Malta Vienna	100 kg	1,44/ saco (25 kg)	144,00
Malta Arome	50 kg	1,44/ saco (25 kg)	144,00
Centeno	37,5 kg	0,90/ kg	33,75
Agua	2000 litros	0,05/ litro	100,00
Lúpulo Chinook	1,5 kg	19,20/ libra	63,36
Lúpulo east kent golding	1,5 kg	21,00/ libra	69,3
Levadura Safale US – 05	0,4 kg	77,24/ 0,5 kg	61,79
Clarificante	0,5 kg	17,5/ 0,5 kg	17,50
Botellas de 300ml	3350	0,20 c/u	670,00
Tapillas	3350	0,01 c/u	33,5
Otros	-	-	1000,00
Total precio incluido IVA			2467,20

Fuente: la orden de la cerveza, 2021. Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

La tabla 18-4 presenta todos los gastos en materia prima para la producción de 1000 litros de cerveza artesanal mensualmente, en la misma tabla también se asigna un valor de \$ 1000 que

corresponde al precio de etiquetas y materiales para la limpieza y sanitización de los equipos, obteniendo un gasto mensual de \$ 2467,20.

4.7.5. Presupuesto análisis de la laboratorio

Los análisis de laboratorio que se muestran en la siguiente tabla se deberán desarrollar mensualmente para controlar la calidad e higiene del producto elaborado.

Tabla 19-4: Proforma análisis de laboratorio

Cliente				
Tipo de muestr	a			
Número de mu	estras			
Examen Broma	atológico			
Muestra	Parámetros	Unidades	Precio Unitario	Precio Total
			(\$)	(\$)
	Grados alcohólicos	%	18,00	18,00
	Acidez total	%	9,00	9,00
	pH	%	3,00	3,00
	Hierro	mg/ml	8,00	8,00
Cerveza	Zinc	mg/ml	8,00	8,00
	Arsénico	mg/ml	12,00	12,00
	Plomo	mg/ml	8,00	8,00
	Microorganismos	UFC/ml	12,00	12,00
	anaerobios			
	Mohos y levaduras	UFC/ml	12,00	12,00
Subtotal				90,00
IVA (12 %)				10,80
Total				100,80
Fecha de análisi	S			
Fecha de entrega	a			
Responsables			727	
			SAQMIC Benicks Arabics Dunies y Microbins	2
Dra. Gina Álvar	rez			

Fuente: Álvarez Gina, 2021.

En la tabla 19-4 se detallan los gastos mensuales para las pruebas de laboratorio y el control de calidad del producto obtenido, el cual deberá ser desarrollado mensualmente con la finalidad de comprobar el cumplimiento de la Norma, con un gasto mensual de \$ 100,80 equivalente a la suma de todas las pruebas que se deberán realizar.

Tabla 20-4: Gastos totales de producción

Ítem	Costo (\$)
Recursos Humanos	1600,00
Insumos	2467,20
Análisis de laboratorio	100,80
Subtotal	3468,00
Varios	172,525
Total	4340,525

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

Una vez analizado los gastos mensuales en la tabla 20-4 se determinó que para la producción de 1000 litros de cerveza artesanal LA SANTA se necesita \$ 4340,525, con este presupuesto se procederá a establecer el costo unitario de producción para cada botella de 300 ml.

costo de producción =
$$\frac{\text{gastos de producción}}{\text{Cantidad de unidades producidas}}$$
 ecuación (18 – 4)
$$costo de \ producción = \frac{\$4340,525}{3330}$$

$$costo de producción = $1,30$$

Una vez analizado los gastos mensuales para la producción de 1000 litros de cerveza artesanal LA SANTA se estableció el costo de producción para cada botella de 300 ml que es de \$ 1,30. A continuación se fijará el valor unitario para la venta de cada botella de 300 ml y también el valor en ventas al por mayor considerando las ventas al por mayor a una cantidad de 100 botellas en adelante.

En ventas al por menor con un porcentaje de rentabilidad del 50 % sobre el producto obtenido, se estableció el siguiente precio de venta.

precio del producto = C. U. P + (% de rentabilidad deseado * C. U. P) ecuación (19 – 4)

$$precio\ del\ producto = $1,30 + (50 \% * $1,30)$$

precio del producto: \$ 2,00

Se usa un porcentaje de rentabilidad del 50 % para poder recuperar la inversión en el menor tiempo posible, también se puede comprobar que con el presente porcentaje de rentabilidad la cerveza artesanal LA SANTA se encuentra por debajo de los precios que ofrecen las demás cervecerías artesanales del país.

En ventas al por mayor el porcentaje de rentabilidad será del 20 % sobre el producto obtenido, se estableció el siguiente precio de venta.

$$precio\ del\ producto = $1,30 + (20 \% * $1,30)$$

precio del producto: \$1,50

En la tabla 21-4 se muestra el valor unitario de venta al por menor y al por mayor, actualmente la cerveza artesanal tiene un costo que varía de los \$ 2.50 hasta los \$ 5.00 según el estilo de cerveza lo cual es un problema por el alto precio de venta, con la cerveza artesanal LA SANTA con un costo inferior a las demás y con el cumplimiento de todos los requisitos se espera que su demanda sea mayor y tenga una buena acogida en el mercado.

En la siguiente tabla 21-4 se muestran los precios de ventas al por mayor y menor.

Tabla 21-4: Costo de venta

Ítem	Costo (\$)
Al por menor	2,00
Al por mayor	1,50

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

4.7.6. Inversión inicial para la instalación de la planta cervecera

4.7.6.1. Presupuesto de Maquinarias y equipos

Tabla 22-4: Presupuesto de maquinarias y equipos

Ítem	Descripción	Precio (\$)
Molino de discos	Motor de 1/2 Hp totalmente de acero inoxidable 304	350,00
industrial		
Planta cervecera de	1 olla de maceración de 120 litros con salida de producto	5000,00
100 litros	de 3/4" y termómetro y tapa todo en acero inoxidable 304	
	grado alimenticio	
	1 olla de hervor de 120 litros con salida de producto de 3/4"	
	y termómetro y tapa todo en acero inoxidable 304 grado	
	alimenticio.	
	1 olla para calentar agua para lavado de 120 litros con salida	
	de producto de 3/4" y termómetro y tapa todo en acero	
	inoxidable 304 grado alimenticio	
	5 fermentadores de 120 litros cilindro cónico con 2 válvulas	
	de 3/4" en el cono para drenar levadura y para la salida de	
	producto tapa hermética con 1 válvula de 1/2" para la salida	
	de CO2 todo en acero inoxidable 304 grado alimenticio	
	1 cocina con 3 quemadores en acero inoxidable 304 grado	
	alimenticio	
	1 Bomba con carcasa en acero inoxidable 304 grado	
	alimenticio	
	1 falso fondo con malla de acero inoxidable 304 grado	
	alimenticio	
	1 enfriador de 30 placas acero inoxidable, Tubería para la	
	recirculación y Whirlpool y trasvase	
Equipo para	Regulador de CO ₂	70,00
carbonatar	Tanque de CO ₂	120,00
	Acople tipo A	65,00

Fuente: Mastherbody, 2021.

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

En la tabla 22-4 se determina los equipos y maquinarias necesarias para el funcionamiento de la micro cervecería, la capacidad de la planta es de 100 litros, todos los equipos que se necesitan son de acero inoxidable 304 grado alimenticio, el costo de la adquisición de los equipos está valorado en \$ 5605,00.

4.7.6.2. Presupuesto de equipos de laboratorio

Tabla 23-4: Presupuesto equipos de Laboratorio

Ítem	Cantidad	Valor unitario (\$)	Total (\$)
pH metro	1	80,00	80,00
Densímetro para cerveza	1	15,00	15,00
Balanza analítica	1	25,00	25,00
Termómetro	1	13,00	13,00
Probeta	2	8,00	16,00
Vidrio reloj	2	4,00	8,00
Total			157,00

Fuente: la orden de la cerveza, 2021.

Realizado por: Aveiga Jefferson, 2021.

Para realizar el respectivo control de calidad del proceso se debe contar con ciertos equipos de laboratorio, en la tabla 23-4 se determina el costo de la adquisición de los mismo que es de \$ 157,00.

Una vez analizadas las tablas 20-4, 22-4 y 23-4 en la cual se detallan los gastos de producción, presupuesto de equipos y maquinarias y equipos de laboratorio respectivamente se determinó que para iniciar el proyecto se necesitara una inversión de \$ 10500,00 la cual se espera ser recuperada en el primer año de trabajo en la micro cervecería.

Se debe recordar que en la localidad donde se instalará la micro cervecería artesanal no existe ninguna hasta el momento, por lo cual se espera una gran demanda de la nueva bebida en el mercado.

4.8. Cronograma Tabla 24-4: Cronograma de Actividades

												FE	ECH.	4										
ACTIVIDAD	En	ero			Feb	rero)		Ma	rzo			Ma	yo			Jun	nio			Ago	osto		
	Sei	nar	na		Sen	nana	l		Ser	nana	ļ		Sen	nana	ļ		Sen	nana			Sen	nana		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisión bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Elaboración de Declaratoria		X	X																					
Elaboración de anteproyecto							X	X	X															
Defensa del anteproyecto										X														
Análisis físico químico de la materia prima													X											
Elaboración de cerveza artesanal														X	X	X	X							
Ensayos físicos, químicos y Microbiológicos en el producto terminado																		X						
Pruebas de aceptación																			X	X				
Elaboración del borrador de tesis																					X			
Corrección del borrador de tesis																						X		
Auditoria Académica																							X	
Defensa del trabajo de Integración Curricular																								X

CONCLUSIONES

- La formulación para la elaboración de cerveza artesanal según Castellani (2020, p. 222) para cada litro de cerveza a producir se necesitan 2 litros de agua, 250 gramos de malta, 3 gramos de lúpulo, 1 gramo de levadura, también se puede incluir Clarificante a la cerveza por lo general se usa Carragenina 0,5 gramos por litro y con el centeno según Cocinistas (2020) no se debe usar más del 20% del grano total por lo cual se usó una cantidad de 37,5 gramos por litro (véase tabla 1-3) ya que al ocupar una gran cantidad el mosto podría aglutinarse y dañar la cerveza, también se controló las variables más importantes dentro del proceso de elaboración como lo son: el pH, temperatura y tiempo todos ellos son muy importantes ya que si no se encuentran en los rangos establecidos puede provocar perdida de lotes completos de producción, para la cerveza artesanal LA SANTA los tiempos de maceración y cocción establecidos son de 60 minutos.
- Se realizaron las pruebas físicas, químicas y microbiológicas de las tres formulaciones obtenidas (véase tabla 11-4 y 12-4) para asegurar la higiene y calidad del producto, donde se comprobó el cumplimiento de todos los parámetros establecidos según la Norma NTE INEN 2262: 2013: bebidas alcohólicas. Cerveza.
- En los test de aceptabilidad realizados el 80 % de las personas eligieron la formulación 1 de cerveza, por lo cual para la producción de grandes lotes de cerveza se ocupará la formulación con menos cantidad de centeno ya que con los resultados organolépticos se comprobó que con menor cantidad de centeno la cerveza tiene un mejor cuerpo, sabor, apariencia y gasificación siendo la de mejor agrado para los consumidores.
- Para determinar el valor de venta de la cerveza artesanal se consideró en los costos de producción los siguientes ítems: recursos humanos, costos de insumos (materia prima) y análisis de laboratorio teniendo como resultado un costo de producción para cada botella de 300 ml de \$ 1,30 y el valor de venta será de \$ 2,00 al por menor y al por mayor el precio será de \$ 1,50 (véase tabla 21-4). Con los estudios realizados la utilidad de la micro cervecería producirá una ganancia muy alta por ende el proyecto tiene un gran porcentaje de éxito para ser implementado.

RECOMENDACIONES

- Impulsar con investigaciones el uso de adjuntos cerveceros para que los pequeños emprendedores puedan crear su propia cerveza y generar ingresos.
- En el proceso de producción de cerveza artesanal se debe controlar las 3 variables principales que son tiempo, temperatura y pH ya que si cada una de estas no se encuentra dentro de los rangos indicados puede generar un sabor indeseado en la cerveza y de la misma manera provocar grandes pérdidas de producción
- Antes de producir un lote de cerveza se debe limpiar todos los equipos e instrumentos que se vayan a ocupar para así evitar una contaminación en el producto final.
- Es recomendable que la materia prima sea de excelente calidad para obtener un alto rendimiento en la producción.
- Para obtener una mayor rentabilidad en el proyecto se debe importar directamente de los productores los insumos para la elaboración de cerveza artesanal y adquiriendo al por mayor.
- Realizar las pruebas físicas, químicas y microbiológicas en el lote de cerveza mensualmente para así asegurar la calidad e higiene del producto
- Para las personas que deseen producir una cantidad de 100 litros de cerveza artesanal en adelante es recomendable adquirir los equipos y maquinarias necesarios para poder manejar una gran cantidad de cerveza, estos equipos ayudaran a obtener una cerveza de calidad y que sea del agrado de los consumidores.

Glosario

Amiláceos: que contiene o se parece al almidón

Anaeróbica: proceso de fermentación que ocurre en ausencia de oxígeno, ocurre cuando la levadura ha consumido todo el oxígeno presente en el mosto (Gerard, 2021)

Carbonatar: proceso por el cual la cerveza genera CO2 o gas para mejorar el sabor, existen dos tipos de carbonatación: natural y forzada (Cuellar, 2018)

Centeno: es un cereal del invierno muy resistente al frio, produce harinas panificables y es usado también en la elaboración de cerveza (Osca, 2013)

Germinación: es el proceso mediante el cual la semilla se desarrolla hasta convertirse en una nueva planta, siendo sometida a unas condiciones de humedad, temperatura y aireación. (Olmedo) **Isoxantohumol:** es un derivado del lúpulo que está presente en la cerveza (Morales, 2018)

Lambic: Originarias de la zona flamenca de río *Zenne* (Bélgica), se fabrican a partir de cebada malteada y trigo crudo y utilizan cepas salvajes de levadura. (Simonazzi, 2009)

Levadura: La levadura es un hongo unicelular capaz de transformar los azúcares fermentables en alcohol (Cerveceros de México, 2020)

Lúpulo: Es un producto natural obtenido de la planta *humulus lupulus*, responsable del amargor y parte del aroma de la cerveza (INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013)

Maduración: tiempo en el cual se almacena la cerveza a una temperatura fría para que obtenga un mejor sabor

Mosto: Es el líquido que se obtiene una vez terminado el proceso de maceración

Porten: su nombre procede de un pub de Londres donde se fabricaba una cerveza muy tostada y amarga, más ligera de cuerpo que la "stout". (Simonazzi, 2009)

Stout: Cerveza de fermentación alta, muy oscuras y cremosas. (Simonazzi, 2009)

Xantohumol: es un derivado del lúpulo que está presente en la cerveza (Morales, 2018)

Sulfuro de dimetilo: es un compuesto químico que se genera durante la fermentación de la cerveza, y que por lo tanto está presente en todos los fermentados. (Gerard, 2021)

BIBLIOGRAFÍA

ALBER, Santi. ¿Cómo catar una cerveza? [blog] 09 de Diciembre de 2015. [Consulta: 05 de Septiembre de 2021]. Disponible en: https://www.verema.com/blog/cervezas/1028936-como-catar-cerveza

ARAUJO, Daniela. *El 90% de la Cerveza es agua*. [blog] 25 de Julio de 2019. [Consulta: 05 de Enero de 2021]. Disponible en: https://sanitronec.com/el-90-por-ciento-de-la-cerveza-es-agua/.

BEERSMITH. *Métodos de carbonatación para tu cerveza.* [blog] 18 de Agosto de 2017. [Consulta: 05 de Enero de 2021]. Disponible en: https://maltosaa.com.mx/metodos-carbonatacion-cerveza/.

BIBLE, Chris. Qué es el pH y como afecta al proceso de elaboración de cerveza. [blog] 01 de Enero de 2021. [Consulta: 21 de Agosto de 2021]. Disponible en: https://www.thebeertimes.com/que-es-el-ph-y-como-afecta-al-proceso-de-elaboracion-decerveza/

CALDERON, Samuel. *Inflación de la Varianza*. [blog] 29 de Octubre de 2018 [Consulta: 20 de Agosto de 2021]. Disponible en: https://es.toptipfinance.com/variance-inflation-factor

CALVILLO, Erick. La Cerveza Artesanal una experiencia multisensorial. [blog] 21 de Mayo de 2017. [Consulta: 15 de Diciembre de 2020.] Disponible en : https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/consumerbusiness/2017/Cerveza-Artesanal-Mexico-2017.pdf.

CANALUPE. *Lúpulo East kent Goldings*. [blog] 12 de Junio de 2019. [Consulta: 21 de Diciembre de 2020]. Disponible en: https://canalupe.com/product/east-kent-goldings/.

CASTELLANI, HERNÁN. 2020. La IPA no pasa de moda. Buenos Aires : Editorial India ediciones, 2020, ISBN (978-987-86-6842-0). pp, 15-221

CARVAJAL MARTÍNEZ, Luis Dany, & INSUASTI ANDRADE, Marco Andrés. Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (*Hordeum vulgare*) y yuca (*Manihot Esculenta Crantz*). [En Línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias, Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Ibarra - Ecuador, 2010

pp 3-15 [Consulta: 15 de Noviembre del 2020]. Disponible en: http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/558/1/03%20AGI%20256%20TESIS.pdf

CERVECEROS DE MÉXICO. Levadura el ingrediente vivo de la cerveza.. [blog] 18 de Septiembre de 2020. [Consulta: 03 de Enero de 2021] . Disponible en: https://cervecerosdemexico.com/2020/09/18/levadura-el-ingrediente-vivo-de-la-cerveza/.

CHECERVEZA. *Densidad de la cerveza.* [blog] 15 de Abril de 2019. [Consulta: 20 de Agosto de 2021]. Disponible en: https://checerveza.com/densidad/

CIBART. *Cerveza de centeno tu receta alemana.* [blog] 23 de Abril de 2021. [Consulta: 16 de Junio de 2021]. Disponible en: https://cibart.com.ar/2021/04/23/receta-cerveza-de-centeno/.

COCINISTAS. *Levadura para cerveza*. [blog] 12 de Abril de 2020. [Consulta: 03 de Enero de 2021]. Disponible en: https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/maltas-y-lupulos/levadura-para-cerveza-como-trabaja-.html.

COCINISTAS. Centeno. [blog] 12 de Abril de 2020. [Consulta: 21 de Agosto de 2021]. Disponible en: https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/maltas-y-lupulos/centeno.html

CUELLAR, Luis. *Pale Ale de centeno.*. [blog] 12 de Noviembre de 2015. [Consulta: 20 de Diciembre de 2020]. Disponible en: https://www.cerveza-artesanal.co/pale-ale-de-centeno/.

CUELLAR, Luis. Carbonatación natural y acondicionamiento de cerveza en botellas. [blog] 05 de Junio de 2018. [Consulta: 06 de Enero de 2021]. Disponible en: https://www.cerveza-artesanal.co/carbonatacion-natural-y-acondicionamiento-de-cerveza-en-botellas/.

EL CERVECERO. *Cerveza de centeno.* [blog] 27 de Agosto de 2020. [Consulta: 20 de Diciembre de 2020]. Disponible en: https://hacercervezaartesanal.com/cerveza-de-centeno/.

EL CONDE DE LA BIRRA. *Lúpulo Chinook*.. [En línea] 19 de Febrero de 2015. [Consulta: 19 de Diciembre de 2020]. Disponible en: https://eljardindellupulo.blogspot.com/2015/02/lupulo-chinook.html.

FINANZAS. Cómo evaluar la rentabilidad en un proyecto o negocio.. [blog] 11 de Diciembre de 2017. [Consulta: 15 de Enero de 2021]. Disponible en:

https://www.misfinanzasparainvertir.com/como-evaluar-la-rentabilidad-de-un-proyecto-onegocio/.

FLORES, Natalia, Entrenamiento de un Panel de Evaluación Sensorial, para el Departamento de Nutrición de la Universidad de Chile. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Escuela de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Santiago, Chile, 2015. pp. 11 - 13. [Consulta: 21 de Agosto de 2021]. Disponible en: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137798/Entrenamiento-de-unpanel-de-evaluacion-sensorial-para-el-Departamento-de-Nutricion-de-la-Facultadde-Medicina-de-la-Universidad-de-Chile.pdf?sequence=1

GARCÍA, Juan. ¿Cómo medir el contenido de alcohol en la cerveza?.. [blog] Julio de 02 de 2013. [Consulta: 07 de E.nero de 2021]. Disponible en: https://brewmasters.com.mx/como-medir-el-contenido-de-alcohol-en-la-cerveza/.

GOOGLE. *Google maps* [blog] 11 de Novie,bre de 2020. [Consulta: 11 de Noviembre de 2020]. Disponible en: https://www.google.com.ec/maps/@-0.1081339,-78.4699519,18z?hl=es.

LA MALTERIA DEL CERVECERO. Carbonatar la cerveza en botella. [blog] 13 de Abril de 2017. [Consulta: 12 de Marzo de 2021]. Disponible en: https://www.lamalteriadelcervecero.es/carbonatar-la-cerveza-en-botella/.

LA ORDEN DE LA CERVEZA. *Insumos y equipos para la elaboración de cerveza artesanal*. [blog] 01 de Marzo de 2021. [Consulta: 15 de Marzo de 2021]. Disponible en: https://laordendelacerveza.com/tienda/.

LARA, Ana. *Diseño estadístico de experimentos*. [blog] [Consulta: 20 de Agosto de 2021]. Disponible en: https://www.ugr.es/~bioestad/guiaspss/practica7/Contenidos.pdf

LIRIA, María. *Guía para la evaluación sensorial de alimentos*. [blog] 08 de Febrero de 2008. [Consulta: 20 de Agosto de 2021]. Disponible en: https://lac.harvestplus.org/wp-content/uploads/2008/02/Guia-para-la-evaluacion-sensorial-de-alimentos.pdf

MALTOSA. Cómo el uso de granos en la elaboración de cerveza adecta el sabor.. [blog] 25 de Agosto de 2017. [Consulta: 17 de Noviembre de 2020] Disponible en: https://maltosaa.com.mx/uso-de-granos-en-la-elaboracion-de-cerveza/

MARTÍNEZ GÓMEZ, Christian Alonso. Análisis prospectivo al 2020 de la industria de la cerveza artesanal en el Ecuador como generadora de crecimiento económico. [En línea] (Trabajo de titulación) (Maestría) Universidad Andina Simón Bolívar. Quito-Ecuador. 2015. pp 4-15. [Consulta: 16 de Noviembre del 2020]. Disponible en: https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5024/1/T1985-MBA-Martinez-Analisis.pdf

Morales, Miguel. Reacciones químicas en la cerveza. Revista de Química PUCP. [En linea], **2018,** Zulia 01(32), pp 5-10[Consulta: 21 de Marzo del 2021]. ISSN 1012-3946. Disponible en: http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/20105/20112

MINITAB. ¿Qué son los grados de libertad en estadística?. [blog] 18 de Abril de 2019. [Consulta: 22 de Agosto de 2021]. Disponible en: https://blog.minitab.com/es/que-son-los-grados-de-libertad-en-estadística

MINITAB. *Tabla de análisis de varianza ANOVA de un solo factor*. [blog] 18 de Abril de 2019. [Consulta: 22 de Agosto de 2021]. Disponible en: https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/how-to/one-way-anova/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/analysis-of-variance/

MOYA, David. ¿Cómo calcular los costos de producción? [blog] 31 de Enero de 2021. [Consulta: 24 de Agosto de 2021]. Disponible en: https://www.gestionar-facil.com/como-calcular-los-costos-de-produccion/

MUNS, Tori. ¿Cómo se cata una cerveza artesanal? [blog] 05 de Diciembre de 2018. [Consulta: 20 de Agosto de 2021]. Disponible en: https://ildas.es/como-se-cata-una-cerveza-artesanal/

NTE INEN 2262. Bebidas alcoholicas. Cerveza.

NTE INEN 2200. Agua purificada envasada

OSCA, José. *Cultivos herbáceos extensivos: cereales*.[En linea] Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, 2013. [Consulta: 05 de Enero del 2021]. Disponible en: https://elibro.net/es/ereader/espoch/57368

PAKUS. El lúpulo un ingrediente esencial para la elaboración de cerveza artesanal. [blog] 13 de Septiembre de 2013. [Citado el: 19 de Diciembre de 2020]. Disponible en:

https://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-alimentos/el-lupulo-i-un-ingrediente-esencial-para-la-elaboracion-de-la-cerveza.

PALLERO, Diego. Las cervecerías artesanales crecen en medio de los desafios. [blog] 09 de Diciembre de 2019. [Consulta: 11 de Diciembre de 2020]. Disponible en: https://www.revistalideres.ec/lideres/cervecerias-artesanales-crecimiento-desafios-informe.html

QUIROA, Miriam. *Estudio de Factibilidad*. [blog] 04 de Julio de 2020. [Consulta: 21 de Agosto de 2021]. Disponible en: https://economipedia.com/definiciones/estudio-de-factibilidad.html

SÁNCHEZ, Silvia. *Error estándar.* [blog] 08 de Enero de 2016. [Consulta: 20 de Agosto de 2021]. Disponible en: http://estadisticarz.blogspot.com/2016/01/error-estandar-definicion-elerror.html

SIMONAZZI, Analia. *Cerveza*. [En Linea] Santa Fé: El Cid Editor | apuntes, 2009. [Consulta: 06 de Enero del 2021]. Disponible en: https://elibro.net/es/ereader/espoch/29301

SORIA, Jaime. Diseño de un proceso industrial para la elaboración de cerveza artesanal a base de cebada (*Hordeum Vulgare*) y cacao de fino aroma (Theobroma Cacao). [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química, Riobamba, Ecuador. 2017. [Consulta: 21 de Enero de 2021]. Disponible en: http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/6593/1/96T00387.PDF

STATGRAPHICS, Centurion. *Statgraphics centurion XVIII.* [blog] 01 de Enero de 2021. [Consulta: 22 de Agosto de 2021]. Disponible en: https://statgraphics.net/

TEJEDOR, Francisco. *Error Experimental.* [blog] 13 de Enero de 2017. [Consulta: 22 de Agosto de 2021]. Disponible en: https://definicionyque.es/error-experimental/

TOLEDANO, Mariana. *Sobre los estilos de cerveza.* [blog] 25 de Julio de 2017. [Consulta: 15 de Noviembre de 2020] . Disponible en: https://revistaelconocedor.com/sobre-los-estilos-decerveza/.

VÁZQUEZ, Cristian. Breve guía para elaborar cerveza casera de modo fácil. [blog] 29 de Junio de 2017. [Consulta: 20 de Agosto de 2021]. Disponible en: https://www.eldiario.es/consumoclaro/beber/como-hacer-cerveza-casera-facil_1_3308983.html

VERA, Maria. *Desarrollo y formulación de cervezas artesanales*. [blog] 21 de Junio de 2017. [Consulta: 21 de Diciembre de 2020]. Disponible en: https://www.usmp.edu.pe/vision2017/pdf/materiales/DESARROLLO_Y_FORMULACION_D E_CERVEZAS_ARTESANALES.pdf.

ZAPATA, Fanny. Error de muestreo: formulas y ecuaciones, cálculos, ejemplos. [blog] 01 de Abril de 2020 [Consulta: 20 de Agosto de 2021]. Disponible en: https://www.lifeder.com/error-de-muestreo/

ANEXOS

ANEXO A: RECETA DE CERVEZA ARTESANAL CON CENTENO PARA 20 LITROS

Insumos

- 2kg de Malta Munich
- 2kg de malta Vienna
- 1kg de malta Arome
- 0.750kg de Centeno
- 40 litros de Agua
- 0.3kg de lúpulo Chinook
- 0.3kg de lúpulo east kent golding
- 0.01 kg de levadura Safale us-05
- 0.01 kg de Carragenina
- 1. Molienda: Moler todas las maltas con el centeno al mismo tiempo
- **2. Maceración:** en un rango de temperatura de 66 a 68°C durante 60 minutos, remover constantemente la mezcla por lo general cada 10 minutos
- **3.** Lavado de Granos: usar 20 litros de agua a una temperatura de 78°C para completar los litros faltantes en la filtración
- **4.** Cocción: en un rango de temperatura de 74 a 80°C durante 60 minutos
- 10 minutos de la cocción agregar 15 gramos del lúpulo Chinook
- 40 minutos de cocción agregar 30 gramos del lúpulo east kent golding y 10 gramos de Clarificante (Carragenina)
- 60 minutos de cocción agregar 15 gramos del lúpulo Chinook
- 5. Fermentación: A una temperatura de 18°C durante 7 días
- **6.** Maduración: en refrigeración durante 15 días
- Densidad inicial: 1.048
- Densidad final: 1.010
- %AVB= 4.1 a 5 %

ANEXO B: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2262:2013



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2262 Primera revisión 2013-11

BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS

ALCOHOLIC BEVERAGES, LIQUORS.	REQUIREMENTS
Correspondencia:	

DESCRIPTORES: Bebidae alcohólicas, cervera, requisitos ICS: 67.160.10

9 Pägina: Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria

BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS

NTE INEN 2262:2013 Primera revisión 2013-11

1. OBJETO

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

2. DEFINICIONES

- 2.1. Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:
- 2.1.1 Cerveza. Bebida de bajo contenido aicoholico, resultante de un proceso de fermentación natural controlado, por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, en un mosto elaborado con agua de características fisicoquímicas y bacteriológicas apropiadas, cebada malteada sola o mezclada con adjuntos, con adición de lúpulo y/o sus derivados.
- 2.1.2 Cerveza pasteurizada. Producto que ha sido sometido a un proceso térmico que garantice la inocuidad del mismo usando las apropiadas unidades de pasteurización UP.
- 2.1.3 Unidad de Pasteurización UP. Carga letal de 60°C por un minuto. Se define mediante la siguiente ecuación:

UP = Z x 1.393 (7.60)

En donde:

UP = unidad de pasteurización;

Z = tiempo de exposición, en minutos,

T = temperatura real de exposición, en "C.

- 2.1.4 Cebada malteada. Es el producto de someter el grano de cebada a un proceso de germinación controlada, secado y tostado en condiciones adecuadas para su posterior empleo en la elaboración de cerveza.
- 2.1.5 Adjuntos cerveceros. Son ingredientes malteados o no malteados, que aportan extracto al proceso en reemplazo parcial de la malta sin afectar la calidad de la cerveza, estos pueden ser adjuntos crudos y modificados como jarabes (soluciones de azucares) o azucares obtenidos industrialmente por procesos enzimáticos a partir de una fuente de almidón.
- 2.1.6 Lúpulo. Es un producto natural obtenido de la planta Humulus lupulus, responsable del amargor y de parte del aroma de la cerveza. Este puede estar en forma vegetal o en forma de extracto.

3. DISPOSICIONES GENERALES

- 3.1 La cerveza no debe ser turbia ni contener sedimentos, (a excepción de aquellas que por la naturaleza de sus materias primas y sus procesos de producción presentan turbidez como característica propia).
- 3.2 La levadura empleada en la elaboración de la cerveza debe provenir de un cultivo puro de levadura cervecera, libre de contaminación microbiológica.

3.3 Prácticas Permitidas

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

- 3.3.2 Se puede utilizar enzimas amilasas, glucanasas, celulasas y proteasas.
- 3.3.3 Se puede utilizar colorantes naturales provenientes de la caramelización de azúcares o de cebadas malteadas oscuras y sus concentrados o extractos.
- 3.3.4 Se puede utilizar agentes antioxidantes y estabilizantes de uso permitido en alimentos.
- 3.3.5 Se puede utilizar ingredientes naturales que proporcionen sabores o aromas.
- 3.3.6 Se pueden utilizar materiales filtrantes y clarificantes tales como la celulosa, tierras de infusorios o diatomeas, PVPP (poli vinil poli pirrolidona).
- 3,3.7 Se permite la carbonatación por refermentación en botella o barril, o por inyección de CO2.
- 3.4 Prácticas no permitidas.
- 3.4.1 No está permitida la adición o uso de:
- 3,4,1.1 Alcoholes
- 3.4.1.2 Agentes eduicorantes artificiales.
- 3.4.1.3 Sustitutos del lúpulo u otros principios amargos.
- 3.4.1.4 Saponinas.
- 3.4.1.5 Colorantes artificiales.
- 3.4.1.6 Cualquier ingrediente que sea nocivo para la salud.
- 3.4.1.7 Medios filtrantes constituidos por asbesto.

4. CLASIFICACIÓN

- 4.1 La clasificación de las cervezas será la siguiente:
- 4.1.1 Por su grado alcohólico:
- 4.1.1.1 Cerveza sin alcohol: grado alcohôlico ≤ 1,0%v/v
- 4.1.1.2 Cerveza de bajo contenido alcohólico: 1,0 % v/v < grado alcohólico ≤ 3,0 % v/v</p>
- 4.1.2 Por su extracto original:
- 4.1.2.1 Cerveza normal: aquella que presenta un extracto original entre 9,0% en masa y menor de 12,0 % en masa
- 4.1.2.2 Cerveza liviana: aquella que presenta un extracto seco original entre 5% en masa y menor de 9.0 % en masa.
- 4.1.2.3 Cerveza extra: aquella que presenta un extracto seco original entre el 12.0 % en masa y menor al 14 % en masa.

2

El extracto original se calcula usando la siguiente formula:

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

En donde:

p = extracto original en % Plato.

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

 E_R = extracto real de la cerveza en % Plato.

- 4.1.3 Por su color:
- 4.1.3.1 Cervezas claras (rubias o rojas): color < 20 unidades EBC.
- 4.1.3.2 Cervezas oscuras (negras): color ≥ 20 unidades EBC.
- 4.1.4 Por su tipo de fermentación:
- 4.1.4.1 Cervezas Lager, para la fermentación "baja".
- 4.1.4.2 Cervezas Ale, para la fermentación 'alta'.
- 4.1.4.3 Cervezas de fermentación mixta.
- 4.1.5 Por la proporción de materias primas:
- 4.1.5.1 Cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original contiene como mínimo un 50% en masa de cebada malteada.
- 4.1.5.2 Cerveza 100% de maita o de pura maita: cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original proviene exclusivamente de cebada malteada.
- 4.1.5.3 Cerveza de ...(seguida del nombre del o de los cereales mayoritarios); es la cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto proviene mayoritariamente de adjuntos cerveceros. Podrá tener hasta un 80% en masa de la totalidad de los adjuntos cerveceros referido a su extracto (no menos del 20% en masa de maita). Cuando dos o más cereales aporten igual cantidad de extracto deben citarse todos ellos.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

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

4

TABLA 1. Requisitos físicos y químicos

REQUISITOS	UNIDAD	MINIMO	махімо	METODO DE ENSAYO
Contenido alcohólico a 20° C	96 (v/v)	1,0	10.0	NTE INEN 2322
Acidez total, expresado como ácido láctico	% (m/m)	2003	0,3	NTE INEN 2323
Carbonatación	Volumenes de CO ₂	2,2	3,5	NTE INEN 2324
pН		3,5	4,8	NTE INEN 2325
Contenido de hierro	mg/dm ³		0,2	NTE INEN 2326
Contenido de cobre	mg/dm ³	=	1,0	NTE INEN 2327
Contenido de zinc	mg/dm ²		1,0	NTE INEN 2328
Contenido de arsénico	mg/dm ³	-	0.1	NTE INEN 2329
Contenido de plomo	mg/dm ²		0,1	NTE INEN 2330

TABLA 2. Requisitos microbiológicos

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

6. INSPECCIÓN

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

7. ENVASADO

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

8. ROTULADO

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

2013-2217

5

APENDICE Z

Z.1. DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 339	Bebidas alcoholicas. Muestreo.		
Norma Tecnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10	Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables Recuento en placa por siembra en profundidad.		
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-17	Control microbiológico de los alimentos. Bacterias anaerobias mesófilas Recuento en tubo por siembra en masa.		
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1933	Bebidas alcoholicas, Rotulado, Requisitos		
Norma Tecnica Ecuatoriana NTE INEN 2322	Bebidas alcohólicas. Cerveza, Determinación de alcohol.		
Norma Tecnica Ecuatoriana NTE INEN 2323	Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de acidez total.		
Norma Tecnica Ecuatoriana NTE INEN 2324	Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de dioxido de carbono CO ₂ y aire.		
Norma Tecnica Ecuatoriana NTE INEN 2325	Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de pH.		
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2326	Bebidas alcoholicas. Cerveza. Determinación de hierro.		
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2327	Bebidas alcohólicas. Cerveza, Determinación de cobre.		
Norma Tecnica Ecuatoriana NTE INEN 2328	Bebidas alcohólicas. Cerveza, Determinación de zinc.		
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2329	Bebidas alcoholicas. Cerveza. Determinación arsenico.		
Norma Tecnica Ecuatoriana NTE INEN 2330	Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación plomo.		

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: TITULO: BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. Codigo: ICS NTE INEN 2262 97.160.10 REQUISITOS Primera revisión ORIGINAL: REVISION: Fecha de iniciación del estudio: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 2010-02-23 2002-02-08 Oficialización con el Caracter de Obligatoria por Acuerdo Ministerial No. 03 059 de 2003-02-20 publicado en el Registro Oficial No. 33 del 2003-03-05 Fecha de iniciación del estudio: Fechas de consulta pública:

Subcomité Técnico de: Bebidas alcohólicas

Fecha de iniciación: 2010-06-24 Integrantes del Subcomite:

Fecha de aprobación: 2011-10-10

NOMBRES:

Rodrigo Obando (Presidente)

Felipe Salvador Alberto Salvador Diana Cabrera Manuel Auguilla Teran

Carmen Gallardo Gallardo José Miguel Sanchez

Maria Cristina Moreno Imeldo Valdéz

Elena Martinot Patricia Maiguashca Jorge Villa

Monica Sosa Ana Marta Hidalgo Sandra Astudilio Calle

Ines Malo Lorena Tapia Talia Palacios

Ullrich Stahl Carlos Moran Javier Carvajal

Gonzalo Arteaga (Secretario Tecnico)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

LICORAM ALCOPESA S.A.

ALCOPESA S.A. AZENDE (ZUMIR) AZENDE (ZUMIR)

BUSTAMANTE Y BUSTAMANTE CERVECERIA NACIONAL EMBOTELLADORA AZUAYA

ILEPSA S.A. ILEPSA S.A. ILSA S.A. ILVISA

INH IZQUIETA PEREZ LABORATORIO OSP-UCE LICORES SAN MIGUEL LICORES SAN MIGUEL

MIPRO MIPRO

UPIANA Cia. Ltda. LICORERA MORAN

PUCE INEN

Otros trámites: Esta NTE INEN 2262:2013 (Primera revision), remplaza a la NTE INEN 2262:2003

Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue DESREGULARIZADA, pasando de OBLIGATORIA a VOLUNTARIA, según Resolución Ministerial y oficializada mediante Resolución

No. 14158 de 2014-04-21, publicado en el Registro Oficial No. 239 del 2014-05-06. La Subsecretaria de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de

Oficializada como: Obligatoria

Registro Oficial No. 127 de 2013-11-20

Por Resolución No. 13402 de 2013-10-31

ANEXO C: RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO



Contactanos 0998580374 - 032924417 Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS

Fecha: 16 de marzo del 2021

Análisis solicitado por Jefferson Aveiga Tipo de muestras. Cerveza artesanal en base de cebada y canteno

Procedencia de la muestra: Riobamba

Análisis Químico Bacteriológico

Determinaciones	Unidades	Minimo	Maximo	Métodos Referenciales	Resultados
pH		3.5	5.0	INEN-2325	4.53
Acidez total expre Como Ácido léctico	56 m/m		0.3	INEN-2323	0.23
Contenido Alcohólico a 20 °C	% v/v	2	5	INEN-2322	4.1
Hierro	mg/L		0.2	INEN-2326	0.10
Zinc	mg/L	7	1.0	INEN-2328	0.4
Plomo	mg/L		0.1	INEN-2330	0.12
Cobre	mg/L		1.0	INEN-2327	0.06
Arsenico	mg/L		0.1	INEN-2329	< 0.01
Aerobios Mesófilos	UFC/1mL	10	80	INEN-15295	<10
Mohos y Levaduras	UFC/1mL	10	50	INEN-152910	<10

Observaciones:

Atentamente.

SAQMIC Servicio de Andheie Químicos y Microbiologicus Dra. Gina Alvarez Tell 2 924 322 // Cel 0998580374

Dra. Gina Álvarez R.

RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO

Nota. El presente informe corresponde solo a la muestra analizada

ANEXO D: TEST DE ACEPTABILIDAD

Test de evaluación sensorial de aceptabilidad de los ensayos realizados

 Se solicita de su colaboración para definir la formulación más adecuada de cerveza artesanal según su apreciación

Prueba de aceptabilidad

Instrucciones a seguir

- Por favor colocar la fecha
- Se les presentara 3 muestras de cerveza artesanal y un vaso de agua
- Antes de realizar la prueba sensorial por favor limpie su paladar con un vaso de agua
- Limpie su paladar antes y después de cada muestra
- Por favor marcar con una X si la muestra es de su agrado de acuerdo a cada parámetro evaluado

Fecha:

Parámetro evaluado	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Apariencia			
Cuerpo			
Color			
aroma			
Sabor			
Amargor			
Frescura			
Gasificación			

De acuerdo a la evaluación realizada, indique la muestra de su preferencia





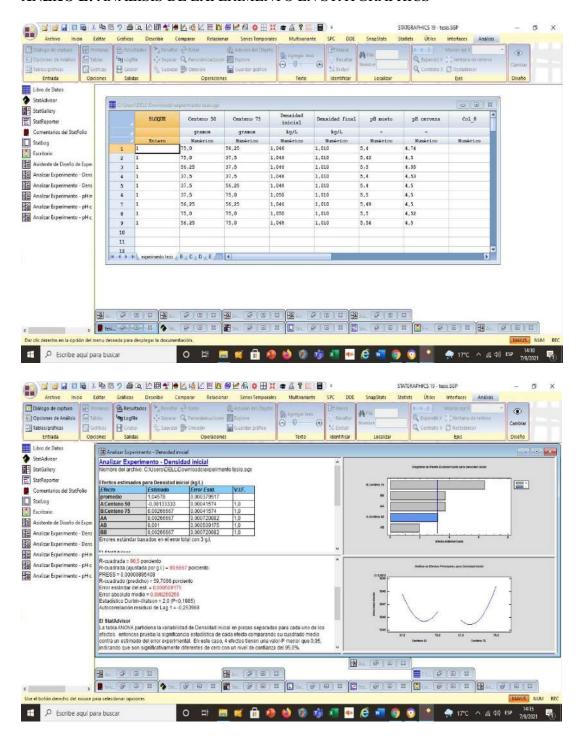


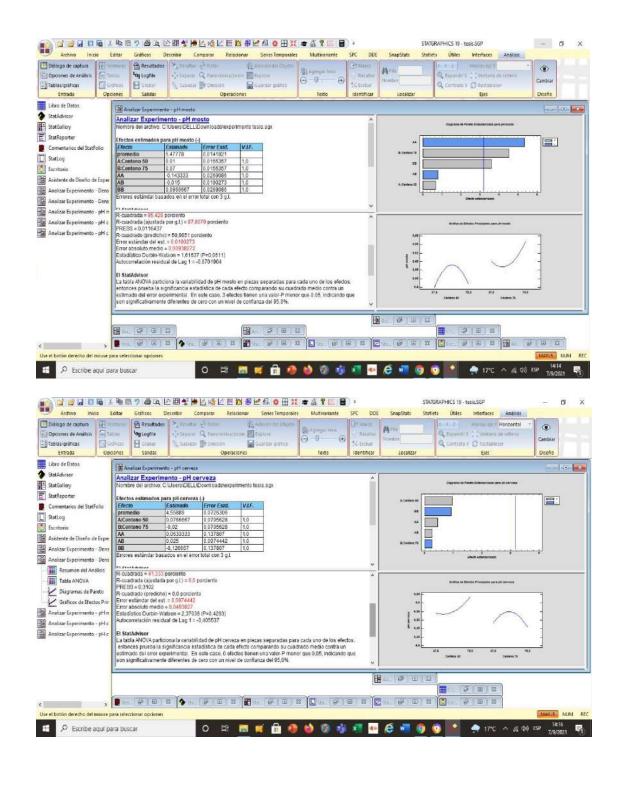






ANEXO E: ANÁLISIS DE EXPERIMENTO EN STATGRAPHICS





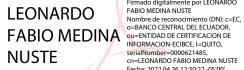


UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y **DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 26 / 04 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Jefferson Rolando Aveiga Panta
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Química
Título a optar: Ingeniero Químico
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.



Firmado digitalmente por LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE serialNumber=0000621485, cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE Fecha: 2022.04.26 12:30:22 -05'00'

