



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA
ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A BASE DE
CEBADA (*Hordeum Vulgare*) Y CABUYA (*Agave americana L*) PARA
LA PLANTA DE LÁCTEOS ESPOCH TUNSHI”**

Trabajo de titulación

TIPO: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: ARTURO ALEJANDRO ALBÁN RODRÍGUEZ

DIRECTORA: ING. MABEL MARIELA PARADA RIVERA

Riobamba-Ecuador

2020

©2020, Arturo Alejandro Albán Rodríguez

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.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, ARTURO ALEJANDRO ALBÁN RODRÍGUEZ, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. 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 titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Riobamba, 18 de febrero de 2020

ARTURO ALEJANDRO ALBÁN RODRÍGUEZ
050276507-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal de trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Técnico, “**DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A BASE DE CEBADA (*Hordeum Vulgare*) Y CABUYA (*Agave americana L*) PARA LA PLANTA DE LÁCTEOS ESPOCH TUNSHI**”, realizado por el señor: **ALBÁN RODRÍGUEZ ARTURO ALEJANDRO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Daniel Antonio Chuquin Vasco PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	2020-08-31
Ing. Mabel Mariela Parada Rivera DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	2020-08-31
Ing. Marlene Jacqueline García Veloz MIEMBRO DEL TRIBUNAL	2020-08-31

DEDICATORIA

A Dios que gracias a su infinita bondad y bendiciones he logrado llegar a este momento tan importante en mi vida.

A mis padres Carlos y Norma que con su amor, sabiduría, guía y siendo un sostén incondicional los objetivos y metas propuestas poco a poco se están realizando y cumpliendo para ser cada vez mejor en todo aspecto.

Arturo Alejandro

AGRADECIMIENTO

A mis Padres, Carlos y Norma, que con apoyo incondicional me han dado la motivación para salir adelante ante cualquier adversidad sin olvidar los principios y ética que me inculcaron desde pequeño.

A mi hermano Carlos que a más de ser un gran consejero en momentos difíciles me ha dado palabras de aliento para ser una mejor persona y perseguir mis sueños.

A Giovanna una persona que con su comprensión, cariño y respeto a demostrado ser una compañera de vida que me ha permitido seguir adelante y poner metas cada vez más altas para mi propio beneficio.

A mis queridas Ingenieras Mabel y Marlene que con su capacidad, vocación y paciencia me han encaminado para no solo ser un profesional más de este país y el mundo, sino también ser un emprendedor que sueña con tener su propio negocio y poder subsistir con el mismo.

Al Ingeniero Marco Manzano, por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de titulación y estar siempre presto a cualquier inquietud que se presentó en este periodo.

Gracias totales.

Arturo Alejandro

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE GRÁFICOS.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xiii
INDICE DE FOTOGRAFÍAS	xiv
INDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	2
1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
<i>1.1. Identificación del Problema.....</i>	<i>2</i>
<i>1.2. Justificación del proyecto.....</i>	<i>3</i>
<i>1.3. Línea de base del proyecto</i>	<i>3</i>
<i>1.3.1. Antecedentes de la Planta de lácteos ESPOCH Tunshi.</i>	<i>3</i>
<i>1.3.2. Delimitación geográfica del proyecto.....</i>	<i>4</i>
1.4. Beneficiarios Directos e Indirectos.....	5
<i>1.4.1. Beneficiarios directos.....</i>	<i>5</i>
<i>1.4.2. Beneficiarios indirectos</i>	<i>5</i>
1.5. Objetivos	6
<i>1.5.1. Objetivo General.....</i>	<i>6</i>
<i>1.5.2. Objetivos Específicos</i>	<i>6</i>
CAPITULO II	7
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	7
2.1. Antecedentes del proyecto	7
<i>2.1.1. Antecedentes de la cerveza Cream Ale o Ale Cremosa.....</i>	<i>7</i>
<i>2.1.2. Antecedentes de cervezas con adjuntos cerveceros.</i>	<i>8</i>
<i>2.1.3. Cabuya, propiedades y características</i>	<i>9</i>
<i>2.1.4. “Chawarmishqui”, pulque o aguamiel.</i>	<i>10</i>
2.2. Marco Teórico	12
<i>2.2.1. Cerveza.....</i>	<i>12</i>
<i>2.2.2. Clasificación de la cerveza</i>	<i>12</i>
<i>2.2.3. Tipos de cerveza.....</i>	<i>14</i>
<i>2.2.4. Cerveza Artesanal.....</i>	<i>15</i>
<i>2.2.5. Componentes de la cerveza artesanal.....</i>	<i>16</i>

2.2.6.	<i>Proceso de elaboración de cerveza artesanal.....</i>	24
CAPITULO III.....		26
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	26
3.1.	<i>Tipo de proyecto</i>	26
3.2.	<i>Metodología.....</i>	26
3.3.	<i>Métodos y Técnicas.</i>	26
3.3.1.	<i>Métodos.....</i>	26
3.3.2.	<i>Técnicas</i>	27
3.4.	<i>Materiales utilizados</i>	38
3.4.1.	<i>Materia prima</i>	38
3.5.	<i>Herramientas y máquinas.....</i>	39
3.5.1.	<i>Descripción del equipo a nivel de laboratorio.....</i>	39
3.5.2.	<i>Descripción del equipo de producción a escala industrial.....</i>	40
3.6.	<i>Análisis bromatológico de la materia prima (Cabuya).....</i>	40
3.6.1.	<i>Características Físicas.....</i>	41
3.6.2.	<i>Características Químicas.....</i>	42
3.7.	<i>Ensayos experimentales a nivel de laboratorio.....</i>	43
3.7.1.	<i>Molienda</i>	43
3.7.2.	<i>Macerado</i>	44
3.7.3.	<i>Filtración y Recirculado</i>	45
3.7.4.	<i>Lavado.....</i>	46
3.7.5.	<i>Cocción</i>	46
3.7.6.	<i>Enfriamiento.....</i>	47
3.7.7.	<i>Fermentación</i>	47
3.7.8.	<i>Maduración.....</i>	48
3.7.9.	<i>Carbonatación</i>	48
3.7.10.	<i>Envasado.....</i>	48
3.8.	<i>Establecimiento del mejor proceso de elaboración de cerveza artesanal.....</i>	49
3.8.1.	<i>Ensayos previos a la determinación del mejor proceso de elaboración de cerveza... ..</i>	49
3.8.2.	<i>Aplicación de la evaluación sensorial</i>	52
3.9.	<i>Variables de diseño, parámetros de operación.....</i>	52
3.9.1.	<i>Variables de diseño.....</i>	52
3.9.2.	<i>Parámetros de operación.....</i>	54
3.10.	<i>Cálculos de diseño ingenieril en la elaboración de cerveza artesanal.</i>	55
3.10.1.	<i>Cálculos para el balance de materia en la producción de cerveza artesanal</i>	55
3.10.2.	<i>Balance Simultáneo de Materia en la producción de cerveza artesanal</i>	62
3.11.	<i>Caracterización del producto final</i>	68

3.12.	<i>Cronograma de actividades del proyecto</i>	68
CAPITULO IV		70
4.	RESULTADOS	70
4.1.	<i>Obtención de la mejor formulación de elaboración de cerveza artesanal y prueba sensorial</i>	70
4.1.1.	<i>Datos y resultados de la ficha de evaluación sensorial</i>	70
4.2.	Proceso de producción	89
4.2.1.	<i>Materia prima e insumos</i>	89
4.2.2.	<i>Diagrama del proceso</i>	90
4.3.	Dimensionamiento de la planta de cerveza artesanal	93
4.4.	Análisis de costo/beneficio del proyecto	96
4.4.1.	<i>Presupuesto recursos humanos</i>	97
4.4.2.	<i>Presupuesto materia prima</i>	97
4.4.3.	<i>Presupuesto análisis de laboratorio</i>	97
4.4.4.	<i>Presupuesto maquinaria</i>	98
4.4.5.	<i>Presupuesto equipo de laboratorio</i>	98
4.4.6.	<i>Presupuesto de accesorios y herramientas</i>	99
4.4.7.	<i>Otros activos fijos (muebles e inmuebles)</i>	99
4.4.8.	<i>Depreciación</i>	100
4.4.9.	<i>Presupuesto de Producción</i>	100
4.5.	Análisis y discusión de resultados	101
CONCLUSIONES		104
RECOMENDACIONES		105
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 – 2: Composición nutricional de la Cabuya.....	9
Tabla 2 – 2: Muestra de jugo, pulque o “Chawarmishqui” de Cabuya.....	11
Tabla 3 – 2: Compuestos presentes en los lúpulos.....	20
Tabla 4 – 2: Datos de aguas de las ciudades cerveceras más famosas.....	22
Tabla 1 – 3: Bebidas Alcohólicas. Cerveza. Requisitos.....	27
Tabla 2 – 3: Determinación de alcohol.....	29
Tabla 3 – 3: Determinación de la acidez total.....	31
Tabla 4 – 3: Determinación de dióxido de carbono “CO ₂ ” y aire.....	32
Tabla 5 – 3: Determinación del pH.....	34
Tabla 6 – 3: Microorganismos anaerobios.....	35
Tabla 7 – 3: Mohos y levaduras.....	37
Tabla 8 – 3: Pesos de las planta de agave.....	41
Tabla 9 – 3: Propiedades físicas determinadas de la planta de agave.....	41
Tabla 10 – 3: Número y pesos de la hoja de agave.....	41
Tabla 11 – 3: Propiedades físicas determinadas de las hojas de agave.....	41
Tabla 12 – 3: Composición nutricional de la Cabuya.....	42
Tabla 13 – 3: Muestra de jugo, pulque o “Chawarmishqui” de Cabuya.....	42
Tabla 14 – 3: Cantidades de cabuya en trozos y “Chawarmishqui” en la maceración.....	44
Tabla 15 – 3: Cantidades de cabuya en trozos y “Chawarmishqui” en la cocción.....	46
Tabla 16 – 3: Ensayos previos en el proceso de maceración 1.....	49
Tabla 17 – 3: Ensayos previos en el proceso de maceración 2.....	50
Tabla 18 – 3: Ensayos previos en el proceso de cocción 1.....	51
Tabla 19 – 3: Ensayos previos en el proceso de cocción 2.....	51
Tabla 20 – 3: Enzimas Amilolíticas o Diastásicas.....	53
Tabla 21 – 3: Datos y parámetros de la cerveza Cream Ale.....	55
Tabla 22 – 3: Valores referenciales de las diferentes maltas.....	57
Tabla 23 – 3: Tiempos de cocción y porcentajes.....	59
Tabla 24 – 3: Requisitos físicos y químicos de la cerveza artesanal.....	68
Tabla 25 – 3: Requisitos microbiológicos de la cerveza artesanal.....	68
Tabla 26 – 3: Cronograma de actividades del proyecto.....	69
Tabla 1 – 4: Resultados de la evaluación sensorial la cerveza de mayor preferencia.....	70
Tabla 2 – 4: Análisis global del criterio “sabor”.....	82
Tabla 3 – 4: Análisis global del criterio “amargor”.....	84
Tabla 4 – 4: Análisis global del criterio “color”.....	86
Tabla 5 – 4: Análisis global del criterio “olor”.....	87

Tabla 6 – 4: Materia prima para la obtención de 1500 litros de cerveza artesanal.	89
Tabla 7 – 4: Etapas del proceso de elaboración de cerveza artesanal a nivel industrial.	91
Tabla 8 – 4: Análisis microbiológico de la cerveza artesanal	93
Tabla 9 – 4: Análisis físico – químico de la cerveza artesanal	93
Tabla 10 – 4: Descripción general equipamiento para una capacidad de 1600 litros.	94
Tabla 11 – 4: Descripción general equipamiento con una capacidad de 800 L.	95
Tabla 12 – 4: Descripción general equipamiento con una capacidad de 1800 L.	96
Tabla 13 – 4: Requerimiento de Mano de obra directa.....	97
Tabla 14 – 4: Requerimiento materia prima para elaboración de cerveza/mes.....	97
Tabla 15 – 4: Presupuesto de análisis de laboratorio	97
Tabla 16 – 4: Presupuesto de maquinaria	98
Tabla 17 – 4: Presupuesto de equipos.....	98
Tabla 18 – 4: Presupuesto de accesorios, herramientas y otros	99
Tabla 19 – 4: Requerimiento de muebles y enseres.....	99
Tabla 20 – 4: Depreciación de maquinaria, equipo, muebles y enseres.....	100
Tabla 21 – 4: Presupuesto de producción	100

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Balance de materia en la etapa de molienda.....	62
Gráfico 2-3: Balance de materia en la etapa de maceración.....	63
Gráfico 3-3: Balance de materia en la etapa de filtración y recirculación.....	63
Gráfico 4-3: Balance de materia en la etapa de lavado.....	64
Gráfico 5-3: Balance de materia en la etapa de cocción.....	64
Gráfico 6-3: Balance de materia en la etapa de enfriado.....	65
Gráfico 7-3: Balance de materia en la etapa de fermentación.....	65
Gráfico 8-3: Balance de materia en la etapa de maduración.....	66
Gráfico 9-3: Balance de materia en la etapa de carbonatación y embotellado.....	66
Gráfico 10-3: Balance de materia general.....	67
Gráfico 1-4: Frecuencia de aceptación de cada muestra de cerveza.....	70
Gráfico 2-4: Porcentaje de aceptación de cada muestra de cerveza.....	71
Gráfico 3-4: Frecuencia de los criterios de la muestra A.....	72
Gráfico 4-4: Porcentajes de los criterios de la muestra A.....	72
Gráfico 5-4: Porcentaje “sabor” de la muestra A.....	73
Gráfico 6-4: Porcentaje “amargor” de la muestra A.....	73
Gráfico 7-4: Porcentaje “color” de la muestra A.....	73
Gráfico 8-4: Porcentaje “olor” de la muestra A.....	74
Gráfico 9-4: Frecuencia de los criterios de la muestra B.....	74
Gráfico 10-4: Porcentajes de los criterios de la muestra B.....	75
Gráfico 11-4: Porcentaje “sabor” de la muestra B.....	75
Gráfico 12-4: Porcentaje “amargor” de la muestra B.....	75
Gráfico 13-4: Porcentaje “color” de la muestra B.....	76
Gráfico 14-4: Porcentaje "olor" de la muestra B.....	76
Gráfico 15-4: Frecuencia de los criterios de la muestra C.....	77
Gráfico 16-4: Porcentajes de los criterios de la muestra C.....	77
Gráfico 17-4: Porcentaje “sabor” de la muestra C.....	78
Gráfico 18-4: Porcentaje “amargor” de la muestra C.....	78
Gráfico 19-4: Porcentaje “color” de la muestra C.....	78
Gráfico 20-4: Porcentaje “olor” de la muestra C.....	79
Gráfico 21-4: Frecuencia de los criterios de la muestra D.....	80
Gráfico 22-4: Porcentajes de los criterios de la muestra D.....	80
Gráfico 23-4: Porcentaje “sabor” de la muestra D.....	81
Gráfico 24-4: Porcentaje “amargor” de la muestra D.....	81
Gráfico 25-4: Porcentaje color” de la muestra D.....	81

Gráfico 26-4: Porcentaje “olor” de la muestra D	82
Gráfico 27-4: Porcentajes globales de me gusta en el “sabor”	83
Gráfico 28-4: Porcentajes globales de ni me gusta, ni me disgusta en el “sabor”	83
Gráfico 29-4: Porcentajes globales de no me gusta en el “sabor”	83
Gráfico 30-4: Porcentajes globales de me gusta en el “amargor”	84
Gráfico 31-4: Porcentajes globales de ni me gusta, ni me disgusta en el “amargor”	85
Gráfico 32-4: Porcentajes globales de no me gusta en el “amargor”	85
Gráfico 33-4: Porcentajes globales de me gusta en el “color”	86
Gráfico 34-4: Porcentajes globales de ni me gusta, ni me disgusta en el “color”	86
Gráfico 35-4: Porcentajes globales de no me gusta en el “color”	87
Gráfico 36-4: Porcentajes globales de me gusta en el “olor”	88
Gráfico 37-4: Porcentajes globales de ni me gusta, ni me disgusta en el “olor”	88
Gráfico 38-4: Porcentajes globales de no me gusta en el “olor”	88
Gráfico 39-4: Diagrama del proceso de producción de cerveza artesanal	90

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Ubicación geográfica de la Planta de lácteos ESPOCH Tunshi	5
Figura 1-2: Modificación del grano de cebada (germinación)	17
Figura 2-2: Malteado de cebada.....	18
Figura 3-2: Levadura en gemación	23
Figura 4-2: Etapas del proceso de elaboración de cerveza	24

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 – 3. Etapa de Molienda.....	44
Fotografía 2 – 3. Etapa de Macerado.....	45
Fotografía 3 – 3. Etapa de Macerado.....	45
Fotografía 4 – 3. Etapa de Cocción.....	46
Fotografía 5 – 3. Etapa de Fermentación.....	47
Fotografía 6 – 3. Carbonatación y Envasado.....	48

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A. NTE INEN 2262 (2013): Bebidas Alcohólicas. Cerveza. Requisitos

ANEXO B. Evaluación Sensorial

ANEXO C. Informe de Resultados Área Microbiológica

ANEXO D. Informe de Resultados Área Química

ANEXO E. Proforma 1 Maquinaria y Equipos

ANEXO F. Proforma 2 Maquinaria y Equipos

ANEXO G. Proforma 3 Maquinaria y Equipos

RESUMEN

El objetivo fue diseñar un proceso industrial para la elaboración de cerveza artesanal a base de Cebada (*Hordeum Vulgare*) y Cabuya (*Agave americana L*) para la planta de lácteos ESPOCH Tunshi, donde para cumplir con el mismo se inició con una revisión bibliográfica exhaustiva para determinar características, propiedades y componentes de la cabuya como adjunto cervecero, además que con la revisión del proceso de elaboración de cerveza artesanal basado en la “NTE INEN 2262 (2013)”, se identificó la etapa adecuada para la adición y la forma en la cual ingresaría, mediante una evaluación sensorial con jueces no entrenados se estableció el mejor proceso de elaboración de cerveza artesanal, debido a que con la misma, 150 participantes escogieron la formulación en la que se agregó “Chawarmishqui” en la cocción, presentando un 87% de aceptación y llevando la mayoría de frecuencias valorando criterios como: sabor, color, aroma y amargor. Cálculos de diseño ingenieril fueron necesarios para el proceso de producción a nivel industrial, se partió de una producción de 20 L como la medida mínima inicial para la industrialización, tomando en cuenta fines educativos, sin olvidar un escalamiento y dimensionamiento de maquinaria y equipos, a la medida final máxima de 1500 litros/mes, además de considerar materia prima e insumos. Para obtener un producto apto para el consumo humano se realizó una validación del proceso tomando en cuenta los requisitos de la “NTE INEN 2262 (2013)”, obteniendo que el producto final en todos los requisitos evaluados se encontraban en los rangos establecidos, excepto el pH que sobrepasaba con 0,11 pero al ser un dato mínimo no existiría problema. Se recomienda un estudio de mejoramiento de la calidad agua a la hora de la elaboración de cerveza artesanal y la utilización de materia prima de alta calidad.

PALABRAS CLAVE: <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA>, <ERVEZA ARTESANAL>, <CEBADA (*Hordeum Vulgare*)>, <CABUYA (*Agave americana L*)>, <CHAWARMISHQUI>, <DISEÑO INGENIERIL>.



17-08-2020

0215-DBRAI-UPT-2020

ABSTRACT

The objective was to design an industrial process for the elaboration of craft beer based on Barley (*Hordeum Vulgare*) and Cabuya (*Agave americana L*) for the dairy plant of ESPOCH Tunshi, that it began with a comprehensive bibliographic review to determine characteristics, properties and components of the cabuya as a brewer adjunct, in addition to the review of the craft brewing process based on the "NTE INEN 2262 (2013)", the appropriate stage for the addition was identified and the way in which it would enter, through a sensory evaluation with untrained judges, the best craft brewing process was established, because with it, 150 participants chose the formulation in which "Chawarmishqui" was added in the cooking, presenting 87% acceptance and carrying most frequencies evaluating criteria such as: taste, color, aroma and bitterness. Engineering design calculations were necessary for the production process at industrial level, starting from a production of 20 L as the initial minimum measure for industrialization, taking into account educational purposes, without forgetting a scaling and dimensioning of machinery and equipment, to the maximum final measure of 1500 liters/month, in addition to considering raw material and inputs. A validation of the process was carried out taking into account the requirements of the "NTE INEN 2262 (2013) standard to obtain a product suitable for human consumption, obtaining that the final product in all the evaluated requirements were in the established ranges, except the pH that exceeded 0.11 but being a minimum data would not be a problem. A water quality improvement study is recommended when making craft beer and the use of high-quality raw material.

KEYWORDS: <ENGINEERING AND CHEMICAL TECHNOLOGY>, <CRAFT BEER>, <BARLEY (*Hordeum Vulgare*)>, <CABUYA (*Agave americana L*)>, <CHAWARMISHQUI>, <ENGINEERING DESIGN>.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se basa en el diseño de un proceso industrial para la elaboración de cerveza artesanal a base de cebada (*Hordeum Vulgare*) y cabuya (*Agave americana L*), dichos elementos antes mencionados proporcionan a la cerveza características únicas en donde se puede obtener múltiples posibilidades con sabores, colores y aromas únicos (Canals, Peralta, Zubiri 2019; Pineda, Uribarri 2014).

La elaboración de cerveza viene desde tiempos muy antiguos en donde se dio como un descubrimiento de las bebidas fermentadas a base de cereales, frutas y extractos de las mismas. Para desarrollar este proyecto se debe conocer y entender a fondo el proceso para la elaboración de cerveza artesanal, los tipos de cerveza artesanal que existen, la clasificación de las cervezas, los principales elementos que la conforman, materia prima, equipos, materiales, parámetros que debe cumplir para ser considerada cerveza y todo lo que tenga que ver con la fabricación.

El proceso a seguir se define en ocho etapas primordiales que son: Maceración, Recirculación, Lavado, Cocción, Enfriado, Fermentación, Maduración y Carbonatación. Estas permiten obtener un producto apto para el consumo humano siempre y cuando se siga con normas establecidas en la fabricación de cerveza, además de limpieza, sanitización y desinfección de todos los elementos que intervienen en el proceso (Oddone 2018, pp. 1–5).

El tipo de cerveza artesanal a obtener es una Cream Ale (Ale Cremosa), con una tonalidad rubia, esto debido a que las materias primas influyen en color, sabor, aroma, amargor, apariencia, etc., y según como se detalla en la Guía de Estilos de Cerveza BJCP – Edición 2015, se ajustan con los adjuntos cerveceros necesarios para obtener el producto final deseado (Beer Judge Certification Program, Strong, England 2015, p. 2).

Se debe destacar la presencia de la cabuya en este estudio, todo esto debido a que es un producto que por su naturaleza brinda un amplio margen de experimentación en el campo cervecero, no cuenta con estudios previos en el mismo y además que por su situación geográfica no es explotado a la magnitud de su existencia en toda la zona interandina del Ecuador; el Chawarmishqui un producto ancestral de nuestra serranía es un ejemplo claro del potencial de la cabuya, ya que a más de que se puede destacar sus propiedades curativas y usos medicinales, sus componentes permiten su uso en otro tipo de ámbitos.

Un diseño a nivel industrial de este proceso con la adicción de la cabuya, permite dar una mirada potencial al futuro, ya que a más de cubrir un problema y una necesidad, se enfocaría como un emprendimiento en un campo que recientemente en el Ecuador se está experimentando, el uso de la cabuya permitiría brindar mejores oportunidades al sector rural que es donde más se encuentra focalizado esta planta aprovechando así todos sus beneficios y propiedades (Beltrán 2016, p. 1).

CAPITULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del Problema

La cerveza artesanal sigue siendo un misterio a nivel de ciertos sectores de nuestro país, todo esto debido a que la cerveza industrializada ha monopolizado el mercado con su producto por varios años, según datos de la Asociación de Cerveceros (AsoCerv), las cervezas industriales dominan 99,48% del mercado, mientras que las cervezas artesanales solo ocupan 0,52%, tales cifras dan una perspectiva clara de hacia dónde se puede enfocar las pequeñas industrias para tratar de ingresar al mercado, la experimentación con adjuntos no antes usados permitiría atraer más la atención, buscando a más de brindar un producto apto para el consumo humano, una culturalización de lo que en realidad es el mundo de la cerveza artesanal (Jaramillo 2016, p. 50).

A nivel del Ecuador existe una variedad infinita de plantas, que por sus propiedades o características pueden brindar un sin número de beneficios a nuestra sociedad y en especial como adjunto en una cerveza artesanal, una de ellas es la cabuya que actualmente en nuestro país no se encuentra explotada a gran escala, todo esto debido a falta de experimentación, utilización o estudio, a la que puede ser sometida para obtener resultados favorables en un proceso u operación. La cabuya, se encuentra en gran parte de la zona interandina, utilizándose de forma rústica o rudimentaria siendo su principal uso la división de potreros y piezas de casas, además que se usa para elaborar las deliciosas “alcaparras”, y la obtención del “Chaguarmishque o pulque”, que consumen los indígenas (Jurado Arturo, Checa Gordillo 2014, p. 3).

Con los antecedentes antes descritos y conociendo que la PLANTA DE LACTEOS ESPOCH TUNSHI, acoge y da seguimiento a la investigación de diferentes proyectos como por ejemplo, la producción de bebidas a base del suero de la leche (bebidas hidratantes, vinos y cocteles), implementar un nuevo proceso en el que implique una cerveza artesanal con cabuya, tiene como finalidad no solo contribuir en la parte experimental o de formación académica, sino también a una posible inclusión del producto que podría brindar muchos beneficios, considerando que es un producto nuevo e innovador, sin olvidar la accesibilidad de la materia prima, al ser una planta silvestre.

1.2. Justificación del proyecto

Es conveniente la utilización de la cabuya, debido a que por sus características puede brindar muchos beneficios. La cabuya es una planta que crece de forma silvestre y se desarrolla en terrenos pedregosos, arenosos y de baja productividad agrícola, por esta razón, no requiere muchos cuidados y es resistente a climas extremos y sin agua, además que al crecer sin necesidad de la intervención humana, permite que su acceso sea fácil y si se exigiera una mayor demanda esta podría ser cubierta sin ningún problema.

Una de las problemáticas a solucionar es la monopolización del mercado por la cerveza industrializada, por tal razón con el surgimiento de una nueva fórmula para la elaboración de cerveza artesanal a base de cebada y cabuya, permitiría tener un producto diferente e innovador, mismo que de tener una aceptación positiva, competiría fácilmente en el mercado y brindaría alternativas para el consumidor final (Izurieta Pontón, Serrano Aguirre 2013, pp. 4–7).

Cabe destacar que existen diversos tipos de cervezas artesanales con características únicas, es ahí donde se marcaría un precedente a la culturalización de la sociedad en el campo cervecero, debido a que por propiedades mismas de la cabuya encaja en un tipo de cerveza como lo es una Cream Ale, que en principio podría ser considerada como una “cerveza rubia” con un ligero dorado moderado pálido, además que con la inclusión de la cabuya, potenciaría parámetros como: sabor, color, aroma, etc. (Beer Judge Certification Program, Strong, England 2015, p. 2).

1.3. Línea de base del proyecto

1.3.1. Antecedentes de la Planta de lácteos ESPOCH Tunshi.

La Estación Experimental Tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, es una parte pecuaria fundamental, la misma que fue creada el 10 de noviembre de 1973 por medio de convenio de Integración y contrato con la Pontificia Universidad Católica del Ecuador la cual tiene una extensión de 145,5 ha incluidas todas sus áreas en las cuales se encuentra la planta de Lácteos, la cual tiene un área de 90 m².

Para mantener el progreso institucional la Estación Experimental Tunshi usa la sigla **EETAP** las cuales significan: Apoyo académico, investigación, vinculación y gestión, otorgando a la sociedad profesionales de alta calidad teórico-práctico (Velez 2018, p. 4).

La Planta de Lácteos ESPOCH Tunshi surgió en el año de 1997, gracias a un proyecto con la Embajada de Japón, mediante Convenios con la Facultad de Ciencias Pecuarias, se obtuvo maquinarias y equipos para la pasteurización de leche, las mismas que fueron traídas de Japón a Ecuador.

Esta estación cuenta con una fuente de materia prima del mismo sector, es decir, la Hacienda Tunshi perteneciente a la ESPOCH y un centro de acopio que recibe 200 litros de leche al día de la ganadería propia que posteriormente son llevados a la Planta de Lácteos para su procesamiento, siendo los principales productos leche pasteurizada y queso que se comercializaban en tiendas cercanas hasta el año 2014.

A partir del año 2015, los procesos que dispone la planta de lácteos incluyen la elaboración de diferentes tipos de queso, yogurt y como producto principal leche pasteurizada que son utilizados para consumo interno de la ESPOCH, en el Comedor Politécnico (Pilataxi 2019, p. 3).

En la actualidad la Planta de Lácteos ESPOCH Tunshi tiene como objetivo principal la mejora continua en el área académica es por eso que enfoca su esfuerzos en gran magnitud a proyectos didácticos para estudiantes de carreras de la ESPOCH y diferentes universidades del país, relacionando los conocimientos prácticos con los conocimientos teóricos de procesos de elaboración de productos a nivel industrial.

1.3.2. Delimitación geográfica del proyecto

La “Planta de lácteos ESPOCH Tunshi” es una empresa dedicada a actividades de producción y explotación pecuaria, incluyendo productos a base de la leche (cocteles) y suero de leche(vinos y bebidas hidratantes); esta se encuentra en la provincia de Chimborazo específicamente en la ciudad de Riobamba. Ubicada en el kilómetro 12 vía a Licto.

Coordenadas geográficas

- Latitud
-1.7486 m S
- Longitud
-78,625 m W
- Altitud
2.714 metros sobre el nivel del mar.



Figura 1-1: Ubicación geográfica de la Planta de lácteos ESPOCH Tunshi

Fuente: Google Maps 2019.

1.4. Beneficiarios Directos e Indirectos

1.4.1. Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos son:

- Planta de lácteos ESPOCH Tunshi.
- Estudiantes de Ingeniería Química.
- Estudiantes de Industrias Pecuarias.
- Pequeños empresarios y microempresarios o personas que quieran emprender y aportar nuevas alternativas para la elaboración de cerveza artesanal con el uso de diversas materias primas que ayudan a su complemento.

1.4.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos son:

- Potenciales clientes que se interesen por la cerveza artesanal.
- Ferias Institucionales y de emprendimientos.
- Productores y procesadores que se dediquen a la producción de la cabuya, zonas rurales por lo general.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Diseñar un proceso industrial para la elaboración de cerveza artesanal a base de Cebada (*Hordeum Vulgare*) y Cabuya (*Agave americana L*) para la planta de lácteos ESPOCH Tunshi.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características bromatológicas de la cabuya y derivados mediante un análisis bibliográfico, como materia prima para el proceso.
- Establecer el mejor proceso de elaboración de cerveza artesanal, mediante una evaluación sensorial con jueces no entrenados.
- Identificar las variables y parámetros de operación, desarrollando los cálculos de ingeniería para el diseño del proceso de elaboración de cerveza artesanal.
- Validar el proceso, con un análisis de cumplimiento en base a la Norma INEN 2262: Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos, de la formulación de mayor aceptación.

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes del proyecto

2.1.1. *Antecedentes de la cerveza Cream Ale o Ale Cremosa*

Según la Guía de Estilos 2015 BJCP es un estilo que describe a la cerveza americana cotidiana, que son del gusto de un público masivo, a continuación su descripción:

“Impresión General: Una limpia, bien atenuada y sabrosa lager americana “para cortar el césped”. Fácil de tomar y refrescante, pero con más cuerpo que las típicas lagers americanas.

Aroma: Notas de malta media a media-baja con un dulce aroma parecido al maíz. Están permitidos bajos niveles de DMS, pero no son necesarios. Aroma a lúpulo medio-bajo a ninguno, que puede ser de cualquier variedad, sin embargo las notas florales, especiadas o herbales son las más comunes. En resumen, un aroma sutil donde no domina ni la malta ni el lúpulo. Ésteres frutales bajos son opcionales.

Apariencia: Color pajizo pálido o moderado dorado aunque normalmente pálidas. Espuma de retención baja a media, con carbonatación media a alta y una retención razonable. Claridad brillante y chispeante.

Sabor: Bajo a medio-bajo amargor de lúpulo. Baja a moderada maltosidad y dulzor, variando con la densidad y la atenuación. Usualmente bien atenuada. Ni malta ni lúpulo dominan en el paladar. Sabor bajo a moderado a maíz se encuentra normalmente como un ligero DMS (opcional). El final puede variar, entre un poco seco a un poco dulce. Ésteres frutales bajos son opcionales. Bajo a medio-bajo sabor de lúpulo (cualquier variedad, pero típicamente floral, especiado o herbal).

Sensación en Boca: Generalmente ligera y fresca, aunque el cuerpo puede llegar a ser medio. Sensación de boca suave, con atenuación media a alta; mayores niveles de atenuación pueden pretender cualidades para “saciar la sed”, carbonatación alta.

Comentarios: Las Ales Cremosas previas a la Prohibición eran ligeramente más fuertes, lupuladas (incluyendo algo de dry-hopping) y más amargas (25-30+ IBUs). Estas versiones deberían ser

registradas en la categoría históricas. La mayoría de los ejemplos comerciales están en el rango de 1.050-1.053 OG, y el amargor raramente sobrepasa los 30 IBUs.

Historia: Una ale chispeante o de consumo fresco que existía en los años 1800 y sobrevivió a la Prohibición. Una versión ale del estilo Lager Americana. Producida por cerveceros ale para competir con cerveceros lager en Canadá y los estados del Noreste, Atlántico-Medio y Medioeste. Originalmente conocida como una ale chispeante o de consumo fresco, algunas cepas de levadura lager eran usadas (y a veces todavía lo son) por algunos cerveceros, pero históricamente no estaban mezcladas con cepas ale. Muchos ejemplos usan el método Kräusen para lograr carbonatación. El almacenamiento en frío no es tradicional, aunque algunos cerveceros modernos lo utilizan.

Ingredientes Característicos: Comúnmente se utilizan ingredientes americanos, recetas todo grano de malta de seis hileras o una combinación de malta de seis hileras y dos hileras norteamericana. Los adjuntos pueden alcanzar hasta 20% de maíz en maceración y hasta 20% de glucosa u otros azúcares en la etapa de ebullición. Cualquier variedad de lúpulo puede ser usada para amargor y aroma” (Beer Judge Certification Program, Strong, England 2015, pp. 1–2).

2.1.2. Antecedentes de cervezas con adjuntos cerveceros.

Dentro de la investigación realizada se encuentra un largo historial de cervezas artesanales que poseen adjuntos cerveceros, pero ciertamente pocas que posean un antecedente investigativo registrado o válido, a continuación se mencionan algunas con una breve explicación:

2.1.2.1. Cerveza Artesanal a partir de almidón extraído de tubérculos andinos

En el caso de este estudio se obtiene como resultado que la formulación elegida fue 50% malta y 50% almidón de dos especies de tubérculos andinos; *Oxalis tuberosa* (Oca) e *Ipomoea batatas* (Camote) (García Bazante 2015, p. 13 y 33).

*2.1.2.2. Cerveza artesanal a base de cebada (*Hordeum Vulgare*) y cacao de fino aroma (*Theobroma Cacao*)*

La particularidad de este estudio es la utilización de cacao en polvo como materia prima debido a su bajo contenido en grasa (3%), además que permitió conservar el aroma hasta el final del proceso, la formulación de mayor aceptación fue la que se adicionó 5 gramos de cacao en la etapa de cocción (Soria Ludisaca 2017, p. 51).

2.1.2.3. *Cerveza Artesanal a partir de cebada malteada (Hordeum Distichon) con adjuntos amiláceos quinua (Chenopodium Quinoa Wildenow) y adjuntos sacarinos jarabe de remolacha (Veta Bulgaris)*

En este estudio tras varias pruebas se obtuvo la formulación correcta con 83.79% de agua, 9.31% de cebada malteada, 3.10% de quinua, 3.72% de jarabe de remolacha, 0.05% de lúpulo, 0.02% de levadura, en este particular caso se usaron dos tipos de adjuntos (Aldaz Chicaiza 2018, p. 76).

2.1.3. *Cabuya, propiedades y características*

“La Cabuya o Maguey (*Agave americana L.*). Es una especie resistente a las sequías y se adaptan con facilidad a otros climas y tipos de suelos, encontrándose asociada a partir de los 2,500m de altitud a especies como la: Tara (*Caesalpinea spinosa*), Acacias, Molle (*Schinus molle*) y otros. Es una planta de hojas en roseta, gruesas y carnosas, dispuestas sobre un tallo corto cuya piña inferior no sobresale de la tierra. Sus hojas están rígidas, con marginal y espinas del apical; guarda la insulina en el árbol y produce fructosa.

El uso de los agaves se remota a la época precolombina, cuando los pueblos indígenas encontraron en esta planta una fuente abastecedora de materia prima para elaborar múltiples productos: de las pencas, obtenían hilos para tejer costales, morrales o pizcas, redes de pesca y cordeles; también enteras se usaban para techar las casas a modo de tejado; los troncos secos (tallo floral que alcanza más de tres metros), servían como vigas, como cercas para delimitar terrenos; las púas o espinas se utilizaban como clavos y como agujas; del jugo del maguey o upi, hervido y secado se obtiene la chancaca, pero en su estado fresco se bebe directamente de la planta y del cual se dice tiene propiedades curativas; pero también de él se puede elaborar otras bebidas, además del alcohol, como el tequila, el mezcal y vinagre. También es utilizado por los campesinos por sus propiedades para el engorde de los porcinos, que mezclan con la alimentación diaria” (Pineda, Uribarri 2014, pp. 78–79).

Tabla 1 – 2: Composición nutricional de la Cabuya

NUTRIENTES	VALORES %
Humedad	87.38
Proteína	0.30
Grasa	0.01
Carbohidratos (kcal/kg.)	12.00
Cenizas	0.23

Potasio	21.56
Magnesio	7.41
Calcio	9.51
Fosforo	4.20

Fuente: (Beltrán Collante, 2014)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

2.1.4. *“Chawarmishqui”, pulque o aguamiel.*

Una muestra de jugo, pulque o “Chawarmishqui” es un producto de aspecto líquido, de sabor dulce agradable, de olor característico, con colores que varían de blanco tenue a amarillo claro. Los nombres con los que se conocen éste producto varía según un lugar a otro; es así recibe las siguientes denominaciones: “Pulque”, “Chawarmishqui”, “Jugo de Cabuya”, “Upi de cabuya”, “caldo de cabuya”, “dulce de cabuya” y “aguamiel de maguey”, con éste último nombre se conoce en México y otros países de América latina.

En nuestro país, éste derivado es considerado como una bebida ancestral muy nutritiva con una infinidad de usos ya que su preparación no es sujeta a una sola sino que se puede consumir como bebida, se puede someter a una fermentación obteniendo así una bebida con un cierto grado alcohólico y además cocinar la misma dando como resultado un acompañante ideal de platos típicos.

Algo que se debe recalcar es que además se usa para fines medicinales por su alto contenido de hierro sirve para tratar la anemia, sirve para tratar huesos, articulaciones y la artritis porque contiene también calcio y finalmente los diabéticos la usan por su bajo nivel glicémico (Bautista Cruz, 2006).

Para la obtención del mismo no existen procedimientos estandarizados y varía la forma de extracción dependiendo del lugar, además que en ocasiones se puede variar con ciertos aditamentos orgánicos (cascaras de frutas, pulpa de frutas, canela, manzanilla, anís), buscando siempre mejorar el sabor y el aroma del mismo; en la serranía del nuestro país el procedimiento más conocido se describe a continuación:

“El primer paso es el reconocimiento de la madurez óptima de la planta, la edad de la planta para estos fines oscila entre 12 a 15 años de edad y la otra consideración es que debe ser antes de la emergencia del tallo floral. Con estas consideraciones y con la protección necesaria, se procede

al acondicionamiento que consiste en retirar las hojas utilizando materiales cortantes como la hoz o un cuchillo para sacar las hojas fibrosas, barreta con punta en pala para desprender de una a tres hojas del tallo mismas que deben dejar descubierto el tallo escapular que se encuentra recubierto por las hojas. Descubierto el tallo se procede a usar un perforador artesanal fabricado especialmente para tal efecto, se prepara un pocillo apropiado con una capacidad de 0.5 a 1.5 litros aproximadamente, dependiendo del tamaño de la planta. Una vez acondicionado el pocillo con su tapa respectiva para proteger de la contaminación, es necesario reposar por un tiempo de 10 a 12 horas, obteniendo el primer exudado que no es apto para el consumo humano y presenta un color blanco muy viscoso, este producto es desechado. Eliminado el primer exudado es necesario el raspado de las paredes del pocillo por segunda vez y un reposo de otras 12 horas, obteniendo un segundo exudado. Se debe realizar el raspado de manera sucesiva cada 12 horas hasta que el exudado sea de color blanco tenue y de sabor dulce agradable.

Desde que se acondiciona el pocillo, se raspa en promedio tres días para obtener el primer exudado apto para el consumo humano, los primeros exudados aparte de no ser apto para el consumo humano se puede utilizar para la alimentación del ganado porcino.

El raspado es un requisito indispensable cada vez que se dé la extracción para evitar la cicatrización de las paredes del pocillo y permite la obtención permanente de “Pulque”. Además que se debe proceder hasta agotar el exudado que depende del tamaño de la planta, tomando en cuenta el periodo de tiempo de 12 horas debido a que si pasa más tiempo albergado en el pocillo este se podría fermentar, más aún en las épocas soleadas.

La cantidad de “Pulque” que se puede extraer de cada planta varía de acuerdo al tamaño de la planta, de su madurez óptima y de la estación del año. Es así que se pueden obtener un promedio de 2 a 4 litros diarios por un tiempo de dos meses aproximadamente. Por lo tanto la cantidad que se obtiene es de 120 a 240 litros por planta aproximadamente” (Bautista Cruz 2006, pp. 7–19).

A continuación se describe las características que presenta el “Pulque”:

Tabla 2 – 2: Muestra de jugo, pulque o “Chawarmishqui” de Cabuya

Ensayo	Resultados (%)
Proteínas (g/100g de muestra original) (factor 6.25)	0,7
Fibra (g/100g de muestra original)	0,0
Grasa (g/100g de muestra original)	0,0
Ceniza (g/100g de muestra original)	0,6

Humedad (g/100g de muestra original)	89,0
Carbohidratos (g/100g de muestra original)	9,7
Sólidos solubles	12,4
Energía total (g/100g de muestra original)	41,6
Ph	4,32

Fuente: (Pineda, Uribarri, 2014)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Cerveza

Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262:2013 BEBIDAS ALCOHÓLICAS. CERVEZA. REQUISITOS. Denomina a la cerveza como “bebida de bajo contenido alcohólico, resultante de un proceso de fermentación natural controlado, por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, en un mosto elaborado con agua de características fisicoquímicas y bacteriológicas apropiadas, cebada malteada sola o mezclada con adjuntos, con adición de lúpulo y/o sus derivados”(NTE INEN 2262 2013, p. 2).

Además, las Normas Internacionales de los alimentos CODEX ALIMENTARIUS. CODEX STAN 192-1995. Define a la cerveza como “bebida alcohólica elaborada con cebada germinada (malta), lúpulo, levadura y agua.

“La cerveza es una bebida alcohólica no destilada elaborada a base de granos de cereales, como la cebada por ejemplo, cuyo componente de almidón será modificado para ser luego fermentado en agua y aromatizado con lúpulo” (Ucha Florencia 2008).

Para concluir se puede definir a la cerveza como una bebida alcohólica producto de una fermentación, elaborada con cebada germinada, agua y lúpulo.

2.2.2. Clasificación de la cerveza

Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262:2013 BEBIDAS ALCOHÓLICAS. CERVEZA. REQUISITOS las cervezas se pueden clasificar de la siguiente forma:

2.2.2.1. “Por su grado alcohólico

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

- Cerveza de bajo contenido alcohólico: $1,0\% \text{ v/v} < \text{grado alcohólico} \leq 3,0\% \text{ v/v}$

2.2.2.2. *Por su extracto original (azúcar)*

- Cerveza normal: aquella que presenta un extracto original entre 9,0% en masa y menor de 12,0 % en masa.
- Cerveza liviana: aquella que presenta un extracto seco original entre 5% en masa y menor de 9,0 % en masa.
- Cerveza extra: aquella que presenta un extracto seco original entre el 12,0 % en masa y menor al 14 % en masa.

2.2.2.3. *Por su color*

- Cervezas claras (rubias o rojas): color < 20 unidades EBC.
- Cervezas oscuras (negras): color ≥ 20 unidades EBC.

2.2.2.4. *Por su tipo de fermentación*

- Cervezas Lager, para la fermentación “baja”.
- Cervezas Ale, para la fermentación “alta”.
- Cervezas de fermentación mixta.

2.2.2.5. *Por la proporción de materias primas*

- Cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original contiene como mínimo un 50% en masa de cebada malteada.
- Cerveza 100% de malta o de pura malta: cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original proviene exclusivamente de cebada malteada.
- Cerveza de... (seguida del nombre del o de los cereales mayoritarios): es la cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto proviene mayoritariamente de adjuntos cerveceros. Podrá tener hasta un 80% en masa de la totalidad de los adjuntos cerveceros referido a su extracto (no menos del 20% en masa de malta). Cuando dos o más cereales aporten igual cantidad de extracto deben citarse todos ellos” (NTE INEN 2262 2013, p. 3,4).

2.2.3. Tipos de cerveza

2.2.3.1. Cervezas de fermentación baja

“Las cervezas de fermentación baja son conocidas como cervezas lager porque fueron almacenadas (del alemán lagern = para almacenar) en bodegas frías después de la fermentación y la maduración. Las levaduras utilizadas son cepas de *Saccharomycesuvarum*. Se conocen varios tipos de cervezas lager: Pilsener, Dortmund y Munich. La mayoría de la cervezas (70% - 80%) en el mundo es del tipo Pilsener” (Okafor 2007, p. 237).

- Cerveza Pilsener: “Esta es una cerveza pálida con un sabor amargo medio. Su contenido de alcohol es 3,0 a 3,8% (v/v). Clásicamente se almacenada durante dos o tres meses, pero cervecerías modernas han reducido el tiempo a cerca de dos semanas. El agua para cerveza Pilsener es suave, contiene baja cantidad de iones calcio y magnesio” (Okafor 2007, p. 237).
- Cerveza Dortmund: “Es una cerveza pálida, pero contiene menos lúpulo (es menos amargo) que Pilsener; sin embargo, tiene más cuerpo y aroma. El contenido de alcohol es de 3,0 a 3,8%, y es almacenada durante 3-4 meses. El agua de escaldado es dura, que contiene grandes cantidades de carbonatos, sulfatos y cloruros” (Okafor 2007, p. 238).
- Munich: “Es una cerveza oscura, aromática y con cuerpo, con un sabor ligeramente dulce. El contenido de alcohol varía de 2 a 5%. El agua de escaldado es alta en carbonatos pero baja en otros iones” (Okafor 2007, p. 238).

2.2.3.2. Cervezas de fermentación alta

Este tipo de cervezas son elaboradas con cepas de *Saccharomycescerevisiae*, y son las siguientes:

- Ale: “Es propia de Inglaterra. (Ale = pálido). Posee un alto contenido de alcohol de 4,0 a 5,0% hasta 8.0%. Por lo tanto, es muy amarga y tiene un sabor ácido fuerte y un aroma de vino debido a su alto contenido de éster” (Okafor 2007, p. 238).
- Porter: “De color marrón oscuro, cerveza de cuerpo pesado, fuerte formación de espuma, producida a partir de maltas oscuras. Contiene menos lúpulo y por lo tanto es más dulce. Tiene un contenido de alcohol de aproximadamente 5,0%” (Okafor 2007, p. 238).
- Stout: “Cerveza fuerte de cuerpo y con fuerte aroma de malta. Se produce a partir de malta oscura o caramelizada. Tiene un contenido comparativamente elevado de alcohol, 5,0-6,5%” (Okafor 2007, p. 238).

2.2.4. Cerveza Artesanal

Como su nombre lo indica, la cerveza artesanal es aquella que está elaborada siguiendo una “receta” propia, por maestros cerveceros que le dan un sabor distinto y personal; por lógica su producción es limitada, ya que se pone especial atención en sabores y texturas distintas a las marcas industriales.

Una cerveza artesanal tiene las siguientes ventajas sobre las industriales:

- No contiene elementos artificiales, ni en el proceso ni en los ingredientes, el fermentado es natural y los sabores son el resultado de la mezcla de agua, malta, lúpulo y levadura; adicionalmente contiene frutas, especias y hierbas que unidas a la técnica del maestro cervecero, darán un sabor y un aroma único y especial a esa cerveza.
- Es innovadora, ya que podemos crear combinaciones de sabores a gusto de nuestros clientes.
- Es independiente y social, ya que al no pertenecer a los grandes corporativos, las ganancias se quedan en la localidad ayudando a su economía.

Es decir, la cerveza artesanal ofrece calidad, diversidad y atención personal; en lugar de precios bajos, mala calidad, restricción en sabores y publicidad (Tovar 2018).

Adicionalmente, la Brewers Association (BA), que es una de las asociaciones más grandes de Estados Unidos detalla Un cervecero artesanal estadounidense es un cervecero pequeño e independiente.

- Pequeña: Producción anual de 6 millones de barriles de cerveza o menos (aproximadamente el 3 por ciento de las ventas anuales de EE. UU.). La producción de cerveza se atribuye a un cervecero de acuerdo con las reglas de propiedad alterna.
- Independiente: Menos del 25 por ciento de la cervecería artesanal es propiedad o está controlada (o interés económico equivalente) por un miembro de la industria de bebidas alcohólicas que no es en sí misma una cervecera artesanal (Cohen 2017).

En conclusión, cerveza artesanal es aquella receta o fórmula innovadora elaborada de forma tradicional en pequeñas cantidades, buscando mantener una combinación idónea de sabores, gustos y colores que sean aceptados tanto por el productor como por el cliente.

2.2.5. Componentes de la cerveza artesanal

2.2.5.1. Cebada

La cebada, cuyo nombre científico es *Hordeum vulgare*, es un cereal: una gramínea que se cultiva especialmente para aprovechar su grano como alimento. En este caso, la cebada está entre los cinco cereales más cultivados.

El uso más frecuente de la cebada se da en la producción de cerveza, whisky y ginebra. La cebada se emplea en procesos como el malteado, la destilación y la generación del mosto. Con este cereal también se puede elaborar pan (el llamado pan de cebada), producir una harina conocida como máchica y obtener bebidas como el kvas y el agua de cebada (Pérez Porto, Merino 2018).

La cebada es el cereal más empleado para la elaboración de malta cervecera, en menor proporción se usa el trigo y sorgo. Cada año se producen alrededor de 1.5×10^7 toneladas de malta a partir de cebada; alrededor de un 94% de esa cantidad, es usada en la industria cervecera. La conversión de cebada en malta requiere un mínimo de 2 semanas y se somete a malteado después de 6 a 8 semanas de la cosecha del grano (Ruiz Sánchez 2013, p. 3).

Estructura bioquímica del grano de Cebada

El grano de cebada consiste, básicamente, en tres partes:

- “La cáscara, cuyas dos partes cubren y protegen el germen y su reserva de comida.
- El embrión (o germen), capaz de transformarse en los brotes y las raíces de la nueva planta.
- El endospermo – la despensa, cerrada con llaves moleculares complicadas” (Huxley 2006, p. 101).

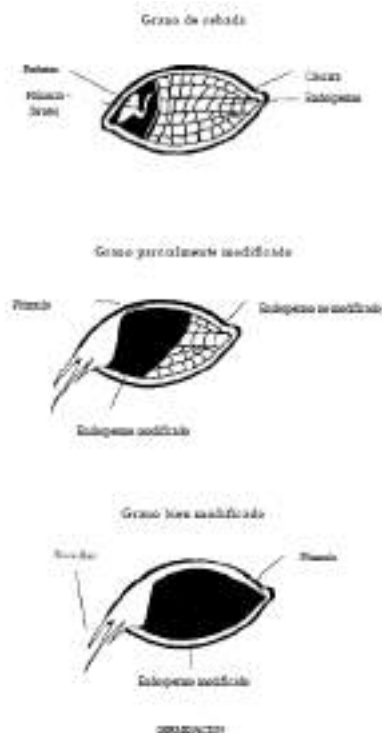


Figura 1-2: Modificación del grano de cebada (germinación)

Fuente: (Huxley, 2006)

Cebada malteada

Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262:2013 BEBIDAS ALCOHÓLICAS. CERVEZA. REQUISITOS “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” (NTE INEN 2262 2013, p. 2).

La malta es una materia prima necesaria para la fabricación de cerveza ya que confiere características de color, sabor y espuma; por ello su elaboración exige controles rigurosos de tiempo y temperatura, el malteado constituye toda una industria que en la mayoría de los casos es independiente de la industria cervecera.

El proceso de malteado consta de varias etapas que se describen a continuación

- “Selección y limpieza
- Remojo
- Germinación
- Secado
- Eliminación de raicillas” (Echia Morales, Valdivia Velásquez 2018, p. 13).



Figura 2-2: Malteado de cebada

Fuente: (Echia Morales, Valdivia Velásquez, 2018)

Valor Nutritivo

- “Su elevado contenido de vitamina B3 convierten a la cebada en un cereal ideal para cuidar la piel.
- La vitamina B3 también es muy beneficiosa para el sistema nervioso y para prevenir y combatir los dolores menstruales.
- La cebada es rica en fibra soluble, es ligeramente laxante.
- La fibra de la cebada previene y evita los cálculos biliares, al reducir los niveles de colesterol en la sangre y en la bilis.
- El agua de la cebada contiene muchos nutrientes de la cebada y es utilizada para combatir los procesos catarrales y la gripe además, es usada para curar los problemas estomacales e hidratar.
- La cebada también contiene vitamina E, un antioxidante natural que combate a los radicales libres, tiene efecto rejuvenecedor.
- La cebada contiene niveles aceptables de fósforos, potasio y magnesio.
- La cebada tiene propiedades antiinflamatorias. Es utilizada para bajar la fiebre.
- También es utilizada para los trastornos urinarios como puede ser la cistitis.
- También es utilizada como tratamiento contra la nefritis, un trastorno inflamatorio del riñón” (Nutrición y Alimentación 2016).

2.2.5.2. Lúpulo

Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262:2013 BEBIDAS ALCOHÓLICAS. CERVEZA. REQUISITOS. “El 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” (NTE INEN 2262 2013, p. 2).

El lúpulo (*Humulus lupulus*) se utiliza para aromatizar la cerveza y obtener el característico sabor amargo de la bebida. Pertenece a la familia de las cannabáceas, plantas herbáceas carentes de látex, de flores menudas.

Planta medicinal silvestre conocida ya en la antigüedad, unos 6.000 años a. C., el lúpulo se utiliza desde el siglo XIX para la obtención de “lupulino”, empleado en la fabricación de cerveza.

El lúpulo, además de contribuir a la estabilidad de la espuma, aromatiza y tiene propiedades antisépticas. Las cervezas lupuladas son más resistentes al deterioro microbiológico (Echia Morales, Valdivia Velásquez 2018, pp. 20–21).

Contribución de los lúpulos

- “Proporcionan el amargor que compensa el dulzor de la malta.
- Tienen propiedades antibacterianas, bacterias gram positivas, así que ayudan a conservar la cerveza.
- Contribuyen a la formación y la retención de la espuma y al *mouthfeel*.
- Los polifenoles que contienen reaccionan con las proteínas indeseadas de la malta y las hacen insolubles. Así se forman el *hot trub* (turbio caliente) y el *cold trub* (turbio frío), que se pueden filtrar o sedimentar.
- Según las clases de lúpulo y el momento del proceso en que se los añade, pueden contribuir con un sinfín de sabores y aromas.
- Son beneficiosos para la salud y el bienestar.
- Si se utilizan conos, al final de la cocción forman un lecho filtrante natural para quitar el *hot trub* (turbio caliente) y dejar el mosto claro.
- Los conos cambian la tensión superficial, con lo que disminuye la posibilidad de que el mosto se salga durante la cocción. Además, el movimiento de los conos en el mosto mejora las reacciones mencionadas antes” (Huxley 2006, pp. 130–131).

Tabla 3 – 2: Compuestos presentes en los lúpulos

COMPUESTO	GRUPOS	DESCRIPCIÓN
Resinas 10 – 20%	Gama – ácidos	Son resinas duras y casi no tienen importancia por no ser tan interactivas en el proceso.
	Alfa – ácidos Humulona – iso-humulona Cohumulona – iso-cohumulona Adhumulona – iso-adhumulona	Sin calor, son insolubles y casi no tienen amargor. En mosto hirviendo, se isomerizan y se transforman en iso-alfa ácidos que son parcialmente solubles. Casi todo el amargor viene de la iso-humulona. Los alfa-ácidos se miden en IBU (<i>International Bittering Units</i> , unidades internacionales de amargor). Cada IBU es un miligramo de iso-alfa ácidos en un litro de mosto o cerveza.
	Beta – ácidos Lupulona – iso-lupulona Colupulona – iso-colupulona Adlupulona – iso-adlupulona	Estos ácidos aportan mucho menos amargos y por tanto pierden un poco de importancia hasta cuando los lúpulos envejecen que es cuando los alfa-ácidos se pierden.
Aceites 0,2 – 0,5 %	Terpenos Los principales terpenos son: Humuleno, Cariofileno, Mirceno y Farneseno	Estos compuestos contribuyen a los aromas herbáceos, florales, afrutados, cítricos y especiados.
Taninos o Polifenoles 2-5%	-	Los taninos o polifenoles reaccionan con las proteínas no deseadas de la malta en el mosto y las hacen insolubles. Así se forman el <i>hot trub</i> (turbio caliente) y <i>cold trub</i> (turbio frío), y se los puede filtrar o sedimentar. También contribuyen a la formación y la retención de la espuma y al <i>mouthfeel</i> .

Fuente: (Huxley, 2006)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

2.2.5.3. Agua

El agua es un parámetro muy fundamental al hablar de todo de tipo de productos, en tal virtud no se ve deslindado de la producción y elaboración de cerveza es por eso que a lo largo de la historia han existido lugares o sitios en donde el agua tenía ciertas condiciones y características para que un tipo u otro de cerveza se vea beneficiado.

“El agua destinada a la fabricación de cerveza debe cumplir los siguientes requisitos:

- Ser agua nula o escasa dureza, evitando así enturbiamientos y cambios en color y sabor.
- Ser limpia, inodora, insípida, incolora y de temperaturas normales.
- No contener sales en disolución, con la eliminación previa de la dureza.
- No contener gérmenes infecciosos, ni encontrarse en condiciones de que tales gérmenes puedan invadirla” (León Pozo 2019, pp. 26–27).

El 95% del peso de la cerveza es agua y a primera vista se sugeriría una agua completamente exenta de sales pero aparecería problemas de corrosión en equipos y tuberías, es por esto que se recomienda usar agua de dureza ligera. Ciertos cerveceros y cervecerías toman medidas de corrección del agua obteniendo resultados idóneos en su producto final y esto se lleva a cabo mediante una desionización o intercambio iónico en el cual se utiliza resinas intercambiadoras de ácidos o bases eliminando en gran parte así la dureza del agua (Hough J. S. 1990, p. 49).

Tabla 4 – 2: Datos de aguas de las ciudades cerveceras más famosas

	Ciudad	(Ca ⁺²)	(Mg ⁺²)	(HCO ₃ ⁻¹)	(Na ⁺¹)	(Cr ⁻¹)	(SO ₄ ⁻²)	Alcalinidad Residual	Estilo de Cerveza
	Pilsen	10	3	3	3	4	4	-6	Pilsener
Alemania	Dortmund	225	40	180	60	60	120	-36	Export Lager
	Colonia	104	15	152	52	109	86		Kolsch
	Vienna	200	60	120	8	12	125	-80	Vienna Lager
	Munich	76	18	152		2	10	60	Oktober fest
G Bretaña	London	52	32	104	86	34	32	29	British Bitter
	Edinburg	125	25	225	55	65	140	80	Scottish Ale
	Burton	352	24	320	54	16	820	-3	India Pale Ale
	Dublin	118	4	319	12	19	54	175	Dry Stout
Bélgica	Amberes	90	11	76	37	57	84		Ale Belgas
	Poperinge	8	2	528	380	206	124		Ale Belgas
	Eekio	138	28	255	115	65	8		Ale Belgas
	Luik	98	34	134	110	142	34		Ale Belgas
	Brugge	132	13	326	20	38	99		Ale Belgas
	Gent	114	17	301	18	38	84		Ale Belgas
	Willebroek/Rumst	68	8	143	33	60	70		Ale Belgas
	Mechelen	116	14	330	16	36	62		Ale Belgas
	Beerse	41	8	91	16	26	62		Ale Belgas
	Brussels	100	11	250	18	41	70		Ale Belgas

Fuente: (Gigliarelli, 2014)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

2.2.5.4. Levadura

“La levadura es un organismo eucariótico que lleva su material genético físicamente constreñido dentro de una membrana nuclear, separada del citoplasma como el ser humano. La diferencia está en que el ser humano tiene descendencia de primates multicelulares y la levadura es un hongo unicelular. Hay muchas especies, y se las clasifica de acuerdo con las características de su forma celular, de la reproducción, de su fisiología y de su hábitat. Sus hábitats naturales son variados: frutas, hojas, flores, y hasta la piel y el interior de los mamíferos, donde a veces viven en simbiosis o como parásitos. La característica que nos interesa en tanto que cerveceros es su habilidad para metabolizar azúcares y producir alcohol; y la clase que nos interesa es la *Saccharomyces*

cerevisiae, extraordinariamente capacitada para hacerlo. Las células, si están sanas y se encuentran en las condiciones adecuadas, se reproducen por gemación, se dividen en dos, y la parte más pequeña, la yema, sale al exterior, crece y finalmente se independiza de su madre. El ciclo sigue mientras hay oxígeno y una vez las células han utilizado todo el oxígeno, empiezan a metabolizar azúcares y a producir alcohol etílico, CO₂, calor, y otros subproductos, entre ellos ésteres, fuseles, cetonas, fenoles y varios ácidos” (Huxley 2006, pp. 151–152).

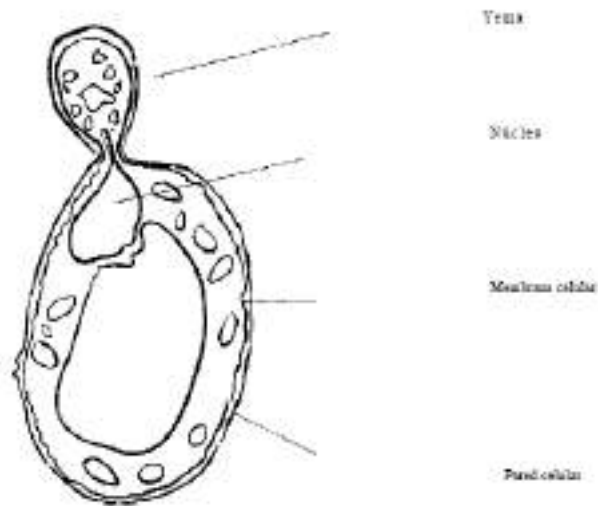


Figura 3-2: Levadura en gemación

Fuente: (Huxley, 2006)

“Las levaduras son hongos microscópicos que actúan en el proceso de fermentación, formando alcohol y CO₂, mediante el desdoblamiento de los azúcares procedentes de la malta, en ausencia de O₂” (Gamazo, Sánchez, Camacho 2013, p. 180).

“Existen dos tipos de levadura utilizada para la elaboración de cerveza: alta o Ale es esporógena, produce fuerte fermentación a temperatura elevada (14 - 25°C) y tiende a flotar en la superficie. El resultado es una cerveza con cuerpo, con algunas notas a frutas y de sabor más puro. Esta levadura es la más tradicional y popular y se ha utilizado durante siglos. La levadura de fondo o Lager (6 - 10°C) no suele formar esporas; se adapta bien a la fermentación lenta a temperatura baja y se deposita en el fondo del tanque al terminar la fermentación” (Raymond, Othner 2003, p. 369).

2.2.5.5. *Adjuntos cerveceros*

Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262:2013 BEBIDAS ALCOHÓLICAS. CERVEZA. REQUISITOS “se refiere a los adjuntos cerveceros como ingredientes malteados o no malteados, que aportan extracto al proceso en reemplazo parcial de la malta sin afectar la

calidad de la cerveza, estos pueden ser adjuntos crudos y modificados como jarabes (soluciones de azúcares) o azúcares obtenidos industrialmente por procesos enzimáticos a partir de una fuente de almidón” (NTE INEN 2262 2013, p. 2).

Cabe mencionar que para el desarrollo de este proyecto el adjunto que se utilizó es la Cabuya (*Agave Americana L*), misma que proporciona un sabor único y distinto a la cerveza como producto final. Hay que tener en cuenta además que para la elaboración de cerveza artesanal a base de cebada y cabuya es necesario obtener en este estudio dos tipos de formulaciones con dos consideraciones cada una.

Tanto para la primera formulación como para la segunda formulación se adiciona la cabuya de la siguiente forma:

- Cabuya (trozos)
- Cabuya (una muestra de jugo, pulque o “Chawarmishqui”)

2.2.6. Proceso de elaboración de cerveza artesanal

Partiendo del proceso de elaboración de cerveza de forma general, se debe establecer el mejor proceso de elaboración de cerveza artesanal incluyendo la cabuya, por esta razón es necesario describir de una manera clara y concisa el proceso general para la obtención de la misma.

Según Lic. Sebastián Oddone en su libro matemática de la cerveza nos presenta las siguientes etapas de manera general:

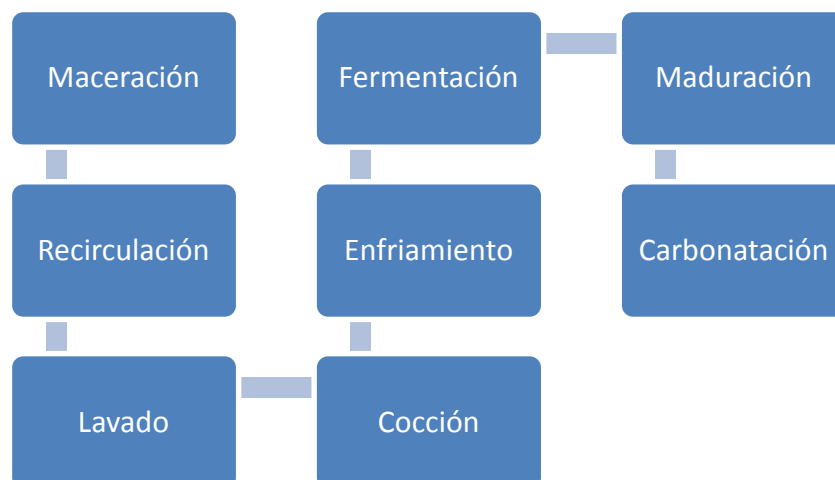


Figura 4-2: Etapas del proceso de elaboración de cerveza

Fuente: (Oddone, 2018)

Para la elaboración de cerveza artesanal a base de cebada y cabuya es necesario tomar como base las etapas de maceración y cocción, debido a que son junto con la fermentación, dos de las tres etapas más importantes dentro del proceso, además que incorporando cualquiera de los dos adjuntos se obtendrá resultados más óptimos en sabor, aroma, color y amargor, potenciando así el producto final.

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de proyecto

El diseño del proceso industrial para la obtención de cerveza artesanal a base de cebada y cabuya, para la planta de lácteos ESPOCH Tunshi, es un proyecto de tipo técnico – investigativo en el cual se aplican métodos deductivos, inductivos y experimentales con la finalidad de obtener un producto con excelentes características y cumpla con las necesidades del consumidor.

3.2. Metodología

Para la obtención de una cerveza artesanal a base de cebada y cabuya que cumpla con parámetros de norma y sea aceptada por el consumidor final, se debe iniciar con el proceso general de elaboración de cerveza, cada una de las etapas que intervienen y los ensayos necesarios para la adición de la cabuya como adjunto cervecero, identificando variables y parámetros que puedan influir en el producto final.

Para este proyecto técnico – investigativo es necesario el aprovechamiento de la cabuya, sus características organolépticas y propiedades, por tal motivo se realizó diversos ensayos y pruebas hasta llegar a tener cuatro formulaciones con sus respectivas consideraciones, que fueron aplicadas en primera instancia a escala de laboratorio en el laboratorio de Procesos Industriales, determinando así los factores e indicadores necesarios que permitan controlar de mejor manera el proceso ya en escala industrial.

El producto final se sometió a una caracterización físico químico y microbiológico según la Norma INEN 2262: Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos., para la validación del proceso, obteniendo así un producto apto para el consumo y que cumple con todos los requisitos para ser comercializado.

3.3. Métodos y Técnicas.

3.3.1. Métodos

3.3.1.1. Método Deductivo

Satisfaciendo las necesidades del consumidor y en búsqueda de una cerveza artesanal con características únicas, se estable las operaciones, variables y condiciones necesarias para realizar el diseño técnico, mediante la recolección de datos y el desarrollo de ensayos experimentales.

3.3.1.2. Método Inductivo

Este proyecto analiza la obtención de cerveza artesanal a base de cebada y cabuya, tomando en cuenta el aprovechamiento de esta última, para lo cual se lleva a cabo un análisis físico – químico y microbiológico no solo de materia prima sino del producto final, además que considera la mejor formulación para que pueda ser aplicada como proceso de manufactura a media o gran escala y constatando que el producto final cumpla con la norma ecuatoriana vigente para cerveza.

3.3.1.3. Método experimental

Con ensayos experimentales, se da la recolección de datos, parámetros de control, identificación de indicadores y variables que puedan afectar el proceso y producto final, sin olvidar que para el desarrollo de este proyecto se usarán equipos, materiales, técnicas y herramientas que permitan conseguir una cerveza apta para el consumidor.

3.3.2. Técnicas

Para la realización de este producto se utilizó la norma Norma INEN 2262: Bebidas alcohólicas. Cerveza, el Laboratorio Químicallabs Cia Ltda., certificado por el SAE, será el encargado de realizar los análisis microbiológicos, físicos y químicos, para validar los datos obtenidos y ser contrastados con los parámetros de la Norma Técnica Ecuatoriana, anteriormente descrita, con el fin de garantizar un producto con óptimas condiciones para el consumo humano. Además que nos brinda una mirada amplia de sus componentes, parámetros, clasificación, requisitos, etc.

3.3.2.1. Técnicas para la caracterización de la cerveza

NTE INEN 2262:2013. Bebidas Alcohólicas. Cerveza. Requisitos

Tabla 1 – 3: Bebidas Alcohólicas. Cerveza. Requisitos

Objeto	Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la cerveza para ser considerada apta para el consumo humano.
Definiciones	Cerveza. Bebida de bajo contenido alcohólico, resultante de un proceso de fermentación natural controlado, por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, en un mosto elaborado con agua de características fisicoquímicas y bacteriológicas apropiadas, cebada malteada sola o mezclada con adjuntos, con adición de lúpulo y/o derivados, Cerveza pasteurizada. Producto que ha sido sometido a un proceso térmico que garantice la inocuidad del mismo usando las apropiadas unidades de pasteurización UP. Unidad de Pasteurización UP. Carga letal de 60°C por un minuto, se define mediante la siguiente ecuación: $UP = Z \times 1.393^{(T-60)}$

	<p>En donde:</p> <p>UP = unidad de pasteurización</p> <p>Z = Tiempo de exposición, en minutos</p> <p>T = Temperatura real de exposición, en °C.</p> <p>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.</p> <p>Adjuntos cerveceros. Son ingredientes malteados o no malteados, que aportan extracto al proceso en reemplazo parcial de la malta sin afectar la calidad de la cerveza, estos pueden ser adjuntos crudos y modificados como jarabes (soluciones de azúcares) o azúcares obtenidos industrialmente por procesos enzimáticos a partir de una fuente de almidón.</p> <p>Lúpulo. Es un producto natural obtenido de la planta <i>Humulus lupulus</i>, responsable del amargor y de parte del aroma de la cerveza. Este puede estar en forma vegetal o en forma de extracto.</p>
Disposiciones Generales	<p>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).</p> <p>La levadura empleada en la elaboración de la cerveza debe provenir de un cultivo puro de levadura cervecera, libre de contaminación microbiológica.</p>
Prácticas Permitidas	<p>El agua debe ser potable, debiendo ser tratada adecuadamente para obtener las características necesarias para favorecer los procesos cerveceros.</p> <p>Se puede utilizar enzimas amilasas, glucanasas, celulasas y proteasas.</p> <p>Se puede utilizar colorantes naturales provenientes de la caramelización de azúcares o de cebadas malteadas oscuras y sus concentrados o extractos.</p> <p>Se puede utilizar agentes antioxidantes y estabilizantes de uso permitido en alientos.</p> <p>Se puede utilizar ingredientes naturales que proporcionen sabores o aromas.</p> <p>Se pueden utilizar materiales filtrantes y clarificantes tales como la celulosa, tierras de infusorios o diatomeas, PVPP (poli vinil poli pirrolidona).</p> <p>Se permite la carbonatación por refermentación en botella o barril, o por inyección de CO₂.</p>
Prácticas no permitidas	<p>No está permitida la adición o uso de:</p> <p>Alcoholes</p> <p>Agentes edulcorantes artificiales</p> <p>Sustitutos del lúpulo u otros principios amargos.</p> <p>Saponinas.</p> <p>Colorantes Artificiales.</p> <p>Cualquier ingrediente que sea nocivo para la salud.</p> <p>Medios filtrantes constituidos por asbesto.</p>
Clasificación	<ul style="list-style-type: none"> • Por su grado alcohólico: <p>Cerveza sin alcohol: grado alcohólico $\leq 1,0\%$ v/v</p> <p>Cerveza de bajo contenido alcohólico: $1,0\%$ v/v < grado alcohólico $\leq 3,0\%$ v/v.</p> • Por su extracto original (azúcar): <p>Cerveza normal: aquella que presenta un extracto original entre 9,0% en masa y menor de 12,0 % en masa.</p>

	<p>Cerveza liviana: aquella que presenta un extracto seco original entre 5% en masa y menor de 9,0 % en masa.</p> <p>Cerveza extra: aquella que presenta un extracto seco original entre el 12,0 % en masa y menor al 14 % en masa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Por su color: <p>Cervezas claras (rubias o rojas): color < 20 unidades EBC.</p> <p>Cervezas oscuras (negras): color \geq 20 unidades EBC.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Por su tipo de fermentación: <p>Cervezas Lager, para la fermentación “baja”.</p> <p>Cervezas Ale, para la fermentación “alta”.</p> <p>Cervezas de fermentación mixta.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Por la proporción de materias primas: <p>Cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original contiene como mínimo un 50% en masa de cebada malteada.</p> <p>Cerveza 100% de malta o de pura malta: cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original proviene exclusivamente de cebada malteada.</p> <p>Cerveza de... (Seguida del nombre del o de los cereales mayoritarios): es la cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto proviene mayoritariamente de adjuntos cerveceros. Podrá tener hasta un 80% en masa de la totalidad de los adjuntos cerveceros referido a su extracto (no menos del 20% en masa de malta). Cuando dos o más cereales aporten igual cantidad de extracto deben citarse todos ellos</p>
Requisitos	<p>Contenido Alcohólico a 20°C</p> <p>Acidez total, expresado con ácido láctico</p> <p>Carbonatación</p> <p>pH</p> <p>Contenido de hierro</p> <p>Contenido de cobre</p> <p>Contenido de zinc</p> <p>Contenido de arsénico</p> <p>Contenido de plomo.</p> <p>Microorganismos Anaerobios</p> <p>Mohos y levaduras.</p>

Fuente: (NTE INEN 2262, 2013)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

NTE INEN 2322:2002. Determinación de alcohol

Tabla 2 – 3: Determinación de alcohol

Objeto	Esta norma establece los métodos de ensayo para determinar el contenido de alcohol en la cerveza
Preparación de la muestra	Eliminar el CO ₂ , para lo cual, la muestra se transfiere a un Erlenmeyer cuyo volumen debe ser mayor al de la muestra y llevar a una temperatura de 15°C a 20°C.

	<p>Eliminar el gas, agitar el recipiente, al principio suavemente y después vigorosamente, hasta que no se observe desprendimiento de gas de la cerveza.</p> <p>Si la muestra contiene materiales en suspensión, filtrar el líquido libre de CO₂, a través de papel de filtro, cubriendo el embudo con un vidrio de reloj para reducir la evaporación.</p>
Métodos de Ensayo	<p>Método Volumétrico:</p> <p>Equipos:</p> <p>Balón de destilación de 500 cm³</p> <p>Trampa de arrastre tipo Kjeldahl esférica o cilíndrica</p> <p>Condensador vertical tipo Graham</p> <p>Balón volumétrico de 100 cm³</p> <p>Pipeta Volumétrica de 100 cm³</p> <p>Pipeta de transferencia de 100 cm³</p> <p>Método Gravimétrico</p> <p>Equipos:</p> <p>Balanza analítica de precisión</p> <p>Balón de destilación de 500 cm³ de capacidad</p> <p>Recipiente recolector tarado (balón) de 100 cm³ a 125 cm³ de capacidad.</p> <p>Trampa de arrastre y condensador vertical</p> <p>Equipo necesario para determinar la gravedad específica.</p>
Procedimientos	<p>Método Volumétrico:</p> <p>Pipetear exactamente 100 cm³ de cerveza desgasificada a 20°C, colocar dentro del balón de destilación; a continuación añadir 50 cm³ de agua. Los 50 cm³ de agua se pueden añadir en pequeñas porciones para enjuagar el balón volumétrico, los que se añaden también al balón de destilación.</p> <p>Conectar el balón al equipo de destilación, y disponer de un balón volumétrico de 100 cm³ para recibir el destilado.</p> <p>El balón empleado como recolector se rodea con hielo o hielo con agua.</p> <p>La temperatura del agua de refrigeración que sale por el condensador no debe ser superior a 25°C.</p> <p>Destilar alrededor de 96 cm³ a una velocidad uniforme y en un tiempo entre 30 y 60 minutos.</p> <p>El destilado obtenido se mezcla bien. Ajustar la temperatura a 20°C y completar a volumen con agua destilada.</p> <p>A continuación determinar la gravedad específica a 20°C/20°C.</p> <p>De acuerdo al método seleccionado para evaluar la gravedad específica.</p> <p>Método Gravimétrico</p> <p>Pesar 100 g de cerveza desgasificada y transferir al balón de destilación.</p> <p>Añadir 50 cm³ de agua al recipiente de pesada para lavarlo y añadir ésta al balón de destilación.</p> <p>Conectar el balón al condensador vertical y destilar el alcohol.</p> <p>Recibir el destilado en el recipiente recolector tarado.</p> <p>Mezclar bien el destilado y completar a 100g con agua destilada.</p> <p>Determinar la gravedad específica del destilado a 20°C/20°C.</p>
Cálculos	<p>Método Volumétrico:</p> <p>El porcentaje de alcohol por masa en cerveza se calcula mediante las ecuaciones siguientes:</p> <p>a) Alcohol, porcentaje en volumen, en cerveza = alcohol, % en volumen en el destilado.</p>

	<p>b) Alcohol, porcentaje en masa, en cerveza = g de alcohol</p> <p>Método Gravimétrico:</p> <p>a) Alcohol, en porcentaje en masa, en la cerveza = alcohol, porcentaje en masa, en el destilado.</p> <p style="text-align: center;"><i>Alcohol, en % en volumen, en la cerveza</i></p> $= \frac{(\text{alcohol \% en masa} \times \text{gravedad específica de la cerveza})}{\text{gravedad específica del alcohol etílico} \frac{20^{\circ}\text{C}}{20^{\circ}\text{C}}}$ <p style="text-align: center;">Ó</p> <p style="text-align: center;"><i>Alcohol, en % en volumen, en la cerveza</i></p> $= \frac{(\text{alcohol \% en volumen en el destilado} \times \text{gravedad específica de la cerveza})}{\text{gravedad específica del destilado}}$
--	--

Fuente: (NTE INEN 2322, 2002)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

NTE INEN 2323:2002. Determinación de la acidez total

Tabla 3 – 3: Determinación de la acidez total

Objeto	Esta norma establece los métodos de ensayo para determinar la acidez total en la cerveza.
Preparación de la muestra	<p>Eliminar el CO₂, para lo cual, la muestra se transfiere a un Erlenmeyer cuyo volumen debe ser mayor al de la muestra y llevar a una temperatura de 15°C a 20°C.</p> <p>Eliminar el gas, agitar el recipiente, al principio suavemente y después vigorosamente, hasta que no se observe desprendimiento de gas de la cerveza.</p> <p>Si la muestra contiene materiales en suspensión, filtrar el líquido libre de CO₂, a través de papel de filtro, cubriendo el embudo con un vidrio de reloj para reducir la evaporación.</p>
Métodos de ensayo	<p>Método por Titulación potenciométrica:</p> <p>La acidez total representa la suma de las sustancias ácidas valorables, determinadas por titulación de una muestra de cerveza desgasificada con solución de hidróxido de sodio 0,1 N hasta pH 8,2.</p> <p>Los resultados pueden expresarse como porcentaje de ácido láctico o como cm³ de álcali 1,0 N necesarios para neutralizar 100g de cerveza.</p> <p>Equipos:</p> <p>Medidor de pH con electrodos de vidrio y calomel. Que dará lecturas exactas a un pH 8,2.</p> <p>Vaso de titulación, de suficiente tamaño para colocar los 50 cm³ de muestra.</p> <p>Agitador apropiado movido eléctricamente o por aire.</p> <p>Bureta</p> <p>Pipeta de 50 cm³</p> <p>Termómetro</p> <p>Reactivos:</p> <p>Solución buffer pH 7,0 a 50 cm³</p>

	Solución de hidróxido de sodio 0,1 N
Procedimiento	<p>Estandarizar el medidor de pH a un pH 7,0 con solución buffer haciendo ajuste de temperatura y potencial asimétrico requeridos.</p> <p>Lavar los electrodos con agua destilada para que queden libres de solución buffer.</p> <p>Pipetear 50 cm³, o alguna otra cantidad medida de cerveza desgasificada apropiada para el medidor de pH usado en un vaso de titulación.</p> <p>Introducir los electrodos de vidrio y calomel, y el agitador magnético dentro de la cerveza.</p> <p>Empezar a agitar y ajustar la temperatura de determinación a 20°C.</p> <p>Titular la cerveza con la solución de NaOH 0,1 N llevar a pH 8,2 añadiendo álcali en cantidades de 1,5 cm³ hasta un pH 7,6, luego en incrementos más pequeños de 0,15 cm³ hasta que alcance exactamente un pH de 8,2. Asegurar el completo equilibrio antes de leer la bureta exactamente a un pH de 8,2.</p>
Cálculos	<p>La acidez se calcula como “cm³ de álcali 1,0 N por 100 g de cerveza” mediante la ecuación siguiente:</p> $Acidez\ Total = \left[\left(\frac{cm^3\ de\ NaOH\ 0,1N}{10} \right) \times \left(\frac{100}{cm^3\ cerveza\ x\ gravedad\ especifica\ de\ cerveza} \right) \right]$ $Acidez\ Total = \left(\frac{cm^3\ de\ NaOH\ 0,1\ N\ x\ 10}{cm^3\ cerveza\ x\ gravedad\ especifica} \right)$

Fuente: (NTE INEN 2323, 2002)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

NTE INEN 2324:2002. Determinación de dióxido de carbono “CO₂” y aire

Tabla 4 – 3: Determinación de dióxido de carbono “CO₂” y aire

Objeto	Esta norma establece el método para determinar el contenido de CO ₂ y aire en la cerveza envasada en botellas o latas.
Definiciones	El CO ₂ y el aire. Son compuestos gaseosos incoloros e inodoros.
Método de ensayo	<p>Equipos:</p> <p>Aparato de perforación con manómetro. Es un ensamblaje que se puede asegurar firmemente a la tapa de una botella de cerveza o a la parte superior de una lata de cerveza. Una empaquetadura de caucho blando proporciona un cierre hermético y a través de ésta se coloca un punzón hueco que se conecta a un medidor de presión y a una válvula de salida de gases. Este medidor de presión debe tener una escala en el rango de 0 a 413,94 kPa. El mismo aparato puede ser utilizado para botellas como para latas.</p> <p>Bureta de absorción. Conectar a la válvula del aparato de perforación y a la botella de nivelación por medio de una manguera plástica transparente, resistente a los álcalis. La bureta debe tener divisiones cada 0,05 cm³ en los primeros 4 cm³ y divisiones de 0,1 cm³ desde 4 cm³ hasta 25 cm³.</p> <p>Botella de nivelación con capacidad de 300 cm³.</p> <p>Balanza semianalítica con capacidad de 500g a 1000g y sensibilidad de 0,1 g.</p>

	<p>Probeta graduada de 100 cm³.</p> <p>Termómetro.</p> <p>Reactivos:</p> <p>Solución de hidróxido de sodio, al 15% m/v.</p>
Procedimiento	<p>La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.</p> <p>Atemperar las muestras entre 20°C y 25°C. Marcar en las botellas el nivel de cerveza. En el caso de las latas, pesarlas llenas.</p> <p>Llenar la botella de nivelación y luego la bureta de absorción con la solución de hidróxido de sodio al 15%. Desplazar completamente el aire del sistema y colocar las botellas o latas en el aparato. Estar seguro de que no quede aire atrapado en el sistema, que pueda ser arrastrado hasta la bureta durante la determinación.</p> <p>Cerrar la válvula del aparato perforador y perforar la tapa de la botella o lata con el punzón.</p> <p>Agitar la botella o lata hasta que la presión alcance un valor máximo constante.</p> <p>Parar la agitación y anotar la lectura de la presión.</p> <p>Abrir lentamente la válvula del aparato perforador y permitir que la mezcla gas – espuma fluya en la bureta de absorción hasta que la lectura de la presión sea cero.</p> <p>Cerrar la válvula y agitar la bureta hasta que se absorba el CO₂ y el volumen de gas en la bureta alcance un valor mínimo.</p> <p>Ajustar la botella de nivelación para igualar la presión hidrostática y leer el volumen de “aire en la cámara vacía” contenido en la bureta.</p> <p>Para determinar el contenido de “aire total”, agitar nuevamente la botella o lata. Absorber el CO₂ producido agitando la bureta. Continuar con los pasos de agitación y absorción del CO₂ producido hasta que no haya incremento en el volumen de los gases absorbidos en la bureta. El volumen final de este gas no absorbido se puede considerar como el “contenido de aire” o “aire total” de la botella o lata.</p> <p>Determinación del volumen de la cámara vacía:</p> <p>Para botellas:</p> <p>Llenar completamente la botella con agua y trasladar a una probeta de 100 cm³, el agua necesaria hasta que el nivel de líquido en la botella corresponda a la marca colocada sobre ésta antes de iniciar la determinación de CO₂.</p> <p>El volumen en cm³ de agua trasladada a la probeta es el volumen de la cámara vacía de la botella en cm³.</p> <p>Para latas:</p> <p>Pesar la lata de cerveza.</p> <p>Desocupar la lata y dejar escurrir completamente.</p> <p>Pesar la lata vacía.</p> <p>Llenar la lata completamente con agua y pesar (incluyendo la lengüeta).</p> <p>El volumen de la cámara vacía de la lata se calcula mediante la ecuación siguiente:</p> $\text{Cámara vacía de lata} = \text{masa del agua} - \left(\frac{\text{masa de la cerveza}}{\text{densidad de la cerveza}} \right)$

Fuente: (NTE INEN 2324, 2002)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

Tabla 5 – 3: Determinación del pH.

Objeto	Esta norma establece el método para determinar el pH (concentración del ión hidrogeno) en cerveza.
Definiciones	pH. Indicativo de acidez o alcalinidad de una solución acuosa. Se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógeno en moles por litro. El valor de pH es de 1 a 14, que indica la concentración de iones hidrógeno presentes en una solución acuosa.
Método de ensayo	Consiste en una determinación potenciométrica del pH en una muestra de cerveza previamente desgasificada, filtrada y a temperatura de 20°C a 25°C. Equipos: Potenciómetro con sus respectivos electrodos. Vaso de precipitación de 250 cm ³ . Agitador Termómetro. Reactivos: Solución buffer, de pH 4,00. Solución buffer, de pH 7,00
Preparación de la muestra	Desgasificar la cerveza mediante agitación constante, manteniendo la temperatura de la cerveza entre 20°C y 25°C y filtrarla a través de papel filtro.
Calibración	Mantener los electrodos del potenciómetro inmersos en una solución. Verificar el cero y ajustar si es necesario. Verificar que la temperatura de ensayo sea 20°C. Lavar los electrodos con agua destilada y secar con papel absorbente. Sumergir los electrodos en la solución Buffer de pH 7,0. Remover los electrodos lavar y secar. Sumergir los electrodos en la solución Buffer de pH 4,0. Hacer la corrección a pH 4,0 si es necesario.
Procedimiento	La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada. Colocar en el vaso de precipitación aproximadamente 100 cm ³ de muestra de cerveza desgasificada y temperatura de ensayo. Determinar el pH de la cerveza introduciendo los electrodos del medidor de pH en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que no toquen las paredes del recipiente. Agitar y leer el valor del pH obtenido a 0,01.

Fuente: (NTE INEN 2325, 2002)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

NTE INEN 1529 - 17:1998. Control microbiológico de los alimentos. Bacterias anaerobias mesófilas. Recuento en tubo por siembra en masa.

Tabla 6 – 3: Microorganismos anaerobios

Objeto	Esta norma describe el método de recuento en tubo por siembra en masa para cuantificar el número de células viables de bacterias anaerobias mesófilas, presentes en un gramo ó centímetro cúbico de alimento.
Alcance	Este método no es aplicable para aquellas bacterias anaerobias estrictas que se mueren si no se encuentran en un ambiente totalmente exento de oxígeno. Es útil para una estimativa de los anaerobios estrictos y facultativos, mesófilos (estreptococos, lactobacilos, enterobacterias y la mayoría de los Bacillus), indistintamente.
Definiciones	Bacterias anaerobias: constituye un grupo cuya propiedad esencial es la de no poder multiplicarse en presencia de oxígeno, ejerciendo este oxígeno sobre él una acción bactericida o bacterostática. Las bacterias que integran este grupo, unas son glucidolíticas, otras debidamente proteolíticas y glucidolíticas, y un tercero, francamente, proteolíticas. Recuento de bacterias anaerobias viables: es la determinación del número de unidades formadoras de colonias de bacterias anaerobias que, a partir de un gramo o centímetro cúbico de alimento, se desarrollan en agar triptonado T 65.
Fundamento	Este método se basa en que las bacterias anaerobias, para su mejor desarrollo, necesitan de las llamadas “condiciones reductoras”. Para el objeto de esta norma, se utiliza la técnica de recuento en tubos, por siembra en masa en agar triptonado T 65, que contiene como agentes reductores la glucosa, clorhidrato de cisteína y como indicador redox la resazurina.
Medios de cultivo y reactivos	Requisitos básicos. Para que haya uniformidad en los resultados, es necesario que los componentes de los medios sean de una calidad uniforme y de grado analítico, o a su vez, se debe utilizar medios completos deshidratados, que deben ser reconstituidos y utilizados según las instrucciones del fabricante. Composición y preparación de los medios de cultivo y reactivos <ul style="list-style-type: none"> • Agar triptonado T 65 • Vaselina líquida estéril • Agua peptona al 0,1 %
Instrumentos y vidriería	La vidriería y utensilios que se utilicen en los ensayos deben ser de material inerte y resistente a esterilizaciones repetidas, además, deben estar perfectamente limpios y estériles: Pipetas bacteriológicas de boca ancha graduadas en 1/10 de cm ³ . Tubos de ensayo de 22 mm x 200 mm. Tubos de ensayo de 12 mm x 120 mm. Frascos con tapa de rosca, para muestras. Jarras anaerobias o cualquier otro equipo adecuado para cultivo anaeróbico. Incubador, 32 a 37°C Cuenta colonias. Baño de agua hirviente.
Muestreo, Conservación y	Tomar las muestras.

Preparación de la muestra	Las unidades de muestras perecederas que llegan al laboratorio deben mantenerse en refrigeración, entre 0°C y 5°C, por no más de 24 h. En general, las muestras deben mantenerse en las condiciones adecuadas del producto, hasta el momento del examen. La unidad analítica debe provenir de una unidad de muestra de por lo menos 100 g.
Procedimiento	<p>Siembra:</p> <p>En tubos conteniendo el agar triptonado T 65 fundido y temperado a 47°C, de cada dilución decimal y en tubos individuales, pipetear, por duplicado, volúmenes de 1 cm³, introduciendo la pipeta hasta el fondo y dejando caer la muestra al retirar la pipeta con movimiento helicoidal ascendente.</p> <p>Utilizar para cada dilución una nueva pipeta estéril.</p> <p>Poner los tubos en pie en un baño de agua fría para que el agar se solidifique rápidamente.</p> <p>Cubrir la siembra con una capa de vaselina líquida estéril de 1 cm de espesor (vaselina – parafina, agar al 2% o parafina) o poner los tubos en una jarra anaeróbica.</p> <p>Incubar entre 30°C y 35°C por 24 a 72 h.</p> <p>Recuento de colonias:</p> <p>Elegir los dos tubos de la dilución que contengan 30 ± 10 colonias, contarlas y calcular el número de UFC de bacterias anaerobias por gramo o centímetro cúbico de alimento.</p> <p>Si todos los tubos presentan más de 40 colonias, contar en los tubos inoculados con la menor cantidad de muestra.</p> <p>Si no hay desarrollo de colonias en los tubos sembrados con la suspensión inicial (10⁻¹) o con la muestra no diluida, anotar: “No se observan colonias”.</p>
Cálculos	<p>El número (N) de unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo o centímetro cúbico de muestra se calcula mediante la siguiente ecuación:</p> $N = n \times f$ <p>En donde:</p> <p>n = media aritmética de las colonias contadas</p> <p>f = factor de dilución (valor inverso de la dilución de la muestra).</p> <p>Cuando se siembran alícuotas de 1 cm³ de producto original líquido no diluido, la ecuación que se aplica es:</p> $N = n$

Fuente: (NTE INEN 1529-17, 1998)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

NTE INEN 1529 - 10:1998. Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad.

Tabla 7 – 3: Mohos y levaduras

Objeto	Esta norma describe el método para cuantificar el número de unidades programadas de mohos y levaduras en un gramo ó centímetro cúbico de muestra.
Alcance	Esta norma específica el método de recuento, en placa, por siembra en profundidad, para el recuento de mohos y levaduras.
Definiciones	<p>Mohos: Son ciertos hongos multicelulares, filamentosos, cuyo crecimiento en los alimentos se conoce fácilmente por su aspecto aterciopelado o algodonoso. Están constituidos por filamentos ramificados y entrecruzados, llamados “hifas”, cuyo conjunto forma el llamado “micelio” que puede ser coloreado o no. Los mohos pueden formar, sobre ciertos alimentos, toxinas, llamadas micotoxinas. Provocan la alteración de productos alimenticios, especialmente los ácidos: yogur, jugos, frutas, etc., o los de presión osmótica elevada: productos deshidratados, jarabes, algunos productos salados, etc.</p> <p>Levaduras: Son hongos cuya forma de crecimiento habitual y predominante es unicelular. Poseen una morfología muy variable: esférica, ovoide, piriforme, cilíndrica, triangular o, incluso, alargada, en forma de micelio verdadero o falso. Su tamaño supera al de las bacterias. Al igual que los mohos, causan alteraciones de los productos alimenticios, especialmente los ácidos y presión osmótica elevada.</p> <p>Recuento de mohos y levaduras viables: es la determinación del número de colonias típicas de levaduras y mohos que se desarrollan a partir de un gramo o centímetro cúbico de muestra, en un medio adecuado e incubado entre 22°C y 25°C.</p>
Material y medios de cultivo	<p>Materiales: La vidriería debe resistir esterilizaciones repetidas y todo el material debe estar perfectamente limpio y estéril.</p> <p>Placas Petri</p> <p>Pipetas serológicas de boca ancha de 1; 5 y 10 cm³ graduadas en 1/10 de unidad.</p> <p>Medio de cultivo:</p> <p>Agar sal – levadura de Davis o similar.</p>
Procedimiento	<p>Utilizando una sola pipeta estéril, pipetear, por duplicado, alícuotas de 1 cm³ de cada una de las diluciones decimales en placas Petri adecuadamente identificadas. Iniciar por la dilución de menos concentración.</p> <p>Inmediatamente, verter en cada una de las placas, inoculadas, aproximadamente 20 cm³ de agar sal – levadura de Davis (SLD) fundido y templado a 45 ± 2°C. La adición del medio de cultivo no debe pasar más de 15 minutos, a partir de la preparación de la primera dilución.</p> <p>Delicadamente, mezclar el inóculo de siembra con el medio de cultivo, imprimiendo a la placa movimientos de vaivén, 5 veces en una dirección; hacerla girar cinco veces en sentido de las agujas del reloj. Volver a imprimir movimientos de vaivén en una dirección que forme ángulo recto con la primera y hacerla girar cinco veces en sentido contrario a las agujas de reloj.</p> <p>Utilizar una placa para el control de la carga microbiana del ambiente, la cual no debe exceder de 15 colonias/placa, durante 15 minutos de exposición. Este límite es mantenido mediante prácticas adecuadas de limpieza y desinfección.</p> <p>Como prueba de esterilidad del medio, en una placa sin inóculo verter aproximadamente 20 cm³ del agar.</p>

	<p>Dejar las placas en reposo hasta que se solidifique el agar.</p> <p>Invertir las placas e incubarlas entre 22°C y 25°C, por cinco días.</p> <p>Examinarlas a los dos días de incubación y comprobar si se ha formado micelio aéreo. Las primeras colonias que se desarrollan son las de levaduras, que suelen ser redondas, cóncavas, estrelladas. La mayoría de las colonias jóvenes de levaduras son húmedas y algo mucosas, también pueden ser harinosas, blanquecinas y algunas cremosas y rosadas. En ciertos casos, apenas cambian al envejecer, otras veces se desecan y encogen. Las colonias de mohos tienen un aspecto algodonoso característico.</p> <p>Cuando el micelio aéreo de los mohos amenace cubrir la superficie de la placa, dificultando las lecturas posteriores; pasados dos días, realizar recuentos preliminares en cualquier placa que se pueda distinguir las colonias.</p> <p>A los cinco días, seleccionar las placas que se presenten entre 10 y 150 colonias y contarlas sin el auxilio de lupas. A veces pueden desarrollarse colonias pequeñas, éstas son de bacterias acidófilas y, por tanto, deben excluirse del recuento. Las colonias de levaduras deben ser comprobadas por examen microscópico.</p> <p>Contar las colonias de mohos y levaduras en conjunto o separadamente. Si las placas de todas las diluciones contienen más de 150 colonias, contar en las placas inoculadas con la menor cantidad de muestra.</p>
Cálculos	<p>Calculo del número (N) de unidades propagadoras (UP) de mohos y/o levaduras por centímetro cúbico ó gramo de muestra. Calcular según la siguiente fórmula:</p> $N = \frac{\text{número total de colonias contadas o calculadas}}{\text{cantidad total de muestra sembrada}}$ $N = \frac{\sum C}{V(n_1 + 0,1n_2)d}$ <p>Donde:</p> <p>$\sum C$ = suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas elegidas</p> <p>n_1 = número de placas contadas de la primera dilución seleccionada</p> <p>n_2 = número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada</p> <p>d = dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos, por ejemplo 10^{-2}</p> <p>V = volumen del inóculo sembrado en cada placa.</p>

Fuente: (NTE INEN 1529-10, 1998)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

3.4. Materiales utilizados

3.4.1. Materia prima

- Cebada (Malta)
 - Malta Base (Malta Pale Ale)
 - Malta Caramelo (Malta Caramber)
- Lúpulo
- Agua
- Levadura

- Adjuntos cerveceros
 - Cabuya
 - Cabuya (muestra de jugo, pulque o “Chawarmishqui”)

3.5. Herramientas y máquinas

En esta sección del proyecto se detallan las herramientas y maquinas utilizadas a nivel de laboratorio y a escala industrial.

3.5.1. Descripción del equipo a nivel de laboratorio

Para el desarrollo de los ensayos para obtener un producto idóneo y que cumpla con las necesidades del público al cual está enfocado este proyecto se utilizaron las siguientes herramientas y equipos de laboratorio

3.5.1.1. Materiales

- Airlocks
- Baldes de plástico de uso alimenticio
- Botellas ámbar (Uso cervecero)
- Botellón de plástico
- Buretas
- Cepillo plástico para limpieza de botellas
- Coladores
- Cooler
- Densímetro
- Embudo simple
- Embudo para botellas
- Espátula
- Hidrómetro
- Manguera de 3/8
- Manguera de 1/2
- Malla para reverbero
- Olla de acero inoxidable de grado alimenticio.
- Papel filtro
- Papel aluminio
- Pipetas
- Probetas de 500 y 1000 mililitros

- Reverbero
- Tapadora manual de botellas
- Tapas corona
- Termómetro
- Tubería de cobre para enfriamiento de 3/8
- Utensilios de cocina de acero inoxidable
- Varilla de agitación

3.5.1.2. Reactivos

- Agua destilada
- Alcohol antiséptico
- Amonio Cuaternario
- Vinagre

3.5.1.3. Equipos

- Balanza analítica
- Congelador
- Refractómetro
- Refrigerador

3.5.2. Descripción del equipo de producción a escala industrial.

- Molino de rodillo
- Olla de Maceración
- Tanque de Cocción u olla de cocción
- Fermentador
- Accesorios, acoples, línea sanitaria y bombas
- Intercambiador de calor

3.6. Análisis bromatológico de la materia prima (Cabuya)

Para la determinación de la composición, características y propiedades presentes en la cabuya o derivados, este estudio se desarrolló mediante revisiones bibliográficas e investigaciones previas que permitan a nuestro producto final tener un sustento adecuado para que el mismo sea apto para el consumidor final.

3.6.1. Características Físicas

Se maneja un análisis de las características físicas y datos tomados de una investigación, en la cual se puede fundamentar y aporta al estudio del presente trabajo. En esta investigación se empleó nueve plantas de *Agave* de entre siete y ocho años de edad para determinar las propiedades físicas en diversos parámetros que son: dimensiones y pesos de la planta completa, dimensiones y peso de la piña, dimensiones y peso de la hoja.

Tabla 8 – 3: Pesos de las planta de agave

Propiedad física (kg)	Valor medio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Peso de las plantas sin raíz	132	143	125	6.9
Peso de la raíz	29	38	20	7.3
Peso de la piña	50	60	41	6.6

Fuente: (Saldaña-Robles, Hlawinska, Robles, Vaca, Cabrera Sixto, Barrón, 2012)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

Tabla 9 – 3: Propiedades físicas determinadas de la planta de agave

Propiedad física (m)	Valor medio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
A: Diámetro máximo planta	2.43	2.20	2.75	0.22
B: Altura de la planta	1.54	1.40	1.69	0.11
C: Profundidad de raíz	0.51	0.31	0.60	0.12
D: Altura de la piña	0.56	0.51	0.60	0.04
E: Diámetro máximo piña	0.46	0.43	0.50	0.03

Fuente: (Saldaña-Robles, Hlawinska, Robles, Vaca, Cabrera Sixto, Barrón, 2012)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

Tabla 10 – 3: Número y pesos de la hoja de agave

Propiedad física	Valor medio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Número de hojas	115	136	86	19
Peso de la hoja (kg)	0.768	0.862	0.666	0.091

Fuente: (Saldaña-Robles, Hlawinska, Robles, Vaca, Cabrera Sixto, Barrón, 2012)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

Tabla 11 – 3: Propiedades físicas determinadas de las hojas de agave.

Propiedad física	Valor medio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
A: Largo (m)	1.08	1.00	1.25	0.05
B: Ancho máximo (cm)	9.3	7.0	11.0	0,9
C: Espesor máximo (cm)	2.7	2.0	4.0	0.5

Fuente: (Saldaña-Robles, Hlawinska, Robles, Vaca, Cabrera Sixto, Barrón, 2012)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

Las dimensiones y pesos determinados de la planta de agave así como de cada uno de sus elementos presentan una cierta variabilidad que se debe a los factores de desarrollo propio de cada planta. Sin embargo, pueden considerarse característicos para una planta de agave de 7 a 8 años de edad (Saldaña, y otros, 2012, pág. 453).

3.6.2. Características Químicas

Se estableció el estudio en fuentes bibliográficas para la determinación de características químicas

- Composición nutricional de la cabuya

Tabla 12 – 3: Composición nutricional de la Cabuya

Nutrientes	Valores %
Humedad	87.38
Proteína	0.30
Grasa	0.01
Carbohidratos (kcal/kg.)	12.00
Cenizas	0.23
Potasio	21.56
Magnesio	7.41
Calcio	9.51
Fosforo	4.20

Fuente: (Beltrán Collante, 2014)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

- Muestra de jugo, pulque o “Chawarmishqui” (proceso previo).

Tabla 13 – 3: Muestra de jugo, pulque o “Chawarmishqui” de Cabuya

Ensayo	Resultados (%)
Proteínas (g/100g de muestra original) (factor 6.25)	0,7
Fibra (g/100g de muestra original)	0,0
Grasa (g/100g de muestra original)	0,0
Ceniza (g/100g de muestra original)	0,6
Humedad (g/100g de muestra original)	89,0

Carbohidratos (g/100g de muestra original)	9,7
Sólidos solubles	12,4
Energía total (g/100g de muestra original)	41,6
Ph	4,32

Fuente: (Pineda, Uribarri, 2014)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

Al referirse a un proceso previo con respecto a la muestra de jugo, pulque o “Chawarmishqui”, se detalla la obtención del mismo, este presenta altas cantidades de azúcar componente fundamental para realizar una fermentación, etapa de mucha importancia al realizar una cerveza artesanal.

3.7. Ensayos experimentales a nivel de laboratorio

3.7.1. Molienda

La etapa de molienda tiene como finalidad permitir la extracción de azúcares que se realiza en el proceso de maceración mediante la trituración del grano. Al triturar el grano de forma en que se mantenga la cascarilla y se triture el interior del grano se obtendrá una liberación del extracto fácilmente, hay que recalcar que si se da una molienda muy fina al punto de ser casi harina tendremos problemas de partículas en suspensión en el producto final, por otra parte si el proceso conlleva que el grano sea muy grande la extracción de azúcares será escasa y con un rendimiento bajo. En términos generales debemos hacer una molienda equilibrada para mejores resultados.

Una molienda adecuada presenta la siguiente composición (Gigliarelli, 2009):

- Cascara: 30%
- Grano grueso: 10 – 20%
- Grano Fino: 20 – 30%
- Harina: 20 – 30%



Fotografía 1 – 3. Etapa de Molienda

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

En la molienda se utilizó un molino de rodillos, el mismo fue regulado el disco y así tener un triturado con los parámetros anteriores. Como dato adicional se debe realizar esta operación en una zona aislada ya que al triturar se produce un polvo fino y este podría ser foco de contaminación.

3.7.2. Macerado

La etapa de maceración tiene como objetivo principal generar azúcares a partir del almidón que se encuentra presente en el grano. Para esta etapa se debe calentar agua a una temperatura de 62 a 67°C siendo esta última la más adecuada para obtener mejores resultados. Una vez cumplido estos parámetros se procede al ingreso de la malta molida y se mantiene la misma por un periodo de tiempo de 60 minutos, removiendo la misma cada cierto tiempo para así lograr desprender mayor cantidad de azúcar del grano. En este caso al aplicar las cuatro formulaciones, en esta etapa se adicionaron la cabuya y “Chawarmishqui” de la siguiente forma:

Tabla 14 – 3: Cantidades de cabuya en trozos y “Chawarmishqui” en la maceración

Proceso	Formulación	Tipo de adición	Gramos (g) o Mililitros (ml)
Maceración 1	1	Cabuya en trozos	1242 g
Maceración 2	2	“Chawarmishqui”	1160,75 ml

Fuente: Propia, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019



Fotografía 2 – 3. Etapa de Macerado

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

3.7.3. Filtración y Recirculado

La etapa de filtración y recirculado sigue con el proceso después de la maceración, el objetivo principal de la filtración es separar el bagazo húmedo del mosto, con el proceso previo de recirculación que permite clarificar el mosto se realiza de mejor manera ya que se vierte de forma reiterada el mosto sobre una malla esterilizada que retiene las partículas más pequeñas obteniendo así un mosto o líquido más limpio.



Fotografía 3 – 3. Etapa de Filtrado y Recirculado

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

3.7.4. Lavado

Se desarrolla esta etapa con la finalidad de extraer el máximo contenido de azúcares contenidos en el grado, sin olvidar mantener una temperatura adecuada de 75°C que no llegue a 78°C, si no se obtendría compuestos fenólicos y sabores no deseados que alterarían el producto final. Además, que en esta fase el agua que se incorpora permite una recuperación de la misma en etapas como la maceración, cocción y pérdidas en fermentación.

3.7.5. Cocción

En esta etapa se coloca el mosto en una olla, para llevar el mismo a ebullición por un periodo de tiempo de 90 minutos a máxima temperatura, la finalidad de esta etapa es la esterilización del mosto, Isomerización de los lúpulos por medio de la temperatura y el tiempo (proporciona amargor o IBU al mosto), clarificación mediante altas temperaturas, eliminación de DMS (sulfuro de dimetilo) al aumentar la temperatura por ser un compuesto volátil.

Una vez se alcanza los 60 minutos de cocción o hervor se procedió a ingresar 17,82 gramos de lúpulo Columbus, este lúpulo otorga el amargor al producto final, a los 75 minutos se agrega 9,50 gramos de lúpulo Cascade, este lúpulo otorga el aroma y sabor al producto final y finalmente a los 80 minutos se ingresa la cabuya o “Chawarmishqui” de igual manera tomando en cuenta las cuatro formulaciones se presenta de la siguiente manera.

Tabla 15 – 3: Cantidades de cabuya en trozos y “Chawarmishqui” en la cocción

Proceso	Formulación	Tipo de adición	Gramos (g) o Mililitros (ml)
Cocción 1	3	Cabuya en trozos	497 g
Cocción 2	4	“Chawarmishqui”	464,49 ml

Fuente: Propia, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019



Fotografía 4 – 3. Etapa de Cocción

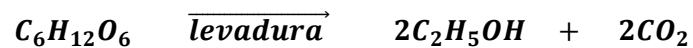
Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

3.7.6. *Enfriamiento*

Después de la etapa de cocción, el mosto debe descender de forma rápida de temperatura es por eso que se puede aplicar dos maneras: Un recipiente de plástico (tina) con agua y hielo picado, o un refrigerante circular sumergido en agua con conexión directa a nuestro fermentador. Se usó el refrigerante circular previamente sanitizado con un rango de temperatura de 16°C a 23°C en el fermentador ya que de esta forma se minimiza una posible contaminación y bacterias.

3.7.7. *Fermentación*

La etapa de más relevancia del proceso, el mosto debe mantener una temperatura de 18°C a 23°C para la adición de levadura, la inoculación de esta produce la reacción de más importancia en el proceso que es convertir todos los azúcares que se encuentran en nuestro mosto en alcohol etílico y dióxido de carbono.



Las levaduras consumen los azúcares fermentables, que se proporcionan en la etapa de maceración, produciendo alcohol etílico. La fermentación se desarrolla en un periodo de 7 días que es donde la levadura despliega dos etapas que son de Aerobiosis (Consumo de O₂) y Anaerobiosis (Generación de alcohol).

El mosto enfriado se trasladó a un recipiente de plástico previamente sanitizado y esterilizado y se agrega 12gr levadura en cada una de nuestras formulaciones buscando una fermentación alta. Se usó airlocks y tapas con catetes para evitar el ingreso de O₂ en el recipiente manteniendo así óptimas condiciones.



Fotografía 5 – 3. Etapa de Fermentación

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

3.7.8. Maduración

Proceso en frío en donde el objetivo principal es la inactivación de levaduras, además de redondear los sabores del producto final y la clarificación de la misma. Este proceso se maneja a bajas temperaturas como son de 3°C – 7°C evitando el congelamiento y el tiempo necesario es de 6 a 8 días.

3.7.9. Carbonatación

Esta etapa se puede llevar a cabo de dos formas: Carbonatación Natural o Carbonatación Forzada. La usada es la de forma natural que es donde se encierra de mejor manera los sabores y aromas del producto final. Una vez terminada la maduración, en el mosto permanece una pequeña cantidad de levadura que con las bajas temperaturas fue inactivada, esta es la clave para que se produzca el gas o CO₂, se adiciona azúcar para que se lleve a cabo una segunda fermentación, los residuos de levadura presentes consumen dicha azúcar y generan el gas necesario para el producto. Para una carbonatación adecuada se necesita alrededor de 7gr por cada litro de cerveza y una temperatura de 18 a 23°C.

3.7.10. Envasado

Este proceso se desarrolló con la ayuda de un embudo pasando el mosto a cada uno de los envases, que previamente fueron sanitizados y esterilizados, dejando una referencia de 3 dedos libres para que la carbonatación se lleve a cabo, finalizado esto se procedió a sellar las botellas con las tapillas y evitando así contaminación y fugas de gas.

Para que se desarrolle una segunda fermentación es necesario colocar los envases en un lugar con poca luz y por un tiempo de 8 a 10 días para terminar con una cerveza óptima.



Fotografía 6 – 3. Carbonatación y Envasado

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

3.8. Establecimiento del mejor proceso de elaboración de cerveza artesanal

Para establecer el mejor proceso de elaboración de cerveza artesanal con cebada y cabuya se realizaron ensayos previos partiendo de dos de los procesos principales en la elaboración de cerveza, la maceración y la cocción, se obtuvo dos tipos de formulaciones en cada una, pero en ambas varía la forma de adición de los trozos de cabuya y “Chawarmishqui”. Una vez obtenido las formulaciones se sometió a una evaluación sensorial, a cada una de ellas, en la cual se pueda sustentar un producto final apto para salir al mercado, que cuente con una aceptación y permita respaldar el mejor proceso de elaboración escogido.

3.8.1. *Ensayos previos a la determinación del mejor proceso de elaboración de cerveza*

Para la realización de estos ensayos se siguió un proceso de molienda, maceración, filtración, cocción, enfriamiento, fermentación, carbonatación y envasado, partiendo de una producción de 2,5 litros y adicionando los trozos de cabuya y “Chawarmishqui” en las etapas del proceso hasta tener un producto con características que se acoplen a una cerveza artesanal, tomando en cuenta parámetros como sabor, color, aroma, amargor entre otros. Se estableció los porcentajes adecuados con los que se tiene trabajar realizando cerca de 7 a 8 ensayos, en cada una de las formulaciones, a continuación se describe 3 de los más importantes, en cada uno de los procesos, hasta la obtención de las cuatro formulaciones finales.

3.8.1.1. *Ensayos realizados en el proceso de maceración*

Se denominó maceración 1, al proceso que se llevó a cabo adicionando trozos de cabuya y maceración 2, al proceso que se llevó a cabo adicionando “Chawarmishqui”, a continuación se detallan las cantidades y porcentajes de los ensayos previos realizados.

Tabla 16 – 3: Ensayos previos en el proceso de maceración 1.

PROCESO	ENSAYO	TROZOS DE CABUYA (g)	% (adición)
Maceración 1	Ensayo 1	62,1 g	10 %
	Ensayo 2	124,2 g	20 %
	Ensayo 3	155,25 g	25 %

Fuente: Propia, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

En el ensayo 1 con trozos de cabuya, se obtuvo 1,20 litros de una muestra con un sabor desagradable, un aroma y color a fermento, totalmente amargo, por lo que no se hizo fácil consumir y finalmente fue descartado.

En el ensayo 2 con trozos de cabuya se obtuvo 1,25 litros de una muestra con un sabor y aroma a malta, el color era más dorado que rojo y el amargor era ligero, se consumió la muestra pero de igual manera se descartó porque no presentaba características de la cabuya.

Finalmente en el ensayo 3 con trozos de cabuya se obtuvo 1,45 litros de una muestra con un sabor a malta, un aroma ligero a vegetal con mezcla de malta, color dorado rojizo y el amargor fino y ligero, se consumió la muestra y fue la escogida para la presentación de las pruebas de cata.

El ensayo 3 en el proceso de maceración 1, se define como formulación 1.

Tabla 17 – 3: Ensayos previos en el proceso de maceración 2.

PROCESO	ENSAYO	“CHAWARMISHQUI” (ml)	% (adición)
Maceración 2	Ensayo 1	58,04 ml	10 %
	Ensayo 2	116,07 ml	20 %
	Ensayo 3	145,09 ml	25 %

Fuente: Propia, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

En el ensayo 1, con “Chawarmishqui” se obtuvo 1,22 litros de una muestra muy viscosa con un sabor poco agradable, no presentaba aroma, el color presentaba una tonalidad rojiza y en cuanto al amargor no era tan presente, se pudo consumir esta muestra pero fue descartada.

En el ensayo 2 con “Chawarmishqui” se obtuvo 1,30 litros de una muestra con un sabor muy agradable, aroma fino, ligero y con toque dulce, color naranja, y amargor ligero, pero también fue descartada porque era muy viscosa.

Finalmente en el ensayo 3 con “Chawarmishqui” se obtuvo 1,45 litros de una muestra con sabor ligeramente dulce, aroma muy característico al “Chawarmishqui”, color dorado con un toque anaranjado y el amargor medio, se consumió la muestra y fue la escogida para la presentación de las pruebas de cata.

El ensayo 3 en el proceso de maceración 2, se define como formulación 2.

3.8.1.2. Ensayos realizados en el proceso de cocción

Se denominó cocción 1, al proceso que se llevó a cabo adicionando trozos de cabuya y cocción 2, al proceso que se llevó a cabo adicionando “Chawarmishqui”, a continuación se detallan las cantidades y porcentajes de los ensayos previos realizados.

Tabla 18 – 3: Ensayos previos en el proceso de cocción 1.

PROCESO	ENSAYO	TROZOS DE CABUYA (g)	% (adición)
Cocción 1	Ensayo 1	31,05 g	5
	Ensayo 2	62,1 g	10
	Ensayo 3	93,15 g	15

Fuente: Propia, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

En el ensayo 1 con trozos de cabuya, se obtuvo 1,30 litros de una muestra con un sabor a fermento, un aroma a malta, color naranja y un amargor muy intenso, se consumió la muestra pero fue descartada.

En el ensayo 2 con trozos de cabuya se obtuvo 1,25 litros de una muestra con un sabor a malta, aroma ligeramente a malta endulzada, el color era dorado y el amargor era ligero, se consumió la muestra y fue la escogida para la presentación de las pruebas de cata.

Finalmente en el ensayo 3 con trozos de cabuya se obtuvo 1,10 litros de una muestra con un sabor a fermento, un aroma muy fuerte a alcohol, color dorado y el amargor ligero, se consumió la muestra pero fue descartada.

El ensayo 2 en el proceso de cocción 1, se define como formulación 3.

Tabla 19 – 3: Ensayos previos en el proceso de cocción 2.

PROCESO	ENSAYO	“CHAWARMISHQUI” (ml)	% (adición)
Cocción 2	Ensayo 1	29,02 ml	5 %
	Ensayo 2	58,04 ml	10 %
	Ensayo 3	87,06 ml	15 %

Fuente: Propia, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

En el ensayo 1 con “Chawarmishqui” se obtuvo 1,25 litros de una muestra con un sabor desagradable, aroma muy dulce, el color era un dorado muy intenso y en cuanto al amargor era ligero, se consumió esta muestra pero fue descartada.

En el ensayo 2 con “Chawarmishqui” se obtuvo 1,35 litros de una muestra con un sabor muy agradable, una mezcla entre dulce y picante, aroma a malta, ligeramente a “Chawarmishqui” y con toque dulce, color dorado y amargor ligero, se consumió y fue la escogida para la presentación de pruebas de cata.

Finalmente, en el ensayo 3 con “Chawarmishqui” se obtuvo 1,20 litros de una muestra con un sabor muy marcado a alcohol, aroma ligeramente a “Chawarmishqui”, color anaranjado y el amargor medio, se consumió la muestra pero fue descartada.

El ensayo 2 en el proceso de cocción 1, se define como formulación 4.

3.8.2. Aplicación de la evaluación sensorial

Para obtener el mejor proceso de elaboración de cerveza artesanal a base de cebada y cabuya se sometió las cuatro formulaciones a una evaluación sensorial, la cual se realizó a personas de diferentes edades y de diversos lugares de origen, esto nos permite tener una diversidad amplia de hacia dónde se debe enfocar el producto y también las opiniones de personas a nivel nacional. La totalidad de participantes fue de 150 personas escogidos al azar, como posibles consumidores, que después de degustar el producto, procedieron al llenado de la evaluación sensorial, obteniendo así los datos necesarios para poder ser analizados, tabulados y emitir un resultado.

En la ficha de la evaluación sensorial se denominó a las muestras como A, B, C y D, en donde las muestras A y C, corresponden a la formulación 1 y 2, siendo C la formulación 1 (Trozos de cabuya en la maceración) y A la formulación 2 (“Chawarmishqui” en la maceración), las muestras B y D, corresponden a la formulación 3 y 4, siendo D la formulación 3 (Trozos de cabuya en la cocción) y B la formulación 4 (“Chawarmishqui” en la cocción). Esto para la primera pregunta de la evaluación en la cual, se pedía a los encuestados marcar la opción que más le gusto y según los datos obtenidos se considera como la muestra de mayor aceptación aquella que presente mayor frecuencia.

En la segunda pregunta en cambio, se planteó las cuatro muestras A,B,C,D y se pidió que el participante exprese su opinión en cuanto a criterios sabor, amargor, color y olor, tomando en cuenta los parámetros de me gusta, ni me gusta ni me disgusta y no me gusta. Aquí es donde se obtiene los resultados dando un análisis focalizado y específico de cada una de las muestras. Para un mejor entendimiento revisar el Anexo I.

Finalmente se solicitó un comentario por parte de los participantes, en busca de opiniones acerca de cada una de las muestras y factores que se podrían mejorar hacia futuro.

3.9. Variables de diseño, parámetros de operación

3.9.1. Variables de diseño.

3.9.1.1. Temperatura:

Este parámetro depende del tipo o clase de cerveza artesanal que se desee obtener, en el caso de este proyecto el tipo es una Ale Cremosa (Cream Ale), la temperatura de producción de la cerveza

CREAM ALE debe estar en un rango de 62 – 67°C en la etapa de maceración, si llegaría a estar a menos de 62°C las enzimas presentes en la malta no se activarían y por el contrario si pasaría los 75°C las enzimas morirían. A continuación se detalla de mejor manera las enzimas amilolíticas o diastásicas que son aquellas imprescindibles en todos los regímenes de maceración.

Tabla 20 – 3: Enzimas Amilolíticas o Diastásicas

Tipo de enzima	Rango de temperatura	Rango del pH	Nombre de enzima	Observaciones
Alfa – amilasa	67°C – 75°C	5,2 – 5,7	Dextrinas	Muy difícil de degradar para la levadura.
Beta – amilasa	62°C – 67°C	5,0 – 5,5	Maltosa, glucosa	Degradada por la levadura con mucha facilidad.

Fuente: (Huxley, 2006)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

En el lavado del grano la temperatura debe estar a 75 – 76°C para aprovechar la máxima extracción de azúcares restantes del grano y se debe evitar sobrepasar los 78°C para no obtener compuestos fenólicos.

En la etapa del enfriado la temperatura debe bajar hasta un rango de 18°C – 22°C, es un proceso que se recomienda hacer de forma muy rápida ya que de esta forma se evita la contaminación de nuestro producto final, además que esto permite que las levaduras actúen y evitar que nuestra cerveza se pueda hacer más amarga.

En la etapa de fermentación es recomendable mantener una temperatura estable o estándar en este caso se usará temperatura ambiente que entra en un rango de 14°C – 23°C que es la adecuada para que la levadura no pierda sus propiedades y pueda actuar con toda naturalidad.

3.9.1.2. Tiempo

La variable del tiempo es la segunda variable a controlar en etapas como la maceración y cocción, el tiempo a controlar es de 60 y 90 minutos respetivamente, tiempos mayores podrían causar pérdidas (evaporación líquida) y además se puede producir cerveza con más amargor, ya que mientras más tiempo de cocción más amarga será la cerveza.

3.9.2. Parámetros de operación

3.9.2.1. pH

Controlar esta variable nos permitirá tener el producto final con mayor salubridad e inocuidad, evitando la proliferación de bacterias garantizando un producto que pueda ser consumido por el ser humano. Un pH con un rango de 4 – 5,5 evitara que las bacterias se puedan desarrollar.

3.9.2.2. Sabor

Es un parámetro que tanto desde el inicio del proceso como hasta el producto final debe ser considerado al elaborar cerveza artesanal. Por tal virtud se describe las etapas en donde es necesario determinar un sabor característico del mosto a lo largo del proceso hasta la transformación final en cerveza.

- Macerado.- El mosto debe tener un sabor azucarado maltoso en donde claramente se sienta el almidón, las enzimas presentes en el grano han hecho efecto.
- Cocción.- Etapa que tiene como objetivo la esterilización del mosto y la concentración del mismo, un sabor azucarado maltoso con mayor concentración será el indicativo para ingresar los lúpulos dependiendo del tiempo, a partir de ahí el mosto presenta un sabor medio entre azucarado y amargo.
- Maduración.- Al inicio el mosto tendrá un sabor a una bebida con alcohol con cierto amargor y al final de esta etapa será en donde se sentirá un sabor casi a cerveza con un ligero toque de amargor que permitirá identificar que la fermentación se dio sin ningún problema.
- Carbonatación, envasado y producto final.- Una cerveza como la Cream Ale o Ale Cremosa debe tener una carbonatación de media a alta, el sabor debe ser ligeramente a malta endulzada y un amargor ligero, será fácilmente identificable un sabor a “Chawarmishqui”.

3.9.2.3. Color

Al igual que el sabor se describirá por las etapas del proceso para un mejor entendimiento.

- Molienda.- El color del grano que ingresa a la molienda no debe ser ni oscuro, ni rojo, ni marrón, el grano de malta debe ser dorado amarillo en el caso de la malta base (Pale Ale), en el caso de la malta caramelo (Caramber) será ligeramente rojiza.
- Macerado.- El color del mosto debe ser entre anaranjado y dorado, pero nunca colores oscuros como marrón o negro.
- Cocción.- El color del mosto será clarificado en esta etapa llegando a tener un mosto entre dorado anaranjado ligero y amarillo.

- Fermentación.- Con acción de las levaduras se clarificará totalmente el mosto teniendo un color moderadamente dorado.
- Maduración.- Es la etapa final para determinar el color, el producto deberá tener un color pajizo pálido o dorado moderado.

3.9.2.4. Aroma

Al igual que sus predecesores se describirá por las etapas del proceso para un mejor entendimiento.

- Macerado.- El aroma del mosto será a malta azucarada concentrada en infusión. Parecido al maíz.
- Cocción.- El aroma a una bebida dulce prevalecerá, la malta se siente más con el pasar del tiempo de cocción. Al ingresar el lúpulo se sentirá un olor a hierbas en infusión pero se desvanecerá.
- Envasado y producto final.- El producto final tendrá un aroma ligeramente endulzado, el lúpulo ha hecho efecto y se siente un aroma herbal pero casi es imperceptible, el aroma a “Chawarmishqui” con malta es característico.

3.10. Cálculos de diseño ingenieril en la elaboración de cerveza artesanal.

Los cálculos y balances de diseño ingenieril se presentan para una producción de 20 L, que es la medida inicial mínima que se puede realizar si se desea a nivel industrial, tomando en cuenta fines educativos, además que mediante esta se puede escalar sin ningún problema a la medida final máxima que es una producción final 1500 litros/ mes, estos han sido desarrollados en orden según cada etapa del proceso de elaboración de cerveza artesanal.

3.10.1. Cálculos para el balance de materia en la producción de cerveza artesanal

3.10.1.1. Valores referenciales para la Cerveza Artesanal (Cream Ale)

Según la **tabla 21 – 3** se presenta los valores y parámetros para una cerveza artesanal de tipo Cream Ale (Rubia).

Tabla 21 – 3: Datos y parámetros de la cerveza Cream Ale

CERVEZA CREAM ALE $d= (1,052)$	
Malta	Malta Base (Pale Ale), Malta Caramelo (Caramber)
Lúpulo	Columbus y Cascade
O.G.	52
F.G.	10

IBU's	16
Q	20

Fuente: Propia, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

3.10.1.2. Cálculos de la cantidad del grano (peso).

$$UG = \frac{OG * Q}{3.785}$$

Dónde:

UG = Unidad de Gravedad

OG = Gravedad Original del mosto

Q = Cantidad de cerveza a elaborar

$$UG = \frac{OG * Q}{3.785}$$

$$UG = \frac{52 * 20}{3.785}$$

$$UG = 275$$

Se utilizó 2 tipos de malta en tal razón se tienen los siguientes resultados:

$$IG = UG * \% \text{ de malta}$$

Dónde:

IG = Cantidad de grano con las variedad empleada

% de malta = malta presente en el proceso

Q = Unidad de gravedad

Malta Pale Ale (95%)

$$IG = 275 * 0,95$$

$$IG = 261,25$$

Malta Caramelo (5%)

$$IG = 275 * 0,05$$

$$IG = 13,75$$

Cantidad de granos en Kg

$$P = \frac{IG * 0,4536}{G * R}$$

Dónde:

P = Peso del tipo de la malta

IG = Cantidad de grano con la variedad empleada

G = Coeficiente de rendimiento de la malta

R = Rendimiento del equipo macerador

En la **tabla 22 – 3** se detalla los valores del rendimiento de las maltas, para obtener un peso estimado.

Tabla 22 – 3: Valores referenciales de las diferentes maltas.

Tipo de Malta	Max. Yield	Max. PPG
Malta Lager (2 – row)	80	37
Malta Pale (2 – row)	81	38
Malta Vienna	75	35
Malta Munich	75	35
Malta Caramelo 120	72	33
Special B	68	31
Malta Black	55	25
Cebada Tostada	55	25

Fuente: (Cervezomición, 2015)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

Peso de Malta Pale Ale

$$P = \frac{261,25 * 0,4536}{36 * 0,70}$$

$$P = 4,70 \text{ Kg}$$

Peso de Malta Caramelo

$$P = \frac{13,75 * 0,4536}{33 * 0,70}$$

$$P = 0,27 \text{ Kg}$$

Peso total de las maltas

$$PT = \text{Malta Pale Ale} + \text{Malta Caramelo}$$

$$PT = 4,70 + 0,27$$

$$PT = 4,97 \text{ Kg}$$

3.10.1.3. Cálculo de la cantidad de lúpulo

Se necesita usar tres tipos lúpulos de amargor, sabor y aroma; en tal virtud se usó lúpulos duales que brindan mejores resultados en el producto final. Columbus con 17% A/A y Cascade con 6.2% de A/A

$$Wg = \frac{Q * Cg * IBU}{(U\% * A\% * 1000)}$$

Dónde:

Wg = Cantidad de lúpulo en gramos

Q = Cantidad de cerveza a elaborar

Cg = Coeficiente para la cerveza de OG menores a 1,050 es igual a 1 y para mayores es igual a:

$$Cg = 1 + \frac{(G - 1,050)}{0,2}$$

IBU = Unidades de amargor deseada

U = Coeficiente para el tiempo del hervor

A = Alpha acido del lúpulo a usar

$$Cg = 1 + \frac{(1,052 - 1,050)}{0,2}$$

$$Cg = 1,01$$

IBU = 16

IBU Columbus = 9

IBU Cascade = 7

En la **tabla 23 - 3** se detalla el tiempo del hervor del lúpulo

Tabla 23 – 3: Tiempos de cocción y porcentajes

Tiempo de hervor en minutos	Porcentajes de utilización
0 – 9 minutos	6 (0,06)
10 – 19 minutos	15 (0,15)
20 – 29 minutos	19 (0,19)
30 – 44 minutos	24 (0,24)
45 – 59 minutos	27 (0,27)
Más de 60 minutos	34 (0,34)

Fuente: (The Beer Times™, 2018)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2019

$$Wg = \frac{Q * Cg * IBU}{(U\% * A\% * 1000)}$$

Peso del Lúpulo Columbus

$$Wg = \frac{20 * 1,01 * 9}{(0,06 * 0,17 * 1000)}$$

$$Wg = 17,82 \text{ gr}$$

Peso del Lúpulo Cascade

$$Wg = \frac{20 * 1,01 * 7}{(0,24 * 0,062 * 1000)}$$

$$Wg = 9,50 \text{ gr}$$

3.10.1.4. Cálculo de los Platos (°P) para la producción de cerveza artesanal

El °P no es nada más que el peso de azúcar que se encuentra disuelta en el agua. Se debe cambiar la densidad inicial a esta medida para el cálculo del extracto total.

$$°P = \frac{(\text{Densidad del mosto antes de hervir} - 1) * 100}{4}$$

$$°P = \frac{(1,052 \frac{g}{L} - 1) * 100}{4}$$

$$°P = 13$$

3.10.1.5. Cálculo del Extracto (Ex) para cada litro de la producción de cerveza artesanal.

Cantidad de azúcar presente en el mosto por litro de agua.

$$Ex = 1,052 \frac{g}{L} * 13 * 10$$

$$Ex = 136,76 \frac{g}{L}$$

3.10.1.6. Cálculo del Extracto Total (Ext) de la producción de cerveza artesanal

Azúcar total disuelta en el agua

$$Ext = \frac{(Ex * \text{Litros del mosto antes de hervir})}{\frac{1Kg}{1000gr}}$$

$$Ext = \frac{(136,76 * 22)}{\frac{1Kg}{1000gr}}$$

$$Ext = 3,01 Kg$$

3.10.1.7. Cálculo de la cantidad de bagazo seco de la producción de cerveza artesanal.

$$\text{Bagazo Seco} = Kg \text{ Malta Mezclada} - Kg \text{ extracto total}$$

$$\text{Bagazo Seco} = 4,97 Kg - 3,01Kg$$

$$\text{Bagazo Seco} = 1,96 \text{ Kg}$$

3.10.1.8. *Cálculo del Mosto obtenido en la producción de cerveza artesanal*

$$\text{Mosto} = \text{Malta Mezclada} + \text{Agua agregada} - \text{Bagazo Seco}$$

$$\text{Mosto} = 4,97\text{Kg} + 20\text{Kg} - 1,96$$

$$\text{Mosto} = 23,01\text{Kg}$$

3.10.1.9. *Cálculo del Bagazo Húmedo de la producción de cerveza artesanal*

$$\text{Bagazo Húmedo} = \text{El peso del bagazo al final de la maceración}$$

$$\text{Bagazo Húmedo} = 6,02\text{Kg}$$

3.10.1.10. *Cálculo del mosto final después del lavado (MFDL)*

$$\text{MFDL} = \text{Mosto antes de lavar} + \text{bagazo seco} + \text{agua de lavado} - \text{bagazo húmedo}$$

$$\text{MFDL} = 23,41\text{Kg} + 1,96\text{Kg} + 10\text{Kg} - 6,02\text{Kg}$$

$$\text{MFDL} = 29,35\text{Kg}$$

3.10.1.11. *Cálculo del agua evaporada en la cocción del proceso de elaboración de cerveza artesanal*

$$Q = m * L$$

Dónde:

Q = Calor necesario aportar para que una masa de cierta sustancia cambie de fase.

m = masa de la sustancia

L = Calor latente de la sustancia.

$$m = \frac{Q}{L}$$

$$Q = 1000 \frac{KJ}{h}$$

$$L = 2256 \frac{KJ}{Kg}$$

$$m = \frac{1000 \frac{KJ}{h}}{2256 \frac{KJ}{Kg}}$$

$$m = 0,443 \frac{Kg}{h}$$

$$m = 0,443 \frac{Kg}{h} * 1.5h$$

Agua evaporada = 0,66 Kg

3.10.2. Balance Simultáneo de Materia en la producción de cerveza artesanal

Los balances están basados en el desarrollo de cada una de las etapas de producción de cerveza artesanal. Además de una balance general o global.

Molienda

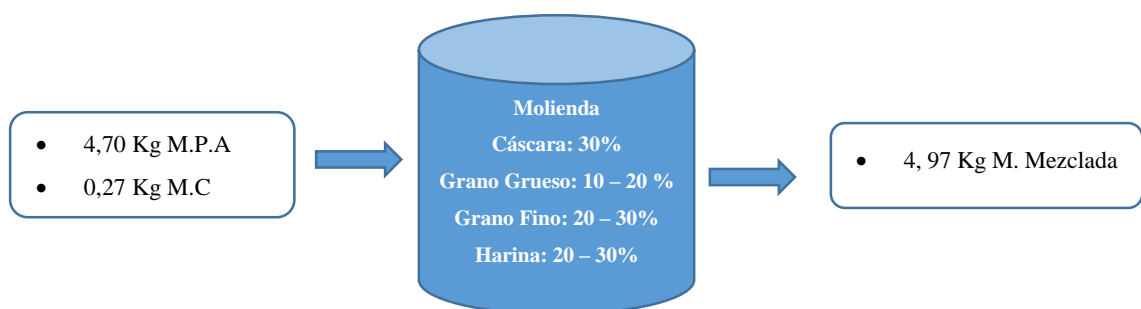


Gráfico 1-3: Balance de materia en la etapa de molienda.

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

Maceración

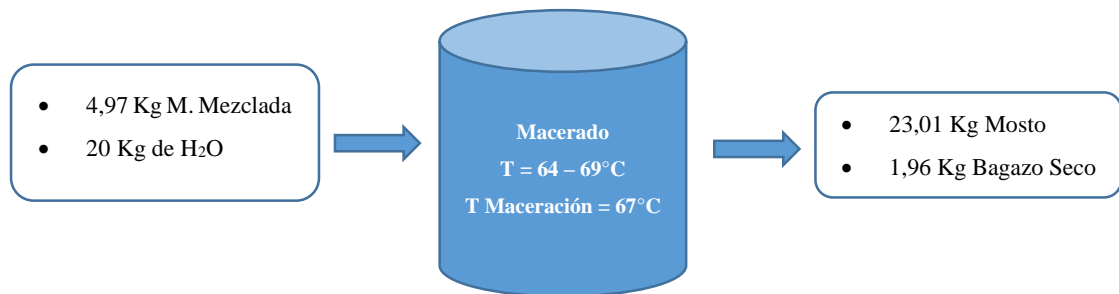


Gráfico 2-3: Balance de materia en la etapa de maceración.

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

Filtración y Recirculación

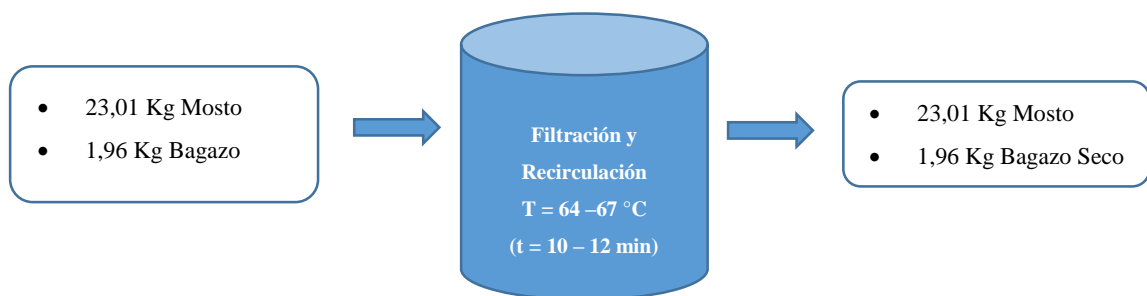


Gráfico 3-3: Balance de materia en la etapa de filtración y recirculación

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

Lavado

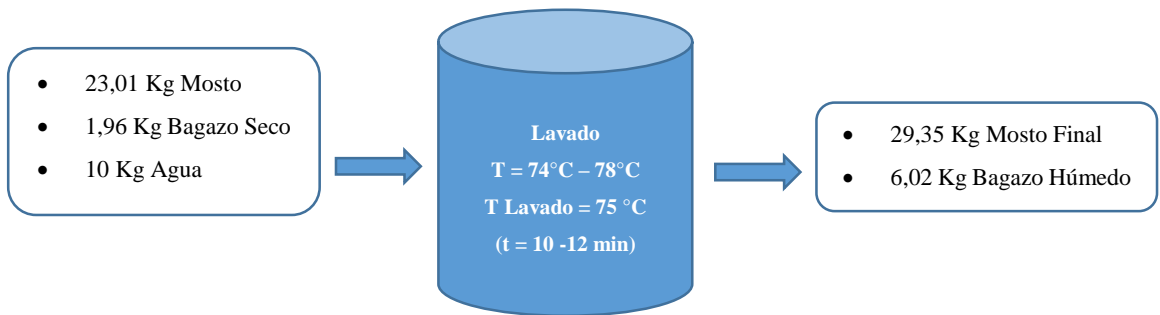


Gráfico 4-3: Balance de materia en la etapa de lavado

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

Cocción

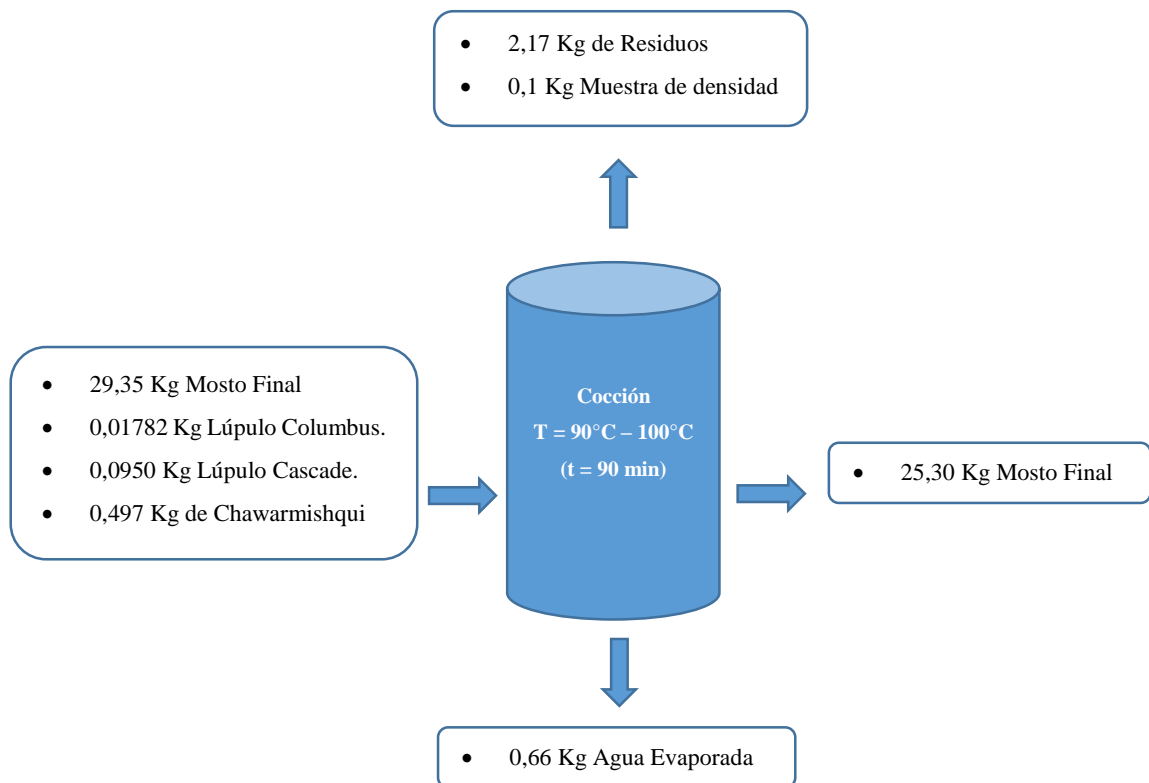


Gráfico 5-3: Balance de materia en la etapa de cocción.

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

Enfriado

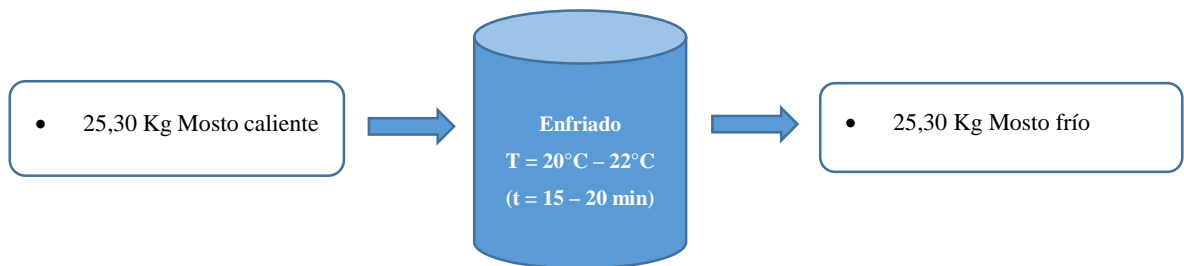


Gráfico 6-3: Balance de materia en la etapa de enfriado.

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

Fermentación

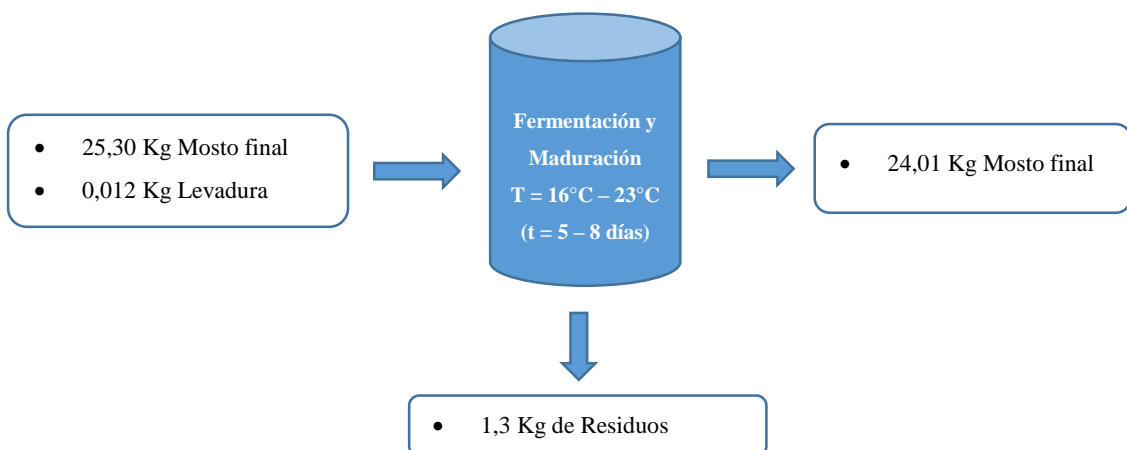


Gráfico 7-3: Balance de materia en la etapa de fermentación

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

Maduración

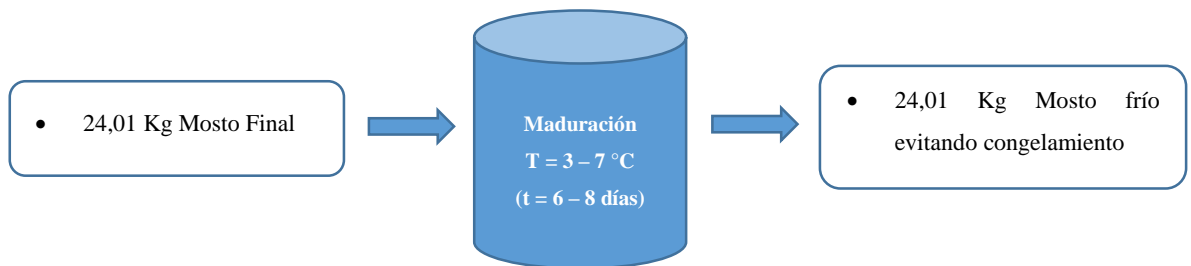


Gráfico 8-3: Balance de materia en la etapa de maduración

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

Carbonatación y Embotellado

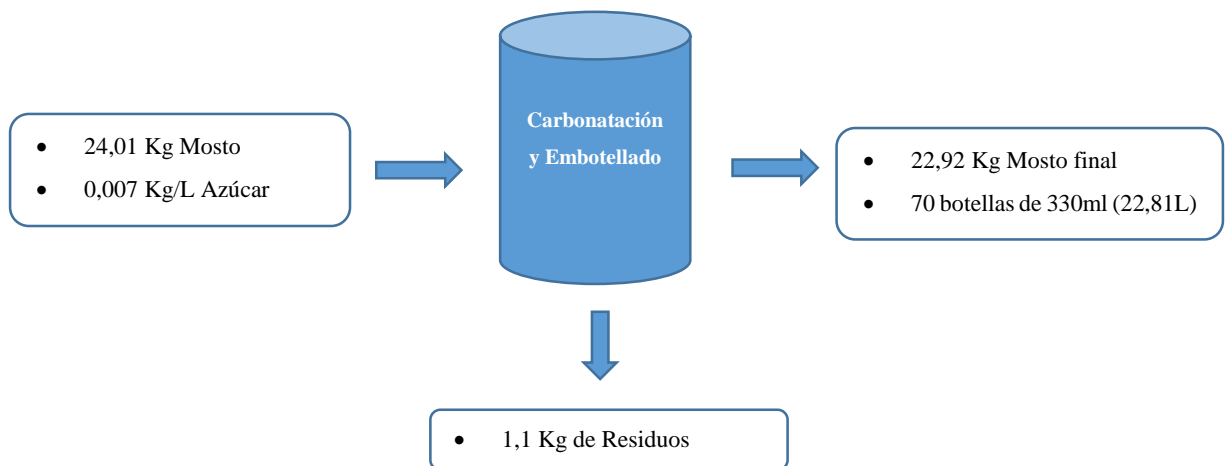


Gráfico 9-3: Balance de materia en la etapa de carbonatación y embotellado

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

Balance Simultáneo de Materia General

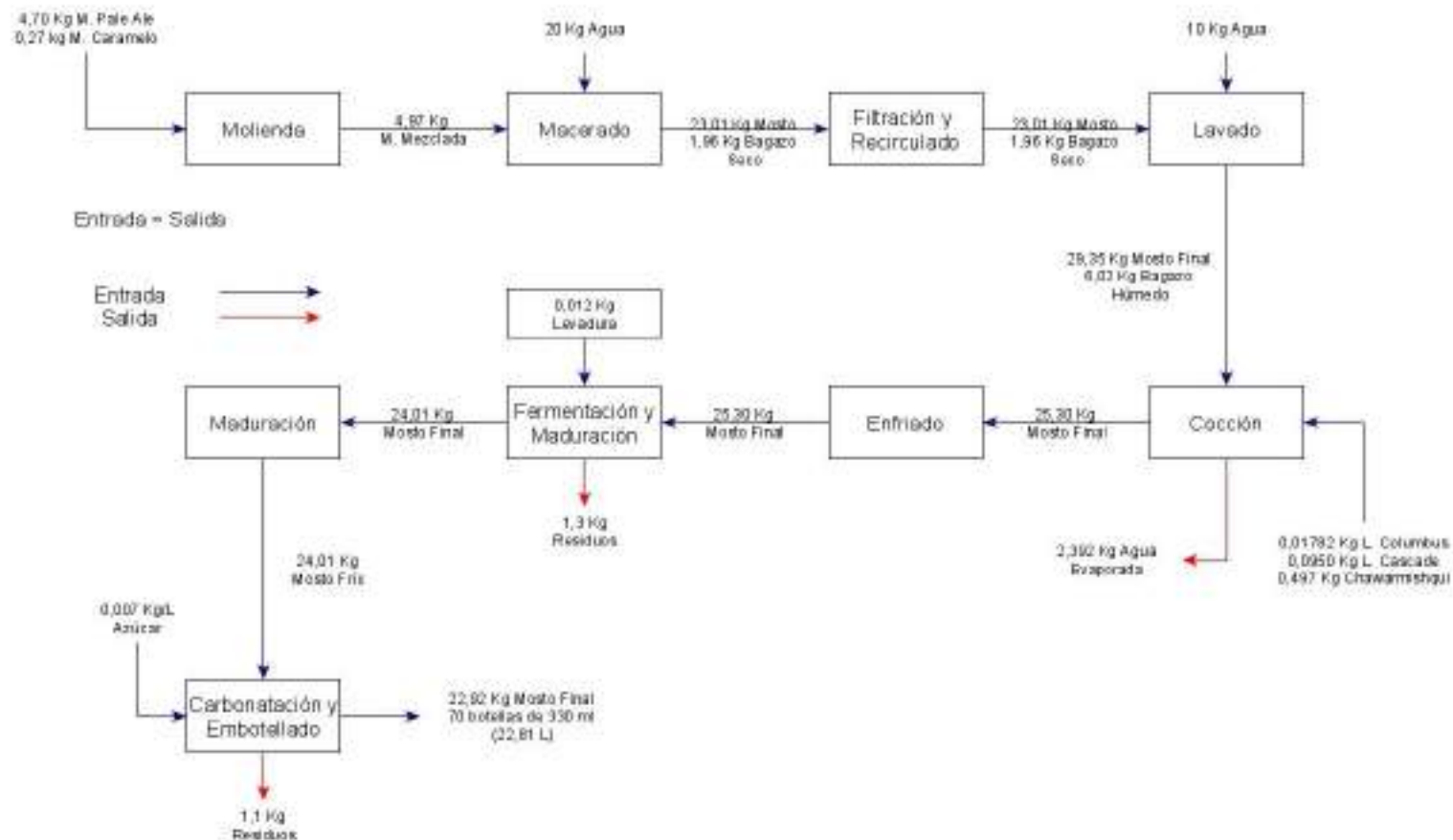


Gráfico 10-3: Balance de materia general

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

3.11. Caracterización del producto final

La caracterización del producto final no es solo nada más que la validación del proceso para la elaboración de cerveza artesanal a base de cebada y cabuya mediante una caracterización físico – química y microbiológica del producto obtenido basado en los parámetros establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2262:2013: Bebidas Alcohólicas. Cerveza. Requisitos.

Tabla 24 – 3: Requisitos físicos y químicos de la cerveza artesanal

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de Ensayo
Contenido alcohólico a 20°C	% (v/v)	1,0	10,0	NTE INEN 2322
Acidez total, expresado como ácido láctico	% (m/m)	-	0,3	NTE INEN 2323
Carbonatación	Volúmenes de CO ₂	2,2	3,5	NTE INEN 2324
Ph	-	3,5	4,8	NTE INEN 2325

Fuente: (NTE INEN 2262, 2013)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

Tabla 25 – 3: Requisitos microbiológicos de la cerveza artesanal

Requisitos	Unidad	Cerveza pasteurizada		Método de Ensayo
		Mínimo	Máximo	
Microorganismos Anaerobios	ufc/cm ³	-	10	NTE INEN 1529 - 17
Mohos y levaduras	up/cm ³	-	10	NTE INEN 1529 - 10

Fuente: (NTE INEN 2262, 2013)

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

3.12. Cronograma de actividades del proyecto

Tabla 26 – 3: Cronograma de actividades del proyecto

ACTIVIDADES	TIEMPO DE EJECUCIÓN																																																							
	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9				MES 10				MES 11				MES 12											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	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																																																								
Elaboración del anteproyecto																																																								
Antecedentes del proyecto y marco teórico																																																								
Tipo de proyecto, métodos y técnicas																																																								
Análisis bromatológico de la cabuya																																																								
Ensayos experimentales a nivel de laboratorio																																																								
Ensayos previos a la determinación del mejor proceso																																																								
Evaluación sensorial y determinación de formulaciones																																																								
Análisis físico – químico y microbiológico de la cerveza																																																								
Cálculos de diseño, variables y parámetros																																																								
Resultados y análisis de costos																																																								
Revisión final de la tesis																																																								
Defensa de tesis																																																								

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Obtención de la mejor formulación de elaboración de cerveza artesanal y prueba sensorial.

4.1.1. Datos y resultados de la ficha de evaluación sensorial.

Tabla 1 – 4: Resultados de la evaluación sensorial la cerveza de mayor preferencia.

Muestra	Frecuencia	Porcentaje (%)
A	19	13 %
B	131	87 %
C	0	0 %
D	0	0 %
TOTAL	150	100%

Fuente: Propia, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

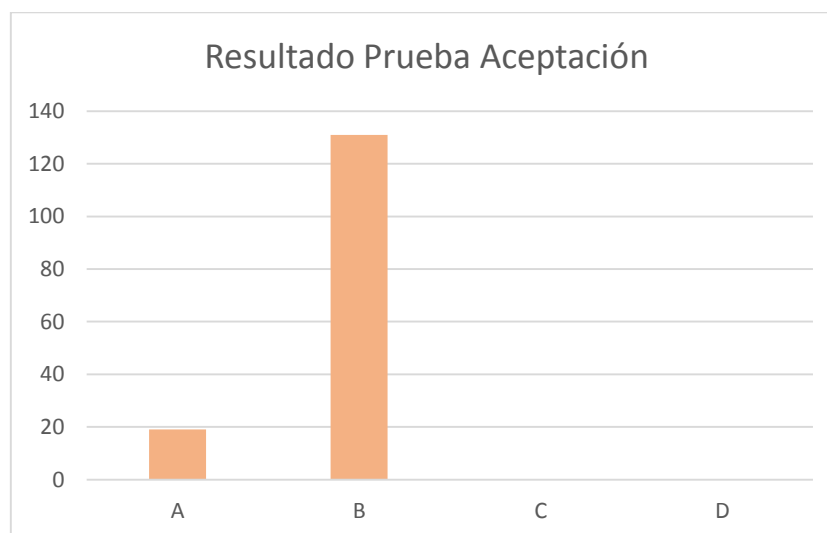


Gráfico 1-4: Frecuencia de aceptación de cada muestra de cerveza

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

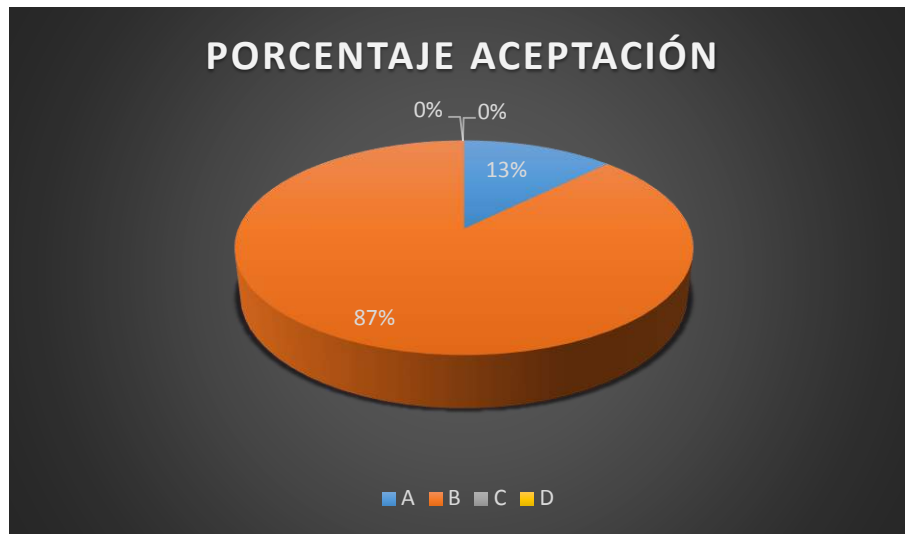


Gráfico 2-4: Porcentaje de aceptación de cada muestra de cerveza

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

En el **Gráfico 1 – 4** se observa que las respuestas de los participantes que fungieron como jueces no entrenados se obtuvo que la muestra B es la que cuenta con mayor aceptación, es decir, la muestra que se adiciono “Chawarmishqui” en la cocción siendo la consideración 2 de la formulación 2. Además, cabe destacar que dentro de la evaluación realizada la prueba B fue la que presento una mayor aceptabilidad dentro los criterios planteados a continuación se presentan los datos recopilados en cada una de las muestras con sus respectivos análisis para un entendimiento más amplio.

En el **Gráfico 2 – 4** se observa los porcentajes de la evaluación sensorial, en donde la muestra A presenta un 13% de aceptación, la muestra B tiene un 87% de aceptación y finalmente las muestras C y D que cuentan con un 0% ambas muestras.

4.1.1.1. Análisis de la muestra A y sus criterios

Datos de la muestra A, perteneciente a la formulación 1 con la consideración 2, “Chawarmishqui” en el proceso de maceración.

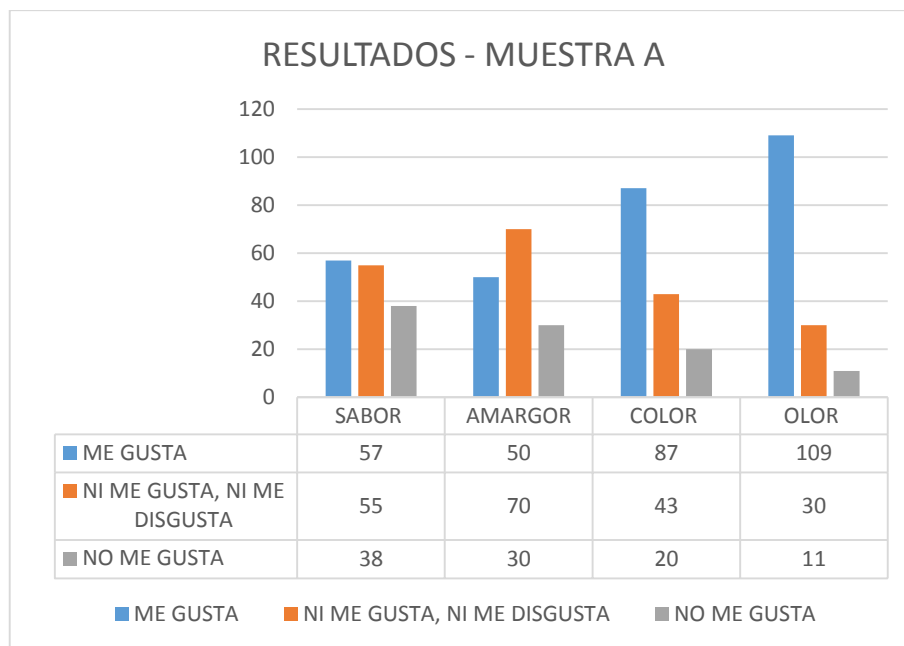


Gráfico 3-4: Frecuencia de los criterios de la muestra A

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

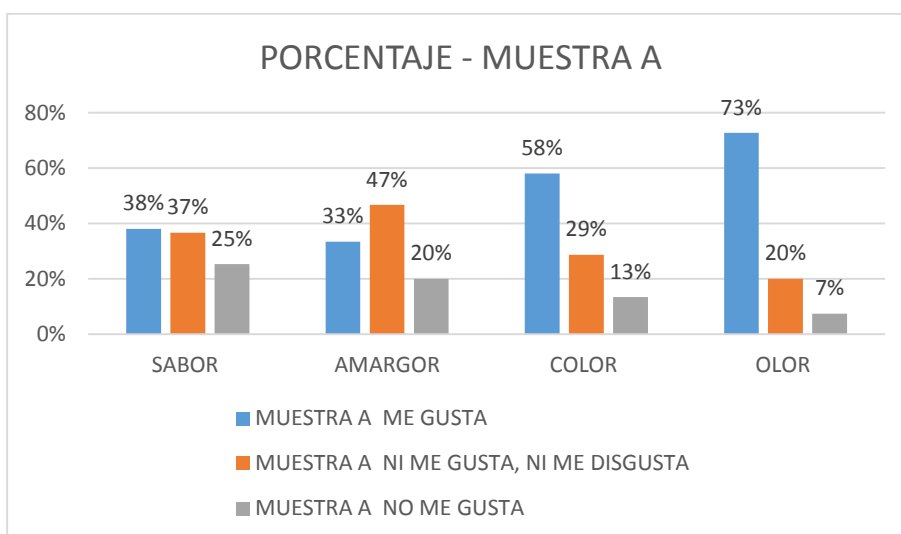


Gráfico 4-4: Porcentajes de los criterios de la muestra A

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

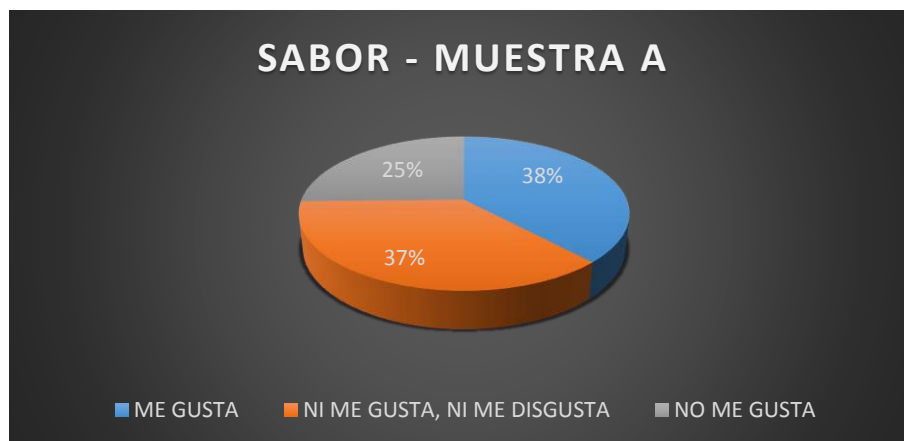


Gráfico 5-4: Porcentaje “sabor” de la muestra A

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

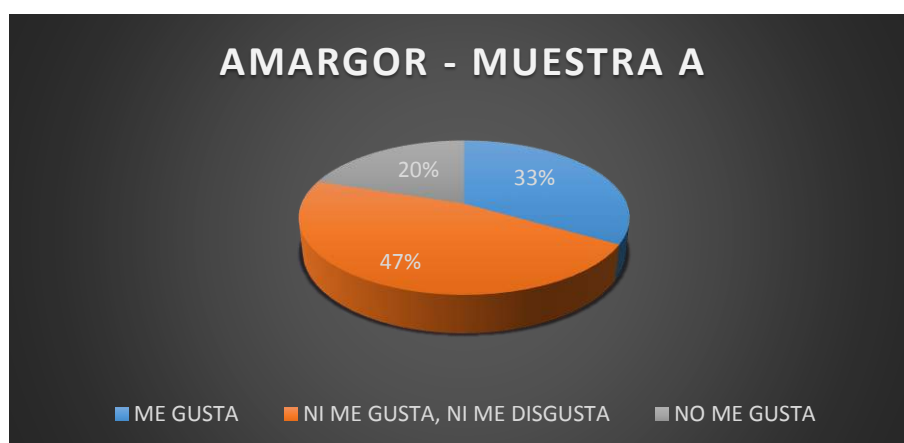


Gráfico 6-4: Porcentaje “amargor” de la muestra A

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

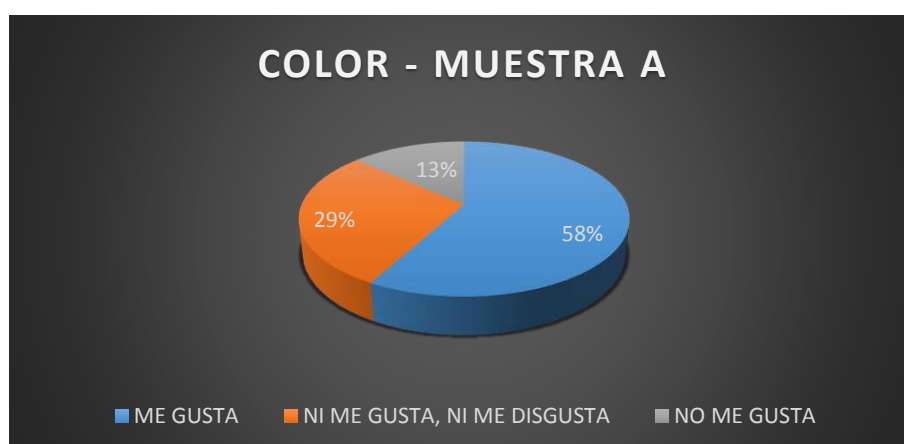


Gráfico 7-4: Porcentaje “color” de la muestra A

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020



Gráfico 8-4: Porcentaje "olor" de la muestra A

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

En la muestra A, los resultados de los participantes están divididos en cuanto a sabor, a un 38% le gusta, a un 37% ni le gusta ni le gusta y 25% no le gusta, en cuanto al amargor el 33% le gusta, el 47 no le gusta ni le disgusta y 20% no le gusta, el color es una característica la cual en su mayoría gusto con un 58%, un 29% no le gusta ni le disgusta y un 13% no le gusta, por otra parte el factor predominante en la muestra A es el aroma ya que este fue del agrado de la mayor parte de los evaluados con un 73%, un 20% no le gusta ni le disgusta y solamente un 7% no le gusta.

4.1.1.2. Análisis de la muestra B y sus criterios

Datos de la muestra B, perteneciente a la formulación 2 con la consideración 2, "Chawarmishqui" en el proceso de cocción.

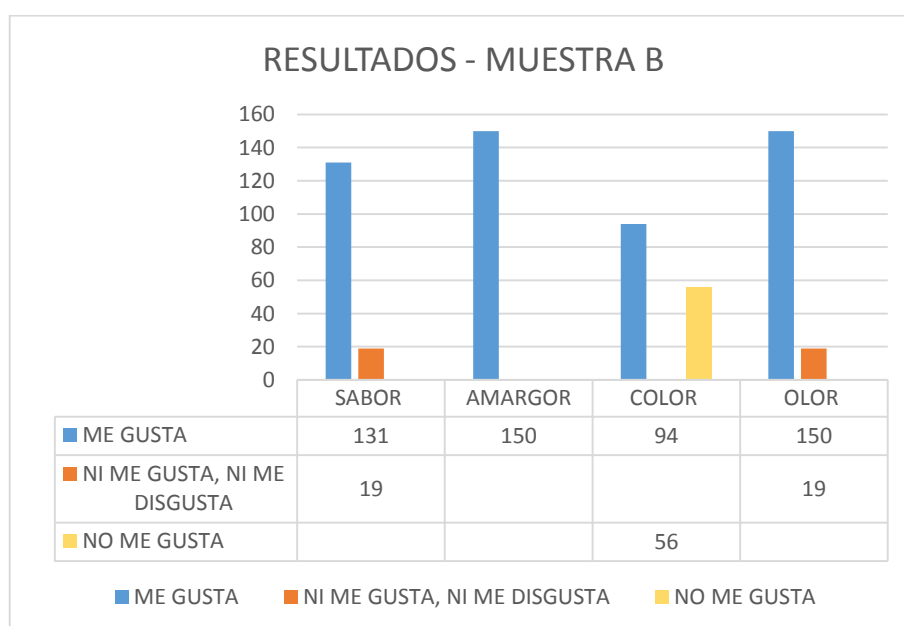


Gráfico 9-4: Frecuencia de los criterios de la muestra B

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

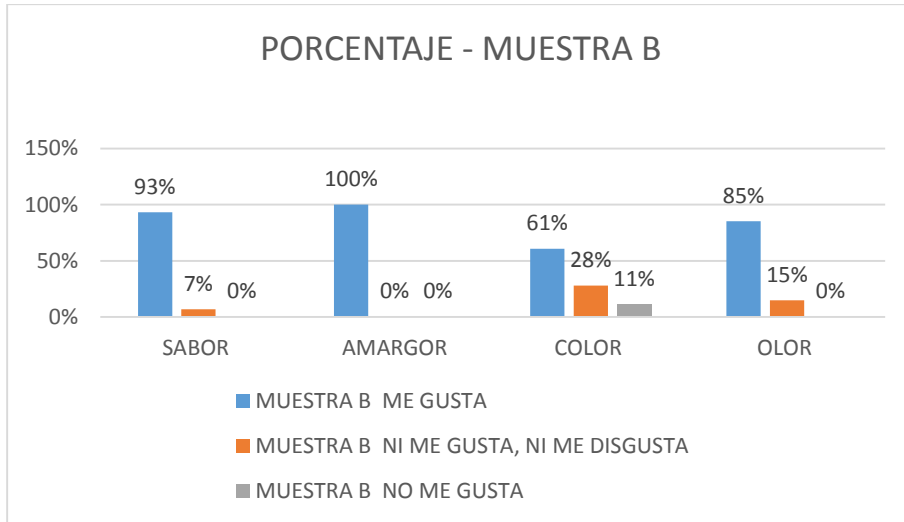


Gráfico 10-4: Porcentajes de los criterios de la muestra B

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020



Gráfico 11-4: Porcentaje “sabor” de la muestra B

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020



Gráfico 12-4: Porcentaje “amargor” de la muestra B

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

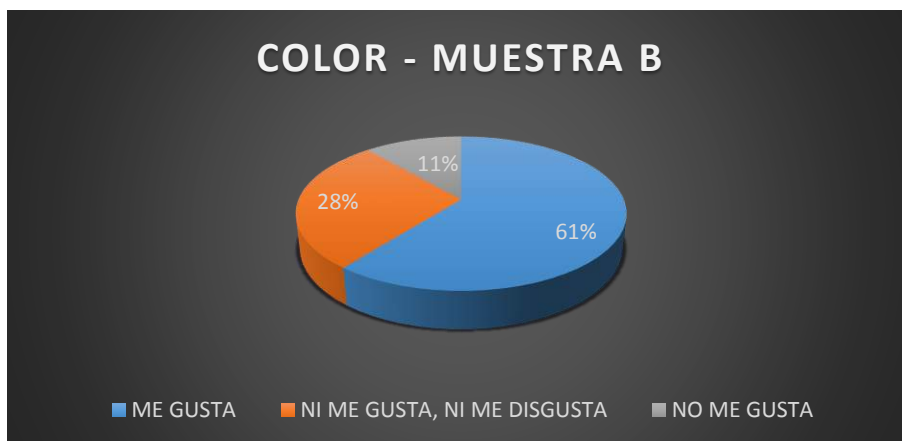


Gráfico 13-4: Porcentaje “color” de la muestra B

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020



Gráfico 14-4: Porcentaje "olor" de la muestra B

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

Dentro de los datos recopilados y tabulados de la muestra B, tenemos resultados muy marcados en cuanto al gusto de la muestra, el sabor 93%, amargor 100%, color 61%, y olor 85%, dando márgenes de resistencia al producto en la muestra B muy bajos, todas las características han sido positivamente valoradas, lo cual es un indicador de elevada aceptación para esta muestra.

4.1.1.3. Análisis de la muestra C y sus criterios

Datos de la muestra C, perteneciente a la formulación 1 con la consideración 1, trozos de cabuya en el proceso de maceración.

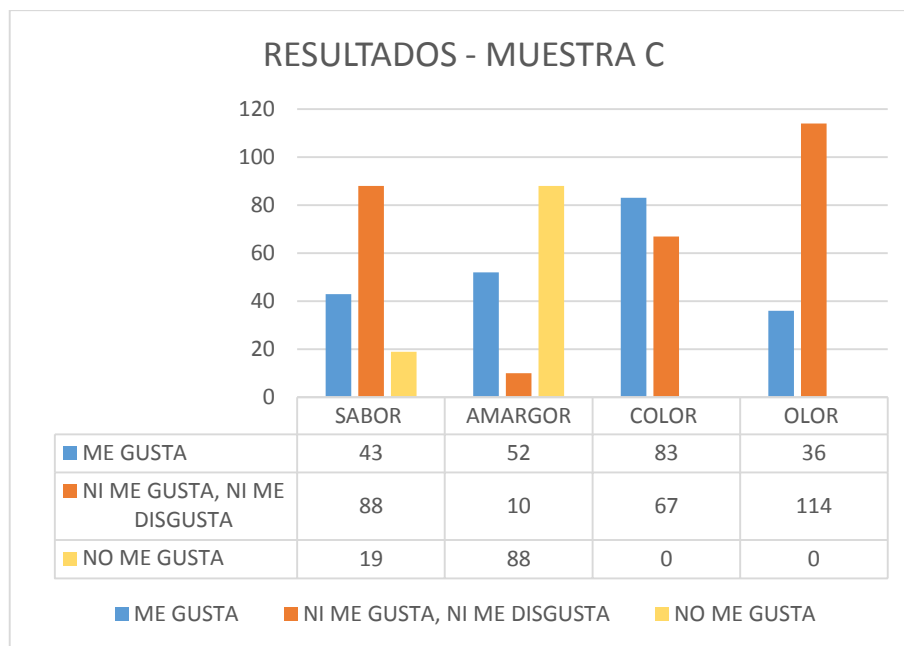


Gráfico 15-4: Frecuencia de los criterios de la muestra C

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

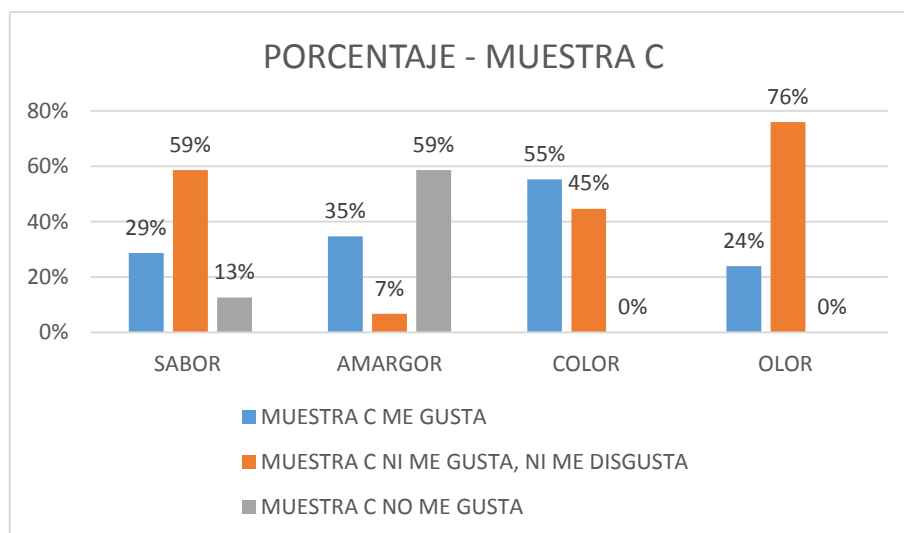


Gráfico 16-4: Porcentajes de los criterios de la muestra C

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020



Gráfico 17-4: Porcentaje “sabor” de la muestra C

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

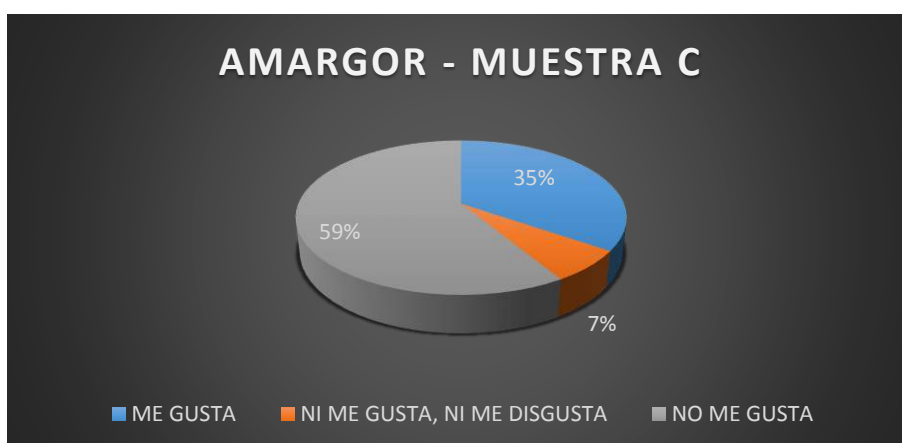


Gráfico 18-4: Porcentaje “amargor” de la muestra C

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020



Gráfico 19-4: Porcentaje “color” de la muestra C

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020



Gráfico 20-4: Porcentaje “olor” de la muestra C

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

La muestra C una vez recogido y tabulados los datos aun siendo positivos en algunos de los criterios evaluados, no son los esperados para que la muestra sea aceptable, existe una resistencia considerable, teniendo en cuenta que los índices neutros por lo general no consumirían la muestra como producto final. El principal criterio para descartar la muestra es el amargor debido a que tiene un valor del 59% de participantes que no les gusta.

4.1.1.4. Análisis de la muestra D y sus criterios

Datos de la muestra D, perteneciente a la formulación 2 con la consideración 1, trozos de cabuya en el proceso de cocción.

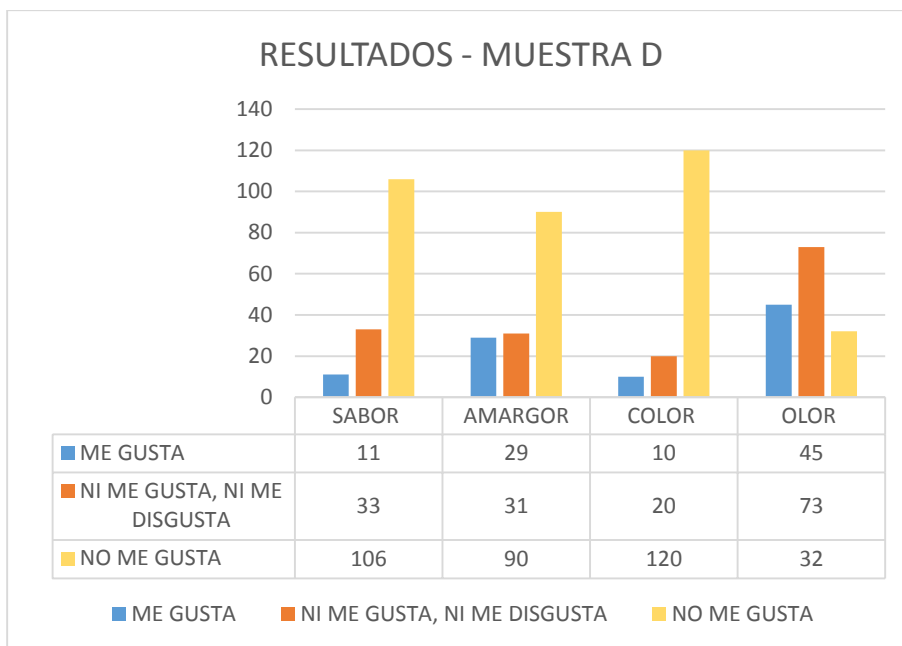


Gráfico 21-4: Frecuencia de los criterios de la muestra D

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

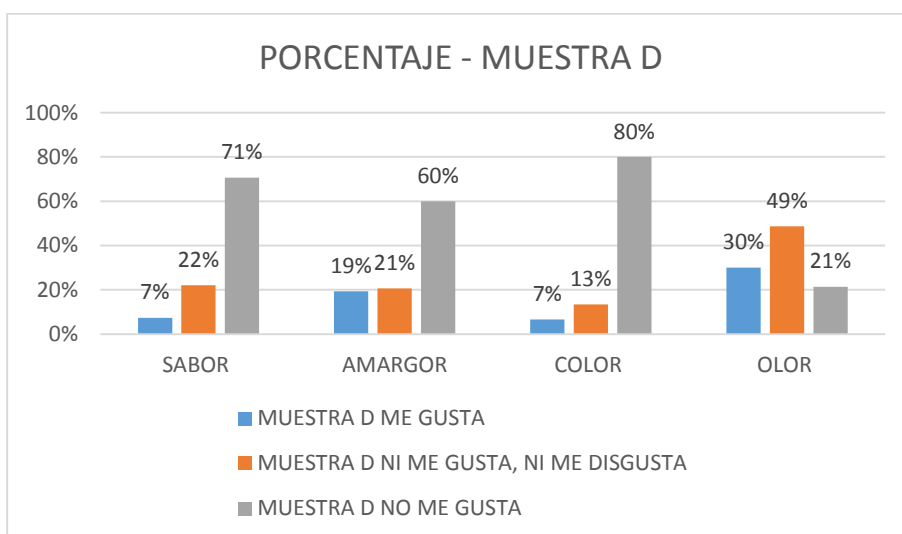


Gráfico 22-4: Porcentajes de los criterios de la muestra D

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

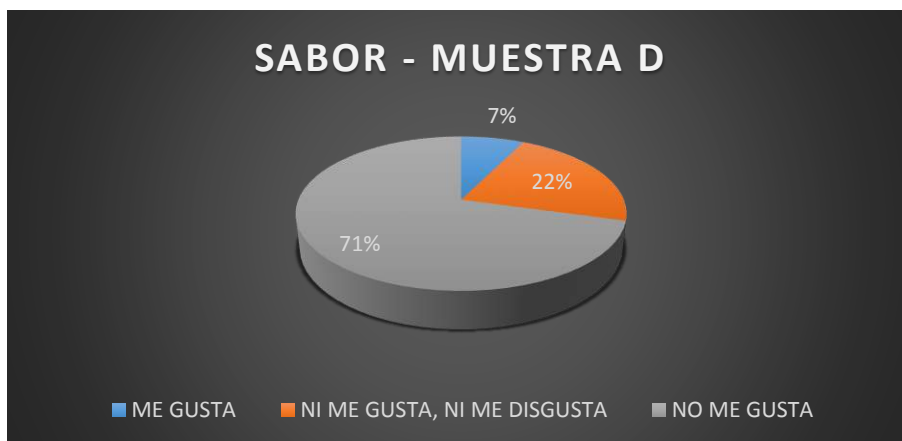


Gráfico 23-4: Porcentaje “sabor” de la muestra D

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

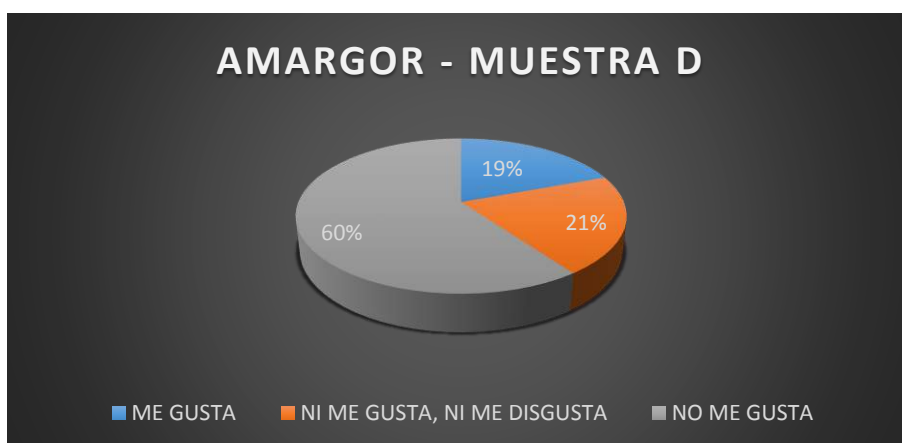


Gráfico 24-4: Porcentaje “amargor” de la muestra D

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

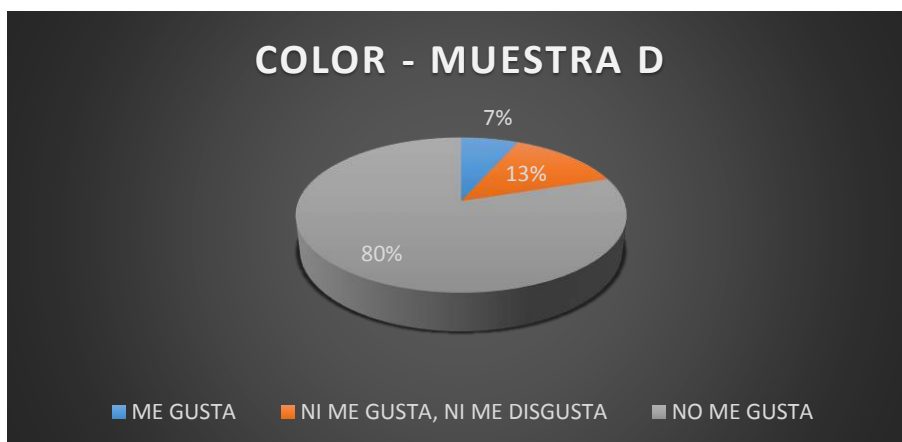


Gráfico 25-4: Porcentaje color” de la muestra D

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020



Gráfico 26-4: Porcentaje “olor” de la muestra D

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

La muestra D presenta resultados negativos en cuanto a la valoración de sus criterios de evaluación, de tal modo que ninguna obtuvo un resultado positivo, lo cual demuestra que el producto no tendría aceptación adecuada y tampoco si se desearía ingresar al mercado.

4.1.1.5. Análisis global y comparativo de cada una de las muestras.

Análisis del “sabor” en todas las muestras

En la **tabla 2 – 4** se presenta los porcentajes del criterio “sabor” dentro de las cuatro muestras donde la muestra B predomina claramente con respecto a las otras, teniendo un 93% en la consideración de me gusta un 7% en la consideración no me gusta, ni me disgusta y finalmente un 0% en no me gusta, por ello no presenta ninguna resistencia a la misma. A continuación se presenta los datos, resultados y gráficos obtenidos.

Tabla 2 – 4: Análisis global del criterio “sabor”

SABOR			
Muestra	Me gusta	Ni me gusta ni me disgusta	No me gusta
Muestra A	38%	37%	25%
Muestra B	93%	7%	0%
Muestra C	29%	59%	13%
Muestra D	7%	22%	71%

Fuente: Propia, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

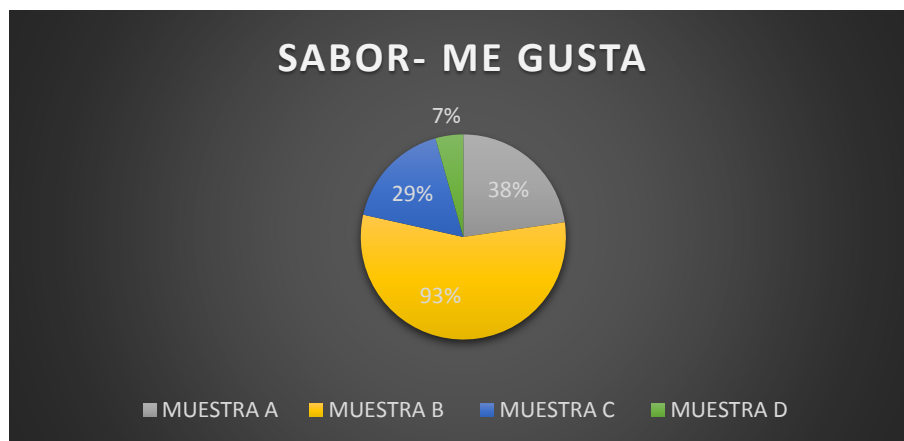


Gráfico 27-4: Porcentajes globales de me gusta en el “sabor”

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

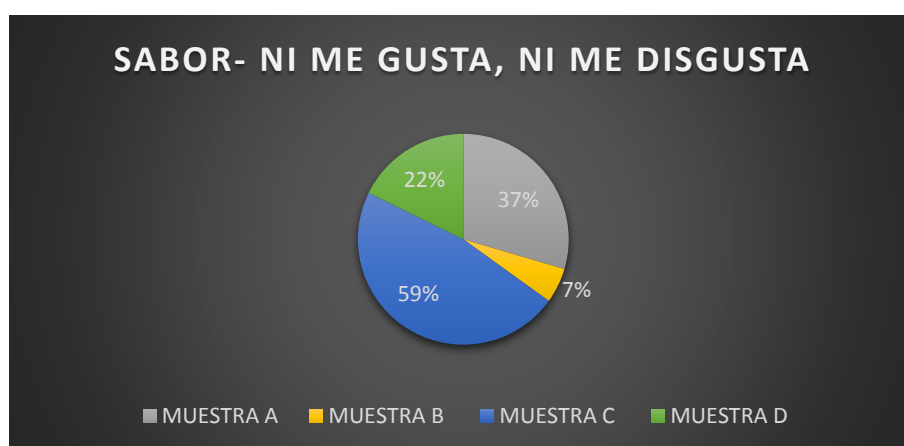


Gráfico 28-4: Porcentajes globales de ni me gusta, ni me disgusta en el “sabor”

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

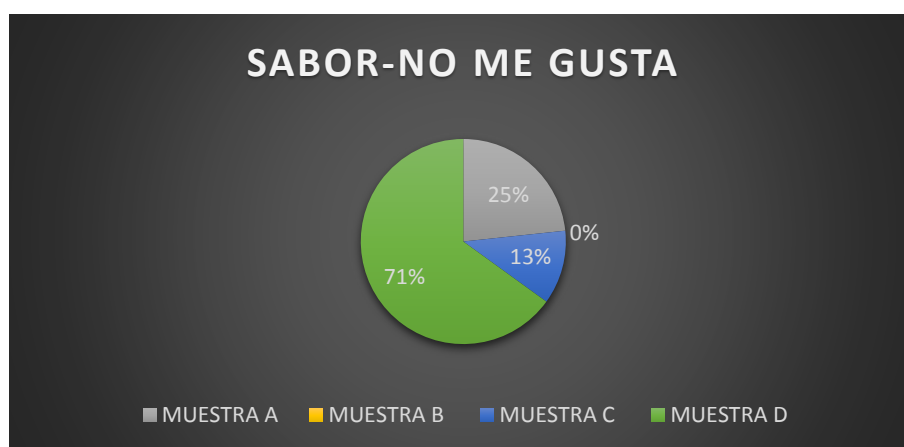


Gráfico 29-4: Porcentajes globales de no me gusta en el “sabor”

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

Análisis del “amargor” en todas las muestras

En la **tabla 3 – 4** se presenta los porcentajes del criterio “amargor” dentro de las cuatro muestras donde la muestra B predomina claramente con respecto a las otras, teniendo un 100% en la consideración de me gusta un 0% en la consideración no me gusta, ni me disgusta y finalmente un 0% en no me gusta, por ello no presenta ninguna resistencia a la misma. A continuación se presenta los datos, resultados y gráficos obtenidos.

Tabla 3 – 4: Análisis global del criterio “amargor”

AMARGOR			
Muestra	Me gusta	Ni me gusta ni me disgusta	No me gusta
Muestra A	33%	47%	20%
Muestra B	100%	0%	0%
Muestra C	35%	7%	59%
Muestra D	19%	21%	60%

Fuente: Propia, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

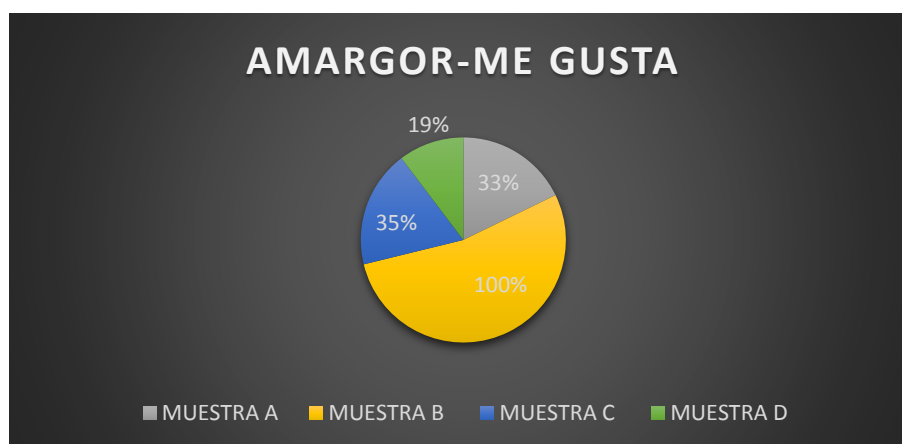


Gráfico 30-4: Porcentajes globales de me gusta en el “amargor”

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

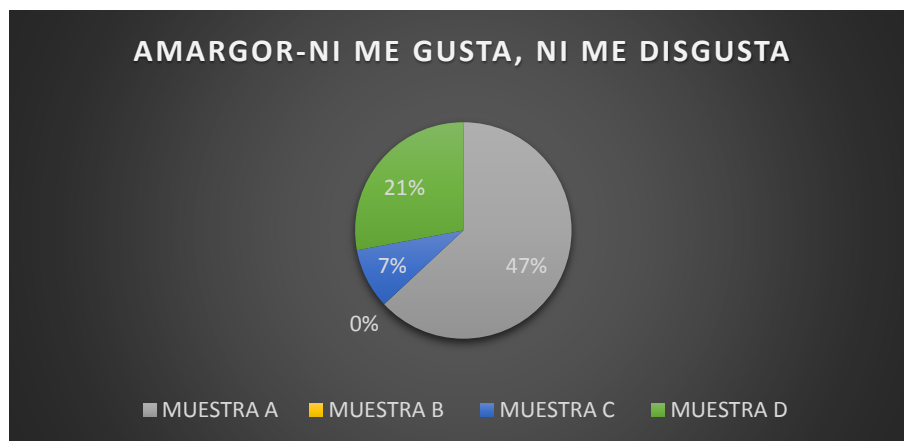


Gráfico 31-4: Porcentajes globales de ni me gusta, ni me disgusta en el “amargor”

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

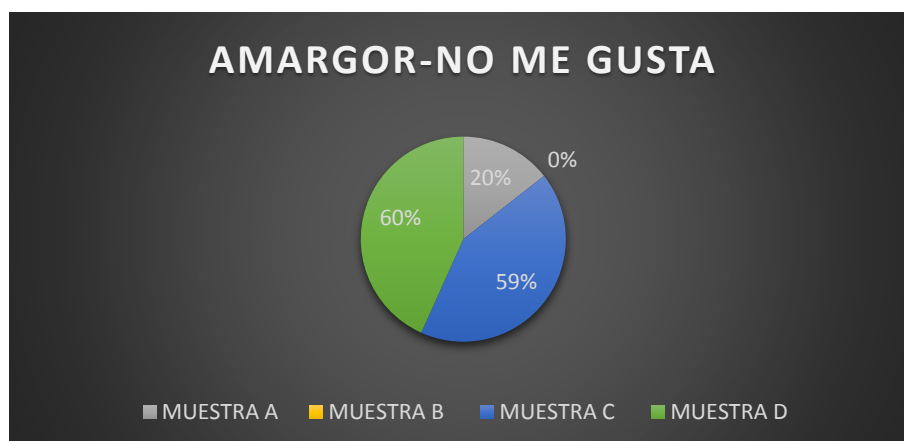


Gráfico 32-4: Porcentajes globales de no me gusta en el “amargor”

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

Análisis del “color” en todas las muestras

En la **tabla 4 – 4** se presenta los porcentajes del criterio “color” dentro de las cuatro muestras donde la muestra B predomina con respecto a las otras, a diferencia de las anteriores criterios, los valores fueron variados, sin embargo supera al resto de muestras, teniendo un 61% en la consideración de me gusta un 28% en la consideración no me gusta, ni me disgusta y finalmente un 11% en no me gusta. A continuación se presenta los datos, resultados y gráficos obtenidos.

Tabla 4 – 4: Análisis global del criterio “color”

COLOR			
Muestra	Me gusta	Ni me gusta ni me disgusta	No me gusta
Muestra A	58%	29%	13%
Muestra B	61%	28%	11%
Muestra C	55%	45%	0%
Muestra D	7%	13%	80%

Fuente: Propia, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

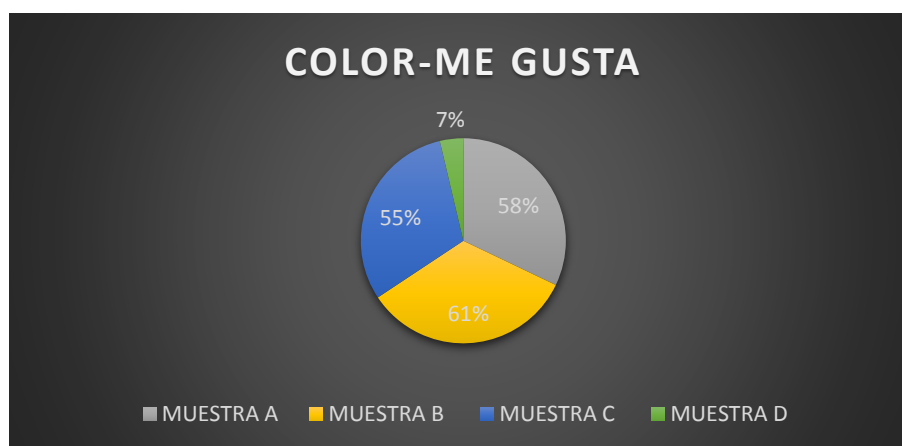


Gráfico 33-4: Porcentajes globales de me gusta en el “color”

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

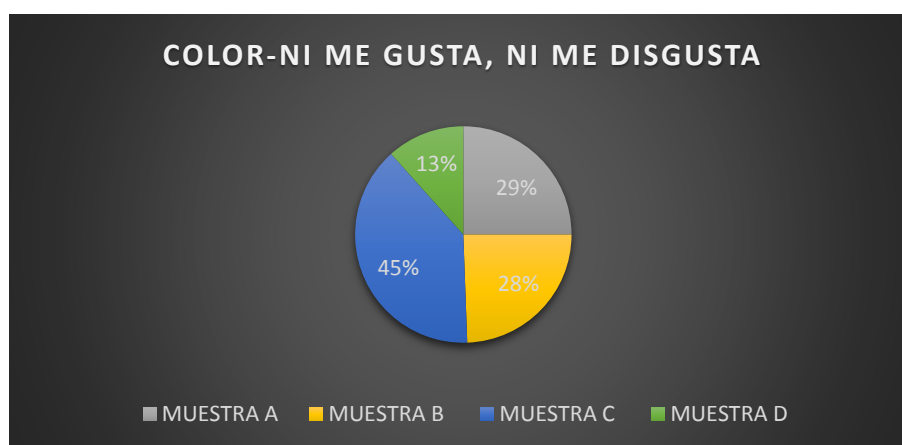


Gráfico 34-4: Porcentajes globales de ni me gusta, ni me disgusta en el “color”

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

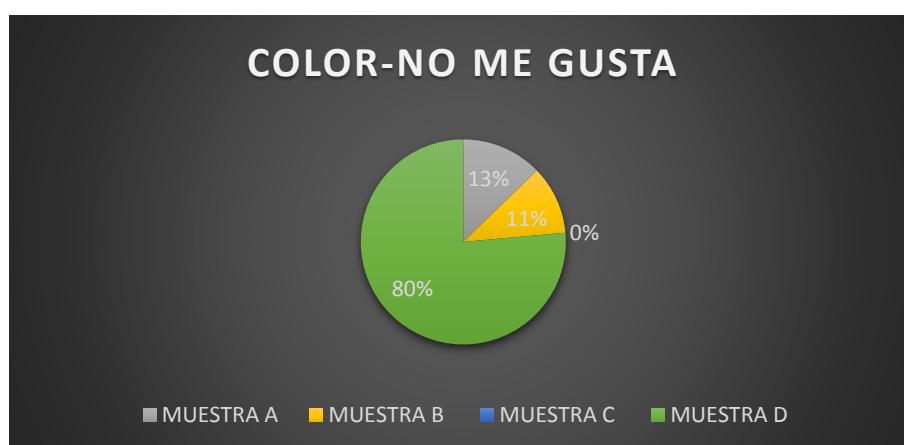


Gráfico 35-4: Porcentajes globales de no me gusta en el "color"

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

Análisis del "olor" en todas las muestras

En la **tabla 5 – 4** se presenta los porcentajes del criterio "olor" dentro de las cuatro muestras donde la muestra B predomina claramente con respecto a las otras, teniendo un 85% en la consideración de me gusta, un 15% en la consideración no me gusta, ni me disgusta y finalmente un 0% en no me gusta, por ello no presenta ninguna resistencia a la misma. A continuación se presenta los datos, resultados y gráficos obtenidos.

Tabla 5 – 4: Análisis global del criterio "olor"

OLOR			
Muestra	Me gusta	Ni me gusta ni me disgusta	No me gusta
Muestra A	73%	20%	7%
Muestra B	85%	15%	0%
Muestra C	24%	75%	0%
Muestra D	30%	49%	21%

Fuente: Propia, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

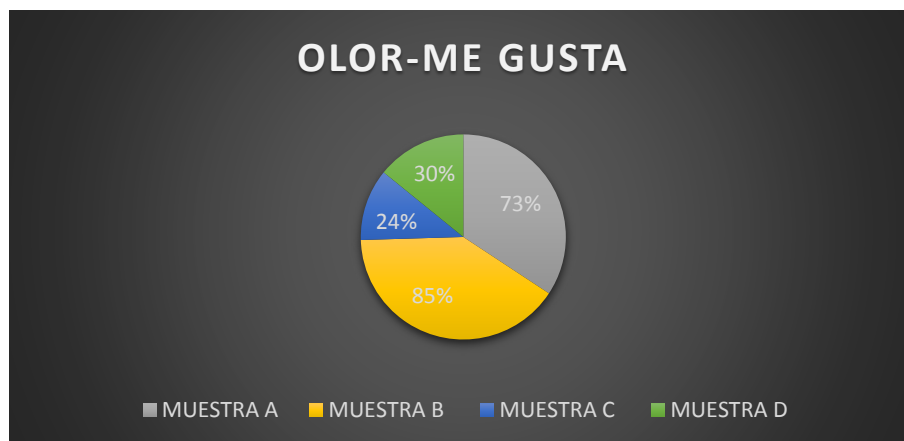


Gráfico 36-4: Porcentajes globales de me gusta en el “olor”

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

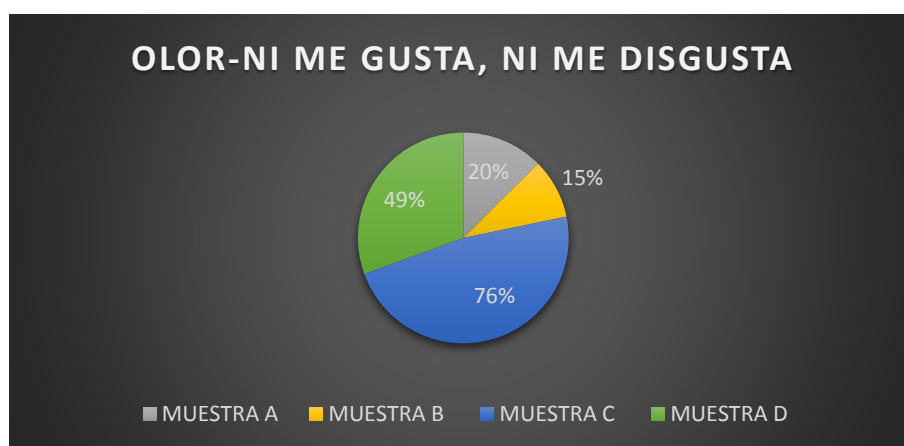


Gráfico 37-4: Porcentajes globales de ni me gusta, ni me disgusta en el “olor”

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

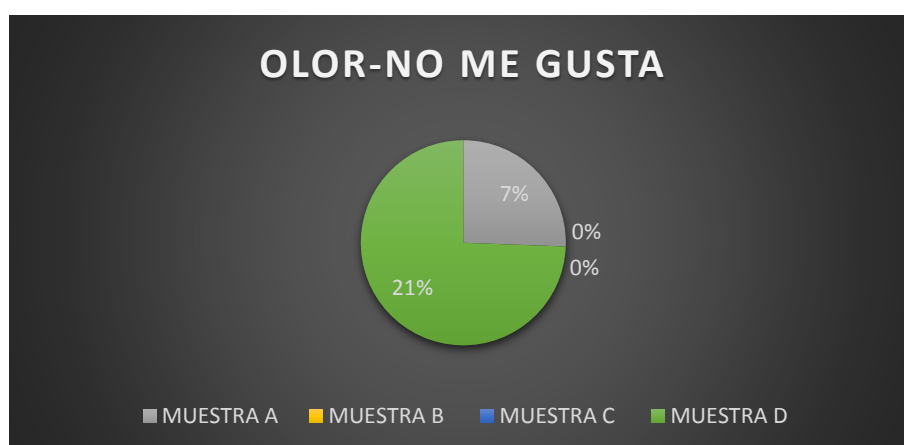


Gráfico 38-4: Porcentajes globales de no me gusta en el “olor”

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

4.2. Proceso de producción

El proceso de producción para este proyecto se encuentra diseñado para una producción total de 1500 litros/mes, todo esto debido a que actualmente en el mercado nacional ingresar con una cantidad menor no permitiría cubrir la demanda necesaria del mercado y tampoco el producto podría sobresalir y darse a conocer de la mejor manera.

4.2.1. *Materia prima e insumos*

Tabla 6 – 4: Materia prima para la obtención de 1500 litros de cerveza artesanal.

Detalle	Cantidad (Kg)
Malta Pale Ale	353
Malta Caramelo	21
Lúpulo Cascade	0,713
Lúpulo Columbus	1,337
Agua	1710
Sacarosa	0,513
Levadura Safale US-05	0,900

Fuente: Propia, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

4.2.2. Diagrama del proceso

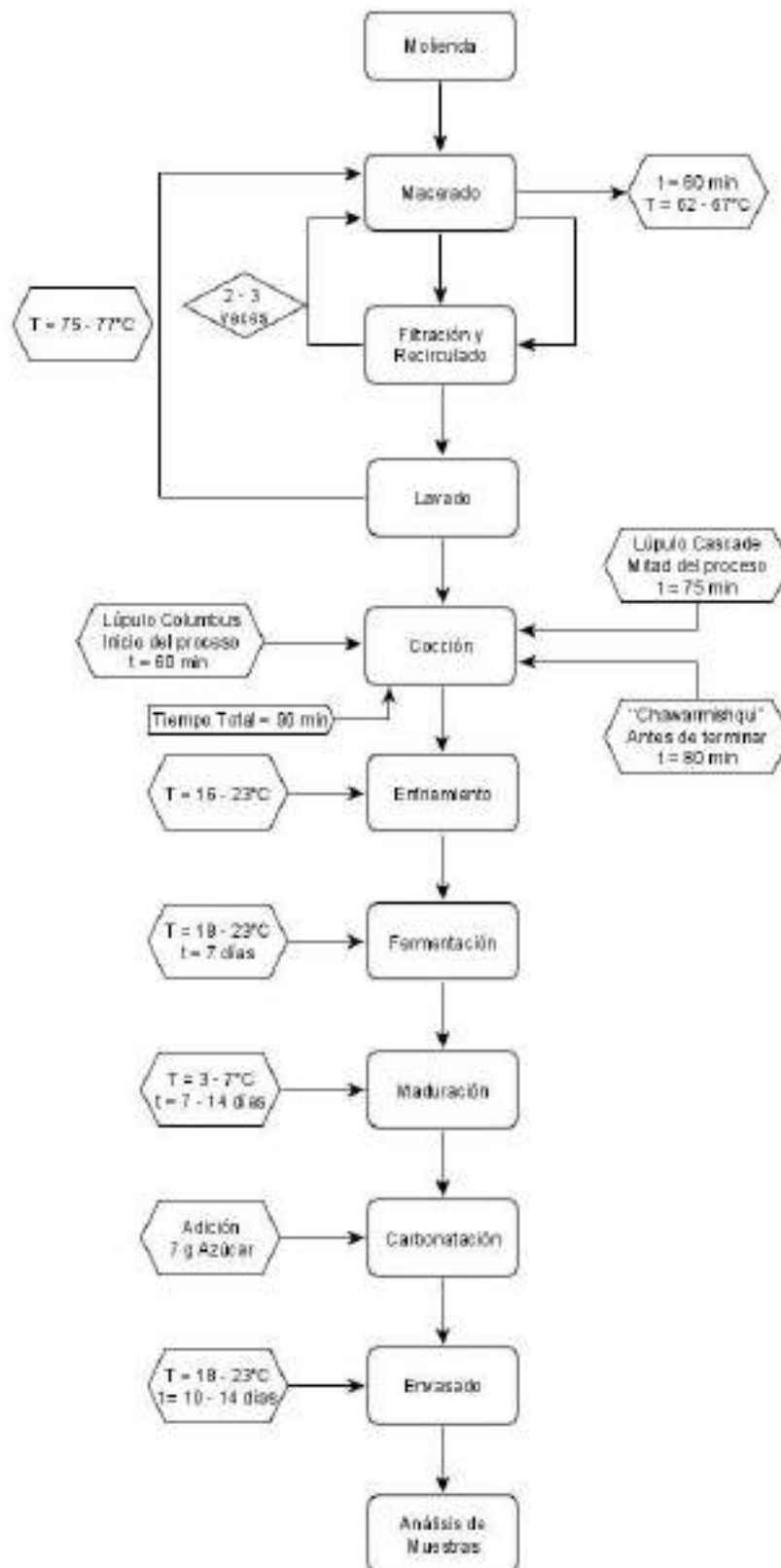


Gráfico 39-4: Diagrama del proceso de producción de cerveza artesanal

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

4.2.2.1. Descripción del diagrama del proceso de elaboración de cerveza artesanal.

Tabla 7 – 4: Etapas del proceso de elaboración de cerveza artesanal a nivel industrial.

Etapa	Descripción	Factores
Molienda	Se seguirá el mismo proceso que a nivel de laboratorio, guardando las distancias del caso en cuanto a las cantidades que se utilizarán a nivel industrial. Para un mejor rendimiento se debe realizar una molienda media.	Se debe realizar en un lugar fresco y seco, no en el mismo lugar que se realice el resto del proceso para evitar una posible contaminación.
Macerado	Una de las tres etapas más determinantes dentro del proceso, al calentar agua e ingresar la malta molida permite que el almidón contenido en el grano se transforme en azúcares fermentables, formando así el mosto.	La temperatura es un factor determinante al pasar al proceso industrial los 67°C será la ideal para obtener mejores resultados, bajar la temperatura haría que las enzimas no se activen y subir en cambio haría que las enzimas mueran
Filtración y Recirculado	Hacer una filtración y recirculado permite la clarificación del mosto, separación del bagazo húmedo y del mosto líquido, al industrializar este proceso, el tanque de maceración debe contar con un fondo falso con su respectiva malla de separación que permitirá un proceso más rápido y limpio.	Para realizar esta etapa el diámetro de partícula al momento de la molienda es un factor a considerar una molienda media, permite que la cáscara del grano favorezca en la etapa de recirculado que se lleva a cabo de 2 a 3 veces
Lavado	Las últimas enzimas presentes en el grano se incorporarán en el mosto, recuperar el líquido perdido por etapas como maceración, cocción y fermentación marcará esta etapa.	La temperatura del agua debe ser de 75°C.
Cocción	La segunda etapa más determinante del proceso, a nivel industrial estará	Etapa en donde ingresa el “Chawarmishqui” y la adición de lúpulos otorgan sabor,

	<p>marcada por altas temperaturas permitiendo:</p> <p>Eliminación del DMS (Sulfuro de dimetilo).</p> <p>Esterilización del mosto por las altas temperaturas.</p> <p>Concentración del mosto.</p>	<p>amargor y aroma a la cerveza artesanal. El tiempo será de 90 minutos.</p>
Enfriamiento	<p>Etapas de preparación del mosto, incorporar un intercambiador de calor que permita un enfriado rápido es necesario para evitar bacterias y contaminación del mosto</p>	<p>La temperatura del mosto será entre 16°C – 23°C para tener mejores rendimientos.</p>
Fermentación	<p>La tercera etapa más determinante del proceso, es aquella donde ocurre la transformación de los azúcares fermentables en alcohol por medio de la levadura.</p> <p>La levadura permite un proceso anaerobio, maximizando la reacción química que se produce.</p>	<p>Se debe considerar la temperatura y el tiempo.</p> <p>Temperatura: Entre 18°C – 23°C una vez incorporado la levadura será la ideal para mejores rendimientos.</p> <p>Tiempo: 7 días será el tiempo mínimo necesario para obtener un producto con las características óptimas.</p>
Maduración	<p>Proceso en frío, en donde se inactiva las levaduras y se redondean sabores y aromas de la cerveza artesanal.</p>	<p>Tiempo necesario: 6 - 8 días.</p> <p>Temperatura: 3°C – 7°C</p>
Carbonatación y Envasado	<p>Se puede realizar de dos formas: La carbonatación natural incorporando dextrosa que permitirá mejores rendimientos.</p> <p>La carbonatación forzada incorporando CO₂ directamente a la botella mediante una llenadora de botellas evitando una oxidación del mosto.</p>	<p>Si es por carbonatación natural se debe tomar en cuenta las cantidades ideales de dextrosa.</p> <p>Si es por carbonatación forzada se debe tener en cuenta los volúmenes de CO₂ para el estilo mediante un manómetro.</p>

Fuente: Propia, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

4.2.2.2. Validación del proceso

Para la validación del proceso se basó en Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2262:2013 Bebidas Alcohólicas. Cerveza. Requisitos, teniendo los siguientes resultados que se presentan a continuación. Se realizó los análisis de laboratorio pertinente a la formulación de mayor aceptación.

Tabla 8 – 4: Análisis microbiológico de la cerveza artesanal

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	REQUISITO NTE INEN 2262	
			MINIMO	MAXIMO
Microorganismos Anaerobios	UFC/ml	2.8 x 10 ²	-	10
Mohos	UFC/ml	<10	-	10
Levaduras	UFC/ml	3.7 x 10 ²	-	10

Fuente: Químicallabs cia.ltda, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

Tabla 9 – 4: Análisis físico – químico de la cerveza artesanal

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	REQUISITO NTE INEN 2262	
			MINIMO	MAXIMO
Grado alcohólico	% v/v	4,50	1,0	10,0
Ph	----	4,91	3,5	4,8
Acidez total	% m/m	0,13	-	0,13
Carbonatación	Volúmenes de CO ₂	3,10	2,2	3,5

Fuente: Químicallabs cia.ltda, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

4.3. Dimensionamiento de la planta de cerveza artesanal

Para el diseño de la planta cervecera o micro cervecería es necesario una comparación objetiva por proformas de los equipos y requerimientos necesarios para la implementación. En tal virtud, se detalla varias de las proformas en donde se fundamentó que equipamiento será el adecuado para la industrialización del proceso y producir los 1500 litros/mes.

Se consideró dos de las proformas tomando en cuenta las de mejores especificaciones, detalle y descripción de cada equipo que fue presentado.

Tabla 10 – 4: Descripción general equipamiento para una capacidad de 1600 litros.

EQUIPO	DESCRIPCIÓN
Olla de Maceración	Fondo falso, capacidad 200 litros, fabricado en acero inoxidable de 2 mm 304 calidad alimenticia, tapa superior hermética y termómetro. Funcionamiento a gas con quemador atmosférico.
Fermentador	Tanque de maduración capacidad 800 litros, de triple pared para circulación de agua helada y aislamiento térmico, implementos de control. Fabricado en acero inoxidable 304 grado alimenticio
Tanque de Cocción	Tanque para cocción de mosto, capacidad de 200 litros forma cilíndrica, fabricado en acero inoxidable de 2 mm 304 calidad alimenticia, tapa superior hermética, termómetro. Funcionamiento a gas con quemador atmosférico.
Enfriador de placas	Placas para enfriamiento de producto previo a ingreso a fermentador, capacidad 200 litros por hora.
Tanque Isotérmico	Volumen de 1500 litros, bomba para recirculación de agua, sistema automatizado, genera agua a 4 grados, incluye motor de 1hp.
Bomba de Agua Industrial	Bomba de acero inoxidable sanitaria de ½ hp / 40 litros por minuto, incluye manguera, acoples, y coche de acero inoxidable para movilización del equipo.
Molino de rodillo eléctrico	Equipo para molido de cebada con motor de 1hp, bases y poleas de acero.
Llenadora de botellas	Fabricada en acero inoxidable grado 304.
Instalación completa del sistema	Conexiones de sistemas eléctricos, hidráulicos y conexión de bombas. Incluye tablero de control, bomba de ½ hp, tuberías y mano de obra.

Fuente: Simetrika Dimensión de acero, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

En la proforma de la **tabla 10 - 4** se debe destacar que es necesario tener tres producciones por día, cada una de 200 litros, por tres días, cada día 600 litros, obteniendo un máximo de 1600 litros, tomando como base la capacidad de la olla de maceración, los dos fermentadores con capacidad de 800 litros y perdidas posibles durante el proceso no existiría ningún problema para alcanzar los 1500 litros/mes.

Tabla 11 – 4: Descripción general equipamiento con una capacidad de 800 L.

CANT.	EQUIPO	DESCRIPCION
3	Tanques de cocción en acero inoxidable grado 304 de 200 litros	Tanques para cocción de mosto, capacidad de 200 litros forma cilíndrica, fabricado en acero inoxidable de 2 mm 304 calidad alimenticia, tapa superior hermética, termómetro. Funcionamiento a gas con quemador atmosférico.
2	Fermentadores cónicos triple pared de 400 litros.	Aislamiento térmico, implementos de control, acero inoxidable 304 grado alimenticio.
1	Sistema de enfriador de placas.	Placas para enfriamiento de producto previo a ingreso a fermentador, capacidad 200 litros por hora.
1	Schiller para agua fría, capacidad 1000 litros	-
1	Conexiones en tubo sanitario y accesorios.	En acero inoxidable 304 calidad alimenticia.
1	Bomba sanitaria ½ hp	-
1	Bomba para recirculación de agua.	-
1	Tablero de control electrónico con accesorios.	-
1	Molino manual	Motor de 1 hp con bases y poleas de acero.
1	Instalación de sistema de agua helada	En acero inoxidable 304 calidad alimenticia.

Fuente: Simetrika Dimensión de acero, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

Después del análisis de la proforma de la **tabla 11 – 4**, es necesario incorporar dos fermentadores más de 400 litros; al tener los tres tanques de cocción, uno para la etapa de maceración y dos para la etapa de cocción, se tendría que realizar dos producciones por día, cada una de 400 litros, por dos días, cada día 800 litros, obteniendo un máximo de 1600 litros, tomando como base la capacidad de la ollas de maceración, ya incorporado cuatro fermentadores con capacidad de 400 litros y pérdidas posibles durante el proceso no existiría ningún problema para alcanzar los 1500 litros/mes.

Tabla 12 – 4: Descripción general equipamiento con una capacidad de 1800 L.

CANT.	EQUIPO	DESCRIPCIÓN
1	Molino de rodillo	Con un motor de 1 hp, tolva de alimentación, soportes, poleas, cintas y canal para recolección
3	Ollas acero inoxidable Cocción, Maceración y Hervor final	Ollas de grado alimenticio 304 (Olla cocción olla para maceración con doble fondo y olla de hervor final). Capacidad 400 litros.
3	Quemadores en hierro fundido	Quemadores a gas. Pintada al horno y químicos para altas temperaturas.
1	Bomba con turbina	Con carcasa, marca Chugger material inoxidable 304 Recirculación
1	Tubería de acero inoxidable	Grado alimenticio 304 con ferrul y clan para enlace entre ollas.
6	Válvulas para fermentadores	Acero inoxidable 304, Whirlpool, ducha y serpentín enfriador.
3	Termómetros industriales	CNS Gauges 2.5 Dial. Incorporados en cada olla.
3	Fermentadores	Acero inoxidable 304, capacidad de 600 litros cada uno con base cónica, tapa de mantenimiento, conexión a válvula para decantación de levaduras.

Fuente: INOXAVIER., 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

En la proforma de la **tabla 12 – 4**, se debe destacar que al tener tres fermentadores con capacidad de 600 litros y tres ollas de acero inoxidable con capacidad de 400 litros, sería necesario dos producciones por día, cada una de 400 litros, durante dos días, cada día 800 litros, teniendo una producción máxima de 1800 litros, tomando como base la capacidad de la ollas de maceración, los tres fermentadores y perdidas posibles durante el proceso no existiría ningún problema para alcanzar los 1500 litros/mes.

4.4. Análisis de costo/beneficio del proyecto

Se detallan los rubros estimados para la elaboración a una escala industrial de 1500 litros mensuales en una microcervecería de cerveza artesanal.

4.4.1. Presupuesto recursos humanos

Tabla 13 – 4: Requerimiento de Mano de obra directa

Mano de obra directa	Número	Costo unitario	Costo total
Maestro Cervecerero	1	600,00	600,00
Ayudante cervecero	1	400,00	400,00
TOTAL			1.000,00

Fuente: Propia, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

4.4.2. Presupuesto materia prima

En la **tabla 13 – 4** se presenta la materia prima requerida para 1500 litros/mes, siendo equivalente a 4545 envases de 330 ml.

Tabla 14 – 4: Requerimiento materia prima para elaboración de cerveza/mes

Detalle	Cantidad (Kg)	Valor unitario	Valor total
Malta Pale Ale	353	1,48	522,44
Malta Caramelo	21	1,58	33,18
Lúpulo Cascade	0,713	44,80	31,94
Lúpulo Columbus	1,337	33,19	44,38
Agua	1710	0,001	1,71
Sacarosa	0,513	2,5	1,28
Levadura Safale US-05	0,900	160	144,00
Chawarmisqui “Pulque”	128,4	2,31	296,60
Botellas de vidrio (330ml)	5130	0,36	1846,80
Tapas y otros	5130	0,03	153,90
TOTAL (Precios incluyen IVA)			3076,23
Botella 330 CC (Unidad)			0,68

Fuente: Beerland Store, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

4.4.3. Presupuesto análisis de laboratorio

Tabla 15 – 4: Presupuesto de análisis de laboratorio

DETALLE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Análisis físico – químico y microbiológico	1	188,16	188,16
Análisis complementarios	1	21,00	23,52
Control de Estabilidad (6 meses)	1	48,16	48,16
TOTAL (Precios incluyen IVA)			259,84
Precio Mensual			43,31

Fuente: Quimicalabs. S.A., 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

4.4.4. Presupuesto maquinaria

Tabla 16 – 4: Presupuesto de maquinaria

Nº	MAQUINARIA	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Olla de Maceración	1	2350,00	2350,00
2	Fermentador	2	5800,00	11600,00
3	Tanque de Cocción	1	1280,00	1280,00
4	Enfriador de placas	1	1900,00	1900,00
5	Tanque Isotérmico	1	4050,00	4050,00
6	Bomba de Agua Industrial	1	1280,00	1280,00
7	Molino de rodillo eléctrico	1	1605,00	1605,00
8	Llenadora de Botellas manual	1	1605,00	1605,00
9	Instalación completa del sistema	1	3750,00	3750,00
TOTAL				32950,40

Fuente: Simetrika, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

4.4.5. Presupuesto equipo de laboratorio

Tabla 17 – 4: Presupuesto de equipos

Nº	Equipo	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
1	Termómetro de 110°C	3	8,90	26,70
1	Ph-metro	1	617,50	617,50
2	Alcoholímetro	1	59,48	59,48
3	Balanza Digital	1	51,30	51,30
4	Hidrómetro	2	40,00	80,00
5	Refractómetro	1	49,95	49,95
6	Densímetro	1	31,00	31,00
7	Probetas 10 ml	2	8,90	17,80
8	Probetas 1000 ml	2	22,50	45,00
TOTAL				978,73

Fuente: Prolabor, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

4.4.6. Presupuesto de accesorios y herramientas

Tabla 18 – 4: Presupuesto de accesorios, herramientas y otros

Nº	Artículos	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
1	Reposteros	3	2,50	7,50
2	Jarra medidora	2	1,50	3,00
3	Balanza de precisión	1	40,00	40,00
4	Balanza de líquidos	1	10,00	10,00
5	Guantes	2	5,00	10,00
6	Equipo de protección	2	25,00	50,00
TOTAL				120,50

Fuente: Almacenes EL COSTO, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

4.4.7. Otros activos fijos (muebles e inmuebles)

Tabla 19 – 4: Requerimiento de muebles y enseres

Nº	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
1	Refrigeradora	1	450	450,00
2	Mesas	2	19,00	38,00
3	Sillas	3	5,00	15,00
4	Escoba	1	3,00	3,00
5	Trapeador	1	2,00	2,00
6	Recogedor de basura	1	2,00	2,00
7	Basurero	2	2,00	4,00
TOTAL				514,00

Fuente: Almacenes EL COSTO, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

4.4.8. Depreciación

Tabla 20 – 4: Depreciación de maquinaria, equipo, muebles y enseres

DEPRECIACIÓN	VALOR TOTAL	AÑOS DE VIDA ÚTIL	DEPRECIACIÓN ANUAL
Maquinaria	32950,40	10	3295,04
Equipo	978,73	5	195,75
Muebles y enseres	514,00	10	51,40
TOTAL			3542,19

Fuente: Propia, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

Una vez determinado los gastos de montaje de una microcervecería se obtiene el presupuesto total de producción.

4.4.9. Presupuesto de Producción

Tabla 21 – 4: Presupuesto de producción

COSTOS FIJOS		COSTOS VARIABLES	
Análisis de laboratorio		Materia prima	
Análisis físico – químico y microbiológico	188,16	Malta Pale Ale	522,44
Análisis complementarios	23,52	Malta caramelo	33,18
Control de Estabilidad (6 meses)	48,16	Lúpulo Cascade	31,94
Maestro Cervecerero	600,00	Lúpulo Columbus	44,38
Ayudante cervecero	400,00	Agua	1,71
Luz	10,00	Dextrosa (glucosa)	1,28
Internet	30,00	Levadura Safale US -05	144
COSTOS FIJOS TOTAL	1299,84	“Chawarmishqui”	296,604
		Botella de vidrio 300 ml	1846,80
		Tapas y otros	153,90
		COSTO VARIABLE TOTAL	3076,23

Margen de utilidad = 60%

Ventas unitarias esperadas= 4545

CFU= 1299,84/4545

CFU=0,29

CVU=3076,23/4545

CVU= 0,68

$$\frac{0,97}{1-0,60} = \$2,43$$

Fuente: Propia, 2020

Elaborado por: ALBÁN, ARTURO. 2020

4.5. Análisis y discusión de resultados

Para la ejecución del proyecto inicialmente se determinó los componentes y características presentes en la materia prima, un análisis bromatológico de la cabuya, fundamentó que como adjunto cervecero la cabuya podía proporcionar al producto final, características únicas y promover el mismo hacía el duro mercado cervecero del Ecuador; el proceso de elaboración de cerveza artesanal, basado en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2262:2013 Bebidas Alcohólicas. Cerveza. Requisitos, permitió identificar las etapas más cruciales y determinantes del proceso, experimentando así en cual podría añadirse bien la cabuya o bien el “Chawarmishqui”. Cuatro formulaciones, dos por la etapa de maceración y dos por la etapa de cocción fue el resultado, se escogió la etapa de maceración como de cocción por la importancia que tiene dentro del proceso, todo esto debido a que si bien en cualquiera se puede controlar variables y parámetros, en las dos se tiene mayores probabilidades de alcanzar rendimientos óptimos en el producto final, sin olvidar la potenciación de criterios como: color, sabor, aroma y amargor que diferencian en gran manera a otras cervezas. Previo a la obtención de las cuatro formulaciones anteriormente descritas se realizó ensayos a nivel de laboratorio en donde se pudo experimentar con una infinidad de mezclas y porcentajes, finalmente se escogieron las que presentaban las características mismas de una cerveza artesanal. A continuación se detalla aquellas que fueron escogidas con sus respectivos porcentajes.

- Proceso de Maceración: Mayor cantidad de cabuya debido a que es una de las primeras etapas. Formulación 1.- Consiste en adicionar la cabuya (trozos) en la etapa de maceración con un porcentaje de 75% malta y un 25% cabuya, para que las características de la cabuya se mantengan en el transcurso de las otras etapas.

Formulación 2.- Consiste en adicionar la cabuya (una muestra de jugo, pulque o “Chawarmishqui”) en la etapa de maceración con un porcentaje de 75% cebada y un 25% cabuya, para que las características de la cabuya se mantengan en el transcurso de las otras etapas.

- Proceso de Cocción: Menor porcentaje de cabuya debido a que es una de las etapas finales.

Formulación 3.- Consiste en adicionar la cabuya (trozos) en la etapa de cocción con un porcentaje de 90% cebada y un 10% de cabuya.

Formulación 4.- Consiste en adicionar la cabuya (una muestra de jugo, pulque o “Chawarmishqui”) en la etapa de cocción con un porcentaje de 90% cebada y un 10% de cabuya.

Una vez determinado los porcentajes, se obtuvo la formulación de mayor aceptación mediante una evaluación sensorial que sería en sí las pruebas de cata con jueces no entrenados, se alcanzó resultados muy marcados en la preferencia de las formulaciones, la muestra B o muestra que ingreso “Chawarmishqui” en la cocción fue la que mayor aceptabilidad con un 87% y 131 frecuencias, la segunda fue la muestra A o muestra que ingreso “Chawarmishqui” en la

maceración con un 13% y 19 frecuencias, mientras que tanto la muestra C y D, trozos de cabuya en la maceración y trozos de cabuya en la cocción respectivamente, presentaron ambas 0% debido a que no recibieron frecuencia. En los criterios de sabor, aroma, color y amargor, de igual manera la de mejores números fue la muestra B, desde el punto **4.1.1.1** hasta el punto **4.1.1.5.4** se detalla de mejor manera los porcentajes obtenidos en cuanto a criterios.

Las variables de diseño y parámetros de operación presentes en todo el proceso fueron determinadas en todas las etapas que se encontraban presentes variables como: temperatura, tiempo y pH, a más de los parámetros de operación: sabor, color y aroma permitieron pasar a los cálculos de diseño ingenieril, para ello se partió de una producción de 20 L, tomando en cuenta que era la medida inicial mínima para ser considerada de tipo industrial sin olvidar que sin ningún problema se puede escalar a la medida final máxima de 1500 litros/mes que es hacia donde proyectado toda esta investigación, además que también se tomó en cuenta los fines educativos. Se determinó la cantidad de grano necesaria, teniendo como resultado 4,97 Kg en peso total de malta a utilizar, siendo 4,70 Kg de Malta Pale Ale y 0,27 Kg de Malta Caramelo, además se determinó la cantidad de lúpulo necesaria, 17,82 gramos de lúpulo Columbus y 9,50 gramos de lúpulo Cascade, sin olvidar los tiempos de cocción y cómo actúan dependiendo de sus características. Se calculó el peso de azúcar disuelto en el agua, partiendo de una densidad del mosto antes de hervir de 1,052 y se obtuvo $^{\circ}P = 13$, la cantidad de extracto para cada litro de la producción de cerveza artesanal fue de 136,76 g/L, el extracto total fue de 3,01Kg; la cantidad de bagazo seco fue de 1,96 Kg; la cantidad de mosto obtenido fue de 23,01 Kg; la cantidad de bagazo húmedo fue de 6,02; la cantidad de mosto final después del lavado fue de 29,35 Kg; finalmente la cantidad de agua evaporada fue de 0,66 Kg.

Para continuar con los valores obtenidos después del lavado fue necesario incorporar un balance simultáneo de materia en la producción de cerveza artesanal para tener un mejor entendimiento de los resultados obtenidos en las siguientes etapas del proceso. La cantidad de mosto obtenida en la cocción fue de 25,30 Kg de mosto final; en el enfriado se mantuvo el 25,30 debido a que es un proceso en donde se desciende la temperatura del mosto; en la fermentación la cantidad de mosto obtenido fue de 24,01 Kg, debido a que por acción de las levaduras existe un descenso o segmentación en el fondo de todas las partículas pesadas existentes, teniendo un residuo de 1,3 Kg; la maduración es un proceso que se realiza por acción de la temperatura y la cantidad de mosto no cambio; finalmente para la carbonatación y embotellado se obtuvo un mosto final de 22,92 Kg, teniendo un total de 70 botellas de 330 ml de cerveza artesanal a base de cebada y cabuya.

La validación del proceso fue realizado por el laboratorio Quimicalabs. Cia. Ltda., mediante un análisis físico – químico y microbiológico del producto final, en la **tabla 1 – 4** y **2 - 4** se puede

apreciar los datos obtenidos, teniendo como único valor que no se encuentra dentro de los rangos de norma el pH con un 4,91, siendo el valor máximo de 4,8, es un dato en el cual no habría problema alguno con respecto al producto final, ya que sobrepasa con 0,11 la medida máxima.

En el proceso de producción a escala industrial se derivó los valores obtenidos en una producción final de 1500 litros/mes que tiene como objetivo producir la microcervecería. En la **tabla 6 – 4** se describe de mejor manera la cantidad de materia prima e insumos necesarios. Para el dimensionamiento de la planta de cerveza o microcervecería se basó en proformas enviadas por diversas empresas del país, haciendo una comparación objetiva se identificó los equipos y maquinarias necesarias, todas las proformas presentadas pueden generar sin ningún problema los 1500 litros/mes pero la proforma de la **tabla 10 – 4**, fue en la que se fijó una base, por ser la de mejor detalle.

Finalmente para el análisis de costo/beneficio se obtuvo los siguientes valores: presupuesto recursos humanos con un total de \$1000; presupuesto de materia prima con un total de \$3076,23; presupuesto análisis de laboratorio con un total de \$259,84 destacando que estos análisis se llevan a cabo por dos ocasiones al año; presupuesto maquinaria con un total de \$32950,40; presupuesto de equipos con un total \$978,73; presupuesto de accesorios y herramientas con un total de \$120,50; presupuesto de otros activos fijos (muebles e inmuebles) con un total de \$514,00 y una depreciación de \$ 3542,19 dichos valores se podrían considerar altos y costosos. Sin embargo, los valores en donde se puede evidenciar un factor alentador es al identificar el precio que cuesta producir una botella de 330 ml, esto mediante los costos fijos con un valor de \$1299,84 y costos variables con un valor de \$3076,23, siendo de \$ 0,97 lo que cuesta producir, tomando en cuenta un margen de utilidad de 60% la cerveza podría salir al mercado con un precio de \$ 2,43.

CONCLUSIONES

- Se elaboró de forma satisfactoria una cerveza artesanal a base de cebada y “Chawarmishqui” con miras a una industrialización tomando en cuenta su respectiva formulación, parámetros, variables y cálculos necesarios.
- Se determinó las características bromatológicas de la cabuya como son humedad 87,38%; proteína 0,30%; grasa 0,01%; carbohidratos 12,00%; cenizas 0,23%; potasio 21,56%; magnesio 7,41%; calcio 9,51% y fosforo 4,20% y su derivado “Chawarmishqui” como son proteínas 0,7%; ceniza 0,6%; humedad 89,0%; carbohidratos 9,7%; sólidos solubles 12,4%; energía total 41,6%; pH 4,32; dichas características hacen que como adjunto cervecero brinde un amplio margen de beneficios y su combinación fortalezca al producto final .
- A través de una evaluación sensorial asertiva, se estableció el mejor proceso de elaboración de cerveza artesanal, en base a la determinación de la muestra B, “Chawarmishqui” en la cocción, como la más idónea con un 87%, además que al examinar los criterios como sabor, color, aroma y amargor sus porcentajes fueron los de mayor aceptabilidad con respecto al de las otras muestras.
- Se identificó las variables y parámetros de operación necesarias en la producción de cerveza artesanal, temperatura y tiempo fueron controlados en cada una de las etapas y de igual manera pH, sabor, color y aroma fueron inspeccionados, permitiendo así desarrollar los cálculos de ingeniería indispensables para el diseño del proceso de elaboración de cerveza artesanal.
- Bajo el cumplimiento de la Norma INEN 2262: Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos., se validó el proceso de producción de cerveza artesanal de cebada y “Chawarmishqui”, de la formulación de mayor aceptación, obteniendo un producto final apto para el consumo humano, que cumpla con características propias de una cerveza y dentro de los rangos de la normativa legal vigente.

RECOMENDACIONES

- Promover nuevos estudios en los cuales se incluya la Cabuya, debido a que es una planta ancestral del Ecuador y podría convertirse en un símbolo de toda la serranía.
- Impulsar el uso de productos ecuatorianos como adjuntos cerveceros para expandir el mercado no solo de cerveza si no de pequeños y grandes emprendedores.
- Adquirir materia prima de alta calidad para el proceso de elaboración, esto permitirá mejores rendimientos.
- Para el escalamiento a nivel industrial de las cantidades usadas, seguir el proceso conforme se ha descrito y controlar durante todo el proceso variables y parámetros de operación.
- Fomentar una cultura de emprendimiento, inyectando los recursos necesarios para que proyectos similares salgan a flote a futuro.
- Mantener una limpieza y sanitización durante todo el proceso, para evitar posibles pérdidas por contaminación.

GLOSARIO

Aerobiosis: Vida en un ambiente que contiene oxígeno (RAE, 2019).

Anaerobiosis: Vida en un ambiente desprovisto de oxígeno (RAE, 2019).

Cerveza: Es el producto de la fermentación de extractos de malta de cebada mediante la acción de la levadura. Mientras que la malta y la levadura hacen contribuciones importantes al perfil de la cerveza, su calidad y carácter dependen mucho del agua y de los lúpulos utilizados en su producción (Huxley, 2006).

Diastásicas: La diastasa es una enzima de origen vegetal que se encuentra en determinadas semillas germinadas y otras plantas. Las enzimas son catalizadores. La función de la diastasa es la de catalizar, o sea, provocar la hidrólisis. Primero del almidón en dextrina y acto seguido en azúcar o glucosa (Cervezodromo, 2017).

DMS (sulfuro de dimetilo): El sulfuro de dimetilo (DMS) es un compuesto azufrado ligero identificado en numerosos alimentos y bebidas. El DMS es producido en el curso de la fermentación a partir de diferentes aminoácidos y sus derivados (Acenología, 2013).

Dry – Hopping: Es la técnica cervecera que se utiliza para otorgar más aroma a la cerveza. Normalmente consiste en añadir lúpulos secos a la cerveza ya elaborada y tras haber fermentado. Los cerveceros que utilizan este proceso suelen hacerlo sumando éstos lúpulos secos a los que ya han añadido durante la elaboración (Cerveza Artesana, 2018).

IBU: Es la abreviatura de International Bitterness Unit. En castellano, unidad internacional de amargor. Es decir, los IBUs sirven para medir el amargor de la cerveza (Naranjo, 2019).

Inocuidad: Es la garantía de que un producto alimenticio no causará daño al consumidor cuando se prepara o es ingerido y según la utilización a la que se destine. La inocuidad es uno de los cuatro grupos básicos de características que junto a las nutricionales, organolépticas y comerciales, componen la calidad de los alimentos (ISOTools, 2018).

Isomerización del lúpulo: La isomerización se produce durante la ebullición, y se trata básicamente de una disolución de los alfa-ácidos a causa del calor y los tiempos de ebullición (Cerveza Artesana, 2014).

Sanitización: La sanitización es un proceso que permite reducir los microorganismos existentes en las superficies y el ambiente a un nivel seguro. El objetivo principal de la sanitización en la industria alimentaria es evitar la contaminación cruzada, para garantizar la inocuidad de los alimentos. Es decir, hacerlos seguros para su consumo (MetalBoss, 2020).

BIBLIOGRAFÍA

ACENOLOGÍA, 2013. ACE. [online]. 01 2013. [Accessed 11 August 2020]. Available from: http://www.acenologia.com/cienciaytecnologia/sulfuro_dimetilo_cienc1212.htm

ALDAZ CHICAIZA, Jessica Susana, 2018. *Elaboración de cerveza artesanal a partir de cebada malteada (Hordeum Distichon) con adjuntos amiláceos quinua (Chenopodium Quinoa Wildenow) y adjuntos sacarinos jarabe de remolacha (Beta Vulgaris)* [online]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [Accessed 3 July 2020]. Available from: <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/11663>
Accepted: 2019-08-08T19:55:42Z

BAUTISTA CRUZ, Nelson, 2006. Estudio químico-bromatológico y elaboración de néctar de aguamiel de Agave americana L. (maguey) procedente de Ayacucho. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos* [online]. 2006. [Accessed 6 May 2020]. Available from: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/2335>
Accepted: 2013-08-20T21:09:49Z

BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM, ., STRONG, Gordon and ENGLAND, Kristen, 2015. *Certification Beer Judge Program* [online]. 2015. Available from: https://www.bjcp.org/docs/2015_Guidelines_Beer.pdf

BELTRÁN, Betty, 2016. Chaguarmishqui tiene su truco | Últimas Noticias. 29 - 04 - 2016 [online]. 2016. [Accessed 2 June 2020]. Available from: <https://www.ultimasnoticias.ec/noticias/31604-chaguarmishqui-dulce-tradicion-sierra.html>

BELTRÁN COLLANTE, Johana Maricela, 2014. *Elaboración de un edulcorante a base de cabuya y su efecto post-prandial en adultos diabéticos que asisten al centro Cinco Esquinas de la ciudad de Quito durante el período diciembre 2013-abril, 2014* [online]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [Accessed 10 August 2020]. Available from: <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/7536>
Accepted: 2015-04-09T09:08:13Z

CERVEZA ARTESANA, 2014. Cómo sacar el máximo provecho de su lúpulo. [online]. 02 2014. [Accessed 11 August 2020]. Available from: <https://www.cervezartesana.es/blog/post/como-sacar-el-maximo-provecho-de-su-lupulo.html>

CERVEZA ARTESANA, 2018. El Dry-Hopping, una técnica para potenciar el aroma de la cerveza. [online]. 2 July 2018. [Accessed 11 August 2020]. Available from: <https://www.cervezartesana.es/blog/post/el-dry-hopping-una-tecnica-para-potenciar-el-aroma-de-la-cerveza.html>

CERVEZODROMO, 2017. Cervezodromo: El poder diastásico de la malta. *Cervezodromo* [online]. 2017. [Accessed 11 August 2020]. Available from: <http://cervezodromo.blogspot.com/2017/02/poder-diastasio-malta.html>

CERVEZOMICÓN, 2015. Rendimiento. *Cervezomicón* [online]. 2015. [Accessed 10 August 2020]. Available from: <https://cervezomicon.com/tag/rendimiento/>

COHEN, Abby, 2017. Brewers Association Releases 2016 Statistics for Craft Category. *Brewers Association* [online]. 28 March 2017. [Accessed 6 May 2020]. Available from: <https://www.brewersassociation.org/press-releases/2016-growth-small-independent-brewers/>

ECHIA MORALES, Diego and VALDIVIA VELÁSQUEZ, Juan, 2018. *Elaboración de cerveza utilizando una mezcla de malta de cebada y papa nativa amarilla "Tumbay"* [online]. Universidad San Ignacio de Loyola. [Accessed 6 May 2020]. Available from: <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/3098>
Accepted: 2018-05-09T22:42:46Z

GAMAZO, Carlos, SÁNCHEZ, Susana and CAMACHO, Ana, 2013. *Microbiología basada en la experimentación+Student consult en español*. Elsevier Health Sciences. ISBN 978-84-9022-085-6.
Google-Books-ID: KoGik0S4jVQC

GARCÍA BAZANTE, Karina Belén, 2015. *Elaboración de cerveza artesanal a partir de almidón extraído de tubérculos Andinos* [online]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [Accessed 3 July 2020]. Available from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3949>
Accepted: 2015-07-24T20:37:11Z

GIGLIARELLI, Pablo, 2014. Noventa Por ciento AGUA. *Revista MASH* [online]. 17 2014. [Accessed 10 August 2020]. Available from: <http://www.revistamash.com/detalle.php?id=406>

HOUGH J. S., 1990. *Biotechnología de la cerveza y de la malta*. ACRIBIA S.A. Zaragoza - España.

HUXLEY, Steve, 2006. *La cerveza... poesía líquida. Un manual para cervesiáfilos*. Somonte - Cenero. Gijón: Ediciones Trea, S. L.

ISOTOOLS, 2018. La importancia de la Inocuidad Alimentaria. *ISOTools EXCELLENCE* [online]. 01 2018. [Accessed 11 August 2020]. Available from:

<https://www.isotools.org/2018/01/16/la-importancia-la-inocuidad-alimentaria/>

IZURIETA PONTÓN, Estefani Carolina and SERRANO AGUIRRE, Viviana, 2013. *Fabricación y comercialización de sacos de fibra de cabuya en el Ecuador* [online]. [Accessed 14 June 2020]. Available from: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/235>
Accepted: 2013-01-02T16:01:53Z

JARAMILLO, Paula, 2016. Cervezas artesanales, un mercado que emerge bien. [online]. 2016. P. 6. Available from: https://revistagestion.ec/sites/default/files/import/legacy_pdfs/269_005.pdf

JURADO ARTURO, Faber Miguel and CHECA GORDILLO, Carlos Miguel, 2014. *Mejoramiento de la calidad de la fibra de cabuya y su aplicación*. [online]. [Accessed 6 May 2020]. Available from: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2658>
Accepted: 2014-03-19T16:08:58Z

METALBOSS, 2020. Sanitización de Alimentos: Conoce su Importancia. *MetalBoss* [online]. 7 January 2020. [Accessed 11 August 2020]. Available from: <http://www.metalboss.com.mx/sanitizacion-de-alimentos>

NARANJO, David Varela, 2019. ¿Qué son los IBUs en la cerveza? *Install Beer* [online]. 2 December 2019. [Accessed 11 August 2020]. Available from: <https://installbeer.com/blogs/diariocervecero/que-son-los-ibus-cerveza>

NTE INEN 1529-10, Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 1998. *NTE INEN 1529-10: Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad* [online]. 1998. [Accessed 10 August 2020]. Available from: <http://archive.org/details/ec.nte.1529.10.1998>

NTE INEN 1529-17, Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 1998. *NTE INEN 1529-17: Control microbiológico de los alimentos. Bacterias anaerobias mesófilas. Recuento en tubo por siembra en masa* [online]. 1998. [Accessed 10 August 2020]. Available from: <http://archive.org/details/ec.nte.1529.17.1998>

NTE INEN 2262, Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2013. *NTE INEN 2262: Bebidas Alcohólicas. Cerveza*. [online]. 20 November 2013. NTE INEN 2262. Available from: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2262-1.pdf

NTE INEN 2322, Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2002. *NTE INEN 2322: Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de alcohol* [online]. 2002.

[Accessed 10 August 2020]. Available from: <http://archive.org/details/ec.nte.2322.2002>

NTE INEN 2323, Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2002. *NTE INEN 2323: Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de la acidez total* [online]. 2002. [Accessed 10 August 2020]. Available from: <http://archive.org/details/ec.nte.2323.2002>

NTE INEN 2324, Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2002. *NTE INEN 2324: Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de dióxido de carbono "CO₂" y aire* [online]. 2002. [Accessed 10 August 2020]. Available from: <http://archive.org/details/ec.nte.2324.2002>

NTE INEN 2325, Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2002. *NTE INEN 2325: Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación del pH* [online]. 2002. [Accessed 10 August 2020]. Available from: <http://archive.org/details/ec.nte.2325.2002>

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN, 2016. CEBADA. Propiedades de la cebada, valor nutricional de la cebada, beneficios de la cebada, historia de la cebada. [online]. 2016. [Accessed 6 May 2020]. Available from: <http://nutricion.nichese.com/cebada.html>

ODDONE, Sebastián, 2018. *Matemática de la Cerveza*. Primera. Buenos Aires, Argentina: Editorial Autores de Argentina. ISBN 978-987-761-448-0.

OKAFOR, Nduka, 2007. *Modern industrial microbiology and biotechnology*. Enfield, (NH): Science Publishers. ISBN 978-1-57808-434-0.

PÉREZ PORTO, Julián and MERINO, María, 2018. Definición de cebada - Qué es, Significado y Concepto. [online]. 2018. [Accessed 6 May 2020]. Available from: <https://definicion.de/cebada/>

PILATAXI, Tatiana, 2019. *Diseño de un proceso industrial para la obtención de un yogurt a partir de leche de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) para la planta de lácteos ESPOCH*. [online]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [Accessed 6 May 2020]. Available from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11022>
Accepted: 2019-07-05T20:03:08Z

PINEDA, Elvis and URIBARRI, Dora, 2014. Propiedades químicas y creencias curativas populares del Maguey o Cabuya (Agave americana L.) Caso, Churcampa, Huancavelica - PDF Free Download. [online]. June 2014. [Accessed 6 May 2020]. Available from: <https://docplayer.es/44884536-Propiedades-quimicas-y-creencias-curativas-populares-del->

maguey-o-cabuya-agave-americana-l-caso-churcampa-huancavelica.html

RAE, 2019a. aerobiosis | Diccionario de la lengua española. «*Diccionario de la lengua española*» - *Edición del Tricentenario* [online]. 2019. [Accessed 11 August 2020]. Available from: <https://dle.rae.es/aerobiosis>

RAE, 2019b. anaerobiosis | Diccionario de la lengua española. «*Diccionario de la lengua española*» - *Edición del Tricentenario* [online]. 2019. [Accessed 11 August 2020]. Available from: <https://dle.rae.es/anaerobiosis>

RAYMOND, E. Kirk and OTHNER, Donald, 2003. *Enciclopedia de Tecnología Química*. México: Hispano Americana.

RUIZ SÁNCHEZ, Yuridia, 2013. *Elaboración y evaluación de maltas cerveceras de diferentes variedades de cebada (*Hordeum vulgare*) producidas en los estados de Hidalgo y Tlaxcala* [online]. ICBI-BD-UAEH. [Accessed 6 May 2020]. Available from: <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/handle/123456789/10962>
Accepted: 2013-11-04T19:05:28Z

SALDAÑA-ROBLES, Alberto, HLAWINSKA, Ryszard, ROBLES, Noé, VACA, César, CABRERA SIXTO, José and BARRÓN, Salvador, 2012. Determinación de algunas propiedades físicas de Agave tequilana Weber para mecanizar la cosecha. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 1 June 2012. Vol. 3, p. 451–465. DOI 10.29312/remexca.v3i3.1441.

SORIA LUDISACA, Jaime Alfredo, 2017. *Diseño de un proceso industrial para la elaboración de cerveza artesanal a base de cebada (*Hordeum Vulgare*) y cacao de fino aroma (*Theobroma Cacao*)*. [online]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [Accessed 3 July 2020]. Available from: <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/6593>
Accepted: 2017-06-12T15:01:00Z

THE BEER TIMES™, 2018. IBU en la cerveza, qué es el índice de amargor y cómo calcularlo. *The Beer Times™* [online]. 5 November 2018. [Accessed 10 August 2020]. Available from: <https://www.thebeertimes.com/como-calculiar-el-amargor-ibu-de-una-cerveza/>

TOVAR, Mario, 2018. ¿Qué es la cerveza artesanal? [online]. 2018. [Accessed 6 May 2020]. Available from: <https://www.cervezaartesanal mexicana.mx/cultura-cervecera/que-es-la-cerveza-artesanal>

UCHA FLORENCIA, 2008. Definición de Cerveza. *Definición ABC* [online]. December 2008.

[Accessed 6 May 2020]. Available from: <https://www.definicionabc.com/general/cerveza.php>

VELEZ, Karen, 2018. *Diseño de un proceso industrial para la obtencion de yogurt fortificado con harina de Quinoa (Chenopodium quinoa) a desarrollarse en la planta de lácteos de la ESPOCH ubicada en la comunidad Tunshi*. [online]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [Accessed 6 May 2020]. Available from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10561>
Accepted: 2019-05-02T16:31:24Z

ANEXOS

ANEXO A. NTE INEN 2262 (2013): Bebidas Alcohólicas. Cerveza. Requisitos



Quito – Ecuador

NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA

NTE INEN 2262
Primera revisión
2013-11

BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS

ALCOHOLIC BEVERAGES. LIQUORS. REQUIREMENTS

Correspondencia:

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

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

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

$$UP = 2 \times 1.393^{(T-60)}$$

En donde:

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

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

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

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

3. DISPOSICIONES GENERALES

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

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

3.3 Prácticas Permitidas

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

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

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

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

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

3.3.6 Se pueden utilizar materiales filtrantes y clarificantes tales como la celulosa, tierras de infusorios o diatomeas, PVPP (poli vinil polí 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 edulcorantes artificiales.

3.4.1.3 Sustitutos del lúpulo u otros principios amargos.

3.4.1.4 Saponinas.

3.4.1.5 Colorantes artificiales.

3.4.1.6 Cualquier ingrediente que sea nocivo para la salud.

3.4.1.7 Medios filtrantes constituidos por asbesto.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 La clasificación de las cervezas será la siguiente:

4.1.1 Por su grado alcohólico:

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

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

4.1.2 Por su extracto original:

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

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

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

El extracto original se calcula usando la siguiente fórmula:

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

En donde:

p = extracto original en % Plato.

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

E_R = extracto real de la cerveza en % Plato.

4.1.3 Por su color:

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

4.1.3.2 Cervezas oscuras (negras): color ≥ 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 maltada.

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

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

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

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

TABLA 1. Requisitos físicos y químicos

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

TABLA 2. Requisitos microbiológicos

REQUISITOS	UNIDAD	Cerveza pasteurizada		METODO DE ENSAYO
		MÍNIMO	MÁXIMO	
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".

APENDICE Z

Z.1. DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 339	Bebidas alcohólicas. Muestreo.
Norma Técnica 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 alcohólicas. Rotulado. Requisitos.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2322	Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de alcohol.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2323	Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de acidez total.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2324	Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de dióxido de carbono CO ₂ y a/cv.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2325	Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de pH.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2326	Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de hierro.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2327	Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de cobre.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2328	Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de zinc.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2329	Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación arsénico.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2330	Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación plomo.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2262 Primera revisión	TÍTULO: BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS	Código: ICS 97.160.10
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 2010-02-23	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 2002-02-08 Oficialización con el Carácter 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: a		
Subcomité Técnico de: Bebidas alcohólicas		
Fecha de iniciación: 2010-08-24		Fecha de aprobación: 2011-10-10
Integrantes del Subcomité:		
NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:	
Rodrigo Obando (Presidente)	LICORAM	
Felipe Salvador	ALCOPESA S.A.	
Alberto Salvador	ALCOPESA S.A.	
Diana Cabrera	AZENDE (ZUMIR)	
Manuel Auquilla Terán	AZENDE (ZUMIR)	
Carmen Gallardo Gallardo	BUSTAMANTE Y BUSTAMANTE	
José Miguel Sanchez	CERVECERIA NACIONAL	
Maria Cristina Moreno	EMBOTELLADORA AZUAYA	
Imeldo Valdéz	ILEPSA S.A.	
Elena Martinot	ILEPSA S.A.	
Patricia Maiguashca	ILSA S.A.	
Jorge Villa	ILVISA	
Mónica Sosa	INH IZQUIETA PEREZ	
Ana María Hidalgo	LABORATORIO OSP-UCE	
Sandra Astudillo Calle	LICORES SAN MIGUEL	
Inés Maio	LICORES SAN MIGUEL	
Lorena Tapia	MIPRO	
Talia Palacios	MIPRO	
Ulrich Stahl	UPIANA Cis. Ltda.	
Carlos Moran	LICORERA MORAN	
Javier Carvajal	PUCE	
Gonzalo Arteaga (Secretario Técnico)	INEN	
Otros trámites: Esta NTE INEN 2262:2013 (Primera revisión), reemplaza a la NTE INEN 2262:2003		
* ¹⁰ 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 2014-05-05.		
La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma		
Oficializada como: Obligatoria		Por Resolución No. 13402 de 2013-10-31
Registro Oficial No. 127 de 2013-11-20		

ANEXO B. Evaluación Sensorial

Por favor lea con mucha atención

Evaluación Sensorial

Nombre:

Edad:

Fecha:

Producto: Cerveza Artesanal a base de Cebada y Cabuya

Indicaciones:

Por Favor en el siguiente orden consumir las muestras propuestas y marcar aquella que más le guste:

1. Muestra A
2. Muestra B
3. Muestra C
4. Muestra D

De la muestra que usted selecciono de mayor agrado exprese su criterio en la siguiente tabla:

Muestra A

Sensaciones	Me gusta	Ni me gusta, ni me disgusta	No me gusta
Sabor			
Amargor			
Color			
Olor			

Muestra B

Sensaciones	Me gusta	Ni me gusta, ni me disgusta	No me gusta
Sabor			
Amargor			
Color			
Olor			

Muestra C

Sensaciones	Me gusta	Ni me gusta, ni me disgusta	No me gusta
Sabor			
Amargor			
Color			
Olor			

Muestra D

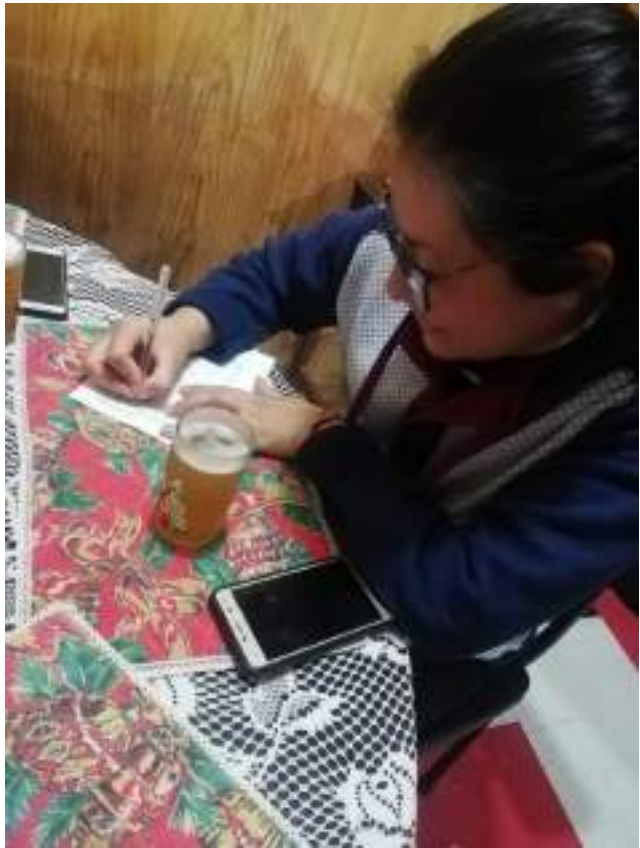
Sensaciones	Me gusta	Ni me gusta, ni me disgusta	No me gusta
Sabor			
Amargor			
Color			
Olor			

Comentario.....
.....
.....
.....

Gracias por su colaboración

La cerveza es vida







ANEXO C. Informe de Resultados Área Microbiológica



INFORME DE RESULTADOS

INF-AM - 2024

Cliente	Carlos Alban	Lote	1
Dirección	Latacunga	Fecha elaboración	06/03/2024
		Fecha Vencimiento	
Muestreado por	El Cliente	Fecha Recepción	06/03/2024
Muestra de	Cerveza	Hora Recepción	9:23
Descripción	Cerveza "CREAM ALE" (Muestra B)	Fecha Análisis	06/03/2024
		Fecha entrega	22/03/2024
		Código#Control	

Color:	Característico
Olor	Característico
Estado:	Líquido
Contenido Declarado:	330ml
Material de Enpaque:	Botella de vidrio color amber

RESULTADOS ÁREA MICROBIOLÓGICA

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO
*Bac. Aerobios totales	UFC/ml	2.8×10^7	MMI-31/Aerobios Directos
*Bac. Males	UFC/ml	<10	MMI-07283 7954
*Bac. Levaduras	UFC/ml	3.7×10^7	MMI-07283 7954

UFC/g: Unidades Formadoras de colonia sobre medio de siembra.

Nota: *Los valores marcados (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAI*


 Dra. Pamela Jaccote
 DIRECTORA DEL LABORATORIO

Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.

ANEXO D. Informe de Resultados Área Química



INFORME DE RESULTADOS

INF.AQ 2077

Cliente	Carlos Alban	Lote	1
Dirección	Latacunga	Fecha Elaboración	06/03/2020
		Fecha Vencimiento	---
Muestreado por	El Cliente	Fecha Recepción	16/07/2020
Muestra de	Cerveza	Hora Recepción	9:23:05
Descripción	Cerveza "CREAM ALE" (Muestra B)	Fecha Análisis	16/07/2020
		Fecha Entrega	23/07/2020
		Código/Control	---

Color	Característico
Olor	Característico
Estado	Líquido
Contenido Declarado	330ml
Material de Empaque	Botella de vidrio color ámbar

RESULTADOS AREA QUIMICA			
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO
* Grado Alcohólico	% v/v	4,50	MQ-16/INEN 340
* pH	---	4,91	MQ-22/ INEN ISO 1842
* Acidez total	% m/m	0,13	MQ-12/INEN 341
* Carbonatación	Volumen de CO ₂	3,10	MQ-55/NTE INEN 2324

Nota: Los errores porcentuales () no están incluidos en el alcance de la acreditación del IAG.*

Dra. Pamela Jacome
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.

ANEXO E. Proforma 1 Maquinaria y Equipos



098 468 0055 – 098 469 7571
Quito - Ecuador

CLIENTE: ARTURO ALBÁN					
PROFORMA: SMTK 223-20			FECHA: 13/08/2020		
VALIDEZ DE OFERTA 30 DIAS					
Descripción: Fabrica completa para Cerveza Artesanal					TIEMPO DE ENTREGA: A CONVENIR.
ITEM	CÓD.	CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	OLL MAC	1.00 UND	OLLA DE MACERACIÓN: Fondo falso, capacidad 200 litros, fabricado en acero inoxidable de 2 mm 304 calidad alimenticia, tapa superior hermética y termómetro. Funcionamiento a gas con quemador atmosférico.	\$2.350.00	\$2.350.00
2	TAN INOX	2.00 UND	FERMENTADOR DE 800 LITROS: Tanque para maduración capacidad 800 litros, de triple pared para circulación de agua helada y aislamiento térmico, implementos de control. Fabricado en acero inoxidable 304 grado alimenticio.	\$5.800.00	\$11.600.00
3	TAN COC	1.00 UND	TANQUE DE COCCIÓN: Tanques para cocción de mosto, capacidad 200 litros forma cilíndrica, fabricado en acero inoxidable de 2 mm 304 calidad alimenticia, tapa superior hermética, termómetro. Funcionamiento a gas con quemador atmosférico.	\$1.280.00	\$1.280.00
4	ENF PLA	1.00 UND	ENFRIADOR DE PLACAS: Placas para enfriamiento de producto previo a ingreso a fermentador, capacidad 200 litros por hora.	\$1.900.00	\$1.900.00
5	TAN ISO	1.00 UND	TANQUE ISOTÉRMICO: Volumen de 1.500 litros, bomba para recirculación de agua, sistema automatizado, genera agua a 4 grados, incluye motor de 1hp.	\$4.050.00	\$4.050.00
6	BOM AGU	1.00 UND	BOMBA DE AGUA INDUSTRIAL: Bomba de acero inoxidable sanitaria de 1/2 hp / 40 litros por minuto, incluye manguera, acoples, y coche de acero inoxidable para movilización del equipo.	\$1.280.00	\$1.280.00
7	MOL ROD	1.00 UND	MOLINO DE RODILLOS ELECTRICO Equipo para molido de cebada con motor de 1hp, bases y poleas de acero.	\$1.605,00	\$1.605,00
8	LLEN BOT	1.00 UND	LLENADORA DE BOTELLAS MANUAL: Fabricada en acero inoxidable grado 304.	\$1.605,00	\$1.605,00
9	INST SIS	1.00 UND	INSTALACIÓN COMPLETA DEL SISTEMA: Conexiones de sistemas eléctricos, hidráulicos y conexión de bombas. Incluye tablero de control, bomba de 1/2 hp, tuberías y mano de obra.	\$3.750.00	\$3.750.00
SON: TREINTA Y DOS MIL NOVECIENTOS CINCUENTA CON 40/100 DÓLARES				SUBTOTAL	\$29.420.00
				IVA 12%	\$3.536.40
				TOTAL	\$32.956.40



098 468 0055 – 098 469 7571
Quito - Ecuador

Condiciones de la oferta:

El precio de la oferta incluye todos los equipos y herramientas necesarios para los trabajos ofertados, además la empresa cuenta con mano de obra calificada y certificada, con afiliación al IEISS, equipos de seguridad personal, asistencia técnica profesional.

Proforma incluye entrega en Guayaquil, incluye instalación de equipos, no incluye insumos para instalación.

Garantía:

Smetrika extiende una garantía de 3 años en la fabricación de los tanques, elementos eléctricos no tienen garantía, se realiza entrega con prueba de dispositivos y prueba de amperaje.

Forma de pago:

70% de anticipo y 30% contra entrega.

Atentamente,



Esteban Arcos

098 469 7571
eaco@smetrika.com.ec
Quito - Ecuador

ANEXO F. Proforma 2 Maquinaria y Equipos



098 468 0055 – 098 469 7571
Quito - Ecuador

Descripción: EQUIPOS DE ACERO INOXIDABLE PARA CERVEZA ARTESANAL			TIEMPO DE ENTREGA: A CONVENIR	
ÍTEM	CANT	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	1.00 UND	SISTEMA COMPLETO PARA FABRICACIÓN DE 500 LITROS <ul style="list-style-type: none"> - 3 tanques de cocción en acero inoxidable grado 30 de 200 litros. - 2 fermentadores cónicos triple pared de 400 litros. - Sistema de enfriador de placas. - Schiller para agua fría, capacidad 1000 litros. - Conexiones en tubo sanitario y accesorios. - Bomba sanitaria ½ hp - Bomba para recirculación de agua. - Tablero de control electrónico con accesorios. - Molino manual - Instalación de sistema de agua helada. 	\$16.800,00	\$16.800,00
SON: DIEZ Y OCHO MIL OCHOCIENTOS DIEZ Y SEIS CON 00/100 DÓLARES			SUBTOTAL	\$16.800,00
			IVA 12%	\$2.016,00
			TOTAL	\$18.816,00

Condiciones de la oferta:

El precio de la oferta incluye todos los equipos y herramientas necesarios para los trabajos ofertados, además la empresa cuenta con mano de obra calificada y certificada, con afiliación al IESS, equipos de seguridad personal, asistencia técnica profesional.

Proforma incluye entrega en cualquier parte del país, incluye instalación de equipos, no incluye insumos para instalación.

Garantía:

Simetrika extiende una garantía de 3 años en la fabricación de los tanques, elementos eléctricos no tienen garantía, se realiza entrega con prueba de dispositivos y prueba de amperaje.

Forma de pago:

70% de anticipo y 30% contra entrega.

Atentamente,



Esteban Arcos

098 469 7571
esca@simetrika.com.ec
Quito - Ecuador

ANEXO G. Proforma 3 Maquinaria y Equipos



PROFORMA - INOXAVIER

Planta de cerveza artesanal para 300 litros en acero inoxidable 304 sanitario grado alimenticio

Todos lo equipo son trabajados con 2mm de espesor y acogiendo las normas del ARSA Quien regula las normas de trabajo alimenticio

CONSTA DE:

3 OLLAS DE COCCION, MACERACION Y HERBOR FINAL
3 TERMOMETROS
3 QUEMADORES EN HIERRO FUNDIDO
1 DOBLE FONDO DE MALLA PARA EL MOSTO
1 BOMBA CON TURBINA Y CARACASA EN ACERO INOXIDABLE 304 RECIRCULACION
1 TUBERIA DE ACERO INOXIDABLE 304 CON FERRUL Y CLAN PARA ENLACE ENTRE OLLAS
3 FERMENTADORES PARA 600 LITROS
6 VALVULAS PARA FERMENTADORES
WIRPOOL, DUCHA Y SERPENTIN ENFRIADOR

ENTREGA A DOMICILIO

TRABAJAMOS CON EL 60% DEL VALOR CONTRATADO EL SALDO OSEA EL 40% RESTANTE PARA LA ENTREGA DEL EQUIPO
TIEMPO DE ENTRGA.: EL TIEMPO ES DE 25 DIAS CORRIDOS O TRES SEMANAS A PARTIR DEL PAGO INICIAL

EL PRECIO POR TODA LA PLANTA ES DE \$11.800 ONCE MIL OCHOCIENTOS 00/100 DOLARES AMERICANOS

Atentamente
EDWIN LAVERDE
ADMINISTRACION