



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A BASE DE CEBADA (*Hordeum Vulgare*) Y PIÑA (*Ananas Comosus*)

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR:

MARCOS KEVIN GUEVARA ESPINOZA

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A BASE DE CEBADA (*Hordeum Vulgare*) Y PIÑA (*Ananas Comosus*)

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: MARCOS KEVIN GUEVARA ESPINOZA

DIRECTOR: Ing. CESAR ARTURO PUENTE GUIJARRO, MSc.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Marcos Kevin Guevara Espinoza

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

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

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

Riobamba, 24/05/2023.

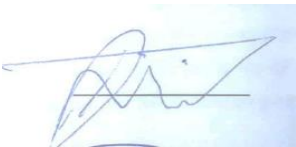


Marcos Kevin Guevara Espinoza

C.I. 172083786-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto Técnico, **DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A BASE DE CEBADA (*Hordeum Vulgare*) Y PIÑA (*Ananas Comosus*)**, realizado por el señor **MARCOS KEVIN GUEVARA ESPINOZA**, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Darío Fernando Guamán Lozada, MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-05-24
Ing. César Arturo Puente Guijarro, MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-05-24
Ing. Katherine Gissel Tixi Gallegos, MSc. ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-05-24

DEDICATORIA

A mi hermano Santi y a mi familia con mucho amor.

Marcos

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios, quien me da la oportunidad de llegar a este punto en mi vida donde estoy cumpliendo unos de mis objetivos. Gracias a mis Padres: Marcos y Rossy porque han sido un pilar muy importante en mi vida. Por otra parte agradezco al Ing. César Puente e Ing. Katherine Tixi, gracias a su ayuda ha sido posible el desarrollo de este proyecto y han sido quienes me han sabido orientar y compartir sus conocimientos para hacer realidad este sueño anhelado. Expreso una inmensa gratitud a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, por haberme brindado la oportunidad de recibirme en sus aulas del saber.

Marcos

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	3
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	3

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes de investigación.....	4
2.2. Referencias teóricas.....	5
2.2.1. <i>Cerveza</i>	5
2.2.2. <i>Tipos de cerveza según el tipo de levadura</i>	5
2.2.3. <i>Cebada malteada</i>	7
2.2.4. <i>Cerveza artesanal</i>	7
2.2.4.1. <i>Cervezas artesanales con materia prima poco convencionales</i>	7
2.2.5. <i>Lúpulo</i>	8
2.2.6. <i>Levadura</i>	9
2.2.6.1. <i>Saccharomyces alternativas</i>	9
2.2.7. <i>Fermentación</i>	9
2.2.7.1. <i>Tipos de fermentación</i>	11
2.2.8. <i>Dextrosa</i>	12
2.2.9. <i>Agua</i>	13
2.2.10. <i>Piña</i>	13

2.2.11.	<i>Clarificante</i>	14
2.2.12.	<i>Equipos básicos utilizados en la elaboración de cerveza artesanal</i>	15
2.2.13.	<i>Norma NTE INEN 2262: bebidas alcohólicas. cerveza. requisitos</i>	17
2.2.13.1.	<i>Prácticas permitidas</i>	17
2.2.13.2.	<i>Requisitos físicos y químicos</i>	18

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	20
3.1.	Tipo de estudio	20
3.1.1.	<i>Estudio experimental</i>	20
3.2.	Ingeniería del proyecto	21
3.2.1.	<i>Proceso de elaboración</i>	22
3.2.1.1	<i>Diagrama de bloques para el proceso de elaboración de cerveza artesanal</i>	22
3.2.1.2.	<i>Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de cerveza artesanal</i>	23
3.2.2.	<i>Metodología</i>	23
3.2.2.1.	<i>Obtención de materia prima</i>	23
3.2.2.2.	<i>Formulación de los tres tipos de receta para la cerveza de cebada y piña</i>	24
3.3.	Identificación de las variables del proceso	28
3.3.1.	<i>Cálculos para el balance de materia en la producción de cerveza artesanal para 20 l</i>	30
3.3.1.1.	<i>Balance para la etapa de molienda</i>	30
3.3.1.2.	<i>Balance para la etapa de maceración</i>	30
3.3.1.3.	<i>Balance para la etapa de recirculación</i>	30
3.3.1.4.	<i>Balance para la etapa de lavado</i>	31
3.3.1.5.	<i>Balance para la etapa de cocción</i>	31
3.3.1.6.	<i>Balance para la etapa de enfriado</i>	31
3.3.1.7.	<i>Balance para la etapa de fermentación y maduración</i>	31
3.3.1.8.	<i>Balance para la etapa de carbonatación y embotellado</i>	32
3.3.2.	<i>Encuesta de aceptabilidad</i>	32
3.3.3.	<i>Costos de producción</i>	32
3.3.3.1.	<i>Costos de inversión fija</i>	33
3.3.3.2.	<i>Costos de inversión en materia prima</i>	34

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	36
4.1.	Análisis de encuestas	36
4.1.1.	<i>Análisis encuesta de sabor</i>	36
4.1.2.	<i>Análisis encuesta de aroma</i>	37
4.1.3.	<i>Análisis encuesta color</i>	38
4.1.4.	<i>Análisis encuesta preferencia grados alcohólicos</i>	38
4.2.	Análisis de la mejor receta	39
4.2.1.	<i>Descripción del proceso para la elaboración de la cerveza artesanal con cáscara de piña</i>	40
4.3.	Análisis organolépticos, físicos químicos y microbiológicos según la norma INEN 2262	42
4.3.1.	<i>Análisis organolépticos</i>	42
4.3.2.	<i>Análisis químicos</i>	42
4.3.3.	<i>Análisis microbiológicos</i>	43
4.4.	Análisis económico	43
4.5.	Viabilidad de producto	44
	CONCLUSIONES	45
	RECOMENDACIONES	46
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Tipos de cerveza según el tipo de levadura.....	6
Tabla 2-2:	Gasificación mediante la adición de dextrosa a la cerveza	13
Tabla 3-2:	Clasificación taxonómica de la piña.....	13
Tabla 4-2:	Equipos básicos utilizados en la elaboración de cerveza artesanal	15
Tabla 5-2:	Prácticas permitidas según Norma INEN 2262.....	17
Tabla 6-2:	Prácticas no permitidas según INENE 2262	18
Tabla 1-3:	Localización	21
Tabla 2-3:	Muestras de la esencia de piña	23
Tabla 3-3:	Formulación de los tres tipos de cerveza a base de cebada y piña	24
Tabla 4-3:	VARIABLES del proceso	29
Tabla 5-3:	Costos de inversión fija.....	33
Tabla 6-3:	Costos de materia prima.....	34
Tabla 1-4:	Resultados de las encuestas.....	39
Tabla 2-4:	Ingredientes de la Receta 3 para un lote de 20 l.....	39
Tabla 3-3:	Descripción del proceso para la elaboración de cerveza artesanal.....	40
Tabla 4-4:	Resultados análisis organolépticos.....	42
Tabla 5-4:	Resultados análisis químicos.....	42
Tabla 6-4:	Resultados análisis microbiológicos	43
Tabla 7-4:	Viabilidad.....	44

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2:	Seguimiento de reacciones para obtener etanol a partir de glucosa.	11
Ilustración 2-2:	Piña Golden Sweet.	14
Ilustración 3-2:	Requisitos físicos y químicos	18
Ilustración 4-2:	Requisitos físicos y químicos	19
Ilustración 1-3:	Localización, vista estándar.....	20
Ilustración 2-3:	Localización, vista satélite.....	21
Ilustración 4-3:	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la cerveza artesanal	23
Ilustración 5-3:	Balance para la etapa de molienda	30
Ilustración 6-3:	Balance para la etapa de maceración.....	30
Ilustración 7-3:	Balance para la etapa de recirculación	30
Ilustración 8-3:	Balance para la etapa de lavado.....	31
Ilustración 9-3:	Balance para la etapa de cocción.....	31
Ilustración 10-3:	Balance para la etapa de enfriado	31
Ilustración 11-3:	Balance para la etapa de fermentación y maduración	32
Ilustración 12-3:	Balance para la etapa de recirculación	32
Ilustración 1-4:	Análisis encuesta de sabor.....	36
Ilustración 2-4:	Análisis encuesta de aroma	37
Ilustración 3-4:	Análisis encuesta color.....	38
Ilustración 4-4:	Análisis encuesta preferencia de grados alcohólicos.....	38

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PREPARACIÓN DE LA PIÑA COMO ADJUNTO EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL
- ANEXO B:** MATERIAS PRIMAS NECESARIAS EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL
- ANEXO C:** MATERIAS PRIMAS EN DIFERENTES ETAPAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL DE PIÑA
- ANEXO D:** FERMENTACIÓN DE LAS TRES FORMULACIONES DE CERVEZA ARTESANAL DE PIÑA
- ANEXO E:** EQUIPOS USADOS EN DIFERENTES ETAPAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL
- ANEXO F:** PROCEDIMIENTO FINAL DE EMBOTELLADO, SELLADO Y PASTEURIZACIÓN DE LAS BOTELLAS DE CERVEZA
- ANEXO G:** RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS EN LABORATORIO

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo la obtención de una cerveza artesanal a partir de cebada y piña. Se formularon tres recetas, variando la utilidad de la piña en pulpa, cáscara y pulpa con cáscara. De las tres recetas elaboradas, se realizó una encuesta a cien personas no entrenadas, con edades entre 18 y 40 años. A través de pruebas sensoriales, estas personas seleccionaron la cerveza con la receta número 3, basada en pulpa y cáscara de piña, como la mejor receta en términos de sabor, color, aroma y grados alcohólicos. A partir de la receta seleccionada, se llevó un análisis físico, químico y microbiológico según la norma INEN 2262. El contenido alcohólico resultó ser de 7 % v/v, la acidez de 0,15 m/m, carbonatación de 3,10, un pH de 4,20, contenido de cobre $<0,03 \text{ mg/dm}^3$, contenido de hierro de $0,16 \text{ mg/dm}^3$, contenido de zinc $<0,02 \text{ mg/dm}^3$, contenido de arsénico $< 0,003 \text{ mg/dm}^3$ y el contenido de plomo $<0,10 \text{ mg/dm}^3$. Además los análisis microbiológicos mostraron valores de 10 ucf/cm^3 , los cuales se encontraban dentro de los parámetros establecidos. También se realizó el análisis de costos de producción para determinar el valor de producción de cada botella de 330 ml, el cual fue de \$1,33 centavos de dólar para ser vendido a \$2,50. Se decidió agregar pulpa de piña en la etapa de fermentación de la cerveza con el fin de cumplir una segunda fermentación, de modo que se favorezca la presencia de azúcares disponibles para ser fermentados. Asimismo, la adición de pulpa de piña durante la fermentación otorga a la cerveza color, aroma y sabor propios de la fruta de piña.

Palabras claves: <CERVEZA ARTESANAL>, <PRUEBAS DEGUSTATIVAS>, <CONTENIDO ALCOHÓLICO>, <ANÁLISIS DE COSTO>, <ETAPA DE FERMENTACIÓN>.

1191-DBRA-UPT-2023

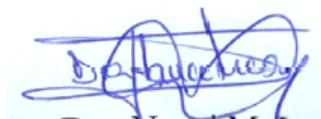
D.B.A.A.
Ing. Cristian Castillo



SUMMARY

The aim of this work was to obtain a craft beer from barley and pineapple. Three recipes were formulated, varying the use of pineapple in pulp, peel and pulp with peel. One of the three recipes developed, one hundred untrained people, aged between 18 and 40 years, were surveyed. Through taste tests, these people selected the beer with recipe number 3, based on pineapple pulp and peel, as the best recipe in terms of flavor and color, odor, aroma and alcohol content. From the selected recipe, a physical, chemical and microbiological analysis was carried out according to INEN 2262. The alcohol content was 7% v/v, acidity 0.15 m/m, carbonation 3.10, pH 4.20, copper content < 0.03 mg/dm³, iron content 0.16 mg/dm³, zinc content < 0.02 mg/dm³, arsenic content < 0.003 mg/dm³ and lead content < 0.10 g/dm³. In addition, microbiological analyses showed values of 10 ucf/cm³, which were within the established parameters. The production cost analysis was also carried out to determine the production value of each 330 ml bottle, which was \$1.33 cents to be sold at \$2.50. It was decided to add pineapple pulp in the fermentation stage of the beer in order to accomplish a second fermentation, so as to favor the presence of sugars available to be fermented. Likewise, the addition of pineapple pulp during fermentation gives the beer color, aroma and flavor typical of pineapple fruit.

Keyword: <CRAFT BEER>, <TASTE TESTS>, <ALCOHOLIC CONTENT>, <COST ANALYSIS>, <FERMENTATION STAGE>.



Dra. Nanci M. Inca Ch.

0602926719

INTRODUCCIÓN

La cerveza es una bebida que posee bajos grados alcohólicos, la cual se obtiene a partir de la fermentación de levaduras y granos de cereales lo que permite que existan variedades de cerveza. La cerveza es una de las bebidas que se consume en gran cantidad en Ecuador, la cual es preferida por su sabor. A partir del año 2020 se ha pronunciado la elaboración de cerveza artesanal, se ha evidenciado que existen que cada vez son mayores los emprendedores dedicados a la elaboración de esta bebida por la buena acogida de la población en general. Según diario EL COMERCIO en el 2022 se incrementó en un 21% el establecimiento de marcas de cerveza artesanales, por lo que se llega a concluir que el mercado es el indicado para la cerveza artesanal, no obstante, la cerveza artesanal es altamente consumida en países europeos por su cultura, pero según Galarza, A. (2018, p.1) a partir del 2010 se ha visto una aceptación por parte de la población ante el consumo de cervezas artesanales

Ecuador es uno de los países que posee una gran variedad de flora y fauna, los frutos en los cuales más se destaca el país son el banano, mango, pitajaya, maracuyá y piña. Existen numerosas empresas dedicadas a la venta de pulpas y extractos de diferentes frutos, como es el caso de la piña. La piña es una fruta cítrica con un sabor característico el cual es muy apetecible, la mayoría de las empresas dedicadas a comercializar pulpas y extractos solo utilizan su parte comestible y dejando la parte de las semillas y cascaras a usarse únicamente como abono.

En la actualidad, la innovación de productos y procesos que van de la mano con el medio ambiente, son uno de los requisitos para poder generar productos en beneficio de la población, una de las formas de beneficiarnos de un producto siendo amigables con el medio ambiente es sabiendo utilizar toda su materia prima, la elaboración de una cerveza artesanal utilizando piña como una de las materias primas, utilizando su cascara y pulpa creando un producto que sea propia de nuestro país aprovechando su auge.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Actualmente en el Ecuador se producen alrededor de 250 marcas de cerveza artesanal, de las cuales existen 160 cervecerías artesanales registradas en el Servicio de Rentas Internas (SRI). Las 250 marcas de cerveza artesanal representan un 20% más que el número de marcas de cerveza artesanal que existían antes de la pandemia. Presenciando así un “boom” en la elaboración de cerveza artesanal en el país, por lo cual se ha originado un nuevo mercado y opción de negocio para muchos emprendedores (Coba, 2021).

En la elaboración de cerveza artesanal se tiene prioridad en resaltar los sabores, es así como en la oferta cervecera del país se pueden encontrar bebidas hechas con productos locales como:

- Maracuyá
- Cacao
- Ishpingo, una especie de edulcorante que permite aromatizar y saborizar los alimentos, llamado también canela amazónica (Coba, 2021).

En base a esto, existe la oportunidad de crear cerveza artesanal a base de cebada con un adjunto de piña, este último como ingrediente particular que destaque en la cerveza distintas características organolépticas a las ya propuestas hoy por hoy en el mercado.

La piña es un producto que, debido a su sobreproducción, en el país es imposible aprovechar toda la cosecha de esta fruta, por lo cual mucha piña no es consumida por la comunidad. En cambio, al presentar una alternativa del consumo de la piña como producto de valor agregado o siendo parte de los ingredientes de un producto procesado se mitigaría esta problemática en gran conveniencia.

1.2. Justificación

Actualmente, el mercado de cerveza artesanal está experimentando un constante crecimiento, lo que ha llevado a una gran diversidad de materias primas disponibles para su elaboración. Por su parte, la piña es una planta que se encuentra principalmente en regiones tropicales, con una altitud de entre el nivel del mar y 900 metros sobre éste. La temperatura óptima para su desarrollo se encuentra entre los 23 y 30 grados Celsius, y temperaturas fuera de este rango pueden afectar negativamente la calidad y maduración del fruto. En la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas se produce una cantidad significativa de piña debido a las condiciones climáticas favorables que presenta esta zona (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1991, p.7).

La piña tiene un sabor que combina lo dulce y lo ácido, además de ser una buena fuente de vitamina C con una cantidad de 12 mg por cada 100 g de fruta. También es rica en ácido fólico, vitamina A y B1, y aunque su contenido de antioxidantes es menor en comparación con la vitamina C, aún se puede considerar como una fuente significativa de estos nutrientes. Al ser la piña uno de los ingredientes en la elaboración de cerveza artesanal, le aportará características únicas al producto final, tales como un sabor dulce y refrescante, olor a frutos tropicales, así como también cuerpo ligero con tonalidades entre amarillo y caramelo.

El presente trabajo se basa en un proceso industrial para la elaboración de cerveza artesanal a base de malta de Cebada (*Hordeum Vulgare*) usando como complemento Piña (*Ananas Comosus*), ya que la piña es un producto agrícola de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y se tendrá facilidad para obtener esta fruta.

Además, en base a los resultados del proyecto, se pretende impulsar la creación de una microempresa, con la tecnología adecuada para la elaboración de cerveza artesanal, así a su vez contribuir con el aumento de fuentes de trabajo. También lograr una entrada económica mediante la producción y comercialización de esta bebida, evitando que los agricultores disminuyan o dejen de cultivar las materias primas necesarias para la elaboración de cerveza artesanal.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Diseñar un proceso de producción industrial para la elaboración de cerveza artesanal a base de Cebada (*Hordeum Vulgare*) y Piña (*Ananas Comosus*).

1.3.2. Objetivos específicos

- Elaborar tres formulaciones de cerveza, con diferente concentración de piña (cáscara, pulpa y cáscara-pulpa) en su composición y compararlas en aspectos sensoriales.
- Identificar los parámetros y variables para el diseño industrial del proceso de elaboración de cerveza artesanal.
- Definir los balances de materia que se llevan a cabo en la producción industrial de la cerveza artesanal a base de cebada (*Hordeum Vulgare*) y piña (*Ananas Comosus*).
- Evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la formulación de mayor aceptación, según la Norma INEM 2262: Bebidas alcohólicas. Cerveza.
- Determinar la viabilidad técnica y económica del proyecto.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

El consumo de cervezas industriales elaboradas con mezclas de malta y cereales adjuntos como el arroz o el maíz, que son más económicos para las empresas debido a sus bajos costos de producción, ha aumentado en todo el mundo, mientras que la elaboración de cerveza artesanal también ha ido en aumento. Estas cervezas industriales suelen contener antioxidantes y estabilizantes para prolongar su vida útil, pero a menudo se alejan de la elaboración de una cerveza de calidad auténtica, lo que las diferencia de las verdaderas cervezas artesanales (Soria, 2017, p.2).

La cerveza industrial no tiene suficiente tiempo de estacionamiento debido a la gran demanda de consumo, por lo que se espera solo de 4 a 5 días después de embotellarla antes de ponerla a la venta. Por lo general, las cervezas industriales tienen un estilo similar, como Lager o Pilsen, y presentan un color, aroma, espuma, grado alcohólico (entre 3,2% y 5,5%), cantidad de gas y sabor bastante uniformes, y a menudo la diferencia radica en la etiqueta que se le coloca (Soria, 2017, p.3). Por otro lado, en los últimos tiempos, y debido a la pandemia, ha habido un auge en la elaboración de cerveza artesanal que se produce en micro cervecerías en lotes pequeños. Estas cervezas artesanales se elaboran en una amplia variedad de estilos, incluyendo rubias, rojas, negras, ahumadas, de trigo, amargas, con alto o bajo contenido de alcohol, y requieren un tiempo de maduración más prolongado de entre 20 y 30 días, lo que permite que se degusten muchos tipos diferentes de cerveza (Soria, 2017, p.3).

Según diario El comercio (2022, p.1) el aumento de emprendimientos en cuanto a cerveza artesanal ha aumentado en un 21%, existiendo 284 marcas registradas, de lo cual se puede concluir la aceptación de dicha cerveza en el mercado, la cerveza artesanal es muy apetecida por su variedad de sabores a base de frutas y plantas, en el trabajo de titulación propuesto por Galarza A. (2018, pp.3-100) se realiza una cerveza artesanal con frutas tropicales y plantas como aromatizantes, el tipo de cerveza que la autora realiza es Amber Ale, la cerveza obtenida alcanza 9,13% Grados alcohólicos y el análisis de contenido de microorganismos por debajo de los requerimientos según la norma, Se puede evidenciar el potencial de la cerveza artesanal.

Aprovechando la buena acogida de la cerveza artesanal en la actualidad, es importante innovar y mejorar dicha bebida, a su vez se lo puede realizar usando frutos típicos del país como es la piña, según el estudio realizado por Solórzano P. (2021, p.8), la influencia de la piña y esencia de coco en la cerveza artesanal es muy apetecible por las personas según la encuesta realizada por la misma autora, la formulación que se utiliza es 75% cebada, 25% maíz, 2.5% pulpa de piña, 1%

esencia de coco. En esta investigación únicamente se utiliza la pulpa de la piña, sin aprovechar su cáscara.

La cáscara de piña puede ser aprovechada al igual que su pulpa, la cáscara contiene un sabor agradable al momento de realizar cerveza y a su vez se puede ayudar al mejoramiento ambiental, aprovechando la cáscara. Las grandes industrias dedicadas a la obtención de pulpa natural a partir de frutas muestran un análisis de mercado para exportar pulpa de piña a Alemania propuesto por Suarez y Tapia (2015, pp.8-45), éste incluye todo un proceso de elaboración de la pulpa, desde su obtención hasta su distribución, el cual es muy beneficioso para la economía y reconocimiento del país, la cáscara que se obtiene como residuo es utilizada únicamente como abono, si se obtuviese algún producto secundario a partir de esta teniendo en cuenta el trabajo propuesto, se busca darle uso a la cáscara de la piña.

2.2. Referencias teóricas

2.2.1. Cerveza

La cerveza se conceptualiza como una bebida de composición alcohólica de menor grado, pero mayor contextura fermentada, siendo característica la espumosa al dispersarse el CO₂ contenido. El proceso de fabricación de cerveza inicia en la recolección de cebada, transformación a malta, fermentación y acondicionamiento del licor (Molina, 2020, pp.7-10).

Las principales características de calidad de la cerveza son la apariencia, el aroma, el sabor y la sensación en boca. Cabe recalcar que, el amargor es un factor clave que resalta el estilo de cerveza que se está comercializando, lo cual influye en la preferencia de quienes la consumen.

2.2.2. Tipos de cerveza según el tipo de levadura

Se les conoce como cervezas lager a las cervezas de fermentación baja, ya que provienen de la palabra alemana "lager", que significa almacenar. Para su fermentación y maduración, se solían almacenar en bodegas frías, y se utilizaba la levadura *Saccharomyces uvarum*. Por otro lado, para la elaboración de cervezas de fermentación alta, se emplea la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. (Soria, 2017, p.4).

Tabla 1-2: Tipos de cerveza según el tipo de levadura

Baja fermentación	Cerveza Pilsener Aspecto: pálida Sabor: amargo medio Grados alcohólicos: 3-8 v/v Almacenamiento:2 meses
	Cerveza Dortmund Aspecto: pálida Sabor: amargo medio Grados alcohólicos: 3-8% v/v Almacenamiento:3-4 meses
	Munich Aspecto: oscura Sabor: ligeramente dulce Grados alcohólicos: 2-5 v/v Almacenamiento:3-4 meses
Alta fermentación	Ale Aspecto: pálida Sabor: amargo y ácido Grados alcohólicos: 4-8% v/v
	Porter Aspecto: oscuro Sabor: dulce Grados alcohólicos: 5% v/v
	Stout Aspecto: oscuro Sabor: caramelizada por su malta Grados alcohólicos: 5-6.5 % v/v

Fuente: Galarza, 2020, p.5.

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

2.2.3. Cebada malteada

En la elaboración de cerveza la cebada es una de las principales materias primas y su rendimiento depende de la obtención de la cebada malteada.

La cebada, tal como se cosecha, no es suficiente para la elaboración de cerveza. Esta debe someterse a un proceso de malteado del grano.

La cebada malteada es aquella que ha germinado mediante su adición de agua y ha sido posteriormente secada y tostada. La germinación del grano de cebada es un complejo proceso que se inicia al humedecerse el grano y se favorece por aireación (García, 2017, p.12).

2.2.4. Cerveza artesanal

La cerveza artesanal es elaborada mediante materia prima de origen natural, sin involucrar agentes artificiales, sintéticos o conservantes, siendo la malta, el agua, el lúpulo y la levadura los ingredientes responsables para la elaboración (Verdú, 2018, p.32).

Su producción se realiza comúnmente por artesanos con infraestructuras pequeñas con máquinas de operación manual, en la mayoría de los casos cada productor tiene su propia fórmula para la consecución de la cerveza lo que resulta en una alta variedad del color, sabor y olor de la misma (Soria, 2017, p.6).

Si la cerveza es hecha en la cocina de casa y esta consigue acomodarse en un lugar adecuado y exclusivo para su actividad, alcanzado a elaborar cantidades limitadas con calidad sostenida, se le puede considerar entonces como cerveza artesanal (González, M. 2017, p. 6-7).

A su vez, en el proceso de elaboración de la cerveza, la eficiencia de la fermentación, el carácter y la calidad del producto final están íntimamente ligados y suele recomendarse a los cerveceros artesanales que utilicen la refermentación en botella para mejorar la estabilidad de la cerveza con lúpulo tardío.

2.2.4.1. Cervezas artesanales con materia prima poco convencionales

- ***Frutos***

La elaboración de cervezas artesanales a partir de frutos es una idea innovadora, puesto que, en Ecuador no es muy común observar cervezas partir de frutos, según las frutas más utilizadas al momento de crear cervezas son manzana, uvas, naranja, maracuyá, naranjilla porque tienen menos azúcar lo que evitará que se tenga altos contenidos de alcohol para la elaboración de cualquier tipo de cerveza (Galarza, 2018, pp.10-12.).

- *Plantas*

La utilización de plantas se debe a sus sabores, puesto que dependiendo la planta se le puede agregar sabores diferentes a las cervezas. Las plantas más utilizadas por su sabor característico son la hierbaluisa y el cedrón puesto que le brinda un sabor exquisito a la cerveza (Galarza, 2018, p.12).

2.2.5. Lúpulo

El lúpulo había sido utilizado desde los tiempos de los romanos y para ese momento era una más entre una gran cantidad de especias, hierbas, entre otras que se agregaban a la cerveza. Su uso generalizado en la elaboración de cerveza empezó a expandirse por Europa en el siglo VIII y en Inglaterra aún más tarde. Finalmente, los ingleses terminaron aceptando el uso del lúpulo no solo por ser el que concede amargor a la cerveza por excelencia, sino que también por ser conservante natural de la cerveza (Suárez, 2013, pp. 10-11).

Húmus lupulus, es nombrada así a la planta herbácea trepadora que en latín se traduce a “lobo silvestre”. Su origen pertenece a la familia de las cannabáceas, donde sus frutos dispuestos en racimos ramosos son desecados y se emplean para dar sabor, aroma y aportar a la cerveza su amargor característico. La planta del lúpulo generalmente llega a tener cinco metros de altura o en ciertas ocasiones más altura. Tiene flores masculinas y femeninas en el mismo individuo. Las femeninas, donde se desarrolla el fruto forman una cabezuela en el ápice de los pedúnculos axilares de las hojas inferiores. Sólo se utilizarán las flores de las plantas femeninas antes de que sean fecundadas por el macho (Suárez, 2013, pp. 10-11).

Se separa los conos (o flores) de las hojas, para después ser deshidratados hasta que se mantenga el 10% de humedad, se embala en forma de paquete y se conserva en lugares secos a temperaturas muy bajas. El uso para cervecería es distribuido en tres formas: en pelletes (lúpulo desecado, triturado y comprimido obteniéndose en forma de cilindros pequeños, con mejor protección al aire), en plug (tabletas de lúpulo desecado comprimido, que cuando es rehidratado se convierte de nuevo en conos) y lúpulo natural desecado en recipientes libres de oxígeno (Suárez, 2013, pp. 10-11).

El aroma y el sabor del lúpulo hacen que este condimento sea el responsable para el éxito de la cerveza artesanal.

2.2.6. Levadura

La levadura es un hongo unicelular de variadas formas y colores, existen 1500 tipos de levadura y son utilizados en diversos procesos de producción como la industria alimentaria y farmacéutica. De los cuales 300 son fermentativos, siendo predominante el uso de *Saccharomyces* en bebidas alcohólicas. Esta especie permite altos niveles de producción de alcohol y tolera la concentración de este. Este género de levadura silvestre se localiza en plantas, frutas y cereales (Ferreyra y Vicente, 2014, p.24).

Para procesos de fermentación la levadura actúa transformando el azúcar en alcohol utilizando hidratos de carbono, dependiendo de la existencia de oxígeno y la eficiencia de la movilidad de la glucosa (Ferreyra y Vicente, 2014, p.26).

Las levaduras cerveceras por excelencia pertenecen al género *Saccharomyces*, esto es debido a aspectos claves como la capacidad de producción de etanol, la ausencia de toxinas (inocuidad), la alta tolerancia al etanol y la capacidad de llevar a cabo la fermentación alcohólica inclusive en presencia de oxígeno. Adicionalmente este tipo de levadura produce compuestos de flavor (aromas, sabores y sensaciones percibidos en la boca), que le otorgan a la cerveza perfiles organolépticos deseables (Burini, 2021, p.360).

A continuación, se menciona las levaduras poco convencionales con aplicación en la industria cervecera con el nombre de levaduras sacaromicéticas alternativas.

2.2.6.1. *Saccharomyces* alternativas

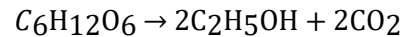
Dentro de este grupo de levaduras se encuentran variedades de la especie *S. cerevisiae* que son distintas a las levaduras cerveceras ale. Estas cepas pueden provenir de cervezas con características únicas o de regiones geográficas específicas con diferentes historias de domesticación. Un ejemplo son las levaduras farmhouse, que pueden ser aisladas de ambientes naturales (salvajes) o provenir de otras bebidas alcohólicas tradicionales, como la cachaca, la chicha o el sake (Burini, 2021, p. 362).

2.2.7. Fermentación

El proceso en el que la glucosa se convierte en etanol y CO₂ mediante un proceso anaeróbico se conoce como fermentación. Durante el inicio de la fermentación, la levadura comienza a reproducirse. La transformación es llevada a cabo por las levaduras, siendo la *Saccharomyces cerevisiae* la especie de levadura más utilizada en la elaboración de cerveza a nivel industrial (Varnan y Sutherland, 1997).

La fermentación es una etapa de gran importancia en el proceso de producción de alcohol en donde el mosto y la levadura son dispuestos en un contenedor cerrado para suprimir la cantidad de oxígeno por un tiempo aproximado de 8 días con temperatura de 18°C. Luego de terminado este tiempo se deben recoger las levaduras sedimentadas que aparecen en el fondo del recipiente para su posterior filtración (Ferreyra y Vicente, 2014, p.37).

La ecuación química que representa el balance global del proceso de fermentación se describe a continuación (Vásquez y Dacosta, 2007, p.2)



El proceso de transformación de una molécula de glucosa en dos moléculas de dióxido de carbono y dos moléculas de etanol es una ecuación compleja que implica una serie de transformaciones en dos etapas. En la primera etapa, se forma anaerobiosis de dos moléculas de piruvato a través de la vía metabólica de Embden-Meyerhod (glucólisis). En la segunda etapa, el piruvato se descarboxila en anaerobiosis para producir dos moléculas de acetaldehído, que se reducen a etanol (Varnan y Sutherland, 1997, p.3).

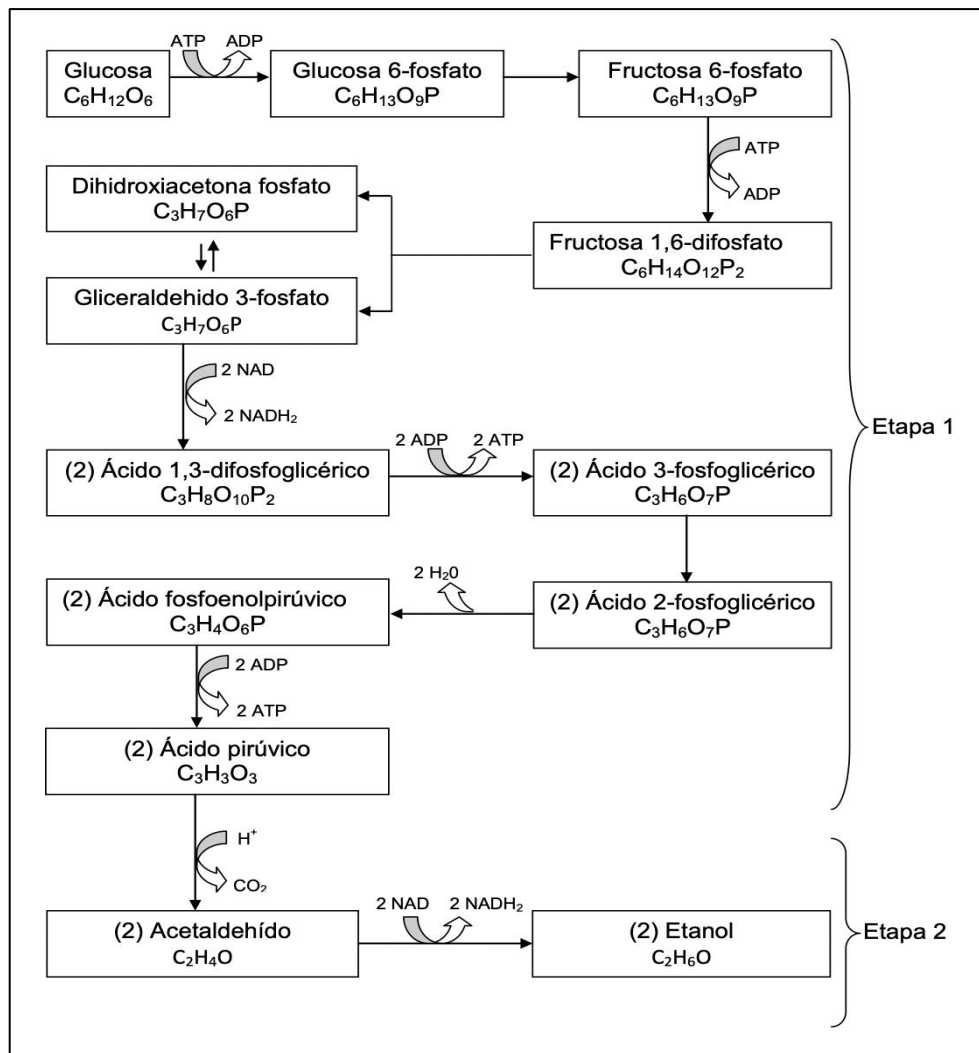


Ilustración 1-2: Seguimiento de reacciones para obtener etanol a partir de glucosa

Fuente: Varnan y Sutherland, 1997.

2.2.7.1. Tipos de fermentación

Alta fermentación

En la etapa de maceración de la malta, con bajos niveles de proteínas. Mientras que la temperatura inicial del mosto sea de 15 a 16 °C, se debe ir aumentando esta variable de proceso hasta que alcance el valor máximo de 20 a 25 °C.

En la fermentación principal, la temperatura a la que se debe llevar a cabo el proceso debe encontrarse entre 18 a 24 °C en el transcurso de 3 a 4 días. Los ésteres son producto de tener altas temperaturas en la etapa de fermentación, los cuales que puede añadir notas frutales a la cerveza, por otra parte también alcoholes superiores y algunos subproductos no deseables para el consumidor. Durante el proceso de fermentación de cervezas de fermentación alta como las IPA, Pale Ale, Porter, Stout, Altbier, Kölsch y Wheat, el enfriamiento ocurre gradualmente durante un

período de aproximadamente 72 horas. En las últimas 10 horas del proceso de fermentación, la actividad de la levadura es muy baja, lo que permite que esta ocupe espacio en la superficie de la cerveza (Suárez, 2013, p.23).

Baja fermentación

Para lograr una fermentación baja en los mostos de maltas poco modificadas y con niveles elevados de proteínas, se requiere realizar una maceración mediante infusión escalonada. La fermentación comienza con un ligero aumento de temperatura en el mosto, que alcanza un máximo de entre 10 y 15°C, mientras que la fermentación principal se lleva a cabo a temperaturas entre 7 y 14°C. Este proceso dura de 3 a 5 días para completar la primera fermentación, durante la cual la temperatura desciende gradualmente, dando lugar a la fermentación secundaria. En esta etapa, la levadura sigue fermentando con menor actividad hasta que la temperatura alcanza los 0°C. A temperaturas más bajas durante la primera fermentación, la levadura activa la síntesis de productos intermedios que producen diacetilo, que se asemeja al aroma y sabor de los caramelos de azúcar o mantequilla caliente. En algunas cervezas Ale y ciertos estilos Lager, como la Bohemian Pilsener y la Viena, se acepta la presencia de diacetilo en concentraciones bajas. Sin embargo, en la mayoría de las cervezas de tipo Lager, donde es más común su producción, el diacetilo en concentraciones elevadas es un defecto. El sabor de la cerveza se intensifica durante la fermentación secundaria, ya que la temperatura más baja hace que el proceso sea más lento y el sabor de la cerveza sea más pronunciado. Entre las cervezas de baja fermentación se encuentran la Pilsener, Rauchbier, Dortmunder, Märzen y Bock (Suárez, 2013, p.5).

2.2.8. Dextrosa

La dextrosa es un azúcar originaria del maíz con igual composición química que la glucosa, se utiliza también para la producción de alcohol para hacer favorable un ambiente de fermentación (Cabezas et al., 2016).

Una vez que la fermentación y maduración de la cerveza han terminado, se procede a embotellar el producto y permitir que ocurra una segunda fermentación dentro de la botella. Para lograr esto, se agrega a la cerveza un tipo de azúcar conocido como dextrosa, que es una forma de glucosa derivada de frutas (Castillo, 2017, pp. 16-17).

Se agrega una mezcla de dextrosa, que es una forma de glucosa obtenida de la fruta, al mosto durante la etapa de maduración de la cerveza para permitir la segunda fermentación dentro de la botella. Al mezclar la dextrosa en un litro de cerveza, se proporciona una fuente de alimento para las levaduras presentes en la botella, lo que permite la producción de alcohol y CO₂ durante la segunda fermentación (Castillo, 2017, pp. 16-17).

Tabla 2-2: Gasificación mediante la adición de dextrosa a la cerveza

Cantidad de Dextrosa	Tipo de gasificación
5 g/l	Baja
6 g/l	Media Baja
6.5 g/l	Media
7 g/l	Media alta
7.5 g/l	Alta
8 g/l	Muy alta (puede explotar)

Fuente: Castillo, 2017, p. 16-17.

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

2.2.9. Agua

El agua es un suministro indispensable en la fabricación de cerveza, el mismo constituye el 90% del contenido de la bebida, cabe recalcar que el agua no debe contener cloro y debe tener características potables, por otra parte, existen varios tipos de consistencia mineral y salina lo que afecta el color y sabor del producto. De acuerdo al perfil químico del agua que se utilice se puede realizar un proceso de purificación o agregación de sales minerales mejorando de esta manera el proceso de elaboración de cerveza (Moran, 2020, p.15).

De igual manera, el tipo de agua debe diferenciarse de acuerdo al tipo de cerveza que se vaya a realizar, esto quiere decir que en cervezas oscuras se requieren niveles más altos de acidez y por ende mayor alcalinidad para mantener el equilibrio (Moran, 2020, p.36).

2.2.10. Piña

La piña es una planta de origen herbácea, durante la primera recolección sus yemas auxiliares del alto tallo continúan su desarrollo y forma una nueva planta que da un segundo fruto. Al mismo tiempo que las yemas auxiliares del pie del tallo se desarrollan para dar un tercer fruto (Montilla, 1997, p.19).

Tabla 3-2: Clasificación taxonómica de la piña

Reino	Vegetal
Clase	Magnoliopsida
Orden	Bromeliales
Familia	Bromeliaceae
Género	<i>Ananas</i>
Especie	<i>Ananas Comosus</i>

Fuente: Pac, 2005, p.21.

Realizado por: Guevara, Marcos, 2022.



Ilustración 2-2: Piña Golden Sweet.

Fuente: INIAP, 2022, p.3.

La piña es una fruta fresca que se produce y exporta desde el Ecuador a otros países como Argentina, Chile, Rusia, EEUU, entre otros. En el año 2021 se exportaron 99940 toneladas de piña incrementando su demanda en un 17%. Para la realización de cerveza es necesaria la pulpa de piña como producto natural sin presencia de preservantes o conservantes, esta pulpa se obtiene a través de desintegración o tamizaje de las fracciones comestibles (García, 2022, p.22).

Las piñas producidas en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas se caracterizan por la dulzura y el color amarillo intenso de la pulpa. La variedad que se cultiva en las más de 3000 hectáreas, ubicadas en las vías a Chone, Quinindé y Quevedo, es la MD2 o también llamada Golden Sweet (La Hora, 2022, p.1).

Según el ministerio de la Producción, en el 2021 se exportaron 45,6 millones dólares a Chile, Estados Unidos, Alemania, Argentina y los Países Bajos. Esta cifra convirtió a Ecuador en el primer exportador de piña de América del Sur y el octavo a nivel mundial (La Hora, 2022, p.1).

Desde el 2018, el sector ha empezado a ganar mayor producción de la fruta y en la actualidad produce más que la provincia de Los Ríos. La información de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (Espac), manifiesta que de las 104.065 toneladas que se producen en el país, 99.720 se cultivan en Santo Domingo de los Tsáchilas (La Hora, 2022, p.1).

2.2.11. Clarificante

Son aditivos de origen animal, mineral y sintéticos que son utilizados en diferentes etapas del proceso de elaboración de cerveza artesanal con la finalidad de aglutinar las proteínas excedentes que se encuentran en el mosto para hacerlas sedimentar y luego separarlas de este, de manera que la cerveza adquiera claridad. Entre los más utilizados se encuentra el Irish Moss, que es aplicado en la cocción del mosto y el Isinglass, que es aplicado durante la maduración de la cerveza (Daszenies, 2014, p.9).

Por otra parte, en la industria cervecera comúnmente se desarrolla la práctica de adicionar compuestos naturales como: el colágeno de pescado, carragenina, ácido tánico, betonita, entre otros, los cuales permiten la precipitación de los elementos que confieren turbiedad a la cerveza en menor tiempo (Andrade y Vidal, 2011, p.2).

Los principales causantes de los problemas de calidad en la cerveza artesanal son las partículas en suspensión (materia prima no filtrada, proteínas, levaduras, tanino o polifenoles, entre otros) que le ocasionan turbidez a la cerveza. En la etapa de enfriamiento las enzimas proteasas como la bromelia presenta propiedades clarificantes al hidrolizar las partículas suspendidas en la cerveza (Jiménez, 2014, p.22).

2.2.12. Equipos básicos utilizados en la elaboración de cerveza artesanal

Tabla 4-2: Equipos básicos utilizados en la elaboración de cerveza artesanal

Macerador	<p>Es un recipiente cilíndrico, de acero inoxidable que contiene válvula, termómetro su fondo es plano lo que ayuda a favorecer el filtrado.</p> <p>Posee un sistema de agitación de 50rpm en el cual se puede modificar tiempos y temperaturas.</p>
Cocedor de mosto	<p>Recipiente cilíndrico vertical fabricado de acero inoxidable el cual posee una tapa del mismo material y una válvula de mariposa en el interior fabricado del mismo material, permite la entrada y salida del mosto en forma tangencial. Posee una camisa exterior de canalización de gases.</p>
Tanques de fermentación	<p>Recipiente elaborado a base de acero inoxidable el cual posee una válvula de mariposa en el centro para purga de levadura y una válvula para la extracción de cerveza clarificada en el cono, puesto que posee un fondo cónico.</p> <p>El sellado de la tapa se realiza por bridado con sello de goma y el cierre de la tapa con tornillos y tuercas mariposas. La tapa bridada removible ocupa todo el diámetro superior del fermentador (950 mm) para facilitar la limpieza.</p>

	El control de temperatura lo realiza un termostato colocado en el cuerpo del fermentador, que opera una electroválvula que habilita el ingreso de agua a la camisa.
Sistema de enfriamiento	El sistema de enfriamiento se completa con un banco de agua helada compuesto por un equipo de frío de 1 hp, reservorio de agua de 200 litros, bomba de circulación, control de bomba, válvula solenoide de control de agua a cada fermentador, termostato digital programable con sensor de temperatura.
Molino de malta a rodillo	Equipo compuesto por un bastidor con cajón y ruedas, tienen un mecanismo de acople (poleas, correa), así como también descarga los granos molidos y posee tolva de carga de granos, acoplándose con un motor.
Enfriador de mosto	Enfriador a contracorriente, posee un serpentín interior de acero inoxidable y manguera plástica exterior, con agua de enfriamiento de 20-25 °C se logra enfriamiento de 30 °C.
Bombas de acondicionamiento	<p>A: Bomba de interconexión hervidor/macerador: Esta bomba se utiliza para pasar el agua caliente del cocedor al macerador o tanque de agua, recirculado del mosto durante el filtrado en el macerador, paso del mosto del macerador al cocedor, pasaje del mosto caliente del cocedor al circuito de enfriado y llenado de fermentadores.</p> <p>B: Bomba de interconexión tanque de agua: Esta bomba se utiliza para pasar el agua caliente del tanque de agua al macerador durante el lavado de granos.</p> <p>C: Bomba de limpieza: Esta bomba se utiliza para la limpieza de los fermentadores en sistema y para limpiar el cocedor al finalizar el cocimiento</p>
Mangueras	El equipo se proveerá con todas las mangueras de interconexión para operar el equipo con sus respectivos acoples rápidos. Mangueras de presión sanitarias atóxicas para el manejo de

	temperaturas inferiores a 80°C. Mangueras sanitarias atóxicas para el manejo de mosto caliente apta hasta 200 °C.
Oxigenador de mosto	Compuesto de un aireador de doble boca con piedra difusora y un filtro de aire sanitario.

Fuente: Lima, 2013, pp.35-36.

Realizado por: Guevara, Marcos, 2022.

2.2.13. Norma NTE INEN 2262: bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos.

2.2.13.1. Prácticas permitidas

Tabla 5-2: Prácticas permitidas según Norma INEN 2262

Prácticas permitidas	El agua debe ser potable, debiendo ser tratada adecuadamente para obtener las características necesarias para favorecer los procesos cerveceros.
	Se puede utilizar enzimas amilasas, glucanasas, celulasas y proteasas.
	Se puede utilizar colorantes naturales provenientes de la caramelización de azúcares o de cebadas malteadas oscuras y sus concentrados o extractos.
	Se puede utilizar agentes antioxidantes y estabilizantes de uso permitido en alimentos.
	Se puede utilizar ingredientes naturales que proporcionen sabores o aromas.
	Se pueden utilizar materiales filtrantes y clarificantes tales como la celulosa, tierras de infusorios o diatomeas, PVPP (poli vinil poli pirrolidona).

Fuente: INEN 2262, p.3.

Realizado por: Guevara, Marcos, 2022.

Tabla 6-2: Prácticas no permitidas según INENE 2262

Prácticas no permitidas. No adicionar	Alcoholes.
	Agentes edulcorantes artificiales.
	Sustitutos del lúpulo u otros principios amargos.
	Saponinas.
	Colorantes artificiales.
	Cualquier ingrediente que sea nocivo para la salud.
	Medios filtrantes constituidos por asbesto.

Fuente: INEN 2262, p.3.

Realizado por: Guevara, Marcos, 2022.

2.2.13.2. 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

Ilustración 3-2: Requisitos físicos y químicos

Fuente: INEN 2262, 2015, p.4.

2.2.13.3. *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

Ilustración 4-2: Requisitos físicos y químicos

Fuente: INEN 2262, 2015, p.4.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de estudio

3.1.1. Estudio experimental

- *Localización del proyecto*

La presente investigación se realizará en la empresa Nefer de Ecuador en la ciudad de Riobamba, dirección panamericana sur kilómetro 1 ½.



Ilustración 1-3: Localización, vista estándar

Fuente: Google Maps, 2022.

Realizado por: Guevara, Marcos, 2022.

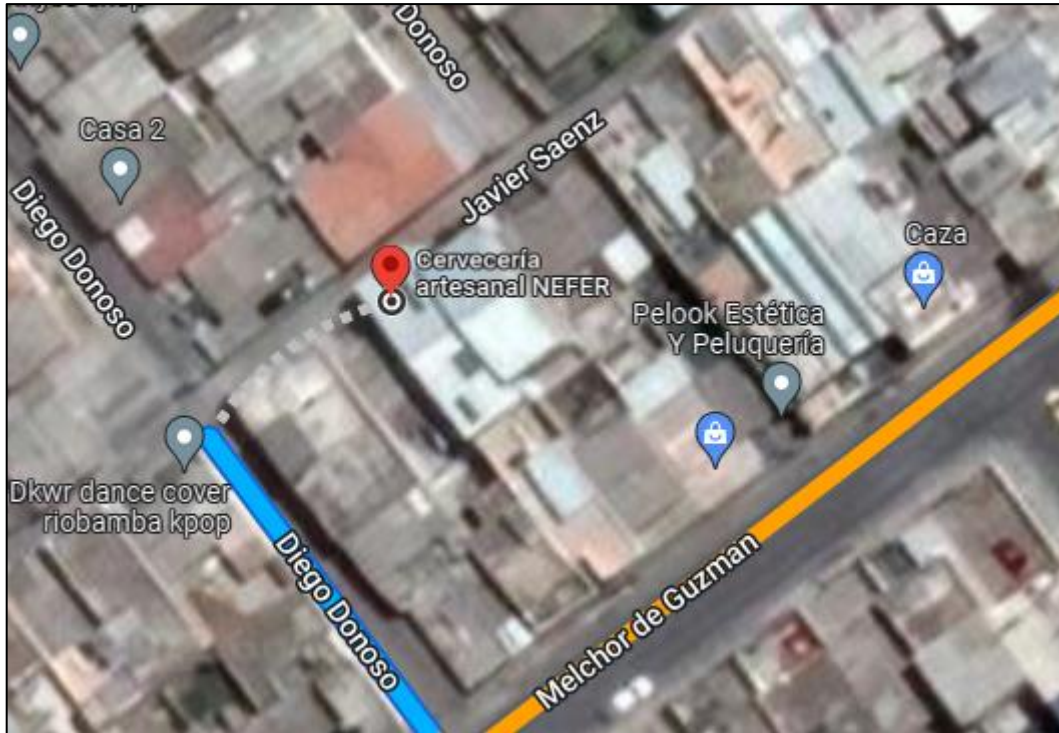


Ilustración 2-3: Localización, vista satélite

Fuente: Google Maps, 2022.

Realizado por: Guevara, Marcos, 2022.

Tabla 1-3: Localización

LATITUD	1°41'00.0''S
LONGITUD	78°38'36''W
ALTITUD	2742 m.s.n.m
CLIMA	Temperatura Promedio 11°C

Fuente: Google Maps, 2023.

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

3.2. Ingeniería del proyecto

Identificación de las etapas en la elaboración de cerveza artesanal tales como: molienda, maceración, lavado, cocción, fermentación, maduración y acondicionamiento.

Ingeniería Química en base al cálculo del porcentaje de materia prima empleada en el proceso de elaboración de cerveza artesanal de cebada y piña, diagrama de flujo del proceso, identificación de variables de proceso, análisis organolépticos, físicos-químicos y microbiológicos según la norma INEN 2262 y balance de materia de la producción industrial de cerveza.

3.2.1. Proceso de elaboración

El proceso se basa en la elaboración de una cerveza artesanal a base de cebada y piña.

A inicios del proceso se pretende obtener la cerveza con cebada para después agregarle piña como un adjunto en tres recetas utilizando pulpa, cáscara y pulpa-cáscara. Se elaboró dos estilos de cerveza Pilsen y Pale Ale, la finalidad es saber cuál de las tres recetas presenta una mayor acogida por las personas a partir de una encuesta degustativa, así como también su costo y beneficio a partir de la receta seleccionada.

- Receta 1. Pulpa de piña
- Receta 2. Cáscara de piña
- Receta 3. Pulpa+Cáscara de piña

3.2.1.1 Diagrama de bloques para el proceso de elaboración de cerveza artesanal

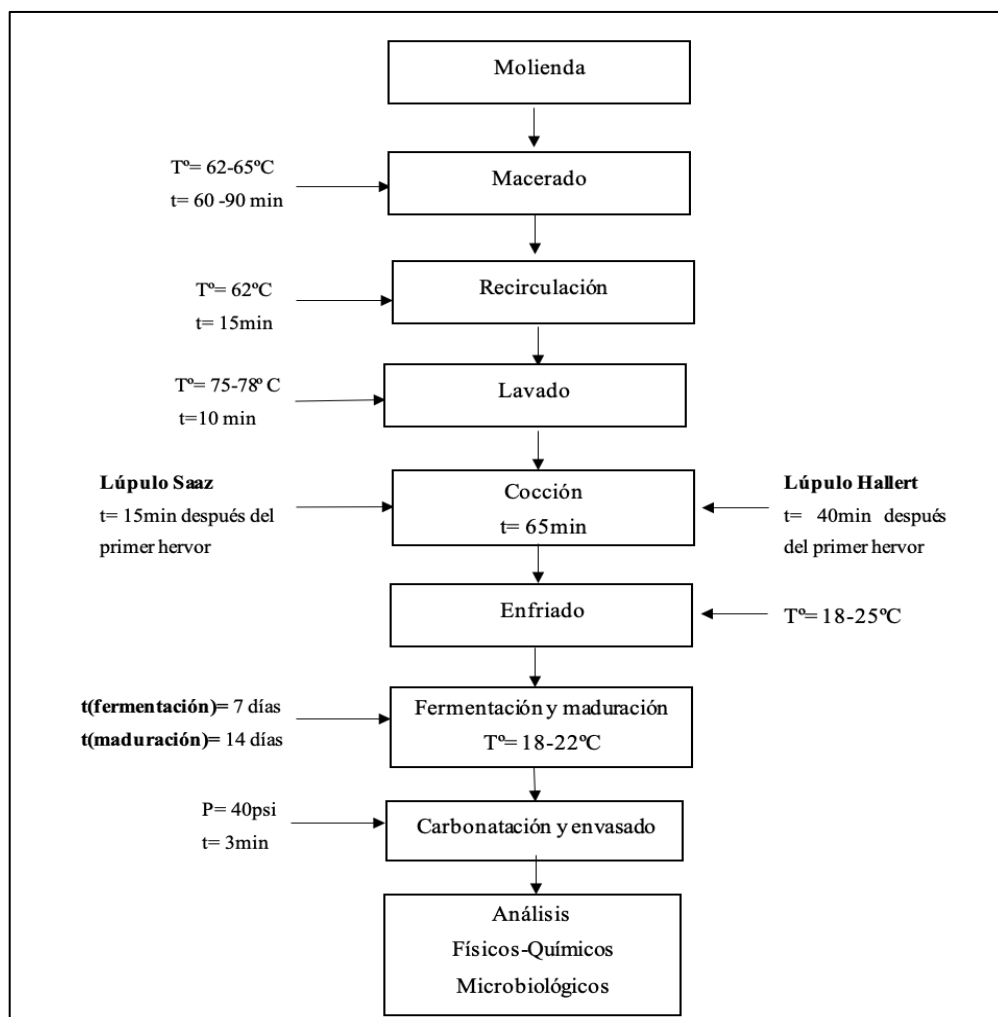


Ilustración 3-3: Diagrama de procesos

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

3.2.1.2. Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de cerveza artesanal

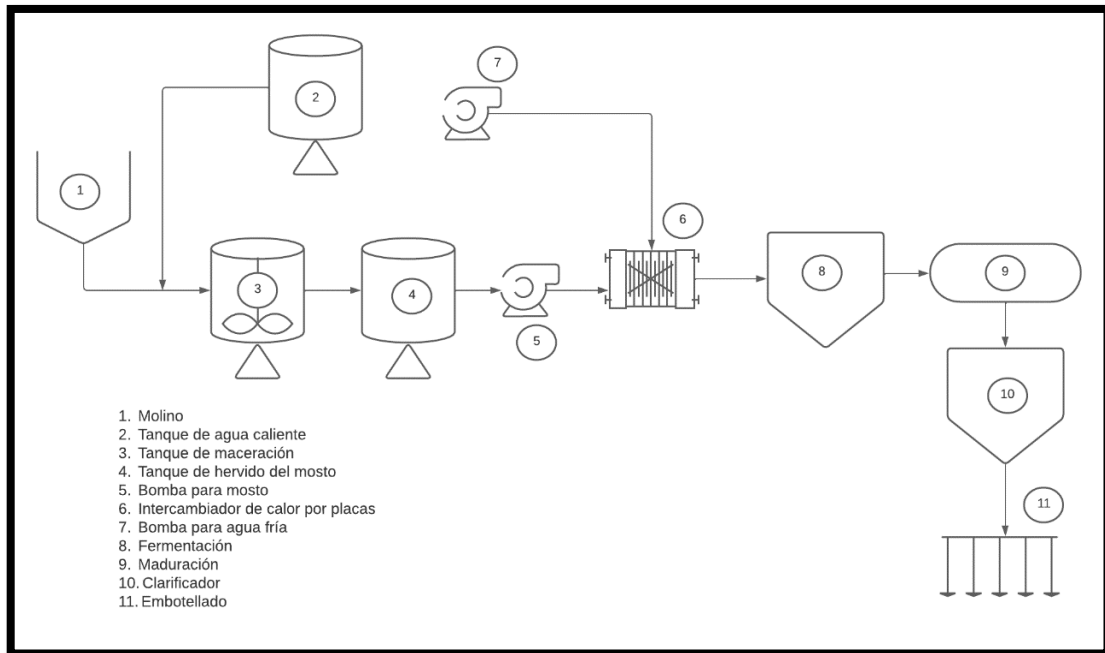


Ilustración 4-3: Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de la cerveza artesanal

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

3.2.2. Metodología

3.2.2.1. Obtención de materia prima

La materia prima requerida para ese tipo de cerveza artesanal propuesto es malta, lúpulo, levadura y la piña en sus variedades de pulpa, cáscara y pulpa-cáscara. La siguiente tabla muestra los pasos para la obtención de las muestras de piña para cada una de las recetas a formular.

Tabla 2-3: Muestras de la esencia de piña

Muestras	Formulación	Desarrollo
Receta 1	Pulpa de piña	Se retira la corteza de la pulpa de piña. Se limpia los ojos de la pulpa de piña. Se licúa la pulpa de piña sin el corazón.
Receta 2	Cáscara de piña	Se corta la piña para obtener su cáscara. Se esteriliza la cáscara de piña con agua hirviendo durante 15 minutos.

		Se refrigera entre 18-20 °C para asegurar su inocuidad.
Receta 3	Pulpa +cáscara de piña	Se retira la corteza de la pulpa de piña. Se limpia los ojos de la pulpa de piña. Se esteriliza la cáscara de piña con agua hirviendo durante 15 minutos. Se refrigera la corteza y pulpa de piña 18-20 °C para asegurar su inocuidad.

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

3.2.2.2. Formulación de los tres tipos de receta para la cerveza de cebada y piña

Tabla 3-3: Formulación de los tres tipos de cerveza a base de cebada y piña

<p>Receta 1. Pulpa de piña</p>	<p>Malta Pilsen 4 Kg Trigo malteado 1 Kg</p> <p>Lúpulo Cascade 15 g (15 min) Cascade 5 g (40 min) Cascade 5 g (finalizada la cocción)</p> <p>Levaduras Safale S-04</p> <p>Fruta Pulpa de piña “fermentación” 400 g Pulpa de piña “maduración” 1000 g</p> <p>Paso 1: Maceración Macerado= 70 °C Tiempo= 60 min Se llena la olla de cocción con 20 L de agua. Calentado del agua a 72 °C. Se debe homogeneizar el macerado cada 5 minutos durante los 60 minutos de macerado. Faltando 15 minutos para terminar la hora de macerado se debe recircular el mosto obtenido con ayuda de la flauta. ¡OJO! En la etapa de macerado la temperatura de la mezcla no debe bajar de los 68 °C.</p> <p>Paso 2: Ebullición Cocinado a 98 °C.</p>
---	--

	<p>Hervir durante 60 min. Al primer hervor del mosto se agrega el primer lúpulo (15 g Cascade). 20 minutos antes de cumplir con la hora de cocción se agrega el segundo lúpulo (5 g Cascade). Al finalizar los 60 minutos de cocción se agrega el tercer lúpulo (5 g Cascade).</p> <p>¡OJO! Agregar clarificante (3g de Carragenina) 15 minutos antes de cumplir los 60 minutos de cocción.</p> <p>Paso 3: Fermentación y maduración Enfriar el mosto hasta los 20 °C. Agregar la levadura Safale S-04. Fermentar por 7 días a la temperatura de 7-13 °C. Se agregó 400 gr de pulpa de piña durante los días 7 de fermentación. Después de la fermentación se filtró el bagazo de la pulpa de piña y se trasvasó la cerveza a otro recipiente para su maduración. Se maduró en frío por 14 días. Al iniciar la maduración de la cerveza se procedió a agregar 1000 gr de pulpa de piña contenida en un cedazo durante los primeros 3 días de su maduración. Cumplido los 3 días se procede a retirar el cedazo con pulpa de piña. Y se continúa con el tiempo que queda de maduración.</p> <p><i>Nota: Procedimiento para sedimentar en la etapa de fermentación</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Medio vaso con agua caliente (65-70 grados). 2. Disolver 11 gr de gelatina sin sabor en el vaso con agua caliente. 3. Agregar la disolución al fermentador. <p>Pasteurización de botellas Se realiza la pasteurización a 62 °C durante 30 minutos y luego se guardan las botellas en sus respectivas cajas.</p> <p>Densidad de la cerveza con pulpa de piña Inicial= 1.036 ml/g (antes de la fermentación). Final= 1.004 ml/g (después de la fermentación).</p> <p>Grados aprox. De la cerveza= $(1.036-1.004) \times 131 = 4.192$ grados alcohólicos.</p>
	<p>Malta Pilsen 4 Kg Trigo malteado 1 Kg</p> <p>Lúpulo Cascade 15 g (15 min) Cascade 5 g (40 min) Cascade 5 g (finalizada la cocción)</p>

<p>Receta 2. Cáscara de piña</p>	<p>Levaduras Safale S-04</p> <p>Fruta Cáscara de piña “hervido” 400 g (45 min) Cáscara de piña “fermentación” 650 g</p> <p>Paso 1: Maceración Macerado= 70 °C Tiempo= 60 min Se llena la olla de cocción con 20 L de agua. Calentado del agua a 72 °C. Se debe homogeneizar el macerado cada 5 minutos durante los 60 minutos de macerado. Faltando 15 minutos para terminar la hora de macerado se debe recircular el mosto obtenido con ayuda de la flauta. ¡OJO! En la etapa de macerado la temperatura de la mezcla no debe bajar de los 68 °C.</p> <p>Paso 2: Ebullición Cocinado a 98 °C. Hervir durante 60 min. Al primer hervor del mosto se agrega el primer lúpulo (15 gr Cascade). 20 minutos antes de cumplir con la hora de cocción se agrega el segundo lúpulo (5 gr Cascade). Al finalizar los 60 minutos de cocción se agrega el tercer lúpulo (5 g Cascade). A los 15 minutos de cumplirse los 60 minutos de cocción del mosto agregar 400 g de cáscara de piña dentro de un cedazo y retirar. ¡OJO! Agregar clarificante (3g de Carragenina) 15 minutos antes de cumplir los 60 minutos de cocción.</p> <p>Paso 3: Fermentación y maduración Enfriar el mosto hasta los 20 °C. Agregar la levadura Safale S-04. Fermentar por 7 días a la temperatura de 7-13 °C. Después de pasar 7 días en fermentación se retira 650 gramos de cáscara de piña contenida en el cedazo. Se maduró en frío por 14 días.</p> <p>Nota: <i>Procedimiento para sedimentar en la etapa de fermentación</i></p>
---	---

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Medio vaso con agua caliente (65-70 grados). 2. Disolver 11 gr de gelatina sin sabor en el vaso con agua caliente. 3. Agregar la disolución al fermentador. <p>Pasteurización de botellas Se realiza la pasteurización a 62 °C durante 30 minutos y luego se guardan las botellas en sus respectivas cajas.</p> <p>Densidad de la cerveza con cáscara de piña Inicial= 1.042 ml/g (antes de la fermentación) Final= 1.020 ml/g (después de la fermentación)</p> <p>Grados aprox. De la cerveza= $(1.042-1.020) \times 131 = 2.882$ grados alcohólicos.</p>
<p>Receta 3 Pulpa + cáscara de piña</p>	<p>Malta Pale 4.7 Kg Cara Blond 0.5 Kg Trigo malteado 0.2 Kg Avena malteada 0.2 Kg</p> <p>Lúpulo Saaz 15 g (15 min) Hallert 10 g (40 min)</p> <p>Levaduras SafeAle BE-256</p> <p>Fruta Cáscara de piña “macerado” 350 g Cáscara de piña “hervido” 150 g (20 min) Pulpa de piña “maduración” 500 g</p> <p>Paso 1: Maceración Macerado= 70 °C Tiempo= 60 min Se llena la olla de cocción con 20 L de agua. Calentado del agua a 72 °C. Hacer recirculado de mosto los primeros 15 minutos, cada 5 minutos mover la malta para oxigenar.</p> <p>Paso 2: Lavado Lavado de la malta con 10 L de agua a la temperatura de 72 °C.</p> <p>Paso 3: Ebullición Cocinado a 95 °C.</p>

	<p>Hervir por 60 min. Después de 15 min añadir Saaz. Después de 40 min añadir Hallert.</p> <p><i>Dato:</i> Al inicio se tiene 24 L de mosto en cocción. Después de 60 minutos de hervor se tiene 22 L de mosto.</p> <p>Paso 4: Fermentación y maduración Enfriar el mosto hasta los 20 °C. Agregar la levadura SafeAle BE-256. Fermentar por 7 días a la temperatura de 7-13 °C. Madurar por 14 días.</p> <p>Pasteurización de botellas Se realiza la pasteurización a 62 °C durante 30 minutos y luego se guardan las botellas en sus respectivas cajas.</p> <p>Densidad de la cerveza con pulpa de piña Inicial= 1.053 ml/g (antes de la fermentación) Final= 1.002 ml/g (después de la fermentación)</p> <p>Grados aprox. De la cerveza= $(1.053-1.002) \times 131 = 6.581$ grados alcohólicos.</p>
--	--

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

3.3. Identificación de las variables del proceso

Durante el proceso de producción de cerveza artesanal, se han identificado varias variables críticas, como la humedad, temperatura, presión, pH, acidez del lúpulo y tiempo. Para la elaboración de una cerveza PALE ALE, es esencial mantener una temperatura óptima entre 68-72 °C durante la etapa de maceración. Si la temperatura es inferior a 68°C, las enzimas presentes en la malta no se activarán, mientras que si se supera los 72°C, estas enzimas morirán. Durante el lavado del grano, es importante que la temperatura del agua se mantenga en 75°C para lograr la extracción máxima de los azúcares restantes en el grano molido. En la etapa de enfriamiento, la temperatura debe reducirse a 20-22°C para permitir que las levaduras agregadas al mosto puedan actuar. Además, es necesario medir la densidad inicial y final del mosto antes y después de la fermentación, así como el pH del mosto para realizar una fermentación adecuada.

El control del tiempo es esencial en el proceso de elaboración de la cerveza, ya que permite manejar las etapas de maceración y hervido. Se recomienda un tiempo de cocción de entre 60 a 90 minutos en cada etapa. Un tiempo prolongado de cocción aumentará la pérdida de líquido por

evaporación y afectará el equilibrio de amargor, ya que cuanto más tiempo se cocine, más amarga será la cerveza (QA Brewer, 2016).

El pH es un factor importante para controlar la proliferación de bacterias peligrosas para la salud humana, ya que cuando el pH es ácido (alrededor de 4) estas bacterias no pueden crecer ni sobrevivir (QA Brewer, 2016, p.9).

Tabla 4-3: Variables del proceso

Operaciones Unitarias	Variables	Parámetros
Malteado de la cebada	Remojo (Humedad) Germinación (Tiempo) Secado-Tostado (Humedad)	35 - 45% de humedad 5 días 2 - 5 % de humedad
Molienda	Apertura de rodillos Cebada	0.75 mm Kg
Maceración del grano	Temperatura (Agua) Tiempo	68 - 70 °C 60 - 90 min
Lavado del grano	Mosto (Temperatura) Tiempo	75 °C 15 min
Hervido del mosto	Temperatura Tiempo Lúpulo	95 - 98 °C 60 - 90 min % acidez del lúpulo
Fermentación y Maduración	Fermentación (Tiempo y Temperatura) Maduración (Tiempo y Temperatura) Levadura Densidad inicial Densidad final Potencial de hidrógeno (pH) Nivel de alcohol / ABV (alcohol by volume)	Fermentación= 7 días y 15 - 25 °C Maduración= 14 días y 12 - 18 °C g g/ml g/ml 4,1 - 4,3 Porcentaje (%) o Grados (°)
Carbonatación forzada con CO2	Presión Tiempo Color Sabor Amargor	40 psi 3 minutos en agitación del Keg Tabla de medición de colores Testeo profesional 0 - 100 IBU (International Bitterness Units)
Embotellado	Volumen	330 ml
Pasteurización De botellas	Temperatura del agua Tiempo	60 - 70 °C 20 min

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

3.3.1. Cálculos para el balance de materia en la producción de cerveza artesanal para 20 l

3.3.1.1. Balance para la etapa de molienda

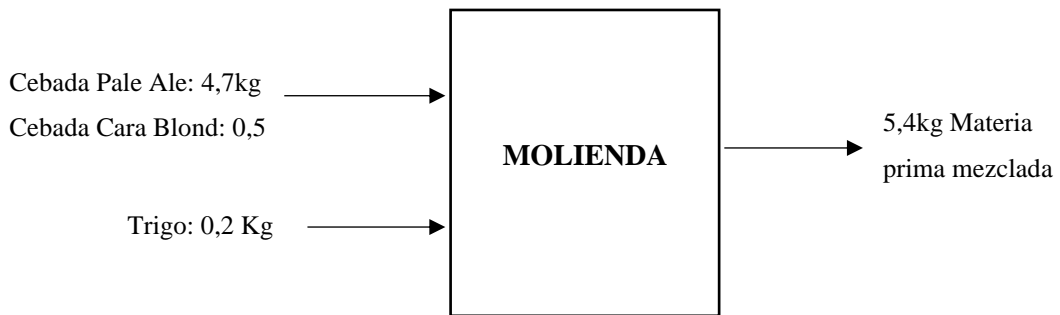


Ilustración 5-3: Balance para la etapa de molienda

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

3.3.1.2. Balance para la etapa de maceración

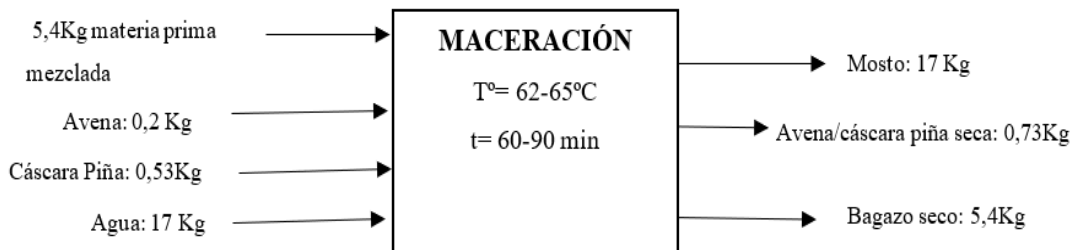


Ilustración 6-3: Balance para la etapa de maceración

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

3.3.1.3. Balance para la etapa de recirculación

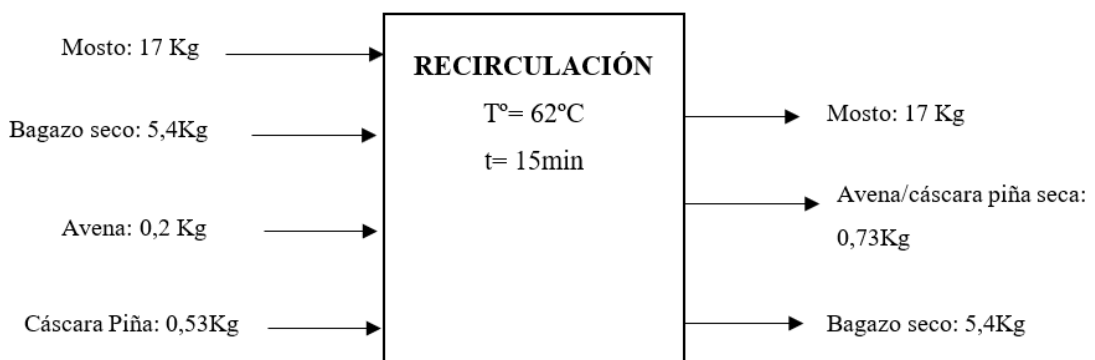


Ilustración 7-3: Balance para la etapa de recirculación

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

3.3.1.4. Balance para la etapa de lavado

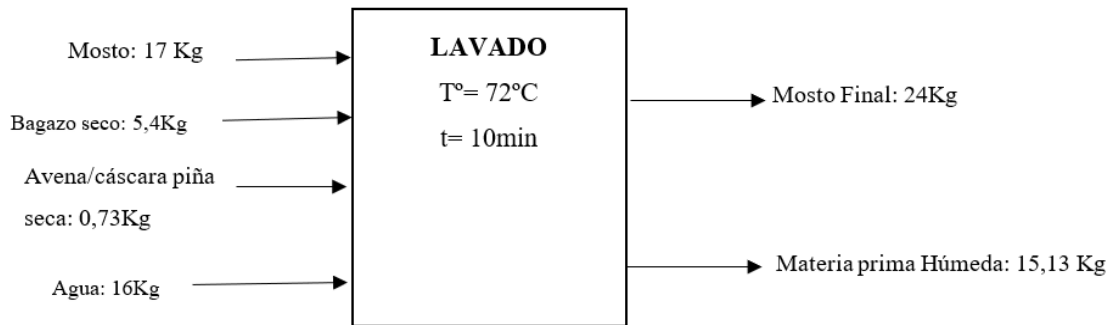


Ilustración 8-3: Balance para la etapa de lavado

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

3.3.1.5. Balance para la etapa de cocción

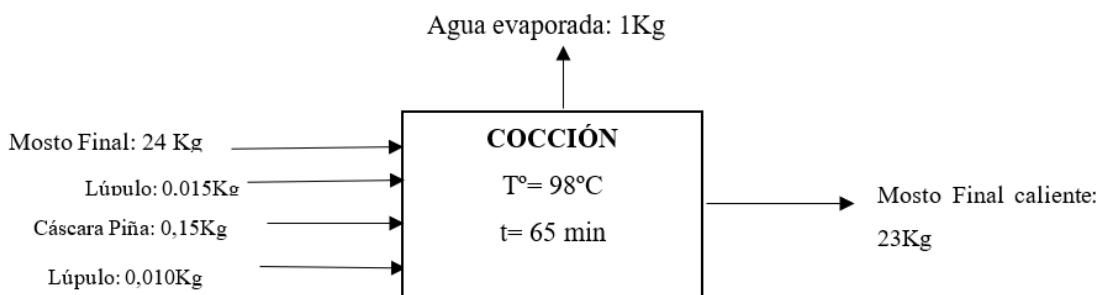


Ilustración 9-3: Balance para la etapa de cocción

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

3.3.1.6. Balance para la etapa de enfriado

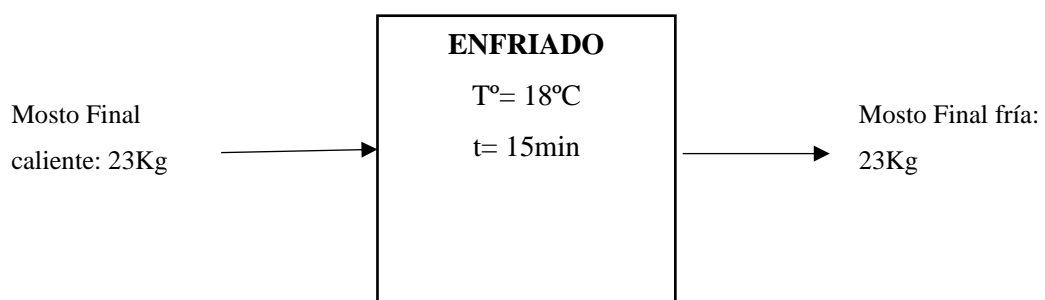


Ilustración 10-3: Balance para la etapa de enfriado

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

3.3.1.7. Balance para la etapa de fermentación y maduración

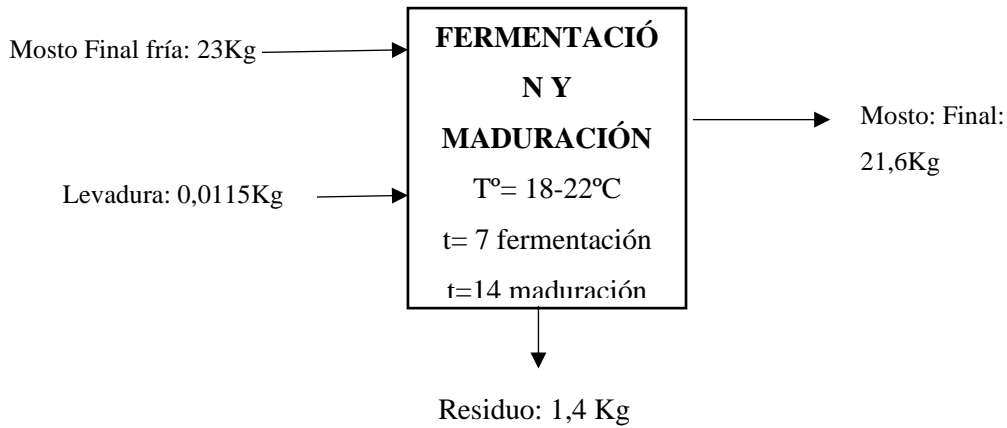


Ilustración 11-3: Balance para la etapa de fermentación y maduración

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

3.3.1.8. Balance para la etapa de carbonatación y embotellado

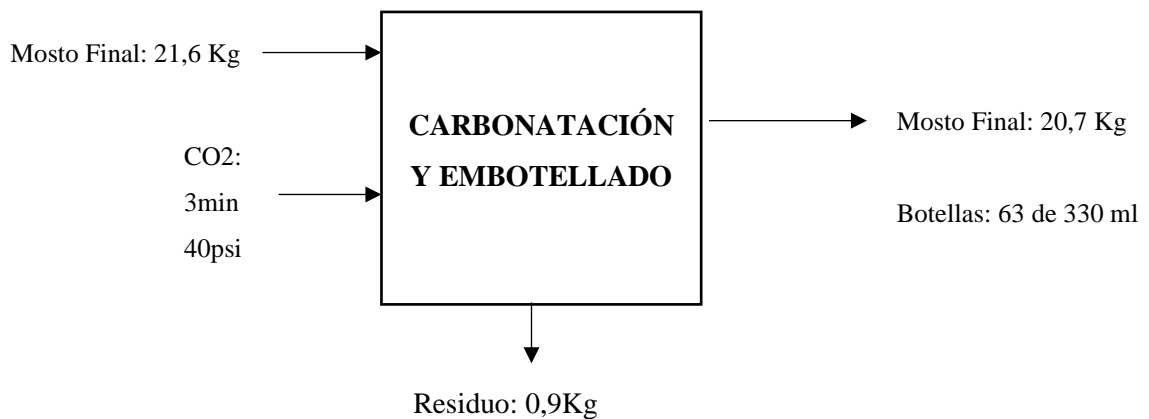


Ilustración 12-3: Balance para la etapa de recirculación

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

3.3.2. Encuesta de aceptabilidad

Se realizó la evaluación sensorial de los tres tipos de cerveza artesanal en sus variedades de cerveza de pulpa de piña, cerveza de cascara de piña y cerveza de cascara-pulpa a 100 personas no entrenadas de edades entre 18 a 40 años entre hombres y mujeres. Se encuestaron atributos de color, olor, sabor y preferencia de grados alcohólicos.

3.3.3. Costos de producción

3.3.3.1. Costos de inversión fija

En la inversión fija se debe tomar en cuenta el capital requerido para la compra e instalación de equipos para el proceso de producción de la cerveza artesanal, asumiendo costos de infraestructura e instalaciones para una producción de 500 l, en una micro cervecería artesanal

Tabla 5-3: Costos de inversión fija

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Total
Inversiones en la planta de procesamiento			
1	Infraestructura	6000,00	6000,00
1	Adecuaciones de la estructura física (electricidad, agua potable, otras modificaciones estructurales)	7000,00	7000,00
1	Adecuación del área de control de calidad	1000,00	1000,00
1	Cuarto frío	5000,00	5000,00
Subtotal			19000,00
Equipos principales del proceso			
1	Molino	1360,00	1360,00
1	Macerador	2200,00	2200,00
1	Tanque de evaporación	4300,00	4300,00
2	Tanque de fermentación	2000,00	4000,00
1	Línea sanitaria acoples y bombas	3020,00	3020,00
1	Agitador	1600,00	1600,00
1	Intercambiador de calor	1000,00	1000,00
1	Llenadora de botella contra presión	1900,00	1900,00
1	Sistema de purificación de agua	2000,00	2000,00
Subtotal			17380,00
Recursos humanos para el montaje e instalación			
1	Gerente de producción	1000,00	1000,00
1	Asistente de producción	500,00	500,00
1	Mano de obra para el montaje e instalación de quipos	600,00	600,00

1	Mano de obra para la adecuación de la planta	900,00	900,00
Subtotal			3000,00
Presupuesto equipo de laboratorio			
1	pH-metro	69,00	69,00
1	Refractómetro	136,00	136,00
1	Balanza digital	50,00	50,00
1	Alcoholímetro	60,00	60,00
1	Termómetro	30,00	30,000
1	Densímetro	40,00	40,00
1	Probeta	10,00	10,00
Subtotal			395,00
Otros			
1	Producción y registro de marcas	450,00	450,00
1	Registro patente	400,00	400,00
Subtotal			850,00
TOTAL			40625,00

Fuente: Galarza, 2020.

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

3.3.3.2. Costos de inversión en materia prima

La materia prima que se estima a continuación está basada en una producción mensual de 500 L de cerveza, las cuales se envasaran en envases ámbar de 330 ml, se envasaran un total de 1515 botellas de cerveza mensualmente.

Tabla 6-3: Costos de materia prima

Materia	Cantidad (Kg)	Precio Unitario	Precio Lote de 20 L	Precio Lote de 500 L
Malta	4	1,86	7,44	186,00
Trigo malteado	1	2,06	2,06	51,50
Lúpulo Cascade	0,025	1	1	25,00
Piña entera	1 piña	1	1	20
Pulpa de piña	0,500	1,30	1,30	32,50
Clarificante	0,003	0,25	0,25	6,25

Gelatina sin sabor	0,011	0,30	0,30	7,50
Levadura	0,10	5,50	5,50	137,50
Alca pipe	-	0,90	0,90	22,5
Citral	-	0,90	0,90	22,5
C02	-	2,25	2,25	56,25
Tanque de gas	1 gas	1,60	1,60	10
Agua/mes	-	-	0,40	12
Luz	-	-	0,93	28
Mano de obra	-	-	35,56	450
Botella de 330 ml	1	0,30	18,18	454,50
Tillo de botella		0,02	1,21	30,25
TOTAL, INCLUIDO IVA			80,78	1529,75
Gastos adicionales (10%) del Total			8	153
PRECIO POR LITRO				4,039
PRECIO POR BOTELLA 330ml				1,33

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de encuestas

Se encuestaron a 100 personas no entrenadas de entre 18 y 40 años, mediante pruebas sensoriales las cuales consistía en seleccionar un tipo de cerveza sin conocer su materia prima, en cada una de las categorías, presentándose como;

Cerveza 1: Pulpa de piña

Cerveza 2: Cáscara de piña

Cerveza 3: Pulpa+Cáscara de piña

La idea de esta encuesta es conocer la preferencia degustativa de la población puesto que no todos conocen los estilos de las cervezas, la gran mayoría de consumidores prefieren una cerveza guiada por su sabor, aroma, color y grados alcohólicos. Los resultados obtenidos se muestran en las siguientes ilustraciones.

4.1.1. Análisis encuesta de sabor

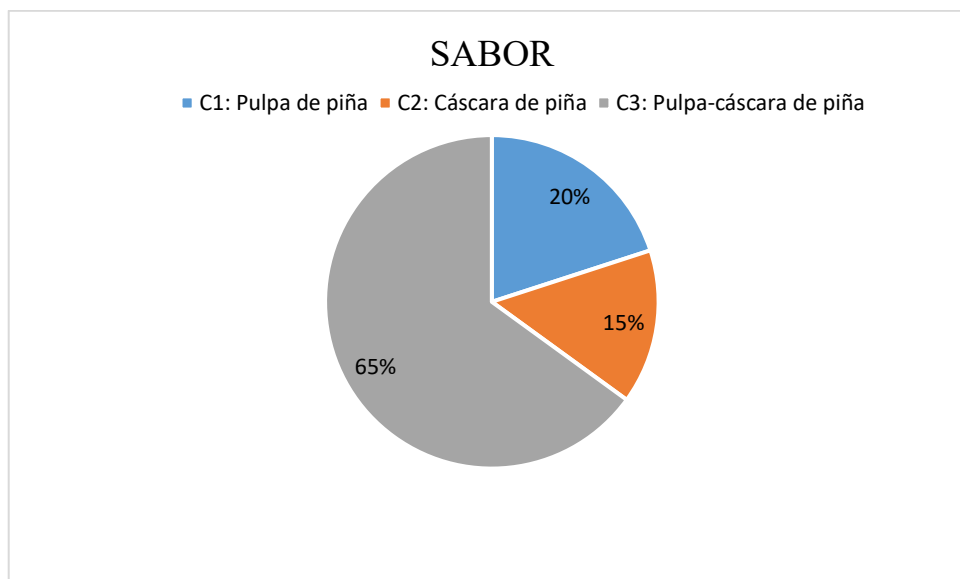


Ilustración 1-4: Análisis encuesta de sabor

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

La ilustración 1-4, muestra los porcentajes resultantes a la encuesta acerca del sabor donde la cerveza a base de Pulpa+Cáscara de piña es la que fue mayormente seleccionada por los encuestados con un 65%, la cerveza menos favorecida fue la cerveza a base de cascara de piña la cual obtuvo un 15% de selección.

4.1.2. Análisis encuesta de aroma

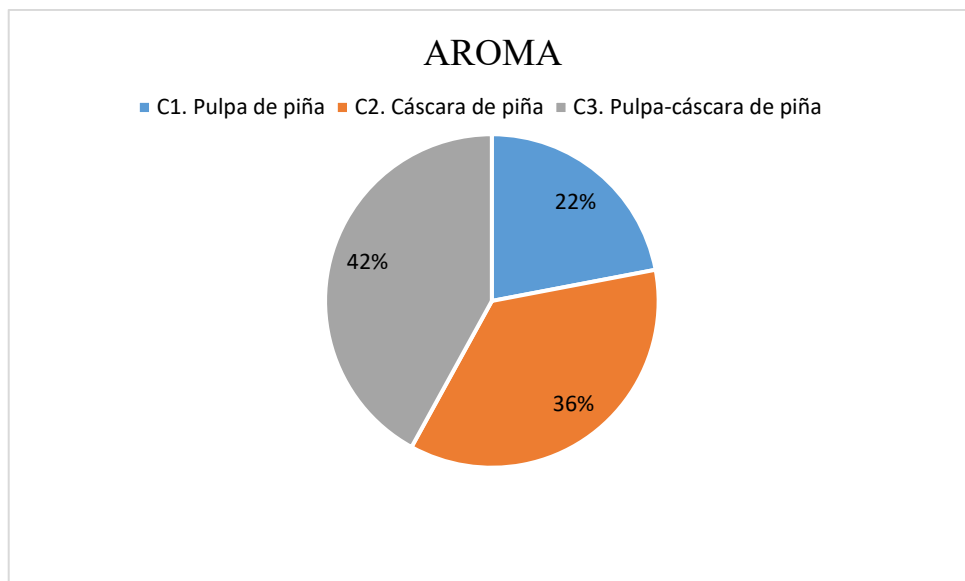


Ilustración 2-4: Análisis encuesta de aroma

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

Según la ilustración 2-4 los votantes seleccionaron a la cerveza 3, con un 42%. La cerveza menor seleccionada fue la cerveza 1, la cual posee solo pulpa de piña. Se puede concluir que la cerveza seleccionada la cual posee Pulpa+Cáscara de piña debido a las bondades que presenta la piña, gracias al compuesto química butirato de etilo y β -ciclodextrinolo que permite que su aroma sea predominante (Iglesias, 2012, pp.2-55).

4.1.3. Análisis encuesta color

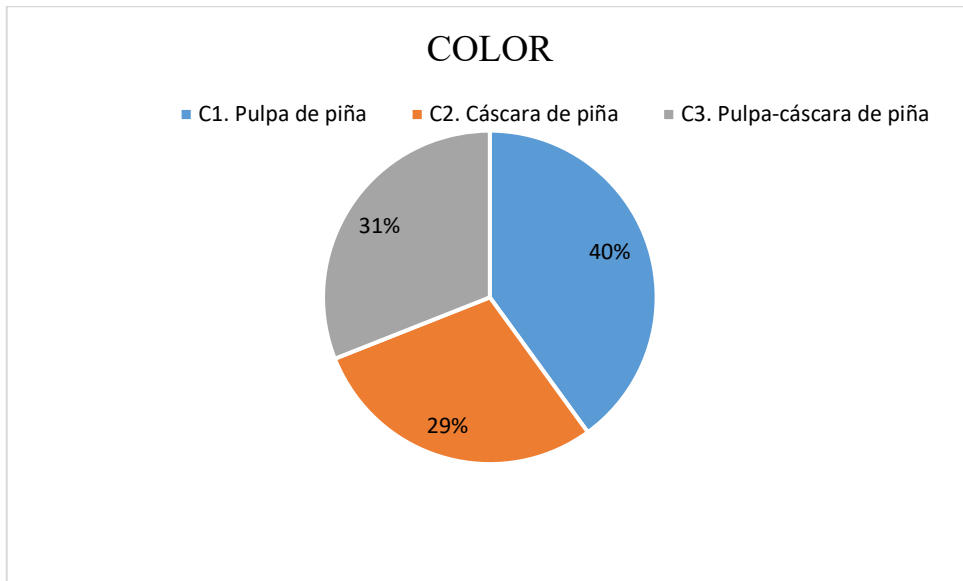


Ilustración 3-4: Análisis encuesta color

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

La ilustración 3-4 representa la aceptación del color con respecto a las tres cervezas, el color más agradable para los encuestados fue el de la cerveza con cascara, obteniendo un 40% de aceptación y el aspecto de color menos favorecido fue el de pulpa de piña con un 31%.

4.1.4. Análisis encuesta preferencia grados alcohólicos

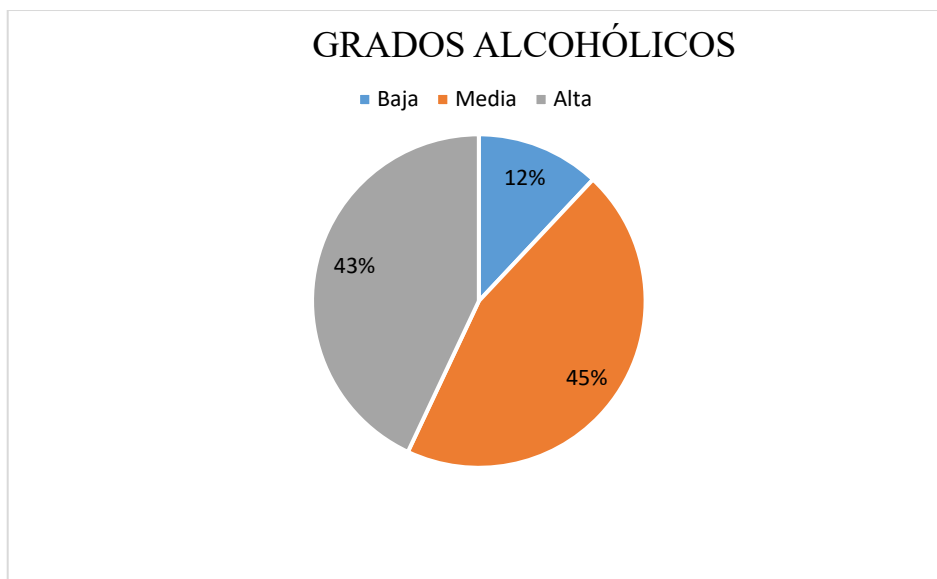


Ilustración 4-4: Análisis encuesta preferencia de grados alcohólicos

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

La ilustración 4-4, representa la preferencia de los encuestados ante los grados alcohólicos, el 45% de la población prefiere una cerveza artesanal con grados alcohólicos medios, categoría de 5-7 Grados alcohólicos, basándose en los conceptos que es preferible disfrutar de la cerveza antes de llegar a un estado etílico precoz, la cerveza con grados alcohólicos altos es la menos escogida con un 12% según la encuesta realizada.

Tabla 1-4: Resultados de las encuestas

Sabor	Cerveza 3: Pulpa+Cáscara de piña (Pale Ale)
Aroma	Cerveza 3: Pulpa+Cáscara de piña (Pale Ale)
Color	Cerveza 1: Pulpa de piña (Pilsen)
Grados alcohólicos	Medio 5-7 % v/v

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

Según la tabla 1-4, los resultados favorecen a la cerveza la cual posee Pulpa+Cáscara de piña dentro de su receta, presentando un sabor, aroma y color agradable ante el consumidor. Los grados alcohólicos escogidos también se encuentran establecidos dentro de la receta 3.

4.2. Análisis de la mejor receta

Basándose en los análisis de la encuesta realizada, se concluye la cerveza con mayor aceptación por parte de los consumidores basándose en características sensoriales como sabor, aroma, color y grados alcohólicos. La receta 3, la cual posee pulpa+cáscara de piña es la receta escogida, a continuación, se muestran los ingredientes necesarios para producir un lote de 20 litros.

Tabla 2-4: Ingredientes de la Receta 3 para un lote de 20 l.

Materia prima	Cantidad
Malta Pale Ale	4,7 Kg
Malta Cara Blond	0,5 Kg
Trigo malteado	0,2 Kg
Lúpulo Hallert	15 g
Lúpulo Saaz	10 g
Levadura SafAle BE-256	11,5 g
Cáscara de piña en macerado	350 g
Cáscara de piña en hervido	150 g
Pulpa de piña en maduración	500 g

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

4.2.1. Descripción del proceso para la elaboración de la cerveza artesanal con cáscara de piña

Tabla 3-3: Descripción del proceso para la elaboración de cerveza artesanal

MATERIALES	EQUIPOS
<ul style="list-style-type: none"> • Cuchillo • Tabla para picar • Cedazo (media nylon) • Cernidor • Jarra 	<ul style="list-style-type: none"> • Molino • Olla de macerado • Olla de hervido • Intercambiador de calor de placas • Fermentador • Equipo de carbonatación • Llenadora de botella contrapresión • Sellador de tapas corona
PROCEDIMIENTO	
<p>1. Molienda</p> <p>Ingresar los granos de cebada y trigo al molino para obtener el material triturado.</p> <p>2. Maceración</p> <p>Después agregar los granos triturado a la olla de maceración.</p> <p>Se agrega 17 L de agua a 72 °C a los granos triturados.</p> <p>Se deja macerar los granos durante 60 minutos.</p> <p>Cada 5 minutos mover los granos para oxigenar.</p> <p>3. Lavado</p> <p>Adicionar 10 L de agua a 72 °C para realizar el lavado de los granos 15 minutos antes de cumplir la hora de maceración.</p> <p>4. Hervido</p> <p>Pasar el mosto a la olla de cocción para que sea hervido durante 60 minutos.</p> <p>A los 15 minutos de hervido añadir el lúpulo Saaz.</p> <p>Y a los 40 minutos de hervido añadir el otro lúpulo Hallert.</p> <p>Estar pendiente de retirar la espuma generada en el hervor con la ayuda de un cernidor.</p> <p><i>Dato:</i></p> <p>Al inicio del hervido se tiene 24 L de mosto.</p> <p>Después de 60 minutos de hervor el mosto se reduce a 22 L.</p>	

5. Fermentación y maduración

Enfriar el mosto hasta los 20 °C mediante el uso de un intercambiador de calor placas.

Al mosto enfriado se le agrega levadura SafeAle BE-256.

Agregar el mosto al fermentador por 7 días a la temperatura dentro de un rango de 7-13 °C.

Madurar por 14 días.

6. Carbonatación de un barril de cerveza o keg

Se realiza la carbonatación forzada a la cerveza mediante un tanque de CO₂ conectado al keg cervecero.

Se tiene en constante agitación el keg mientras ingresa el CO₂.

Este procedimiento se lo realiza durante 3 minutos con una válvula de presión regulada a 40 psi para un keg que contenga 20 L de cerveza.

7. Llenado y sellado de la botellas

Se llenan las botellas de 330 ml con una llenadora a contrapresión.

Inmediatamente se sella la botella con la selladora de tapas asegurándose que no se escape el gas contenido.

8. Pasteurización de botellas

En una cama de agua a 62 °C son sumergidas las botellas durante 30 minutos.

9. Cálculo de los grados de la cerveza

Medir el mosto con un densímetro antes y después de su fermentación.

Dato de densidad de la cerveza con cáscara y pulpa de piña

Inicial= 1.053 ml/g (antes de la fermentación)

Final= 1.002 ml/g (después de la fermentación)

Grados aprox. De la cerveza= (densidad inicial – densidad final) x 131

Grados aprox. De la cerveza= (1.053-1.002) x 131= 6.581 grados alcohólicos.

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

4.3. Análisis organolépticos, físicos químicos y microbiológicos según la norma INEN 2262

4.3.1. Análisis organolépticos

Tabla 4-4: Resultados análisis organolépticos

Color	Dorado
Olor	Característico
Sabor	Característico
Aspecto	Líquido con gas

Fuente: Labolab, 2023.

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

4.3.2. Análisis químicos

Tabla 5-4: Resultados análisis químicos

PARÁMETRO	MÉTODO	REQUISITO		UNIDAD	RESULTADO
		MÍNIMO	MÁXIMO		
Grado alcohólico	INEN 2322	1,0	10	% v/v	7
Acidez (como ácido láctico)	INEN 2323	-	0,3	% m/m	0,15
Carbonatación (volumen de CO ₂)	INEN 2324	2,2	3,5	Volúmenes de CO ₂	3,10
pH(20°)	PEE/LA/10 INEN 2325	3,5	4,8	-	4,20 ±0,09
Contenido de hierro	INEN 2326	-	0,2	mg/dm ³	<0,03
Contenido de Cobre	INEN 2327	-	1,0	mg/dm ³	0,16
Contenido de Zinc	INEN 2328	-	1,0	mg/dm ³	<0,02
Contenido de Arsénico	INEN 2329	-	0,1	mg/dm ³	<0,003
Contenido de plomo	INEN 2330	-	0,1	mg/dm ³	<0,10

Fuente: Labolab, 2023.

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

Los análisis físicos y químicos cumplen con los requisitos con la norma como se puede observar en la tabla 5-4, los resultados obtenidos concuerdan con los obtenidos con (Soria, 2017, p. 32) donde se analizar los resultados físicos y químicos de una cerveza artesanal a base de cacao, la cual también presenta grados alcohólicos de 7 v/v, una de las principales razones de los grados alcohólicos superiores a otras cervezas es por la cantidad de azúcares fermentables que poseen sus recetas lo que permite que se permita una buena fermentación y maduración de la cerveza a diferencia del trabajo propuesto por (Quinto, 2020, p.65) en el cual se realiza cerveza artesanal a base de arroz en el cual se obtuvo 4,6 grados alcohólicos debido a su materia prima y estilos diferentes de ambas cervezas.

4.3.3. Análisis microbiológicos

Tabla 6-4: Resultados análisis microbiológicos

PARÁMETRO	MÉTODO	REQUISITO			RESULTADO
		UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	
Recuento aerobio mesófilos	NTE INEN 1 529-17	ufc/ml	-	10	<10
Recuento de Mohos	NTE INEN 1 529-10	ufc/ml	-	10	<10
Recuento de levaduras	NTE INEN 1 529-10	ufc/ml	-	10	<10

Fuente: Labolab, 2023.

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

Los resultados del análisis microbiológico que se realizó a la cerveza hecha a base de cáscara y pulpa de piña tuvo resultados positivos según los requisitos establecidos por la norma, en el trabajo propuesto por (Soria, 2017, p. 33) obtiene valores muy por debajo de 10^3 que son muy favorecedores en la obtención de cerveza artesanal al igual que los que se muestran en la tabla 6-4 lo que garantiza la calidad e higiene del producto.

4.4. Análisis económico

Una vez se haya validado el producto de acuerdo a la receta seleccionada, se analiza el beneficio de la implementación de este producto, según criterio propio la finalidad del producto es ofrecer una nueva receta de cerveza artesanal a micro cervecerías del país, utilizando la piña y así representando una variedad de cerveza exquisita a su catálogo. Otro de los beneficios es poder

emprender en este tipo de cerveza a través del diseño de producción propuesto anteriormente. Para los costos de producción se consideran; los gastos de materia prima, recursos humanos, laboratorios, establecimiento, pagos y otros, ofreciéndose al mercado con un precio de \$2,50 ya que el valor unitario por cada botella de 330 ml poseen un costo de 1,33 ctv. de dólar considerándose que en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, el valor de la cerveza artesanal oscila entre los \$3 a \$4 dólares se observa la viabilidad de producir este producto o receta. Una vez vendidas las 1515 botellas de 330ml a \$2,50 mensuales se obtiene \$4,545 en ventas.

4.5. Viabilidad de producto

Para establecer la viabilidad del producto/ receta se plantearon los siguientes parámetros que se muestran a continuación.

Tabla 7-4: Viabilidad

¿Qué necesidad cubre?
Ante el elevado costo de la cerveza artesanal en Ecuador se busca realizar una innovación del producto donde su costo de producción no sea tan elevado y pueda ser vendido a un precio mucho más económico que las cervezas actuales.
¿Qué segmento poblacional se siente atraído?
El producto de cerveza artesanal es dirigido a las personas que buscan degustar de una buena cerveza en compañía.
¿Cómo se adaptaría el producto?
El producto presenta una adaptación rápida, puesto que, debido al crecimiento del consumo de cerveza artesanal actualmente en el país, se busca innovar en sabores de dicho producto, y a su vez se busca el aprovechamiento de la fruta tropical típica de nuestro país, buscando que sea una cerveza representativa de Ecuador.
¿Existen productos que puedan sustituir al producto propuesto?
Actualmente las marcas de cervecías artesanales han tenido un crecimiento considerable después de la pandemia, su costo de producción puede ser elevado por su escala de producción, lo que se busca es presentar una alternativa en la cual no eleve un alto costo pro que a su vez sea de agrado de los consumidores y que obtengan el sabor de piña que posee.

Realizado por: Guevara, Marcos, 2023.

CONCLUSIONES

- Se diseñó un proceso de producción para la elaboración de cerveza artesanal estilo Ale a base de cebada y pino, en cada una de sus fases como son; la molienda, macerado, fermentación, maduración, carbonatación y embotellado, calculando cada una de sus variables.
- Se elaboraron tres formulaciones de cerveza artesanal a partir de pino, utilizando en la primera receta la pulpa de pino, en la segunda receta la cáscara de pino y en la tercera receta pulpa y cáscara a la vez, según los análisis sensoriales realizados a 100 personas de entre 18 y 40 años se obtuvieron resultados beneficiosos para la cerveza a base de cáscara de pino por su mejor aroma, sabor, aspectos y grados alcohólicos.
- Se identificaron los parámetros y variables para el proceso de elaboración de cerveza de cebada y pino, los cuales son humedad 35-45%, temperatura 68-70°C, tiempo 60-90 min, presión 40 psi, pH (4,1-4,3) y % Acidez del lúpulo (Saaz 3,5-6%) (Hallert 3-7%).
- Se definieron los balances de materia para cada etapa del proceso, obteniéndose así que el Balance General en la Alimentación del proceso es de 5,4 Kg de cebada, 0,2 Kg de avena, 0,53 Kg de pino y 17 Kg de agua y Salida del proceso es de 20,7 Kg de mosto final, 0,9 Kg de residuo y 1 Kg de agua evaporada y 0,53 Kg de pérdidas en la embotellada.
- Se evaluó el producto según la norma INEN 2262 para bebidas alcohólicas; Cerveza, los cuales cumplen con los requisitos establecidos. Los análisis químicos reflejaron resultados de grados alcohólicos; 7v/v, acidez; 0,15m/m, carbonatación 3,10 v, contenido de hierro 0,16 mg/dm³, contenido de cobre <<0,03, contenido de zinc, <0,2 mg/dm³, contenido de arsénico; <0,003 mg/dm³ y contenido de plomo <0,10 mg/dm³. Los análisis microbiológicos en el recuento de anaerobios mesófilos, contenido de mohos y levaduras tuvieron resultados menores a 10 ufc/ml, como lo establece la norma.
- Se determinó que el proyecto es viable puesto que costo de producción es de 1,33 dólares por cada botella de 330 ml y se puede obtener un producto de calidad, el cual puede ser comercializado a un precio de 2,50 dólares por cada botella de 330 ml considerando que se pueda lanzar al mercado con facilidad en la acogida por su buen sabor y precio. Además que con el valor de producción frente al valor de venta se calcula una rentabilidad del 87,96% por botellas de 330 ml.

RECOMENDACIONES

- Agregar pulpa de pina en la etapa de fermentación de la cerveza, de tal manera que nuevamente se generen azúcares dispuestos a ser fermentados por segunda ocasión. También añadir pulpa de pina en la fermentación le concede a la cerveza color, aroma y sabor característico de la fruta de pina.
- Mantener la temperatura adecuada en la maduración de la cerveza es uno de los aspectos más importantes, siendo para las cervezas estilo Ale la temperatura de 18 °C y para estilos Lager alrededor de los 10 °C, ya que demasiado frío desacelera su maduración y si se aumenta la temperatura la cerveza pueda llegar a presentar aromas y sabores indeseados.
- Se recomienda que los residuos de la elaboración de cerveza artesanal deben ser utilizados en otras líneas de investigación. Los mismos pueden ser utilizados para: alimento de cerdos, caballos y ganado, harina para repostería, materia prima para barras energéticas, entre otros.
- Se recomienda ampliar el uso de materias primas que sean cultivadas el sector en el que se elabora la cerveza artesanal, de tal manera que se impulse el comercio con el productor agrícola local.
- Se recomienda el manejo de programas para mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos que son necesarios para elaborar la cerveza artesanal los cuales son: molino, ollas de cocción, fermentador, intercambiador de calor, cuarto frío, entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

ANDRADE, S. A.; & VIDAL, L.D. Actividad proteolítica de extractos enzimáticos provenientes de especies vegetales y su aplicación en la clarificación de jugos de frutas [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología. Cuenca-Ecuador. 2011. pp. 1-67. [Consulta: 12 de octubre 2022]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3338/1/08457.pdf>

BURINI, J. “Levaduras no convencionales como herramientas de innovación y diferenciación en la producción de cerveza”. *Revista Argentina de Microbiología* [En línea], 2021, 53(4). pp. 359-377. [Consulta: 12 de octubre 2022]. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0325754121000109?token=50364ED283D569E3E2F059C86F89E6157D7410AE3BD3C55C8F1DB511C040B6096BCBDB8DA09E06B4756F73EF7EFA8270&originRegion=us-east-1&originCreation=20221118022610>

CABEZAS, C.; et al. “Azúcares adicionados a los alimentos: Efectos en la salud y regulación mundial. Revisión de la literatura”. *Revista de la Facultad de Medicina* [En línea], 2016, 64(2), p. 319. [Consulta: 12 de octubre 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64n2.52143>

CASTILLO, D. Proyecto de automatización de planta de cerveza artesanal “Easy Brewing” [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Andrés Bello. Chile. 2017. pp. 1-57. [Consulta: 12 de octubre 2022]. Disponible en: https://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/14051/a120919_Castillo_D_Proyecto%20de%20automatización_de_planta_de_cerveza_2017_Tesis.pdf?sequence=1

COBA, G. El número de marcas de cerveza artesanal crece un 20% en Ecuador. *Revista Primicias, Economía* [En línea]. 2021. [Consulta: 12 de octubre 2022]. Disponible en: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/marcas-cerveza-artesanal-crecimiento-ecuador/>

DASZENIES, J. *Utilización de clarificantes en la producción de cerveza artesanal*. Chile: Universidad Mayor. 2014. Disponible en: <http://repositorio.umayor.cl/xmlui/handle/sibum/1169>

FERREYRA, L., & VICENTE, A. *Elaboración de cerveza: Historia y evolución, desarrollo de actividades de capacitación e implementación de mejoras tecnológicas para productores artesanales*. S.l: s.n. 2014.

GALARZA, A. Elaboración de cerveza Amber ale de alta fermentación saborizada y aromatizada con frutas y plantas aromáticas ecuatorianas-2020 [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador. 2020. pp.1-126. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15790/1/T-UCE-0008-CQU-015.pdf>

GARCÍA, J. Influencia de los factores de riesgo psicosocial en el rendimiento laboral de los trabajadores de la unidad minera. Arequipa M – 2019 [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. 2022. [Consulta: 12 de octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4991>

GONZÁLEZ, M. *Principios de Elaboración de las Cervezas Artesanales* [En línea]. 2017. S.l: s.n. [Consulta: 12 de octubre de 2022]. Disponible en: <http://www.vinodefruta.com/descargas/Libro%20Principios%20de%20Elaboraci%F3n%20de%20las%20Cervezas%20Artesanales%20-%20Cap%20Muestra.pdf>
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/415/60974s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IGLESIA, S. Extracción y encapsulamiento del aroma de residuos de piña manzana (*ananas comosus l.*) usando CO2 supercrítico [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad de Valle. Colombia. 2012. pp.1-82. [Consulta: 12 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/8076/CB-0478718.pdf?sequence=1&isAllowed=y> pp2-55.

JIMÉNEZ, I. Enzimas vegetales protesasa aplicadas para el ablandamiento de carne (bromelina ficina y papaína) [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria. 2014. pp. 1-67. [Consulta: 12 de octubre de 2022]. Disponible en:

LA HORA. La piña de Santo Domingo se exporta a cinco países. [En línea]. 2022. [Consulta: 12 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.lahora.com.ec/santo-domingo/destacado-santo-domingo/pina-de-santo-domingo-se-exporta-a-cinco-paises-26-enerp-2022/>

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. *Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. San José, Costa Rica* [En línea]. Costa Rica: Ministerio de Agricultura Y Ganadería. 1991. [Consulta: 12 de octubre de 2022]. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658.pdf>

MOLINA, J. *La cebada cervecera*. S.l.:s.n. 2020. [Consulta: 12 de octubre de 2022]. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1987_19-20.pdf

MONTILLA, I. *El cultivo de la piña en Venezuela*. Macaray, Venezuela: IICA. 1997.

MORAN, J. *Importancia del agua en la elaboración de cerveza*. p.67. 2020.

PAC, P. Experiencias en el cultivo de piña (*Ananas Comosus*) [En línea]. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Guatemala. 2005. [Consulta: 12 de octubre de 2022]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2161.pdf

QA BREWER. *Controles de Calidad en la Cerveza*. Madrid-España. . [Consulta: 12 de octubre de 2022]. Disponible en: <http://qabrewer.com/controles-de-calidad-en-la-cerveza/>

SORIA, J. Diseño de un proceso industrial para la elaboración de cerveza artesanal a base de cebada (*Hordeum Vulgare*) y cacao de fino aroma (*Theobroma Cacao*) [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Riobamba-Ecuador. 2017. [Consulta: 12 de octubre de 2022]. Disponible en: <http://dspace.espoeh.edu.ec/handle/123456789/6593>

SUÁREZ, M. *Cerveza, componentes y propiedades*. 2013.

VARNAN, A.; & SUTHERLAND, J. *Bebidas Tecnología, Química y Microbiología*. España: Editorial Acribia. 1997. pp. 307-315.

VERDÚ, M. Diseño del proceso industrial para la elaboración de cerveza [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Valencia. España. 2018. pp. 1-78. [Consulta: 12 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/73275/Diseño%20y%20puesta%20en%20marcha%20de%20una%20planta%20elaboradora%20de%20cerveza.pdf?sequence=3>

D.S.A.A.
Ing. Cristian Castillo

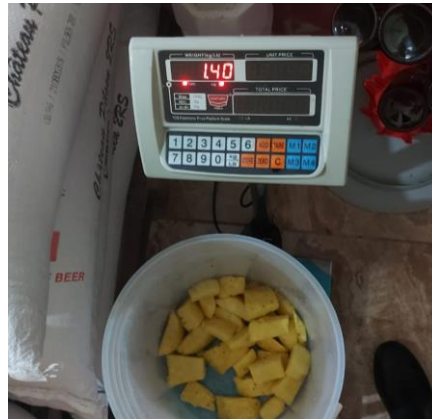


ANEXOS

ANEXO A: PREPARACIÓN DE LA PIÑA COMO ADJUNTO EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTERSANAL



a)



b)



c)

<p>NOTAS:</p>	<p>CATEGORIA DEL DIAGRAMA:</p> <p><input type="checkbox"/> Aprobado</p> <p><input type="checkbox"/> Preliminar</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado</p> <p><input type="checkbox"/> Por aprobar</p> <p><input type="checkbox"/> Información</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Por calificar</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA</p> <p>ELABORADO POR:</p> <p>Guevara Marco</p>	<p>DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A BASE DE CEBADA (<i>Hordeum Vulgare</i>) Y PIÑA (<i>Ananas Comosus</i>)</p>		
<p>a. Materia prima piña.</p> <p>b. Despulpado piña.</p> <p>c. Obtención de la cáscara de piña.</p>			<p>LÁMINA</p> <p>1</p>	<p>ESCALA</p> <p>1:1</p>	<p>FECHA</p> <p>26/10/2022</p>

ANEXO B: MATERIAS PRIMAS NECESARIAS EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL



a)



b)



c)

NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA	DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A BASE DE CEBADA (<i>Hordeum Vulgare</i>) Y PIÑA (<i>Ananas Comosus</i>)		
a. Cebada malteada. b. Trigo malteado. c. Lúpulo.	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		ELABORADO POR: Guevara Marcos	LÁMINA	ESCALA
				1	1:1

ANEXO C: MATERIAS PRIMAS EN DIFERENTES ETAPAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL DE PIÑA



a)



b)



c)

NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA	DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A BASE DE CEBADA (<i>Hordeum Vulgare</i>) Y PIÑA (<i>Ananas Comosus</i>)		
a. Carragenina. b. Peso de la piña. c. Piña en la fermentación.	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		ELABORADO POR: Guevara Marcos	LÁMINA	ESCALA
			1	1:1	26/10/2022

ANEXO D: FERMENTACIÓN DE LAS TRES FORMULACIONES DE CERVEZA ARTESANAL DE PIÑA



a)



b)



c)

NOTAS:

CATEGORIA DEL DIAGRAMA:

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA**

DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A BASE DE CEBADA (*Hordeum Vulgare*) Y PIÑA (*Ananas Comosus*)

- a. Fermentación cerveza pulpa de piña.
- b. Fermentación de las 3 recetas.
- c. Verificación de pH.

- Aprobado
- Preliminar
- Certificado
- Por aprobar
- Información
- Por calificar

ELABORADO POR:
Guevara Marcos

LÁMINA	ESCALA	FECHA
1	1:1	06/11/2022

ANEXO E: EQUIPOS USADOS EN DIFERENTES ETAPAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL



a)



b)



c)

NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA</p> <p>ELABORADO POR: Guevara Marcos</p>	<p>DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A BASE DE CEBADA (<i>Hordeum Vulgare</i>) Y PIÑA (<i>Ananas Comosus</i>)</p>							
a. Equipo de carbonatación. b. Densidad del mosto. c. Embotellado.	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		<table border="1"> <thead> <tr> <th>LÁMINA</th> <th>ESCALA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1:1</td> <td>02/01/2023</td> </tr> </tbody> </table>	LÁMINA	ESCALA	FECHA	1	1:1	02/01/2023	
LÁMINA	ESCALA	FECHA								
1	1:1	02/01/2023								

ANEXO F: PROCEDIMIENTO FINAL DE EMBOTELLADO, SELLADO Y PASTEURIZACIÓN DE LAS BOTELLAS DE CERVEZA



a)



b)



c)

NOTAS:

CATEGORIA DEL DIAGRAMA:

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA**

DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A BASE DE CEBADA (*Hordeum Vulgare*) Y PIÑA (*Ananas Comosus*)

- a. Embotellado.
- b. Pasteurización.
- c. Cerveza embotellada y sellada.

- Aprobado
- Preliminar
- Certificado
- Por aprobar
- Información
- Por calificar

ELABORADO POR:
Guevara Marcos

LÁMINA	ESCALA	FECHA
1	1:1	15/01/2023

ANEXO G: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS EN LABORATORIO



Orden de trabajo N° 190102
Hoja 1 de 1

NOMBRE DEL CLIENTE: Marcos Kevin Guevara Espinoza
DIRECCIÓN: El Centenario, Santo Domingo
FECHA DE RECEPCION: 03 de enero de 2023
MUESTRA: Cerveza artesanal rubia estilo American Pale Ale

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Líquido color dorado claro
ENVASE: Botella de vidrio color ámbar
CONTENIDO DECLARADO: 300 ml
CONTENIDO ENCONTRADO: 300 ml
FECHA ELABORACION: 28 de diciembre del 2022
FECHA VENCIMIENTO: 28 de junio del 2023
LOTE: 2
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 03 - 11 de enero de 2023
REFERENCIA: 190102
MUESTREO: Por cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 24.7°C 40 %HR

ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO:

COLOR	Dorado claro
OLOR	Característico
SABOR	Característico
ASPECTO	Líquido con gas

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO
Grado alcohólico (°GL)*	INEN 2322	7.00
Acidez (exp. como ácido láctico)*	INEN 2323	0.15
Carbonatación (Volumen de CO ₂)*	INEN 2324	3.10
pH (20°C)	PEE/LA/10 INEN 2325	4.20 ± 0.09

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° OAE LE 1C 06-001"

* Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.


Dra. Cecilia Luzuriaga
GERENTE GENERAL



El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.

Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita del Analista.

NOMBRE DEL CLIENTE: Marcos Kevin Guevara Espinoza
DIRECCIÓN: El Centenario, Santo Domingo
FECHA DE RECEPCIÓN: 03 de enero de 2023
MUESTRA: Cerveza artesanal rubia American Pale Ale

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Líquido color dorado claro
ENVASE: Botella de vidrio color ámbar
CONTENIDO DECLARADO: 300 ml
CONTENIDO ENCONTRADO: 300 ml
FECHA ELABORACIÓN: 28 de diciembre del 2022
FECHA VENCIMIENTO: 28 de junio del 2023
LOTE: 2
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 03 - 11 de enero del 2023
REFERENCIA: 190102
MUESTREO: Por cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 24.7°C 40 %HR

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO
Recuento de Aerobios mesófilos (ufc/ml)	PEEMi/LA01 INEN 1529-05	< 10
Recuento de Mohos (ufc/ml)	PEEMi/LA03 INEN 1529-10	< 10
Recuento de Levaduras (ufc/ml)	PEEMi/LA03 INEN 1529-10	< 10


Dra. Cecilia Luzarraga
GERENTE GENERAL
LABOLAB
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización.



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 17 / 07 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Marcos Kevin Guevara Espinoza
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Química
Título a optar: Ing. Químico
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

D.B.R.A.
Ing. Cristian Estrella



1191-DBRA-UPT-2023