



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

### **CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

#### **“OBTENCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL UTILIZANDO DOS TIPOS DE MIEL DE ABEJA EN LA FERMENTACIÓN DE LA MALTA”**

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial.

#### **AUTOR:**

Gómez Pinto Nathaly Lizbeth.

#### **DIRECTOR:**

Ing. Jimmy Núñez Pérez, MSc

**Ibarra – Ecuador**

**2021**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**OBTENCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL UTILIZANDO DOS TIPOS DE MIEL**  
**DE ABEJA EN LA FERMENTACIÓN DE LA MALTA**

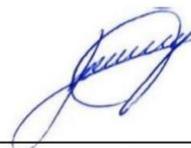
Tesis revisada por los miembros del tribunal, por lo cual se autoriza su presentación como requisito  
parcial para obtener el Título de:

**INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**APROBADA**

MSc. Jimmy Núñez Pérez.

**DIRECTOR DE TESIS**



**FIRMA**

Ing. Marco Lara, MSc.

**ASESOR**



**FIRMA**

Ing. Rosario Espín, MSc.

**ASESOR**



**FIRMA**

Ibarra – Ecuador

2021



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1720842275		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Gómez Pinto Nathaly Lizbeth		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Ibarra - El Olivo		
<b>EMAIL:</b>	nlgomezp@utn.edu.ec		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	02-2304-026	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0996524203

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	OBTENCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL UTILIZANDO DOS TIPOS DE MIEL DE ABEJA EN LA FERMENTACIÓN DE LA MALTA
<b>AUTOR (ES):</b>	Gómez Pinto Nathaly Lizbeth
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	04/03/2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera Agroindustrial
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Jimmy Nuñez Pérez, MSc

#### 2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

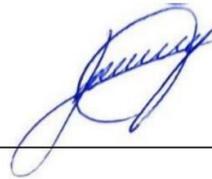
Ibarra, a los 01 día del mes de marzo del 2021

**EL AUTOR:**

Gómez Pinto Nathaly Lizbeth

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la señora Gómez Pinto Nathaly Lizbeth, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jimmy Núñez', is positioned above a horizontal line.

Ing. Jimmy Núñez, MSc.

DIRECTOR DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA UTN

**Fecha:** 01 de marzo del 2021.

Nathaly Lizbeth Gómez Pinto: OBTENCIÓN DE CERVEZA UTILIZANDO DOS TIPOS DE MIEL DE ABEJA EN LA FERMENTACIÓN DE LA MALTA/Trabajo de titulación. Ingeniero Agroindustrial.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra al 01 de marzo del 2021 X...páginas.

**DIRECTOR:** MSc. Jimmy Núñez Pérez

El objetivo principal de la presente investigación fue:

Obtener cerveza artesanal utilizando dos tipos de miel de abeja en la fermentación de la malta.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

Caracterizar los componentes fisicoquímicos de la miel de abeja.

Evaluar los parámetros de fermentación en la producción de cerveza artesanal: pH, densidad, grado alcohólico y °Brix.

Analizar costos de producción.

MSc. Jimmy Núñez Pérez

**DIRECTOR TRABAJO DE GRADO**

Gómez Pinto Nathaly Lizbeth

## **DEDICATORIA**

A Dios, quien siempre me guio para mostrarme que todo es posible con fe y dedicación.

A mis padres, por ser los promotores de mis sueños, quienes siempre creyeron en mí y a mi hermana por darme las fuerzas de seguir adelante y culminar con mis sueños.

A mi esposo y a mi hijo, que ellos han sido mis fuerzas de seguir adelante y no caer con mi sueño, apoyándome incondicionalmente.

A mis maestros que me formaron como profesional para ser una persona crítica y responsable en todos los pasos que doy.

A mis amigas y amigos por dejarme las mejores experiencias en toda la etapa universitaria permitiéndome aprender valores con los demás.

**Nathaly**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por bendecirme la vida, por permitirme tener una familia increíble y por ser siempre la luz en mi camino dándome la fortaleza para seguir adelante.

A mis padres, Judith y Remigio por la comprensión y el apoyo que me brindaron, gracias a ellos soy una persona noble por el ejemplo que me han dado y a toda mi familia que siempre tuve un apoyo incondicional.

A mi esposo, por permitirme cumplir con mi sueño y estar siempre apoyándome en todo momento.

A mis maestros de la Universidad Técnica del Norte, en donde obtuve mis conocimientos que me permitirán desenvolverme en mi vida profesional. Al Ing. Jimmy Núñez por guiarme y regalarme su tiempo y paciencia en este trabajo de titulación. De igual manera a mis opositores Ing. Rosario Espín y al Ing. Marco Lara por regalarme su tiempo y guiarme en todo el desarrollo de esta investigación.

**Nathaly**

# ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
ÍNDICE DE TABLAS .....	i
ÍNDICE DE FIGURAS .....	iii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	v
RESUMEN .....	6
ABSTRACT .....	7
I Capítulo I INTRODUCCIÓN.....	8
1.1 Problema .....	8
1.2 Justificación .....	9
Objetivos .....	9
1.2.1 Objetivo general .....	9
1.2.2 Objetivos específicos .....	9
1.3 Hipótesis de trabajo.....	10
1.3.1 Hipótesis nula .....	10
1.3.2 Hipótesis alternativa .....	10
II Capítulo II MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 Miel de Abeja.....	11
2.1.1 Tipos de miel de abeja .....	12
2.1.2 Composición y propiedades de la miel de abeja.....	13
2.2 Beneficios y Propiedades de la Miel.....	14
2.3 Polen .....	15
2.4 La Cerveza .....	16
2.4.1 La cerveza en el Ecuador.....	16

2.5	Composición, Aspecto y Características Fisicoquímicas de la Cerveza.....	17
2.5.1	Composición de la cerveza.....	17
2.5.2	Aspecto de la cerveza.....	21
2.6	Tipo de Cerveza.....	24
2.6.1	Según el tipo de fermentación.....	24
2.6.2	Según el estilo.....	25
2.6.3	Cerveza artesanal.....	25
2.7	Parámetros de elaboración de cerveza artesanal.....	25
2.7.1	Importancia de la temperatura.....	25
2.7.2	Importancia del pH.....	26
2.7.3	Biorreactor.....	26
2.8	Beneficios Nutricionales de la Cerveza Artesanal.....	27
2.9	Mercado de las Cervezas.....	28
III	Capítulo III MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1	Caracterización del área de estudio.....	30
3.2	Materiales y Equipos.....	30
3.3	Descripción de la Metodología.....	32
3.3.1	Caracterización de las componentes fisicoquímicas de la miel de abeja.....	32
3.3.2	Evaluación de los parámetros de fermentación en la producción de cerveza artesanal.....	32
3.4	Manejo específico del experimento.....	34
3.4.1	Descripción del proceso.....	35
3.4.2	Análisis de costos de producción.....	41
IV	Capítulo IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
4.1	Caracterización Fisicoquímica de la Miel de Abeja.....	44
4.1.1	Humedad.....	44

4.1.2	Acidez.....	45
4.1.3	Azúcares (°Brix).....	45
4.1.4	pH.....	45
4.1.5	Conductividad Eléctrica .....	46
4.2	Evaluación de los parámetros de fermentación en la producción de cerveza artesanal.....	46
4.2.1	Análisis de pH. ....	46
4.2.2	Evaluación de °Brix.....	48
4.2.3	Análisis de Densidad. ....	51
4.2.4	Análisis de Grado alcohólico.....	54
4.3	Análisis de aceptabilidad del producto final. ....	55
4.3.1	Olor.....	55
4.3.2	Análisis de color .....	56
4.3.3	Análisis de Sabor .....	57
4.3.4	Análisis de turbidez .....	58
4.4	Análisis del costo de producción del proceso de obtención de cerveza artesanal con dos tipos de miel .....	60
V	CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	63
5.1	Conclusiones.....	63
5.2	Recomendaciones. ....	64
VI	Bibliografía.....	65
VII	ANEXOS .....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Composición de la miel de abeja.....	11
<b>Tabla 2.</b> Composición del Polen.....	15
<b>Tabla 3.</b> Componentes de la Cebada.....	18
<b>Tabla 4.</b> Diferencias en la composición de agua dura y blanda.....	21
<b>Tabla 5.</b> Requisitos fisicoquímicos que debe tener la cerveza artesanal .....	24
<b>Tabla 6.</b> Importancia de la temperatura en fermentación .....	26
<b>Tabla 7.</b> Composición nutricional de la cerveza artesanal. ....	27
<b>Tabla 8.</b> Condiciones Geográficas del Área de experimentación.....	30
<b>Tabla 9.</b> Materiales y Equipos utilizados.....	30
<b>Tabla 10.</b> Materia prima y especificaciones. ....	31
<b>Tabla 11.</b> Variables y métodos utilizados en la caracterización Fisicoquímicas de la miel de abeja.....	32
<b>Tabla 12.</b> Tratamientos para la elaboración de cerveza artesanal. ....	33
<b>Tabla 13.</b> Variables medidas en cada tratamiento durante el proceso de fermentación. ....	33
<b>Tabla 14.</b> Modelo de ADEVA.....	34
<b>Tabla 15.</b> Escala de aceptabilidad usado para catación. ....	41
<b>Tabla 16.</b> Características fisicoquímicas de los dos tipos de mieles analizadas.....	44
<b>Tabla 17.</b> Análisis de varianza del pH en la fermentación de la malta.....	47
<b>Tabla 18.</b> Análisis de varianza de °Bx en la fermentación de la malta. ....	48
<b>Tabla 19.</b> Prueba Tukey al 5% para el °Bx en la interacción BxC.....	50
<b>Tabla 20.</b> Prueba Tukey al 5% para el °Bx en la interacción Ax <sup>2</sup> BxC.....	50
<b>Tabla 21.</b> Análisis de varianza de densidad en la fermentación de la malta. ....	52
<b>Tabla 22.</b> Prueba Tukey al 5% para la densidad en la interacción Ax <sup>2</sup> C.....	53
<b>Tabla 23.</b> Análisis de varianza de Grado alcohólico en la fermentación de la malta.....	55

<b>Tabla 24.</b> Sistema financiero del proceso de fabricación de cerveza .....	61
<b>Tabla 25.</b> Determinación del costo unitario.....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Tipos de Miel de Abeja.....	12
<b>Figura 2.</b> Producción de cebada en la Región Sierra.....	19
<b>Figura 3.</b> Escala de color de la cerveza según SRM (Suárez, 2013).....	22
<b>Figura 4.</b> Vivacidad de cerveza .....	22
<b>Figura 5.</b> Biorreactores (Contreras R. , 2015) A) Biorreactor artesanal y B) Biorreactor industrial.....	26
<b>Figura 6.</b> Marcas de cerveza en Ecuador.....	28
<b>Figura 7.</b> Composición del PIB manufacturero con información del Banco Central del Ecuador.....	29
<b>Figura 8.</b> Adaptado de Carvajal & Insuasti (2016). .....	35
<b>Figura 9.</b> Limpieza A) Cebada y B) Malta tostada.....	36
<b>Figura 10.</b> Molienda A) Malta tostada y B) Cebada. ....	36
<b>Figura 11.</b> Maceración a 65 °C.....	37
<b>Figura 12.</b> Proceso de lavado del mosto A) Lavado del grano y B) Medición de la densidad. ....	37
<b>Figura 13.</b> Filtración del mosto. ....	37
<b>Figura 14.</b> Mosto y lúpulos en el proceso de cocción. ....	38
<b>Figura 15.</b> A) Miel de abeja y polen y B) Transvasado para iniciar la fermentación. ....	38
<b>Figura 16.</b> Proceso de fermentación a temperatura controlada. ....	39
<b>Figura 17.</b> Proceso de refrigeración a 4 °C. ....	39
<b>Figura 18.</b> Filtración. ....	40
<b>Figura 19.</b> Etapa final: A) Envasado y etiquetado y B) Refrigeración.....	40
<b>Figura 20.</b> Estructura del sistema de costos.....	41
<b>Figura 21.</b> A) Diagrama de proceso para realizar el análisis de costos y B) Organigrama modificado de (Santacruz, 2016).....	42
<b>Figura 22.</b> Prueba Tukey al 5% para el pH en la interacción Ax C .....	48

<b>Figura 23.</b> Prueba Tukey al 5% para el °Brix en la interacción AxC.....	49
<b>Figura 24.</b> Prueba Tukey al 5% para la densidad en la interacción AxB .....	52
<b>Figura 25.</b> Prueba Tukey al 5% para la densidad en la interacción BxC .....	54
<b>Figura 26.</b> Aceptabilidad sensorial de Olor del producto final. ....	56
<b>Figura 27.</b> Análisis sensorial de color del producto final. ....	57
<b>Figura 28.</b> Análisis sensorial de sabor del producto final. ....	58
<b>Figura 29.</b> Análisis sensorial de turbidez del producto final .....	59
<b>Figura 30.</b> Análisis sensorial del producto final. ....	60
<b>Figura 31.</b> Análisis de costos en la fabricación de cerveza artesanal .....	62

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Flujograma de proceso que alimenta el sistema de costos. ....	79
<b>Anexo 2.</b> Balance de flujo másico del proceso de elaboración de cerveza artesanal.....	80
<b>Anexo 3.</b> Escala SRM para identificación de color para cerveza artesanal. ....	80

## RESUMEN

La miel de abeja es un producto de la industria apícola. Este producto ofrece importantes características nutricionales y por su contenido de azúcares puede ser una interesante fuente de carbono para los procesos de fermentación con características funcionales y nutraceúticas. El objetivo en este estudio fue obtener cerveza artesanal utilizando dos tipos de miel de abeja en la fermentación de la malta. Se realizó análisis fisicoquímico de los tipos de miel de abeja (monofloral y multifloral). Para el análisis en el proceso de fermentación de la cerveza artesanal se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con arreglo factorial  $A \times B \times C$ , utilizando el estadístico libre R-studio Server v1.3.10.56, los factores evaluados fueron: A: porcentaje de malta tostada (5% - 15%), B: temperatura de fermentación (16 – 24 °C) y C: tipo de miel de abeja monofloral y multifloral (15 g/L), obteniendo 8 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, para un total 24 unidades experimentales de 5 L de fermentación, las variables de respuestas fueron pH, °Brix, densidad y grado alcohólico. Los datos obtenidos cumplieron con el requisito de homogeneidad y normalidad por las pruebas de Shapiro-Wilk ( $n=0.77$ ) y test de Levene ( $p=0.11$ ) para un p-value  $<0.05$ . En el análisis sensorial se evaluaron turbidez, color, olor y sabor los resultados se analizaron mediante la prueba de Friedman, finalmente se realizó el análisis de costo del proceso Obteniendo que los parámetros de fermentación para tener una cerveza artesanal con base de miel aceptable son 5% (m/v) de malta tostada, miel multifloral a temperatura de fermentación de 24 °C, coincidiendo también con la combinación de mayor aceptación desde el punto de vista organoléptico con un costo de producción de \$ 1.52 (600 ml) Pudiendo concluir que la cerveza artesanal elaborada con miel multifloral presentó características fisicoquímicas, sensoriales y costos competitivos para el mercado de cervezas artesanales.

## ABSTRACT

Honey is a product of the beekeeping industry. This product offers important nutritional characteristics and due to its sugar content, it can be an interesting source of carbon for fermentation processes with functional and nutraceutical characteristics. The objective in this study was to obtain craft beer using two types of honey in the fermentation of the malt. Physicochemical analysis of the types of honey was carried out (monofloral and multifloral). For the analysis in the craft beer fermentation process, a Completely Random Design (DCA) was used, with AxBxC factorial arrangement, using the free statistic R-studio Server v1.3.10.56, the evaluated factors were: A: percentage of roasted malt (5% - 15%), B: fermentation temperature (16 - 24 °C) and type of monofloral and multifloral honey (15 g/L), obtaining 8 treatments with 3 repetitions each, for a total of 24 experimental units of 5 L of fermentation, the response variables were pH, ° Brix, density and alcoholic degree. The data obtained met the requirement of homogeneity and normality by the Shapiro-Wilk tests ( $n=0.77$ ) and Levene's test ( $p=0.11$ ) for a p-value  $<0.05$ . In the sensory analysis, turbidity, color, odor and taste were evaluated, the results were analyzed using the Friedman test, finally the cost analysis of the process was carried out. Obtaining that the fermentation parameters to have an acceptable honey-based craft beer are 5% (m/v) of roasted malt, multifloral honey at a fermentation temperature of 24 °C, also coinciding with the combination of greater acceptance from the point from an organoleptic point of view with a production cost of \$1.52 (600 ml) Being able to conclude that the craft beer made with multifloral honey presented physicochemical, sensory characteristics and competitive costs for the craft beer market.

# Capítulo I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Problema

En Ecuador la apicultura no se ha dado a conocer como en otras partes del mundo, esta actividad se considera como una subactividad del campesino, sumado al escaso apoyo del estado en promover tan valiosa labor, provocando vacíos en los controles de procesos y comercialización de la miel de abeja, dando como resultado en muchos casos el abandono de esta actividad por parte de los apicultores en los últimos años.

Existe desaprovechamiento de las propiedades benéficas de la miel de abeja, debido al desconocimiento y la deficiente difusión de sus características funcionales y nutraceuticas; ha ocasionado una baja demanda del producto y más aún de alimentos que contengan miel de abeja. Otro inconveniente existente, es el encarecimiento de los análisis de laboratorio que se debe realizar al producto para determinar sus características composicionales.

Por otro lado, la elaboración de cerveza artesanal afronta problemas de innovación dentro de su compleja estructura del mercado, debido a que existe desconocimiento metodológico y de información acerca de los procesos para lograr productos de calidad. En la actualidad enfrenta nuevos retos, ya que para su elaboración no existe parámetros estandarizados de proceso y de producto final, otro de los problemas de innovación es la incorporación de materias primas que no encarezcan el producto y aporten mejores cualidades tanto de aspecto y sensoriales como es la miel de abeja en el desarrollo de productos fermentados, dando a conocer al consumidor las alternativas de nuevas tendencias de productos.

## **1.2 Justificación**

En Ecuador la agroindustria afronta grandes cambios con respecto a innovar productos a partir de materias primas nuevas en distintos procesos de manufactura, sin embargo, lo que no se ha considerado es que dichas materias en la mayoría de los casos desempeñan la misma función que las convencionales, pero con algunas diferencias (mayor aceptabilidad y propiedades benéficas), dando a conocer que, a través del conocimiento técnico y mejora de procesos, se podría incrementar las oportunidades en el desarrollo de productos.

El propósito de la presente investigación es aportar a la innovación de cervezas artesanales, lo cual podría contribuir a la incorporación de un nuevo producto a las bebidas fermentadas, obteniendo un sabor único, especialmente para los paladares más exigentes, incorporando y sustituyendo materias primas que se utiliza en su elaboración.

La información generada servirá como aporte a la industria de productos fermentados, especialmente en la producción de cervezas artesanales y apícola lo cual generará un equilibrio entre productos de alto consumo con productos actualmente subvalorados con importante valor nutricional como es la miel de abeja, teniendo un impacto social (con nuevas fuentes de trabajo, emprendimientos, aumento en las ventas, etc.), considerando que el consumidor ecuatoriano cada vez es más exigente.

## **Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

- Obtener cerveza artesanal utilizando dos tipos de miel de abeja en la fermentación de la malta.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar los componentes fisicoquímicos de la miel de abeja.
- Evaluar los parámetros de fermentación en la producción de cerveza artesanal: pH, densidad, grado alcohólico y °Brix.
- Analizar costos de producción.

### **1.3 Hipótesis de trabajo**

#### **1.3.1 Hipótesis nula**

**H<sub>0</sub>** =. Los diferentes tipos de miel no influyen en la fermentación de la malta.

#### **1.3.2 Hipótesis alternativa**

**H<sub>a</sub>** =. Los diferentes tipos de miel influyen en la fermentación de la malta.

## Capítulo II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Miel de Abeja

La miel es una sustancia natural, que es producida por la abeja (*Apis mellifera*) de ahí su nombre, su producción depende del tipo de especies, según los néctares de flores o de otras secreciones extra florales que las abejas liban, transportan, transforman, combinan con sustancias que se deshidratan, concentran y almacenan en panales (Ulloa , 2010).

En todo el mundo la miel se utiliza como saborizante de bebidas, alimentos o medicamento con un poder mayor que el de la caña de azúcar. Existe 320 variedades de miel que depende mucho de las fuentes de flores y plantas, que esta a su vez se diferencia ya sea en su olor, color y sabor. Debido a su densidad producto de la composición de carbohidratos y azúcares reductores a temperaturas por debajo de 14 °C aumenta el proceso de solidificación (Téllez, 2019).

Según Pita (2019) el mayor componente de la miel son los carbohidratos seguido por azúcares y agua, en la Tabla 1 se muestra la composición de la miel de abeja.

**Tabla 1.** Composición de la miel de abeja

NUTRIENTES	CANTIDAD/100 GRAMOS
Agua	17.10 g
Carbohidratos	82.40 g
Fructosa	38.50 g
Glucosa	31.00 g
Maltosa	7.20 g
Sacarosa	1.50 g
Proteínas, aminoácidos, vitaminas y minerales.	0.50 g
Grasas	0.00 g
Colesterol	0.00g
Energía	304 kcal
Riboflavina	0.06 mg
Niacina	0.36 mg
Ácido pantoténico	0.11 mg
Piridoxina (B6)	0.32 mg
Ácido ascórbico	2.2-2.4 mg
Calcio	4.40-9.20 mg
Cobre	0.003-0.10 mg
Fierro	0.06-1.50 mg
Magnesio	1.20-3.50 mg
Manganeso	0.02-0.40 mg
Fósforo	1.90-6.30 mg

Potasio	13.20-16.80 mg
Sodio	0.0-7.6 mg
Zinc	0.03-0.40 mg

Fuente: (Gonzales P. , 2017)

### 2.1.1 Tipos de miel de abeja

Se menciona que la miel de abeja tiene un color amarillo, pero depende mucho del tipo de flor en donde la abeja extrajo el néctar. Los siguientes tipos de miel son:

- **Monofloral:** Las abejas toman el néctar del mismo tipo de flor (tomillo, naranjo, tilo)
- **De bosque:** Las abejas absorben las secreciones dulces de insectos chupadores de sabia (cochinillas o pulgones)
- **Multifloral:** Las abejas toman el néctar de flores de diferentes especies (montaña, desierto o de la sierra)
- **Mielato:** Es procedente de pinos con su particular sabor.

Según Carbó (2019) tanto las mieles de multiflora como de monoflorales, presentan en general un olor y sabor característico de este. Sin embargo, las mieles monoflorales tiene características organolépticas muy valoradas por el consumidor, que se relacionan directamente por su procedencia botánica predominante.



**Figura 1.** Tipos de Miel de Abeja.

A) Miel monofloral y B) Miel multifloral.

El porcentaje de humedad debe encontrarse por debajo de 18% para evitar el crecimiento microbiano, también hay que tener en claro que el contenido en minerales (calcio, cobre,

hierro, magnesio, manganeso, zinc, fósforo y potasio) que se encuentra en pequeñas cantidades pueden ser dañinas, encontrándose así la mitad de los aminoácidos, ácidos orgánicos, vitaminas y antioxidantes (Nava , 2019).

### **2.1.2 Composición y propiedades de la miel de abeja**

La miel de abeja es un producto variable y cuyas propiedades físicas y químicas que debe cumplir ciertos parámetros para garantizar y asegurar la calidad a los consumidores. Depende mucho la fuente del néctar, las prácticas de apicultura, el clima y las condiciones ambientales. Tenemos las siguientes propiedades:

**Carbohidratos:** Principal componente de la miel, los principales azúcares son los monosacáridos fructosa y glucosa, representando el 85% de sus sólidos, ya que la miel es esencialmente una solución altamente concentrada de azúcares en agua (Yépez, 2019).

**Agua:** El contenido de humedad es una de las características importantes de la miel que está en función de ciertos factores como los ambientales y el contenido de humedad del néctar. La miel madura tiene un contenido de humedad por debajo de 18.5% y cuando se excede de este nivel es susceptible a fermentar. El contenido de agua en la miel influye en su viscosidad, peso específico y color (Ruiz B. , 2015).

**Enzimas:** Son añadidas principalmente por las abejas y algunas proceden de las plantas con el fin de lograr el proceso de maduración de néctar a miel. La enzima más importante de la miel es la  $\alpha$ -glucosidasa ya que es la responsable de muchos cambios que ocurre durante la miel (Ulloa , 2010).

**Proteínas y aminoácidos:** La miel contiene 0.5% de proteínas como enzimas y aminoácidos. Los niveles de aminoácidos y proteínas en la miel son el reflejo de contenido de nitrógeno que no supera el 0.04%, y el 40-80% del nitrógeno total de la miel es proteína. (Maradiaga, 2016).

**Los ácidos y el pH:** La dulzura de la miel representa el sabor de los ácidos orgánicos presentes en la miel con el 0.5% de los sólidos. Los ácidos orgánicos con un pH bajo (3.5 a 5.5). El ácido orgánico que predomina el ácido glucónico que es originario de la glucosa a través de la acción de la enzima glucosa oxidasa añadida de las abejas. El efecto que tiene acidez con el peróxido de hidrógeno ayuda en la conservación del néctar y de la miel (Ulloa , 2010).

**Vitaminas y minerales:** El contenido mineral de la miel es 0.02 a 1.0% siendo el potasio cerca de la tercera parte de dicho contenido excediendo 10 veces a la del sodio, calcio y magnesio. Los minerales que abundan la miel son el hierro, manganeso, cobre, fósforo, azufre y silicio. (Maradiaga, 2016).

**Componentes del aroma, color y sabor:** Depende mucho del origen botánico de la miel, en donde los azúcares son los principales componentes del sabor. La miel con alto contenido de fructosa es más dulce que una miel con una alta concentración de glucosa. El color de la miel varía desde extra-clara, pasando por tonos ámbar y llegando a ser casi negra; algunas veces con luminosidad amarilla típica, verdosa o de tono rojizo. Depende mucho del contenido de minerales, polen y compuesto fenólicos (Maradiaga, 2016).

**Conductividad eléctrica:** Está relacionado con la concentración de sales minerales, ácidos orgánicos y proteínas. El rango de conductividad eléctrica en la miel es de 0.60 y 2.17 mS/cm (milisiemens/centímetro), esto varía según el origen y en función de la calidad, ya que es de mucha importancia para los apicultores o envasadores, los cuales requieren de este conocimiento en relación a la calidad para saber si cumplen con estos parámetros, dando a conocer que para mieles monoflorales pueden medir valores menores a 0.8 mS/cm y para las mieles multiflorales valores mayores que 0.8 mS/cm (Ulloa , 2010).

**Densidad:** La densidad es igual a la masa por unidad de volumen, varía dependiendo de la humedad de 1.402 g/ml a 1.413 g/ml a 20 °C. Una miel recolectada demasiado pronto, extraída de un local húmedo o abandonado durante largo tiempo madurando, contiene demasiada agua. (Maradiaga, 2016).

## **2.2 Beneficios y Propiedades de la Miel**

Considerando lo expuesto por Alegría & Oporta (2019) es muy importante conocer que la miel de abeja se debe consumir, debido al alto contenido nutricional que posee, es por ende que investigaciones han demostrado que es uno de los alimentos que se debe tener en una dieta, pero debe de ser controlada y no consumir en abundancia. Los principales beneficios y propiedades que tiene la miel de abeja son:

- Regula el azúcar en la sangre.
- Reduce el estrés metabólico.
- Ayuda al hígado a estar sano.
- Promueve la recuperación del sueño.

- Para el estreñimiento.
- Mejora la función cerebral.
- Ayuda al acné y otros problemas cutáneos.
- Minimiza las alergias.
- Heridas, quemaduras y úlceras.
- Regula el proceso hormonal.
- Estimulante en el sistema inmunológico.

## 2.3 Polen

El polen es virtualmente la única fuente de proteínas, sustancias, grasas, minerales y vitaminas que son de gran importancia tanto para la producción de alimento larval y para el desarrollo de abejas que han emergido recientemente, una colonia en buen estado sanitario colecta alrededor de 35 kilogramos de polen durante un año. El polen es un alimento natural rico en proteínas, y 20 aminoácidos esenciales incluidos los que no se pueden sintetizar y que se deben aportar para una dieta (Cruz, 2020).

Según Díaz (2019) la composición del polen varía de color de acuerdo de donde es extraída, sus características son de gran importancia para la alimentación humana ya que tienen de 20 a 22 aminoácidos, como también está compuesta por:

**Tabla 2.** Composición del Polen

COMPOSICIÓN DEL POLEN	VALORES (%)
Proteínas	7.0 – 37.0
Azúcares	7.0 – 37.0
Humedad	7.0 – 10.0
Extracto etéreo	5.0
Cenizas	3.0

Fuente: (Díaz A. , 2019)

Según Mannino (2014) el polen tiene alto valor nutricional, producto rico en azúcares, proteínas, lípidos, vitaminas, compuestos antioxidantes y carbohidratos, es considerado también un alimento funcional con altos niveles de compuestos bioactivos como: fibra dietaría, carotenoides, vitaminas y ácidos grasos poliinsaturados.

Las vitaminas en el polen presentan valores entre 14-560,3  $\mu\text{g/g}$  para vitamina C, 13.5 – 43.5  $\mu\text{g/g}$  para vitamina E, 0.55–2.10  $\mu\text{g/g}$  para pro-vitamina A y 3,77-198,9  $\mu\text{g/g}$  para b-caroteno, también la vitamina E es liposoluble y actúa como un antioxidante en los tejidos

para proteger a los lípidos insaturados en la membrana biológica frente al daño oxidativo (Salazar , 2012).

- Humedad: Valores según el método analítico con un promedio por estufa de vacío (50mmHg a 65 °C) resultando el 5.7% y por estufa a 90 °C de 10.5%.
- Se puede determinar el 37.25 mg/g de alfa-aminoácidos libres con una relación de prolina y el ácido glutámico, que indica si un polen es viejo o ha estado correctamente manipulado.
- Azúcares representan un total de 52.56% repartidos: 80.16% de glucosa+fructosa, 9.87% de sacarosa, 7.63% de disacáridos y 2.34% de trisacáridos.
- Contenido de proteína varía de 12.6% a 18.02%.
- Cantidad de grasa 4.65%
- La fibra bruta está formada principalmente por esporopolenina y lignina con el 0.4% del total y sales minerales el 1.85% como son: el K, P, Na y Mg (Díaz C. , 2012).

## **2.4 La Cerveza**

Es una bebida resultante de la fermentación alcohólica, preparada a base de azúcares obtenidos de cereales y otros granos, especialmente es elaborado a partir de malta y trigo, que a su vez también se le adiciona lúpulo en su preparación para personalizar el sabor y la fermentación es producida por la presencia de levadura del género *Saccharomyces* (The Beer Times, 2021).

Según Téran (2015) expresa que dentro de la industria cervecera se fabrican millones de litros de cerveza al día, las cuales en sus etapas se caracterizan por ser automatizadas (en su mayoría) y otras manuales, pero el sabor y aroma característico se presenta de acuerdo con la preparación y materias primas que se utilice, así mismo este componente depende de las condiciones y calidad que presente el proceso de elaboración.

### **2.4.1 La cerveza en el Ecuador**

En Ecuador la producción de cerveza empezó desde el siglo XVI en Quito, en donde algunos la consideran como una costumbre. La cerveza tiene una gran importancia en el mercado nacional e internacional, que lidera como uno de los productos con alto consumo en América Latina y el mundo, esto ubica a Ecuador en el noveno puesto en cuanto al consumo per cápita (Loviso & Libkind, 2019).

De acuerdo al estudio realizado por Terán, (2020) muestra que el país dentro del periodo 2013-2018 la importación de productos de consumo especial (cerveza) oscilo entre el 17.9%, cabe mencionar que las cervezas que más se comercializan en el mundo y en Ecuador es de origen mexicano, tomando en cuenta lo antes mencionado se registró de acuerdo al SRI (Servicio de Rentas Internas).

El mercado de cervezas a nivel internacional tiene gran auge en sus ventas, más que todo las que pertenecen a las marcas Premium, las más populares en el sector cervecero en donde han tenido un gran aumento en comparación a las exportaciones de cervezas nacionales (Vasquez, 2014).

## **2.5 Composición, Aspecto y Características Fisicoquímicas de la Cerveza.**

Una buena cerveza con un sabor único depende mucho de la composición y materias primas, para poder obtener una cerveza con un aspecto agradable para el consumidor, al respecto (Espinosa, 2018) argumenta que es de conocimiento que para obtener cerveza de buena calidad el ingrediente clave es la cebada. Sin embargo, se refiere al producto elaborado a partir de malta de cebada, con o sin la adición de otros cereales no malteados, que se les conoce también como adjuntos, es por ende que depende de la composición, el aspecto y las características que presente dicha bebida, para así poder satisfacer a todo tipo de paladares.

### **2.5.1 Composición de la cerveza**

Los principales ingredientes que se emplean en la elaboración de una cerveza son indistintos dependiendo el tipo, las características y técnica para obtener un buen producto, como lo son la:

- Cebada
- Malta
- El lúpulo
- Levadura
- El agua

Se debe considerar que las mismas que juntamente con la técnica o procedimiento aplicado (diferente germinación, diferentes técnicas de maduración, tiempos de fermentación, etc.) harán de una cerveza única y de sabor distintivos, que resultara agradable para todo tipo de paladares y gusto.

### II.5.1.1 Cebada.

Una buena cebada cervecera, de acuerdo con el criterio de Marquéz (2007) debe tener la mejor energía germinativa posible, debido al proceso de malteado, el investigador considera que es crucial identificar un producto de calidad, ya que de eso depende la rapidez con la que inicia la germinación, su tiempo productivo y su calidad final (en el producto), de este último se debe tener en cuenta que no debe ser menos del 8.5% de proteína, aunque se recomienda como mínimo un 9% para alcanzar una buena calidad final. Por su parte, la fracción que corresponde a las proteínas que se encuentran en la cebada son: Albúmina (Leucosina) 10%, Globulina (Edestina) 20%, Prolamina (Hordeína) 70% y Glutelinas con el 30%, el 40% restante de las proteínas.

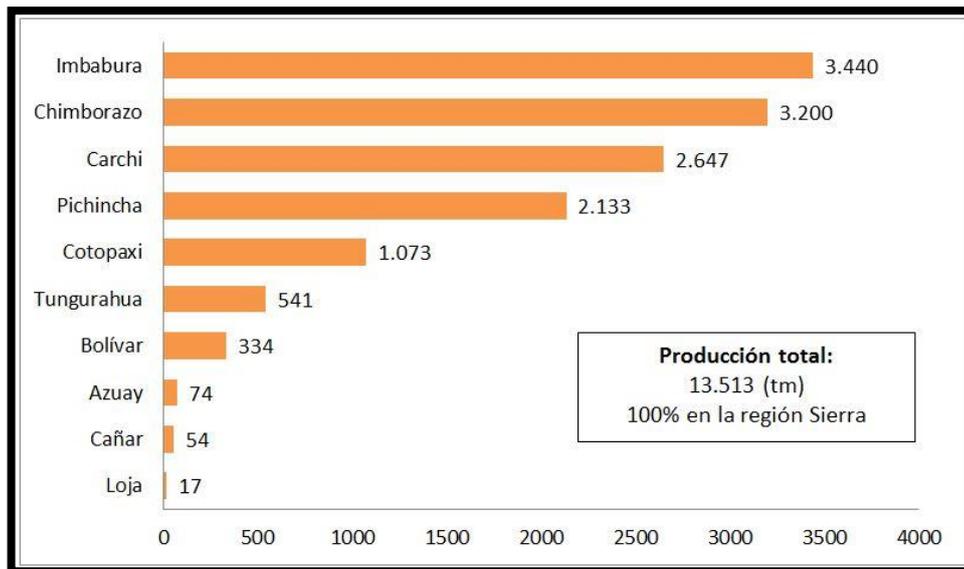
La cebada que se debe utilizar en el proceso de malteado es la de dos hileras (*Hordeum distichum*), por su relación harina/cascarilla, ya que de esta se extrae los almidones que luego son transformados en azúcares, los mismos que son los encargados de dar el cuerpo, aroma, sabor, color y alcohol a la cerveza. Por otro lado, la cáscara y el color del grano depende de la influencia por la coloración que tenga la aleurona, en la Tabla 3 se detalla los componentes de la cebada.

**Tabla 3.** Componentes de la Cebada.

COMPONENTES	PORCENTAJES (%)
Humedad	12-13
Carbohidratos	65-72
Proteínas	10-11
Grasa	2-3
Fibra	3-5
Ceniza	2-3

**Fuente:** Elaborado por autora, adaptado al modelo de Fuentes, (2014).

La producción de cebada en el Ecuador se ha incrementado en los últimos años, debido a la versátil del producto (figura 2), Por otro lado, según la FAO la cebada es el cuarto cultivo de cereales en términos de producción, con 141 millones de toneladas a nivel mundial.



**Figura 2.** Producción de cebada en la Región Sierra  
(Espinosa, 2018)

Esto permitió una sustitución de importaciones del grano para poder obtener ganancias que aporten a la producción de la región.

#### **II.5.1.2 Malta.**

Se considera malta a la germinación temprana de la cebada, es considerada uno de los ingrediente principales para la elaboración de la cerveza, y cuyo proceso de obtención ha sido controlado y detenido mediante la aplicación de secado, pero existen maltas de diferentes cereales como el trigo o maíz, normalmente se refiere a la malta (de cebada) por su contenido en enzimas necesarios para hidrolizar los hidratos de carbono complejos, que es el proceso necesario para la obtención del mosto (López Á. , 2002).

Lo que más interesa de la cebada son las partes reproductivas (semillas), por su alto contenido de almidón, los mismos que no deben tener o presentar problemas técnicos, es decir que dentro del proceso estos se conviertan en un alimento para las levaduras, que son las que transforman los azúcares en alcohol y gas por medio de la fermentación (Terán, 2015).

#### **II.5.1.3 Lúpulo.**

El lúpulo (*Humulus lupulus*), sin él sus sabores y aromas no serían los mismos. Es un ingrediente de mucha importancia y esencial que se emplea en la elaboración de cervecera por el poder de amargor que tiene, es una planta trepadora de la cual se utilizan las flores

femeninas que ofrecen el toque de amargor y parte del aroma y sabor a la misma, es originaria de zonas templadas del hemisferio norte. Tiene un gran beneficio que es ayudar a la precipitación de las proteínas del mosto y también a la clarificación de la cerveza (Navarro, 2015). De acuerdo con el investigador el lúpulo se clasifica según el contenido de ácidos alfa, como que refieren al poder amargante de un lúpulo y se mide por el porcentaje que contiene de esta sustancia, como:

- Lúpulo aromático, contiene entre 4 y 8% de ácidos alfa.
- Lúpulo amargo, contiene más del 7% de ácidos alfa

#### ***II.5.1.4 Levadura.***

Según Carvajal & Insuasti (2016) las levaduras son organismos vivos unicelulares que son los responsables de la producción de bebidas alcohólicas, pertenecen al reino de los hongos y son alimentados por los azúcares provenientes de la malta, transformándolos en alcohol y CO<sub>2</sub> durante un proceso de fermentación que se realiza en ausencia del oxígeno.

Las levaduras según las condiciones de fermentación se clasifican en:

- Levadura ale (*Saccharomyces cerevisiae*), es de alta fermentación en donde trabaja a temperaturas templadas que se encuentran entre 18 y 24 °C, caso contrario pasarían a un estado latente, son microorganismos que se encargan de la producción de bebidas alcohólicas, ya que fermentan y asimilan la glucosa, sacarosa, maltosa y galactosa
- Levadura lager (*Saccharomyces pastorianus*), fermentan a bajas temperaturas, entre los 7 y 12 °C, son capaces de fermentar cadenas largas de azúcares que las ales no son capaces de fermentar (Velasquez, 2019).

#### ***II.5.1.5 Agua.***

El agua, un ingrediente de mayor importancia para la elaboración de la cerveza, Albert (2012) dentro de su estudio determina que el 85 – 90% de esta debe ser bacteriológicamente pura, la cerveza está compuesta con un 95% de su volumen por agua, caso contrario, si no se cumple llegaría a afectar dichas reacciones como es la acción de los enzimas, extracción del lúpulo, precipitación de proteínas y taninos, así como también en el crecimiento y metabolismo de las levaduras, que se encuentran encargadas de la fermentación.

El agua que se utilice en la elaboración de la cerveza tiene que ser: potable y libre de patógenos, caso contrario los iones de minerales afectarán el proceso de elaboración dando como resultado una bebida con un sabor desagradable y de mala calidad, siendo el calcio uno de los elementos más importantes que ayuda a la floculación de la levadura, el hierro y manganeso son los que se encargan del cambio del color y sabor de una bebida, por otro lado el agua “dura” se utiliza para la elaboración de cervezas oscuras debido a la presencia de minerales, el agua normal y agua “blanda” contiene menos minerales y se utiliza para la elaboración de cervezas claras (Díaz D. , 2018).

**Tabla 4.** Diferencias en la composición de agua dura y blanda.

<b>Agua Dura</b>	<b>Agua Blanda</b>
Sales de Calcio	Mínimas cantidades de sales
Sales de Magnesio	
Carbonatos	
<b>Concentración total: 200 – 300 mg/L</b>	<b>Concentración total: 0 – 75 mg/L</b>

Fuente: (Díaz D. , 2018).

## 2.5.2 Aspecto de la cerveza

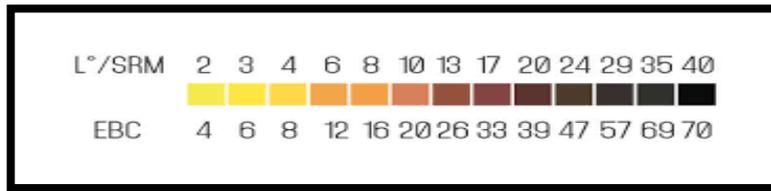
Para obtener un aspecto de una cerveza las principales características que identifican a una son: el color, turbidez y la vivacidad, lo que da como resultado un aspecto diferente de acuerdo a cada gusto para así poder satisfacer al consumidor.

### II.5.2.1 Color.

El color de la cerveza es una característica que depende de su tonalidad, que proviene de la materia prima (grano), depende de los granos de tostado de la malta y de la mezcla que se haga, quedando un color dorado pálido o marrón casi negro, pero también tiene mucha influencia el color de la malta ya que el color del mosto determina el color de la cerveza (Suárez, 2013).

Según Fernández (2019) el color de una cerveza depende del grado de secado-tostado de las maltas, para su medición existe dos tipos que son la europea EBC (European Brewery Convention) y la americana SRM (Standard Reference Method), en donde EBC son el doble de las SRM, como muestra la Figura 3 existen tres tipos de cervezas que son:

- Cervezas pálidas o rubias (4-12 EBC)
- Cervezas ámbar o tostadas (12-47 EBC)
- Cervezas oscuras o negras (>47 EBC)



**Figura 3.** Escala de color de la cerveza según SRM (Suárez, 2013).

### **II.5.2.2 Turbidez.**

La turbidez de una cerveza ocurre cuando las proteínas y levaduras se encuentran suspendidas en el seno del líquido o en algunos casos es ocasionado por las interacciones de bacterias o levaduras, y se diferencia por la opacidad característico del color. Los principales culpables de los problemas de claridad son las partículas de las células de levadura, las proteínas y los taninos (polifenoles), ya que la turbidez se forma por partículas de suspensión que reflejan la luz de la materia en suspensión, dando a conocer que la turbidez de una cerveza puede causar de forma directa problemas de claridad como también afecta su sabor cuando existe la presencia de bacterias que ocasiona sabores desagradables (García , 2018).

### **II.5.2.3 Vivacidad.**

Vivacidad se refiere a la presencia de espuma y el burbujeante de gas carbónico, pero hay que saber diferenciar que una cerveza de poca espuma y gas carbónico no es necesariamente una cerveza con defectos, ya que todo depende del tipo de cerveza que se está elaborando (Gonzales M. , 2017).



**Figura 4.** Vivacidad de cerveza (Gonzales M. , 2017).

#### ***II.5.2.4 Degustación.***

La degustación es en donde se aprecian las notas organolépticas de la cerveza mediante la vista, olfato y gusto. Es aquí donde apreciamos los diferentes sabores, colores y aspectos de acuerdo a los gustos, se da a conocer características de las apreciaciones de la cerveza artesanal (Inajora, 2019).

Para poder distinguir los siguientes aspectos visuales se debe servir la cerveza en un vaso, en donde el color de la cerveza puede ser: Blanco, amarillo, dorado, rojizo, caramelo o negro. Tomando en cuenta la presencia de levaduras que permite clasificar la cerveza como clara o turbia (Asencio, 2017).

Por otro lado, se puede distinguir varios tipos de aromas reconocidos en la cerveza como puede ser:

Aroma a malta: Cuando su aroma es a pan, lo que indica que su composición es al 100% de malta o trigo.

Aroma a caramelo o chocolate: Cuando en su formulación se ha incrementado malta tostada o negra.

Aroma a lúpulo: Predominan aromas cítricos, herbáceos y florales.

Aroma a ésteres: Predominante de aromas frutales como es el manzano y plátano (Inajora, 2019).

Asimismo, se puede distinguir sabores característicos como: el dulce y el amargo que depende mucho de la cantidad y calidad del lúpulo utilizado. Es dulce cuando la sensación de amargor está ausente y amargo cuando es predominante (Inajora, 2019).

#### ***II.5.2.5 Características fisicoquímicas de la cerveza.***

Las características fisicoquímicas que tiene que cumplir una cerveza son los siguientes que se indican en la Tabla 5, en donde se debe tomar en cuenta los requisitos que nos dice la norma para que una cerveza sea de excelente calidad con características únicas y con un sabor distinguido y diferente a las demás (Ruiz S. , 2015).

**Tabla 5.** Requisitos fisicoquímicos que debe tener la cerveza artesanal

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO
Contenido alcohólico a 20 °C.	%(v/v)	1	10	NTE INEN 2322
Acidez total	%(m/m)	-	0.3	NTE INEN 2323
pH	-	3.5	4.8	NTE INEN 2325
Densidad				NTE INEN 2262
°Brix				NMX-F-436-SCFI-2011

## 2.6 Tipo de Cerveza

Para poder conocer el tipo de cerveza es muy importante distinguir algunos aspectos como son el color, sabor, aroma mencionados anteriormente y también el tipo de fermentación, cada uno de ellos va a estar relacionado de acuerdo con los gustos que tenga el consumidor para poder satisfacerlos.

### 2.6.1 Según el tipo de fermentación

Según Barrado (2016) la cerveza según el tipo de fermentación se divide en cervezas de fermentación altas y cervezas de fermentación bajas, que cada una de ellas tiene su temperatura a fermentar y características diferentes que lo hace distintas a otras, sus características se mencionan a continuación.

#### II.6.1.1 Cervezas de fermentación alta o Ales.

Se conoce cervezas de fermentación alta o Ales a las que presentan turbidez a simple vista, pero con un olor complejo y sabores robustos, en donde se utiliza la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y este a su vez fermenta entre 15 y 25 °C durante 3 a 5 días. Se caracterizan por lo general por ser más sabrosas, complejas y aromáticas (Barrado, 2016).

#### II.6.1.2 Cervezas de fermentación baja o lagers.

Las cervezas de fermentación baja o Lager son las que visualmente tienden a ser transparentes, sin turbidez, predominan los olores por los lúpulos con un sabor refrescante. Lo importante de estas cervezas lager es que se puede almacenar durante largos periodos de tiempo.

#### II.6.1.3 Cerveza de fermentación espontánea o Lámbicas.

Estas cervezas de fermentaciones espontáneas se fermentan de manera natural, no se agregan levadura directamente, ya que actúan con bacterias de la región donde se encuentran y requieren largo tiempo de fermentación. (Mendoza A. , 2017).

## **2.6.2 Según el estilo**

El estilo de las cervezas se puede determinar por muchas características como: origen, densidad, color, alcohol, amargor, aroma o sabor, que al momento de combinarlas forman una unidad cervecera identificable, también el estilo depende de sus materias primas del lugar de origen, tecnología y el gusto de sus habitantes (Chavez, 2019). Como puede ser estilos como: Blonde, Pale Ale, IPA, Porter, Stout, Berlner Welsse, Salson, Lambic y Sour Ale.

## **2.6.3 Cerveza artesanal**

La cerveza artesanal es un tipo de bebida nutritiva, excitante, fortificante que a su vez ayuda para la tonificación y para refrescarse, en donde aporta con vitaminas B y D, minerales y alcohol, que es bueno para las arterias y el corazón, pero a su vez carece de grasa. El proceso de elaboración es manual desde el momento que se realiza el molido de las maltas hasta el embotellamiento, aportan poca energía (40 kcal/100 ml en las rubias y 50 kcal/100 ml en las oscuras), dando a conocer a la sociedad que consume cerveza que pueden llegar a cubrir en cierto grado de necesidades nutritivas de algunos minerales y fibra soluble (Castillo , 2019).

Se conoce como cerveza artesanal al que en su proceso carece de pasteurización y filtración, además en su elaboración no se adiciona ningún tipo de aditivos ni conservantes en el cuál este evitaría la alteración de su sabor (Nolivos , 2015).

## **2.7 Parámetros de elaboración de cerveza artesanal.**

Los procesos de elaboración de cerveza artesanal se caracterizan por un estricto control desde la selección de las materias primas, hasta los parámetros que se controlan y se miden durante el proceso de fermentación entre los más relevantes tenemos temperatura y pH.

### **2.7.1 Importancia de la temperatura**

La temperatura en la elaboración de las cervezas es muy importante ya que juega un rol muy crítico ya que generalmente su fermentación es a mayor temperatura, por lo que se obtiene la gravedad específica, es decir (comparación de la densidad de una sustancia con la densidad del agua), la temperatura de una cerveza depende mucho la consistencia del sabor en el producto final (Donald, 2019).

**Tabla 6.** Importancia de la temperatura en fermentación

<b>Temperaturas altas (18-23 °C)</b>	<b>Temperaturas bajas (6-13 °C)</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aumenta la capacidad metabólica de los microorganismos involucrados.</li><li>• Aumenta la velocidad de consumo de fuentes de carbono y nitrógeno.</li><li>• Reduce los tiempos de fermentación.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La actividad de las levaduras es lenta.</li><li>• Limita el crecimiento de las levaduras.</li><li>• El tiempo de fermentación aumenta.</li><li>• Parada de la fermentación.</li><li>• Mayor producción de alcohol.</li></ul>

Fuente: (Quinteros & Bruschini, 2020)

### 2.7.2 Importancia del pH

El pH en la elaboración de la cerveza es de gran importancia ya que juega un rol activo en la parte del proceso, ya que su medición indica que tan ácida o básica está la sustancia, se debe medir el pH en todas las etapas (agua de macerado, el mosto, la levadura, la fermentación hasta el producto terminado) (Guzmán, 2020)

### 2.7.3 Biorreactor

Como se muestra en la Figura 5, a los biorreactores se les conoce como un recipiente un sistema que mantiene un ambiente biológicamente activo, que se lleva a cabo el proceso químico en donde involucran organismos y sustancias bioquímicamente activas, dándoles a conocer que en el interior se compone por microorganismos y sustratos que serán transformados por un proceso biocelular es decir una transformación de los sustratos en metabolitos y biomasa. (Moreno, 2016).



**Figura 5.** Biorreactores (Contreras R. , 2015)  
A) Biorreactor artesanal y B) Biorreactor industrial.

Los tipos de fermentadores más utilizados en la elaboración de cerveza dependen del tipo de funcionamiento que va a tener ya sea continuo o discontinuo y de la clase de cultivo ya sea aerobio o anaerobio. En el funcionamiento continuo se emplea cuando la reacción es heterogénea (se produce de dos o más fases), en cambio el funcionamiento discontinuo empleada para una sola fase y para reacciones homogéneas (Jimenez, 2018).

**Biorreactor por agitación:** Son tanques de acero inoxidable, tienen un motor para la agitación de producto de fermentación.

**Biorreactor con agitación por burbujeo:** La agitación depende del aire que se le suministra por la parte inferior del tanque.

**Biorreactor de disco rotatorio:** Presentan un cilindro y un recipiente regular que tenga el medio de cultivo, usado principalmente para tratamientos de aguas residuales (Moreno, 2016).

## 2.8 Beneficios Nutricionales de la Cerveza Artesanal

La cerveza artesanal mediante investigaciones se dice están adicionadas de proteínas debido a las materias primas especialmente la cebada y lúpulo, en donde sus beneficios son de vital importancia para las personas que practican deportes y así pueden suplementar su dieta, también ayuda a las personas que buscan aumentar su ingesta proteica como parte de una vida y alimentación sana. Se denomina un producto alimenticio más completo desde el punto nutricional, pero pueden variar según el tipo y método de preparación (Jacobo, 2019).

Estudios han demostrado que cuando se consume con moderación es favorable en la prevención del cáncer gracias al xanthohumol que contiene el lúpulo, tomando en cuenta que no ofrece aporte calórico la cerveza (45 kcal/100 ml) y la cerveza sin alcohol (17 kcal/100 ml) (Cabrera, 2018).

**Tabla 7.** Composición nutricional de la cerveza artesanal.

100 ml de cerveza	OSCURA	RUBIA	TIPO PALE	TIPO BROWN
<b>Kcal</b>	30	12	11	45
<b>Agua</b>	93.30	90.60	93.70	91
<b>Proteína (g)</b>	0.40	0.50	0.25	0.40
<b>Tiramina (G)</b>	1.20	1.20	ND	ND
<b>Histamina (g)</b>	ND	0.63	0.45	ND
<b>Na (mg)</b>	16	5	4	10

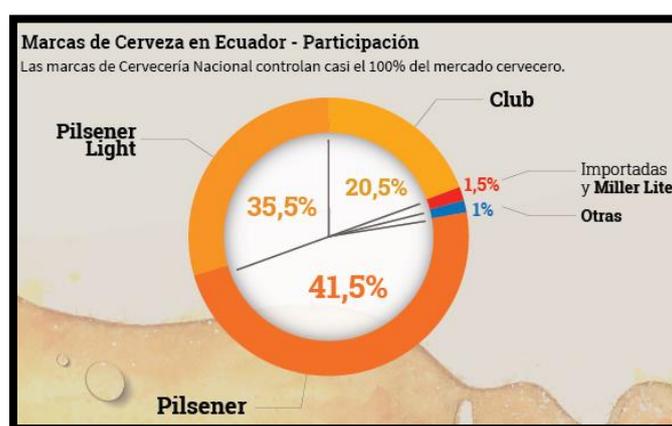
<b>k (Mg)</b>	33	38	21	57
<b>Mg (mg)</b>	ND	9	ND	9
<b>Ca (mg)</b>	7	4	1	6
<b>B2 (Mg)</b>	ND	ND	ND	0.03
<b>Pantoténico (mg)</b>	ND	ND	0.03	ND
<b>B6 (mg)</b>	0.01	ND	ND	0.03
<b>Fólico (mcg)</b>	4	ND	ND	10

Fuente: (Cabrera, 2018).

## 2.9 Mercado de las Cervezas

Las cervezas artesanales según Jaramillo (2016) es un mercado que emerge bien en los últimos años, tanto así es el índice de ingesta de este producto que, de acuerdo con la última encuesta nacional de ingresos y gastos de hogares, más de 900 mil ecuatorianos consumen alcohol, de los cuales el 79.2% prefieren consumir cerveza. Por otro lado, si bien existen los nichos para este producto, las barreras por causa de los grandes monopolios generan incertidumbres a la hora de emprender, dando a que la cerveza industrial domina el 99.48%, mientras que las cervezas artesanales el 0.52%.

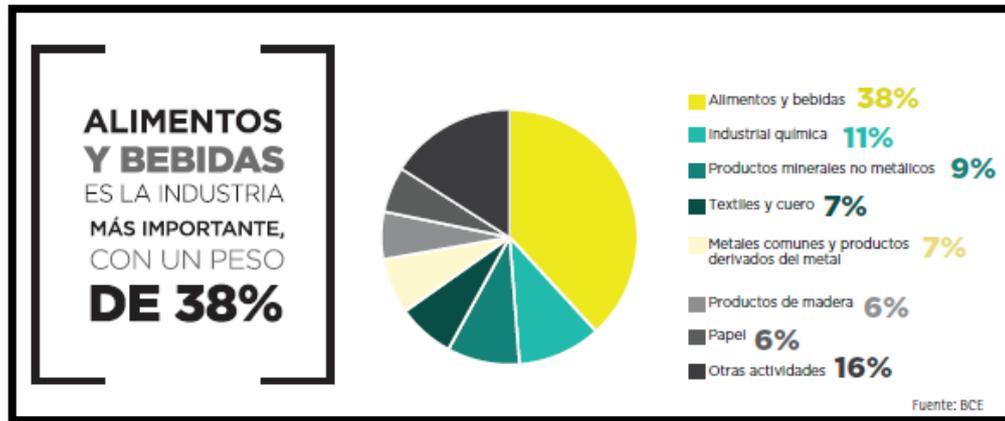
En Ecuador este es el caso de la cervecera multinacional SABMiller, que opera como Cerveza Nacional, con las marcas Pilsener, Club, Pony Malta y sus variantes light, las mismas que controlan más del 70% del mercado debido a que se sumaron la cerveza Biela, Brahma y Maltín, figura 6.



**Figura 6.** Marcas de cerveza en Ecuador  
(Cervecería Nacional, 2016)

Si esto se contrasta con la composición del PIB, se diría que el 38% del total de este indicador se debería a la industria de productos alimenticios y bebidas (figura 7), lo que equiparía a lo expuesto por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEN), el cual señala que el gasto

mensual en hogares de bebidas alcohólicas tiene un promedio de 12'397.109 dólares que representa el mayor ingreso.



**Figura 7.** Composición del PIB manufacturero con información del Banco Central del Ecuador  
Fuente: (Nuñez, 2014)

Según Nuñez (2014) argumenta que de acuerdo con el índice de precios al consumidor hubo un alza para la tasa de inflación que fue de 2.70% a 3.67% de acuerdo con el año anterior. Sin embargo, también se obtuvo un alza en el mes de diciembre del 2014 en bebidas alcohólicas importadas, lo que ha permitido incentivar el mercado de cervezas artesanales.

## Capítulo III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Caracterización del área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de las Unidades Edu-productivas de la Universidad Técnica del Norte, ubicados en la ciudad de Ibarra provincia de Imbabura, por otro lado, la fase experimental se realizó en Laboratorios de Biotecnología y de control de calidad, en la Tabla 8 se encuentra las condiciones climatológicas del lugar de la experimentación.

**Tabla 8.** Condiciones Geográficas del Área de experimentación

CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS	DESCRIPCIÓN
<b>Provincia</b>	Imbabura
<b>Cantón</b>	Ibarra
<b>Altitud</b>	2256 m.s.n.m
<b>Humedad relativa</b>	89.2%
<b>Temperatura</b>	16.3 °C
<b>Pluviosidad</b>	623 mm al año
<b>Sitio</b>	Unidades Edu-productivas Agroindustriales.

Fuente: (INAMHI, 2020)

#### 3.2 Materiales y Equipos

Para desarrollar la fase experimental de la presente investigación se emplearon los siguientes materiales y equipos descritos en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Materiales y Equipos utilizados.

MATERIALES	EQUIPOS
Vasos de precipitación.	Refractómetro
Probeta.	Potenciómetro
Soporte universal.	Conductímetro
Cucharas	Medidor de Humedad
Agitador	Balanza
Pipeta graduada	Termómetro
Pinzas de bureta	Potenciómetro

Frasco lavador	Densímetro
Papel aluminio	Refrigerador
Cocina de gas	Biorreactores
Gas	
Botellas de vidrio	
Tapas	
Manguera	
Embudo	
Colador	
Tela filtro	
Olla	
Cucharon	
Jarra	
Probeta	
Vasos de precipitación	
Refractómetro	
Balde	
Tapador de botellas	
Tiras de pH	
Ventilador	

---

Las materias primas utilizadas en la elaboración de cerveza artesanal se muestran en la tabla 10.

**Tabla 10.** Materia prima y especificaciones.

MATERIA PRIMA	ESPECIFICACIONES
Cebada	Diastatic EBC: 3.5 - 4.5
Malta tostada	Carafa 1 Chocolate Aroma: café, cacao, chocolate negro y tostados EBC: 800-1000
Levadura	( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )
Clarificante	Carragenina
Lúpulo	Aroma: Cascade - Sabor: Centennial - Amargor: Eas Kent Golding
Miel monofloral	Especie vegetal: eucalipto Color: ámbar Sabor: suave Aroma: Céreos Cayambe-Apícola "Santa Anita"
Miel multifloral	Especie vegetal (Chilca, tomillo, romero) Color: ámbar oscuro Sabor y Aroma: acorde a la flora predominante de miel Otavalo-Apícola "Asociación de apicultores"

### 3.3 Descripción de la Metodología

La importancia de los componentes en la elaboración de cerveza artesanal está estrechamente asociada con el valor nutricional y el sabor, estas también dependerán de las características fisicoquímicas y de las diferencias que presentan dentro del proceso experimental (miel monofloral y multifloral).

#### 3.3.1 Caracterización de las componentes fisicoquímicas de la miel de abeja

En la Tabla 11 se muestran las variables que se analizaron dentro de los protocolos de calidad para analizar si existen diferencias en cuanto a: Humedad, Azúcares, pH, Acidez total y Conductividad eléctrica, basada en la Norma Técnica INEN 1572.

**Tabla 11.** Variables y métodos utilizados en la caracterización Fisicoquímicas de la miel de abeja.

VARIABLES	NORMA	UNIDAD
Humedad	NTE INEN 1632	%
Azúcares	INEN1633 (AOAC 920.183)	%
pH	NTE INEN 1572	
Acidez total	NTE INEN 1634 (AOAC 962.19)	mEq/kg
Conductividad Eléctrica	NTE INEN 1572 -Anexo A	μS/m

#### 3.3.2 Evaluación de los parámetros de fermentación en la producción de cerveza artesanal

Para dar respuesta a este objetivo que está vinculado a la hipótesis de investigación y por tanto a las variables de respuesta, se ha realizado un diseño experimental utilizando el programa estadístico R-studio (versión Server v1.3.10.56), que consistió en:

- **Diseño:** DCA AxBxC
- **Tratamientos:** 8
- **Repeticiones:** 3
- **Unidades Experimentales:** 24

##### *III.3.2.1 Factores controlados en el proceso de fermentación.*

Se desarrolló la fase experimental bajo la consideración de Fuentes, (2014) y Mencia & Pérez (2016) quienes mencionan que dentro de los criterios de calidad en el proceso de la elaboración de la cerveza existen diversos factores (porcentaje de malta tostada, temperatura de fermentación y tipo de miel), que afectan las cualidades del producto final, dichos

parámetros se describen a continuación como componentes que afectan el proceso de fermentación de dicha bebida.

**Tabla 12.** Tratamientos para la elaboración de cerveza artesanal.

Tratamientos	FACTOR A	FACTOR B	FACTOR C
	% de Malta Tostada	Temperatura de fermentación	Tipo de Miel
<b>T1</b>	A1	B1	C1
<b>T2</b>	A1	B1	C2
<b>T3</b>	A1	B2	C1
<b>T4</b>	A1	B2	C2
<b>T5</b>	A2	B1	C1
<b>T6</b>	A2	B1	C2
<b>T7</b>	A2	B2	C1
<b>T8</b>	A2	B2	C2

**Factor A- Porcentaje de Malta Tostada**

A1: 5%

A2: 15%

**Factor B- Temperatura de fermentación**

B1: 16 °C

B2: 24 °C

**Factor C- Tipo de miel**

C1: Monofloral (12 g por litro de mosto)

C2: Multifloral (12 g por litro de mosto)

**III.3.2.2 Variables dependientes.**

Las variables dependientes utilizadas para la elaboración de cerveza artesanal en el proceso de fermentación se rigieron bajo la NTE INEN 2262 que se describen en la Tabla 13.

**Tabla 13.** Variables medidas en cada tratamiento durante el proceso de fermentación.

VARIABLES	NORMA
pH	NTE INEN 2325
Grado alcohólico	NTE INEN 2322
Densidad	NTE INEN 2262
°Brix	NMX-F-436-SCFI-2011

### **III.3.2.3 Análisis estadístico del Modelo ADEVA**

Se realizó un ADEVA con la finalidad de que el estudio cumpla con los supuestos planteados en la presente investigación, en la Tabla 14. Lo que se determinará es la influencia de los factores y su interacción (porcentaje de malta tostada, la temperatura y tipo de miel en la fermentación de la malta) frente a las variables dependientes.

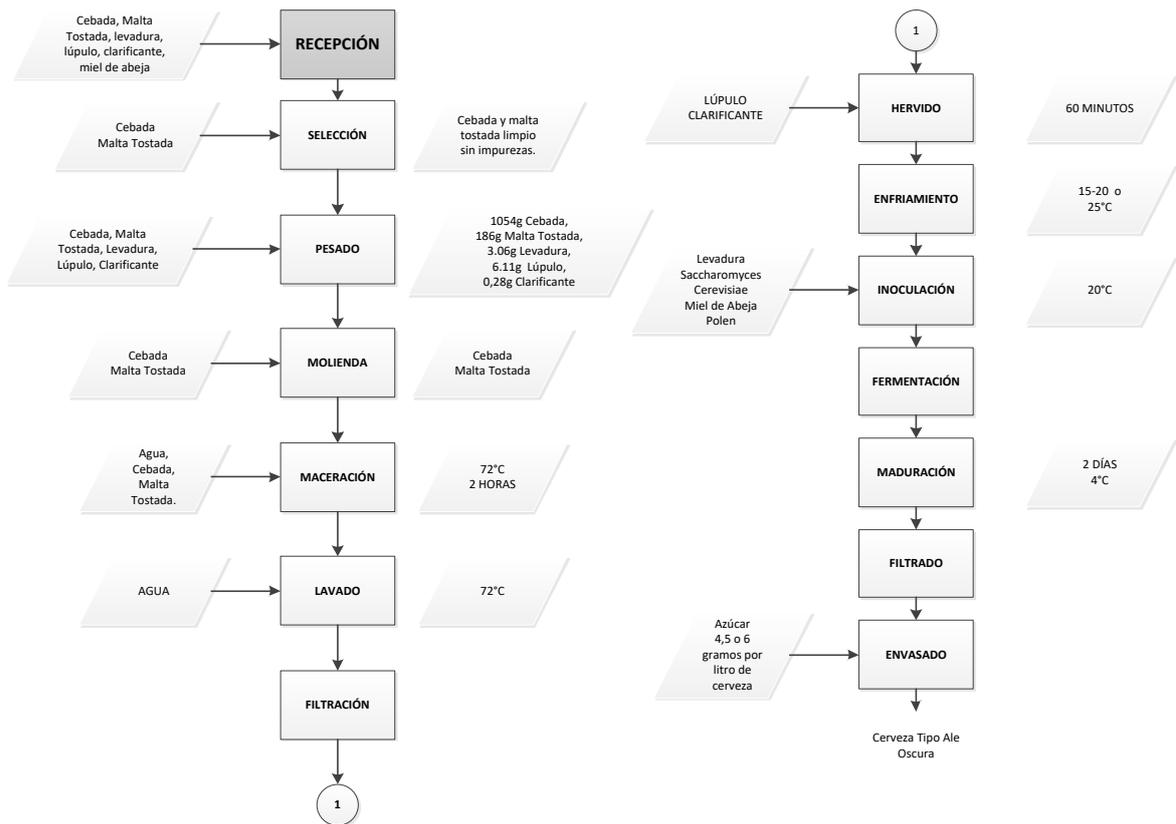
**Tabla 14.** Modelo de ADEVA

<b>FV</b>	<b>GL</b>
TOTAL	23
Tratamientos	8
Porcentaje de malta tostada (Factor A)	1
Temperatura de fermentación (Factor B)	1
Tipo de miel (Factor C)	1
Interacción AxB	1
Interacción AxC	1
Interacción BxC	1
Interacción AxBxC	1
Error experimental	16

En caso de detectarse diferencias significativas entre tratamientos se realizará la prueba de Tukey al 5%.

### **3.4 Manejo específico del experimento**

La elaboración de cerveza se divide a grandes rangos en dos procesos principales: el primero corresponde a la conversión del almidón de un cereal en azúcares fermentables por acción de las enzimas que se encuentran en la malta y la posterior fermentación alcohólica de los mismos por la acción de la levadura.



**Figura 8.** Adaptado de Carvajal & Insuasti (2016).

El presente diagrama de bloques describe el proceso de elaboración de cerveza artesanal, mismo que se realizó en un ambiente controlado, con el fin de medir los factores de estudio de cada tratamiento (Figura 8).

### 3.4.1 Descripción del proceso

Para la elaboración de cerveza artesanal se realizó el siguiente procedimiento.

#### III.4.1.1 Recepción.

La primera fue la recepción de materias primas que se utilizó en la elaboración de cerveza artesanal como son: cebada, malta tostada, levadura, lúpulo y miel de abeja.

#### III.4.1.2 Selección.

Se utilizó la cebada y la malta tostada Figura 9 para que los almidones de los granos se conviertan en azúcares fermentables.



**Figura 9.** Limpieza  
A) Cebada y B) Malta tostada.

La cebada y la malta tostada (tamaño grueso y forma redondeada, cascarilla fina, color amarillo para la cebada y color café para la malta, sin ninguna partícula extraña y libre de infecciones de microorganismos).

#### ***III.4.1.3 Pesado.***

Para 5 litros de volumen de fermentación se usó cebada 1054 g, malta tostada 186 g, lúpulo 6.11 g, levadura 3.06 g y clarificante 0.28 g.

#### ***III.4.1.4 Molienda.***

Se utilizó un molino de granos para la homogenización de las partículas obteniendo un rango de 2 a 3 milímetros en un tamizador, en donde la granulometría se valoró mediante la integridad de la cáscara de los granos y la finura de las partículas que se obtiene del endospermo amiláceo, lo que las cáscaras se utilizan como un filtro natural en la etapa de filtrado, Figura 10.



**Figura 10.** Molienda A) Malta tostada y B) Cebada.

#### ***III.4.1.5 Maceración.***

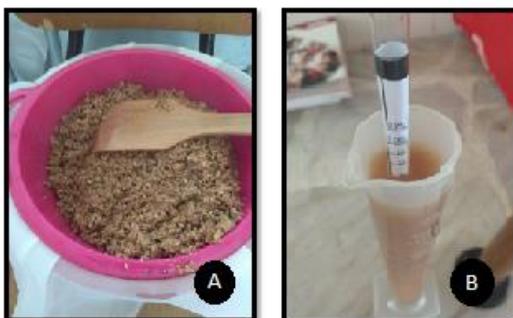
Se adicionaron 2.5 litros de agua por cada kilogramo de grano, en un recipiente y se calienta hasta llegar a 75 °C, seguido se añadió la cebada molida y tostada se agitó suavemente, verificando que la temperatura no baje de los 65 °C y se dejó macerar 90 minutos, Figura 11.



**Figura 11.** Maceración a 65 °C.

#### ***III.4.1.6 Lavado.***

Se calentó un litro de agua a 70 °C por cada kilogramo macerado, recirculando el mosto hasta que llegue a una densidad de 1030 g/ml, Figura 12.



**Figura 12.** Proceso de lavado del mosto A) Lavado del grano y B) Medición de la densidad.

#### ***III.4.1.7 Filtración.***

En el proceso de filtración se utilizó un filtro de 0.5 mm, para evitar el paso de algún cuerpo no deseado y para la eliminación de partículas muy pequeñas que se encuentran en el mosto, Figura 13.



**Figura 13.** Filtración del mosto.

#### ***III.4.1.8 Cocción.***

La etapa de cocción se logra con un hervor suave (85 °C por 15 minutos) a continuación se añadió los lúpulos: el de amargor son usualmente altos en ácidos alfa donde se hirvió 40 minutos, posteriormente se añadió el lúpulo de sabor y se dejó hervir 15 minutos para que el aroma aportado por dichos lúpulos se evapore y el sabor permanezca en la cerveza, adicionando también el lúpulo de aroma y el clarificador, se realizó un último hervor de 5 minutos aportando el sabor y amargor de la misma, como muestra la Figura 14.



**Figura 14.** Mosto y lúpulos en el proceso de cocción.

#### ***III.4.1.9 Inoculación.***

Al enfriar el mosto a 25 °C se añadió la miel de abeja 12 g/L y el polen al 1%, se transvasó a un tanque de fermentación y se inoculó la levadura activa a una concentración final de 3.05 g/L, Figura 15.



**Figura 15.** A) Miel de abeja y polen y B) Transvasado para iniciar la fermentación.

#### ***III.4.1.10 Fermentación.***

La etapa de fermentación consistió en la evaluación de emisión CO<sub>2</sub>, dando por terminada la misma cuando no libere más dióxido de carbono, posteriormente y luego se valoró los

parámetros a medir en el proceso (pH, grado alcohólico, densidad y °Brix), se puede observar en la Figura 16 como se controla la temperatura de fermentación según el tratamiento.



**Figura 16.** Proceso de fermentación a temperatura controlada.

#### ***III.4.1.11 Maduración.***

Terminado el tiempo de fermentación establecido se almacenó, realizando un transvase de la cerveza a un recipiente durante 2 días que permaneció en refrigeración a temperatura menor a 4 °C en la Figura 17.



**Figura 17.** Proceso de refrigeración a 4 °C.

#### ***III.4.1.12 Filtración.***

En el proceso de filtración se utilizó una tela muy fina (0.5 mm), para evitar el paso de algún cuerpo no deseado y posterior a esto continuar a envasar, Figura 18.



**Figura 18.** Filtración.

### **III.4.1.13** *Envasado y etiquetado*

Se adicionó 6.0 gramos de azúcar por cada litro de cerveza para incrementar el contenido alcohólico y darle un sabor particular a la cerveza. Para envasar se utilizó botellas de vidrio de 330 ml, posteriormente tapado y etiquetado. Se mantuvo en refrigeración hasta consumirlo, como se observa en la Figura 19.



**Figura 19.** Etapa final: A) Envasado y etiquetado y B) Refrigeración.

Al producto final se midieron los parámetros en el proceso de fermentación (pH, grado alcohólico, densidad y °Brix) y análisis sensorial subjetivo de aceptabilidad a consumidores con el fin de medir la aceptación del producto final. Se empleó un cuestionario basado en las descripciones e indicadores de Kemp *et al*, (2011), así como el uso de la escala hedónica de cinco puntos (tabla 15) de acuerdo con los expuestos por Saint-Denis (2018), la catación se realizó a 10 personas de manera individual para determinar el mejor tratamiento. Las

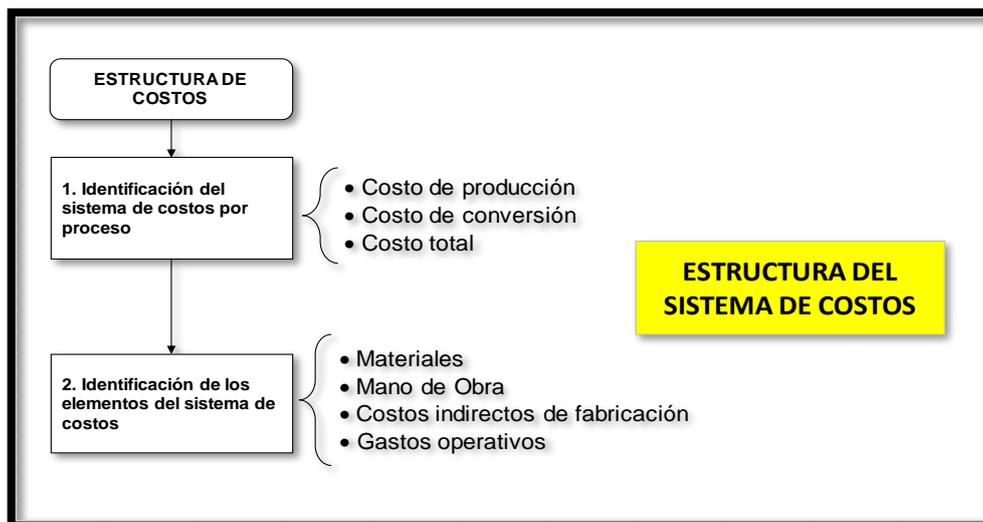
variables que se consideraron fueron: color, olor y sabor, para clasificar el nivel preferencia, se utilizó la prueba de clasificación hedónica empleada a la amplitud de aceptación del consumidor, los datos se evaluaron bajo el análisis estadístico de Friedman, para la interpretación se emplearon instrumentos como: el de la Tabla Beer Color Chart (SRM) para evaluar el color, la misma que resulta igual a la de espectrofotometría UV-VIS a 430 mn, que es la ideal para verificar el color en cervezas oscuras, basada la distinta absorción molecular de radiación de la muestra (Picón, 2020).

**Tabla 15.** Escala de aceptabilidad usado para catación.

Escala de aceptabilidad	Valor
No me gusta extremadamente	1
No me gusta moderadamente	2
Ni me gusta ni me disgusta	3
Me gusta moderadamente	4
Me gusta extremadamente	5

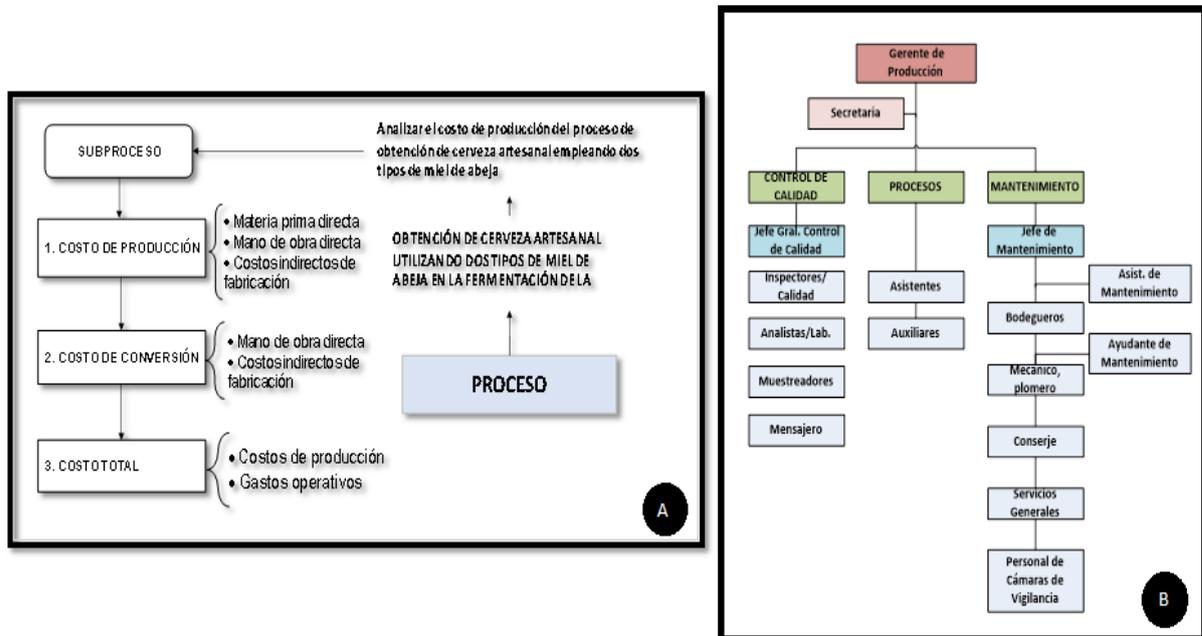
### 3.4.2 Análisis de costos de producción

Se realizará un análisis de costos mediante el método de “Sistema de Costos por Proceso”, como se muestra en la Figura 20.



**Figura 20.** Estructura del sistema de costos.

Para analizar el costo de producción se siguió un proceso esquemático, identificando así los subprocesos dentro del sistema de costo como son: el costo de producción, el costo de conversión y el costo total y siguiendo la estructura jerárquica, como se muestra la figura 21.



**Figura 21.** A) Diagrama de proceso para realizar el análisis de costos y B) Organigrama modificado de (Santacruz, 2016).

Para dicho análisis se aplicará las siguientes fórmulas para determinar cada uno de los subprocesos afectantes en el sistema de supuestos de costos.

### Costos de producción:

Es la suma de materia prima directa, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación (Orozco, 2016).

$$CPD = MPD + MOD + CIF \quad (2)$$

### Costos de conversión:

Según Sánchez (2014) los costos relacionados con la fabricación o transformación de las materias primas directas en productos terminados, dando a conocer también que es la suma de la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación.

$$CC = MOD + CIF \quad (3)$$

**Costos totales:**

Según Rojas (2017) los costos totales es la sumatoria del costo de producción del costo más los gastos necesarios para fabricar el producto.

$$CT = MD + MOD + CIF + GASTOS \quad (4)$$

**Costos unitarios de producción:**

Para obtener el costo unitario del producto se calcula el costo final de cada unidad producida dividido al costo de producción por las unidades producidas (Sánchez, 2014)

$$CU = CPD / No. UNIDADES PRODUCIDAS \quad (5)$$

Dichos análisis ayudarán a determinar la comparación de costos de la cerveza tanto para la miel monofloral como para la cerveza con miel multifloral, determinará también su grado de incidencia de costos para ver su viabilidad.

## Capítulo IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los resultados obtenidos de la presente investigación, con la finalidad de realizar los análisis para cada objetivo planteado.

#### 4.1 Caracterización Físicoquímica de la Miel de Abeja

Los análisis físicoquímicos realizados a la miel son el punto de partida del proceso, ya que determinan la calidad de esta, para ser usadas como materia prima en elaboración de cerveza artesanal.

En la Tabla 16 se reflejan los resultados obtenidos de la miel de abeja monofloral y multifloral, propuestos para este estudio.

**Tabla 16.** Características físicoquímicas de los dos tipos de mieles analizadas.

Tipo de miel	Humedad (% bh)	Acidez (meq/kg)	Mediciones		
			Azúcares (°Bx)	pH	Conductividad Eléctrica (mS/cm)
Monofloral	16.70 ± 0.20 <b>a</b>	35.47 ± 0.02 <b>a</b>	80.90 ± 0.00 <b>a</b>	4.13 ± 0.07 <b>a</b>	0.54 ± 0.01 <b>a</b>
Multifloral	17.89 ± 0.17 <b>b</b>	37.87 ± 0.02 <b>b</b>	79.30 ± 0.61 <b>b</b>	4.06 ± 0.01 <b>b</b>	1.80 ± 0.09 <b>b</b>

p(p-value); %bh (Porcentaje en base húmeda). \*promedio ± desviación estándar; letras diferentes refleja diferencia significativa (t-Student,  $p \leq 0.05$ ).

##### 4.1.1 Humedad

El contenido de humedad en base húmeda (% bh) registrados según el tipo de miel, muestran un comportamiento homogéneo para la miel monofloral y multifloral (CV= 0.012, CV=0.009, respectivamente), la frecuencia de los datos proviene de una distribución normal, para las mieles monofloral es de  $16.70 \pm 0.20$  % bh y  $17.89 \pm 0.17$  % bh multifloral, hay que destacar que siendo diferentes estadísticamente los dos tipos de miel tienen valores inferiores al 20 % bh, establecido como límite máximo según la Norma INEN 1572 (2016). Anzueto (2019) y Contreras (2016) mencionan que a valores superiores a 20% puede provocar fermentación y deterioro de la vida útil del producto, los mismos autores señalan que este parámetro depende mucho de la calidad, origen botánico, época de producción, manipulación, entre otros, por su parte Ramos (2019) argumenta que es muy importante tener en cuenta este análisis por la incidencia en los mismos, además recalca que es de suma

importancia obtener valores menores al 20% bh, ya que se podrían considerar de buen atributo o de calidad.

#### **4.1.2 Acidez**

Para este parámetro los resultados obtenidos indican que el promedio para las mieles es de  $35.47 \pm 0,02$  meq/kg (monofloral) y  $37.87 \pm 0,02$  meq/kg (multifloral), las cuales muestra un comportamiento homogéneo (CV=0.001 monofloral, CV=0.001 multifloral) y una distribución normal, teniendo valores aceptables de acuerdo con la norma INEN 1572 (2016) encontrándose por debajo de lo establecido (máximo 40meq/kg). Pineda (2019) y Ávila (2018) consideran que la baja acidez de la miel es un factor que evita el desarrollo de microorganismos que pueden alterar a la miel, por su parte Maldonado (2016) argumenta que para ser considerada una miel fresca, depende del grado de acidez que presente cualquier tipo de miel, además recalca que no debe someterse a ningún tratamiento tecnológico para que las mieles no sean afectadas ni alteradas, considerando de esta manera que los dos tipos de mieles cumplen con lo señalado.

#### **4.1.3 Azúcares (°Brix)**

Los valores obtenidos de los dos tipos de mieles muestran un comportamiento homogéneo y una distribución normal, tanto para la miel monofloral y multifloral, el promedio de °Brix fue de  $80.9 \pm 0$  y  $79.3 \pm 0.61$  respectivamente, estos valores garantizan una cantidad importante de fuente de carbono para el crecimiento celular que pueden sustituir los producidos por el almidón según Ulloa (2010). Valores similares fueron reportados por Lazo (2017) oscilaron entre 77.31-85.66 °Bx; los mismos autores señalan que el contenido de grados brix en cualquier tipo de miel representa el porcentaje de sólidos solubles (lo que indica que está formado por azúcares y en una menor porción de minerales). Calatayud (2019) argumenta que dicho parámetro permite verificar si cumple o no con los estándares de calidad establecidos, que permite identificar adulteraciones, considerando que, si el valor se encuentra fuera de sus límites, se podría decir que la miel no ha madurado lo suficiente dentro del panel, o esta ha sido alterada mediante la adición de agua u otros azúcares.

#### **4.1.4 pH**

Los valores obtenidos de pH  $4.06 \pm 0.01$  fueron para la miel multifloral y  $4.13 \pm 0.07$  monofloral, la distribución de los datos fue normal (monofloral  $p=0.915$  y multifloral  $p=1$ ), así como su comportamiento (CV=0.016, CV=0.002) respectivamente, valores que se

encuentran en el rango establecido 3-5 a 5.5 según la Norma INEN 1572 (2016). Para Saavedra (2019) y Anzueto (2019) una miel floral debe tener un rango de pH entre 3.3 y 4.6, corroborando así que los valores obtenidos son aceptables.

#### **4.1.5 Conductividad Eléctrica**

El promedio de la conductividad eléctrica es de  $0.54 \pm 0.01$  para la (monofloral) y  $1.8 \pm 0.09$  mS/cm para multifloral, estos valores provienen de una distribución normal. Las mieles medidas se encontraron en los rangos establecidos aseverando que los dos tipos de miel utilizados monofloral y multifloral clasifican de calidad aceptable. Guevara (2019) señala que la conductividad eléctrica de la miel es un factor que presenta variabilidad debido a su origen y a la relación de concentración de sales minerales, ácidos orgánicos y proteínas según el origen botánico, forma de polinización, u otros, dándose valores más altos para mieles de bosques que para las florales, al respecto Ávila (2018) argumentan que la conductividad de la miel monofloral tiene valores menores a 0,8 mS/cm, a diferencia de la multifloral que tiene valores mayores a 0,8 mS/cm, sin embargo, para el autor valores bajos de conductividad eléctrica son típicos de las mieles claras debido al contenido de sales minerales, corroborando de esta manera los resultados, ya que se encuentran en los rangos establecidos según los autores antes mencionados (Fattori, 2014).

## **4.2 Evaluación de los parámetros de fermentación en la producción de cerveza artesanal**

Mediante el desarrollo de la fase experimental se evaluaron los parámetros de fermentación en la producción de cerveza artesanal, pH, densidad, grado alcohólico y °Brix; los factores (porcentaje de malta tostada, temperatura de fermentación y tipo de miel), se realizó un análisis ADEVA con un diseño experimental DCA con arreglo factorial  $A \times B \times C$ , a continuación, se presentan y analizan los resultados de las variables con sus factores.

### **4.2.1 Análisis de pH.**

A los valores de la medición de pH en el proceso de fermentación, se aplicó pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza (con el fin de aceptar el diseño estadístico por sus supuestos) mediante la prueba de Shapiro-Wilk ( $n= 0.77$ ) y test de Levene ( $p=0.11$ ), se pudo determinar la existencia de normalidad y homogeneidad, identificando así que los datos provienen de una distribución normal, debido al valor “p-value  $<0.05$ ”.

Para Mencia y Pérez (2016) el valor expresado de pH es considerado como un parámetro sumamente importante dentro de la manufactura cervecera, el mismo que determina la presencia o ausencia de microorganismos en el proceso. Se pudo evidenciar que los valores obtenidos se encuentran dentro del rango 4.2 a 4.8 permisible según la norma INEN 2662 (2013), cabe mencionar que el pH en la fermentación inicial fue de 4.5 y de la fermentación final fue de 4.3 respectivamente, registrando valores con un comportamiento normal.

En la Tabla 17 se realiza un análisis de varianza para el pH en el proceso de fermentación, luego de haber comprobado la existencia de normalidad y homogeneidad en los datos.

**Tabla 17.** Análisis de varianza del pH en la fermentación de la malta.

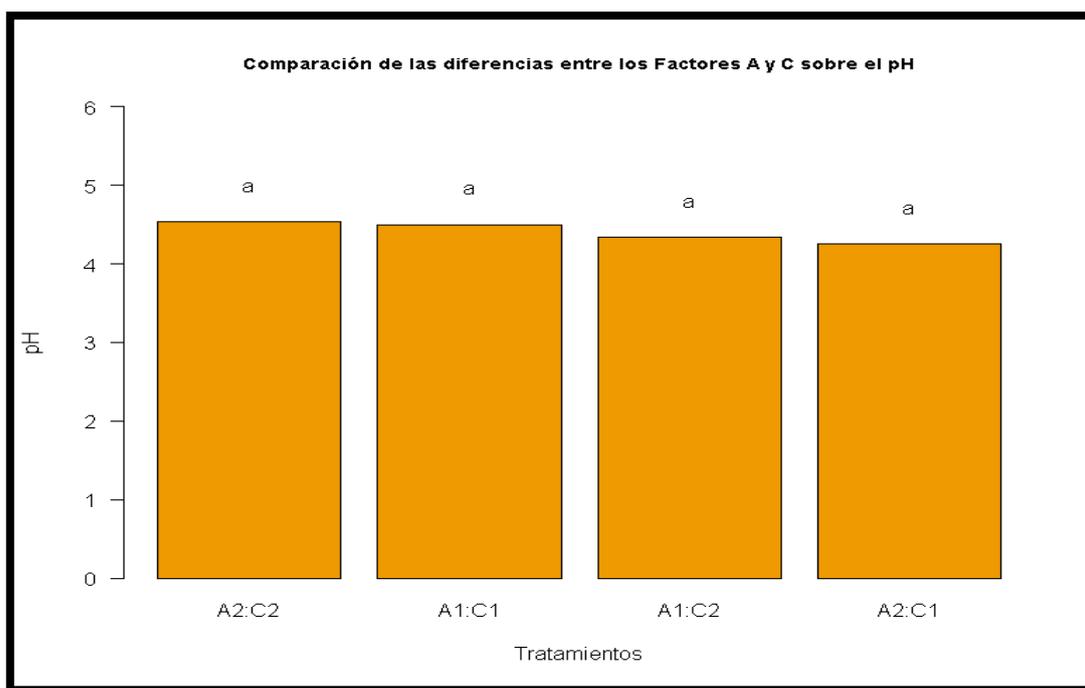
Fuentes de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr(>F)
Porcentaje de malta (Factor A)	1	0.004	0.004	0.060	0.820
Temperatura de Fermentación (Factor B)	1	0.770	0.770	11.560	0.004 **
Tipo de miel (Factor C)	1	0.020	0.020	0.310	0.590
Interacción A x B	1	0.050	0.050	0.760	0.400
Interacción A x C	1	0.300	0.300	4.560	0.050 *
Interacción B x C	1	0.004	0.004	0.060	0.820
Interacción A x B x C	1	0.010	0.010	0.160	0.700
Residuos	16	1.070	0.070		

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

En cuanto al análisis de varianza presentado en la tabla 17 se pudo evidenciar una alta significancia en los tratamientos, Factor B (Temperatura de fermentación), y la interacción fermentarse Ax C (Porcentaje de malta tostada-Tipo de miel) dado por el valor estadístico (significativo). Al presentar alta significancia se realizó un análisis Post hoc Tukey al 5%, mediante la prueba se puede diferenciar cuatro rangos iguales (figura 23) pese a las diferencias encontradas se puede mencionar, es decir, la temperatura afecta directamente a la velocidad de fermentación de las levaduras, cuando más alta sea, más rápida puede sin afectar la calidad del producto final.

En la Figura 22 se realizó una prueba Tukey al 5% con la finalidad de escoger la mejor interacciones, con el motivo que no afecte el producto final.



**Figura 22.** Prueba Tukey al 5% para el pH en la interacción AxC

Dicha similitud de acuerdo con lo argumentando por Donald (2019) y Díaz (2018) se debe específicamente al aporte de la fuente de carbono de la malta y al porcentaje de miel utilizado, esto debido a que estos elementos son responsables en gran medida de la fermentación. Esta igualdad en el pH entre los tratamientos da una señal que el proceso de fermentación no estuvo limitado por fuente de carbono, sino por la acumulación de metabolitos primarios y secundarios que se producen durante el proceso (Carretero, 2016).

#### 4.2.2 Evaluación de °Brix.

Para el análisis de Grados Brix, los resultados se contrastaron con los parámetros establecidos por la INEN 2262 (2013) con el fin de identificar el grado de variación de estos.

Para análisis estadístico (ADEVA) se realizaron los supuestos de normalidad (mediante Shapiro-Wilk) y homocedasticidad (por test de Levene) con la finalidad de identificar la linealidad y el error de especificación del modelo, determinando así una distribución normal  $n=0.30$  y homogeneidad de varianza  $p=0.23$  (tabla 18).

**Tabla 18.** Análisis de varianza de °Bx en la fermentación de la malta.

Fuentes de variación	GI	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr(>F)
Porcentaje de malta (Factor A)	1	6.93	6.93	27.33	8.30e-05 ***
Temperatura de Fermentación (Factor B)	1	7.82	7.82	30.82	4.38e-05 ***

Tipo de miel (Factor C)	1	2.73	2.73	10.77	4.69e-03 **
Interacción A x B	1	0.02	0.02	0.08	0.78
Interacción A x C	1	1.45	1.45	5.72	2.95e-02 *
Interacción B x C	1	6.10	6.10	24.04	1.59e-04 ***
Interacción A x B x C	1	5.32	5.32	20.97	3.09e-04 ***
Residuos	16	4.06	0.25		

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

\*\*\* Altamente significativo

En la Tabla 18 del ADEVA se determinó que existe alta significancia para el Factor A (Porcentaje de malta tostada), Factor B (Temperatura de fermentación), Factor C (Tipo de miel) y para las interacciones BxC (Temperatura de fermentación-Tipo de miel), AxC (Porcentaje de malta tostada-Tipo de miel) y AxBxC (Porcentaje de malta tostada-Temperatura de fermentación-Tipo de miel), por lo que se procedió a realizar pruebas de significancia Tukey ( $\alpha < 0.05$ ).



**Figura 23.** Prueba Tukey al 5% para el °Brix en la interacción AxC

En la interacción AxC se obtuvieron dos categorías “a” representa los valores más altos y “b” los valores más bajos, seleccionando como mejor tratamiento malta tostada del 5% y miel multifloral que tiene el menor valor de 7.95 °Bx. Este valor entra en los reportados que garantizan mejor sabor, agradable al paladar con notas dulces. Velasco (2020) considera que

estos valores pueden ser a causa de que existen factores dentro del proceso que se deberían tomar en cuenta (como la degradación netamente de las levaduras de azúcares extraídos del almidón o la adición de otros endulzantes por ejemplo la miel de abeja).

En la Tabla 19 existen dos rangos en donde tres son iguales y uno que se diferencia de todos.

**Tabla 19.** Prueba Tukey al 5% para el °Bx en la interacción BxC.

Tratamientos	Medias	Rangos
B1:C1	10.63	A
B1:C2	8.95	B
B2:C2	8.82	B
B2:C1	8.48	B

Guevara (2019) argumenta que esto se debe a la temperatura y tipo de miel de abeja, asimismo el investigador menciona que las condiciones de temperatura que se empleen en el proceso pueden condicionar dicha cualidad (°Bx), ya que cada enzima acciona el desdoblamiento del almidón a azúcares simples, analizando esto a temperatura más baja y miel monofloral la asimilación es más lenta, es por eso, que consumen menos azúcares y el valor es más alto (°Bx) y en cuanto a la miel monofloral tiene menor conductividad debido a que tiene menos iones (hierro, cobre, etc.) que son necesarios para el crecimiento de microorganismos por lo que la combinación de ambos tiene un impacto negativo en el consumo de azúcares por parte del microorganismo y tiene valores más altos, además a esto el científico indica que en el proceso de fermentación los grados brix deben tener un rango de 5.3 a 6.9 °Bx, los mismos que se ajustan a los reportados en la investigación. Sin embargo, considerando lo antes señalado se podría asumir que el mejor tratamiento de acuerdo con la literatura antes mencionada es B2C1(Temperatura de fermentación 24 °C-Miel monofloral) (Arévalo, 2016).

**Tabla 20.** Prueba Tukey al 5% para el °Bx en la interacción AxBxC

Tratamientos	Medias	Rangos
T1	11.37	A
T2	10.10	ab
T3	9.90	bc
T4	9.23	bcd
T5	8.67	cde
T6	8.63	cde
T7	8.33	de
T8	7.53	e

En la tabla 20 existen cinco rangos, en donde todos se diferencian, se puede observar que el T8 (A1B2C2) tiene menor brix, siendo catalogada como cerveza amarga y eso se logra debido a las combinaciones en las condiciones que favorecen la degradación de los azúcares reductores, que está relacionado a la mayor temperatura estudiada, menor porcentaje de malta tostada y miel multifloral, lo que se puede interpretar que es un proceso de fermentación más completo entre los tratamientos, esto también lo asegura (Mendoza J. C., 2019) donde expone que el control de parámetros de fermentación y sustratos son importantes para obtener procesos más completos.

Moreira (2018) argumenta que los Grados Brix son los encargados de la posible sensación que presente la cerveza que pueden ir desde 0 a 30 °Bx, dando a conocer que puede ser dulce valores de 16 a 30 °Bx y amarga de 0 a 15 °Bx

Fuentes A. (2016), la acción enzimática por efecto del desdoblamiento del almidón a azúcares simples es fundamental dentro del proceso, indicando así que dependiendo el tipo de cerveza que se quiera preparar, la fermentación puede tener ligeras variaciones, este parámetro debe permanecer en un rango de 5.3 – 6.9 °Bx, los mismo que se ajustan a los resultados obtenidos, considerando lo antes mencionado.

#### **4.2.3 Análisis de Densidad.**

El análisis de densidad se cuantificó mediante el empleo de un densímetro, estimando la concentración de azúcares y alcohol en las muestras, se compararon los resultados obtenidos con los parámetros establecidos por Solano (2019) y Cabrera (2018), identificando así una consistencia (densidad) de 1.011 a 1.018 g/ml, producto de la fermentación del mosto y la degradación de los azúcares por acción de las levaduras. Se verificaron los supuestos de normalidad (mediante Shapiro-Wilk:  $n=0.07$ ) y Homocedasticidad (por test de Levene:  $p=0.25$ ) con la finalidad de identificar el error de especificación del modelo, en el cual se pudo determinar que presenta una distribución normal y homogeneidad de varianza.

Comprobada su normalidad y homogeneidad en los datos se pasa al análisis de varianza que se encuentra en la Tabla 21.

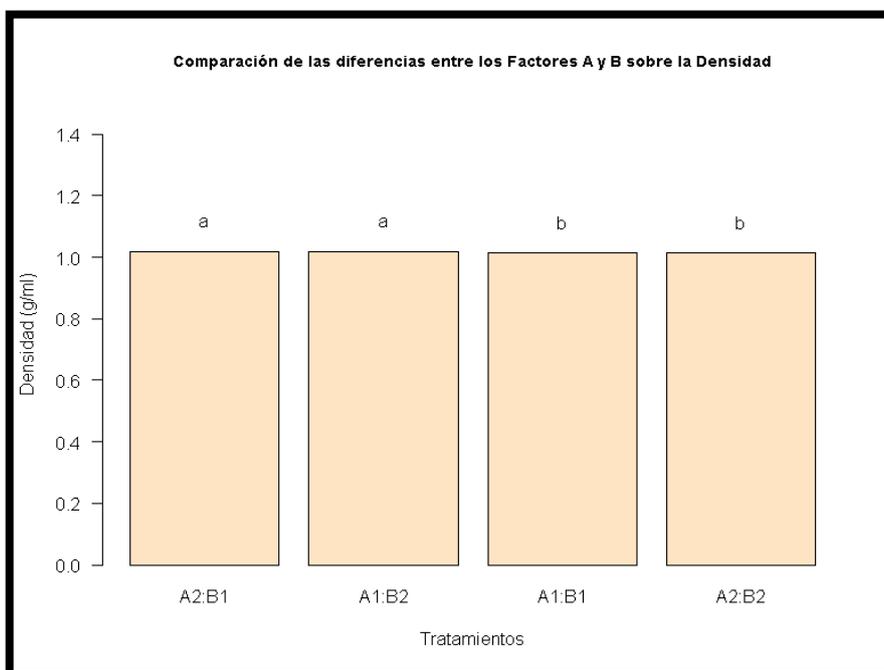
**Tabla 21.** Análisis de varianza de densidad en la fermentación de la malta.

Fuentes de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr(>F)
Porcentaje de malta (Factor A)	1	0.00	0.00	0.00	1.00
Temperatura de Fermentación (Factor B)	1	1.50e-03	1.50e-03	1.13	0.31
Tipo de miel (Factor C)	1	5.40e-02	5.40e-02	40.50	9.39e-06 ***
Interacción A x B	1	4.82e-02	4.82e-02	36.13	1.82e-05 ***
Interacción A x C	1	3.27e-02	3.27e-02	24.50	1.45e-04 ***
Interacción B x C	1	8.17e-03	8.17e-03	6.13	0.03 *
Interacción A x B x C	1	1.50e-03	1.50e-03	1.13	0.31
Residuos	16	2.13e-02	1.33e-03		

\* Significativo; \*\*\* Altamente significativo

En la tabla 21 ADEVA se determinó que existe una alta significancia en los tratamientos, el Factor C (Tipo de miel), y sus interacciones AxB (Porcentaje de Malta tostada-Temperatura de fermentación), AxC (Porcentaje de malta tostada-Tipo de miel), por lo que se procedió a realizar pruebas de significancia Tukey ( $\alpha < 0,05$ ).

Seguido a esto se realizó una comparación de las diferencias entre los factores sobre la densidad para la obtención de buenos resultados en apariencia y sabor del mosto con interacción de malta tostada y temperatura.



**Figura 24.** Prueba Tukey al 5% para la densidad en la interacción AxB

Se identificaron diferencias en las interacciones AxB (figura 24), se observó dos rangos diferentes, dando a conocer que los rangos estipulados de dichos autores se pueden asumir que los mejores tratamientos podrían ser los del grupo B debido al mayor porcentaje de azúcares, al respecto Solano (2019) y Preciado (2019) señalan que esto se debe a que la densidad es una característica neta del grado de carbonatación alcohólica, la misma que depende de la malta por la extracción de azúcares fermentables y la temperatura del proceso fermentativo, tomando en cuenta que predicen la densidad del mosto, la concentración del azúcar residual, la concentración del etanol y dióxido de carbono liberado, sin embargo, son los encargados de generar azúcares residuales que no son fermentables por la levadura, ya que depende de estas para que pueda impartir más sabor en el mosto.

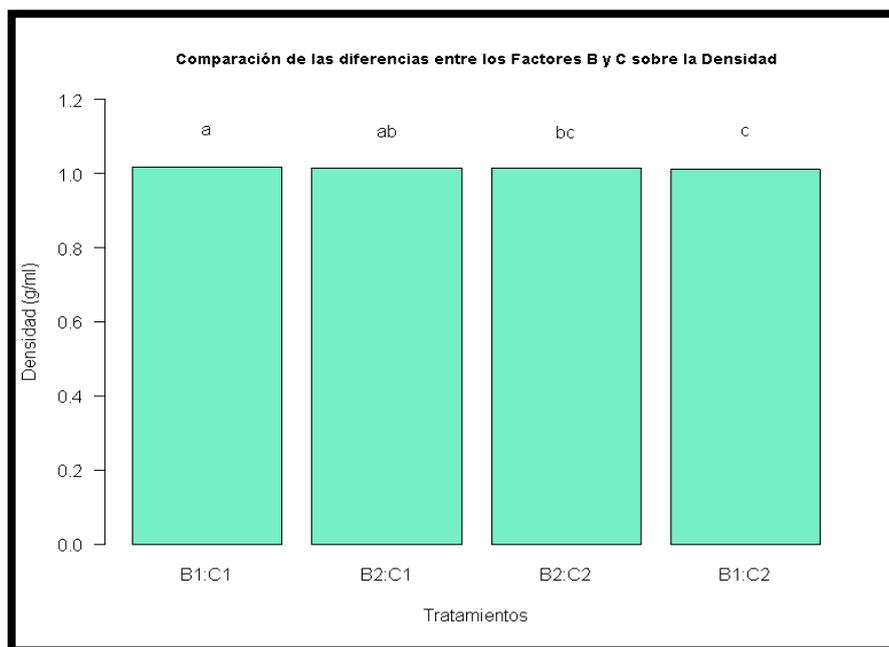
Se realizó también una prueba Tukey al 5% para la densidad interactuando la malta tostada y tipo de miel de abeja, Tabla 22.

**Tabla 22.** Prueba Tukey al 5% para la densidad en la interacción AxC.

Tratamientos	Medias	Rangos
A1:C1	1.018	A
A2:C1	1.015	B
A2:C2	1.015	B
A1:C2	1.012	C

La Tabla 22 evidencio que existen tres grupos (A, B y C), esto se debe a la cantidad de azúcares presentes en la malta, y en la miel de abeja, lo cual facilita el trabajo de las levaduras identificando, así como el mejor tratamiento a A1C2 (5% de malta tostada-miel multifloral), esto debido a que se encuentra en los puntos requeridos (1.006 a 1.030 g/ml). Borja (2018) argumenta que las condiciones que presenta la miel de abeja y malta tostada en el proceso de fermentación pueden condicionar a dicha característica, ya que para la obtención de buenos resultados se debe agregar miel de abeja en el proceso de fermentación para que las levaduras se encuentren en su máxima actividad, sin embargo, dicho autor menciona que cuando la densidad sea mayor y más denso es el mosto, la cerveza tendrá un porcentaje de alcohol menor.

Los resultados obtenidos de la prueba Tukey al 5% en la Figura 25 las diferencias entre interacciones de temperatura y miel de abeja.



**Figura 25.** Prueba Tukey al 5% para la densidad en la interacción BxC

La densidad del producto final depende del contenido de azúcar presente en el mosto. Se podría asumir que los tratamientos con menor densidad son los que contienen C2 (Miel multifloral). Esto puede ser debido a mayor degradación del resto de componentes por parte de los microorganismos, lo que se podría decir que este tipo de sustrato con miel multifloral tiene mayor convención ya que se encuentra en los rangos requeridos por los autores antes mencionado para la obtención de una bebida con buen sabor y de calidad para el consumidor. Por otro lado, Castillo (2019) argumenta que se debe tomar en cuenta la temperatura para el tipo de cerveza a elaborar, ya que de este también depende la densidad.

#### **4.2.4 Análisis de Grado alcohólico.**

El Grado Alcohólico fue medido al final del proceso de fermentación, con el fin de establecer criterios en el producto final, se empleó un alcoholímetro para medir cada tratamiento, así mismo se verificó la Normalidad ( $n=0.17$ ) y Homogeneidad de Varianza ( $p=0.07$ ) respectivamente, donde se pudo determinar la existencia de Normalidad y Homocedasticidad, identificando así que los datos provienen de una distribución normal, debido al p-value.

Los resultados obtenidos fueron evaluados con el fin de identificar el grado de variación de estos, dando a conocer que los tratamientos se encontraron dentro del rango establecido por la INEN 2662 (2013), los cuales oscilaron entre 2.8 y 6.2% (v/v). El análisis de Varianza se encuentra en la Tabla 23.

**Tabla 23.** Análisis de varianza de Grado alcohólico en la fermentación de la malta

Fuentes de variación	GI	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr(>F)
Porcentaje de malta (Factor A)	1	0.81	0.81	1.90	0.19
Temperatura de Fermentación (Factor B)	1	7.04	7.04	16.59	8.86e-04 ***
Tipo de miel (Factor C)	1	4.51	4.51	10.61	4.94e-03 **
Interacción A x B	1	0.04	0.04	0.10	0.76
Interacción A x C	1	0.96	0.96	2.26	0.15
Interacción B x C	1	0.20	0.20	0.48	0.50
Interacción A x B x C	1	1.04	1.04	2.45	0.14
Residuos	16	6.79	0.43		

\* Significativo; \*\* Altamente significativo; \*\*\* Altamente significativo

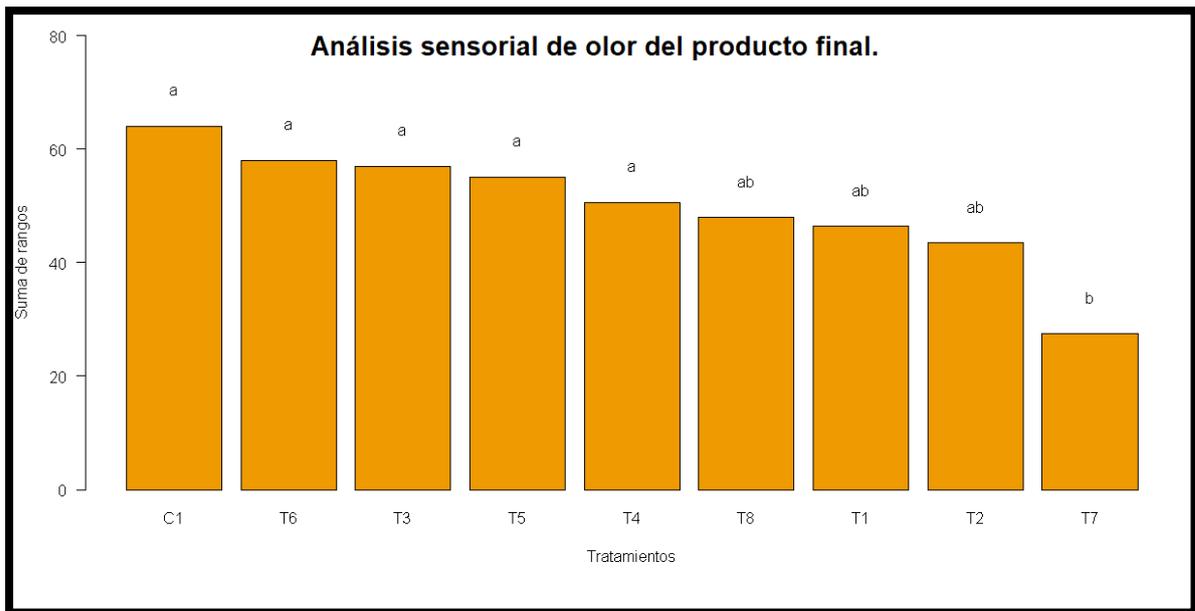
Se evidencia una alta significancia en los Factor B (Temperatura de fermentación) y Factor C (Tipo de miel), pero no en la interacción de los factores, esto se debe a que el grado alcohólico depende claramente de la cantidad de azúcares fermentables disponibles y a la temperatura con la que se desempeñe. Para Moscoso (2019) la interacción de estos factores es vital para la actividad metabólica de las levaduras y su acción enzimática, ya que los azúcares fermentables permiten determinar el límite de atenuación y las condiciones de temperatura condicionar a dicha característica (ya que cada enzima acciona en el desdoblamiento del almidón a azúcares en la producción etanol,  $CO_2$ ).

### 4.3 Análisis de aceptabilidad del producto final.

Los resultados de los análisis respecto al color, olor, sabor y turbidez se muestran a continuación:

#### 4.3.1 Olor

En la Figura 26 se muestran los tratamientos evaluados sensorialmente en cuanto al olor.

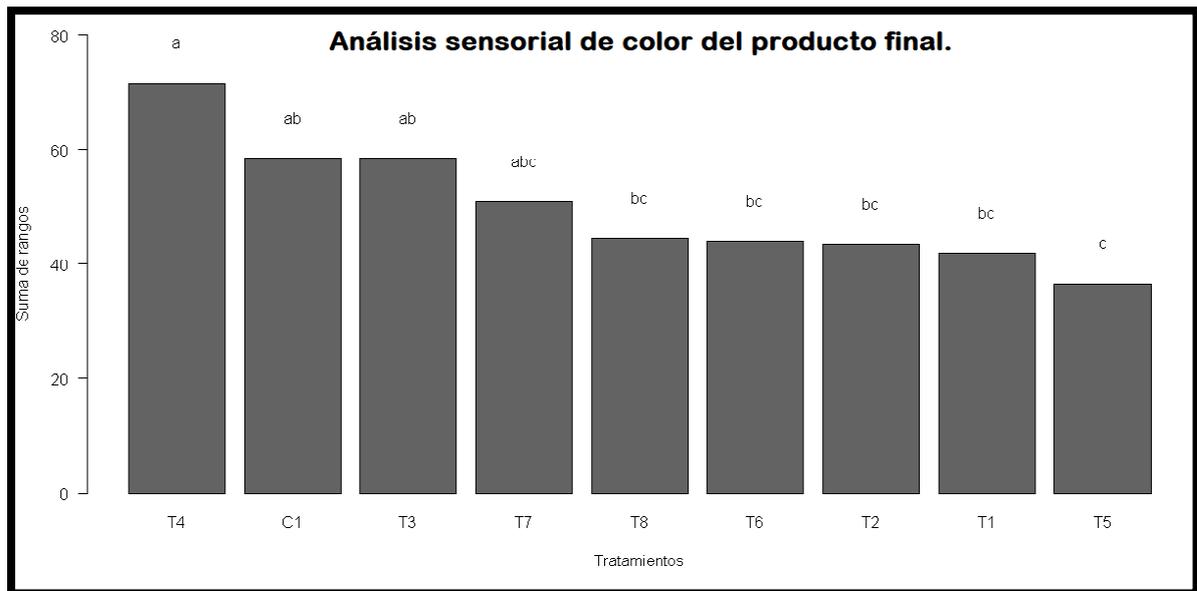


**Figura 26.** Aceptabilidad sensorial de Olor del producto final.

La evaluación del atributo de olor no mostro diferencia significativa en la mayoría de tratamientos para  $p < 0.05$ , esto puede ser causado a que en todos se utilizaron la misma variedad de lúpulo y malta que son los que más influirían en esta variable y la variabilidad del valor dependería al nivel de sensibilidad en el olfato del catador. Según Chávez (2019) el olor de la cerveza es influenciado por múltiples factores, como a la utilización de la malta (variedad, características, etc.), lúpulo o proceso, depende de los alcoholes y ésteres que se forman en el proceso de fermentación, también a los ácidos alfa del lúpulo, pese a ello hay que añadir que algunos funcionan conjuntamente, lo cual podría producir una variación no solo en el aroma sino en todos sus aspectos (sabor, color, etc.).

#### 4.3.2 Análisis de color

El color se cuantificó basándose de la tabla de escala de colores SRM que tuvo como finalidad identificar el color de cada uno de los tratamientos, en la Figura 27 se muestran los resultados.

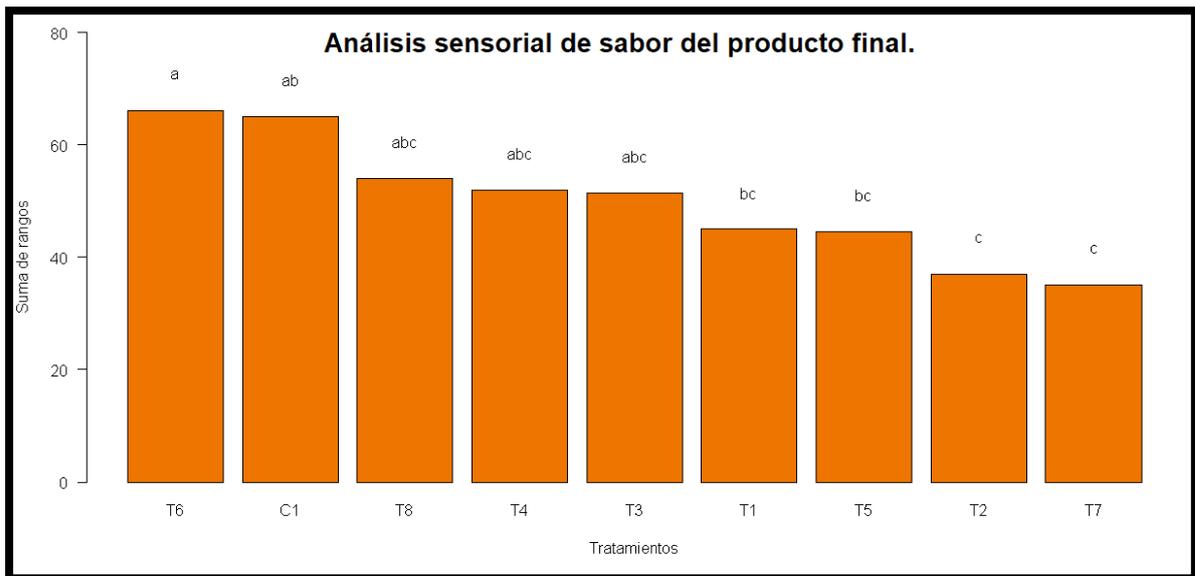


**Figura 27.** Análisis sensorial de color del producto final.

Se puede observar que el T4, T3 y T7 no presentaron diferencias significativas para el  $p < 0.05$  y alcanzaron la mayor puntuación para el color según la escala establecida en la metodología, esto tiene una estrecha relación con la temperatura de fermentación ( $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), tomando en cuenta que el color proviene de una reacción de Maillard, producto del calentamiento e interacción de los aminoácidos con hidratos de carbono, aldehídos y cetonas, brindando melanoidinas que son los que brindan el color, donde la de mayor aceptación para este atributo estuvo reflejado en el número 38 según la escala SRM (Anexo 3) lo que corresponde a un tipo de cerveza oscuro con coloración marrón a negro. En estudios de (Cadeño & Mendoza , 2016) argumentan que el color es variable y depende de las materias primas, estilo y en mayor grado la cantidad de malta tostada y a la temperatura utilizada en el proceso de transformación.

### 4.3.3 Análisis de Sabor

Los resultados del análisis sensorial de sabor se pueden observar en la Figura 28.



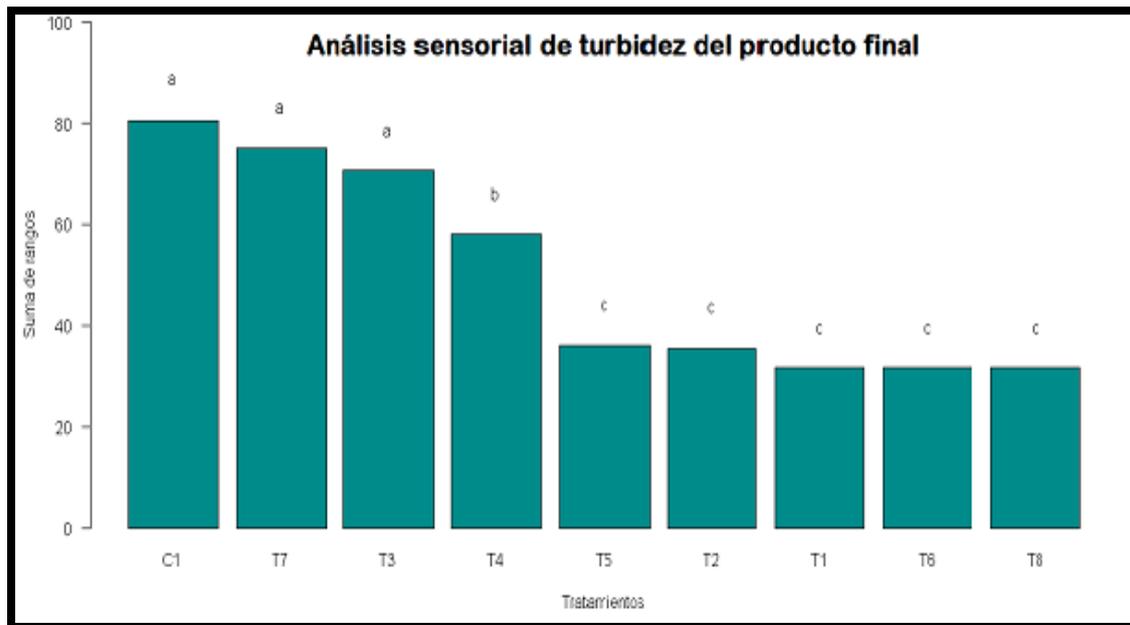
**Figura 28.** Análisis sensorial de sabor del producto final.

Los tratamientos T6, T8, T4 y T3 presentaron la mejor puntuación y no presentaron diferencias significativas para un  $p < 0.05$ , todos tienen como preferencia el sabor a chocolate, esto puede ser debido a la presencia de malta tostada (Carafa 1 Chocolate) pero de estos los 3 que presentaron mejor puntuación coinciden en que contienen miel multifloral.

Según Ramos (2017) la cerveza contiene una gran variedad de sabores, la cual pueden ir desde amargos que depende de la cantidad y calidad de lúpulo, hasta dulces que puede influir debido a la menor o mayor presencia de malta tostada.

#### 4.3.4 Análisis de turbidez

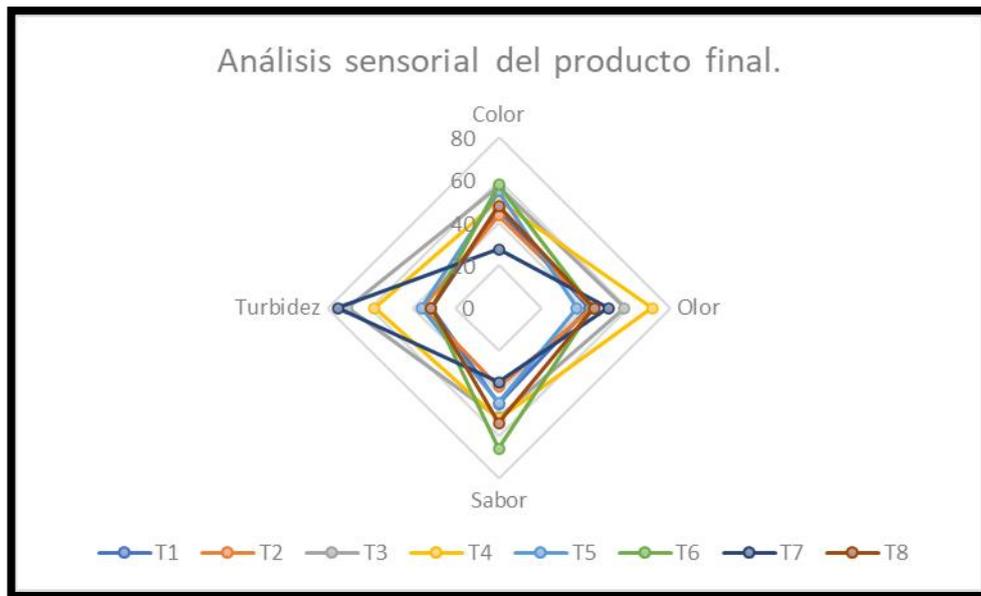
El aspecto es el primer atributo que percibe el consumidor, en la Figura 29 indica la evaluación de turbidez del producto final en cada tratamiento, se utilizó C1 como referencia.



**Figura 29.** Análisis sensorial de turbidez del producto final

Dentro del umbral los tratamientos T7 y T3 no presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) con respecto a C1, estos tratamientos alcanzaron mayor puntuación ya que presentaron menor turbidez (preferencia de la bebida). La turbidez de la cerveza proviene principalmente de la malta y los lúpulos debido a la formación de complejos proteína - polifenoles (taninos) que llevan a la formación de partículas coloidales, sin embargo, esto puede ser también debido a la temperatura del proceso de fermentación a 24 °C donde se degradan con mayor facilidad los componentes disueltos por la acción de las levaduras, las cuales llegarían a la fase estacionaria más rápido y pudieran precipitar con mayor rapidez, disminuyendo así la turbidez. De acuerdo con lo planteado por Pacheco (2017) la cerveza artesanal es ligeramente turbia, tomando en cuenta que no se filtra y también depende del proceso de fermentación si se logra completar.

En la Figura 30 se encuentran graficadas las cuatro variables evaluadas en el análisis sensorial aplicado al producto final.



**Figura 30.** Análisis sensorial del producto final.

La figura 30 indica los resultados de los análisis sensoriales realizados al producto final, donde está representado con diferentes colores cada uno de los tratamientos según los resultados de catación de la cerveza artesanal, considerando que el T4 tiene mayor aceptabilidad que los otros tratamientos, las características de este tratamiento es: elaborada con 5% de malta tostada y miel multifloral y el proceso de fermentación se estableció a 24 °C lo que permite que la cerveza tenga olor agradable, color y presencia aceptable, siendo preferida por los consumidores.

#### **4.4 Análisis del costo de producción del proceso de obtención de cerveza artesanal con dos tipos de miel**

A continuación en la tabla 24 se presenta los resultados obtenidos del sistema de costos por proceso donde se muestran los elementos de la técnica aplicada en el costo y los subprocesos inmersos dentro del mismo análisis, se consideraron las dos materias primas (Miel monofloral y multifloral) para elaborar los respectivos supuestos del modelo (Materia prima directa, CIF, otro), asimismo se identificó el flujo de información que alimenta a la metodología en base al flujograma de procesos (Anexo 1) y flujo másico del producto (Anexo 2) con valores obtenidos finales a 15 litros, se asumió la acumulación de costos de manufacturación por departamento; tomando en cuenta cero en inventarios iniciales y finales de producción, es decir, se consideró que todas las unidades se comienzan y terminan por

completo durante el periodo, transfiriendo los costos del uno hacia el otro y asignando gastos al trabajo productivo de manufactura.

**Tabla 24.** Sistema financiero del proceso de fabricación de cerveza

<b>Elementos del sistema de costos</b>	<b>Cerveza con Miel monofloral</b>	<b>Cerveza con Miel multifloral</b>
MPD	\$ 14.73	\$ 14.42
MOD	\$ 11.25	\$ 10.50
CIF	\$ 11.32	\$ 11.27
Gastos Operativos	\$ 2.20	\$ 1.89
Costos de producción	\$ 37.31	\$ 36.19
Costos de conversión	\$ 22.57	\$ 21.77
<b>Costo total</b>	<b>\$ 39.51</b>	<b>\$ 38.08</b>

Nota: \*MPD: Materia prima directa,  
\*MOD: Mano de obra directa,  
\*CIF: Costos indirectos de fabricación.

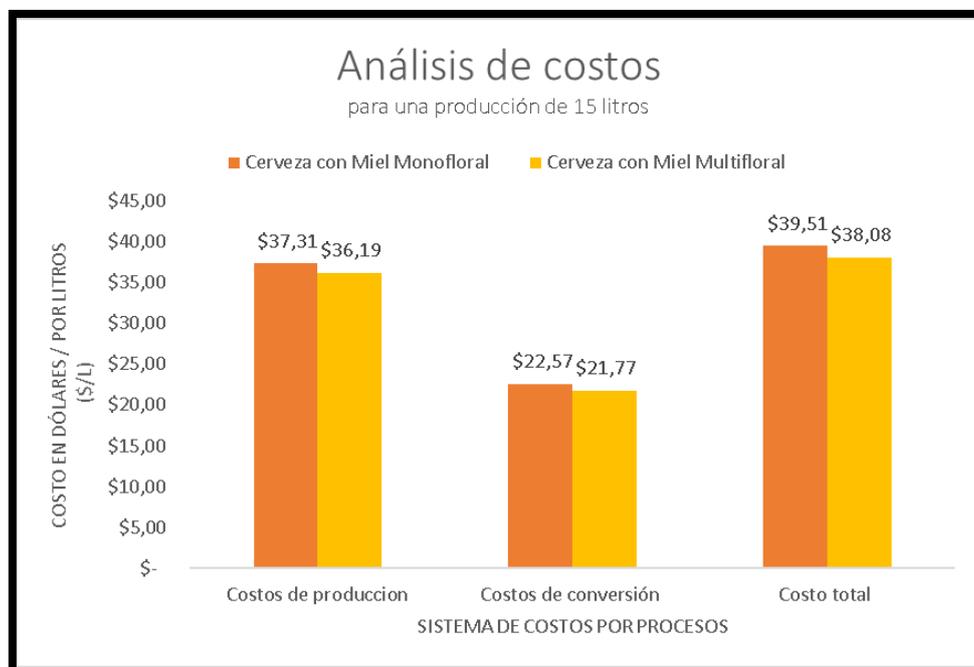
Los resultados se tabularon en base a 15 litros de producción durante un supuesto periodo de producción, el costo unitario se trabajó con relación a la presentación del envase de botella de 600 ml, Tabla 25.

**Tabla 25.** Determinación del costo unitario

<b>Descripción</b>	<b>Elementos monofloral</b>	<b>Elementos multifloral</b>
<b>Litros obtenidos</b>	15	15
<b>Botellas 600 ml.</b>	25	25
<b>Costo por botella de 600 ml. en dólares</b>	<b>\$ 1.58</b>	<b>\$ 1.52</b>

Sin embargo, según los resultados obtenidos se puede apreciar una ligera variación dentro del análisis financiero (Tabla 25), ya que si bien las diferencias no son significativas dentro del contexto entre los dos productos (por diferencia menor a un dólar), de acuerdo con Pio & Martin (2017) esa mínima diferencia en volúmenes de producción y ventas resulta significativa al final del periodo contable (utilidad y rentabilidad). Al respecto, los investigadores aseguran que si bien la industria es muy dinámica cuando se trata de hablar de números, se debe considerar ciertos factores que inciden directamente en la rentabilidad de esta como: horas hombre, porcentaje de mermas, materias primas e insumos, CIF (costos indirectos en la fabricación), gastos administrativos u otros, los mismos que deberán cumplir con el principio de contabilidad y contrastes en estudios de costos.

Considerando lo antes mencionado, la figura 32 muestra el estado de costos en síntesis de influencia dentro del proceso, presentando de esta manera un informe que relata todo el movimiento económico ocurrido hasta el producto final y su incidencia en el costo unitario.



**Figura 31.** Análisis de costos en la fabricación de cerveza artesanal

De lo anterior, se puede apreciar que la miel monofloral presenta mayores costos que la multifloral (figura 31), esto de acuerdo con el análisis económico se debe intrínsecamente al valor de este insumo y la variabilidad de gastos del resto de componente, ya que si bien los costos se asemejan en los otros elementos (Mano de obra o CIF).

No obstante, es importante señalar en este punto que, si bien las diferencias encontradas se describen claramente, se consideraría producir cerveza con miel multifloral por la rentabilidad que podría generar y aceptación desde el punto de vista organoléptico alcanzado por los consumidores.

# CAPÍTULO V

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones.

- Las técnicas de determinación de contenido de humedad, acidez, pH y conductividad eléctrica garantizan la identificación fisicoquímica de las mieles monofloral y multifloral, no siendo así para el contenido de azúcares donde no existe diferencias entre las mieles, este último avala que pueden ser utilizadas como aporte de fuente de carbono en los procesos de fermentación.
- Los parámetros de fermentación para tener una cerveza artesanal con base de miel son: malta tostada 5% (m/v), miel multifloral y temperatura de fermentación a 24 °C.
- La sustitución de fuente de carbono de cebada por miel de abeja no altera los costos de producción de la cerveza artesanal, los cuales son competitivos en este mercado.
- Se acepta la hipótesis alternativa donde el tipo de miel influye en el proceso de fermentación de la malta, las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto final.

## **5.2 Recomendaciones.**

- Analizar factibilidad técnico-económica a escala industrial.
- Realizar análisis de componentes funcionales y nutraceúticos en el producto final con base de miel (cerveza artesanal).

## Bibliografía

- Adorno, L. (2016). *Química Cotidiana*. Obtenido de Químicas: <https://iquimicas.com/formula-quimica-de-la-miel-la-quimica-detras-de-la-fabricacion-de-la-miel-de-abeja/>
- Aguilar, P. (2019). *Alimentos nutricionales*. Obtenido de Alimentos: <https://alimentos.org.es/miel>
- Ahmad, S. (2018). Rol de la miel como medicina. *Medicina naturista*, 13(1), 1-3. Obtenido de Rol de la miel en la medicina moderna.
- Albert, S. (2012). *Fabricación de cerveza artesanal: el agua en las propiedades organolépticas*. Obtenido de Verema: <https://www.verema.com/blog/cervezas/1038750-fabricacion-cerveza-artesanal-agua-propiedades-organolepticas>
- Alegría, N., & Oporta, F. (2019). *Beneficios medicinales y ambientales que contribuye a la producción de la miel de abeja (Tesis de pregrado)*. Nicaragua: Universidad Centroamericana.
- Anzueto, F. (2019). *Efecto de la miel de abeja en las características fisicoquímicas (Tesis de pregrado)*. Honduras: Zamorano.
- Arévalo, S. (2016). *Optimización de la producción del agente de biocontrol en cerveza*. Obtenido de Cerveza: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8389/TSMAC1de3.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arias, G. (1991). *Calidad industrial de la cebada cervecera*. Obtenido de Cerveza artesana: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2919/1/111219220807120028.pdf>
- Asencio, R. (2017). *Miel- Determinación de la acidez (Tesis de pregrado)*. República Dominicana: Instituto Dominicano para la Calidad.
- Asensio, Á. (2019). *Diseño de un macerado e implementaciones complementarias en una fábrica de cerveza (Tesis de pregrado)*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Ávila. (2015). *Cerveza y sus tipos por fermentación*. Obtenido de Cerveza artesanal: <https://pubelancla.es/la-cerveza-y-sus-tipos/>

- Avila, S. (2018). *Caracterización de la miel de abeja en la provincia de Imbabura (Tesis de pregrado)*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Barrado, J. (2016). *Tipos de cerveza por su fermentación*. Obtenido de Cultura Cervecera: <https://cervecera independiente.com/cultura-cervecera/tipos-de-cerveza-por-su-fermentacion/#:~:text=Dependiendo%20del%20tipo%20de%20levadura,y%20cervezas%20de%20fermentaci%C3%B3n%20espont%C3%A1nea>.
- Barragan, E. (2015). *Importancia de pH en la cerveza*. Obtenido de Hanna Instrument : <https://www.hannacolombia.com/blog/post/209/ph-cerveza-y-usted-la-importancia-del-ph-en-la-elaboracion-cerveza>
- Bonvehí, J. S. (2007). Estudio de la composición y características físico-químicas del polen de abejas. *Dialnet*, 63-67.
- Borja , S. (2018). *Plan de negocio de una fábrica de cerveza artesana (Tesis de pregrado)*. Madrid: Escuela Técnica superior de Ingenieros Industriales.
- Bugnar, M. (2019). *Producción de malta tipo Pilsen a partir de cebada cervecera (Tesis de pregrado)*. Montevideo: Repositorio Institucional Abierto.
- Cabrera, J. (2018). La cerveza artesanal y sus beneficios. *RIOS*, 32-34. Obtenido de Cerveza Premium Mexicana: <https://cervezarios.com/articulos/la-cerveza-artesanal-y-sus-beneficios-para-la-salud/>
- Cadeño, G., & Mendoza , J. (2016). *Evaluación fisicoquímica y sensorial de la cerveza artesanal (Tesis de pregrado)*. Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí.
- Caffaratti, S. (2017). *Somos Cerveceros*. Obtenido de Malteado y tostado: <http://somoscerveceros.com/2011/03/01/malteado-y-tostado/>
- Calatayud, R. (2019). *Propiedades fisicoquímicas de las mieles*. Obtenido de Riunet: <https://riunet.upv.es/handle/10251/127009>
- Calderón, J. (2017). *El Blog del Cerveceros*. Obtenido de Verema: <https://www.verema.com/blog/el-blog-del-cerveceros/>
- Carbó, N. (2019). *Comportamiento en mieles monoflorales y multiflorales*. València: Universidad Politécnica de València.

- Carretero , F. (2016). *Innovación Tecnológica en la Industria de bebidas*. Obtenido de Bebidas alcohólicas:  
[https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/4867/03\\_Memoria.pdf?sequence=4](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/4867/03_Memoria.pdf?sequence=4)
- Carvajal , L., & Insuasti, M. (2016). *Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada y yuca (Tesis de pregrado)*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Castillo , C. (2019). *Diseño del proceso productivo de cerveza artesanal de miel para la empresa D´calidad (Tesis de pregrado)*. Piura: Universidad de Piura.
- Cervecería Nacional. (2016). *La guerra de la cerveza*. Obtenido de Plan V:  
<https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/la-guerra-la-cerveza>
- Chavez, J. (2019). *Desarrollo de un estilo de cerveza artesanal Weissbier “ideal”, mediante caracterización sensorial por método cata y pruebas fisicoquímicas y microbiológicas en tres formulaciones (Tesis de pregrado)*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- COMERCIO. (2015). Altos impuestos a importaciones impulsan cervecerías artesanales en Ecuador. *EL COMERCIO*, págs. 1-2.
- Contreras , R. (2015). Biorreactores. *La guía*, págs. 1-2. Obtenido de Biología:  
<https://biologia.laguia2000.com/biotecnologia/que-es-un-biorreactor>
- Contreras, N. (2016). Calidad Físicoquímica de la miel de abeja. *Investigación y Amazonía*, 60-68. Obtenido de de  
<http://revistas.unas.edu.pe/index.php/revia/article/viewFile/133/117>
- Coronel, B. (2015). *Caracterización bromatológica del polen apícola (Tesis de pregrado)*. Argentina: Universidad Nacional de Entre Ríos.
- Cruz, M. (2020). Revista Cultural de Nuestra América. *Proquest*, 38-39. Obtenido de Revista Cultural de Nuestras América:  
<https://search.proquest.com/openview/8908173a601c433a824212eb3338e05e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=40149>
- Díaz , C. (2012). Determinación de fibra dietaria en polen apícola. *Vitae*, 455. Obtenido de Vitae: <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914143.pdf>

- Díaz , D. (2018). *Elaboración de cerveza artesanal tipo ale, a partir de malta preparada con amaranto y otros cereales (Tesis de pregrado)*. Quito: Universidad de las Américas.
- Díaz, A. (2019). *Influencia de condiciones sobre la calidad fisicoquímica y biológica de la miel (Tesis doctoral)*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- Donald, A. (2019). *Análisis de los procesos de elaboración cerveza artesanal en la microempresa Samba (Tesis de pregrado)*. Milagro: Universidad Estatal de Milagro.
- ECURED. (2019). *Miel de abeja* . Obtenido de ECURED: <https://www.ecured.cu/Miel>
- El Cervecerero. (2020). Cómo catar cerveza artesanal. *Hacer Cerveza Artesanal*, 1-6. Obtenido de <https://hacercervezaartesanal.com/como-catar-cerveza/>
- El Comercio. (2014). *Ecuador ocupa el noveno puesto regional en consumo de alcohol, según la OMS*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/tendencias/ecuador-ocupa-noveno-puesto-regional.html>
- EL METRO. (2013). Importaciones de bebidas. *Nueva mujer*, págs. 1-3. Obtenido de <https://www.nuevamujer.com/gourmet/2013/01/03/cervezas-con-miel.html>
- El Telégrafo. (2017). *Alcohol, el primer invitado en las reuniones sociales*, pág. 2.
- Escalante, J. L. (2018). *Miel: propiedades, beneficios y valor nutricional*. Obtenido de LAVANGUARDIA: <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20181107/452751289259/miel-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>
- Espinosa, K. (2018). *El país produce más cebada y cada vez mejor cerveza*. Obtenido de Gestión Digital: <https://revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/el-pais-produce-mas-cebada-y-cada-vez-mejor-cerveza>
- FAO. (2005). *La apicultura y los medios de vida sostenibles*. Obtenido de La apicultura: <http://www.fao.org/3/y5110s/y5110s05.htm#TopOfPage>
- Fattori, S. (2014). *La miel y sus propiedades, composición y análisis fisicoquímico*. Obtenido de Apimondia : [https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/la\\_miel\\_propiedades\\_composicion\\_y\\_analisis\\_fisico-quimico.pdf](https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/la_miel_propiedades_composicion_y_analisis_fisico-quimico.pdf)

- Fernandez, J. (2019). *Colores de la cerveza* . Obtenido de Cerveza Artesana: <https://www.cervezartesana.es/blog/post/el-color-de-la-cerveza-y-la-dictadura-del-color.html>
- Freixes, S. (2018). *Proceso de elaboración de la cerveza artesana*. Obtenido de LAROUSSE: <https://blog.larousse.es/el-proceso-de-elaboracion-de-la-cerveza-artesana-paso-a-paso/>
- Fuentes , A., & Fuentes , E. (2016). *Obtención de cerveza artesanal tipo ale oscura utilizando un equipo biorreactor de nivel piloto (Tesis pregrado)*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- García , J. (2018). *La turbidez de la cerveza: qué la provoca y cómo se puede solucionar*. Obtenido de Cerveza Artesana: <https://www.cervezartesana.es/blog/post/la-turbidez-de-la-cerveza-que-la-provoca-y-como-se-puede-solucionar.html>
- Gigliarelli, P. (2019). Tecnología para cerveceros y malteros. *New technologies*, 1-4.
- Goestchel, L. (2019). *Determinación de la calidad físico-química de la miel de abeja (Tesis de pregrado)*. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial.
- González , M. (2017). *Principios de Elaboración de Cerveza Artesanal*. Morrisville: Lulu Enterprices.
- Gonzales , P. (2017). *Apicultura*. Obtenido de Centro de Servicios Empresarial Apícola: <https://ceseapicolasp.weebly.com/cese-apiacutecola.html>
- Gonzales, k. (2018). *zoovetesmipasion*. Obtenido de La apicultura: <https://zoovetesmipasion.com/apicultura/la-apicultura-las-abejas-la-miel/>
- Gonzales, M. (2017). *Principios de elaboración de cerveza artesanal*. Carolina del Norte: Coyright.
- Gonzales, M. (2017). Principios de elaboración de las Cervezas Artesanales. En M. R. G., *Principios de elaboración de las Cervezas Artesanales* (págs. 10-40). North Carolina: Coynght. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=0COaDgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=proceso+de+cerveza+artesanal&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwimzkbzkiNvhAhUBC6wKHSrZCdgQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=true>

- Guerra, R. (2003). *La elaboración experimental de cerveza prehistórica*. Obtenido de Portal de revistas electrónicas UAM : <https://revistas.uam.es/index.php/argexp/article/view/5779/6228>
- Guevara, R. (2019). *Desarrollo de una cerveza artesanal American Pale Ale utilizando como malta base sorgo y endulzada con miel de abeja ( Tesis de pregrado)*. Honduras: Zamorano.
- Guzmán, F. (2020). *Valoración y uso de una nueva variedad de cebada para elaborar cerveza artesanal*. Obtenido de Ingeniería agrícola y biosistemas: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-40262019000100081&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-40262019000100081&script=sci_arttext)
- Hanna. (2014). *Hanna Instruments*. Obtenido de Importancia de la temperatura en la elaboración de cerveza artesanal: <https://www.hannacolombia.com/blog/post/295/la-importancia-la-temperatura-en-la-elaboracion-cerveza#:~:text=Durante%20todo%20el%20proceso%20de,sea%20consistente%20en%20el%20sabor.&text=Existe%20un%20rango%20de%20temperatura,la%20duraza%20de%20la%20levadur>
- Hernan, L. (2018). *Procesos de elaboración de cerveza artesanal*. Obtenido de Cerveza Artesanal : [https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-623287697-ollas-de-acero-inoxidable-cerveza-artesanal-\\_JM#D\[S:VIP,L:SELLER\\_ITEMS,V:6\]](https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-623287697-ollas-de-acero-inoxidable-cerveza-artesanal-_JM#D[S:VIP,L:SELLER_ITEMS,V:6])
- Huidobro, J. (2018). Composición del polen apícola. *Vida Apícola*, 1-6. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Jesus\\_Simal-Lozano/publication/235423754\\_Composicion\\_Del\\_Polen\\_Apicola/links/02bfe51385ea27bf43000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jesus_Simal-Lozano/publication/235423754_Composicion_Del_Polen_Apicola/links/02bfe51385ea27bf43000000.pdf)
- Inajora, S. (2019). El mundo de las cervezas. En S. &. Inaraja, *El mundo de las cervezas* (págs. 1-9). Sevilla: Heineken España S.A.
- INAMHI. (2020). *Boletín Climatológico Mensual*. Obtenido de Boletín Climatológico Mensual: [http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol\\_men.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_men.pdf)

- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *Bebidas alcohólicas, cerveza*. Obtenido de Norma Técnica Ecuatoriana: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_2262-1.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2262-1.pdf)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2016). *Norma Técnica Ecuatoriana 1572*. Obtenido de Registro oficial: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_1572-1.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1572-1.pdf)
- Jacobo, O. (2019). *La cerveza, un alimento con propiedades funcionales*. Obtenido de Libro blanco de la agricultura y el desarrollo rural: [http://rafael.delrosal.com/sites/default/files/field/files/cerveza\\_propiedades.pdf](http://rafael.delrosal.com/sites/default/files/field/files/cerveza_propiedades.pdf)
- Jaramillo, P. (2016). Cervezas artesanales, un mercado que emerge bien. *Revista Gestión*, 1-3.
- Jimenez, A. (2018). *Proceso de Producción de biomasa hidrolizada a partir de levadura (Saccharomyces Cerevisiae) (Tesis de pregrado)*. Bogotá: Los Libertadores.
- Kemp, S., Hollowood, T., & Hort, J. (2011). *Sensory evaluation: a practical handbook*. New York: John Wiley & Sons.
- Kyle, R. (2015). Cómo hacer cerveza. En R. Kyle, *Guía para principiantes* (págs. 1-7). Córdoba: Babel Cube Books.
- Lara, J. (2013). *Biorreactores*. Obtenido de Tipos de biorreactores: <http://biofermt.blogspot.com/2013/11/la-entrada-de-los-tipos-de.html>
- Latham, M. (2002). *Nutrición humana en el mundo en desarrollo*. Roma: Latham. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0u.htm>
- Lazo, F. (2017). *Estudio de la calidad de miel de abeja*. Obtenido de Semantic: <https://pdfs.semanticscholar.org/a6db/793ac100747939a53721676437c716acf750.pdf>
- León, J. (2019). *Grado alcohólico de la cerveza*. Obtenido de Coctelería : <https://www.cocteleria.com.mx/blog/bartender/grados-alcohol-cerveza/>
- López, Á. (2002). Biotecnología alimentaria. En L.-M. A., *Biotecnología alimentaria* (págs. 263-312). México: Limusa.

- López, A. (2019). *Diseño de la automatización del proceso de fermentación en una cerveza artesanal (Tesis de pregrado)*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Loviso, C., & Libkind, D. (2019). Síntesis y regulación Delaware los compuestos del aroma y sabor derivados Delaware la levadura en la cerveza y alcoholes superiores. *Revista Argentina de Microbiología*, 388-389.
- Luján, M.. (2010). *Control automático con lógica difusa de la producción de cerveza artesanal en las etapas de maceración y cocción (Tesis de pregrado)*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Maldonado, M. (2016). *Estudio de las propiedades físico-químicas y biológicas en cinco mieles de abeja distribuidas en la red de supermercados des Distrito Metropolitano de Quito (Tesis de pregrado)*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- Mannino, S. (2014). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y funcionales del polen apícola colombiano. *MVZ Córdoba*, 19(1), 12.
- Maradiaga, D. (2016). Análisis Físicoquímico de la miel de abeja clase II. *Miel de abeja*, 1-5. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1074/1/AGI-2005-T016.pdf>
- Marquéz, A. (2007). *Elaboración y evaluación de un producto con harina de cebada (Tesis pregrado)*. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Mencia, G., & Pérez, R. (2016). *Desarrollo de cerveza artesanal ale y lager con malta de maíz (Zea mays), cebada (Hordeum vulgare), carbonatada con azúcar y miel de abeja (Tesis pregrado)*. Honduras: Zamorano.
- Mendoza, A. (2017). *Tipos de cerveza según su fermentación*. Obtenido de La Ola : <https://www.laolabrewing.com/tipos-de-cerveza-segun-su-fermentacion/>
- Mendoza, J. C. (2019). *Maltas, lúpulos y cebada tostada*. Obtenido de Cocinista: <https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/maltas-y-lupulos/cebada-tostada.html#:~:text=La%20cebada%20tostada%20es%20simplemente,antes%20de%20secarlo%20y%20tostarlo.&text=En%20cambio%20los%20az%C3%BAcares%20fermentables,con%20alg%C3%BAn%20tipo>
- Moncayo, L. (2017). *Proceso cervecero*. Obtenido de Cervezas.Info: <https://www.cervezas.info/proceso-cervecero/elaboracion-en-casa/macerado>

- Montserrat, P. (2013). Esquema de un biorreactor. *Operaciones unitarias*, <https://sites.google.com/site/operacionesunitariasia/paulina-montserrat-pinedo-ruvalcaba/unidad-ii>.
- Morales , A. (2014). *CERVEZA ARTESANA*. Obtenido de Factor clave para elaborar cerveza: <https://www.cervezartesana.es/blog/post/el-ph-factor-clave-para-elaborar-cerveza.html>
- Moreira, D. (2018). *Calidad Físico química de la cerveza (Tesis de pregrado)*. Calceta: Universidad Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
- Moreno, G. (2016). *Diseño de biorreactores* . Obtenido de Diseño de biorreactores y enzimología: [https://books.google.com.ec/books?id=pPHhYoWltK8C&pg=PA75&dq=BIORREACTOR&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiO\\_fzHz9\\_hAhVxkuAKHRL3D6MQ6AEIKDAA#v=onepage&q=BIORREACTOR&f=true](https://books.google.com.ec/books?id=pPHhYoWltK8C&pg=PA75&dq=BIORREACTOR&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiO_fzHz9_hAhVxkuAKHRL3D6MQ6AEIKDAA#v=onepage&q=BIORREACTOR&f=true)
- Moscoso, E. (2019). *Efectos en la miel de abeja en la carbonatación natural en la cerveza artesanal a partir de cebada y quinoa (Tesis de pregrado)*. Quito: Universidad de las Américas.
- Moya, V. (2019). *Evaluación de los descriptores organolépticos de subproductos producidos durante la fermentación alcohólica de la cerveza*. Obtenido de X Congreso Ibérico de Agroingeniería: <https://zaguan.unizar.es/record/84474/files/3432.pdf>
- Muñoz, M. (2020). *Diagrama de causa efecto para corregir la demora en la importación de la cebada por parte de la empresa Vikingos Villaseñor (Exámen complejo pregrado)*. Machala: Universidad Técnica de Machala.
- Najar, A. (2015). *¿Cómo llegó México a ser el primer exportador mundial de cerveza?* Obtenido de Mundo de noticias: [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150624\\_mexico\\_cerveza\\_primer\\_exportador\\_mund](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150624_mexico_cerveza_primer_exportador_mund)
- Nava , F. (2019). Análisis Palinológico de mieles Apis mellifera L. *Semantic Scholar*, 87-90. Obtenido de Instituto Politécnico Nacional:

<https://pdfs.semanticscholar.org/8e90/9fb05112e1c5f16bfb0d948cb3a788be0742.pdf>

Navarrete, J. (2015). *Ingredientes de la cerveza artesana*. Obtenido de Cerveza Artesana: <https://www.cervezartesana.es/blog/post/los-ingredientes-de-la-cerveza-artesana.html>

Navarro, S. (2015). Evolución de residuos de plaguicidas desde el lúpulo (*humulus lupulus* L.) a la cerveza. *Dialnet*, 26. Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1233305>

Nolivos, T. (2015). *Elaboración de cerveza artesanal (Tesis de pregrado)*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas.

Noriega, J. (2007). *Fermentación alcohólica*. Obtenido de ECURED: [https://www.ecured.cu/Fermentaci%C3%B3n\\_alcoh%C3%B3lica](https://www.ecured.cu/Fermentaci%C3%B3n_alcoh%C3%B3lica)

Núñez, J. (2014). *La industria en el Ecuador*. Obtenido de Emaze presentations: <https://www.emaze.com/@AWCRLLLQ>

Odd, C. (2019). *Tipos de cerveza*. Obtenido de Pinterest: <https://www.pinterest.com/pin/858428378944218710/>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. (1 de noviembre de 1999). *Comisión del codex alimentarius*. Obtenido de Organización mundial de la salud: [http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCS/ccs7/S00\\_03s.pdf](http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCS/ccs7/S00_03s.pdf)

Orozco, J. (2016). *La contabilidad de costos*. Obtenido de Costos de producción: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60366171/LA\\_CONTABILIDAD\\_DE\\_COSTOS20190822-83932-1nww9in.pdf?1566494273=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLA\\_CONTABILIDAD\\_DE\\_COSTOS.pdf&Expires=1595640936&Signature=VqeLtCJc~nB2tWLSDUjeshBbZ~xkb9gnbpT](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60366171/LA_CONTABILIDAD_DE_COSTOS20190822-83932-1nww9in.pdf?1566494273=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLA_CONTABILIDAD_DE_COSTOS.pdf&Expires=1595640936&Signature=VqeLtCJc~nB2tWLSDUjeshBbZ~xkb9gnbpT)

Pacheco, V. (2017). *Análisis de comercialización de cerveza artesanal sabor a miel (Tesis de pregrado)*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.

Paez, R. (2018). *Fermentación de la miel de abeja*. Obtenido de imiel.co : <http://imiel.co/la-fermentacion-de-la-miel-de-abejas>

Palacios, P. (2014). Productos de la colmena recolectados y procesados por las abejas: Miel, polen y propóleos. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 2-6.

Obtenido de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-04772004000200006&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-04772004000200006&script=sci_arttext&tlng=pt)

- Pérez, A. (2018). *Caracterización de la composición y calidad fisicoquímicas de las mieles de abeja (Tesis de pregrado)*. Sincelejo: Universidad de Sucre.
- Pérez, R., & Mencia, G. (2016). *Desarrollo de cerveza artesanal (Tesis de pregrado)*. Honduras: Zamorano.
- Picón, M. (2020). *Análisis fisicoquímicos para el control de calidad en la producción de cerveza*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Pineda, E. (2019). Determinantes físicoquímicos de la calidad de la miel: una revisión bibliográfica. *Pontificia Universidad JAVERIANA*, 16(83), 1-6. Obtenido de <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/desarrolloRural/article/view/23193>
- Pino, V. (2019). *Cerveza Artesanal*. Obtenido de Guía definitiva de la malta: <https://www.cervezartesana.es/blog/post/la-guia-definitiva-de-la-malta.html>
- Pio, L., & Martin, L. (2017). *Aplicación de los costos de producción y su incidencia en la rentabilidad de la empresa SIMFER EIRL (Tesis de pregrado)*. Huánuco: Universidad Huánuco.
- Pita, R. (2019). *Producción artesanal de miel de abeja (Tesis de pregrado)*. La Libertad: Universidad Estatal Península Santa Elena.
- Preciado , M. (2019). *Elaboración y comercialización de cerveza artesanal "FLUMINENSE" (Tesis de pregrado)*. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Pujota, F. (2020). *Beneficios de la miel de abeja*. Obtenido de ECOCOLMENA: <https://ecocolmena.com/beneficios-y-propiedades-de-la-miel-natural-de-las-abejas/>
- Quicaño, P. F. (2017). *Análisis de la comercialización de cerveza artesanal (Tesis de pregrado)*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín. Recuperado el 08 de abril de 2019
- Quinteros, S., & Bruschini, M. (2020). *Planta automatizada de fabricación de cerveza (Tesis de pregrado)*. Costa Rica: Universidad Tecnológica Nacional.
- Ramos , E. (2019). *Determinación de coliformes fecales en la miel de abeja (Tesis de pregrado)*. Quito: Universidad Central del Ecuador.

- Ramos, I. (2017). *Elaboración, caracterización y aceptabilidad de cerveza artesanal (Tesis de pregrado)*. Puno: Universidad Nacional del Antiplano.
- Rivera, E. (2016). *Tipos de cerveza*. Obtenido de Mega Mundo Estrella Galicia: <https://mundoestrellagalicia.es/tipos-de-cervezas/>
- Rodríguez, J., & Villalomos, A. (2019). *Evaluación de la harina de batata como adjunto de la malta de cebada, en la fermentación de la cerveza tipo Ale (Tesis de pregrado)*. Sincelejo: Universidad de Sucre.
- Rodríguez, R. (2010). La miel de abeja y su importancia. *ARAMARA*, 12-15.
- Rojas, R. (2017). *Sistema de costos*. Colombia: Sede Manizales.
- Romero, C. (2019). *Miel de México una de las mejores del mundo*. Obtenido de Azul Natour : <https://www.azul-natour.com/miel-de-mexico-una-de-las-mejores-del-mundo/>
- Ruiz, B. (2015). *Caracterización físico-química y microbiológica de la miel de abeja de cinco departamentos de Honduras (Tesis de pregrado)*. Honduras: Zamorano.
- Ruiz, S. (2015). *Características físicas, químicas y microbiológicas de la cerveza*. Obtenido de Especialista en cerveza: [https://www.especialistaencerveza.com/wp-content/uploads/2014/07/caracteristicas\\_fisicas.pdf](https://www.especialistaencerveza.com/wp-content/uploads/2014/07/caracteristicas_fisicas.pdf)
- Saavedra, H. (2019). *Evaluación fisicoquímica y recuento de microorganismos de la miel de abeja (Tesis de pregrado)*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Saint-Denis, C. (2018). *Consumer and Sensory Evaluation Techniques: How to Sense Successful Products*. New York: John Wiley & Sons Ltd.
- Salazar, C. (2012). Cuantificación de vitaminas en muestras comerciales de polen apícola. *Vitae*, 358-359.
- Sánchez, B. (2014). *Conceptos de costos y clasificación de costos (Tesis de pregrado)*. Lima: Ateneo.
- Santacruz, L. (2016). *Plan de negocios para la creación de una empresa dedicada a la elaboración de cerveza artesanal (Tesis pregrado)*. Ambato: Universidad Tecnológica "INDOAMÉRICA".
- Scaglione, A. (2015). *Percepción del consumidor de mieles de abejas (Tesis de pregrado)*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.

- Solano, E., & Lujan, M. (2019). *Caracterización Fisicoquímica de la malta, producida a partir de cebada (Tesis de pregrado)*. Trujillo: Universidad de Trujillo.
- Suarez, J. (2015). *Cerveza*. Obtenido de EcuRed Cerveza: <https://www.ecured.cu/Cerveza>
- Suárez, M. (2013). *Cerveza: Componentes y Propiedades (Tesis de posgrado)*. España: Universidad de Oviedo.
- Suescún. (2018). *Fuerza Farmacéutica*. Obtenido de Academia: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44051482/ff2008suescun.pdf?1458789188=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DControl\\_de\\_calidad\\_de\\_la\\_miel\\_de\\_abejas.pdf&Expires=1591805656&Signature=GTXjqVvyrUNle2T6EJ58AOD0ab1xOSs0IyyWa0oIELxBqbLxv66bmvk](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44051482/ff2008suescun.pdf?1458789188=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DControl_de_calidad_de_la_miel_de_abejas.pdf&Expires=1591805656&Signature=GTXjqVvyrUNle2T6EJ58AOD0ab1xOSs0IyyWa0oIELxBqbLxv66bmvk)
- Suescún, L. (2008). *Control de calidad de la miel de abejas*. Obtenido de Fuerza Farmacéutica: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44051482/ff2008suescun.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DControl\\_de\\_calidad\\_de\\_la\\_miel\\_de\\_abejas.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=ASIATUSB6BAJJIU55GA%2F20200522%2F](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44051482/ff2008suescun.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DControl_de_calidad_de_la_miel_de_abejas.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=ASIATUSB6BAJJIU55GA%2F20200522%2F)
- Tapia, H. (2016). *Estudio de reutilización de levadura ale en la fermentación de la cerveza artesanal (Tesis de pregrado)*. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Téllez, F. (2019). Determinantes fisicoquímicos de la miel de abeja. *Miel de abeja*, 1-10.
- Téran, E. (2015). *Estudio para la creación de una empresa sustentable productora de malta y cerveza artesanal que fomente el desarrollo del sector agrícola ecuatoriano con la producción de cebada (Tesis pregrado)*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Terán, F. (2015). *Estudio para la creación de una empresa sustentable productora de malta y cerveza artesanal que fomenta el desarrollo del sector agrícola ecuatoriano con la producción de cebada (Tesis de pregrado)*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- The Beer Times. (2021). El mundo de la cerveza artesanal. *The Beer Times*, 1-3.

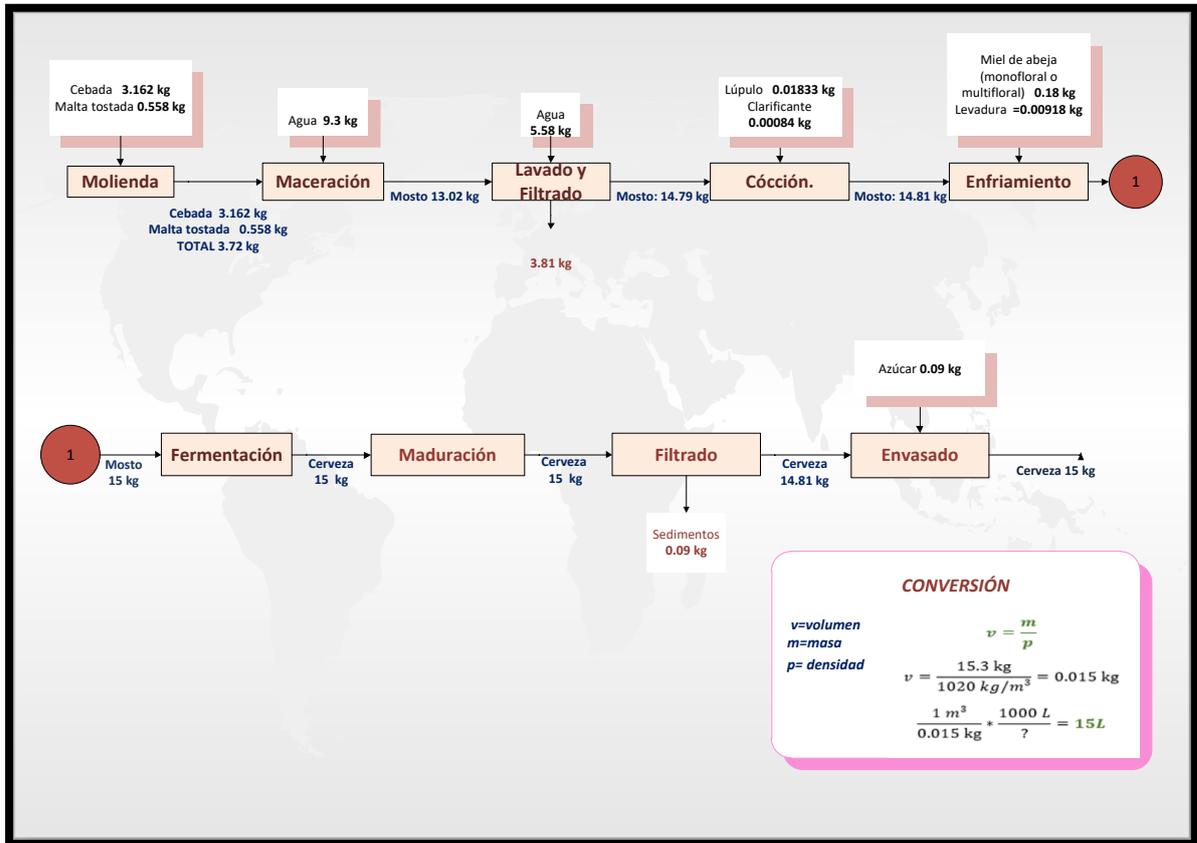
- Ulloa , J. A. (2010). *La miel de abeja y su importancia*. México: Aramara. Obtenido de Aramara.
- Urrego, J. (2017). *Caracterización de mieles de abeja (Tesis de pregrado)*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Vasquez, D. (2014). *Cerveza lidera importaciones*. Obtenido de El mundo: [http://www.elmundo.com/porta1/noticias/economia/cerveza\\_lidera\\_\\_importaciones.php#.V0GvvnhCM8](http://www.elmundo.com/porta1/noticias/economia/cerveza_lidera__importaciones.php#.V0GvvnhCM8).
- Velasco, J. (2020). Descubre todos los beneficios que la malta ofrece a tu organismo. *mui*, 1-2. Obtenido de <https://mui.today/vidasana/Superbebida-Descubre-todos-los-beneficios-que-la-malta-ofrece-a-tu-organismo-Querras-beber-mas-20200627-0032.html>
- Velasquez, P. (2019). *Cerveza Artesana*. Obtenido de La guía definitiva de la levadura: <https://www.cervezartesana.es/blog/post/la-guia-definitiva-de-la-levadura.html>
- Vilchez, H. (2019). *Uso de la miel de Apis mellifera en agar base para diferenciar cepas bacterianas con característica oxidativa-fermentadora*. Obtenido de Ars Pharmaceutica: [https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/58103/Ars%20Pharm%20\\_60%282%29\\_119-124.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/58103/Ars%20Pharm%20_60%282%29_119-124.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Villarreal, M. (2018). *Biorreactores y su aplicación*. Obtenido de Bioingeniería: <https://sites.google.com/site/bioingenieriauv15/unidad-2-biorreactores-y-su-aplicacion>
- Yépez, B. (2019). *Determinación de la presencia o no de Bacillus cereus sensu lato en la miel de abejas de apiarios*. Quito: Universidad Central del Ecuador.

# ANEXOS

**Anexo 1.** Flujoograma de proceso que alimenta el sistema de costos.

			Resumen					Observaciones
			Operac.	Transport	Demora	Inspecc.	Almacen.	
<b>Proceso: Elaboración de cerveza</b>				<b>Total</b>				
			14	4	POSIBLE (por mantenimiento)	7	3	○ Tiempo en el que los documentos se emiten, envían o reciben ⇨ Actividad o proceso D Elaboración de registros o reportes □ Documentos ▽ Ingreso en sistema de la empresa
	#	Descripción de Actividad	Símbolo					
INGRESOS DE MATERIA PRIMA	1	Orden de Compra	○	⇨	D	□	▽	
	2	Movimiento de Bodega	○	⇨	D	□	▽	
	3	Análisis de Laboratorio	○	⇨	D	□	▽	
	4	Verificación de parámetros	○	⇨	D	□	▽	
	5	Liquidación factura del proveedor e ingreso de MP a sistema	○	⇨	D	□	▽	
CONSUMO DE MATERIA PRIMA	6	Recepción de Materia prima (MP) y registros de los mismos	○	⇨	D	□	▽	
	7	Selección del Proceso (envío de producto a proceso)	○	⇨	D	□	▽	
	8	Reporte Producto en Proceso y operadores del mismo	○	⇨	D	□	▽	
	9	Revisión de cálculos de consumo de MP, revisión de reportes y contraste con producto terminado	○	⇨	D	□	▽	
INGRESO PRODUCTOS TERMINADOS	10	Reporte de Productos Terminados	○	⇨	D	□	▽	
	11	Control de Procesos	○	⇨	D	□	▽	
	12	Comparación entre Reporte PT de Bodega contra Reporte de Producción PT ingresado al sistema	○	⇨	D	□	▽	
	13	Generación automática de reporte Saldos por Producto	○	⇨	D	□	▽	
DESPERDICIO y REPROCESO	14	Registro en sistema de Ajuste de Existencia de Inventario	○	⇨	D	□	▽	
MANO DE OBRA	15	Generar roles de Pago lineales en base a las horas de trabajo	○	⇨	D	□	▽	
	16	Registro contable inmediato de Gastos de Nómina en sistema	○	⇨	D	□	▽	
	17	Revisión y Análisis de Gastos de Nómina en Área de Costos, registrados contablemente	○	⇨	D	□	▽	
	18	Elaboración de registro en Excel Gastos de Nómina por Centros de Costos, clasificado por producción y Centros de Servicios	○	⇨	D	□	▽	
MANTENIMIENTOS	19	Mantenimiento preventivo y de programación	○	⇨	D	□	▽	
	20	Aprobación de Requisición de Materiales solicitada por mantenimiento	○	⇨	D	□	▽	
	21	Ingresar el consumo en sistema	○	⇨	D	□	▽	

**Anexo 2.** Balance de flujo másico del proceso de elaboración de cerveza artesanal.



**Anexo 3.** Escala SRM para identificación de color para cerveza artesanal.

