



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

Proyecto de investigación previo  
a la obtención del título de  
Ingeniero Agroindustrial.

**Título del Proyecto de Investigación:**

“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE PULPA DE PIÑA Y ESENCIA DE COCO EN LA  
OBTENCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A PARTIR DE CEBADA (*Hordeum vulgare*)  
Y MAÍZ (*Zea mays*), EN LA EMPRESA CERVECERA ARTESANAL MADERO”

**Autor:**

Paola Nicol Solórzano García

**Directora de proyecto de Investigación:**

Ing. Andrea Cristina Cortez Espinoza, MSc.

**Quevedo - Los Ríos - Ecuador**

**2021**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Paola Nicol Solórzano García**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. Paola Solorzano G.  
**Paola Nicol Solórzano García**  
**C.C. # 1317229738**



## CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **MSc. Andrea Cristina Cortez Espinoza**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Paola Nicol Solórzano García**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **“Influencia de la adición de pulpa de piña y esencia de coco en la obtención de cerveza artesanal a partir de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*), en la Empresa Cervecera Artesanal Madero”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

**ANDREA  
CRISTINA CORTEZ  
ESPINOZA**

Firmado digitalmente por ANDREA CRISTINA  
CORTEZ ESPINOZA  
DN: cn=ANDREA CRISTINA CORTEZ ESPINOZA  
gn=ANDREA CRISTINA c=EC l=Riobamba  
ou=Certificado de Clase 2 de Persona Física EC  
e=cortezandrea2016@gmail.com  
Motivo: Soy el autor de este documento  
Ubicación:  
Fecha: 2021-11-26 09:41:05:00

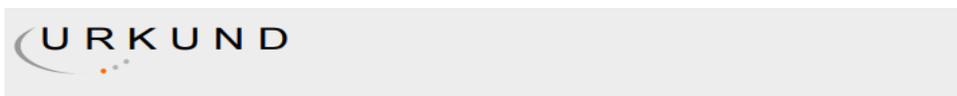
---

**MSc. Andrea Cristina Cortez Espinoza**  
**DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



## CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, **MSc. Andrea Cristina Cortez Espinoza**, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de investigación cuyo tema es **“Influencia de la adición de pulpa de piña y esencia de coco en la obtención de cerveza artesanal a partir de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*), en la Empresa Cervecera Artesanal Madero”**, presentado por la estudiante **Paola Nicol Solórzano García**, egresada de la carrera Ingeniería Agroindustrial, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Académico de la Facultad Ciencias de la Industria y Producción que se ha desarrollado de acuerdo al reglamento de la unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis URKUND el cual avala los niveles de originalidad en un 93% y similitud de 7%, del trabajo investigativo



### Urkund Analysis Result

<b>Analysed Document:</b>	Tesis URKUND - Paola Solorzano.docx (D112299288)
<b>Submitted:</b>	9/9/2021 4:03:00 PM
<b>Submitted By:</b>	acortez@uteq.edu.ec
<b>Significance:</b>	7 %

Valido este documento para que la estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo a lo que establece el Reglamento.

Por su atención deseo significar mis agradecimientos.

Cordialmente,

**ANDREA  
CRISTINA CORTEZ  
ESPINOZA**

Firmado digitalmente por ANDREA CRISTINA  
CORTEZ ESPINOZA  
DN: cn=ANDREA CRISTINA CORTEZ ESPINOZA  
gn=ANDREA CRISTINA c=EC l=Ribamba  
ou=Certificado de Clase 2 de Persona Fisica EC  
e=cortezandrea2016@gmail.com  
Motivo:Soy el autor de este documento  
Ubicación:  
Fecha:2021-11-26 09:41:05:00

---

**MSc. Andrea Cristina Cortez Espinoza**  
**DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN**  
**CARRERA INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

**“Influencia de la adición de pulpa de piña y esencia de coco en la obtención de cerveza artesanal a partir de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*), en la empresa Cervecera Artesanal Madero”**

Presentando al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial.

Aprobado por:

**JOSE VICENTE  
VILLARROEL  
BASTIDAS**

Firmado digitalmente por  
JOSE VICENTE VILLARROEL  
BASTIDAS  
Fecha: 2021.11.26 13:05:44  
-05'00'

---

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

**Ing. José Villarroel Bastidas, MSc.**



Firmado electrónicamente por:  
**ROBERT WILLIAM  
MOREIRA MACIAS**

---

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

**Ing. Robert Moreira Macias, MSc.**

**ABELARDO  
JERONIMO  
ALDERETE RENDON**

Firmado digitalmente por  
ABELARDO JERONIMO  
ALDERETE RENDON  
Fecha: 2021.11.26 13:08:37  
-05'00'

---

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

**Ing. Abelardo Alderete Rendón, MSc.**

**QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR**

**2021**

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco principalmente a Dios quien es mi mayor fortaleza, es quien me ha bendecido en el transcurso de mi vida, ha estado en cada momento ayudándome a superar las adversidades, además de guiarme por el camino correcto para que cumpla cada uno de mis metas sin decaer en el intento.

A mi hermosa familia quien con consejos, paciencia, confianza y amor me han motivado cada día a ser una mejor persona y formarme como una excelente profesional.

A mis amigos Paola Goya, Karina De la Cruz y Antonio Urban quienes me han apoyado en el transcurso de mi proyecto de investigación, gracias por compartir cada momento el cual será inolvidable.

Al Ing. Julio Valarezo y Andy Palma miembros de la Empresa Cervecera Artesanal Madero quienes me brindaron apoyo y conocimiento.

A los docentes de la prestigiosa Universidad Técnica Estatal de Quevedo quienes me impartieron sus conocimientos durante mi formación académica y a mi tutora la Ing. Andrea Cortez Espinoza quien con orientación y dedicación ha sido la pieza clave para el desarrollo de mi proyecto de investigación.

**Paola Nicol Solórzano García**

## **DEDICATORIA**

Le dedico el cumplimiento de este logro a Dios y a mi familia ya que ellos son mi fortaleza para lograr cada uno de mis sueños, su apoyo y amor incondicional fueron fundamentales en el trayecto de mi formación académica.

**Paola Nicol Solórzano García**

## RESUMEN

Este proyecto quiere brindar nuevas alternativas en el mercado de cervezas artesanales para contribuir en el crecimiento económico del Cantón Tosagua de la Provincia de Manabí. La presente investigación tiene como objetivo analizar la influencia de la adición de pulpa de piña y esencia de coco en la obtención de cerveza artesanal a partir de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*), en la empresa Cervecera Artesanal Madero. Se aplicó un diseño factorial A\*B+1, los factores estudiados son: A (mezclas de cereales) B (mezcla de saborizantes) los cuales corresponden a 4 tratamientos con 3 réplicas, obteniendo 12 unidades experimentales, más 3 muestras del testigo. Se utilizó el software estadístico INFOSTAT y para conocer las diferencias estadísticas se aplicó la prueba de Tukey. Para la aceptabilidad del producto se efectuó un panel de catación a 73 habitantes los cuales determinaron que el tratamiento 1 (75% cebada + 25% maíz +2.5% pulpa de piña + 1% esencia de coco) presenta las mejores características y cumple con los requisitos de los consumidores. Los mejores resultados de acuerdo a los análisis fisicoquímicos se obtuvieron del tratamiento 1 teniendo un pH de (4.55), la acidez titulable de (0.20), °GL (4.95) y espectrofotometría (7.05 SRM), todos los resultados se encuentran dentro de los parámetros permitidos según la norma NTE INEN 2262, además de que los valores obtenidos se asemejan al testigo

**Palabras claves:** bebida alcohólica, catación, crecimiento

## ABSTRACT

This project aims to provide new alternatives in the craft beer market to contribute to the economic growth of the Tosagua Canton in the Province of Manabí. The objective of this research is to analyze the influence of the addition of pineapple pulp and coconut essence in the production of craft beer from barley (*Hordeum vulgare*) and corn (*Zea mays*), in the company Cervecera Artesanal Madero. An A\*B+1 factorial design was applied, the factors studied were: A (cereal mixtures) B (mixture of flavorings) which correspond to 4 treatments with 3 replicates, obtaining 12 experimental units, plus 3 samples of the control. The INFOSTAT statistical software was used and the Tukey test was applied to determine the statistical differences. For the acceptability of the product, a tasting panel of 73 inhabitants determined that treatment 1 (75% barley + 25% corn + 2.5% pineapple pulp + 1% coconut essence) had the best characteristics and met consumer requirements. The best results according to the physicochemical analysis were obtained from treatment 1, with a pH of (4.55), titratable acidity of (0.20), °GL (4.95) and spectrophotometry (7.05 SRM), all results are within the parameters allowed by the NTE INEN 2262 standard, and the values obtained are similar to the control.

**Key words:** alcoholic beverage, tasting, growth,

## TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO .....	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
CÓDIGO DUBLIN .....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. Problema de investigación .....	3
1.1.1. Planteamiento de problema .....	3
Diagnóstico.....	3
Pronóstico .....	4
1.1.2. Formulación del problema .....	4
1.1.3. Sistematización .....	4
1.2. Objetivos .....	4
1.2.1. Objetivo General .....	4
1.2.2. Objetivos Específicos.....	4
1.3. Justificación .....	5
1.4. Hipótesis.....	6
1.4.1 . Hipótesis nula.....	6
1.4.2. Hipótesis alternativas .....	6
CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	7

2.1 Marco teórico.....	8
2.1.1. Cerveza .....	8
2.1.1.1. Tipos .....	8
2.1.1.2. Estilos .....	9
2.1.1.2.1. Cervezas ácidas .....	9
2.1.1.2.2. Cerveza frutada.....	9
2.1.1.2.2.1. Características sensoriales .....	9
2.1.1.3. Requisitos fisicoquímicos.....	11
2.1.1.4. Características sensoriales .....	11
2.1.1.5. Atributos de Apariencia.....	11
2.1.1.6. Proceso de elaboración de cerveza artesanal .....	12
2.1.1.7. Beneficios de la cerveza .....	13
2.1.2. Cereales .....	13
2.1.2.1. Maíz .....	13
2.1.2.1.1. Taxonomía .....	14
2.1.2.1.2. Composición química y física .....	14
2.1.2.1.3. Valor nutricional.....	15
2.1.2.2. Cebada .....	16
2.1.2.2.1. Taxonomía .....	17
2.1.2.2.2. Composición química.....	17
2.1.2.2.3. Valor nutricional.....	18
2.1.2.2.3. Variedades .....	19
2.1.3. Lúpulos .....	20
2.1.3.1. Composición química .....	21
2.1.3.2. Variedades .....	21
2.1.3.3. Usos .....	22
2.1.4. Pulpa de piña .....	22

2.1.4.1. Composición química .....	22
2.1.4.2. Composición fisicoquímica .....	23
2.1.4.3. Composición nutricional .....	23
2.1.5. Esencia de coco .....	23
2.2. Marco conceptual .....	24
2.2.1. NTE INEN 2262: Bebidas alcohólicas .....	24
2.2.1.1. Cebada malteada.....	24
2.2.1.2. Adjuntos cerveceros .....	24
2.2.1.3. Levadura.....	24
2.2.1.4. Prácticas Permitidas .....	24
2.2.2. Cerveza artesanal.....	25
2.3. Marco referencial .....	26
2.3.1. Desarrollo de cerveza artesanal ale y lager con malta de maíz ( <i>Zea mays</i> ), cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ), carbonatada con azúcar y miel de abeja .....	26
2.3.2. Obtención de cerveza artesanal a partir de una malta de maíz morado ( <i>Zea mays l.</i> ) .....	27
2.3.3. Elaboración de cerveza a partir de malta de maíz ( <i>zea mays</i> ) y quinua ( <i>chenopodium quinoa</i> ) .....	28
2.3.4. Elaboración de cerveza Amber Ale de alta fermentación saborizada y aromatizada con frutas y plantas aromáticas ecuatorianas.....	29
2.3.5. Evaluación de la incorporación de la fruta <i>Passiflora Edulis</i> (maracuyá) en el proceso de producción de cerveza artesanal tipo pale ale .....	30
2.3.6. Cerveza artesanal estilo sour con agregado de frutos patagónicos: efecto sobre la calidad organoléptica y fisicoquímica .....	31
2.3.7. Obtención de una bebida tipo cerveza a partir de maltas de maíz ( <i>Zea mays</i> ) y quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> ).....	32
2.3.8. Influencia del mango ( <i>Mangifera indica</i> ) y babaco ( <i>Vasconcellea × heilbornii</i> ) en las características organolépticas de una cerveza artesanal .....	32

2.3.9. Elaboración y caracterización de cerveza ale artesanal a base de maracuyá y almidón de olluco en la región Piura, Perú 2019.....	33
2.3.10. Caracterización físico-química de cerveza artesanal con adjunto de maíz azul y derivados de caña de azúcar .....	34
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>35</b>
3.1. Localización .....	36
3.2. Tipos de investigación.....	37
3.2.1. Experimental.....	37
3.2.2. Bibliográfica .....	37
3.3. Métodos de investigación .....	37
3.3.1. Inductivo – deductivo .....	37
3.3.2. Analítico .....	37
3.3.3. Científico .....	37
3.4. Fuentes de recopilación de información.....	38
3.5. Diseño de la investigación.....	38
3.6. Características del experimento de la elaboración de cerveza artesanal .....	38
3.6.1. Factor de estudio.....	38
3.6.2. Variable de estudio .....	40
3.6.2.1. Análisis físicos químicos .....	40
3.6.2.2. Análisis sensoriales .....	40
3.7. Materiales y equipos.....	40
3.8. Balance de materia y establecimiento del rendimiento del proceso de obtención de cerveza artesanal a partir de diferentes mezclas de dos cereales cebada y maíz. ....	44
3.9. Análisis físicos de la cerveza artesanal .....	50
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>52</b>
4.1. Resultados.....	53
4.1.1. Resultados del análisis organoléptico de los tratamientos.....	53

4.1.2. Balance de materia y establecimiento del rendimiento del proceso de obtención de cerveza artesanal.....	56
4.1.2.1. Balance de materia del primer tratamiento (75% de cebada pilsen, 25% de maíz, 2,5% de pulpa de piña, 1% de esencia de coco).....	56
4.1.2.2. Balance de materia segundo tratamiento (75% de cebada pilsen, 25% de maíz, 1,25% de pulpa de piña, 0,5% de esencia de coco).....	57
4.1.2.3. Balance de materia tercer tratamiento (50% de cebada pilsen, 50% de maíz, 2,5% de pulpa de piña, 1% de esencia de coco). ....	58
4.1.2.4. Balance de materia cuarto tratamiento (50% de cebada pilsen, 50% de maíz, 1,25% de pulpa de piña, 0,5% de esencia de coco). ....	59
4.1.3. Análisis de varianza para las variables de estudio.....	60
4.1.3.1. Resultados de la prueba de significación (Tukey $p < 0,05$ ) con respecto a los análisis fisicoquímicos de la cerveza artesanal obtenida a partir de cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ) y maíz ( <i>Zea mays</i> ). ....	63
4.2. Discusión .....	69
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	75
5.1. Conclusiones.....	76
5.2. Recomendaciones .....	77
CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA.....	78
6.1. Bibliografía.....	79
CAPÍTULO VII ANEXOS.....	84

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos fisicoquímicos.....	11
Tabla 2. Clasificación taxonómica .....	14
Tabla 3. Composición química proximal de las partes principales de los granos de maíz .	14
Tabla 4. Composición física del maíz .....	15
Tabla 5. Clasificación taxonómica .....	17
Tabla 6. Composición química de la cebada .....	17
Tabla 7. Composición física y química de la cebada para consumo alimentario .....	17
Tabla 8. Composición física y química de la cebada para el consumo cervecero.....	18
Tabla 9. Composición nutricional de la cebada por cada 100 gramos .....	18
Tabla 10. Composición química del lúpulo.....	21
Tabla 11. Composición química de la pulpa de piña.....	22
Tabla 12. Composición fisicoquímica de la pulpa de piña.....	23
Tabla 13. Composición nutricional de la pulpa de piña .....	23
Tabla 14. Descripción del factor de estudio .....	38
Tabla 15. Interacción de factores.....	39
Tabla 16. Esquema del análisis de varianza .....	39
Tabla 17. Insumos y reactivos .....	40
Tabla 18. Equipos e instrumentos .....	41
Tabla 19. Análisis de varianza para el pH .....	60
Tabla 20. Análisis de varianza para la acidez titulable.....	60
Tabla 21. Análisis de varianza para los °GL .....	61
Tabla 22. Análisis de varianza para espectrofotometría.....	62
Tabla 23. Resultados de los análisis de los cuatro tratamientos.....	62

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Control de fermentación del tratamiento 1 .....	46
Gráfico 2. Control de fermentación del tratamiento 2.....	47
Gráfico 3. Control de fermentación del tratamiento 3.....	48
Gráfico 4. Control de fermentación del tratamiento 4.....	49
Gráfico 5. Resultados del panel de catación correspondiente a la característica del Aroma .....	53
Gráfico 6. Resultados del panel de catación correspondiente a la característica del Sabor	54
Gráfico 7. Resultados del panel de catación correspondiente a la característica del Color	54
Gráfico 8. Resultados del panel de catación correspondiente a la aceptabilidad .....	55
Gráfico 9. Resultados de la diferencia de las medias de las mezclas de cereales (Cebada y Maíz) mediante la prueba de significancia (Tukey $p < 0,05$ ) de los análisis físicos de la cerveza artesanal. 1. pH, 2. Acidez titulable .....	63
Gráfico 10. Resultados de la diferencia de las medias de las mezclas de cereales (Cebada y Maíz) mediante la prueba de significancia (Tukey $p < 0,05$ ) de los análisis físicos de la cerveza artesanal. 3. Espectrofotometría .....	64
Gráfico 11. Resultados de la diferencia de las medias de las mezclas de saborizantes (Pulpa de piña y Esencia de coco) mediante la prueba de significancia (Tukey $p < 0,05$ ) de los análisis físicos de la cerveza artesanal. 4. pH 5. Acidez titulable .....	65
Gráfico 12. Resultados de la diferencia de las medias de las mezclas de saborizantes (Pulpa de piña y Esencia de coco) mediante la prueba de significancia (Tukey $p < 0,05$ ) de los análisis físicos de la cerveza artesanal. 6. °GL 7. Espectrofotometría .....	66
Gráfico 13. Resultados de la diferencia de las medias de las interacciones A*B (Mezcla de cereales y mezcla de saborizantes) mediante la prueba de significancia (Tukey $p < 0,05$ ) de los análisis físicos de la cerveza artesanal. 8. pH 9. Acidez titulable.....	67
Gráfico 14. Resultados de la diferencia de las medias de las interacciones A*B (Mezcla de cereales y mezcla de saborizantes) mediante la prueba de significancia (Tukey $p < 0,05$ ) de los análisis físicos de la cerveza artesanal. 10. °GL 11. Espectrofotometría .....	68

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Proceso de elaboración de la cerveza artesanal .....	85
Anexo 2. Análisis físicos realizados a la cerveza artesanal.....	86
Anexo 3. Evaluación del proceso mediante un panel sensorial.....	87
Anexo 4. Norma NTE INEN 2262 bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos .....	88
Anexo 5. Hoja de la evaluación sensorial.....	94

## CÓDIGO DUBLÍN

<b>Título:</b>	Influencia de la adición de pulpa de piña y esencia de coco en la obtención de cerveza artesanal a partir de cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ) y maíz ( <i>Zea mays</i> ), en la empresa Cervecera Artesanal Madero		
<b>Autor:</b>	Solórzano García Paola Nicol		
<b>Palabras clave:</b>	Bebida alcohólica	Catación	Crecimiento
<b>Fecha de publicación:</b>	2021		
<b>Editorial:</b>	Quevedo: UTEQ, 2021.		
<b>Resumen</b>	<p><b>RESUMEN:</b> Este proyecto quiere brindar nuevas alternativas en el mercado de cervezas artesanales para contribuir en el crecimiento económico del Cantón Tosagua de la Provincia de Manabí. La presente investigación tiene como objetivo analizar la influencia de la adición de pulpa de piña y esencia de coco en la obtención de cerveza artesanal a partir de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>), en la empresa Cervecera Artesanal Madero. Se aplicó un diseño factorial A*B+1, los factores estudiados son: A (mezclas de cereales) B (mezcla de saborizantes) los cuales corresponden a 4 tratamientos con 3 réplicas, obteniendo 12 unidades experimentales, más 3 muestras del testigo. Se utilizó el software estadístico INFOSTAT y para conocer las diferencias estadísticas se aplicó la prueba de Tukey. Para la aceptabilidad del producto se efectuó un panel de catación a 73 habitantes los cuales determinaron que el tratamiento 1 (75% cebada + 25% maíz +2.5% pulpa de piña + 1% esencia de coco) presenta las mejores características y cumple con los requisitos de los consumidores. Los mejores resultados de acuerdo a los análisis fisicoquímicos se obtuvieron del tratamiento 1 teniendo un pH de (4.55), la acidez titulable de (0.20), °GL (4.95) y espectrofotometría (7.05 SRM), todos los resultados se encuentran dentro de los parámetros permitidos según la norma NTE INEN 2262, además de que los valores obtenidos se asemejan al testigo.</p> <p><b>ABSTRACT:</b> This project aims to provide new alternatives in the craft beer market to contribute to the economic growth of the Tosagua Canton in the Province of Manabi. The objective of this research is to analyze the influence of the addition of pineapple pulp and coconut essence in the production of craft beer from barley (<i>Hordeum vulgare</i>) and corn (<i>Zea mays</i>), in the company Cervecera Artesanal Madero. An A*B+1 factorial design was applied, the factors studied were: A (cereal mixtures) B (mixture of flavorings) which correspond to 4 treatments with 3 replicates, obtaining 12 experimental units, plus 3 samples of the control. The INFOSTAT statistical software was used and the Tukey test was applied to determine the statistical differences. For the acceptability of the product, a tasting panel of 73 inhabitants determined that treatment 1 (75% barley + 25% corn + 2.5% pineapple pulp + 1% coconut essence) had the best characteristics and met consumer requirements. The best results according to the physicochemical analysis were obtained from treatment 1, with a pH of (4.55), titratable acidity of (0.20), °GL (4.95) and spectrophotometry (7.05 SRM), all results are within the parameters allowed by the NTE INEN 2262 standard, and the values obtained are similar to the control.</p>		
<b>Descripción:</b>	113 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162		
<b>URI:</b>			

# INTRODUCCIÓN

La elaboración de la cerveza es una actividad humana que se remonta al comienzo de la urbanización y civilización en el período neolítico [1]. Esta bebida se obtiene mediante la fermentación acuosa de almidones, aromatizada con lúpulo y levaduras, es una mezcla compleja de más de 450 constituyentes [1]. También se le pueden añadir otros componentes durante la elaboración como maltas especiales, carbohidratos y cereales no malteados como maíz, sorgo, centeno, avena, trigo por lo que acaba siendo una mezcla que contiene macromoléculas como proteínas, ácidos nucleídos, polisacáridos y lípidos [1].

Las cervecerías artesanales en el Ecuador utilizan materias primas naturales sin aditivos o preservantes usualmente encontrados en las industrias [2]. Además, presentan una gran variedad, por lo que se encuentran tantos estilos, sabores, aromas, colores e incluso ingredientes especiales [2]. En la actualidad, según la Asociación de Cervecerías Artesanales del Ecuador, gremio que agrupa a 55 cervecerías, existen cerca de 150 cervecerías de este tipo [2].

En el mercado existe una alta demanda de bebidas alcohólicas, por ello se llevará a cabo la experimentación de cuatro cervezas artesanales las cuales tendrán variaciones de cebada y maíz (75% - 25%) (50% - 50%) saborizadas con pulpa de piña y esencia de coco (2.5% - 1%) (1.25% - 0.5%) lo que implica realizar análisis fisicoquímicos los cuales indicaran un mínimo y máximo en los °GL (1 – 10% v/v), acidez ( 0,3% m/m), pH (3,5 – 4,8) y espectrofotometría, para determinar si los resultados obtenidos se encuentran bajo los parámetros de la normativa nacional de cerveza industrial NTE INEN 2262 y por último se efectuara un panel de catación sensorial u organoléptica (aroma, sabor y color) a 73 habitantes del Cantón Tosagua para determinar la aceptación del producto.

**CAPÍTULO I**  
**CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de investigación**

### **1.1.1. Planteamiento de problema**

En el Ecuador el 80% del grano se destina para la producción de alimento balanceado y el 20% restante para el uso en la industria alimentaria e insumos de diferentes productos. Mediante la expansión de las industrias cerveceras se desea aumentar el consumo de este grano para que los cultivos se incrementen y a su vez se generen mayores ingresos económicos al país.

Debido al poco uso del maíz en el país para la elaboración de bebidas alcohólicas es pertinente valorar la adjunción de este grano en la fabricación de cervezas artesanales, ya que el Grupo Modelo S.A, Cervecería Nacional S.A y Ambev S.A, en la elaboración de sus productos estrellas (Cerveza Corona, Nuestra siembra, y Brahma) se les adiciona maíz en pequeños porcentajes.

El maíz como adjunto en la producción de cerveza artesanal ayudará a incrementar la producción y consumo de este tipo de cereal, promoviendo a tener nuevas alternativas para favorecer y fortalecer la utilización de este tipo de productos. Además, la adicional de diferentes porcentajes de pulpa de piña y esencia de coco influirán en los análisis fisicoquímicos y sensoriales del producto final.

### **Diagnóstico**

En el Ecuador el consumo de cerveza industrial es de 5,5 millones de hectolitros debido a que estas poseen un sabor característico y estandarizado, por otro lado, anualmente el consumo de las cervezas artesanales es de 92.000 litros, para que la demanda de producto sea amplia en el mercado se buscan ofertar diferentes sabores únicos, e innovadores y que brinde beneficios al ser humano [3]. Los consumidores tienen poco conocimiento de las cervezas artesanales por lo cual no acepta pagar un precio mayor al de las cervezas industriales, por ello actualmente no se ofertan cervezas artesanales con la adición de maíz, cebada, pulpa de piña y esencia de coco, siendo este producto de consumo limitado en el mercado.

## **Pronóstico**

La cerveza es un producto apetecido por algunas personas, por ello la investigación se enfocará en el proceso de elaboración el cual se regirá bajo los parámetros de la normativa ecuatoriana NTE INEN 2262 de cerveza industrial, para ofertar un producto de calidad a los consumidores de bebidas alcohólicas.

### **1.1.2. Formulación del problema**

¿Influirá la adición de pulpa de piña y esencia de coco en la obtención de cerveza artesanal a partir de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*), en la empresa Cervecera Artesanal Madero?

### **1.1.3. Sistematización**

- ¿Cómo influirá los dos saborizantes utilizados en la aceptación sensorial de la cerveza artesanal obtenida?
- ¿Cuál es el rendimiento de la cerveza artesanal a base de dos cereales cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*)?
- ¿Cuáles serán los cambios presentados en los análisis físicos de las cervezas artesanales?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Analizar la influencia de la adición de pulpa de piña y esencia de coco en la obtención de cerveza artesanal a partir de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*), en la empresa Cervecera Artesanal Madero

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar el proceso mediante la aceptación sensorial de la cerveza artesanal saborizada con pulpa de piña y esencia de coco.

- Determinar el rendimiento de la cerveza artesanal adicionando diferentes porcentajes de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*).
- Caracterizar el mejor tratamiento obtenido en base a los parámetros fisicoquímicos establecidos en la norma INEN 2262 (°GL, acidez, pH y espectrofotometría).

### **1.3. Justificación**

Este proyecto tiene como finalidad la obtención de una alternativa no tradicional e innovadora en la elaboración de cerveza artesanal saborizada con pulpa de piña y esencia de coco, la misma que busca contribuir en el crecimiento económico del Cantón Tosagua cumpliendo con la demanda de los consumidores. Por ello la empresa cervecera artesanal Madero quien financia el proyecto de investigación propone cuatro formulaciones experimentales las cuales se trabajarán en dicha empresa con la finalidad de posicionar un producto innovador en el mercado.

Mediante este estudio se conocerá de qué manera influye el maíz, la pulpa de piña y esencia de coco en las características fisicoquímicas y sensoriales del producto final. Cabe recalcar que el maíz es un cereal es rico en vitaminas (A y C), minerales (magnesio, hierro, cobre, zinc y fósforo), proteínas, fibras, lípidos e hidratos de carbono, por ello al utilizarlo en la elaboración de cerveza proporciona dulzor suave, disminuye la turbidez, además de proporcionar sabores, aromas y color los cuales son muy agradables para los consumidores [4].

Este producto se realiza de forma manual desde el inicio hasta el final del proceso, por ello se efectuara control en el proceso fermentativo el cual consiste en medir los °Brix y pH de los mostos en los días 1, 3, 6, 9 y 12, mediante los cuales se logrará determinar si todos los azúcares se convirtieron en alcohol cuando los °Brix llegan a 0, indicando que no se ha producido otro tipo de fermentación durante los 12 días, por tal razón la cerveza artesanal presenta más sabor y aroma, además no contiene aditivos o saborizantes artificiales [5].

Al ser un producto innovador los consumidores tendrán curiosidad de degustar las diferentes variedades de cervezas artesanales las cuales son características por su sabor y aroma proporcionados por la mezcla de cereales y saborizantes naturales que esta contiene.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis nula**

- En el proceso de cerveza artesanal al añadir diferentes porcentajes de pulpa de piña y esencia de coco no influye en las características sensoriales.
- Al utilizar diferentes porcentajes de cebada y maíz no influye en los parámetros fisicoquímicos establecidos en la norma INEN 2262 (°GL, acidez, pH y espectrofotometría).

### **1.4.2. Hipótesis alternativas**

- En el proceso de cerveza artesanal al añadir diferentes porcentajes de pulpa de piña y esencia de coco si influye en las características sensoriales.
- Al utilizar diferentes porcentajes de cebada y maíz si influye en los parámetros fisicoquímicos establecidos en la norma INEN 2262 (°GL, acidez, pH y espectrofotometría).

**CAPÍTULO II**  
**FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## 2.1 Marco teórico

### 2.1.1. Cerveza

La cerveza es una bebida fermentada típica y tradicional de la dieta mediterránea, puede estar relacionada con esparcimiento y ocio, pero en estos últimos 20 años se ha demostrado, mediante numerosas investigaciones biomédicas, que la ingesta moderada es beneficiosa para la salud [6]. Esta bebida, de baja graduación alcohólica (4°–5°), no contiene grasas, su aporte calórico es moderado (45 kcal/100 ml) y contiene numerosas vitaminas hidrosolubles y fibra, además de minerales, pero con baja concentración de sodio [6].

#### 2.1.1.1. Tipos

Existen 3 tipos de cerveza según su fermentación las cuales son:

- **Ale:** Las levaduras que llevan a cabo el proceso de fermentación en este tipo de cervezas pertenecen a la especie *Saccharomyces Cerevisiae* [7]. Estas levaduras tienden a subir a la zona superior de los tanques de fermentación, cercana a la superficie, como si fueran a flotar, de ahí que sean denominadas de “alta fermentación” [7]. Estas levaduras se encuentran cómodas realizando su cometido a temperaturas comprendidas entre los 15°C y los 25°C [7].

Estas cervezas también reciben el nombre de “ale”, independientemente del color, graduación alcohólica, y país de procedencia [7]. Se caracterizan por lo general, por ser más sabrosas, complejas y aromáticas que las cervezas de baja fermentación, siendo frecuentes, por ejemplo, la presencia de ésteres de levadura que producen una amplia gama de matices afrutados tanto en el aroma como en el sabor [7].

- **Lager:** Estas cervezas son fermentadas por un tipo particular de levaduras pertenecientes a la familia *Saccharomyces Carlsbergensis*, que tienden a descender hasta depositarse en el fondo de los tanques de fermentación, de ahí el nombre de “baja fermentación” [7].

Estas levaduras fermentan a bajas temperaturas, entre 4°C y 9°C [7]. A estas se le denomina de forma genérica “lager”, porque al finalizar el proceso de la primera fermentación, pasan a ser almacenadas en tanques de maduración en frío (cerca de 0°C), donde se dejan reposar durante varias semanas o incluso meses en algunos casos [7].

- **Lambic:** La fermentación se produce de forma natural y espontánea, sin necesidad de inocular la levadura en el mosto, ya que el proceso es llevado a cabo por levaduras silvestres que se encuentran en el aire, en contacto con el mosto contenido en las cubas de fermentación abiertas utilizadas para la elaboración de este tipo de cervezas [7].

## **2.1.1.2. Estilos**

### **2.1.1.2.1. Cervezas ácidas**

Las cervezas ácidas o sour beers son estilos que se elaboran de forma artesanal, su producción se ha incrementado en los últimos años, según la guía BJCP de estilos, las cervezas estilo European Sour Ale como las belgas Lambic y Flander y la alemana Berliner Weisse son ejemplos clásicos de este estilo de cerveza [8].

#### **2.1.1.2.2. Cerveza frutada**

Una unión armoniosa de frutas y cerveza, pero todavía reconocible como una cerveza [8]. El carácter de la fruta debe ser evidente, pero en equilibrio con la cerveza, no tan avanzado como para sugerir un producto artificial [8].

##### **2.1.1.2.2.1. Características sensoriales**

**Aroma:** Los compuestos aromáticos distintivos asociados con el fruto declarado deben ser notables en aroma; sin embargo, tenga en cuenta que algunas frutas (por ejemplo, frambuesas, cerezas) tienen aromas más fuertes y son más distintivas que otras (por ejemplo, arándanos, fresas) [8]. Permite una gama de carácter frutal y una intensidad de sutil a agresiva [8]. Los aromáticos adicionales deben mezclarse bien con cualquier aromático que sea apropiado para el estilo declarado de cerveza base [8].

**Apariencia:** Debe ser apropiada para la cerveza base y la fruta declarada [8]. Para cervezas de colores más claros con frutas que exhiben colores distintivos, el color debe ser perceptible [8]. Tenga en cuenta que el color de la fruta en la cerveza es a menudo más ligero que en la pulpa de la fruta y puede tomar tonos ligeramente diferentes [8]. Puede tener alguna turbidez o ser claras, aunque la turbidez es generalmente indeseada [8]. La espuma puede tomar algunos de los colores de la fruta [8].

**Sabor:** Al igual que con el aroma, el carácter de sabor distintivo asociado con la fruta declarada debe ser notable y puede variar en intensidad desde sutil a agresivo [8]. El balance de la fruta con la cerveza subyacente es vital, y el carácter de la fruta no debe ser tan artificial y/o inapropiadamente agobiante como para sugerir una “bebida de jugo de fruta” [8]. El amargor del lúpulo, su sabor, los sabores de malta, el contenido de alcohol y los sub-productos de la fermentación tales como ésteres, deben ser apropiados para la cerveza base y ser armoniosos y equilibrados con los distintivos sabores de frutas [8].

Recuerde que la fruta generalmente agrega sabor no dulzor a la cerveza [8]. Normalmente, el azúcar que se encuentra en la fruta está totalmente fermentada y contribuye a los sabores más ligeros y a un final más seco que lo que se podría esperar para el estilo base declarado [8]. Sin embargo, el dulzor residual no es necesariamente una característica negativa a menos que tenga una cualidad cruda, sin fermentar [8].

**Sensación en Boca:** Puede variar dependiendo de la cerveza base seleccionada y según sea apropiado para ella [8]. Cuerpo y niveles de carbonatación deben ser apropiados para el estilo declarado de cerveza base [8]. La fruta generalmente agrega fermentables que tienden a diluirse en la cerveza; la cerveza resultante puede parecer más ligera de lo esperado para el estilo base declarado [8]. Las frutas más pequeñas y más oscuras tienen una tendencia a añadir una profundidad tánica que tiende a abrumar la cerveza base [8].

### 2.1.1.3. Requisitos fisicoquímicos

Tabla 1. Requisitos fisicoquímicos

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Contenido alcohólico	% (v/v)	1,0	10,0	NTE INEN 2322
Acidez total	% (m/m)	---	0,3	NTE INEN 2323
Carbonatación	Volúmenes de CO <sub>2</sub>	2,2	3,5	NTE INEN 2324
pH	---	3,5	4,8	NTE INEN 2325
Contenido de hierro	mg/dm <sup>3</sup>	---	0,2	NTE INEN 2326
Contenido de cobre	mg/dm <sup>3</sup>	---	1,0	NTE INEN 2327
Contenido de zinc	mg/dm <sup>3</sup>	---	1,0	NTE INEN 2328
Contenido de arsénico	mg/dm <sup>3</sup>	---	0,1	NTE INEN 2329
Contenido de plomo	mg/dm <sup>3</sup>	---	0,1	NTE INEN 2330

Fuente: [9].

### 2.1.1.4. Características sensoriales

La calidad de la cerveza se evalúa por su perfil sensorial [10]. El análisis sensorial es el exámen de los atributos de la cerveza mediante los sentidos (vista, olfato, gusto) obteniendo datos cuantificables y objetivos [10]. Los rasgos organolépticos son variables y definen el estilo general de cerveza e impulsan las tendencias del consumidor [10].

Los atributos sensoriales de la cerveza se pueden dividir entre aquellos relacionados con la apariencia, que incluye el color, la transparencia, formación de burbujas y la espuma [10]. Cada uno de estos aspectos varía según el estilo de la cerveza [10].

### 2.1.1.5. Atributos de Apariencia

- **Color:** Los matices van del amarillo pajizo a negro oscuro, pasando por tonalidades rojizas y marrones, dependiendo del estilo [10].
- **Aroma:** El aroma de una cerveza puede variar dependiendo del tipo de ingredientes que se utilicen [11]. Por lo general, las maltas proporcionan el aroma a caramelo, mientras que el lúpulo es responsable de los olores cítricos, herbales o frutales [11].

- **Sensación en boca:** Se refiere al cuerpo de una cerveza [11]. También se habla de astringencia, temperatura, textura, picor por el ácido carbónico de la carbonatación [11].
- **Sabor:** Dulce, ácido, salado y amargo son los sabores básicos que percibe la lengua [11]. Todos están presentes en las decenas de estilos cerveceros que existen, pero dependiendo del estilo, su presencia varía [11].
- **Turbidez:** Puede definirse como transparente o turbia, acorde al estilo y la presencia o ausencia de partículas en suspensión [10].
- **Espuma:** Se observa el color y la persistencia, lo cual varía con el estilo [10].
- **Carbonatación:** Medida en volumen de CO<sub>2</sub>, y varía con el estilo de cerveza [10].

#### 2.1.1.6. Proceso de elaboración de cerveza artesanal

- **Malteado:** Los granos de cereal, normalmente de cebada, atraviesan un proceso de germinación controlada con el fin de activar las enzimas presentes en el grano, que luego serán necesarias durante la maceración [12]. Dependiendo del grado de tostado obtenido durante el malteo, se obtienen maltas más claras u oscuras, que aportarán el color de la cerveza [12].
- **Molienda y maceración:** El cereal se muele y mezcla con agua a temperatura adecuada para extraer el azúcar del grano y obtener así un mosto dulce [12]. El agua es el ingrediente mayoritario con más de un 90% del producto, por lo que la duración y temperatura durante el proceso influirá bastante en el tipo de cerveza final o consumo placentero [12].
- **Filtración:** Tras la maceración, se separa el mosto líquido de los restos de malta [12]. Para ello se filtra el mosto a través de una cuba filtro o de un filtro prensa, en ambos casos se separa el líquido del sólido, a este último le llamamos bagazo y normalmente es reaprovechado para alimentación animal [12].
- **Cocción:** El mosto se hierve con el objetivo de eliminar las bacterias que hayan podido aparecer durante el proceso, y es justo en ese momento cuando se añade el lúpulo, ingrediente que aporta el aroma y amargor deseado [12]. La duración del proceso de cocción depende de cada receta, pero se suele prolongar algunas horas [12].

- **Fermentación:** El resultado pasa al fermentador, donde se añade la levadura [12]. Sus enzimas transforman los azúcares del mosto en alcohol y marca el perfil de la cerveza [12]. Si la fermentación se produce a alta temperatura dará como resultado una cerveza de tipo Ale o una de alta fermentación, mientras que, si se produce a baja temperatura, obtendremos una cerveza de tipo Lager o baja fermentación [12].
- **Maduración:** El líquido resultante requiere de un período de maduración, donde la cerveza es sometida a bajas temperaturas para que el sabor y los aromas logrados durante el proceso se estabilicen y se consiga el justo balance entre los diferentes matices [12].

#### **2.1.1.7. Beneficios de la cerveza**

La cerveza armoniza la salud gracias a determinados componentes como sus flavonoides, es el caso del xantumol, ideal para disminuir y prevenir el cáncer, el cual inhibe la activación metabólica de procarcinógenos, induce la activación de enzimas anticancerígenas e inhibe el crecimiento del tumor en fases tempranas [6].

El flavonoide puede ser un efectivo agente antiinflamatorio, ya que inhibe la síntesis de prostaglandinas a través de las ciclooxigenasas 1 y 2, además de suprimir la expresión del óxido nítrico sintetasa; su prolongada activación puede generar la producción del factor de crecimiento del endotelio vascular y reincidir en su actividad antioxidante [6]. La cerveza, en ingestas moderadas, tiene un mayor efecto antiarteriosclerótico, antiinflamatorio y antitrombótico [6].

La prenilnaringenina, un fitoestrógeno que actúa de forma beneficiosa en el metabolismo óseo aumentando la densidad ósea en población adulta, tanto en varones como en mujeres posmenopáusicas; por lo que es un beneficioso instrumento contra la osteoporosis [6].

### **2.1.2. Cereales**

#### **2.1.2.1. Maíz**

El maíz se caracteriza por ser uno de los 3 grandes cultivos de cereales del mundo [13]. Sus granos, al igual que otras semillas, son órganos de almacenamiento que contienen componentes esenciales para el crecimiento y la reproducción de las plantas [13].

Los componentes del grano como el almidón, proteínas y algunos micronutrientes, son necesarios para la salud humana [13]. Por esta y otras razones, el maíz se ha integrado en gran medida en la agricultura mundial, la dieta humana y tradiciones culturales [13].

#### 2.1.2.1.1. Taxonomía

**Tabla 2. Clasificación taxonómica**

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Gramineas
Género:	Zea
Especie:	Mays
Nombre científico:	Zea mays

Fuente: [14].

#### 2.1.2.1.2. Composición química y física

**Tabla 3. Composición química proximal de las partes principales de los granos de maíz**

Composición	Grano entero (%)	Componentes en base seca (%)			
		Endospermo	Germen	Pericarpio	Punta
Almidón	62,0	87,0	8,3	7,3	5,3
Proteína	7,8	8,0	18,4	3,7	9,1
Aceite	3,8	0,8	33,2	1,0	3,8
Ceniza	1,2	0,3	10,5	0,8	1,6
Otros	10,2	3,9	29,6	87,2	80,2
Agua	15,0	-	-	-	-

Fuente: [15].

**Tabla 4. Composición física del maíz**

---

Humedad % (m/m)	13%
Materias orgánicas extrañas % (m/m)	1,5%
Materias inorgánicas extrañas % (m/m)	0,5%
Suciedad % (m/m)	0,1%
Granos defectuosos % (m/m)	7%
Otros granos	2%

---

**Fuente:** [16].

### **2.1.2.1.3. Valor nutricional**

La importancia de los cereales en la nutrición de millones de personas de todo el mundo es ampliamente reconocida [17]. Debido a su ingesta relativamente elevada en los países en desarrollo, no se les puede considerar sólo una fuente de energía, sino que además suministran cantidades notables de proteínas [17].

- **Proteína:** Conforman el segundo componente más abundante en el grano de maíz luego del almidón, cuyo contenido oscila generalmente entre 6 % y 12 % de su peso seco [4]. Se distribuyen principalmente en el germen y el endosperma, y sus características difieren significativamente [4].
- **Vitaminas:** El grano de maíz contiene dos vitaminas liposolubles, A ( $\beta$ -caroteno) y E, y la mayoría de las vitaminas hidrosolubles, como la tiamina (vitamina B1) y la piridoxina (vitamina B6) [4]. Sin embargo, es deficiente en ácido ascórbico (vitamina C) y cobalamina (vitamina B12) [4].
- **Fibra:** El maíz es una buena fuente de fibra ya sea soluble e insoluble [4].

- **Lípidos:** Los lípidos se concentran casi exclusivamente en las células de la porción del escutelo del germen (76% – 83%), seguido del pericarpio (1% – 2%), el *tip cap* (1%), el almidón (1% – 11%) y la capa de aleurona (13% – 15%) [4]. El germen contiene alrededor del 39% – 47% de lípidos, y en su mayoría son triglicéridos, con algunos ésteres de esteroles y diglicéridos, así como pequeñas cantidades de glucolípidos y fosfolípidos [4].
- **Minerales:** El contenido de minerales en maíz oscila entre 1,0% y 1,3%. Sólo el germen proporciona casi el 80 % de los minerales del grano, en comparación con menos del 1% del endospermo [4]. El fósforo (0,29%), K (0,37%) y Mg (0,14%) representan los minerales más abundantes, y proporcionan casi el 85% del contenido mineral del grano [4]. Como la mayoría de los cereales, el maíz es bajo en Ca (0,03%) y Fe (30 µg/g) [4].

#### 2.1.2.2. Cebada

La cebada es el quinto cereal de mayor producción a nivel mundial, con el 50% del área y 63% del volumen de producción concentrados en Europa, donde se produce noventa millones de t/año, con una productividad promedio de 4,00 t/ha [18].

La cebada (*Hordeum vulgare L.*) es uno de los cultivos más importantes de la sierra ecuatoriana [19]. La provincia de Chimborazo registra la mayor superficie dedicada al cultivo de cebada con 18 000 has de las 48 000 ha que producen a nivel nacional, seguido de la provincia de Cotopaxi (10 000 ha) [19]. Los excedentes son comercializados para obtener ingresos económicos [19]. Razones fundamentales por lo que la cebada se constituye en un cultivo muy importante en los sistemas de producción comunitarios de la sierra [19].

### 2.1.2.2.1. Taxonomía

**Tabla 5. Clasificación taxonómica**

Reino:	Plantae
Nombre común:	Cebada
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Poaceae
Género:	Hordeum
Especie:	vulgare L.

Fuente: [20].

### 2.1.2.2.2. Composición química

**Tabla 6. Composición química de la cebada**

Nutriente	Contenido
Almidón	50 - 63
Azúcares	1,8 – 2
Celulosa y hemicelulosa	15 - 20
Proteínas	10,5 – 11,5
Lípidos	1,5 – 3
Minerales	2 – 4
Otros constituyentes	1 – 2

Fuente: [21].

**Tabla 7. Composición física y química de la cebada para consumo alimentario**

Humedad % (base húmeda) (máx)	13
Impurezas % (máx)	3
Masa hectolitrica kg/Hl (min)	60
Proteína % (min)	12
Contenido de aflatoxinas (B1), mg/kg (máx)	0,02

Fuente: [22].

**Tabla 8. Composición física y química de la cebada para el consumo cervecero**

Humedad % (base húmeda) (máx)	13
Impurezas % (máx)	2
Masa de 1000 granos, g (min) (base seca)	33
Proteína % (base seca)	9 - 13
Extracto % (min) (base seca)	78
Amilasa potencial °L (min) (base seca)	130
Contenido de aflatoxinas (B1), mg/kg (máx)	0,02

Fuente: [22].

### 2.1.2.2.3. Valor nutricional

La cebada proporciona gran energía (354 kcal/100g) debido a la presencia de hidratos de carbono (76,38%) [23].

**Tabla 9. Composición nutricional de la cebada por cada 100 gramos**

	<b>Cebada con cascara</b>	<b>Cebada machica</b>	<b>Pelada o mote</b>	<b>Tostada y molida</b>
<b>Energía (kcal)</b>	344	344	330	351
<b>Agua (g)</b>	12,1	10,0	15,4	9,9
<b>Proteína (g)</b>	6,9	8,6	8,2	7,7
<b>Grasa (g)</b>	1,8	0,7	1,1	0,8
<b>Carbohidrato (g)</b>	76,6	77,4	73,1	79,7
<b>Fibra (g)</b>	7,3	6,6	1,3	5,3
<b>Ceniza (g)</b>	2,6	3,3	2,0	1,9
<b>Calcio (mg)</b>	61	74	47	55
<b>Fósforo (mg)</b>	394	320	202	253
<b>Hierro (mg)</b>	5,1	12,3	3,6	7,1
<b>Riboflavina (mg)</b>	0,21	0,25	0,11	0,18

Fuente: [23].

### 2.1.2.2.3. Variedades

Se entiende exclusivamente por cebada malteada o malta al grano de cebada cervecera sometido a germinación parcial y posterior deshidratación y/ o tostado en condiciones tecnológicas adecuadas [24]. Cualquier otro cereal sometido a un proceso de malteo deberá denominarse "malta" seguido del nombre del cereal [24].

- **Malta Viena:** Utilizada para la corrección de maltas muy pálidas o para la fabricación de cervezas doradas y para favorecer el cuerpo de la cerveza [23]. El color de estas maltas se encuentra entre seis a ocho unidades en el estándar European Brewing Convention (EBC) [23]. Tienen un mayor contenido en nitrógeno y la temperatura de tostación máxima de 90°C [23].
- **Malta Caramelo:** Utilizadas para aportar a la cerveza una intensidad en el color y cuerpo, acentuando el carácter de la malta [23]. En su elaboración se parte de una malta con alto contenido en materia nitrogenada, a la que se somete a una profunda modificación con las enzimas de la materia nitrogenada y una formación en azúcares [23]. Las maltas caramelo se elaboran en varios tonos de color, solo se puede utilizar en la elaboración de la cerveza como colorante, nunca como malta base [23].
- **Malta Pilsen:** Se caracteriza por su color pálido gracias al secado a bajas temperaturas [23]. Produce Mostos claros y brillantes [23]. Se utilizan generalmente para elaborar cervezas de fermentación baja [23]. La Malta Pilsen tiene color entre 2,5 y 3,5 unidades EBC [23].
- **Malta Ahumada:** Utilizada para elaborar las cervezas clásicas ahumadas de Bamberger y Rauchbier [23]. Son maltas ahumadas al fuego, dándoles un gusto y aroma ahumado [23]. Antes del tostado de la malta se la pasa por humo producido por virutas quemadas de madera de haya que en la elaboración de la cerveza con esta variedad de malta la da un sabor peculiar a humo de madera y color cobrizo [23].

- **Malta Torrefacta:** Para su elaboración se utiliza malta pálida tostada que es humedecida de forma constante para mantenerla durante dos horas a una temperatura entre 70 y 80°C [23]. Posteriormente se calienta en el proceso de torrefacción de 180 a 220°C durante una hora y media [23]. Luego de ello, se culmina enfriándola [23].

Con este proceso se logra una malta con sabor tostado (no quemado) gracias a la inyección de agua controlada durante el proceso de torrefacción, logrando quitar el amargor de la malta [23]. Esta variedad de malta se utiliza para la elaboración de cerveza de estilo Stout [23].

### **2.1.3. Lúpulos**

El lúpulo no se usó como aromatizante en la cerveza primitiva egipcia ni en el mundo mediterráneo [25]. Evidencias arqueológicas sugieren que el este empezó a utilizarse en Europa Central hacia el año 700 y estuvo fielmente documentado en Alemania hacia el año 850 [25].

El lúpulo, planta tipo enredadera, se utiliza básicamente en la fabricación de cerveza, de la que se considera una de sus materias primas o constituyentes nobles insustituibles, junto con la malta, el agua y la levadura [25]. Proporciona su característico amargor al cocer junto con el mosto, proceso que produce la transformación de sus resinas convirtiéndolas en compuestos amargos [25].

### 2.1.3.1. Composición química

Tabla 10. Composición química del lúpulo

Componentes	Porcentaje
Materias nitrogenadas	17,5
Materias no nitrogenadas	27,5
Celulosa bruta	13,3
Aceites esenciales	0,4
Taninos	3,0
Extracto al éter (resinas)	18,3
Agua	10,5
Cenizas	7,5

Fuente: [26].

### 2.1.3.2. Variedades

- **Cascade:** Se considera de origen argentino, aproximadamente su nivel de alpha ácidos oscila entre 4,5- 7%, proporcionando características florales, cítricas y especias por lo que se utiliza para dar un buen sabor con un amargor medio y buen aporte de aroma [26]. Se utilizan en las Pale Ale, IPA, Barley Wine y Porter [26].
- **Nugget:** Su origen se lo relaciona a USA y Argentina, se considera extra amargo ya que oscila entre los 11-14,5% de alpha ácidos, por lo que como resultado proporciona un sabor y aroma herbáceo pronunciado [26]. Se utiliza en Lager, Ale Doradas [26].
- **Fuggle:** Su origen es Ingles, contiene entre 4-5% de alpha ácidos con un sabor robusto, no muy picante, poco aromático [26]. Se utiliza en Pale Ale, IPA, Scotch, Irish [26].
- **Hallertauer:** Su origen es alemán, pero también se produce en USA, sus alpha ácidos oscilan entre 2-5,5% por lo que otorgan u sabor suave y algo floral, especiado y con buen aroma [26]. Se utiliza en Lager, Bock y las típicas cervezas de trigo estilo Weissbier o Dunkel [26].

- **Kent Golding:** Su origen es inglés, contiene entre 4-5,5% de alpha ácidos, genera un sabor delicado, fragante, agradable y aroma suave [26]. Se utiliza en Scotch, Irish, Porter, Stout, Bitter [26].
- **Saaz:** Su origen es de República Checa, contiene de 3-4,5% de alpha ácidos contribuyendo con un sabor suave, agradable, terroso, especiado y buen aroma [26].

### 2.1.3.3. Usos

- Elaboración de cervezas [26].
- Elaboración de lupulino [26].

### 2.1.4. Pulpa de piña

Producto natural, no diluido, ni concentrado, ni fermentado, sin conservantes, obtenido por la desintegración y tamizado de la fracción comestible de la piña madura, sana y limpia [27]. Sin preservantes, naturalmente libre de grasa y colesterol, bajo en sodio, contiene 100% de pulpa de fruta [27].

#### 2.1.4.1. Composición química

**Tabla 11. Composición química de la pulpa de piña**

Componentes	Piña
Proteína	6,27±0,028
Grasa	0,10±0,014
Ceniza	1,14±0,000
Azúcares totales	77,19±0,057
Azúcares reductores	37,52±0,014
Potasio (K)	57±0,040
Calcio (Ca)	6,95±0,011
Hierro (Fe)	4,2±0,000
pH	3,5±0,00

Fuente: [28].

### 2.1.4.2. Composición fisicoquímica

**Tabla 12. Composición fisicoquímica de la pulpa de piña**

<b>Parámetros fisicoquímicos de Ananas</b>	
<b>comosus (100g, pulpa)</b>	<b>Valor</b>
Humedad (%)	91,86±0,64
Solidos solubles ( <sup>a</sup> Brix)	9,7±0,43
Acidez total (%)	0,896±0,01
pH	3,8±0,26
Vitamina C (mg)	18±1,73
Índice de madurez	10,83±0,18

Fuente: [29].

### 2.1.4.3. Composición nutricional

Es rica en vitaminas, principalmente en vitamina C (12 mg/100 g) [5]. Asimismo, contiene vitaminas A, B1 y ácido fólico, pero en porcentajes inferiores al de la vitamina C [5]. Respecto al contenido en minerales, cabe señalar su riqueza en potasio, y a distancia, en magnesio y hierro [5].

**Tabla 13. Composición nutricional de la pulpa de piña**

<b>Porción por tamaño</b>	90g
Energía (calorías)	60kcal
Vitamina C	12mg
Vitamina A	6,13ug
Carbohidratos totales 14g	5%
Potasio	4%
Proteína	1%

Fuente: [30].

### 2.1.5. Esencia de coco

La esencia de coco es una fragancia con notas afrutadas, matices de vainilla y un suave acorde floral [31]. Se trata de una esencia concentrada con la que aromatizan una amplia gama de productos debido a que mantienen el sabor y aroma [31].

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. NTE INEN 2262: Bebidas alcohólicas**

Bebida de bajo contenido alcohólico, resultante de un proceso de fermentación natural controlado, por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, en un mosto elaborado con agua de características fisicoquímicas y bacteriológicas apropiadas, cebada malteada sola o mezclada con adjuntos, con adición de lúpulo y/o sus derivados [9].

#### **2.2.1.1. Cebada malteada**

Es el producto de someter el grano de cebada a un proceso de germinación controlada, secado y tostado en condiciones adecuadas para su posterior empleo en la elaboración de cerveza [9].

#### **2.2.1.2. Adjuntos cerveceros**

Son ingredientes malteados o no malteados, que aportan extracto al proceso en reemplazo parcial de la malta sin afectar la calidad de la cerveza, estos pueden ser adjuntos crudos y modificados como jarabes (soluciones de azúcares) o azúcares obtenidos industrialmente por procesos enzimáticos a partir de una fuente de almidón [9].

#### **2.2.1.3. Levadura**

La levadura empleada en la elaboración de la cerveza debe provenir de un cultivo puro de levadura cervecera, libre de contaminación microbiológica [9].

#### **2.2.1.4. Prácticas Permitidas**

El agua debe ser potable, debiendo ser tratada adecuadamente para obtener las características necesarias para favorecer los procesos cerveceros [9].

- Se puede utilizar enzimas amilasas, glucanasas, celulasas y proteasas [9].
- Se puede utilizar colorantes naturales provenientes de la caramelización de azúcares o de cebadas malteadas oscuras y sus concentrados o extractos [9].

- Se puede utilizar agentes antioxidantes y estabilizantes de uso permitido en alimentos [9].
- Se puede utilizar ingredientes naturales que proporcionen sabores o aromas [9].
- Se pueden utilizar materiales filtrantes y clarificantes tales como la celulosa, tierras de infusorios o diatomeas, PVPP (poli vinil poli pirrolidona) [9].
- Se permite la carbonatación por refermentación en botella o barril, o por inyección de CO<sub>2</sub> [9].

### **2.2.2. Cerveza artesanal**

Se entiende exclusivamente por cerveza artesanal a la bebida resultante de fermentar, mediante levadura cervecera, al mosto de cebada malteada o de extracto de malta, sometido previamente a un proceso de cocción, adicionado de lúpulo [32]. Este producto no contiene elementos artificiales [32].

- No utilice en su producción aditivos alimentarios [32].
- Adicionada únicamente de ingredientes naturales [32].
- Que la elaboración sea de manera manual o semiautomática [32].
- Que en el caso de que se le agregue jugos o extractos de frutas, éstos sean previamente pasterizados [32].

## **2.3. Marco referencial**

### **2.3.1. Desarrollo de cerveza artesanal ale y lager con malta de maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), carbonatada con azúcar y miel de abeja**

La cerveza es la segunda bebida fermentada más consumida en el mundo [33]. La importación de cebada encarece la producción en Honduras por lo cual, el objetivo del estudio fue el desarrollo de una formulación de cerveza artesanal utilizando como malta base, maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), carbonatada con azúcar y miel de abeja, seleccionando el mejor tratamiento para su caracterización fisicoquímica [33]. Se usaron Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial, utilizando dos tipos de cerveza, ale y lager, dos tipos de edulcorante, azúcar y miel de abeja para carbonatación natural medidos al día cuatro y ocho [33]. El uso del grano de maíz variedad tuxpeño malteado mostró ser eficiente en relación maíz y cebada (70:27%), sin embargo, se necesitó adicionar azúcar para aumentar la cantidad de azúcares disponibles para producir una cerveza artesanal con un grado alcohólico superior al 5% [33]. El uso de miel de abeja para la carbonatación natural en botella fue influyente para una aceptación y preferencia superior a la carbonatada con azúcar [33]. Las cervezas producidas con 70% de malta de maíz mostraron niveles aceptables en pH, color, grado alcohólico, gravedad específica, tiempo de retención de espuma categorizando dentro de los estilos Imperial Stout para Ale y Doppelbock para Lager [33]. El uso de malta de maíz redujo considerablemente los costos de producción de cerveza artesanal para ambos estilos, por lo que permite competir con el mercado importado de cervezas artesanales [33].

### **2.3.2. Obtención de cerveza artesanal a partir de una malta de maíz morado (*Zea mays L.*).**

La presente investigación tuvo como finalidad elaborar una cerveza artesanal a partir de malta de maíz morado (*Zea mays L.*) con el objetivo de promover las propiedades beneficiosas que posee esta variedad, ya que en el Ecuador solo es utilizado para realizar bebidas tradicionales como la colada morada en el día de los difuntos y bebidas fermentadas (chichas) que son los productos más reconocidos, por ende, su producción es muy escasa, ya que se consumen en fechas específicas [26]. Para esta investigación se realizaron 3 experimentaciones con diferentes porcentajes de maltas de maíz morado (*Zea mays L.*) 50%, 75% y 100% respectivamente, obteniendo diferentes resultados de aceptabilidad (visuales y olfativos) que permitieron determinar la mejor muestra para el examen Físico – Químico y microbiológico, cumpliendo con los requerimientos básicos que rigen en la normativa del Instituto de Normalización Ecuatoriana (INEN), siendo apta para el consumo humano sin ningún riesgo de toxicidad [26]. Se llevó a cabo un análisis sensorial, donde se determinaron factores visuales como el color, nivel de turbidez, consistencia de la espuma y color de la espuma, olfativos como aroma de la malta, aroma a fermento, aroma a lúpulo y aroma ácido, y por último gustativos como sabor de la malta, sabor del lúpulo, sabor del fermento, sabor ácido, sabor dulce, amargor, astringencia, efervescencia y cuerpo de la cerveza, una vez analizado los resultados se obtuvo una cerveza de sabor fuerte, aromas equilibrados, un color cobrizo y una gasificación equilibrada [26].

### **2.3.3. Elaboración de cerveza a partir de malta de maíz (*zea mays*) y quinua (*chenopodium quinoa*)**

El objetivo de esta investigación fue elaborar cerveza a partir de malta de maíz (*Zea mays*) y quinua (*Chenopodium quinoa*), utilizando el grano del maíz amiláceo y quinua de variedad Blanca de Junín [34]. Se determinó los parámetros del malteado: tiempo 8 horas (quinua), 24 horas (maíz) en la operación de remojo; tiempo de tres días a temperatura de 25 °C en el germinado; el secado a 40 °C por dos días; el tostado a 110 °C por 10 minutos y la molienda fue 20 % de harina, 50 % de grano partido y 30 % de grano entero [34]. Las características fisicoquímicas de la malta de maíz fueron: pH (6,15 a 6,23); humedad (3,82 a 6,63 %); ceniza (0,92 a 1,04%); azúcares reductores (0,46 a 1,58 mg/g) y acidez (0,07 a 0,17 %). En cuanto a los componentes de la malta de quinua fueron: pH (5,77 a 5,88); humedad (3,83 a 5,35 %); ceniza (1,24 a 1,91 %); azúcares reductores (1,36 a 3,30mg/g) y acidez (0,07 a 0,17 %) [34]. Se formuló 4 tratamientos: T1 (70 %, 30 %), T2 (60 %, 40 %), T3 (50 %, 50 %) y T4 (40 %, 60 %) [34]. La formulación para la elaboración de la cerveza fue de 40 % maíz y 60% quinua que corresponde al T4 [34]. Las características sensoriales de la cerveza elaborada a partir de malta de maíz y quinua presentaron un calificativo (entre regular y bueno) [34]. Las características fisicoquímicas y microbiológicas de la cerveza elaborada se encontraron entre los parámetros de las normas para cerveza [34].

### **2.3.4. Elaboración de cerveza Amber Ale de alta fermentación saborizada y aromatizada con frutas y plantas aromáticas ecuatorianas**

Elaboración de cerveza tipo Amber Ale aromatizada y saborizada con frutas y plantas aromáticas ecuatorianas [35]. La experimentación se llevó a cabo en tres etapas: 1) Se prepararon 18 tipos de mostos, variando las condiciones de tostado y concentraciones de malta; y mediante el análisis colorimétrico se eligió el que visualmente era compatible con una cerveza de estilo Amber Ale [35]. 2) Se obtuvo un mosto con las condiciones seleccionadas en la parte inicial y se procedió a fermentar variando el tiempo entre ocho y diez días, además se utilizó tres cepas de levaduras distintas (A, B y C), seleccionando de entre las muestras la de mejores características según las calificaciones obtenidas mediante el análisis sensorial [35]. 3) Para la adición de frutas y plantas aromáticas a la cerveza, se realizó un diseño de mezclas utilizando un software comercial estadístico, obteniéndose varias formulaciones con porcentajes de frutas (maracuyá, uvilla, naranjilla) y plantas aromáticas (cedrón y hierba luisa) [35]. Las frutas y plantas aromáticas se adicionaron en el proceso de cocción y de maduración a una concentración de 0,056 kg/l [35]. Se realizaron pruebas fisicoquímicas y microbiológicas a los productos y un análisis sensorial; seleccionando la que dio mejores propiedades organolépticas [35]. El producto final con mejores propiedades fisicoquímicas y organolépticas incluye las características de procesamiento: en la maceración un porcentaje de 20% de malta tostada a 140°C por un tiempo de 45 minutos y 80% de malta base por cada litro de agua, en la fermentación la levadura “C” por un tiempo de 10 días finalmente en la cocción y maduración un porcentaje de fruta de 90% de naranjilla, 5% de cedrón y 5% de hierba luisa [35]. El porcentaje de alcohol de la bebida corresponde a 9,13%, y contenido de microorganismos por debajo de los niveles requeridos por la norma NTE INEN 2262, siendo la cerveza apta para ser consumida [35].

### **2.3.5. Evaluación de la incorporación de la fruta *Passiflora Edulis* (maracuyá) en el proceso de producción de cerveza artesanal tipo pale ale**

Se describen las actividades ejecutadas para seleccionar la fruta a incorporar en el proceso de producción de cerveza artesanal tipo Pale Ale, con el fin de darle un valor agregado, sin dejar a un lado los parámetros del estilo American Pale Ale según la BJCP; donde se encontró el maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) como la más apropiada por sus propiedades organolépticas y gran demanda en Colombia [36]. Posterior a esto, se llegó a la conclusión de adicionar la fruta en la etapa de fermentación para evitar pérdidas en sus componentes volátiles y sensoriales [36]. Es así como se desarrollaron tres lotes de cerveza artesanal buscando encontrar aquella cuyo sabor y olor sea equilibrado entre el amargor del lúpulo y la nota frutal propia del maracuyá [36]. Para esto se evaluaron tres concentraciones (0,20; 0,14; y 0,06 kg maracuyá por litro de cerveza), iniciando con la extracción de la pulpa, su posterior pasteurización y finalmente extracción del zumo, sustancia adicionada al proceso [36]. Las cervezas producidas fueron sometidas a análisis microbiológicos para evaluar su cumplimiento de bebida apta para consumo humano, obteniendo resultados positivos en cada una de las pruebas [36]. Se seleccionó la mejor formulación mediante los resultados obtenidos en una encuesta de preferencia evaluando su color, olor, sabor, y sensación en boca, realizada por un maestro cervecero y personas del común [36]. Se concluye que la cerveza artesanal a base de maracuyá podría ser comercializada, ya que el maracuyá resultó ser un adjunto útil para marcar diferencia frente a las cervezas comercializadas normalmente [36].

### **2.3.6. Cerveza artesanal estilo sour con agregado de frutos patagónicos: efecto sobre la calidad organoléptica y fisicoquímica**

Se diseñó una cerveza estilo “Fruit Beer”, para ello se elaboró una cerveza ácida o sour estilo “Berliner Weisse” como cerveza base a la cual posteriormente se le añadió la fruta [37]. Primeramente, se realizó un ensayo para determinar la cantidad de fruta a adicionar a la cerveza, para ello se elaboraron cervezas con 2,5; 5 y 10 g L<sup>-1</sup> de calafate liofilizado incorporándolo luego de la fermentación, posteriormente, con la cantidad de fruta a agregar ya seleccionada, se realizó un ensayo de almacenamiento a 5 °C [37]. Los análisis se realizaron al comienzo del almacenamiento y se repitieron a los 30, 60 y 90 días [37]. La adición de la fruta provocó un cambio del color hacia tonos rojos, con un incremento en el °Hue y la absorbancia a 520 nm [37]. La acidez, la densidad y el pH no se modificaron por el agregado de fruta, rondando este último valor de 3.4 [37]. El nivel de antocianinas varió entre 29-100 mg D3GE L<sup>-1</sup>. La menor concentración de fruta duplicó la capacidad antioxidante de la cerveza base tanto por ABTS<sup>•+</sup> como por Folin-Ciocalteu, que se incrementó con el agregado de mayores cantidades de calafate [37]. La cerveza con 5 g L<sup>-1</sup> fue seleccionada por jueces entrenados [37]. Tanto la cerveza base y con agregado de calafate fueron bien aceptadas por un público no entrenado [37]. Durante 90 días de almacenamiento a 5°C, las características fisicoquímicas, el color, la capacidad antioxidante y las características organolépticas de la cerveza con 5 g L<sup>-1</sup> de calafate se mantuvieron estables [37]. Los resultados indicaron que el calafate es una buena opción para elaborar cerveza ácida con fruta con buena aceptabilidad sensorial y características fisicoquímicas, rica en antioxidantes que a la vez son estables durante el almacenamiento a 5°C hasta 90 días [37].

### **2.3.7. Obtención de una bebida tipo cerveza a partir de maltas de maíz (*Zea mays*) y quinua (*Chenopodium quinoa*)**

Para determinar la mejor formulación se utilizó un diseño experimental completamente al azar con dos repeticiones, a través de este se evaluaron cuatro proporciones diferentes de malta de maíz y quinua (20:80, 40:60, 60:40 y 80:20 respectivamente) [38]. Las variables analizadas fueron grados alcohólicos, grado real de fermentación y análisis sensorial, este último se realizó con 15 panelistas que evaluaron color olor y sabor, además de un análisis de preferencia entre las cuatro formulaciones evaluadas [38]. Del análisis en conjunto se estableció que la mejor formulación fue la que contenía 60% de malta de maíz y 40% de malta de quinua [38]. Una vez elaborada la bebida final con dichas proporciones, se realizó una caracterización físico-química y microbiológica de la misma y se compararon resultados con los exigidos en la Norma INEN 2262:2013 [38]. El análisis de cada parámetro determinó que esta bebida cumple con todos los requisitos [38].

### **2.3.8. Influencia del mango (*Mangifera indica*) y babaco (*Vasconcellea × heilbornii*) en las características organolépticas de una cerveza artesanal**

Se desarrolló una cerveza artesanal con pulpa de mango (*mangifera indica*) variedad Tommy Atkins y babaco (*vasconcellea × heilbornii*) con el objetivo de evaluar la influencia de las frutas en las características organolépticas [39]. Se establecieron 3 tratamientos con diferentes formulaciones de pulpa de mango y babaco; T1 4.55% -1.52 %; T2 7.58%- 3.03%; T3 10.61% - 4.51% respectivamente [39]. El análisis sensorial fue realizado por 30 jueces semi entrenados [39]. La evaluación se calificó mediante una escala hedónica de 5 puntos [39]. Los datos obtenidos se tabularon mediante un programa estadístico para ello se utilizó un diseño (DBCA), aplicando el test de Tukey al 5% de probabilidad, siendo el tratamiento 3 con mayor aceptabilidad y atributos organolépticos (apariencia, percepción de CO<sub>2</sub>) [39]. Las características físicoquímicas no influyeron durante el proceso, obteniendo un pH de 4.28, 3.5 °Brix al final del proceso por otra parte, el T3 presentó 5% grados de alcohol [39]. Se realizó un análisis bromatológico al tratamiento de mejor aceptación, indicando que el producto contiene 84.3 mg/l de vitamina C [39].

### **2.3.9. Elaboración y caracterización de cerveza ale artesanal a base de maracuyá y almidón de olluco en la región Piura, Perú 2019**

Es importante para la industria de alimentos la creación de nuevos productos agroindustriales, que con nuevas tecnologías y métodos de conservación podrán dar valor agregado a materias primas [40]. En este estudio el principal objetivo fue elaborar y caracterizar cerveza ale artesanal a base de maracuyá y almidón de olluco, utilizando una metodología experimental de formulaciones, análisis fisicoquímicos y sensoriales [40]. El proceso de elaboración de la cerveza consta de las siguientes etapas: Molienda, Maceración, Filtrado, Cocción, Enfriado, 1era Fermentación, Trasvase, 2da Fermentación y Embotellado [40]. En la investigación, la elaboración de la cerveza fue tipo Ale y se inició con la extracción del almidón, posteriormente se elaboró la cerveza a diferentes concentraciones usando como sustrato almidón de olluco y malta de cebada [40]. Se determinó el efecto de cuatro sustituciones de cebada por almidón de olluco (90%/10%, 80%/20%, 70%/30% y 60%/40%) y de tres valores de levadura (0.63g/L, 0.56g/L y 0.50g/L) en las características fisicoquímicas (pH, Acidez, Color y Grado alcohólico) y aceptabilidad general de una cerveza tipo Ale [40]. Se analizaron las variables fisicoquímicas aplicando un ANOVA (3x3) con 4 repeticiones, para determinar si existen efectos significativos de los factores individuales y de las interacciones sobre la cerveza artesanal [40]. Las características organolépticas (color, olor, sabor, apariencia y aceptabilidad), se evaluaron con un panel de 12 jueces y se trataron por medio de la prueba de Friedman [40]. El análisis sensorial determinó como mejor al tratamiento M1L1 (90% de malta de cebada, 10% de almidón de olluco + levadura 0.63g/L), a dicha formulación se le realizaron análisis fisicoquímicos obteniendo como resultado los siguientes datos: pH= 3.52, Acidez = 0.28, Alcohol = 3.7 % y Color = 20.92 EBC [40]. Todos los tratamientos de la cerveza artesanal se encuentran dentro de los rangos establecidos por la Norma NTP 213.014:2016, Norma NTON 03 038 respectivamente [40].

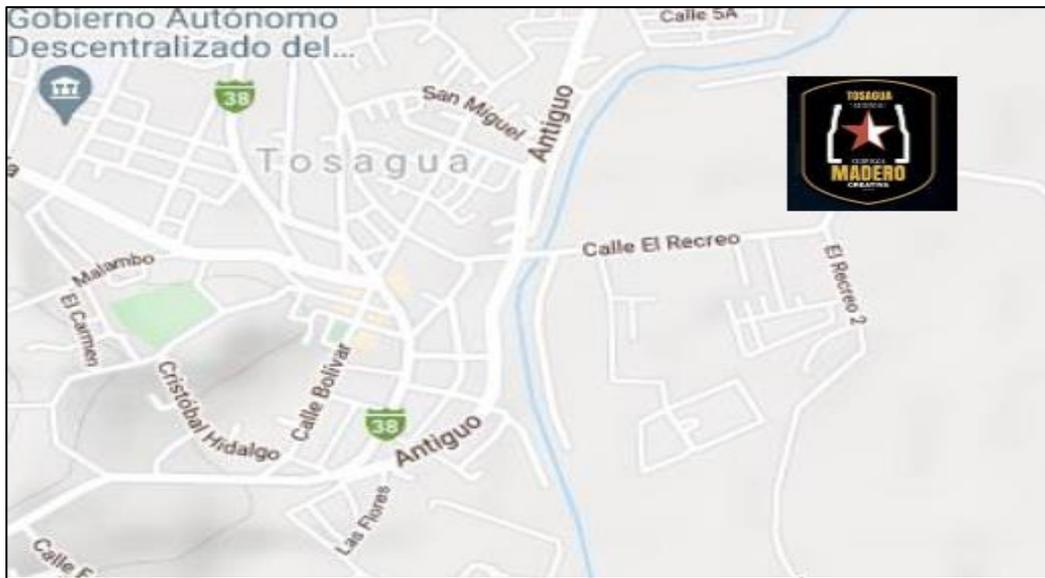
### **2.3.10. Caracterización físico-química de cerveza artesanal con adjunto de maíz azul y derivados de caña de azúcar**

El consumo de cervezas artesanales está en crecimiento, se debe a los nuevos estilos, sabores y aromas únicos que muchas micro cerveceras están produciendo [41]. El objetivo del estudio fue evaluar seis estilos de cerveza artesanal propuestos a partir de dos formulaciones, modificando las proporciones de malta de cebada con cascarilla de maíz azul y ajustando los sólidos solubles con sacarosa o dulce piloncillo [41]. El estudio se realizó bajo un diseño en bloques denominados Fo-1 (levadura Imexa® y sacarosa) y Fo-2 (levadura Fermentis S-33® y piloncillo) [41]. Las proporciones de malta: cascarilla de maíz azul fueron 75:25, 50:50, 25:75. Las variables fisicoquímicas evaluadas fueron contenido de alcohol, amargor, color y fenoles totales [41]. También, una evaluación sensorial (aroma, sabor y cuerpo) para conocer el gusto por los estilos propuestos [41]. Los resultados fueron estadísticamente significativos ( $0.05 \leq P$ ) para las variables evaluadas [41]. Para Fo-2 se obtuvo cinco veces contenido de alcohol y 2.5 veces en color escala SRM, mientras que para Fo-1 se obtuvo 3.8 veces contenido de fenoles totales [41]. Para amargor se obtuvo numéricamente ligera diferente debido a la misma cantidad de lúpulo utilizado en todos los estilos [41]. Con respecto al análisis sensorial, Fo-2 mostró el doble de preferencia en los atributos evaluados [41].

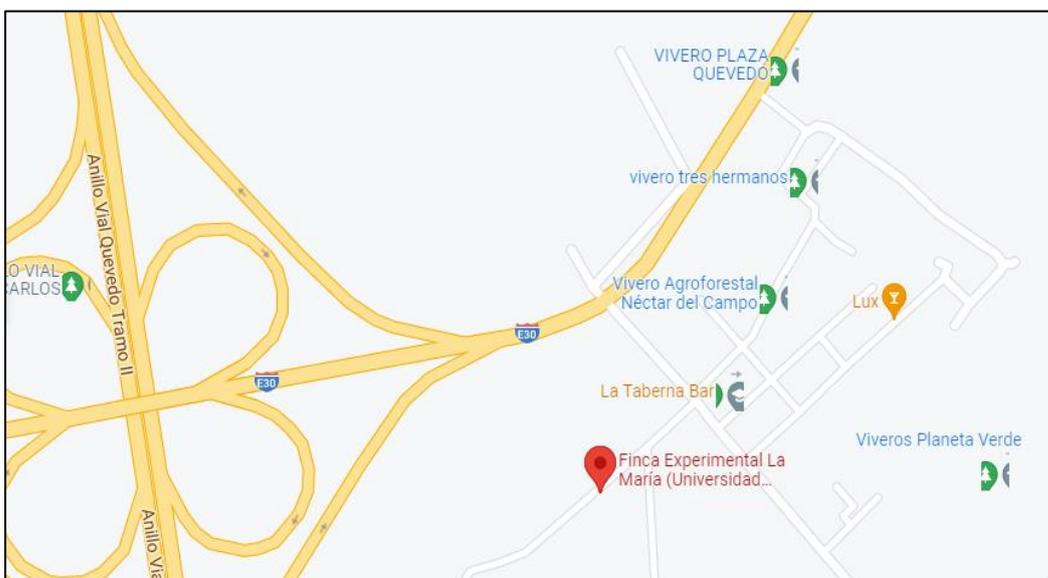
**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización

La presente investigación se realizó en la empresa Cervecera Artesanal “Madero” ubicada en el Recinto el Recreo del Cantón Tosagua, de la provincia de Manabí y los análisis se llevaron a cabo en los laboratorios de suelos y bromatología de la finca Experimental “La María”, la cual pertenece a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicada en el km 7 vía Quevedo – El Empalme.



**Figura 1:** Mapa de la empresa Cervecera Artesanal “Madero”



**Figura 2:** Mapa del Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo

## **3.2. Tipos de investigación**

### **3.2.1. Experimental**

En esta investigación se empleará un diseño factorial  $A \times B + 1$ , cuyo factor A= mezclas de cereales (cebada y maíz), factor B= mezcla de saborizantes (pulpa de piña y esencia de coco). Se utilizará el software INFOSTAT versión 2018 aplicando la prueba de rangos Tukey ( $P < 0.05$ ), para determinar la diferenciación estadística que existe en los tratamientos.

### **3.2.2. Bibliográfica**

Se revisarán materiales bibliográficos como: libros, artículos científicos y normas técnicas las cuales ayudarán en el cumplimiento de la investigación.

## **3.3. Métodos de investigación**

### **3.3.1. Inductivo – deductivo**

Los análisis realizados a este producto serán comparados con la norma INEN 2262, además se aplicará un diseño experimental factorial  $A \times B + 1$ , mediante el cual se determinará cual cervezas artesanales presenta las mejores características y tiene similitud con el testigo.

### **3.3.2. Analítico**

Interpretar los datos que se obtendrán de los análisis físicos y sensoriales de las diferentes cervezas artesanales.

### **3.3.3. Científico**

Se adquieren nuevos conocimientos en la elaboración de cerveza artesanal mediante la experimentación, además de dar a conocer si se cumplen las hipótesis en esta investigación.

### 3.4. Fuentes de recopilación de información

La información de la presente investigación se recopilará de revistas científicas, artículos científicos, normas INEN y libros, con el propósito de que todas las fuentes bibliográficas sean confiables.

### 3.5. Diseño de la investigación

Se aplicará un diseño factorial  $A \times B + 1$ , cuyo factor A= mezclas de cereales (cebada y maíz), factor B= mezclas de saborizantes (pulpa de piña y esencia de coco), que corresponden a cuatro tratamientos, con tres réplicas, obteniendo 12 unidades experimentales y para llevar a cabo la diferenciación estadística de los tratamientos se utilizará la prueba de rangos de Tukey ( $P < 0.05$ ) al (95% de probabilidad y 5% como margen de error).

### 3.6. Características del experimento de la elaboración de cerveza artesanal

Numero de tratamiento: 4

Numero de repeticiones: 3

Unidades experimentales: 12

#### 3.6.1. Factor de estudio

Tabla 14. Descripción del factor de estudio

Factor A: Mezcla de los cereales	Factor B: Mezcla de Saborizantes
<b>a<sub>0</sub>: M1</b> (Cebada 75% + Maíz 25%)	<b>b<sub>0</sub>: M1</b> (Pulpa de piña 2.5% + esencia de coco 1%)
<b>a<sub>1</sub>: M2</b> (Cebada 50% + maíz 50%)	<b>b<sub>1</sub>: M2</b> (Pulpa de piña 1.25%, esencia de coco 0.5%)

Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Tabla 15. Interacción de factores**

Tratamiento		Descripción
1	$a_0b_0$	75% cebada + 25% maíz + 2.5% pulpa de piña + 1% esencia de coco
2	$a_0b_1$	75% cebada + 25% maíz + 1.25% pulpa de piña + 0.5% esencia de coco
3	$a_1b_0$	50% cebada + 50% maíz + 2.5% pulpa de piña + 1% esencia de coco
4	$a_1b_1$	50% cebada + 50% maíz + 1.25% pulpa de piña + 0.5% esencia de coco
5	Testigo	Cebada 100%

Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Tabla 16. Esquema del análisis de varianza**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razon de varianza
Replicas	SCR	(r-1) 2	$CMR = SCR / (r-1)$	$CMR / CME$
Factor A	SCA	(a-1) 1	$CMA = SCA / (a-1)$	$CMA / CME$
Factor B	SCB	(b-1) 1	$CMB = SCB / (b-1)$	$CMB / CME$
A*B	SC(AB)	(a*b) 1	$CM(AB) = SC(AB) / (a-1)(b-1)$	$CM(AB) / CME$
T vs el resto	T vs resto	T vs R (T-1) 1	$CMT = (T*1)$	$CMT / CME$
Error	SCE	(abr - 1) 6	$SCR / (abr - 1)$	
Total	SCT	(Tr)-1 11	$CME = SCD / (ab-1) (r-1)$	

Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

## 3.6.2. Variable de estudio

### 3.6.2.1. Análisis físicos químicos

- Acidez (NTE INEN 2323)
- pH (NTE INEN 2325)
- Grados alcohólicos (NTE INEN 2322)
- Color por Espectrofotometría (Standart Reference Method “SRM”)

### 3.6.2.2. Análisis sensoriales

- Aroma
- Sabor
- Color

## 3.7. Materiales y equipos

Los materias y equipos que se utilizaron para llevar a cabo los análisis de la cerveza artesanal se muestran en la tabla.

**Tabla 17. Insumos y reactivos**

<b>Insumos</b>	<b>Reactivos</b>
Maíz	Hidróxido de sodio 0.1N
Cebada (pilsen)	Fenolftaleína
Lúpulo	Agua destilada
Pulpa de piña	
Esencia de coco	
Levadura	
Agua	
Azúcar	

Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Tabla 18. Equipos e instrumentos**

<b>Equipos</b>	<b>Instrumentos</b>
Molino de acero inoxidable	Densímetro
Cocina industrial	Termómetro
Equipo de filtración	Balanza
Equipo de medición de acidez titulable	Matraz Erlenmeyer Bureta
Espectrofotómetro	Probeta
Potenciómetro	Vaso de precipitación
Alcoholímetro	Jarras medidoras Ollas de acero inoxidable Botellas Tapas corona Selladoras manuales Airlock Recipientes de fermentación

Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

### **Evaluación del proceso mediante un panel sensorial**

Para llevar a cabo esta investigación se tienen como objetivo principal la población del Cantón Tosagua. De acuerdo a los datos del censo INEC 2010, este Cantón presenta un total de 38341 habitantes en el área rural y urbana.

### **Muestra**

La muestra que se utilizará para la realización de un panel de catación será a base de la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2(p)(q)N}{e^2(N - 1) + pq(Z)^2}$$

**Donde:**

**N:** Total de la población

**Z:** 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

**p:** Proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

**q:** 1-p (en este caso 1-0.05 = 0.95)

**d:** Precisión (en su investigación use un 5%).

**Datos**

**n= ?**

**Z= 95% = 1.96**

**p= 0.05**

**q= (1-p) = 0.95**

**d= 5%**

**N= 38341**

$$n = \frac{Z^2(p)(q)N}{e^2(N - 1) + pq(Z)^2}$$
$$n = \frac{1.96^2(0.05)(0.95)38341}{0.05^2(38341 - 1) + 0.05 * 0.95(1.96)^2}$$
$$n = \frac{6996.3123}{96.0325}$$
$$n = 72.85$$

Mediante un panel de catación dirigido a 73 habitantes del Cantón se determinar la aceptación de las cervezas artesanales.

Aroma		1	2	3	4
Aroma: 1. Fuerte, 2. Intenso, 3. Suave, 4. Inapreciable	T1				
	T2				
	T3				
	T4				

Sabor		1	2	3
Sabor: 1. Amargo, 2. Cítrico, 3. Suave	T1			
	T2			
	T3			
	T4			

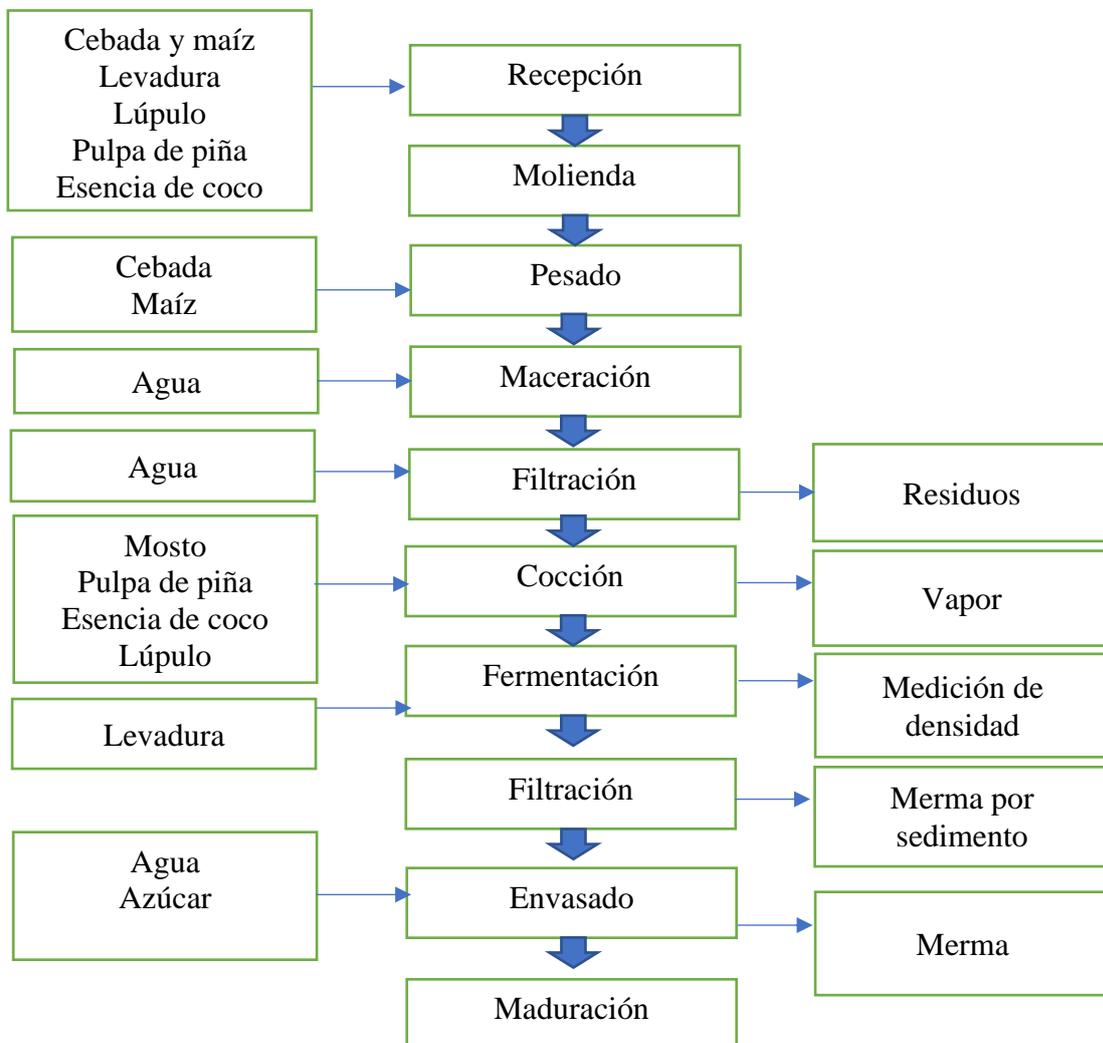
Color		1	2	3	4
Sabor: 1. Oscuro, 2. Dorado, 3. Amarillo, 4. Transparente	T1				
	T2				
	T3				
	T4				

Luego de la evaluación de cada tratamiento de cerveza artesanal ¿Cuál es de su preferencia?

Valoración	Categoría	T1	T2	T3	T4
1	Malo				
2	Regular				
3	Bueno				
4	Muy Bueno				

### 3.8. Balance de materia y establecimiento del rendimiento del proceso de obtención de cerveza artesanal a partir de diferentes mezclas de dos cereales cebada y maíz.

Se efectuará un balance de materia de cada tratamiento para determinar los mejores resultados de acuerdo al rendimiento.



Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

Mediante el diagrama de flujo se determinará la materia prima e insumos que entrará y saldrá del proceso para la obtención de cerveza artesanal.

**Recepción:** Se verifica que las materias primas e insumos (cereales, lúpulo, levaduras S-04, pulpa de piña y esencia de coco) están en condiciones óptimas para ingresar al proceso.

**Molienda:** Se procede a realizar la molienda de los dos cereales: maíz y cebada pilsen, mediante esta operación se quiebre los granos y en la maceración estos liberen sus almidones.

**Pesado:** Se pesan cuatro formulaciones para la elaboración de las cervezas artesanales.

- ✓ 875 g maíz + 2625 g malta base pilsen + 250 g pulpa de piña + 100 g esencia de coco
- ✓ 875 g maíz + 2625 g malta base pilsen + 125 g pulpa de piña + 50 g esencia de coco
- ✓ 1750 g maíz + 1750 g malta base pilsen + 250 g pulpa de piña + 100 g esencia de coco
- ✓ 1750 g maíz + 1750 g malta base pilsen + 125 g pulpa de piña + 50 g esencia de coco

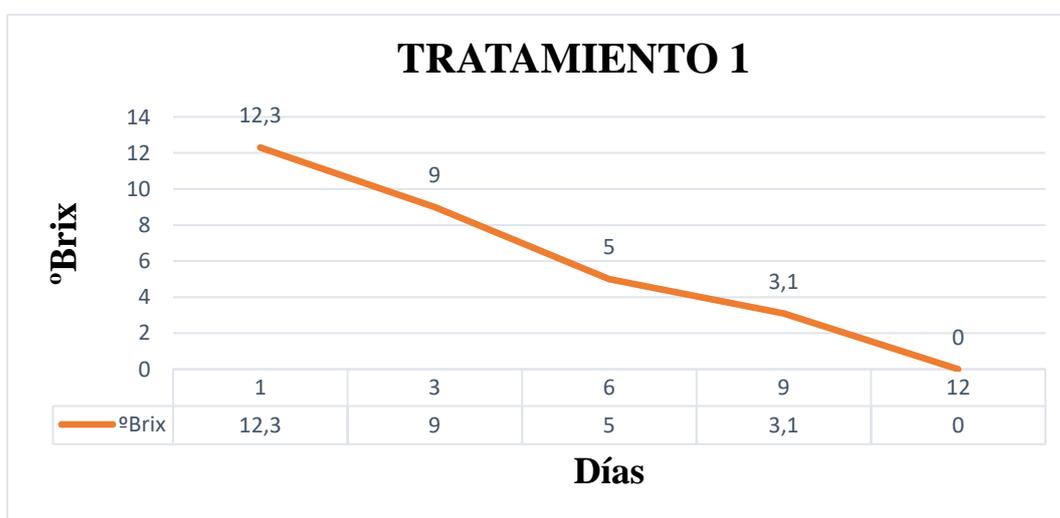
**Maceración:** Las diferentes formulaciones se adicionan por separado en ollas de acero inoxidable, luego se agregan 7 L de agua y se eleva la temperatura hasta los 60°C durante 20 minutos, luego se deja reposar 30 minutos, posteriormente se vuelve a elevar la temperatura a 75°C por 10 minutos.

**Filtración:** Luego de la maceración se procede a filtrar con la finalidad de separar el mosto líquido de los restos de malta, para llevar a cabo esta operación se utilizan 5 L de agua purificada.

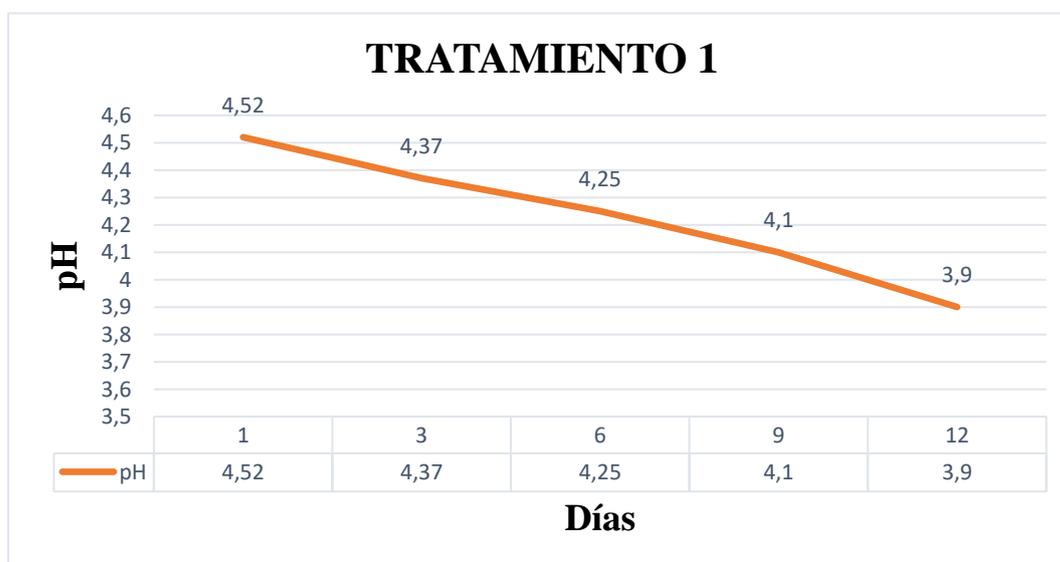
**Cocción:** En los primeros 5 minutos se le agrega las cantidades establecidas de pulpa de piña y esencia de coco, luego a los 20 minutos se adiciona los primeros 35 g de lúpulo con la finalidad que este le aporte un amargor característico a la cerveza, a los 50 minutos se le agregan 35 g más de lúpulo aportando el sabor y a los 80 minutos se le adiciono los 35 g de lúpulo restante el cual le da aroma, a los 85 minutos se da por terminado esta operación.

**Fermentación:** Los mostos se dejan enfriar hasta que tengan una temperatura de 17°C, se mide la densidad inicial, luego se activan 6 g de levadura S-04 con agua purificada a 34°C y un gramo de azúcar para cada tratamiento, después se adiciona la levadura al mosto mezclándose homogéneamente y se procede a cerrar los recipientes, los cuales permanecerán en una habitación oscura con una temperatura controlada. Cabe recalcar que se realizara un control en el proceso fermentativo el cual consiste en medir los °Brix y pH de los mostos de las cuatro formulaciones en los días 1, 3, 6, 9 y 12 de la fermentación.

**Gráfico 1. Control de fermentación del tratamiento 1**



Elaborado por: Solorzano, P. (2021)



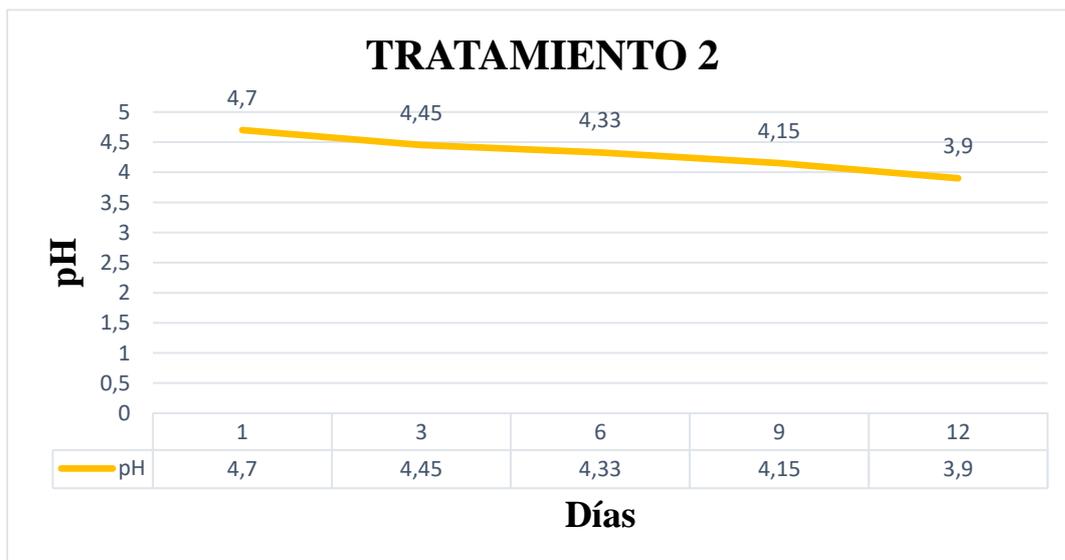
Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Interpretación:** En el gráfico se observa que en el control de fermentación del T1 (75% cebada + 25% maíz + 2.5% pulpa de piña + 1% esencia de coco) en el día 1, 3, 6, 9 y 12 los °Brix son (12.3), (9.00), (5.00), (3.1) y (0) el pH (4.52), (4.37), (4.25), (4.1) y (3.9).

**Gráfico 2. Control de fermentación del tratamiento 2**



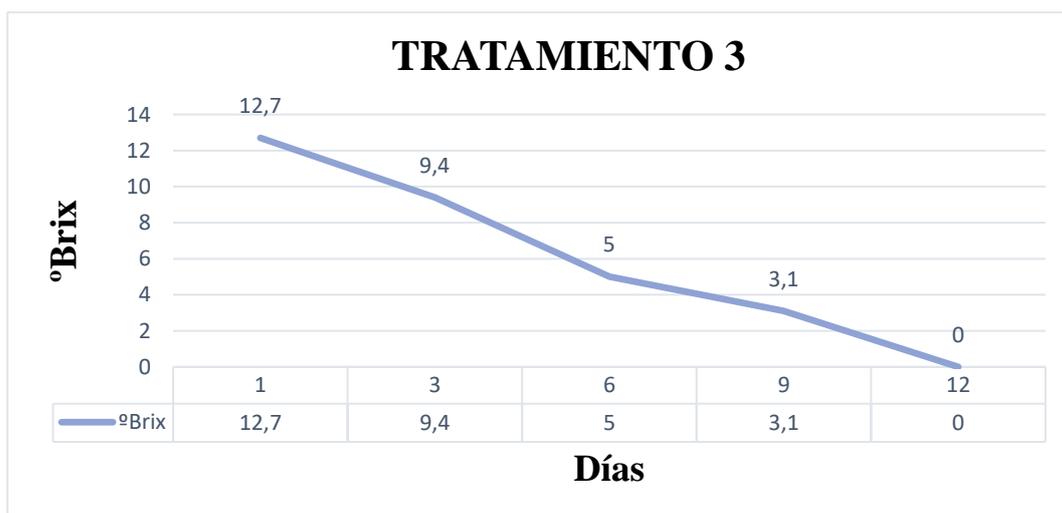
Elaborado por: Solorzano, P. (2021)



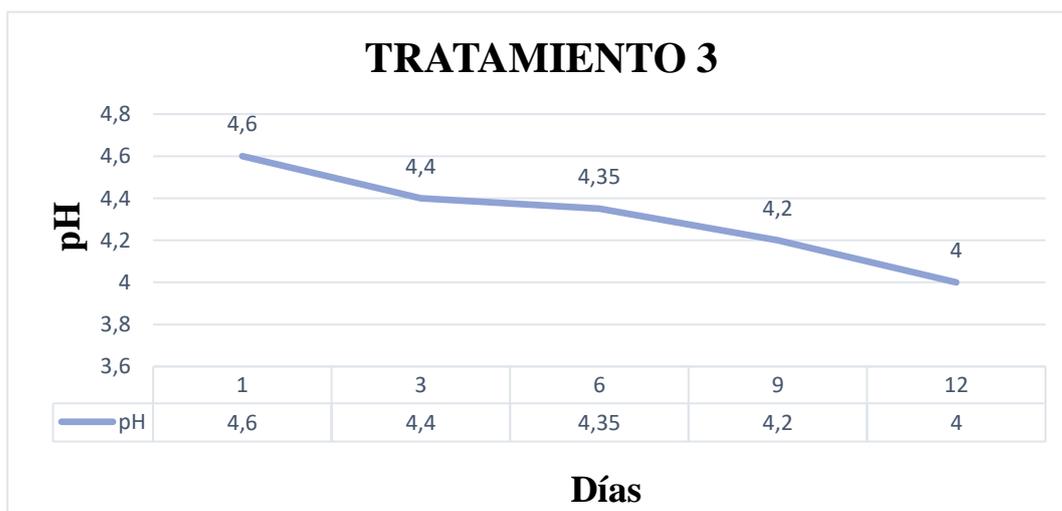
Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Interpretación:** Mediante el control de la fermentación del T2 (75% cebada + 25% maíz + 1.25% pulpa de piña + 0.5% esencia de coco) del gráfico se observa que los °Brix y pH varían durante los 12 días. En el día 1 (12.7), 3 (10.00), 6 (5.00), 9 (3.00) y 12 (0) y en el pH en día 1 (4.7), 3 (4.45), 6 (4.33), 9 (4.15) y 12 (3.9).

**Gráfico 3. Control de fermentación del tratamiento 3**



Elaborado por: Solorzano, P. (2021)



Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Interpretación:** Al T3 (50% cebada + 50% maíz + 2.5% pulpa de piña + 1% esencia de coco) se le efectuó un control mediante el cual se obtuvieron resultados de °Brix y pH los cuales varían durante los 12 días de fermentación. En el día 1 (12.7), 3 (9.4), 6 (5.00), 9 (3.2) y 12 (0) y en el pH en día 1 (4.6), 3 (4.4), 6 (4.35), 9 (4.2) y 12 (4).

**Gráfico 4. Control de fermentación del tratamiento 4**



Elaborado por: Solorzano, P. (2021)



Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Interpretación:** En el gráfico el control de la fermentación del T4 (50% cebada + 50% maíz +1.25% pulpa de piña + 0.5% esencia de coco) se observa que los °Brix y pH varían durante los 12 días. En el día 1 (12.5), 3 (9.00), 6 (5.00), 9 (3.4) y 12 (0) y en el pH en día 1 (4.97), 3 (4.47), 6 (4.4), 9 (4.35) y 12 (4.2).

Se determina que todos los azúcares se convirtieron en alcohol el día 12 cuando los °Brix llega al “cero” y el pH es mayor de 3.7 indicando que no se ha producido otro tipo de fermentación durante los 12 días.

**Filtrado:** Se realiza el filtrado de cada tratamiento el cual tiene una duración de 15 minutos, luego se miden la densidad final, posteriormente se realizan los cálculos que determinaran la cantidad de agua y azúcar que se deben agregar.

**Envasado:** En botellas oscuras las cuales son esterilizadas se procede a envasar y sellar.

**Maduración:** Luego de 10 días que las cervezas de los diferentes tratamientos son envasados se realiza una prueba de catación para determinar si las cervezas artesanales están listas para la comercialización.

Mediante la siguiente formula se determina la materia prima que ingresa sobre lo que sale.

**R:** Rendimiento

**P.F:** Peso final

**P.I:** Peso inicial

$$R = \frac{P.F}{P.I} * 100\%$$

A los mejores tratamientos obtenidos en la evaluación sensorial de la aceptación y los que obtuvieron el mejor rendimiento se le evaluara las propiedades físicas.

### **3.9. Análisis físicos de la cerveza artesanal**

- **pH**

Para medir el pH se aplica la norma (NTE INEN 2325), se utilizó 50 ml de muestra de cerveza artesanal desgasificada de cada tratamiento el cual fue vertido en un vaso de precipitación, luego se sumergió el potenciómetro por unos segundos para obtener los resultados.

- **Acidez**

Para determinar la acidez se aplica la norma (NTE INEN 2323) se utilizó un matraz Erlenmeyer donde se agregó 10 ml de muestra y se mezcla de manera homogénea con 50 ml de agua destilada y 3 gotas de fenolftaleína. Se aplicó el hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1N el cual se añadió de 1,5 ml donde se agitaba lentamente hasta que se observó una coloración rosada. Posteriormente se calculó la acidez mediante la siguiente formula, cabe recalcar que esta se expresa en % de ácido láctico.

$$\text{Acidez (\% ácido láctico)} = \frac{V_{NaOH} * N * PE}{V_m} * 100$$

**Donde:**

**V<sub>NaOH</sub>:** Volumen consumido de la muestra

**N<sub>NaOH</sub>:** Normalidad de la solución (0.1)

**PE:** Peso equivalente del ácido acético (0,009)

**V<sub>m</sub>:** Volumen de la muestra

- **°GL**

En una probeta se agregó 150 ml de muestra para la determinación de los grados alcohólicos, para ello se introdujo el alcoholímetro dejando que este flote en el centro sin tocar las paredes de este instrumento, obteniendo así la graduación alcohólica de la muestra aplicando la norma (NTE INEN 2322).

- **Color por espectrofotometría**

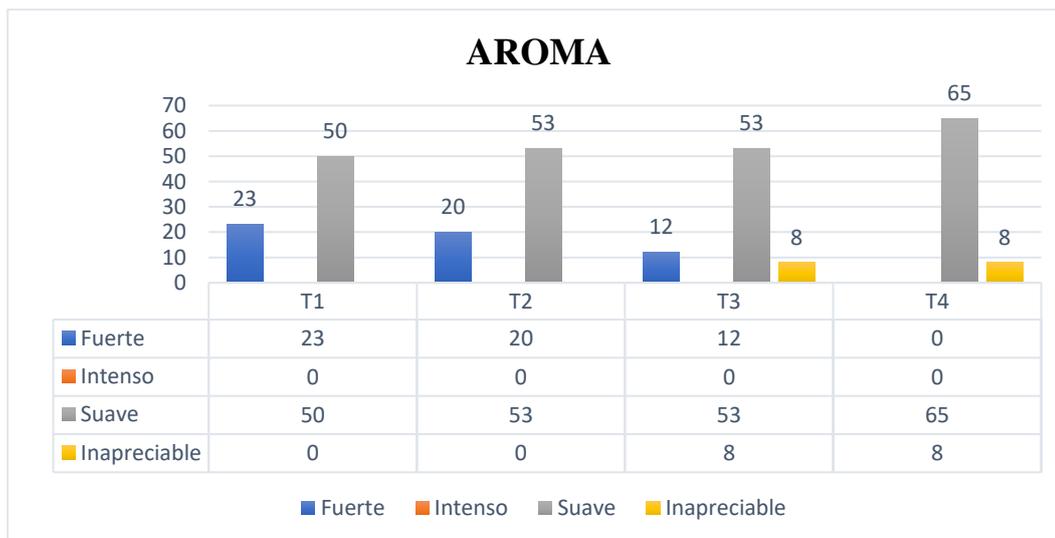
Se utilizarán celdas de 10 mm en la cual se adicionarán 10 ml de la muestra la cual no debe contener burbujas de aire, luego para que el espectrofotómetro este calibrado y en blanco se agrega una celda con agua destilada y posteriormente se mide la absorbancia a 430 nm.

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. Resultados

### 4.1.1. Resultados del análisis organoléptico de los tratamientos

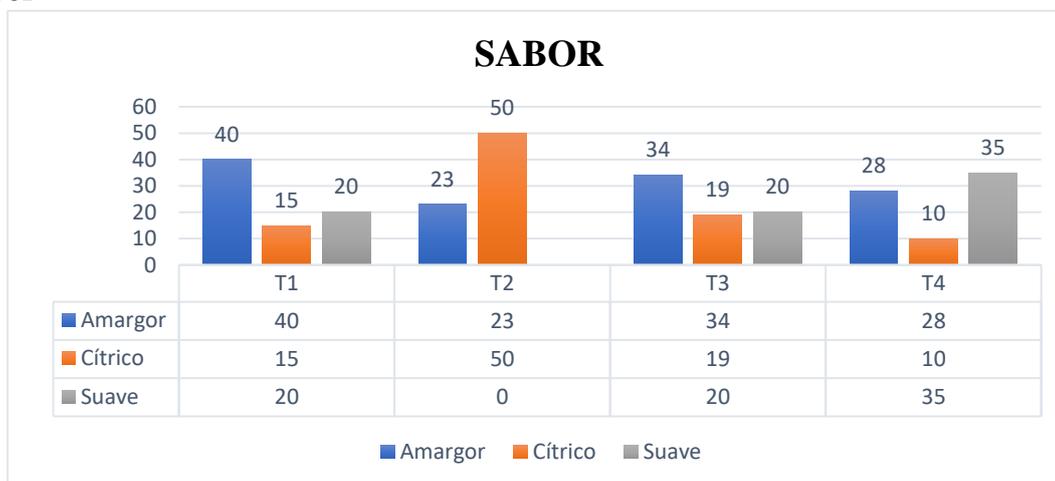
**Gráfico 5. Resultados del panel de catación correspondiente a la característica del Aroma**



Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Interpretación:** De acuerdo al panel de catación realizado a 73 personas del cantón Tosagua para determinar la aceptación del aroma de las muestras se obtuvieron los siguientes resultados: en el T1 (75% cebada + 25% maíz + 2.5% pulpa de piña + 1% esencia de coco) 50 personas indicaron que el aroma a pulpa de piña y esencia de coco es suave y 23 indicaron que este es fuerte; con respecto al T2 (75% cebada + 25% maíz + 1.25% pulpa de piña + 0.5% esencia de coco) 53 catadores mencionaron que el aroma a pulpa de piña y esencia de coco es suave y 20 que este es fuerte; en el T3 (50% cebada + 50% maíz + 2.5% pulpa de piña + 1% esencia de coco) 53 de los encuestados perciben la pulpa de piña y esencia de coco de manera suave, pero 12 de ellos indican que este es fuerte y 8 de ellos mencionan que es inapreciable y por último en el T4 (50% cebada + 50% maíz + 1.25% pulpa de piña + 0.5% esencia de coco) 65 encuestados mencionan que es suave la pulpa de piña y esencia de coco y 8 que este es inapreciable.

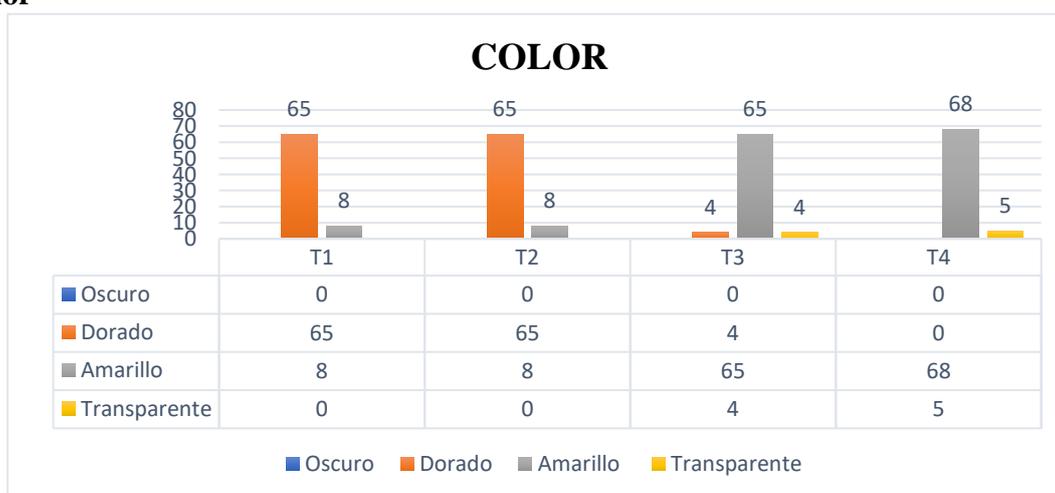
**Gráfico 6. Resultados del panel de catación correspondiente a la característica del Sabor**



Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Interpretación:** Mediante el gráfico nº6 se observan los resultados del sabor de las cervezas artesanales los cuales son: en el T1 (75% cebada + 25% maíz +2.5% pulpa de piña + 1% esencia de coco) 40 personas indicaron que el sabor es amargo, 20 que es suave y 15 que este es cítrico, en el T2 (75% cebada + 25% maíz + 1.25% pulpa de piña + 0.5% esencia de coco) 50 encuestados mencionan que el sabor es cítrico y 23 de ellos sienten que es amargo, con respecto al T3 (50% cebada + 50% maíz +2.5% pulpa de piña + 1% esencia de coco) 34 de los catadores dicen que es amargo, 20 que es suave y 19 que es cítrico y por último en el T4 (50% cebada + 50% maíz + 1.25% pulpa de piña + 0.5% esencia de coco) 35 personas indican que tiene sabor suave, 28 amargo y 10 cítrico.

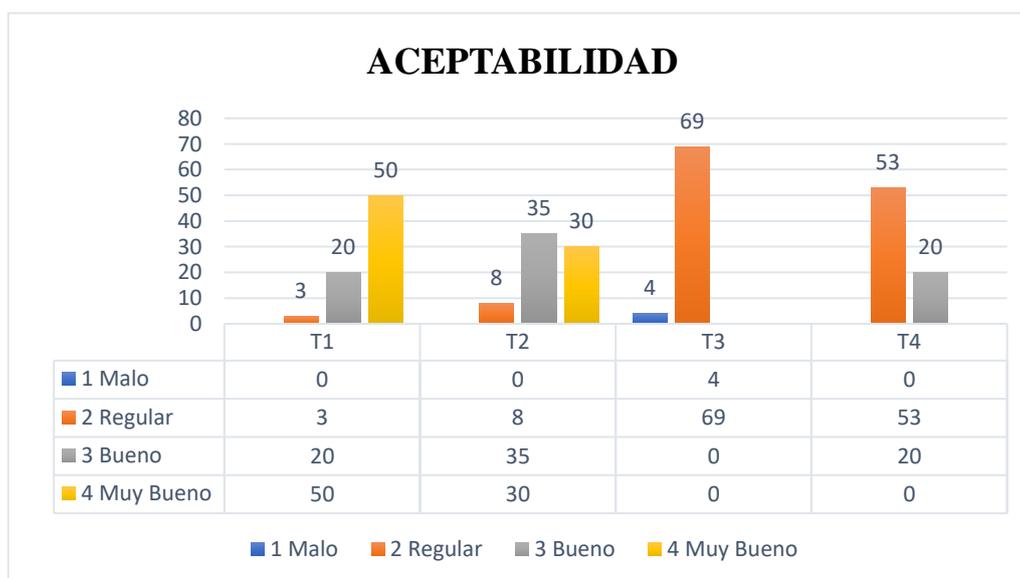
**Gráfico 7. Resultados del panel de catación correspondiente a la característica del Color**



Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Interpretación:** Según las características del color, los datos obtenidos son los siguientes: en el T1 (75% cebada + 25% maíz +2.5% pulpa de piña + 1% esencia de coco) y T2 (75% cebada + 25% maíz + 1.25% pulpa de piña + 0.5% esencia de coco) 65 encuestados indicaron que el color es dorado y 6 que es amarillo, en el T3 (50% cebada + 50% maíz +2.5% pulpa de piña + 1% esencia de coco) 65 mencionan que el color es amarillo, 4 que es dorado y 4 transparente y con respecto a el T4 (50% cebada + 50% maíz + 1.25% pulpa de piña + 0.5% esencia de coco) 68 personas señalan que es color es amarillo y 5 que es transparente.

**Gráfico 8. Resultados del panel de catación correspondiente a la aceptabilidad**

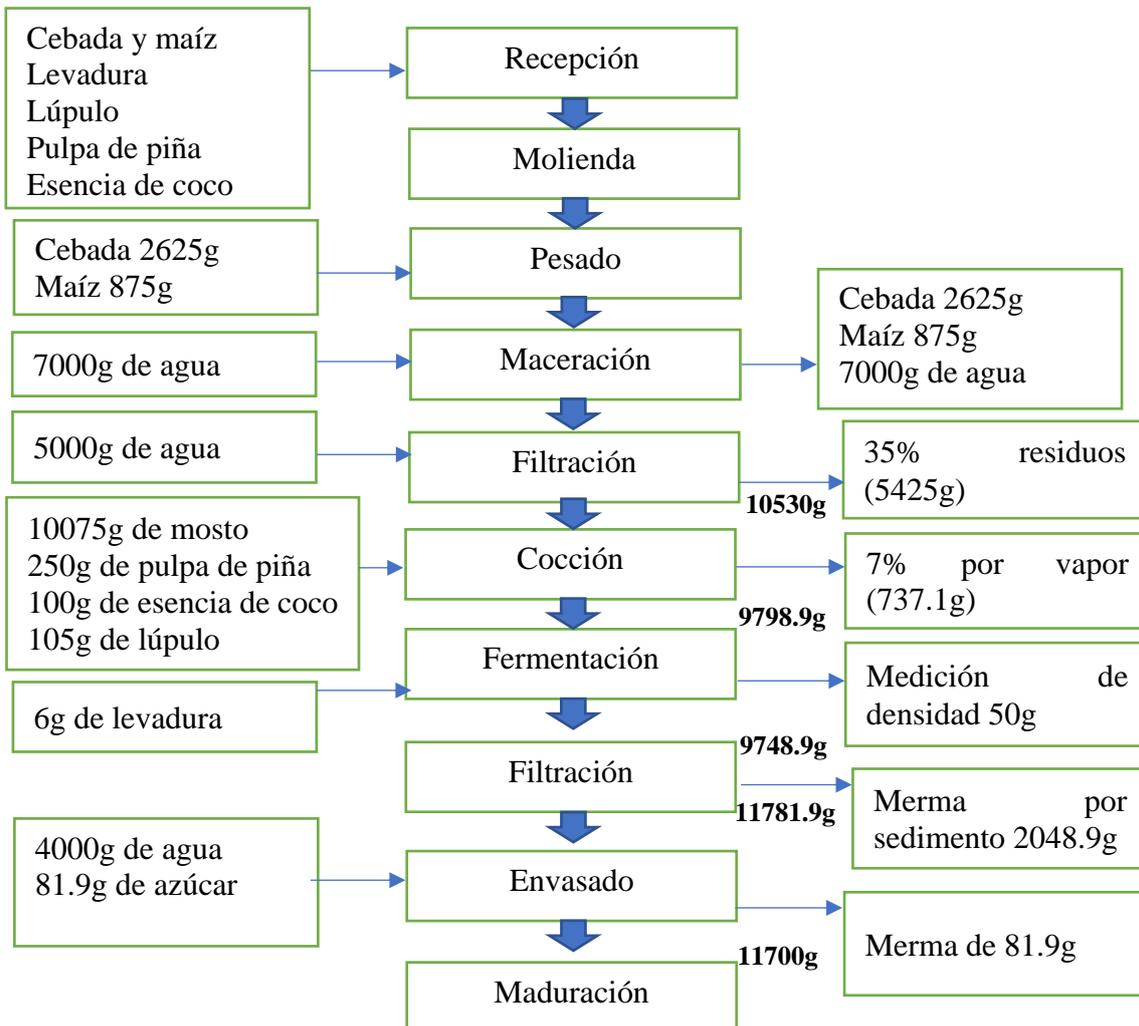


Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Interpretación:** Según el criterio de aceptabilidad, 50 de los encuestados indican que el (T1) es muy bueno, 20 bueno y 3 regular; en el (T2) 35 personas señalan que es bueno, 30 muy bueno y 8 regular; con respecto a él (T3) 69 catadores consideran que es regular y 4 malo; por último, en el (T4) 53 personas mencionan que la cerveza artesanal es regular y 20 que es buena. Cabe destacar que mediante el panel de catación a 73 personas del cantón Tosagua se determina que la cerveza artesanal que tiene mayor aceptabilidad es la del T1 (75% cebada + 25% maíz +2.5% pulpa de piña + 1% esencia de coco).

## 4.1.2. Balance de materia y establecimiento del rendimiento del proceso de obtención de cerveza artesanal

### 4.1.2.1. Balance de materia del primer tratamiento (75% de cebada pilsen, 25% de maíz, 2,5% de pulpa de piña, 1% de esencia de coco).



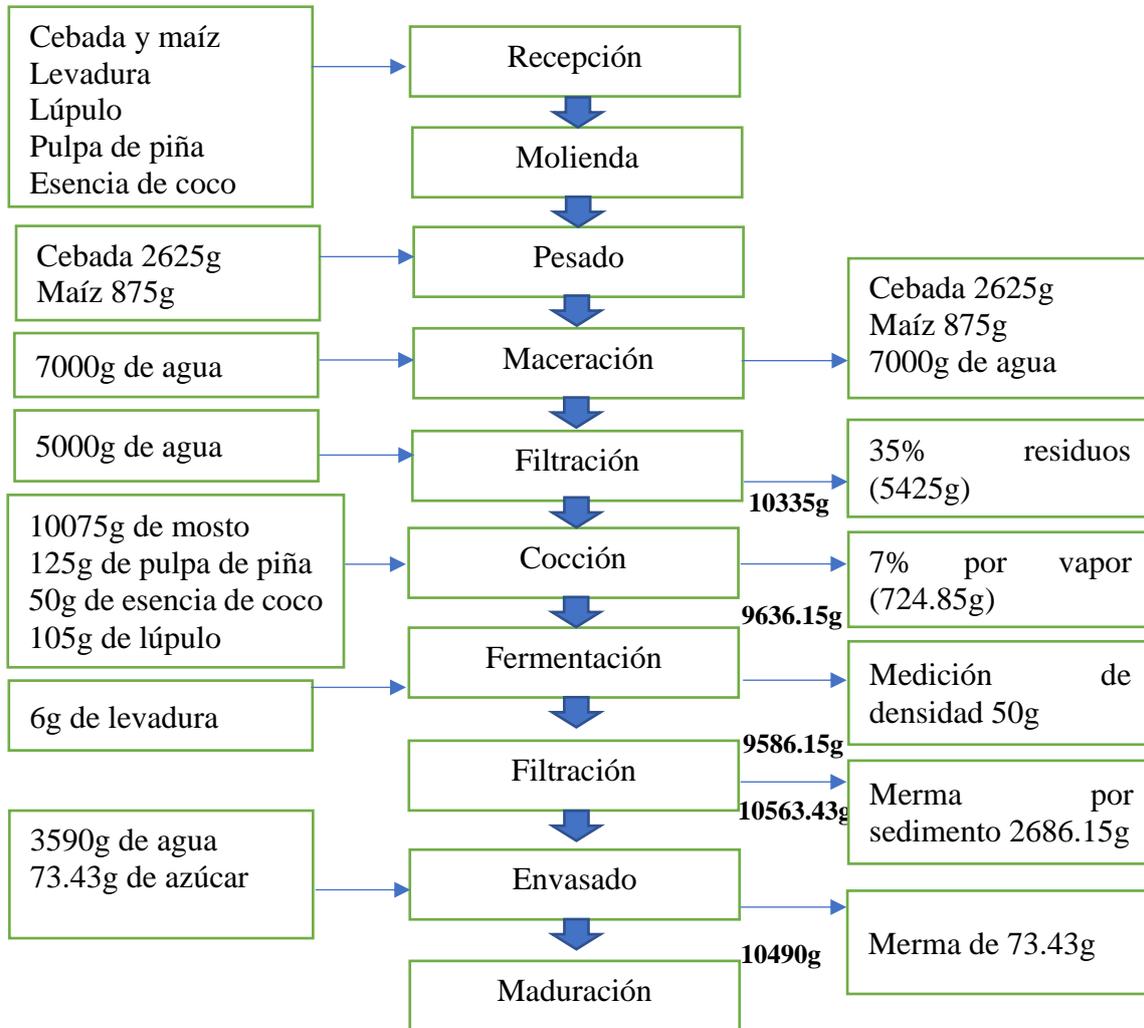
$$R = \frac{P.F}{P.I} * 100\%$$

$$R = \frac{11070g}{20042.9} * 100\%$$

$$R = 55.23\%$$

**Interpretación:** Para la obtención del rendimiento del tratamiento 1 se procedió a calcular en base al cociente de peso de la materia prima que ingresa (cebada pilsen, maíz, agua, lúpulo, levadura y azúcar) sobre el peso de salida (cerveza artesanal), el cual dio como resultado 55,23%.

**4.1.2.2. Balance de materia segundo tratamiento (75% de cebada pilsen, 25% de maíz, 1,25% de pulpa de piña, 0,5% de esencia de coco).**



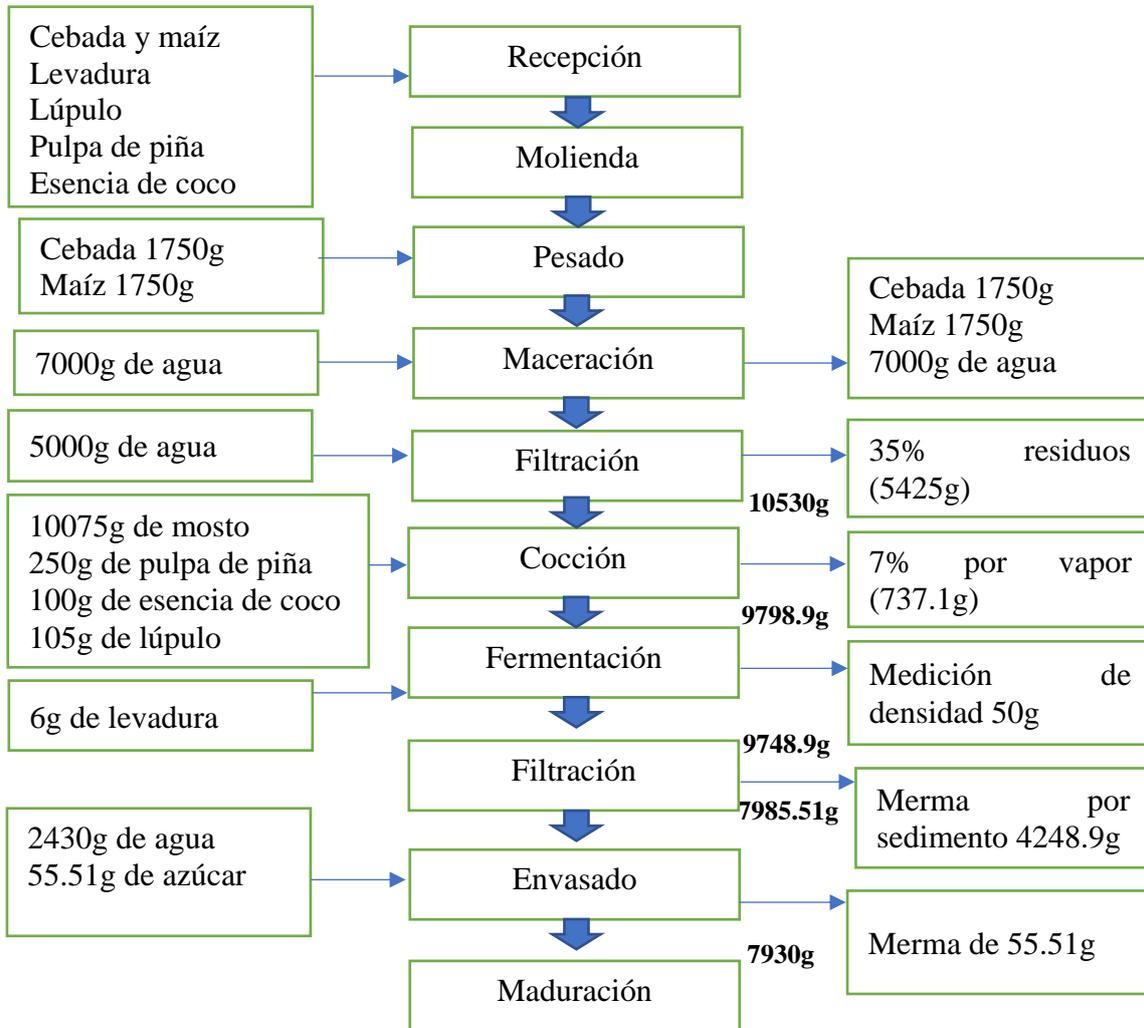
$$R = \frac{P.F}{P.I} * 100\%$$

$$R = \frac{10490g}{19859.43} * 100\%$$

$$R = 52.82\%$$

**Interpretación:** Para la obtención del rendimiento del tratamiento 2 se procedió a calcular en base al cociente de peso de la materia prima que ingresa (cebada pilsen, maíz, agua, lúpulo, levadura y azúcar) sobre el peso de salida (cerveza artesanal), el cual dio como resultado 52,82%.

**4.1.2.3. Balance de materia tercer tratamiento (50% de cebada pilsen, 50% de maíz, 2,5% de pulpa de piña, 1% de esencia de coco).**



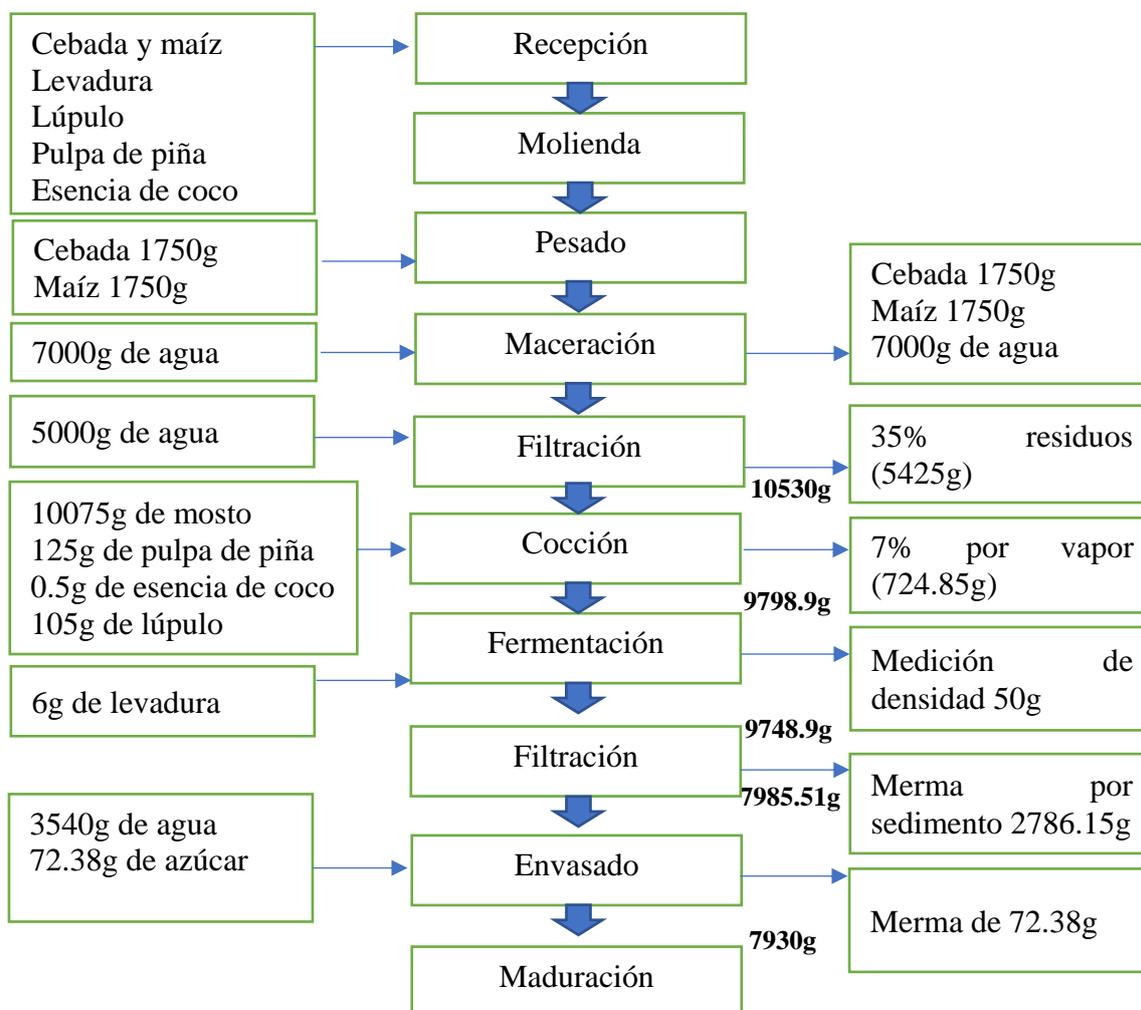
$$R = \frac{P.F}{P.I} * 100\%$$

$$R = \frac{7930g}{18446.51} * 100\%$$

$$R = 43\%$$

**Interpretación:** Para la obtención del rendimiento del tratamiento 3 se procedió a calcular en base al cociente de peso de la materia prima que ingresa (cebada pilsen, maíz, agua, lúpulo, levadura y azúcar) sobre el peso de salida (cerveza artesanal), el cual dio como resultado 43%.

**4.1.2.4. Balance de materia cuarto tratamiento (50% de cebada pilsen, 50% de maíz, 1,25% de pulpa de piña, 0,5% de esencia de coco).**



$$R = \frac{P.F}{P.I} * 100\%$$

$$R = \frac{10340g}{20398.38} * 100\%$$

$$R = 50.70\%$$

**Interpretación:** Para la obtención del rendimiento del tratamiento 4 se procedió a calcular en base al cociente de peso de la materia prima que ingresa (cebada pilsen, maíz, agua, lúpulo, levadura y azúcar) sobre el peso de salida (cerveza artesanal), el cual dio como resultado 50.70%.

### 4.1.3. Análisis de varianza para las variables de estudio

Tabla 19. Análisis de varianza para el pH

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón -F	Valor -P
Tratamiento	0,28	3	0,09	1010,27	<0,0001
Replicas	0,00005	2	0,000025	0,27	0,7703
Factor A	0,13	1	0,13	1466,27	<0,0001
Factor B	0,14	1	0,14	1560,09	<0,0001
A*B	0,00041	1	0,00041	4,45	0,0793
T vs Resto	1,928 X10 <sup>61</sup>	1	1,928 X10 <sup>61</sup>	2,103 X10 <sup>65</sup>	<0,0001
Error	0,00055	6	0,000092		
Total	0,28	11			

Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Interpretación:** Mediante el análisis de varianza para el pH de las cervezas artesanales se determina que existe diferencia altamente significativa en el factor A, factor B y testigo vs resto, mientras que en la interacción A\*B se encontró diferencia significativa y en la replicas no existe diferencia significativa.

Tabla 20. Análisis de varianza para la acidez titulable

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón -F	Valor -P
Tratamiento	0,02	3	0,01	752,00	<0,0001
Replicas	0,000017	2	0,0000083	1,00	0,4219
Factor A	0,02	1	0,02	1936,00	<0,0001
Factor B	0,0021	1	0,0021	256,00	<0,0001
A*B	0,00053	1	0,00053	64,00	0,0001
T vs Resto	1,928 X10 <sup>61</sup>	1	1,928 X10 <sup>61</sup>	2,313 X10 <sup>66</sup>	<0,0001
Error	0,0005	6	0,0000083		
Total	0,28	11			

Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Interpretación:** De acuerdo a los resultados de la acidez titulable de las cervezas artesanales mediante el análisis de varianza se encontró que existe diferencia altamente significativa en el factor A, factor B y testigo vs resto, mientras que en la interacción A\*B se encontró diferencia significativa y en la replicas no se encontró diferencia significativa.

**Tabla 21. Análisis de varianza para los °GL**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón -F</b>	<b>Valor -P</b>
<b>Tratamiento</b>	0,07	3	0,02	78,65	<0,0001
<b>Replicas</b>	0,0015	2	0,00076	2,42	0,1700
<b>Factor A</b>	0,0016	1	0,0016	5,20	0,0001
<b>Factor B</b>	0,02	1	0,02	77,42	<0,0001
<b>A*B</b>	0,05	1	0,05	153,35	<0,0001
<b>T vs Resto</b>	1,928 X10 <sup>61</sup>	1	1,928X10 <sup>61</sup>	6,143X10 <sup>64</sup>	<0,0001
<b>Error</b>	0,0019	6	0,00031		
<b>Total</b>	0,28	11			

Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Interpretación:** En la tabla N°21 de análisis de varianza de los °GL de las cervezas artesanales se encontró diferencia altamente significativa en el factor B, en la interacción A\*B y en el testigo vs resto, cabe recalcar que en tanto en el factor A y las réplicas no existe diferencia significativa.

**Tabla 22. Análisis de varianza para espectrofotometría**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón -F</b>	<b>Valor -P</b>
<b>Tratamiento</b>	0,82	3	0,27	435,00	<0,0001
<b>Replicas</b>	0,0012	2	0,00062	1	0,4219
<b>Factor A</b>	0,68	1	0,68	1083,00	<0,0001
<b>Factor B</b>	0,09	1	0,09	147,00	<0,0001
<b>A*B</b>	0,05	1	0,05	75,00	<0,0001
<b>T vs Resto</b>	1,928 X10 <sup>61</sup>	1	1,928 X10 <sup>61</sup>	3,085 X10 <sup>64</sup>	<0,0001
<b>Error</b>	0,0038	6	0,00063		
<b>Total</b>	4,60	11			

Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Interpretación:** El análisis de varianza para determinar la espectrofotometría de las cervezas artesanales indica que se encontró diferencia altamente significativa en el factor A, factor B, Interacción A\*B y testigo vs resto, mientras que en las réplicas no existe diferencia significativa.

**Tabla 23. Resultados de los análisis de los cuatro tratamientos**

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>Densidad inicial</b>	1.070	1.070	1.074	1.072
<b>Densidad final</b>	1.014	1.012	1.017	1.015
<b>pH</b>	4.56	4.03	5.00	4.93
<b>Acidez titulable</b>	0.2	0.213	0.26	0.30
<b>Grados alcohólicos</b>	4.95	4.73	4.85	4.88
<b>Espectrofotometría</b>	7.05	7.00	6.70	6.40

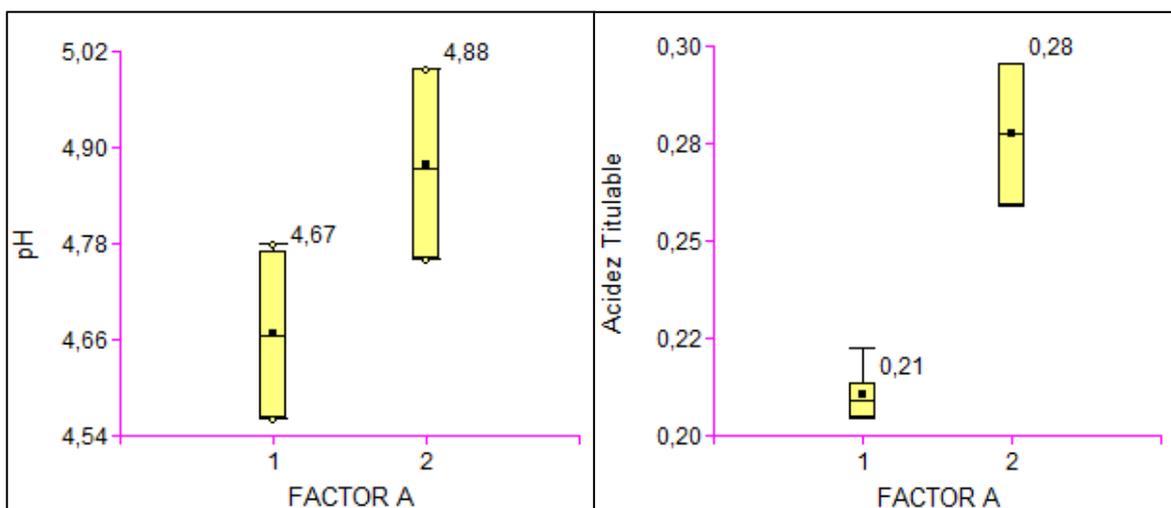
Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**4.1.3.1. Resultados de la prueba de significación (Tukey  $p < 0,05$ ) con respecto a los análisis fisicoquímicos de la cerveza artesanal obtenida a partir de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*).**

**Resultado con respecto al factor A (mezclas de los cereales)**

En las siguientes graficas 9 y 10 se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos con respecto al factor A (mezcla de los cereales).

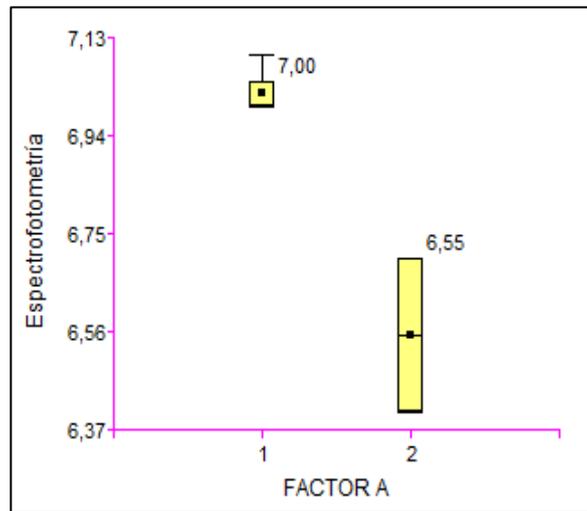
**Gráfico 9. Resultados de la diferencia de las medias de las mezclas de cereales (cebada y maíz) mediante la prueba de significancia (Tukey  $p < 0,05$ ) de los análisis fisicoquímicos de la cerveza artesanal. 1. pH, 2. Acidez titulable**



Elaborado por: Solorzano, P (2021)

**Interpretación:** En la gráfica que correspondiente al pH indica que existe diferencia significativa, donde se refleja que el maíz presenta un valor mayor de (4,88) y la cebada un valor menor de (4,67), cabe destacar que los resultados del pH de la cebada se asemejan al testigo (4,42). Con respecto a la acidez titulable se obtiene un valor mayor en el maíz (0,28) y un valor menor en la cebada (0,21), el resultado que se asemeja a el testigo (0,19) es el de la cebada.

**Gráfico 10. Resultados de la diferencia de las medias de las mezclas de cereales (cebada y maíz) mediante la prueba de significancia (Tukey  $p < 0,05$ ) de los análisis fisicoquímicos de la cerveza artesanal. 3. Espectrofotometría**



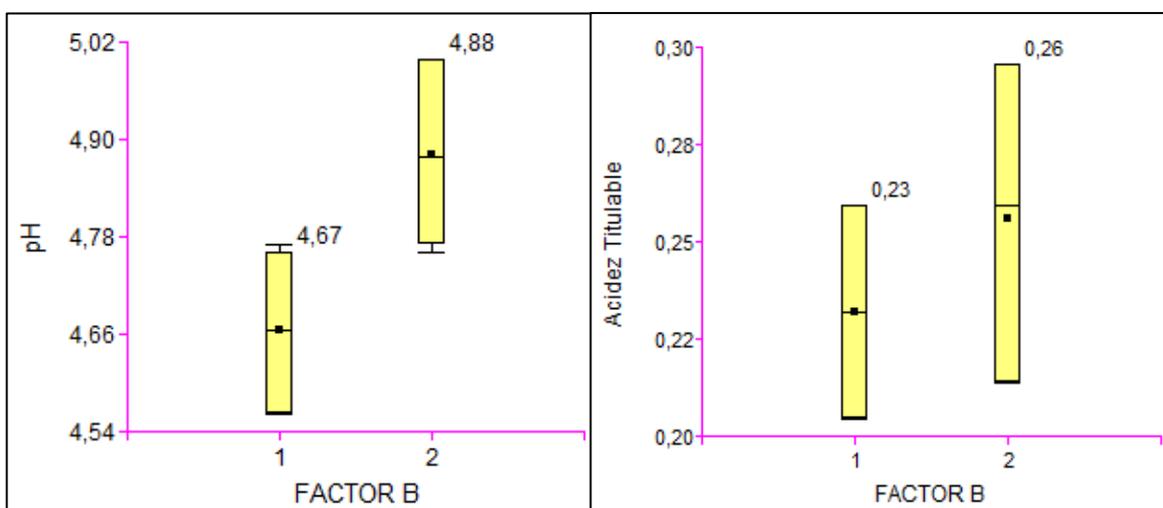
Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Interpretación:** En la gráfica se observan que existe diferencia significativa en el análisis de espectrofotometría, indicando que el valor mayor se obtiene en la cebada (7,00) y en el cereal maíz un valor menor de (6,55), cabe mencionar que los resultados de espectrofotometría que se asemejan al testigo (6,00) son los del maíz.

## Resultado con respecto al factor B (mezclas de saborizantes)

En las siguientes graficas 11 y 12 se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicas con respecto al factor B (mezcla de saborizantes).

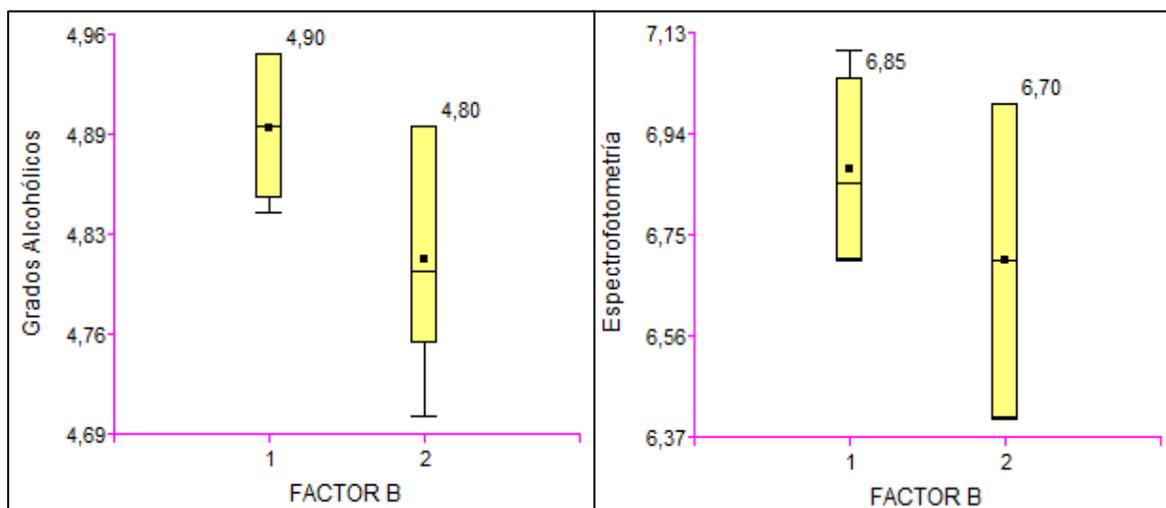
**Gráfico 11. Resultados de la diferencia de las medias de las mezclas de saborizantes (pulpa de piña y esencia de coco) mediante la prueba de significancia (Tukey  $p < 0,05$ ) de los análisis fisicoquímicos de la cerveza artesanal. 4. pH 5. Acidez titulable**



Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Interpretación:** En la gráfica se observa que existió diferencia significativa en el análisis del pH, obteniendo el valor mayor en la esencia de coco (4,88) y el menor en la pulpa de piña (4,67), los resultados que se asemejan a los valores del testigo (4,42) son los de la pulpa de piña. En la acidez titulable se observa que el valor mayor corresponde a la esencia de coco (0,26) y el menor a la pulpa de piña (0,23) lo que indica que el valor que se asemeja al testigo (0,19) es el de la pulpa de piña.

**Gráfico 12. Resultados de la diferencia de las medias de las mezclas de saborizantes (pulpa de piña y esencia de coco) mediante la prueba de significancia (Tukey  $p < 0,05$ ) de los análisis fisicoquímicos de la cerveza artesanal. 6. °GL 7. Espectrofotometría**



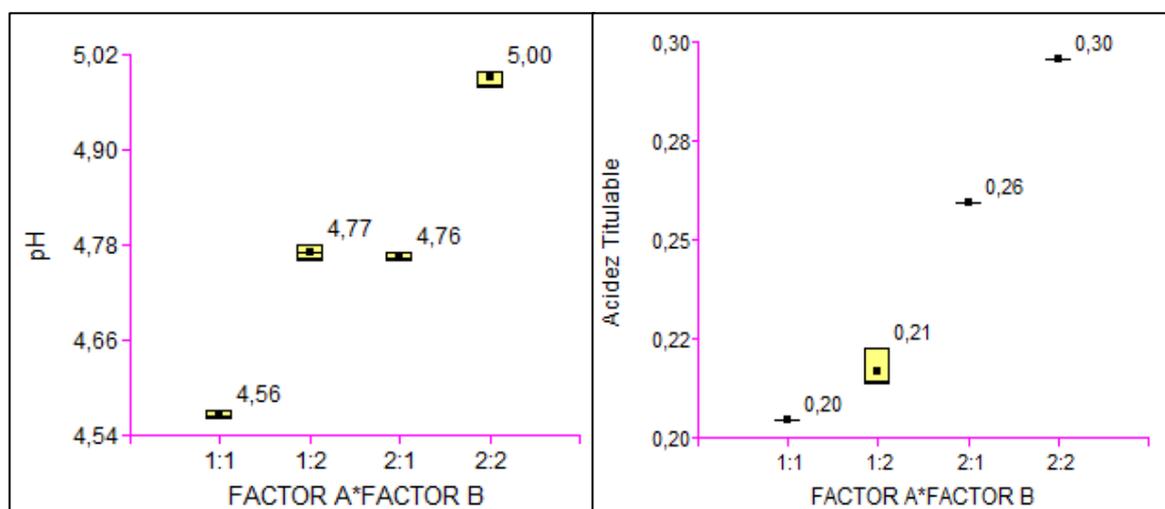
Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Interpretación:** En la gráfica se observa diferencia significativa para ambos análisis fisicoquímicos. Los °GL presentan un valor mayor haciendo referencia a la pulpa de piña (4,90) y un valor menor en la esencia de coco (4,80), pero el que se asemeja a el testigo (5,00) es la pulpa de piña. En los resultados del análisis de espectrofotometría se observa que el valor mayor corresponde a la pulpa de piña (6,85) y el menor a la esencia de coco (6,70), cabe destacar que el que se asemeja al valor del testigo (6,00) es el de la esencia de coco.

## Resultado con respecto a la interacción A\*B (mezclas de cereales y de saborizantes)

En las siguientes graficas 13 y 14 se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos con respecto a la interacción A\*B (mezcla de cereales y mezcla de saborizantes).

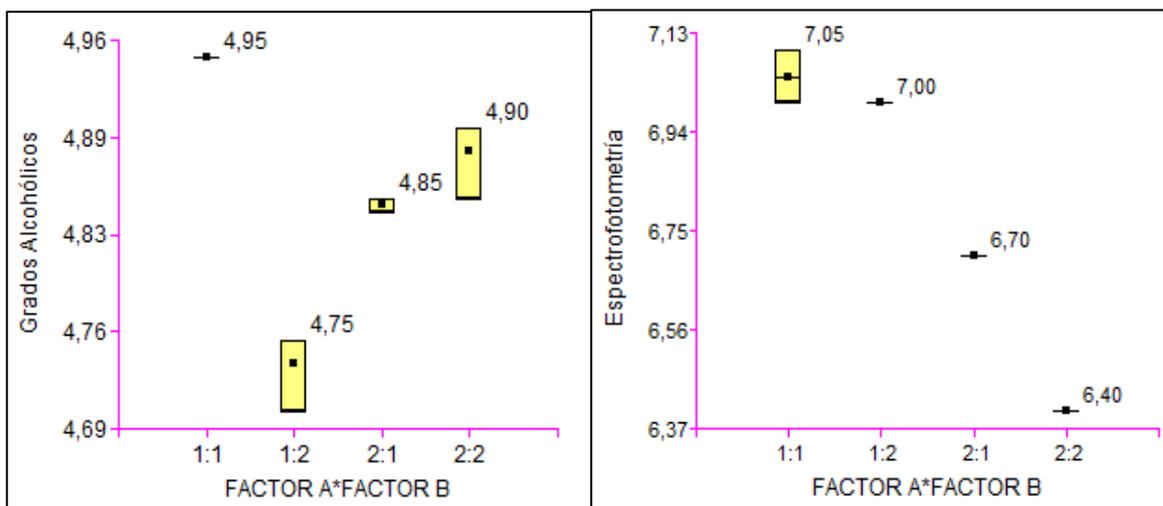
**Gráfico 13. Resultados de la diferencia de las medias de las interacciones A\*B (mezcla de cereales y mezcla de saborizantes) mediante la prueba de significancia (Tukey  $p < 0,05$ ) de los análisis fisicoquímicos de la cerveza artesanal. 8. pH 9. Acidez titulable**



Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Interpretación:** En la gráfica se observa diferencia significativa en la interacción A\*B del pH de las cervezas artesanales indicando los siguientes valores T1 ( $a_0b_0$  4,56), T2 ( $a_0b_1$  4,77), T3 ( $a_1b_0$  4,76) y T4 ( $a_1b_1$  5) considerando que el testigo tiene valores de pH de (4,42) el que presenta un valor similar a este es el de la interacción ( $a_0b_0$  4,56). Con respecto a la acidez titulable se observan valores T1 ( $a_0b_0$  0,20), T2 ( $a_0b_1$  0,21), T3 ( $a_1b_0$  0,26) y T4 ( $a_1b_1$  0,30) observando que el valor más bajo corresponde al tratamiento T1 ( $a_0b_0$  0,20) el cual se asemeja a el testigo el cual tiene un valor de (0,19).

**Gráfico 14. Resultados de la diferencia de las medias de las interacciones A\*B (mezcla de cereales y mezcla de saborizantes) mediante la prueba de significancia (Tukey  $p < 0,05$ ) de los análisis fisicoquímicos de la cerveza artesanal. 10. °GL 11. Espectrofotometría**



Elaborado por: Solorzano, P. (2021)

**Interpretación:** En la gráfica se observa que existe diferencia significativa en los análisis de °GL y espectrofotometría. Los °GL de acuerdo a cada tratamiento son los siguientes T1 ( $a_0b_0$  4,95), T2 ( $a_0b_1$  4,75), T3 ( $a_1b_0$  4,85) y T4 ( $a_1b_1$  4,90) cabe destacar que los valores obtenidos se asemejan a los del testigo (5,00), pero el más cercano es el tratamiento T1 ( $a_0b_0$  4,95). En cuanto a el análisis de espectrofotometría el cual hace referencia a el color de las cervezas artesanales se conocen los siguientes valores T1 ( $a_0b_0$  7,05), T2 ( $a_0b_1$  7), T3 ( $a_1b_0$  6,70) y T4 ( $a_1b_1$  6,40), el resultado que se encuentra cerca de los valores del testigo (6,00) es el tratamiento T4 ( $a_1b_1$  6,40).

## **4.2. Discusión**

### **Con respecto a el panel de catación para la aceptación de la cerveza artesanal**

Mediante un panel de catación dirigido a 73 habitantes del cantón Tosagua indicaron que al utilizar la formulación del tratamiento 1 (75% cebada + 25% maíz +2.5% pulpa de piña + 1% esencia de coco) en la obtención de cerveza artesanal tiene mayor acogida por los consumidores de bebidas alcohólicas, debido a que el aroma de esta es suave, tiene un sabor amargo característico de este producto y el color es dorado. Según Galarza, A (2018) en el análisis sensorial realizado a las cervezas saborizadas presenta aroma y sabor agradable debido a que este es afrutado, pero depende de las levaduras que utilizan ya que estas tienen influencia en el sabor y el aroma porque promueven la formación de ésteres y fenoles, además absorben ciertas cantidades de ácidos iso-alfa, responsables del amargor de la cerveza, pero el color de esta difiere por que presenta sólidos suspendidos.

### **Con respecto al factor A (mezcla de cereales)**

- **pH**

Según los autores Santos, F. & Cayas, J (2019) las características fisicoquímicas de la investigación de cerveza elaborada a partir de malta de maíz y quinua, presentaron un pH de 3,80 a 4,41 estos valores se encuentran dentro del rango permitido para una cerveza, por ello es fundamental la medición de pH en la industria alimentaria ya que es un indicador de calidad en las diferentes etapas del proceso y en el producto final. Recalde, M (2017) menciona que se deben de cumplir con los parámetros del pH para evitar el ataca de microorganismos siendo así que al elaborar una bebida tipo cerveza a base de maíz y quinua se obtiene un pH de 4.56 lo que indica que el valor está dentro de lo establecido. Para que un producto pueda aumentar su tiempo de conservación debe tener un pH bajo. Pero al elaborar cerveza artesanal con maíz el pH es de (4,88) siendo este valor mínimamente superior al máximo de la norma ecuatoriana, cabe mencionar que al utilizar cebada el valor es de (4,67) siento el que más se acerca al testigo (4,42) el cual está dentro de la norma NTE INEN 2262.

- **Acidez titulable**

Los resultados correspondientes a la acidez titulable de la investigación elaboración de cerveza a partir de malta de maíz y quinua de Santos, F. & Cayas, J (2019) oscilan entre 0,29 y 0,34% los cuales están un poco elevados debido en parte a diversos ácidos orgánicos (especialmente láctico) y Aguirre, J (2018) en la investigación obtención de cerveza artesanal a partir de una malta de maíz morado en los siguientes porcentajes (50%, 75% y 100%) el grado de acidez titulable que la cerveza obtuvo es de 0,34% por ello en ambas no cumplen con los rangos óptimos de la norma NTE INEN 2262 la cual indica que el máximo valor en este análisis fisicoquímico es de 0,30%. Con respecto a la elaboración de cerveza artesanal utilizando maíz y cebada indica que ambos valores se encuentran dentro de la norma ecuatoriana pero el que más se asemeja a el testigo (0,19) es la cebada (0,21).

- **Espectrofotometría**

Según Juárez, Cano, Santiago & López (2020) al utilizar maíz como adjuntos y derivados de la caña en la elaboración de cerveza artesanal las formulaciones 1 y 2 (75:25, 50:50), se obtuvieron 5.3 y 13.7 SRM, existe una variación notoria en el color debido a la variación de maltas utilizadas. El SRM (Standart Reference Method) el color varía según el tipo de cerveza y la norma NTE INEN 2262 de bebidas alcohólicas indica que este debe ser < 20 unidades EBC o 10 SRM. Cabe mencionar que los resultados del análisis espectrofotométrico de esta investigación que se asemejan al testigo (6,00) es el del maíz siendo este de (6,55), los cuales se encuentran dentro de los rangos (6.00 – 7,99 SRM) (20 unidades EBC o 10 SRM) tanto de la tabla de colores como el de la NTE INEN 2262.

## **Con respecto al factor B (mezcla de saborizantes)**

- **pH**

En la investigación de Hernández, Lina & Muñoz, Lina (2019) afirman que a pesar de incorporación maracuyá en el proceso de producción de cerveza artesanal tipo pale ale el pH de los tratamientos es de (4,00) el cual cumple con los parámetros establecidos de la norma ecuatoriana, indicando que al realizar la fermentación a la una temperatura de 20°C se obtienen valores dentro de la norma. Fontana, U (2020) menciona que, al agregar fruta, no afecta el pH de la cerveza, si bien el calafate es una fruta ácida con valores cercanos a pH 3,5 la incorporación a la cerveza de estos frutos no modificó los valores de la misma. Por ende, la cantidad de calafate agregada no influyó en las cuatro concentraciones de agregado. No obstante, al agregar esencia de coco el pH esta fuera del rango permitido según la norma, pero al adicionar pulpa de piña se obtiene un valor de (4,67), siendo este el más cercano al testigo (4,42), además, de que cumple con los parámetros de la norma NTE INEN 2262.

- **Acidez titulable**

Según Galarza, A (2018) los valores obtenidos en una cerveza artesanal con la adición de frutas y plantas aromatizantes oscila entre 0.33 y 0.37 datos los cuales superan el máximo permitido de la norma INEN, pero cumplen los parámetros de la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense e (NTON 03 038-12). Al emplear pulpa de piña y esencia de coco los valores de acidez son óptimos ya que por se encuentran bajo los parámetros norma NTE INEN 2262, pero el valor que se asemeja más al testigo (0,19) es la pulpa de piña (0,23).

- **°GL**

Con respecto a los °GL en el factor B el que tiene mayor similitud al testigo (5,00) es la pulpa de piña tiene un valor de (4,90). Estos resultados se encuentran por encima de lo expresado por Hernández, L & Muñoz, L (2019) en su estudio incorporación maracuyá en el proceso de producción de cerveza artesanal tipo pale ale donde su rango es de (4,46) (3,78) pero esta investigación indica que la primera concentración (0,20 kg maracuyá/L cerveza) tiene mayor producción de etanol, esto se debe a que la fruta al contener azúcares fermentables como glucosa, fructosa y sacarosa, sirvieron como sustrato para la levadura en la etapa de fermentación, favoreciendo la reacción y Rentería, F (2019) menciona que la producción de etanol es segura en los tratamientos ya que los parámetros que se encontraron fueron óptimos durante todo el proceso fermentativo, además de inocular la levadura *Saccharomyces cerevisiae* que es considerada la levadura fermentadora por excelencia, por ello los datos obtenidos de los 12 tratamientos fluctuaron entre 3.7-7.3% (v/v). Todos los resultados obtenidos cumplen con la norma NTE INEN 2262.

- **Espectrofotometría**

Según Fontana, U (2020) el color de la cerveza de estilo sour cambia en el tiempo de almacenamiento siendo esta de 6 y 11 EBC (3 – 4 SRM) por esto se indica que el cambio de color durante el almacenamiento es menor en cervezas claras de bajo grado alcohólico en comparación a las oscuras o con elevado contenido de alcohol. El color que se asemeja al testigo (6,00) es al adicionar esencia de coco siendo este de (6,70) los mismos que se encuentran dentro de los parámetros de la norma NTE INEN 2262 (20 unidades EBC o 10 SRM) y de la tabla de colores SRM (6.00 – 7,99).

## **Con respecto a la interacción A\*B (mezcla de cereales y saborizantes)**

- **pH**

El pH que se asemeja al testigo (4,42) es el tratamiento 1 (75% cebada, 25% maíz, 2.5% pulpa de piña, 1% esencia de coco) ( $a_0b_0$  4,56) los mismos que se encuentran dentro del rango expresado en la investigación de Mencia, G. & Pérez, R (2016) de la elaboración de cerveza artesanal teniendo diferentes mezclas de cebada y maíz, menciona que durante el macerado el pH debe encontrarse entre 4 a 6.5 donde se favorece el desarrollo de la enzima alfa y beta amilasa incrementando la producción de extracto, cantidad de azúcares extraídas del grano, que serán utilizados como nutrientes para las levaduras y Cortez, B (2020) al utilizar diferentes porcentajes de pulpa de mango y babaco obtienen un pH de 4.28 lo que indica que no afecta en los resultados de dicha investigación ya que se encuentran dentro de los parámetros Norma INEN. Cabe recalcar que, al agregar pulpa de piña, esencia de coco, cebada y maíz en el proceso de elaboración de cerveza no afecta en el pH ya que se encuentra bajo el rango permisible de la Norma NTE INEN 2262 donde menciona que este debe situarse entre 3,5 a 4,8.

- **Acidez titulable**

El resultado de acidez titulable que tiene mayor similitud a el testigo (0,19) es el T1(75% cebada, 25% maíz, 2.5% pulpa de piña, 1% esencia de coco) ( $a_0b_0$  0,20). Según Galarza, A (2018) la acidez de las cervezas de alta fermentación saborizadas con frutas y plantas aromatzadas se encuentra por encima del máximo permitido por la presencia de bacterias lácticas, sin embargo, el porcentaje es mínimamente superior por ende este no involucra la salud de los consumidores, Renteria, F (2019) menciona que los resultados obtenidos de los tratamientos se encuentran entre 0.28 y 0.40% de ácido láctico, cumpliendo con los parámetros de la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense e (NTON 03 038-12) pero estos resultados no cumplen con el máximo que estipula la Normativa INEN. Cabe mencionar que los valores de acidez de la cerveza artesanal elaborada con cebada, maíz, pulpa de piña y esencia de coco se encuentran dentro de los rangos permitidos de la Norma NTE INEN 2262 siendo el máximo 0,30.

- **°GL**

Con respecto a los resultados de los °GL de la interacción A\*B el que se asemeja al testigo (5,00) es el T1 (75% cebada, 25% maíz, 2.5% pulpa de piña, 1% esencia de coco) ( $a_0b_0$  4,95). Según Aguirre, J (2018) en la investigación obtención de cerveza artesanal a partir de una malta de maíz morado los °GL son de (6,8) esto puede ser por la gran cantidad de azúcares descompuestos que presenta la bebida analizada, Galarza, A (2018) expresa que las muestras de su investigación son de 10 a 12% V/V y Cortez, B (2020) indica que el alcohol se produce por el consumo de azúcares por parte de las levaduras a más tiempo de fermentación se obtendrá una cerveza con mayor grado de alcohol, por ello el producto de dicha investigación se le adiciono pulpa de mango al 10.67% y babaco 4.51% y se fermento durante 7 días obteniendo 5% V/V. Los valores del T1 y testigo se encuentran por debajo de los antes mencionados. Es importante mencionar que, al elaborar la cerveza artesanal con cebada, maíz, pulpa de piña y esencia de coco esta cumple con los parámetros del mínimo de 1 y el máximo de 10% V/V de la Norma NTE INEN 2262.

- **Espectrofotometría**

Según Renteria, F (2019) el color de la cerveza depende principalmente, del tipo de maltas que se utilizan durante la elaboración. Ya que en el proceso de malteado del cereal y debido a un conjunto de reacciones químicas (reacción Maillard), se lleva a cabo la producción de melanoidinas coloreadas que le darán a la cerveza tonalidades que van desde el amarillo claro hasta el café muy oscuro, por ello al aplicar la formulación (80% de malta de cebada, 20% de almidón de olluco+ 0.56g/L de levadura + maracuyá) se obtiene un color cuyo promedio fue de 12.06 E.B.C. (6 SRM), mientras que la mezcla (60% de malta de cebada, 40% de almidón de olluco + 0.63g/L de levadura + maracuyá) alcanzó el nivel más alto correspondiente a 22.98 E.B.C (10 SRM). En los resultados expresados se obtuvo que al aplicar diferentes mezclas de cereales y saborizantes el color que se acerca a el testigo (6,00) es el del tratamiento 4 (Cebada 50% + Maíz 50% + Pulpa de piña 1.25% + esencia de coco 0.5%) ( $a_1b_1$  6,40), los cuales se encuentran dentro de los parámetros establecidos según la norma NTE INEN 2262. Además de que está dentro del rango de (6,00 – 7,99 SRM) (Standart Reference Method) y el tratamiento 1 el cual presenta los mejores resultados tiene 7.05 SRM.

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

- Se evaluó el proceso mediante un panel de catación realizado a 73 habitantes del cantón Tosagua 50 de ellos señalaron que las cervezas artesanales del mejor tratamiento es el 1 (75% cebada + 25% maíz + 2.5% pulpa de piña + 1% esencia de coco) ya que son muy buenas debido a que sienten la influencia de la pupa de piña y esencia de coco en el aroma el cual es suave, sabor amargo y el color es dorado y 23 personas indicaron que es buena porque su aroma es suave, tiene el sabor amargo característico y el color es dorado, por ende es el que tiene mayor aceptabilidad, pero el tratamiento 3 (50% de cebada pilsen, 50% de maíz, 2,5% de pulpa de piña, 1% de esencia de coco) 69 de los encuestados mencionaron que es regular y 4 de ellos que es malo, por lo tanto no tiene acogida por los consumidores de bebidas alcohólicas.
- Al utilizar diferentes mezclas de cereales (cebada y maíz) el que presenta un mayor rendimiento es el tratamiento 1 (75% de cebada, 25% de maíz, 2,5% de pulpa de piña, 1% de esencia de coco) siendo este del 55.23%, pero el tratamiento 3 (50% de cebada pilsen, 50% de maíz, 2,5% de pulpa de piña, 1% de esencia de coco) tiene el 43% siendo el valor más bajo, por lo tanto, el tratamiento 1 es el más rentable en el proceso de obtención de cerveza artesanal.
- El mejor tratamiento de las cervezas artesanales es el tratamiento 1 (75% de cebada, 25% de maíz, 2,5% de pulpa de piña, 1% de esencia de coco) ya que el pH es de 4.56, la acidez titulable 0.20, 4.95 °GL y espectrofotometría que hace referencia a el color es de 7,05 SRM, los valores máximos que indica la norma ecuatoriana son los siguientes: pH es de 4.8, acidez titulable 0,3, °GL 10 y el color <20 unidades EBC o 12 SRM, por lo tanto, cumplió con los parámetros físicos que establece la norma NTE INEN 2262, además de que los resultados se asemejan a el testigo siendo el pH 4.42, la acidez titulable 0.19, 5.00°GL y 6.00 SRM.

## 5.2. Recomendaciones

- Para determinar la aceptabilidad de las cervezas artesanales se debería elaborar un panel que permita medir la calidad de los atributos visuales y olfativos, ya que mediante este se puede descartar a simple vista los tratamientos que no manejen las características básicas que posee una bebida alcohólica.
- En la elaboración de cerveza artesanal para obtener mayor rendimiento se debe aplicar el tratamiento 1 (75% de cebada, 25% de maíz, 2,5% de pulpa de piña, 1% de esencia de coco) ya que este será beneficioso para la empresa cervecera artesanal debido a que obtiene más producto.
- Para garantizar la salubridad de la cerveza artesanal al realizar los análisis fisicoquímicos y bromatológicos, deben cumplir con parámetros de la norma NTE INEN 2262, para avalar la inocuidad del producto final

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Bibliografía

- [1] M. Morales, «Reacciones químicas en la cerveza,» *Revista de química*, vol. 32, nº 1, p. 8, 2018.
- [2] Z. López y M. Hinojosa, «La cerveza artesal como alternativa de desarrollo turístico,» *Centro Sur. Social Science Journal*, vol. 5, nº 1, p. 29, 2021.
- [3] G. Coba , «Primicias,» 18 Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/nuevas-marcas-cerveza-produccion-ecuador/#:~:text=%E2%80%9CEn%20Ecuador%20se%20consumen%205,45%20litros%E2%80%9D%2C%20afirma%20Auvray..> [Último acceso: 24 Julio 2021].
- [4] E. Arendt y E. Zannini, *Cereal grains for the food and beverage industries*, Cambridge: Woodhead Publishing, 2013.
- [5] C. Navarro, «Cuerpamente,» 30 Septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.cuerpamente.com/guia-alimentos/pina>. [Último acceso: 24 Mayo 2021].
- [6] C. Sanchez, L. Franco, R. Bravo y C. Rubio , «Cerveza y salud, beneficios en el sueño,» *Revista española de nutrición comunitaria*, vol. 16, nº 3, pp. 160 - 163, 2010.
- [7] J. A. Barrado, «Cervecería Independiente,» 02 Octubre 2014. [En línea]. Available: <https://cerveceraIndependiente.com/cultura-cervecera/tipos-de-cerveza-por-su-fermentacion/>. [Último acceso: 19 Mayo 2021].
- [8] G. Strong y K. England, *Beer judge certification program guía de estilos*, Estados Unidos : BJCP, Inc, 2015.
- [9] INEN, *Bebidas alcoholicas. Cerveza.*, Ecuador: INEN 2262, 2013.
- [10] G. Guerberoff, M. Marchesino, P. López y R. Olmedo, «El perfil sensorial de la cerveza como criterio de calidad y aceptación,» *CONICET*, vol. 8, nº 1, p. 8, 2020.

- [11] Cerveceros, «Cámara de la Cerveza y de la Malta,» 23 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://cervecerosdemexico.com/2021/02/23/las-caracteristicas-mas-importantes-en-una-cerveza/>. [Último acceso: 24 Julio 2021].
- [12] Los cervecistas, 14 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.loscervecistas.es/el-proceso-de-fabricacion-de-la-cerveza/>. [Último acceso: 07 Junio 2021].
- [13] E. Nuss y S. Tanumihardjo, «Maize: A Paramount Staple Crop in the Context of Global Nutrition,» *Food Science and Food Safety*, vol. 9, n° 4, p. 20, 2010.
- [14] J. Ortigoza , C. López y J. Gonzales , Guía Técnica de cultivo de maíz, Paraguay : Universidad Nacional de Asunción, 2019.
- [15] C. Grande y B. Orozco, «Producción y procesamiento de maíz en Colombia,» *Redalyc*, vol. 11, n° 1, p. 15, 2013.
- [16] INEN, Cereales y leguminosas. Maíz en grano. Requisitos, Ecuador: NTE INEN 187:2013, 2013.
- [17] FAO, «Fao.org,» 2021. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/t0395s/T0395S03.htm#Capitulo%202%20Composici%C3%B3n%20qu%C3%ADmica%20y%20valor%20nutritivo%20del%20ma%C3%ADz>. [Último acceso: 17 Mayo 2021].
- [18] A. Lema , E. Basantes y J. Pántoja , «Producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con urea normal y polimerizada,» *SciELO*, vol. 28, n° 1, p. 16, 2017.
- [19] INIAP, «INIAP,» 2014. [En línea]. Available: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rcebada>. [Último acceso: 24 Mayo 2021].
- [20] Y. Arias y E. Lozano, Análisis gastronómico de la harina de cebada (*Hordeum vulgare*), Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2017.
- [21] E. Solano, Caracterización fisicoquímica y organoléptica de malta, producida a partir de malta, Perú: Universidad Nacional de Trujillo, 2019.

- [22] INEN, Granos y cereales. Cebada. Requisitos., Ecuador: NTE INEN 1559:2004, 2004.
- [23] G. Rivera y G. Quintanilla, Elaboración y comercialización de cerveza artesanal a base de quinua en los sabores menta, granadina, coco y quinua, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016.
- [24] INACAL, Normalización, NTP 213.014 Cerveza, Perú: Dirección de Normalización, 2016.
- [25] G. Prance y M. Nesbitt, The cultural history of plants, New York: Routledge, 2012.
- [26] J. Aguirre, Obtención de cerveza artesanal a partir de una malta de maíz morado, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2019.
- [27] G. Gaviria, «Ficha Técnica,» 09 Septiembre 2014. [En línea]. Available: <https://irp-cdn.multiscreensite.com/b4fb73a9/files/uploaded/FICHA%20TECNICA%20PULPA%20DE%20PI%20C3%91A%20CONGELADA.pdf>. [Último acceso: 24 Julio 2021].
- [28] A. Ramirez y E. Pacheco, «Composición química y compuestos bioactivos presentes en pulpas de piña, guayaba y guanábana,» *Redalyc*, vol. 36, n° 1, p. 6, 2011.
- [29] F. García, D. Bejarano, L. Paredes, R. Vega y J. Encinas, «La deshidratación osmótica mejora la calidad de Ananas comosus deshidratada,» *Scielo*, vol. 9, n° 3, p. 6, 2018.
- [30] Wanabana, 29 Noviembre 2018. [En línea]. Available: <https://wanabana.com/pulpa/?lang=es>. [Último acceso: 01 Junio 2021].
- [31] G. Velada, «Granvelada.com,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.granvelada.com/es/donde-comprar-esencias-para-hacer-jabones-jabon-velas-perfumes/27-comprar-venta-de-esencias-escencias-aromas-de-coco-insumos-materiales-velas-y-jabones.html#:~:text=La%20esencia%20de%20coco%20es,de%20ducha%2C%20sales%20de%20b>. [Último acceso: 25 Mayo 2021].

- [32] G. Diaz, Informe de comercio exterior: Cerveza de malta, Argentina: MERCOSUR, 2019.
- [33] G. Mencia y R. Pérez, Desarrollo de cerveza artesanal ale y lager con malta de maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), carbonatada con azúcar y miel de abeja, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras, 2016.
- [34] F. Santos y J. Cayas, Elaboración de cerveza a partir de malta de maíz (*zea mays*) y quinua (*chenopodium quinoa*), Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizan, 2019.
- [35] A. Galarza y H. Solís, Elaboración de cerveza Amber Ale de alta fermentación saborizada y aromatizada con frutas y plantas aromáticas ecuatorianas, Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2018.
- [36] L. Hernández y L. Muñoz, Evaluación de la incorporación de la fruta *Passiflora Edulis* (maracuyá) en el proceso de producción de cerveza artesanal tipo pale ale, Colombia: Fundación Universidad de América, 2019.
- [37] U. Fontana, Cerveza artesanal estilo sour con agregado de frutos patagónicos: efecto sobre la calidad organoléptica y fisicoquímica, Argentina: laboratorio de Investigación en productos agroindustriales, 2020.
- [38] M. Recalde, Obtención de una bebida tipo cerveza a partir de maltas de maíz (*Zea mays*) y quinua (*Chenopodium quinoa*), Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2017.
- [39] B. Cortez, Influencia del mango (*Mangifera indica*) y babaco (*Vasconcellea x heilbornii*) en las características organolépticas de una cerveza artesanal, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador, 2020.
- [40] F. Renteria, Elaboración y carterización de cerveza Ale artesanal a base de maracuyá y almidón de olluco en la región Piura, Perú 2019, Piura: Universidad Nacional de Piura, 2019.

- [41] V. Juárez, M. Cano, V. Santiago y O. López, «Caracterización físico-química de cerveza artesanal con adjunto de maíz azul y derivados de caña de azúcar,» *Redalyc*, nº 60, p. 13, 2020.

**CAPÍTULO VII**  
**ANEXOS**

## Anexo 1. Proceso de elaboración de la cerveza artesanal



Fuente: Autora  
**Recepción**



Fuente: Autora

**Molienda**



Fuente: Autora



Fuente: Autora

**Pesado**



Fuente: Autora

**Maceración**



Fuente: Autora

**Filtración**



Fuente: Autora

**Cocción**



Fuente: Autora

**Fermentación**



Fuente: Autora

**Filtración**



Fuente: Autora

**Envasado**



Fuente: Autora

**Sellado**



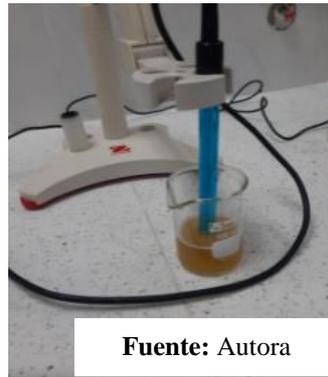
Fuente: Autora

**Maduración**

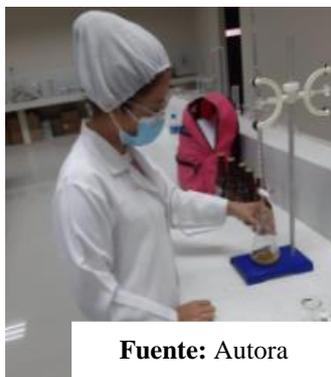
## Anexo 2. Análisis físicos realizados a la cerveza artesanal



**pH**



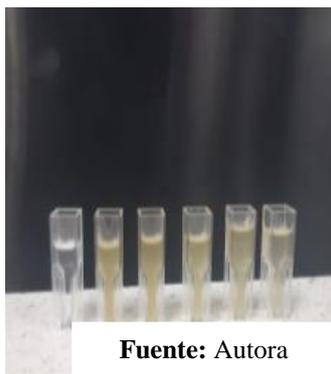
**Acidez Titulable**



**Acidez Titulable**



**°GL**



**Espectrofotometría**



### Anexo 3. Evaluación del proceso mediante un panel sensorial



**Anexo 4. Norma NTE INEN 2262 bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos**



Quito – Ecuador

**NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA**

**NTE INEN 2262**

Primera revisión  
2013-11

**BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS**

**ALCOHOLIC BEVERAGES. LIQUORS. REQUIREMENTS**



<p align="center"><b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b></p>	<p align="center"><b>BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS</b></p>	<p align="center"><b>NTE INEN 2262:2013 Primera revisión 2013-11</b></p>
---	---	--

## OBJETO

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

## DEFINICIONES

**1.1.** Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

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

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

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

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

En donde:

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

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

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

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

## DISPOSICIONES GENERALES

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

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

## Prácticas Permitidas

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

**3.2.2** Se puede utilizar enzimas amilasas, glucanasas, celulasas y proteasas.

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

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

**3.2.5** Se puede utilizar ingredientes naturales que proporcionen sabores o aromas.

**3.2.6** Se pueden utilizar materiales filtrantes y clarificantes tales como la celulosa, tierras de infusorios o diatomeas, PVPP (poli vinil poli pirrolidona).

**3.2.7** Se permite la carbonatación por refermentación en botella o barril, o por inyección de CO<sub>2</sub>.

## Prácticas no permitidas.

**3.2.8** No está permitida la adición o uso de:

**3.2.8.1** Alcoholes.

**3.2.8.2** Agentes edulcorantes artificiales.

**3.2.8.3** Sustitutos del lúpulo u otros principios amargos.

**3.2.8.4** Saponinas.

**3.2.8.5** Colorantes artificiales.

**3.2.8.6** Cualquier ingrediente que sea nocivo para la salud.

**3.2.8.7** Medios filtrantes constituidos por asbesto.

## CLASIFICACIÓN

**4.1** La clasificación de las cervezas será la siguiente:

**4.1.1** Por su grado alcohólico:

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

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

**4.1.2** Por su extracto original:

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

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

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

El extracto original se calcula usando la siguiente fórmula:

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

En donde:

$p$  = extracto original en % Plato.

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

$E_R$  = extracto real de la cerveza en % Plato.

**4.1.3** Por su color:

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

**4.1.3.2** Cervezas oscuras (negras): color  $\geq$  20 unidades EBC.

**4.1.4** Por su tipo de fermentación:

**4.1.4.1** Cervezas Lager, para la fermentación "baja".

**4.1.4.2** Cervezas Ale, para la fermentación "alta".

**4.1.4.3** Cervezas de fermentación mixta.

**4.1.5** Por la proporción de materias primas:

**4.1.5.1** Cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original contiene como mínimo un 50% en masa de cebada malteada.

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

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

## REQUISITOS

### 5.1 Requisitos específicos

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

TABLA 1. Requisitos físicos y químicos

REQUISITOS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	METODO DE ENSAYO
Contenido alcohólico a 20° C	% (v/v)	1,0	10,0	NTE INEN 2322
Acidez total, expresado como ácido láctico	% (m/m)	-	0,3	NTE INEN 2323
Carbonatación	Volúmenes de CO <sub>2</sub>	2,2	3,5	NTE INEN 2324
pH	-	3,5	4,8	NTE INEN 2325
Contenido de hierro	mg/dm <sup>3</sup>	-	0,2	NTE INEN 2326
Contenido de cobre	mg/dm <sup>3</sup>	-	1,0	NTE INEN 2327
Contenido de zinc	mg/dm <sup>3</sup>	-	1,0	NTE INEN 2328
Contenido de arsénico	mg/dm <sup>3</sup>	-	0,1	NTE INEN 2329
Contenido de plomo	mg/dm <sup>3</sup>	-	0,1	NTE INEN 2330

TABLA 2. Requisitos microbiológicos

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

## INSPECCIÓN

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

## ENVASADO

**7.1** La cerveza debe envasarse en recipientes de material resistente a la acción del producto que noalteren las características del mismo.

## ROTULADO

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

## Anexo 5. Hoja de la evaluación sensorial



### UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y PRODUCCIÓN INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Panel de catación para determinar la aceptación de una bebida alcohólica en el Cantón Tosagua - Provincia de Manabí.

A continuación, se detallan las instrucciones a seguir:

- Usted recibirá muestras experimentales de cerveza artesanal las cuales se deberán evaluar considerando la categoría del atributo descrito.
- Por favor deguste las muestras de acuerdo al orden indicado, responda las preguntas marcando con un visto ✓ tomando en cuenta su nivel de agrado.
- Enjuáguese la boca con un poco de agua antes de degustar la siguiente muestra.

Aroma		1	2	3	4
Aroma: 1. Fuerte, 2. Intenso, 3. Suave, 4. Inapreciable	T1				
	T2				
	T3				
	T4				

Sabor		1	2	3
Sabor: 1. Amargo, 2. Cítrico, 3. Suave	T1			
	T2			
	T3			
	T4			

Color		1	2	3	4
Sabor: 1. Oscuro, 2. Dorado, 3. Amarillo, 4. Transparente	T1				
	T2				
	T3				
	T4				

Luego de la evaluación de cada tratamiento de cerveza artesanal ¿Cuál es de su preferencia?

<b>Valoración</b>	<b>Categoría</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>1</b>	Malo				
<b>2</b>	Regular				
<b>3</b>	Bueno				
<b>4</b>	Muy Bueno				

