



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

**Formulación de cerveza artesanal tipo "Ale" a partir de maíz (Zea mays)
como alternativa a la producción local de cerveza artesanal y a la
importación de maltas**

**ARIAS ESPINOZA LUIS ALBERTO
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**MACHALA
2023**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

Formulación de cerveza artesanal tipo "Ale" a partir de maíz (Zea mays) como alternativa a la producción local de cerveza artesanal y a la importación de maltas

**ARIAS ESPINOZA LUIS ALBERTO
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**MACHALA
2023**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

TRABAJOS EXPERIMENTALES

Formulación de cerveza artesanal tipo "Ale" a partir de maíz (Zea mays) como alternativa a la producción local de cerveza artesanal y a la importación de maltas

**ARIAS ESPINOZA LUIS ALBERTO
INGENIERO EN ALIMENTOS**

SIGUENZA TOLEDO JOAQUIN DARWIN

**MACHALA
2023**

FORMULACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL TIPO "ALE" A PARTIR DE MAÍZ (ZEA MAYS) COMO ALTERNATIVA A LA PRODUCCIÓN LOCAL DE CERVEZA ARTESANAL Y A LA IMPORTACIÓN DE MALTAS

by LUIS ALBERTO ARIAS ESPINOZA

Submission date: 10-Mar-2024 09:34AM (UTC-0500)

Submission ID: 2316556864

File name: i_n_local_de_cerveza_artesanal_y_a_la_importaci_n_de_maltas..pdf (762.86K)

Word count: 22990

Character count: 109968

FORMULACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL TIPO "ALE" A PARTIR DE MAÍZ (ZEA MAYS) COMO ALTERNATIVA A LA PRODUCCIÓN LOCAL DE CERVEZA ARTESANAL Y A LA IMPORTACIÓN DE MALTAS

ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX

3%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

1%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

hdl.handle.net

Internet Source

<1 %

2

repositorio.uleam.edu.ec

Internet Source

<1 %

3

Submitted to upec

Student Paper

<1 %

4

cybertesis.unmsm.edu.pe

Internet Source

<1 %

5

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Student Paper

<1 %

6

qdoc.tips

Internet Source

<1 %

7

documents.mx

Internet Source

<1 %

8

es.scribd.com

Internet Source

<1 %

9	repositorio.cun.edu.co Internet Source	<1 %
10	repositorio.uns.edu.pe Internet Source	<1 %
11	repository.uamerica.edu.co Internet Source	<1 %
12	lipa.agro.unlp.edu.ar Internet Source	<1 %
13	Submitted to CONACYT Student Paper	<1 %
14	C. Antonio-Estrada, L. A. Bello-Pérez, C. E. Martínez-Sánchez, J. L. Montañez-Soto et al. " Producción enzimática de maltodextrinas a partir de almidón de malanga () Enzymatic production of maltodextrins from taro () starch ", CyTA - Journal of Food, 2009 Publication	<1 %
15	documentop.com Internet Source	<1 %
16	Submitted to Universidad Popular del César,UPC Student Paper	<1 %
17	www.coursehero.com Internet Source	<1 %
18	cenida.una.edu.ni Internet Source	<1 %

<1 %

19

ruc.udc.es

Internet Source

<1 %

20

repositorio.unesum.edu.ec

Internet Source

<1 %

21

revistas.unicauca.edu.co

Internet Source

<1 %

22

Samanda Patricia Vargas Castro, Carlos Manrique Perdomo. "Relación de medidas bovinométricas y su proporcionalidad con el peso de animales Senepol en Colombia", Revista MVZ Córdoba, 2017

Publication

<1 %

23

rdi.uncoma.edu.ar

Internet Source

<1 %

24

Submitted to Universidad Cooperativa de Colombia

Student Paper

<1 %

25

dspace.ups.edu.ec

Internet Source

<1 %

26

frutasparadiabeticos.com

Internet Source

<1 %

27

repositorio.untumbes.edu.pe

Internet Source

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches < 20 words

Exclude bibliography On

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

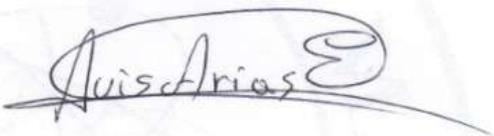
El que suscribe, ARIAS ESPINOZA LUIS ALBERTO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Formulación de cerveza artesanal tipo "Ale" a partir de maíz (*Zea mays*) como alternativa a la producción local de cerveza artesanal y a la importación de maltas, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



ARIAS ESPINOZA LUIS ALBERTO

0707042669

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mi familia, por su amor incondicional, apoyo constante y por ser mi fuente de inspiración. A mi madre, Neuza Esperanza Espinoza Vargas por enseñarme la importancia del esfuerzo y la perseverancia, y por ser mi ejemplo de fortaleza. A mi padre, Luis Bolívar Arias Montesinos, por su sabiduría y por ser mi guía en los momentos de incertidumbre. A mi hermano, Max Xavier Arias Espinoza, por su amistad y por ser mi motivación para seguir adelante. A mis amigos, por su compañía y por ser un gran apoyo en los momentos de estrés. A mi tutor, por su paciencia, dedicación y por compartir su experiencia y conocimientos conmigo. A la Universidad, por brindarme la oportunidad de formarme como profesional y por los recursos y herramientas que me han permitido alcanzar mis metas.

Esta tesis es el resultado de años de esfuerzo y dedicación, pero no habría sido posible sin el amor y apoyo de todas estas personas.

Gracias por ser parte de este logro.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi familia, quienes han sido mi mayor apoyo y fuente de inspiración a lo largo de este arduo camino académico.

Agradezco sinceramente a mi tutor y cotutor, Ing. Joaquín Darwin Siguenza Toledo e Ing. Ayala Armijos José Humberto por la invaluable orientación, paciencia y dedicación en la supervisión de esta tesis. Sus experiencias, conocimientos y consejos han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

Agradezco profundamente la dedicación y el compromiso del Ing. Cuenca Mayorga Fabian Patricio por su guía hacia mi crecimiento académico y profesional. Sus comentarios perspicaces y sugerencias reflexivas han enriquecido enormemente mi trabajo y han contribuido significativamente a su calidad.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento al Ing. Vivanco Carpio Erik Ricardo, Mgs. Su generosidad y orientación fueron fundamentales para el éxito de mi investigación. Valoraré siempre su apoyo y contribución a mi crecimiento académico.

Deseo extender mi gratitud a mis amigos y seres queridos, quienes me han brindado su apoyo emocional y han estado a mi lado durante todo este proceso. Sus palabras de aliento y motivación han sido un impulso invaluable, en especial a Eliceth Holguín Alexander Vergara, Melina Mejía, Jori Ruiz, Diego Vega y Roberto Murillo por su compañía y apoyo incondicional durante nuestro camino académico.

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Técnica de Machala, por adquirir conocimientos y habilidades fundamentales para realizar esta tesis. Además, agradezco a todos los profesores y personal académico que han contribuido a mi formación.

Por último, quiero agradecer a todos los autores de las fuentes bibliográficas y estudios previos que he consultado para enriquecer mi investigación. Su trabajo ha sido fundamental para respaldar mis argumentos y enfoques, a la ciencia y progreso humano.

Estas palabras de agradecimiento reflejan mi profunda gratitud hacia todas las personas e instituciones que han sido parte de este proceso. Sin su apoyo, este logro no habría sido posible.

RESUMEN

En Ecuador, las cervecerías (industriales y artesanales) importan malta para la elaboración de sus cervezas; esto se traduce a una salida de divisas por concepto de importación de esta materia prima, por lo que el presente trabajo de titulación tuvo como objetivo formular una cerveza artesanal de maíz tipo *Ale* con sustitución parcial de malta de maíz por malta de cebada como alternativa a la producción local de cerveza y a la importación de maltas y que sea aceptable sensorialmente por los consumidores. Para la elaboración de la cerveza se trabajó con una formulación base tomando como referencia los ingredientes de la cerveza estilo *American Brown Ale* que presenta una apariencia oscura brindada por las maltas oscuras, característico aroma a lúpulo y cuerpo. Se realizó un diseño de mezclas con el programa *Desing Expert* para cada variedad de maíz, donde los factores para la variedad «chulpi» fueron el porcentaje de malta de maíz chulpi (% MC), malta de cebada *Pale Ale* (%MP) y para la variedad «blanco blandito» fueron el porcentaje de malta de maíz blanco blandito (% MB), malta de cebada *Pale Ale* (% MP), la variable de respuesta fue la impresión global. Las pruebas estadísticas fueron realizadas con un nivel de confianza del 95 % en el programa estadístico Minitab ® versión 19. Se maltearon ambas variedades de maíz mediante adaptación del proceso de malteado de cebada, siendo los parámetros por controlar, temperatura, tiempo y humedad (38 °C – 31 °C, 3 - 5 días y 53 % HR), terminado este proceso se obtuvo el 93 % y 85 % de maíz germinado en las variedades «chulpi» y «blanco blandito», respectivamente., Para el secado se controló el tiempo y temperatura (24 horas y 65 °C). Se obtuvo el análisis proximal de cada variedad de maíz malteado (humedad, hidratos de carbono, proteína, lípidos, fibra, ceniza, acidez y pH), encontrando mayor concentración de hidratos de carbono en la variedad «blanco blandito».

Se compararon los rendimientos de los tratamientos aplicados, dando como tratamiento más eficiente a TC70 que corresponde a la variedad «chulpi» con un 70 % de maíz malteado y un 30 % de malta de cebada; por otro lado, en la variedad «blanco blandito» se obtuvo un mejor rendimiento en el tratamiento TB70. No obstante, no se encontraron diferencias significativas con el tratamiento TB80. Para la elaboración de cerveza se aplicaron los tratamientos de estudio, empleando una temperatura de maceración de 67 – 70 °C. Se identificó la mejor formulación mediante análisis sensorial, esta fue TC70 con una media de 4,4 como calificación en la impresión global, lo que corresponde a que el producto presenta una aceptabilidad por parte de los panelistas; no se encontraron

diferencias significativas con los tratamientos TB70, TB80, TC80, TC90 Y TB90, además se evaluaron los atributos de color, transparencia, vivacidad, retención de espuma, Aroma a malta, Aroma a lúpulo, Aroma a fermentación, Aroma a maíz, Aroma a alcohol, dulzor, amargor, salado, acidez, sabor a maíz, sabor a alcohol, astringencia, efervescencia, cuerpo, regusto, complejidad, equilibrio e impresión global.

Palabras clave: Cerveza artesanal, maíz, American Brown Ale, análisis sensorial, formulación.

ABSTRACT

In Ecuador, both industrial and craft breweries import malt for brewing their beers, resulting in a significant outflow of foreign currency due to the importation of this raw material. Therefore, the primary objective of this thesis was to formulate a craft corn Ale beer with a partial substitution of corn malt for barley malt. This substitution serves as an alternative to local beer production and malt importation while ensuring sensory acceptability by consumers. For the beer production process, a base formulation was utilized, drawing references from the ingredients typically found in American Brown Ale style beer. This beer style is renowned for its dark appearance derived from dark malts, distinctive hop aroma, and robust body. Mix designs were created using the Design Expert program for each corn variety. The factors considered for the “Chulpi” variety included the percentage of “Chulpi” corn malt (%CM) and Pale Ale barley malt (%BM), while for the “Blanco Blandito” variety, it involved the percentage of “Blanco Blandito” corn malt (%BBM) and Pale Ale barley malt (%BM). The response variable under scrutiny was the overall impression. Statistical tests were conducted at a 95% confidence level using the Minitab® statistical software version 19. Both corn varieties underwent malting using an adapted barley malting process, meticulously controlling parameters such as temperature, time, and humidity (ranging between 38°C-31°C, 3-5 days, and 53% HR). Following this process, germinated corn was obtained, accounting for 93% for the “Chulpi” variety and 85% for the “Blanco Blandito” variety, respectively. Subsequently, the germinated corn underwent a controlled drying process, ensuring optimal conditions of time and temperature (24 hours at 65°C). Proximal analysis of each malted corn variety, encompassing parameters such as moisture, carbohydrates, protein, lipids, fiber, ash, acidity, and pH, revealed a higher concentration of carbohydrates in the “Blanco Blandito” variety. The efficiency of the applied treatments was thoroughly compared, with the TC70 treatment emerging as the most efficient for the “Chulpi” variety (comprising 70% malted corn and 30% barley malt). Meanwhile, for the “Blanco Blandito” variety, the TB70 treatment yielded the best results, albeit with no significant differences compared to the TB80 treatment. Brewing treatments were implemented utilizing a mashing temperature range of 67-70°C. Through sensory analysis, the best formulation was identified as TC70, garnering an average rating of 4.4 for overall impression, indicative of acceptability by the panelists. No significant differences were discerned when compared to treatments TB70, TB80, TC80, TC90, and TB90. Attributes such as color, transparency, liveness, foam retention, malt aroma, hop aroma,

fermentation aroma, corn aroma, alcohol aroma, sweetness, bitterness, saltiness, acidity, corn flavor, alcohol flavor, astringency, effervescence, body, aftertaste, complexity, balance, and overall impression were meticulously evaluated.

Keywords: Craft beer, corn, American Brown Ale, sensory analysis, formulation.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	3
ABSTRACT	5
CAPÍTULO I.....	17
1. INTRODUCCIÓN	17
PROBLEMÁTICA	18
JUSTIFICACIÓN	18
HIPÓTESIS POR DESARROLLAR.....	19
OBJETIVOS	20
OBJETIVO GENERAL.....	20
OBJETIVOS ESPECIFICOS	20
CAPÍTULO II.....	21
2. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. CERVEZA.....	21
2.1.1. Normativa ecuatoriana.....	22
2.1.2. Historia de la cerveza	22
2.1.3. MATERIAS PRIMAS.....	23
2.3.1. Características del maíz chulpi.....	25
2.4. Maíz «blanco blandito» (<i>Zea mays amylaces</i>).....	26
2.4.1. Características del «blanco blandito».....	26
2.5. Situación del maíz en ecuador	27
2.6. Proceso de elaboración de la cerveza.....	28
2.6.1. Malteado	28
2.6.2. Triturado	28
2.6.3. Maceración	28
2.6.5. Fermentación	29
2.6.6. Madurado.....	29
2.6.7. Envasado.....	29
2.6.8. Segunda fermentación	29
2.7. Tipos de cerveza según su fermentación	30
2.7.1. Cervezas <i>Ale</i>	30
2.7.2. Cervezas <i>Lager</i>	30
2.7.3. Cervezas de fermentación espontánea.....	30
2.8. Características fisicoquímicas.....	30
2.8.2. pH.....	30
2.8.3. Grado alcohólico.....	31

2.9.	Análisis sensorial de la cerveza	31
2.9.1.	Color	31
2.9.3.	Sabor	32
2.9.4.	Amargor	32
2.9.5.	Cuerpo y textura	32
2.9.6.	Espuma y carbonatación	33
2.9.7.	Regusto (persistencia y sabor final).....	33
2.9.8.	Impresión global	33
2.9.9.	Pruebas hedónicas	33
2.10.	Poder diastático en la producción cervecera	34
2.10.1.	Definición y función del poder diastático	34
2.10.2.	Enzimas responsables de la hidrólisis del almidón.....	34
2.10.3.	Importancia de la temperatura y el pH en el poder diastático durante la maceración	34
2.10.4.	Prueba de yodo.....	35
2.11.	Deméritos de la cerveza	36
2.11.1.	Dimetil sulfuro	36
2.11.2.	Diacetilo.....	36
2.11.3.	Mercaptano	37
2.11.4.	Acetaldehído	37
CAPÍTULO III		38
3.	METODOLOGIA	38
3.1.	Tratamientos	38
3.2.	Unidad experimental.....	38
3.3.	Proceso de malteado	40
3.4.	Caracterización de la malta de maíz	41
3.5.	Determinación del rendimiento.	42
3.6.	Proceso de elaboración de cerveza	42
3.6.1.	Recepción	42
3.6.2.	Molienda.....	43
3.6.3.	Maceración	43
3.6.4.	Lavado de granos.....	43
3.6.5.	Hervor.....	43
3.6.6.	Enfriamiento	44
3.6.7.	Primera fermentación	44
3.6.8.	Maduración.....	44
3.6.9.	Embotellado.....	44

3.6.10.	Segunda fermentación.....	44
3.7.	Caracterización fisicoquímica de la cerveza.....	44
3.7.1.	Determinación del pH en cerveza.....	45
3.7.2.	Determinación de Acidez total en cerveza.	45
3.7.3.	Determinación de grado alcohólico en cerveza.....	45
3.8.	Análisis sensorial	45
3.9.	DISEÑO ESTADISTICO	46
CAPÍTULO IV		46
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
4.1.	DISEÑO DE MEZCLAS	46
4.2.	CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	47
4.3.	Rendimiento de tratamientos en el macerado	48
4.4.	ANALISIS DE VARIANZA Y TUKEY EN EL RENDIMIENTO POST MACERACIÓN.....	49
4.4.1.	MAIZ CHULPI	49
4.4.2.	MAIZ BLANCO BLANDITO	51
4.4.3.	ANALISIS DE VARIANZA Y TEST DE TUKEY EN AMBAS VARIETADES.	52
4.4.4.	OPTIMIZACION DE LA DENSIDAD	53
4.5.	CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DE LA CERVEZA	54
4.6.	ANÁLISIS SENSORIAL	54
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
5.1.	CONCLUSIONES	77
5.2.	RECOMENDACIONES.....	78
6.	BIBLIOGRAFIA.....	79
7.	ANEXOS.....	88

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Peso y composición de las partes del grano de maíz</i>	26
Tabla 2. <i>Morfotipos del grupo 1, conformados y base a las características cualitativas evaluadas en la caracterización agro-morfológica de 12 razas de maíz</i>	27
Tabla 3. <i>Rangos de activación para enzimas específicas</i>	35
Tabla 4. <i>Tratamientos maíz malteado «chulpi»</i>	38
Tabla 5. <i>Tratamientos maíz malteado «blanco blandito»</i>	38
Tabla 10. <i>Métodos para determinación del análisis proximal.</i>	41
Tabla 7. <i>Métodos de análisis para caracterización fisicoquímica de cerveza.</i>	44
Tabla 8. <i>Codificación de los tratamientos en hoja de cata para análisis sensorial de cerveza</i>	46
Tabla 9 <i>Diseño de Mezclas.</i>	46
Tabla 10 <i>Caracterización de malta de Maíz Chulpi</i>	47
Tabla 11 <i>Caracterización de malta Maíz Blanco blandito</i>	47
Tabla 12 <i>Análisis de ANOVA de Densidad Final para tratamiento en variedad de Maíz Chulpi</i>	49
Tabla 13 <i>Test de Tukey para comparación de la Densidad Final en los tratamientos de la variedad de Maíz Chulpi</i>	50
Tabla 14 <i>Análisis de ANOVA de Densidad Final para tratamiento en variedad de Maíz Blanco Blandito</i>	51
Tabla 15 <i>Test de Tukey para comparación de la Densidad Final en los tratamientos de la variedad de Maíz Blanco blandito</i>	51
Tabla 16 <i>Análisis de ANOVA de Densidad Final para tratamiento en ambas variedades</i>	52
Tabla 18 <i>Caracterización fisicoquímica de la Cerveza.</i>	54
Tabla 19 <i>Análisis ANOVA de Impresión Global para muestras de cerveza.</i>	55
Tabla 20 <i>Comparación de muestras por test de Tukey de Impresión Global para muestras de cerveza</i>	55
Tabla 21 <i>Análisis de ANOVA de Color de muestras de cerveza</i>	56
Tabla 22 <i>Comparación de muestras por test de Tukey del Color para muestras de cerveza</i>	57
Tabla 23 <i>Análisis de ANOVA de Transparencia de muestras de cerveza,</i>	57
Tabla 24 <i>Comparación de muestras por test de Tukey de Transparencia para muestras de cerveza.</i>	58
Tabla 25 <i>Análisis de ANOVA de Vivacidad de muestras de cerveza.</i>	58

Tabla 26 Comparación de muestras por test de Tukey de Vivacidad para muestras de cerveza _____	59
Tabla 27 Análisis de ANOVA de Retención de espuma de muestras de cerveza, _____	59
Tabla 28 Comparación de muestras por test de Tukey de Retención de espuma para muestras de cerveza _____	60
Tabla 29 Análisis de ANOVA de Aroma a Malta de muestras de cerveza, _____	60
Tabla 30 Comparación de muestras por test de Tukey del Aroma a Malta para muestras de cerveza _____	61
Tabla 31 Análisis de ANOVA de Aroma a Lúpulo de muestras de cerveza, _____	61
Tabla 32 Comparación de muestras por test de Tukey del Aroma a Lúpulo para muestras de cerveza. _____	62
Tabla 33 Análisis de ANOVA de Aroma a fermentación de muestras de cerveza, _____	62
Tabla 34 Comparación de muestras por test de Tukey del Aroma a Fermentación para muestras de cerveza. _____	63
Tabla 35 Análisis de ANOVA de Aroma a Maíz de muestras de cerveza, _____	63
Tabla 36 Comparación de muestras por test de Tukey del Aroma a Maíz para muestras de cerveza. _____	63
Tabla 37 Análisis de ANOVA de Aroma a Alcohol de muestras de cerveza, _____	64
Tabla 38 Comparación de muestras por test de Tukey del Aroma a Alcohol para muestras de cerveza. _____	64
Tabla 39 Análisis de ANOVA de Dulzor de muestras de cerveza, _____	65
Tabla 40 Comparación de muestras por test de Tukey del Dulzor para muestras de cerveza. _____	65
Tabla 41 Análisis de ANOVA de Amargor de muestras de cerveza, _____	66
Tabla 42 Comparación de muestras por test de Tukey del Amargor para muestras de cerveza. _____	66
Tabla 43 Análisis de ANOVA de Salado de muestras de cerveza, _____	67
Tabla 44 Comparación de muestras por test de Tukey del Salado para muestras de cerveza. _____	67
Tabla 45 Análisis de ANOVA de Acidez de muestras de cerveza. _____	68
Tabla 46 Comparación de muestras por test de Tukey del Acidez para muestras de cerveza. _____	68
Tabla 47 Análisis de ANOVA de Sabor a Maíz de muestras de cerveza, _____	69
Tabla 48 Comparación de muestras por test de Tukey del Sabor a Maíz para muestras de cerveza. _____	69

Tabla 49 <i>Análisis de ANOVA de Sabor a Alcohol de muestras de cerveza,</i>	69
Tabla 50 <i>Comparación de muestras por test de Tukey del Sabor a Alcohol para muestras de cerveza.</i>	70
Tabla 51 <i>Análisis de ANOVA de Astringencia de muestras de cerveza,</i>	70
Tabla 52 <i>Comparación de muestras por test de Tukey de Astringencia para muestras de cerveza.</i>	71
Tabla 53 <i>Análisis de ANOVA de Efervescencia de muestras de cerveza,</i>	71
Tabla 54 <i>Comparación de muestras por test de Tukey de la Efervescencia para muestras de cerveza.</i>	72
Tabla 55 <i>Análisis de ANOVA de Cuerpo de muestras de cerveza,</i>	72
Tabla 56 <i>Comparación de muestras por test de Tukey del Cuerpo para muestras de cerveza.</i>	72
Tabla 57 <i>Análisis de ANOVA de Regusto de muestras de cerveza,</i>	73
Tabla 58 <i>Comparación de muestras por test de Tukey del Regusto para muestras de cerveza.</i>	73
Tabla 59 <i>Análisis de ANOVA de Complejidad de muestras de cerveza,</i>	74
Tabla 60 <i>Comparación de muestras por test de Tukey de la Complejidad para muestras de cerveza.</i>	74
Tabla 61 <i>Análisis de ANOVA de Equilibrio de muestras de cerveza,</i>	75
Tabla 62 <i>Comparación de muestras por test de Tukey de la Equilibrio para muestras de cerveza.</i>	75

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1 Requisitos fisicoquímicos de la cerveza 22

Cuadro 2 Requisitos microbiológicos de la cerveza _____ 22

Cuadro 3 Composición de la unidad experimental de cerveza _____ 38

Cuadro 4 Composición de la unidad experimental para e rendimiento _____ 39

Cuadro 5 Escala de aceptabilidad _____ 45

Cuadro 6. Optimización de densidad _____ 53

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Diagrama de flujo del malteado de 10 kg de malta de maíz.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de 5 litros de cerveza de maíz.</i>	<i>42</i>
<i>Figura 3 Densidad final después del macerado de los tratamientos.....</i>	<i>49</i>

INDICE DE GRAFICOS

<i>Grafica 1 Incremento de la densidad durante el macerado de los tratamientos en la variedad Chulpi.</i>	48
<i>Grafica 2 Incremento de la densidad durante el macerado de los tratamientos en la variedad Blanco Blandito</i>	48
<i>Grafica 3 Comparación por test de Tukey de la Densidad Final en los tratamientos de la variedad de Maíz Chulpi</i>	51
<i>Grafica 4 Comparación por test de Tukey de la Densidad Final en los tratamientos de la variedad de Maíz Blanco Blandito</i>	52
<i>Grafica 5. Optimizacion de densidad.</i>	54
<i>Grafica 6 Comparación por Test de Tukey de la Impresión Global en muestras de cerveza</i>	56

INDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1 Pruebas preliminares de malteado</i>	88
<i>Anexo 2 Malteado del maíz, germinación</i>	88
<i>Anexo 3 Germinación día 2</i>	89
<i>Anexo 4 Secado</i>	89
<i>Anexo 5 Control de temperatura en secado</i>	90
<i>Anexo 6 Malta chocolate de maíz</i>	90
<i>Anexo 7 Molienda</i>	91
<i>Anexo 8 Preparación de tratamientos por triplicado</i>	91
<i>Anexo 9 Maceración</i>	92
<i>Anexo 10 Proceso de fermentación</i>	92
<i>Anexo 11 Proceso de maduración en frío</i>	93
<i>Anexo 12 Proceso de re fermentación en botella</i>	93
<i>Anexo 13 Hoja de cata para evaluación sensorial</i>	94
<i>Anexo 14 Informe de laboratorio de análisis de fibra y ceniza de malta de maíz blanco blandito</i>	95
<i>Anexo 15 Informe de laboratorio de análisis de fibra y ceniza de malta de maíz chulpi</i>	96
<i>Anexo 16 Informe de laboratorio de análisis de humedad, carbohidratos, proteína y grasa de malta de maíz chulpi</i>	97
<i>Anexo 17 Informe de laboratorio de análisis de humedad, carbohidratos, proteína y grasa de malta de maíz blanco blandito</i>	98
<i>Anexo 18 Análisis sensorial</i>	99

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La cerveza es una bebida alcohólica popular que se obtiene de un mosto fermentado elaborado a partir de cereales malteados y juntos que proveen el almidón necesario para la preparación de esta bebida. Los polisacáridos pueden obtenerse de varias fuentes; con eso en consideración se puede obtener algunos estilos simplemente variando la formulación y la temperatura durante la elaboración de esta bebida. De esta manera se obtienen productos con mayor o menor graduación alcohólica y azúcares. El proceso de elaboración de cerveza ha evolucionado junto con la civilización humana, influenciándola más que cualquier otra bebida alcohólica. Esto ha permitido el desarrollo de una gran diversidad de estilos artesanales de cerveza, esto es un punto a favor ya que alcanza a distintos tipos de consumidores que buscan nuevas experiencias en la cata de cerveza. Todo esto influye a que este producto sea considerada parte de la cultura de muchos pueblos, incluyendo el Ecuador (Vera 2022).

Las materias primas necesarias para la elaboración de esta bebida son principalmente la malta que es un producto obtenido de un proceso denominado malteado que se aplica a un cereal, este puede ser cebada, maíz, sorgo, mijo, etc.. Estos cereales cumplen la función de proveer al mosto los azúcares, los cuales son la principal fuente de energía necesaria para el metabolismo de la levadura de manera que esta los consuma y a través de un proceso bioquímico produzca alcohol etílico, el lúpulo, que es una flor que aporta el característico amargor y parte del aroma a la cerveza, además de conferir al medio compuestos antimicrobianos disminuyendo la posibilidad de una contaminación y alargando la vida útil de la cerveza. La levadura es un organismo unicelular y se encarga de metabolizar los azúcares presentes en el mosto, transformándolos a alcohol y CO₂. Finalmente, el agua que corresponde a más del 85 % del producto y provee el medio líquido para una buena fermentación y la naturaleza del producto como bebida (Loor, 2023 ; Balcázar et. al., 2022).

En Ecuador, aproximadamente, en el año 2009, el consumo per cápita de cerveza fue de 3,5 litros por habitante. Actualmente tenemos varias cervecerías industriales y artesanales, de las cuales las dos compañías más grandes son Cervecería Nacional y la Compañía Cervecería AmBev Ecuador (Hervás 2009). Debido a la creación de nuevas empresas de este nicho de mercado el consumo de esta bebida aumentó en el año 2019 a 7,2 litros per cápita; esto se traduce a una alta cantidad de materia prima necesaria para solventar esta necesidad. En el año 2017, Ecuador importó, para la elaboración de cerveza

tanto industrial como artesanal, 16 541 toneladas de malta. Esto resulta una desventaja para dichas empresas en el Ecuador ya que en todo momento estas dependerían de las importaciones para la producción de esta popular bebida (Caluguillin 2023).

En Ecuador existe una diversidad de tipos de maíz entre ellos el maíz «chulpi» y «blanco blandito» de la variedad de maíz blanco harinoso. El maíz chulpi ocupa una superficie de 314 000 hectáreas, teniendo una producción anual de 5,5 toneladas por hectárea, siendo uno de los maíces más cultivados en el territorio nacional (Mopocita 2023), mientras que el blanco harinoso fue de 67 620 hectáreas en el 2019 con un rendimiento de 1,36 toneladas por hectárea (Zambrano et., al. 2021).

PROBLEMÁTICA

En el Ecuador existe un ingreso del exterior de maltas como materia prima empleada para la elaboración de cervezas tanto industriales como para el sector artesanal. Es así que durante el año 2017 se estimaron 16 541 toneladas de malta lo que se traduce a más de 8 millones de dólares en este producto importado (Caluguillin 2023). Se propone mediante el presente trabajo la participación en la formulación de cereales nativos del Ecuador como el maíz proveniente de la parte alta y demostrar que es posible elaborar una cerveza con un perfil sensorial aceptable por parte del consumidor.

JUSTIFICACIÓN

La cerveza es una bebida muy popular en todo el mundo y su consumo está asociado a factores socioculturales, especialmente en regiones caracterizadas por la producción de esta bebida y las altas temperaturas. En los Estados Unidos, por ejemplo, algunos estados tienen una mayor tasa de consumo de cerveza que otros. Es considerada la quinta bebida más consumida en el mundo después del té, bebidas carbonatadas sin alcohol, leche y café. (Santacruz et. al., 2023). En México, la cerveza es vista como una bebida tradicional que no puede faltar en las carnes asadas, eventos deportivos y sociales (Camargo y Portales 2020).

El objetivo de este estudio es formular una cerveza artesanal tipo *Ale*, a partir de maíz (*Zea mays*) con sustitución parcial de malta de maíz por cebada malteada como alternativa a la importación de maltas. Este trabajo podría contribuir al conocimiento científico sobre el proceso de elaboración de cerveza, su relación con el maíz y su rendimiento en la hidrólisis de polisacáridos. Se espera que los resultados de este estudio puedan ser útiles para la industria cervecera, así como el sector artesanal mejorando la calidad de la cerveza producida en la provincia de El Oro e incentivar el uso de este cereal nacional.

HIPÓTESIS POR DESARROLLAR

H₀: No es posible elaborar cerveza artesanal en un 100 % de maíz malteado con una buena aceptabilidad

H₁: Es posible elaborar cerveza artesanal en un 100 % de maíz malteado con una buena aceptabilidad

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Formular una cerveza artesanal tipo *Ale* a partir de maíz (*Zea mays*) con una sustitución parcial de cebada malteada como alternativa a la producción local de cerveza y a la importación de maltas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Maltear las variedades de maíz (*Zea mays saccharata* y *Zea mays amylaces*), mediante adaptación del proceso de malteado de cebada.
- Analizar proximalmente las dos variedades de maíz malteado (*Zea mays saccharata* y *Zea mays amylaces*) acidez, pH, humedad, hidratos de carbono, proteína, lípidos, fibra, ceniza.
- Comparar el porcentaje de hidrólisis de almidones presentes en las dos variedades de maíz estudiados.
- Elaborar las cervezas artesanales tipo *Ale* a partir de las formulaciones obtenidas según el diseño de mezcla.
- Identificar el mejor tratamiento entre las dos variedades de maíz mediante análisis sensorial.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. CERVEZA

La cerveza es una expresión genérica para designar a la bebida resultante de fermentar, mediante levadura seleccionada, el mosto procedente de la malta de granos de cereal (Pérez et. al., 2020), es una bebida alcohólica no destilada de sabor amargo que se elabora con granos de cebada germinados u otros cereales, cuyo almidón se convierte en azúcares fermentables durante el proceso de maceración. El maíz es uno de los cereales utilizados en la elaboración de cerveza, ya que el almidón que se produce a partir de este cereal es destinado para la elaboración de varios estilos de cervezas. La cerveza elaborada con maíz es más clara y menos pesada que la fabricada con otros cereales, lo que la hace ideal para el consumo en climas cálidos (Orellana 2022). Los cereales, sus variedades y la calidad del proceso de malteo son factores determinantes en la calidad de la cerveza, la cerveza es una bebida fermentada que puede elaborarse con diferentes cereales, como trigo, cebada, arroz, maíz, mijo y sorgo, su sabor puede ser modificado con la adición de frutas, hierbas, especias, diferentes maltas y otros adjuntos, es una bebida muy popular en todo el mundo, y su consumo está asociado a factores socioculturales, especialmente en regiones caracterizadas por la producción de esta bebida y las altas temperaturas de las zonas (Camargo y Portales, 2020).

La fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica es un conjunto de reacciones bioquímicas en las que el organismo principal es la levadura, la cual se encarga de transformar los azúcares presentes en un mosto en alcohol y dióxido de carbono. En la elaboración de cerveza, la levadura consume los azúcares obtenidos mediante el proceso de maceración, metabolizándolos en estos compuestos; su balance global se representa por la ecuación química $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$, en donde la molécula de glucosa, en condiciones de anaerobiosis, se degrada hasta dos moléculas de etanol y dos moléculas de dióxido de carbono (Anabel, 2011). Al comenzar la fermentación del mosto, se encuentran presentes diversos tipos de levaduras y bacterias, sin embargo, a medida que avanza el proceso de fermentación, la concentración de etanol en el mosto aumenta, lo que resulta en la eliminación de la mayoría de las bacterias y levaduras que no toleran este entorno (Gutiérrez et. al., 2023).

2.1.1. Normativa ecuatoriana

Para el producto, se empleó la Normativa Ecuatoriana NTE INEN 2262, la que indica que una cerveza debe cumplir con los siguientes requisitos fisicoquímicos y microbiológicos:

Cuadro 1 Requisitos fisicoquímicos de la cerveza

REQUISITOS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	METODO DE ENSAYO
Contenido alcohólico a 20°C	% (v/v)	1,0	10,0	NTE INEN 2322
Acidez total, expresado como ácido láctico	% (m/m)	-	0,3	NTE INEN 2323
Carbonatación	Volúmenes de CO ₂	2,2	3,5	NTE INEN 2324
pH	-	3,5	4,8	NTE INEN 2325

Fuente: (INEN, 2013)

Cuadro 2 Requisitos microbiológicos de la cerveza

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

Fuente: (INEN, 2013)

Así mismo, de acuerdo con su clasificación, la cerveza puede adoptar el nombre del o los cereales que se empleen después de la frase «cerveza de», siempre y cuando este o estos cereales sea mayoritario en la formulación; por lo tanto, en síntesis, el producto final puede ser nombrado como «Cerveza de Maíz».

2.1.2. Historia de la cerveza

Los orígenes de la cerveza se remontan a varios miles de años, aunque probablemente los prehistóricos elaboraban la bebida. Los registros más antiguos provienen de la antigua

Mesopotamia. La cerveza estaba hecha de cebada u otros granos, los granos de los cuales se molían y se formaban tortas y se horneaban por un corto tiempo. Nuevamente se trituraron y se mezclaron con agua y se fermentaron espontáneamente. Luego, la cerveza se filtraba y almacenaba en grandes tambores. Hoy en día, el proceso de elaboración de la cerveza está muy orientado hacia estilos más tradicionales de forma práctica (Vera, 2022; Ruiz, 2022).

En países europeos como Bélgica y Alemania, entre otros, la cerveza tiene una fuerte historia y trayectoria, y su diversidad de aromas y sabores se ha extendido a muchas cervecerías artesanales de países como Estados Unidos desde la década de los 80. Mientras tanto, en América Latina, las cervecerías artesanales comenzaron a surgir en serio a principios de la década de 2000, mientras que, en Ecuador, la apertura del nuevo producto comenzó a crecer en 2012. Las cervecerías artesanales dan sabor a la cerveza que querían satisfacer. diferentes estilos y sabores de las aventuras del mundo (Loor, 2023).

Durante los últimos años, se ha observado un aumento notable en el consumo mundial de cerveza. En el año 2020, se estima que se consumieron aproximadamente 5 875 millones de galones, lo que generó considerables ingresos para todos los involucrados en la producción y la venta de este producto. (Montilla et. al., 2023). Con el auge de la cerveza artesanal, el mundo de la elaboración casera se ha expandido rápidamente. Se puede encontrar una variedad de kits y cosas en el mercado y hay tantas posibilidades de arreglos hoy en día que pueden reproducir casi cualquier estilo en casa. Algunas personas intrépidas continúan escribiendo la historia de la cerveza probando cosas nuevas y formas de elaborar cerveza que nunca se habían visto

2.1.3. MATERIAS PRIMAS

2.1.3.1. Agua

El agua ocupa entre el 88 % al 95 % del producto final; esta como materia prima influye de manera significativa a las características sensoriales de la cerveza aportando pureza y dureza, factores claves para la calidad final de la cerveza (Mendoza et. al., 2021). El tipo de agua utilizada para elaborar cerveza también es un factor importante en la calidad de la cerveza. El agua destilada debe ser pura, potable, libre de sabor y olor, libre de exceso de sal y libre de materia orgánica (López, 2018).

2.1.3.2. Malta

La cebada se considera el cuarto cereal del mundo por volumen de producción, este ha evolucionado a lo largo del tiempo. Durante los últimos años se sembró, en el 2017, 1,5 millones de toneladas, lo que produjo casi 5 millones de toneladas de cebada con un rendimiento de 4,3 toneladas por hectárea, aunque principalmente se utilizaba para alimentación de animales en países como Argentina, se destina casi la totalidad de la producción para la fabricación de la malta para cerveza (Meróni 2021).

Para elaborar una cerveza no se puede utilizar el cereal sin tratar, ya que carece de las enzimas necesarias para la hidrólisis del almidón. Este cereal debe pasar por germinación y secado para obtener la carga enzimática necesaria, el grano humectado, germinado y seco pueda almacenarse (Paredes et. al., 2021). Cuando el cereal germina y obtiene la actividad enzimática se lo conoce como malta (Galeano y Ramírez, 2022).

2.1.3.3. Lúpulo

Es una especie del género *Humulus* de la familia de las Cannabineas, siendo una planta trepadora nativa del continente europeo y del occidente de Asia. Hoy en día ha sido cultivado y desarrollado en grandes extensiones para poder abastecer la demanda actual. El uso del lúpulo en la elaboración de la cerveza proporciona fragancia, amargor y ayuda a mantener la estabilidad de la espuma, al tiempo que desempeña un papel antioxidante y antimicrobiano, protegiendo la bebida contra la oxidación y la contaminación microbiológica. (Durello et. al., 2019). El lúpulo puede clasificarse dependiendo de su contenido en A. A. (Alfa Ácidos) y estos son los lúpulos aromáticos cuyo contenido de A.A. ronde entre el 4 % al 8 % y los lúpulos amargos cuyos A.A. superan los 7 % (Párraga y Zapata, 2022).

Los alfa ácidos son resinas blandas con propiedades antimicrobianas que generan estabilidad en la cerveza y contribuyen al aroma y amargos de la misma, estos son expulsados en el proceso de hervor del mosto al momento de adicionarlo y dependiendo de su clasificación (amargor y aroma) se adicionan al principio o finalizando el hervor siendo los lúpulos de amargor añadido al empezar el proceso y los lúpulos de amargor al finalizarlos debido que los compuestos volátiles son requeridos en el estilo de cerveza (Párraga y Zapata, 2022).

2.1.3.4. Levadura

Es un organismo unicelular que en el proceso de elaboración de cerveza convierte los azúcares simples obtenidos durante la operación de maceración en etanol y CO₂ durante

el proceso de fermentación a través de enzimas que las levaduras generan en la fermentación alcohólica. Existen dos tipos de levaduras, aquellas de fermentación alta (*Ale*) y por el otro lado las de fermentación baja (*Lager*) (Sifuentes, 2023; León 2016).

2.2. EL MAIZ

El maíz (*Zea mays L.*) fue domesticado hace más de 9000 años en el sur de México/Mesoamérica. El maíz ha crecido rápidamente difundido por todo el mundo desde entonces y se ha convertido el cereal básico líder a nivel mundial en términos de producción anual superior a los mil millones de toneladas métricas, juntos, los tres grandes cereales básicos del mundo, el trigo, el arroz y el maíz, constituyen un componente importante de la dieta humana, que representa aproximadamente el 42 por ciento de las calorías alimentarias del mundo y el 37 por ciento de la ingesta de proteínas (average 2016–18, FAOStat, 2021, como se citó en Erenstein et. al., 2022).

El contenido de azúcares depende de varios factores como condiciones de cultivo y variedad; sin embargo, presenta en mayor medida glucosa, fructosa y sacarosa respectivamente. Por otro lado, la malta de maíz puede proveer al mosto una variedad de azúcares como fructosa, glucosa, sacarosa, maltosa y lactosa, a 110 °C, la maltosa predomina con una concentración media de 0,225 g/100 g, seguida de la glucosa con 0,085 g/100g y la fructosa con 0,0007 g/100g, lo que suma un total de 0,317 g/100g de azúcares. A 210 °C, la maltosa sigue siendo la de mayor concentración con un promedio de 0,12 g/100 g, seguida de la glucosa con 0,04 g/100g y la fructosa con 0,01 g/100g, resultando en un total de 0,17 g/100g de azúcares (Mencía y Pérez 2016).

2.3. Maíz chulpi (*Zea mays saccharata*)

El maíz chulpi es una variedad de origen peruano y de la Sierra ecuatoriana conocido por presenta una textura crujiente y sabor dulce, es consumido tostado en diversos platillos ecuatorianos como acompañante. En Ecuador, este tipo de cultivos están ubicados en la región Sierra norte correspondiente a las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha y Chimborazo. Es usado comúnmente en la gastronomía ecuatoriana para acompañar el ceviche y encebollado (Yáñez et. al. 2011).

2.3.1. Características del maíz chulpi

El maíz chulpi es una planta gramínea con tallo cilíndrico, hojas gruesas y largas. Posee alto contenido de azúcar en el grano y presenta entre un 50 a 70 % de hidratos de carbono, por lo que resulta en una buena fuente de carbohidratos para la elaboración de cerveza

tienen cerca del 74 % de proteínas en el endospermo y 83% de lípidos y 26 % de proteínas en el germen; este representa un 12 % de grano (Yáñez et. al.. 2022).

Tabla 1. *Peso y composición de las partes del grano de maíz*

Composición (%)	Endospermo	Embrión
Almidón	87,6	8,3
Grasas	0,8	33,2
Proteínas	8,0	18,4
Ceniza	0,3	10,5
Azúcares	0,6	10,8
Resto	2,7	18,8
Materia seca	83,0	11,0
Composición (%)	Pericarpio	Escutelo
Almidón	7,3	5,3
Grasas	1,0	3,8
Proteínas	3,7	9,1
Ceniza	0,8	1,6
Azúcares	0,3	1,6
Resto	86,9	78,6
Materia seca	5,2	0,8

Fuente: (Guamán. 2022)

2.4. Maíz «blanco blandito» (*Zea mays amylaces*)

El maíz grano mote es un tipo de cereal harinoso cultivado en la provincia de Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi. Este cumple como componente básico de alimentación en la dieta de la comunidad rural teniendo importancia en la elaboración de alimentos y platos típicos (Morales 2021; Cruz 2021).

2.4.1. Características del «blanco blandito»

El maíz blanco blandito tiene dos variedades el maíz blanco que es del tipo harinoso, dentado y se localiza en comunidades como Morlan, Morocho, Chilcapamba, Cumbes y por otro lado está la variedad «Yura Sara» del tipo harinoso y de forma plana (Montalvo. 2021).

Tabla 2. Morfotipos del grupo 1, conformados y base a las características cualitativas evaluadas en la caracterización agro-morfológica de 12 razas de maíz

Morfotipo	ECU - 15462, ECU-17271	
	Blanco Blandito	Blanco harinoso dentado
identificación germoplasma		
Color de tallo	verde	
Color de raquis	Blanca/Naranja grisácea	
Forma de la mazorca	Cilíndrica/ cónica	
Daños en la mazorca	Ausentes/moderado	
Forma de la superficie del grano	Redondo	
Tipo del grano	harinoso	
Color del grano	blanco	

Fuente: (Montalvo. 2021)

2.5. Situación del maíz en Ecuador

El cultivo de maíz desempeña un papel importante en Ecuador, siendo esencial para la seguridad alimentaria del país, los rendimientos en la producción de maíz están estrechamente relacionados con las condiciones medioambientales del sector donde se cultiva, las condiciones climáticas pueden afectar la producción en la plantación humedad, temperatura, deben ser adecuadas para el cultivo, teniendo un rendimiento promedio en el caso del maíz amarillo duro de 3 toneladas por hectárea en el año 2010 y 6,60 toneladas en el año 2019 (Ministerio de Agricultura y Ganadería —MAG—, 2019a; 2019b como se citó en Analuisa et. al., 2023, en Ecuador, se produce maíz duro, siendo las provincias de Los Ríos, Manabí y Guayas las principales zonas de producción (Analuisa et. al., 2023). Actualmente existe inquietud por cómo el fenómeno de El Niño puede afectar la producción de maíz y el país enfrenta escasez de maíz duro. El Gobierno ha tomado medidas para regularizar los acuerdos de compra y venta entre la industria y los agricultores y se están llevando a cabo investigaciones para aumentar la productividad del maíz en el país. Además, se han otorgado permisos para la importación de maíz desde noviembre de 2021 (MAGAP. 2023).

En Ecuador, el maíz es un cultivo que se comercializa en los mercados de las diferentes provincias del territorio nacional y también se encuentra como producto procesado en presentación de cereal frito, cocinado, envasado al vacío, como *snack*, deshidratado, harina, seco, en el caso del maíz chulpi. Tiene un gran valor cultural en ceremonias religiosas indígenas del Inti Raymi y del Yamor, donde es empleado para la producción de la chicha consumida en las festividades locales acompañada con otros platillos del sector como el melloco, las habas y el mote. Actualmente, se ha programado un mejoramiento genético para resolver problemas de uniformidad, rendimiento y así repotenciar su uso y conservación urbano y agroindustrial (Yáñez et. al.. 2022).

2.6. Proceso de elaboración de la cerveza

2.6.1. Malteado

El proceso de malteado pretende producir enzimas necesarias para el posterior macerado del grano (amilasas), se lo consigue con la germinación del cereal y su secado para detenerla (Boffill y Gallardo, 2014). El malteado tiene tres etapas: remojo, germinación y secado, es importante airear el grano regularmente; además, es importante desinfección antes de empezar el proceso, tras terminarlo se obtendrá una malta base para la elaboración de cerveza, y después del secado se puede hacer un tostado para obtener diversas maltas para conferir características sensoriales al producto terminado (Ormaza y Quiroz, 2021).

2.6.2. Triturado

En esta etapa la o las maltas empleadas se exponen las reservas de glúcidos y las enzimas a través de la ruptura de la estructura física del grano para facilitar su hidrólisis en el proceso posterior, es importante que no sea excesiva ni tampoco que queden granos enteros (Ferreira 2014).

2.6.3. Maceración

Con la temperatura y un pH adecuados, hidrolizar las cadenas largas de azúcares complejos, convirtiéndolos en glúcidos simples que permitirán consumirlos por la levadura después en el proceso de fermentación, consta de dos fases, licuefacción y sacarificación, durante la fase de licuefacción, el proceso implica la descomposición del almidón en maltodextrinas mediante la ruptura de los enlaces α -D1-4 presentes en la molécula de almidón. Esto genera una combinación de (glucosa)_n y (maltosa)_n. Una vez finalizada esta etapa, comienza la sacarificación, donde entra en juego la glucoamilasa, una enzima que convierte los oligosacáridos en glucosa. Este proceso se lleva a cabo al

atacar los enlaces glucosídicos ubicados en los extremos no reductores α (1 -6), lo que resulta en la liberación de moléculas de glucosa. (García 2015; Agulló 2015).

2.6.4. Cocción

En este proceso se detiene la actividad enzimática por la inactivación de enzimas por efecto del calor de la ebullición a temperatura atmosférica; además, se reduce la carga microbiana, descarta compuestos volátiles indeseados, reacción de Maillard desable, coagulación de proteínas(Araúz 2020) preparando un medio adecuado para que la levadura prolifere sin dificultad, y en esta operación se añade el lúpulo que le conferirá el amargor a la cerveza, usualmente dura una hora (Ferreyra 2014).

2.6.5. Fermentación

Se rehidrata y activa la levadura antes de ser inoculada en el mosto previamente enfriado a temperatura de fermentación (17-29 °C). Esta etapa tiene como fin la conversión de los azúcares simples a alcohol etílico y CO₂ puede durar entre 5 - 7 días o hasta que cese el burbujeo del airlock (García 2015; Araúz 2020).

2.6.6. Madurado

Tiene como fin y desarrollo de sabores, aromas y estabilidad de la cerveza. Se lleva a cabo en condiciones de temperaturas bajas cercanas a 0 °C durante 7 días. En este punto la cerveza se clarifica, los sabores se armonizan y las levaduras y proteínas se ubican al fondo del fermentador (Ferreyra 2014).

2.6.7. Envasado

A partir de aquí se puede optar por dos caminos: la gasificación artificial en donde se emplea de manera endógena el CO₂, que a temperatura y presión optima se mezcla con la cerveza para su posterior envasado. Por otro lado, está la gasificación natural en donde se agrega dextrosa endógena, se mezcla con nuestra cerveza y se embotella para que se gasifique de forma natural. También puede usarse otras fuentes de azúcares como sacarosa miel o fruta, dependiendo de formulación que se quiera manejar (García 2015).

2.6.8. Segunda fermentación

Ocurre durante 2 semanas en caso de que se desee una gasificación natural, también es conocida como acondicionamiento, en esta etapa, las levaduras se reactivan una vez se les proveyó de azúcar para su alimentación, empezarán a generar alcohol y CO₂ dentro de la botella, la presión aumentará y el gas se incorporará al líquido, gasificándose la cerveza (Ferreyra 2014).

2.7. Tipos de cerveza según su fermentación

2.7.1. Cervezas *Ale*

Se las denomina de esa manera debido a que se mantienen en la parte superior del fermentador. Asimilan la glucosa, sacarosa, maltosa y galactosa, además de que emplean temperaturas altas (15 °C – 25 °C), adicionalmente, tienden a producir cervezas con sabores más complejos, frutales y aportan con notas de ésteres y fenoles (Párraga y Zapata 2022; Argemí, 2016).

2.7.2. Cervezas *Lager*

Por otro lado, estas se mantienen en la parte inferior del fermentador además de que emplean temperaturas bajas (8 °C - 15 °C), asimilan cadenas largas de azúcares y producen cervezas con sabores más limpios; es decir, cervezas con un perfil sensorial más neutral (García, 2023; Alvarez, 2018).

2.7.3. Cervezas de fermentación espontánea

Son un estilo de cerveza en donde no se emplea levadura cervecera, sino más bien levaduras del medio ambiente como las *Brettanomyces* o *Lactobacillus*. Estos géneros de levaduras, además de producir etanol, también generan ácido acético que le da la característica ácida a las cervezas de este tipo. Además de generar fenoles volátiles similares a clavo de olor medicinal, especias, ahumado y ésteres afrutados licorosos, acaramelado afrutado, manzana verde, piña, banana, etc. (Saavedra, 2022).

2.8. Características fisicoquímicas

2.8.1. Acidez

Se puede definir la acidez en la cerveza como la cantidad de ácido que esta contiene. Esta puede determinarse mediante titulación haciendo uso una muestra con fenolftaleína y una solución de hidróxido de sodio, 0,1 N, en una muestra de cerveza desgasificada. La acidez se expresa como porcentaje de ácido láctico (% m/m) y no debe ser superior a 0,3 % de acuerdo con la NTE INEN 2323.

La acidez influye en el perfil sensorial de la cerveza y se genera en mayor medida en la fermentación y un rango de pH de entre 4,1 a 4,6. Presenta un efecto inhibitorio sobre el desarrollo de microorganismos no deseados; así mismo, un pH más bajo puede indicar una contaminación por bacterias.

2.8.2. pH

El pH se utiliza para cuantificar la acidez o alcalinidad de la cerveza. Indica la concentración de iones de hidrógeno y se expresa en una escala numérica que va de 0 a

14, siendo ácida de 0 a 6,9, alcalina de 7,1 a 14 y 7 neutro. Un aumento en la actividad de estos iones conduce a una disminución del pH (lo que lo hace más ácido) y, por el contrario, una disminución en la actividad de los iones de hidrógeno conduce a un aumento en el pH lo que lo hace más alcalino (Osorio, 2012).

Este análisis consiste en atemperar y desgasificar la muestra de cerveza para introducir los electrodos previamente enjuagados (Menárguez 2017). Se medirá mediante un potenciómetro o medidor de pH que tiene electrodos especiales para registrar el valor del pH. Se usará la NTE INEN 2325 como guía.

2.8.3. Grado alcohólico

El alcohol es un metabolito primario producido en la fermentación alcohólica, donde los azúcares del mosto se convierten a etanol y dióxido de carbono por acción de las levaduras. El contenido alcohólico se lo puede definir como el porcentaje o la cantidad de alcohol que está presente en la bebida (Téllez y Cote, 2006).

Una cerveza es una bebida de bajo grado alcohólico, por lo que usualmente este oscila entre el 4 % al 6 % aunque, dependiendo del estilo, este porcentaje puede ser mayor a 10 % en el caso de Ecuador, según la normativa INEN 2262 del 2013. También puede ser menor desde un mínimo del 1 % y máximo del 10 %. El contenido de alcohol de una cerveza puede expresarse en porcentaje v/v o grados Gay Lussac (Menéndez y Vera, 2023) y se calcula de acuerdo con lo indicado en la normativa NTE INEN 2 322: 2002.

2.9. Análisis sensorial de la cerveza

La caracterización sensorial representa una de las herramientas más poderosas y comúnmente empleadas en el ámbito de la ciencia sensorial, tanto en ambientes industriales como académicos.(Carrasco y López 2023) Los atributos sensoriales u organolépticos son propiedades de un alimento que pueden percibirse a través de los sentidos del ser humano, por eso, en el análisis sensorial se considera a la persona la herramienta empleada para ello. A través de los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto, incluso oído) se obtienen datos cuantificables y objetivos de las propiedades cualitativas (color, olor, sabor, textura) que nos permiten atribuir la calidad de la cerveza, el consumidor se apega a los atributos de color, sabor y textura para aceptar o rechazar un producto (Martínez y Tuano 2018).

2.9.1. Color

Está asociado a diversos compuestos de las materias primas empleadas en la elaboración de la cerveza, así como también a compuestos oxidados, resultantes de la reacción de

Maillard y del pirólisis en la cocción, productos de la caramelización, pigmentos, etc. El color puede variar en función de las materias primas y adjuntos. Algunas maltas, consideradas categoría especial, dan colores rojizos y negros, que se elijarán según el estilo de cerveza a elaborar; para el caso, solo se usa la malta de maíz y una malta base para identificar claramente los atributos sensoriales.

2.9.2. Olor y aroma

Igual que el color, dependerá de las materias primas a emplear, pero también de diversas reacciones bioquímicas que realizan las levaduras en la fermentación y reacciones en el proceso de cocción y demás procesos de elaboración. El olor demuestra la calidad de la cerveza, ya que evoluciona con el tiempo en ciertos estilos de cerveza de manera beneficiosas y en otros no. La evaluación del aroma de la cerveza puede hacerse mediante pruebas sensoriales, que incluyen el análisis cuantitativo (QDA), pruebas de aceptación y pruebas hedónicas (Sarmiento, 2021).

2.9.3. Sabor

El sabor de una cerveza es clave, porque asegura la calidad y aceptación por parte del consumidor. Es un factor importante por tener en cuenta en el diseño y formulación del estilo de cerveza (Espina, 2023). Este puede ser afectado por un proceso inadecuado, siendo alguno de sus deméritos la astringencia, sabor a manzana verde, acetaldehído asidrado, diacetilo, verduras cocidas, pasto, medicina, metálico, oxidado, etc. (Menéndez y Vera, 2023)

2.9.4. Amargor

Este parámetro se refiere a la sensación en boca característica amarga que tiene una cerveza y se la puede cuantificar a través de los IBUs (*International Bitterness Units*), se calculan matemáticamente considerando la cantidad y el tiempo de adición del lúpulo en cocción. El lúpulo determina por superioridad las cualidades afines a la cerveza como el amargor y la estabilidad de espuma (Morales, 2018), aporta compuestos, como ácidos alfa y beta. Los IBUs se encuentran en una escala que va de 0 a 100, donde 10 indica un bajo amargor y 90, un alto amargor. Su percepción en la cerveza varía según la sensibilidad del individuo y otros factores, como el equilibrio entre el amargor y el dulzor proveniente de la malta y el uso de adjuntos o maltas negras (Camacho, 2023).

2.9.5. Cuerpo y textura

El cuerpo y la textura son atributos sensoriales cruciales en la percepción de la cerveza, mientras que el peso y densidad de esta varía según estilo. La textura hace referencia a la

sensación en boca en cuanto a la suavidad, la efervescencia y la viscosidad. Las cervezas ligeras suelen tener un cuerpo «liviano» a «medio», mientras que las maltosas presentan un cuerpo «medio» a «completo», las oscuras exhiben un cuerpo «completo» a «denso».

2.9.6. Espuma y carbonatación

La espuma de la cerveza ayuda a preservar el sabor y aroma además de ser característico del producto y estético. La cantidad de la esta varía en función a las materias primas empleadas y la estabilidad indica calidad en la cerveza. La espuma de la cerveza exhibe varias características, como la densidad, la cremosidad, la adherencia al vidrio y estabilidad. Se considera que una buena cerveza debe tener una espuma densa y cremosa. La carbonatación contribuye al sabor y cuerpo, influyendo en la apreciación de los aromas del lúpulo y la malta durante la degustación. Se refiere a la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) presente en el líquido que, en este contexto, es la cerveza. La medición de la cantidad de CO₂ disuelto se realiza en volúmenes de CO₂ y puede variar según el estilo de cerveza y el método de producción (Martínez y Tuano, 2018).

2.9.7. Regusto (persistencia y sabor final)

Algunas cervezas se caracterizan por presentar un regusto amargo, mientras que otras exhiben matices dulces o frutales en su sabor final, el regusto es esencial para la evaluación sensorial de la cerveza, ya que este sea placentero y equilibrado en sus notas refleja la calidad de la cerveza, Este se refiere al último recuerdo que queda de la cerveza en boca, (Inaraja 2017).

2.9.8. Impresión global

Esta se refiere a la evaluación subjetiva general del alimento después de degustarlo. Se trata de la impresión general que deja en el paladar, incluyendo el sabor, el aroma, la textura, el cuerpo y el regusto. La impresión global es clave en la degustación de cerveza, variando según el estilo y proceso de elaboración. es una valoración general que se le da a la cerveza después de valorar atributos como: aroma, apariencia, sabor y sensación en boca (Chacón y Chingal 2023).

2.9.9. Pruebas hedónicas

Las pruebas hedónicas se emplean para determinar la aceptabilidad por parte del consumidor de un producto y es vital en la evaluación sensorial de la cerveza. Se centran en la apreciación subjetiva de los consumidores, empleando aceptación, preferencia y escalas hedónicas y nos permite obtener información para mejorar la calidad del alimento y adaptar la producción de acuerdo con las preferencias del catador. El análisis sensorial

resulta esencial en la elaboración de estrategias de marketing, dado que el disfrute o satisfacción sensorial, conocida también como prueba hedónica, representa un elemento determinante en la decisión de consumo de alimentos.(Cardenas et. al., 2018).

2.10. Poder diastático en la producción cervecera

2.10.1. Definición y función del poder diastático

El poder diastático del grano de maíz se relaciona con la capacidad enzimática del cereal para la conversión de los almidones a azúcares más simples durante el macerado para la fermentación alcohólica. El poder diastático puede variar en función de la variedad del maíz y de varios factores como la calidad del agua utilizada, la temperatura y duración de la maceración y la cantidad y calidad de las enzimas presentes en el grano (Torres y Bohórquez, 2017).

2.10.2. Enzimas responsables de la hidrólisis del almidón

Las enzimas son las encargadas de la conversión de los almidones a azúcares simples, estas son principalmente amilasas, catalizadores de la hidrólisis del almidón transformándolos a azúcares fermentables como la maltosa y la glucosa. En este contexto, existen dos tipos principales de amilasas: alfa-amilasas, que realizan una hidrólisis aleatoria del almidón y las beta-amilasas, que efectúan una hidrólisis secuencial, liberando maltosa y glucosa en el proceso. Además de estas amilasas, otras enzimas, como la dextrinasa límite y la beta gluconasa, también pueden estar presentes en la malta de maíz, contribuyendo a la hidrólisis del almidón (Benitez y Morales, 2018; Toledo et. al., 2018).

2.10.3. Importancia de la temperatura y el pH en el poder diastático durante la maceración

La temperatura y el pH desempeñan papeles importantes durante la maceración ya que estos determinarán las características sensoriales y químicas del producto terminado. La temperatura ejerce una influencia significativa en la actividad enzimática de la malta de maíz, siendo la temperatura óptima entre los 62 °C y 67 °C. Esta temperatura de maceración tiene un impacto directo en la cantidad y calidad de los azúcares fermentables generados en el proceso; por su parte, el pH también desempeña un papel esencial en la actividad enzimática de las amilasas, con un pH óptimo situado entre 5,2 y 5,5. El pH de la malta de maíz puede ser influenciado por diversos factores, incluyendo la calidad del agua utilizada en la elaboración de la cerveza y la cantidad y calidad de las enzimas presentes en el grano por lo que controlar tanto la temperatura como el pH durante la

maceración de la malta de maíz es una práctica que permite optimizar el poder diastático y, en consecuencia, la producción de azúcares fermentables (García, 2015; Paredes, 2017)

Tabla 3. Rangos de activación para enzimas específicas

Enzima	Rango óptimo Temperatura	Rango óptimo pH	Función
Fitasa	30 – 52 °C	4,4 - 5,5	Baja el pH del mosto
Beta Glucanasa	36 – 45 °C	4,5 - 5,0	Reduce la viscosidad del mosto y mejora la clarificación
Peptidasa	46 – 57 °C	4,6 - 5,2	Produce amino nitrógeno libre (FAN), que es esencial para la levadura y la fermentación
Proteasa	46 – 57 °C	4,6 - 5,2	Rompe proteínas grandes y reduce la turbiedad
Bea Amilasa	54 – 65 °C	5,0 - 5,6	Produce azúcares de cadena, altamente fermentables.
Limite dextrinasa	60 – 63 °C	4,5	Degrada los almidones grandes en almidones más pequeños
Alpha amilasa	68 – 75 °C	5,3 - 5,8	Produce azúcares de larga cadena, poco fermentables, que agregan cuerpo a la cerveza.

Fuente: (Benitez y Morales 2018; Toledo et. al., 2018; McCafferty et. al., 2004)

2.10.4. Prueba de yodo

La prueba de yodo es un método empleado en la producción de cerveza para determinar la presencia de almidones no hidrolizados en el mosto. Esto puede afectar la fermentabilidad de la cerveza y se realiza agregando una solución de yodo a una muestra del mosto durante la maceración para comprobar la presencia de almidón no convertido. El yodo reacciona con el almidón uniéndose a este y este proceso resulta en un cambio de color en la solución. Si se observa un color azul o morado, indica que aún hay almidones no convertidos en el mosto. Por el contrario, si la solución permanece de color amarillo o no cambia, significa que los almidones se han convertido completamente en azúcares fermentables y están disponibles para la levadura durante la fermentación. Esto permite evaluar la eficiencia de la etapa de maceración en la conversión de almidones en azúcares (Aragón, 2018).

2.11. Deméritos de la cerveza

Los deméritos en la cerveza son características no deseadas que pueden afectar negativamente su sabor, aroma, color y calidad en general. Estos pueden surgir durante el proceso de maceración, fermentación, almacenamiento o el manejo de la cerveza. Algunos de los deméritos más comunes en la cerveza incluyen: sabor a diacetilo, que es un compuesto químico que puede dar a la cerveza un sabor similar a la mantequilla o el caramelo, sabor a acetaldehído, que es otro compuesto que, en concentraciones elevadas, puede producir sabores no deseados, como a manzana verde o astringencia, sabor a cloro fenoles, los cuales pueden dar a la cerveza sabores que recuerdan a medicamentos o al plástico, sabor a madera o cartón, oxidación, acidez bacteriana, turbidez y sabor a maíz cocido o choclo en conserva, esto puede ser causado por la presencia de dimetil sulfuro (DMS) y es especialmente notorio en las cervezas de maíz, de tipo pilsener, El ácido acético, los solventes, sulfuros y fenoles plásticos, son los considerados más negativos. (Moya, et. al. 2019).

2.11.1. Dimetil sulfuro

El sulfuro de dimetilo (DMS) es un compuesto organo-sulfurado que se puede reducir hirviendo el mosto. Se caracteriza por su olor desagradable y característico. El DMS es un componente del aroma que se genera durante la cocción de determinadas verduras, en particular del maíz, la col, la remolacha y los mariscos. También actúa como indicador de la contaminación bacteriana que puede ocurrir en la producción de malta y cerveza. Se forma durante la fermentación a partir de s-metilmationina, un aminoácido que se encuentra en la malta. El DMS puede considerarse un defecto de la cerveza. Cuando está presente en altas concentraciones, ya que puede dar a la bebida un sabor y aroma que recuerda al maíz cocido o palomitas de maíz, verduras cocidas, sensaciones de astringencia en la boca, sabores y olores mantecosos, matices frutales exagerados, exceso de carbonatación y un perfil de levadura resaltado en sabor y aroma (Cleves, 2018).

2.11.2. Diacetilo

El diacetilo es un compuesto químico orgánico volátil, un subproducto de la fermentación que puede contribuir a la aparición de aromas y sabores mantecosos indeseables en la cerveza. Las levaduras pueden crear diacetilo como parte de su proceso metabólico. Para garantizar la calidad de la cerveza, es necesario controlar y reducir los niveles de diacetilo. En la elaboración de cerveza, existen técnicas como el «proceso de reducción de diacetilo» y el «equilibrio de diacetilo», los que implican calentar suavemente la cerveza para acelerar la conversión de diacetilo en compuestos no aromáticos. Esto es importante

para evitar el sabor y aroma a mantequilla no deseados de la cerveza. (Moya, Diezma y Correa, 2019).

2.11.3. Mercaptano

Los mercaptanos son compuestos del azufre no deseados, los que pueden afectar el aroma y sabor de la cerveza con un olor desagradable característico, similar a huevos podridos o a ajo, no es deseada la presencia de mercaptanos en altas concentraciones, lo que afecta negativamente la percepción del consumidor. Por lo tanto, el análisis y la gestión de los mercaptanos son pasos importantes en la producción de cerveza de maíz de alta calidad. (Villavicencio y Guadalupe, 2017).

2.11.4. Acetaldehído

El acetaldehído es un compuesto químico que puede estar presente en la cerveza y su presencia en concentraciones suficientes puede ser deseable, ya que imparte ciertas características de aroma y sabor. Sin embargo, altas concentraciones de acetaldehído pueden indicar un defecto en la cerveza, ya que puede provocar sabores indeseables como el de manzana verde. La determinación de acetaldehído en cerveza es fundamental para evaluar la calidad y tomar las medidas adecuadas en caso de concentraciones elevadas (León y Niño, 2018).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGIA

El presente trabajo se basó en una investigación experimental que se inició después del malteado con un diseño de mezclas. Se eligieron 4 tratamientos para cada variedad de maíz, se evaluó el rendimiento durante un macerado de 90 minutos con un refractómetro de bolsillo, así mismo se determinó en las cervezas terminadas mediante evaluación sensorial el tratamiento que presentó mayor aceptación por parte de los panelistas. El factor de estudio fue el porcentaje de cebada malteada y los niveles fueron los porcentajes de sustitución parcial de malta de maíz por malta de cebada en 0 %, 10 %, 20 % y 30 %.

3.1. Tratamientos

A continuación, en las presentes tablas se detallan los cuatro tratamientos que se llevaron a cabo en la investigación por triplicado:

Tabla 4. Tratamientos maíz malteado «chulpi»

Tratamientos	Codificación	Descripción
1	TC100	100 % Malta de maíz.
2	TC70	70 % Malta de maíz + 30 % malta de cebada
3	TC90	90 % Malta de maíz + 10 % malta de cebada
4	TC80	80 % Malta de maíz + 20 % malta de cebada

Tabla 5. Tratamientos maíz malteado «blanco blandito»

Tratamientos	Codificación	Descripción
1	TB100	100 % Malta de maíz
2	TB70	70 % Malta de maíz + 30 % malta de cebada
3	TB90	90 % Malta de maíz + 10 % malta de cebada
4	TB80	80 % Malta de maíz + 20 % malta de cebada

3.2. Unidad experimental

Se distribuyeron 78 g de cereales malteados para la obtención del rendimiento por triplicado y 1875 g del peso total en la formulación de cerveza en ambos casos para los porcentajes de cebada malteada (0 %, 10 %, 20 %, 30 %) y una mezcla de maíz malteado (95 % malta de maíz + 5 % malta de maíz chocolate) con una relación 1:3,2 de agua potable durante el macerado.

Cuadro 3 Composición de la unidad experimental de cerveza

Materia prima	TRATAMIENTOS							
	TC100		TC70		TC90		TC80	
	%	g	%	g	%	g	%	g
MAIZ MALTEADO + MALTA CHOCOLATE (93,75 g)	100	1875	70	1312,5	90	1687,5	80	1500
Cebada malteada	0	0	30	562,5	10	187,5	20	375
Total	100	1875	100	1875	100	1875	100	1875
Agua potable	1:3,2	6000	1:3,2	6000	1:3,2	6000	1:3,2	6000
Lúpulo magnum	0,66 g/l	4	0,66 g/l	4	0,66 g/l	4	0,66 g/l	4
Lúpulo perle	0,5 g/l	3	0,5 g/l	3	0,5 g/l	3	0,5 g/l	3
Lúpulo amarillo	1 g/l	6	1 g/l	6	1 g/l	6	1 g/l	6
Levadura s05	0,5 g/l	3	0,5 g/l	3	0,5 g/l	3	0,5 g/l	3
Materia prima	TRATAMIENTOS							
	TB100		TB70		TB90		TB80	
	%	g	%	g	%	g	%	g
MAIZ MALTEADO + MALTA CHOCOLATE (93,75 g)	100	1875	70	1312,5	90	1687,5	80	1500
Cebada malteada	0	0	30	562,5	10	187,5	20	375
Total	100	1875	100	1875	100	1875	100	1875
Agua potable	1:3,2	6000	1:3,2	6000	1:3,2	6000	1:3,2	6000
Lúpulo magnum	0,66 g/l	4	0,66 g/l	4	0,66 g/l	4	0,66 g/l	4
Lúpulo perle	0,5 g/l	3	0,5 g/l	3	0,5 g/l	3	0,5 g/l	3
Lúpulo amarillo	1 g/l	6	1 g/l	6	1 g/l	6	1 g/l	6
Levadura s05	0,5 g/l	3	0,5 g/l	3	0,5 g/l	3	0,5 g/l	3

Cuadro 4 Composición de la unidad experimental para e rendimiento

Materia prima	TRATAMIENTOS							
	TC100		TC70		TC90		TC80	
	%	g	%	g	%	g	%	g
MAIZ MALTEADO + MALTA CHOCOLATE (3,90 g)	100	74,22	70	50,78	90	66,41	80	58,6
Cebada malteada	0	0	30	23,44	10	7,81	20	15,63
Total	100	78	100	78	100	78	100	78
Agua potable	1:3,2	250	1:3,2	250	1:3,2	250	1:3,2	250
	TRATAMIENTOS							

MATERIA PRIMA	TB100		TB70		TB90		TB80	
	%	g	%	g	%	g	%	g
MAIZ MALTEADO + MALTA CHOCOLATE (93,75 g)	100	74,22	70	50,78	90	66,41	80	58,6
Cebada malteada	0	0	30	23,44	10	7,81	20	15,63
Total	100	78	100	78	100	78	100	78
Agua potable	1:3,2	250	1:3,2	250	1:3,2	250	1:3,2	250

3.3. Proceso de malteado

Se produjo 9,3 kg de una malta base de maíz y 2 kg de malta chocolate de maíz donde se registraron los parámetros del proceso previo a pruebas preliminares. Estos parámetros incluyen tiempo en etapas como desinfección, remojo, germinación, secado y tostado, así mismo se registró el parámetro de humedad relativa (H.R.) con un higrómetro en donde se observó una H.R. de 53 % durante el malteado, dicho procesos inicio previo a la recepción de la materia prima con la limpieza. En este punto se retiraron las impurezas visibles para luego pesar 13 kg de maíz. Se procedió a lavar el maíz sumergiéndolo en agua de esta manera se puede retirar las impurezas más fácilmente. Se procedió con la desinfección química con agua clorada a 150 ppm durante 5 minutos. Luego se enjuagó el maíz y se procede a remojar durante 12 horas. La germinación duró de entre 3 a 5 días entre 28 y 31 °C a 53 % HR, luego se secó el maíz hasta que este presentó una humedad de entre 5 % -8 %, en este punto se obtuvo el maíz «chulpi» malteado y 8,5 de maíz «blanco blandito» malteado. Se separaron 2 kg de maíz malteado de cada variedad para tostarlos a 210 °C durante 45 minutos en horno y así obtener malta chocolate.

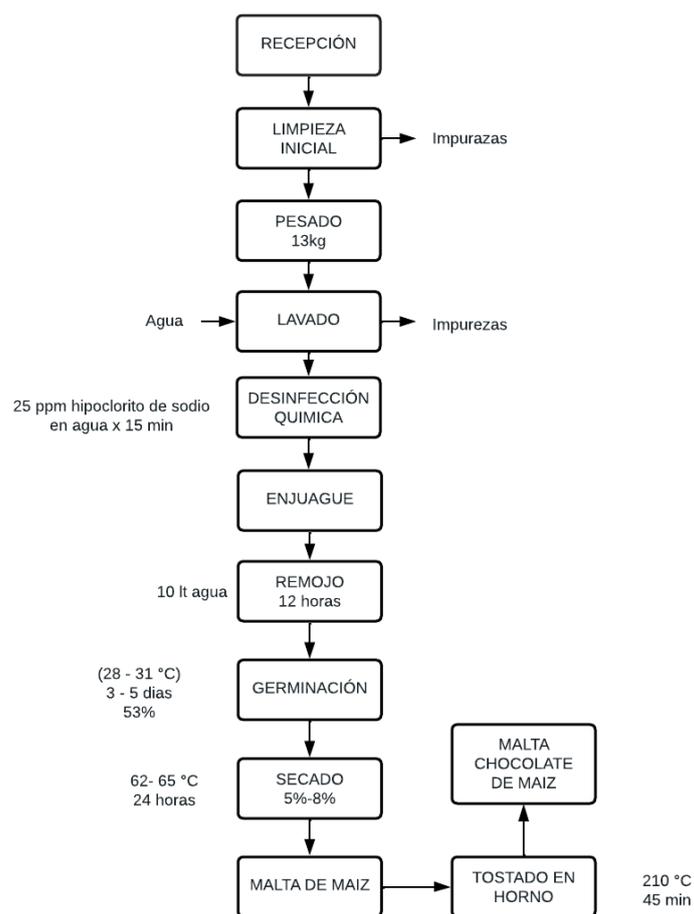


Figura 1. Diagrama de flujo del malteado de 10 kg de malta de maíz.

3.4. Caracterización de la malta de maíz

Para la caracterización de la malta de maíz de las variedades «chulpi» y «blanco blandito» se determinó la humedad empleando el método SE.MI, el análisis de proteínas por el método SE.MI, para la determinación de grasas se empleó el método (SEF-G AOAC 989.05), para fibra se usó el método SE.MI (AOAC 978.10) en cuanto a la determinación de ceniza se usó el método (SEF – C AOAC 923.03), los carbohidratos se calcularon por cálculo como se observa en la tabla 10.

Tabla 6. Métodos para determinación del análisis proximal.

Análisis	Método
Humedad	SE.MI
Proteína	SE.MI
Grasa	SEF-G AOAC 989.05
Fibra	SE.MI (AOAC 978.10)
Ceniza	(SEF – C AOAC 923.03)
Carbohidratos	Cálculo por diferencia

3.5. Determinación del rendimiento.

Se determinó el aumento de la densidad durante el macerado con un refractómetro portátil previamente calibrado, dicha medición se realizó cada 15 minutos empezando desde un minuto «0», finalmente se comparó la densidad final de cada tratamiento térmico por triplicado a 63 °C por 90 minutos de maceración y se graficó el cambio de densidad con respecto al tiempo de macerado. La densidad está determinada por la cantidad de sólidos disueltos en el líquido, estos sólidos se pueden clasificar como solutos fermentables (azúcares) y no fermentables (proteínas, aminoácidos, sales y azúcares no fermentables) (Landín y Louvier 2019).

3.6. Proceso de elaboración de cerveza

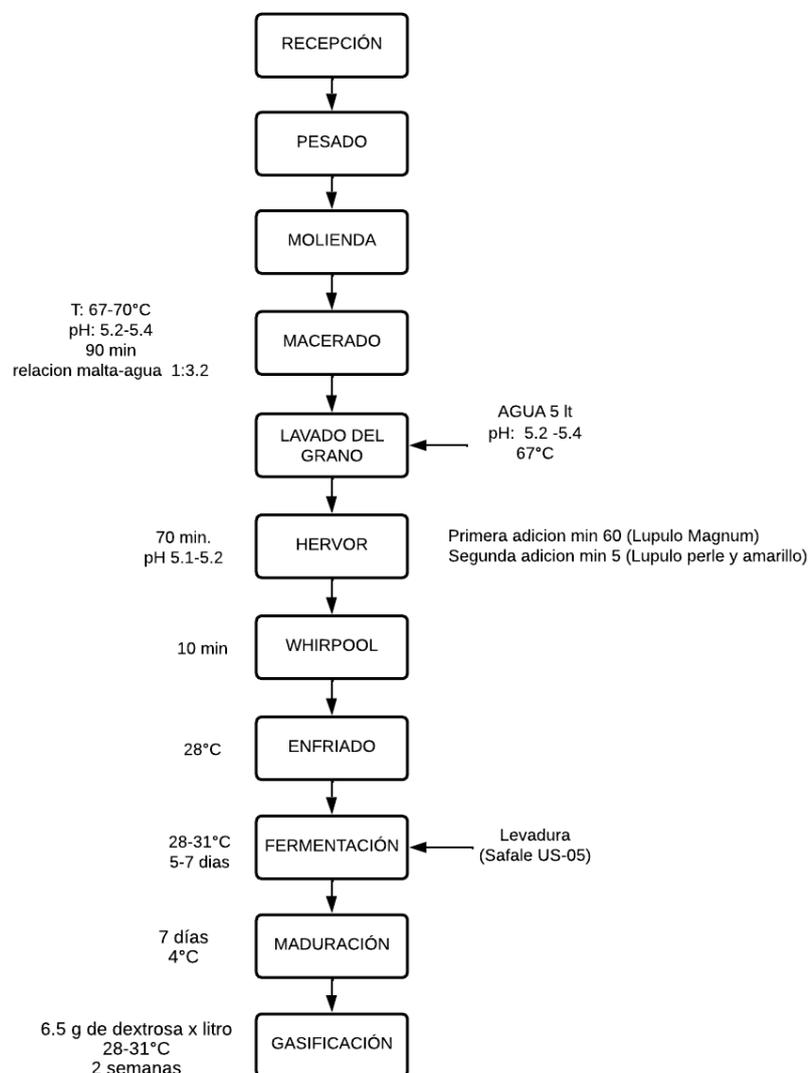


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de 5 litros de cerveza de maíz.

3.6.1. Recepción

Para la producción de la cerveza se usó por una parte malta base de maíz, malta chocolate del mismo cereal, malta de cebada tipo *Pale Ale* en los tratamientos con sustitución parcial de malta de maíz por malta de cebada de 0 %, 10 %, 20 % y 30 %; también se usó agua de la marca «Amazonas», lúpulos en perdigones amarillo, magnum y *perle*, levadura cervecera S05 de la marca «Fermentis», el maíz antes de ser mateado se adquirió en la ciudad de Machala y el resto de materias primas se obtuvieron de la ciudad de Quito de la empresa «Beerland Store».

3.6.2. Molienda

Para esta operación se utilizó un molino de rodillos par el triturado de malta de cebada y para las maltas de maíz se usó un molino de discos el objetivo de triturar el grano sin convertirlo en polvo para que, de esta manera, el mosto no sea pastoso y liberar las enzimas hidrolíticas presentes en el grano para favorecer la conversión del almidón en azúcares.

3.6.3. Maceración

Se calentó el agua a 70 °C previo a la incorporación de bicarbonato de sodio de grado alimentario para la corrección del pH, luego se añadieron las maltas. Se obtuvo un pH de entre 5,2 a 5,4 en todos los tratamientos. Se controló la temperatura entre 67 – 70 °C para una correcta hidrólisis del almidón por parte de la alfa-amilasa, esto permitió la obtención de un mosto con mayor contenido de azúcares no fermentables y al final adquirir una cerveza con mayor cuerpo. Este proceso duró 90 minutos. Finalmente se elevó la temperatura a 80 °C para inactivar las enzimas.

3.6.4. Lavado de granos

Se filtro el mosto y se lo agregó a la olla de cocción. Se calentó 5 litros de agua con un pH de 5,2 a 5,4, para esta corrección se añadió 0,10 ml de ácido fosfórico al 90 % y se añadió a la olla de macerado con el bagazo previo a un primer filtrado. Luego se mezcló el agua y el bagazo para diluir los azúcares en el agua y se volvió a filtrar el mosto. Este mosto pasó a la olla de cocción junto al mosto anteriormente filtrado.

3.6.5. Hervor

Esta etapa duro 70 minutos. Una vez empezó a hervir y pasados diez minutos de hervor se agregó el primer lúpulo Magnum de 12,3 % AA. para conferir amargor. En los últimos 5 minutos se adicionaron los lúpulos Perle 7,8 % AA. y Amarillo 8,3 % AA. para brindar aroma al mosto.

3.6.6. Enfriamiento

Se climatiza el mosto a 28 °C para la posterior inoculación de este con levadura cervecera, esto con el fin de proveer de las condiciones adecuadas para su desarrollo

3.6.7. Primera fermentación

Se rehidrata la levadura e inocula con la misma el mosto, previamente oxigenado por batido manual, la fermentación se llevó a cabo a 28 °C, 0 - -31°C de 5 a 7 días. En este punto la levadura comienza a reproducirse consume los azúcares del mosto y transformados en alcohol etílico y CO₂ (Mendizábal et.al. 2017). Es importante resaltar que la fermentación se llevó a cabo de manera anaerobia

3.6.8. Maduración

La cerveza fue madurada a 4 °C durante 1 semana con el fin de modificar levemente el sabor, clarificar la misma de manera natural y de detener temporalmente la actividad de la levadura.

3.6.9. Embotellado

Se agregó 6,5 g de dextrosa por litro de cerveza y se embotellaba para provocar una fermentación en botella para que la cerveza se gasifique de manera natural. Esto se hizo preparando una solución de dextrosa con una fracción de cerveza para luego incorporarla totalmente a ella.

3.6.10. Segunda fermentación

Se mantuvo una temperatura de entre 28 - 31°C durante dos semanas. En este punto, la levadura generó CO₂ y alcohol permitiendo una gasificación en la botella.

3.7. Caracterización fisicoquímica de la cerveza

Para los análisis fisicoquímicos, se usó como guía la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2262:2013, e incluyen pH (NET INEN 2325), acidez total, expresada en ácido láctico % (v/v) (NTE INEN 2323). Grado alcohólico expresado en porcentaje (v/v) (NTE INEN 340).

Tabla 7. Métodos de análisis para caracterización fisicoquímica de cerveza.

Análisis	Método
pH	NTE INEN 2325
Acidez total	NTE INEN 2323
Grado alcohólico	NTE INEN 340

3.7.1. Determinación del pH en cerveza.

Se llevo a cabo mediante la NET INEN 2325, los materiales empleados fueron un pH metro y un Vaso de precipitación, Se tomo una muestra de 50 ml cerveza en el vaso de precipitación y sumergir el electrodo del pH metro en la muestra, esperar hasta que se estabilice y tomar nota de la lectura.

3.7.2. Determinación de Acidez total en cerveza.

La acidez total de la cerveza se determinó mediante la NTE INEN 2323 donde se establece el método por titulación con fenolftaleína. Se empleo un , Vaso de precipitación de 250 ml y Bureta, los reactivos empleados fueron: Solución de Hidróxido de sodio 0,1 N, Agua Destilada y Fenolftaleína, Se extraen 10 ml de cerveza los cuales son mezclados con 100 ml de agua destilada, se añade 2 gotas de fenolftaleína, se mezcla y se procede a titular con la solución de Hidróxido e sodio 0,1 N hasta que la muestra cambie levemente a un color rosáceo luego se anota el consumo de hidróxido y se procede a calcular la acidez titulable en % de ácido láctico.

3.7.3. Determinación de grado alcohólico en cerveza.

Para la determinación del grado alcohólico en la cerveza se hizo guía de la NTE INEN 340; 2016, empleando el método de diferencia de densidades empleado un densímetro, los materiales empleados fueron un densímetro y una probeta, Se tomar una muestra en la probeta antes y después de la fermentación, sumergir el densímetro y esperar a que se estabilice, anotar la densidad, finalmente aplicar el cálculo matemático donde se resta la densidad final de la inicial y se divide para 4,75 obteniendo de esta manera el contenido de alcohol de la cerveza.

3.8. Análisis sensorial

Cuadro 5 Escala de aceptabilidad

Escala de aceptabilidad	
Me desagrada mucho	1
Me desagrada	2
No me agrada ni me desagrada	3
Me agrada	4
Me agrada mucho	5

El análisis sensorial se llevó a cabo mediante una escala hedónica de 5 puntos donde 1 representaba «me desagrada mucho» 5 «me agrada mucho», se hizo la evaluación con 40 panelistas no entrenados, a los cuales se les entrego la hoja de cata y 8 muestras de 20 ml

de cerveza una por cada tratamiento en donde evaluaron atributos que se observan en el anexo 1, a continuación, se muestran las codificaciones de cada tratamiento.

Tabla 8. Codificación de los tratamientos en hoja de cata para análisis sensorial de cerveza

Tratamiento chulpi	Codificación
TC100	68
TC90	24
TC80	19
TC70	90
Tratamiento blanco blandito	Codificación
TB100	78
TB90	23
TB80	20
TB70	62

3.9. DISEÑO ESTADÍSTICO

Se aplica un Diseño experimental ANOVA de una vía y Tukey mediante el programa estadístico «Minitab ® versión 19» para determinar las diferencias significativas y dar comparación entre los 4 tratamientos en el rendimiento de cada variedad de maíz malteado, siendo la variable de respuesta la densidad final después de un macerado de 90 minutos, la impresión global y demás atributos sensoriales para el caso del análisis sensorial, además de determinar el mejor tratamiento mediante la optimización, el diseño experimental permite indicar los niveles de sustitución de malta de maíz por malta de cebada y evaluar las interacciones de los mismos.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DISEÑO DE MEZCLAS

Se obtuvo un diseño de mezclas para cada variedad en donde la sustitución parcial de maíz por malta de cebada pale ale fue de 0%, 10%, 20% y 30% respectivamente.

Tabla 9 Diseño de Mezclas.

Codificación tratamiento con malta chulpi	Malta de maíz (%)	Malta de cebada (%)
TC100	100	0
TC90	90	10
TC80	80	20

	TC70	70	30
Codificación tratamiento con malta blanco b.	Malta de maíz (%)	Malta de cebada (%)	
TB100	100	0	
TB90	90	10	
TB80	80	20	
TB70	70	30	

4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Tabla 10 Caracterización de malta de Maíz Chulpi

Análisis	Resultado
Humedad	13,21
Hidratos de carbono	74,36
Proteína	7,77
Grasa	3,12
Fibra	5,40
Ceniza	1,64
pH	4,93

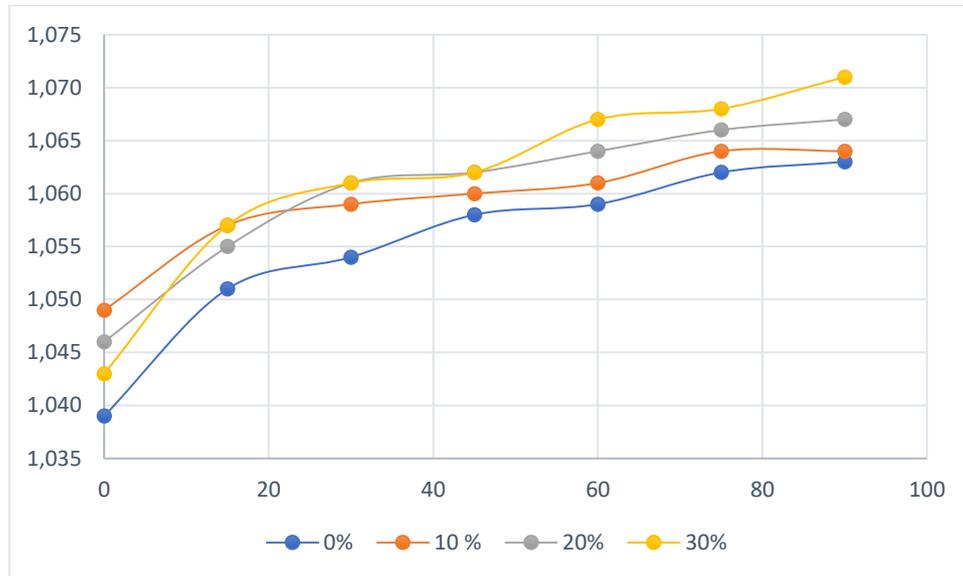
Tabla 11 Caracterización de malta Maíz Blanco blandito

Análisis	Resultado
Humedad	11,42
Hidratos de carbono	77,04
Proteína	7,79
Grasa	2,34
Fibra	4,81
Ceniza	1,45
pH	5,72

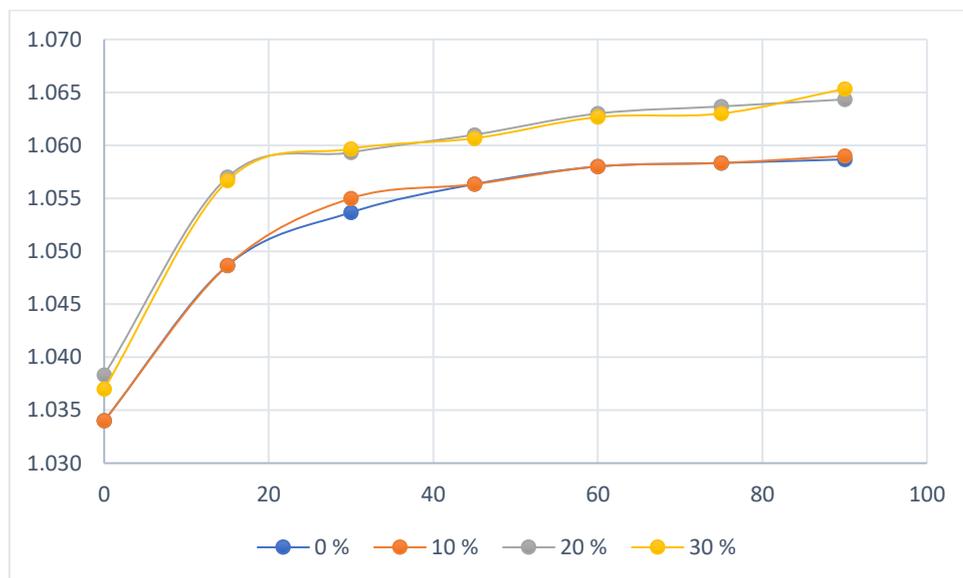
Como se observa en la tabla 10 y 11 el análisis proximal de la malta de maíz chulpi y lanco blandito que conforman los atributos de humedad (H), hidratos de carbono(HC), proteína(P), grasa(G), fibra(F), ceniza(C) y pH tienen como resultados 13,21% para la variedad chulpi y 11,42% para blanco blandito, para HC 74,36% y 77,04%, P 7,77% y 7,79%, G 3,12% y 2,34, F 5,40% y 4,81%, C 1,64% y 1,45% respectivamente, de acuerdo a los autores Chávez y Paredes (2000) obtuvieron los siguientes resultados: (H) 12,20 %, (HC) 71,74 %, (P) 7,89 %, (G) 6,53 %, (F) 3,75 % y (C) 1,64 % para la variedad Chulpi. Por otro lado, el análisis proximal de la malta de maíz de la variedad Blanco, Silva et al. (2000) obtuvieron los siguientes resultados: (H) 6,38 %, (P) 10,88 %, (F) 3,24

%, (HC) 76,48 % y 0,17 % azúcares totales. Esto se puede deber a que las condiciones de cultivo producen una variación en los resultados, no obstante, existe un incremento en porcentaje de proteína tras un proceso de malteado (Chávez y Paredes, 2000).

4.3. Rendimiento de tratamientos en el macerado



Grafica 1 Incremento de la densidad durante el macerado de los tratamientos en la variedad Chulpi.



Grafica 2 Incremento de la densidad durante el macerado de los tratamientos en la variedad Blanco Blandito.

Como se puede observar en las gráficas 1 y 2 correspondiente al incremento de la densidad en el macerado de los tratamientos al finalizar los 90 minutos del proceso se obtuvieron las densidades para la variedad Chulpi de 1,063 para el tratamiento TC100,

1,064 para TC90, 1,067 para TC80 y 1,071 para TC70, por otro lado en la variedad Blanco blandito se obtuvieron 1,059 puntos de densidad para el tratamiento TB100, 1,059 para TB90, 1,064 para TB80 y 1,065 para TB70, estas densidades se pueden observar fácilmente en la en la Figura 3, Nájera (2019) en un estudio comparativo de fuentes no convencionales de carbohidratos obtuvo una densidad de 1,064 en una cerveza 100% de maíz, lo que es similar a los resultados obtenidos en la muestra TC100.

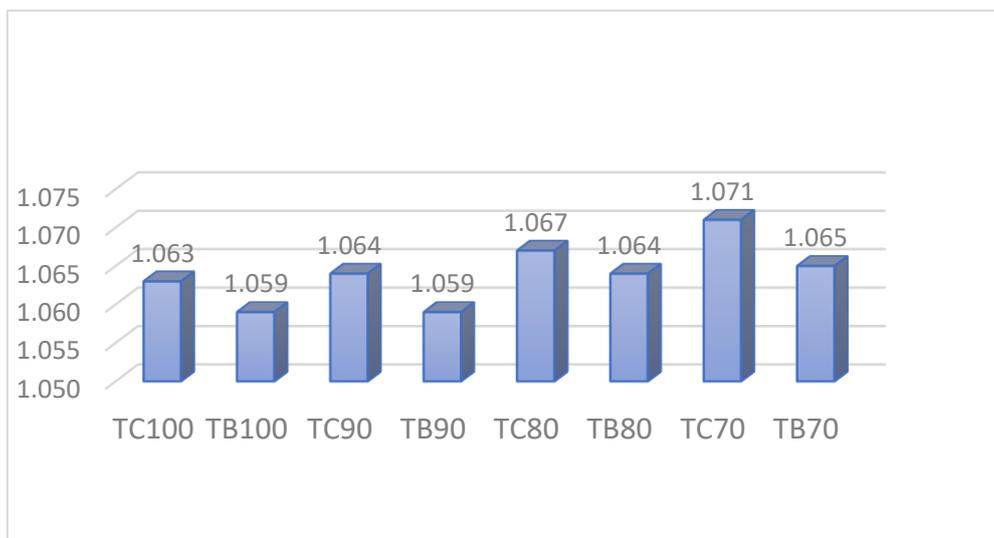


Figura 3 Densidad final después del macerado de los tratamientos.

4.4. ANALISIS DE VARIANZA Y TUKEY EN EL RENDIMIENTO POST MACERACIÓN

El análisis de varianza de un factor es un método estadístico empleada para identificar diferencias significativas en varios grupos, para este análisis se diseñó un factor con 4 niveles que corresponderían a cada tratamiento, se empleó un nivel de significancia de 0,05.

4.4.1. MAIZ CHULPI

4.4.1.1. ANOVA

Tabla 12 Análisis de ANOVA de Densidad Final para tratamiento en variedad de Maíz Chulpi

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTOS	3	0,000106	0,000035	18,36	0,001
Error	8	0,000015	0,000002		
Total	11	0,000121			

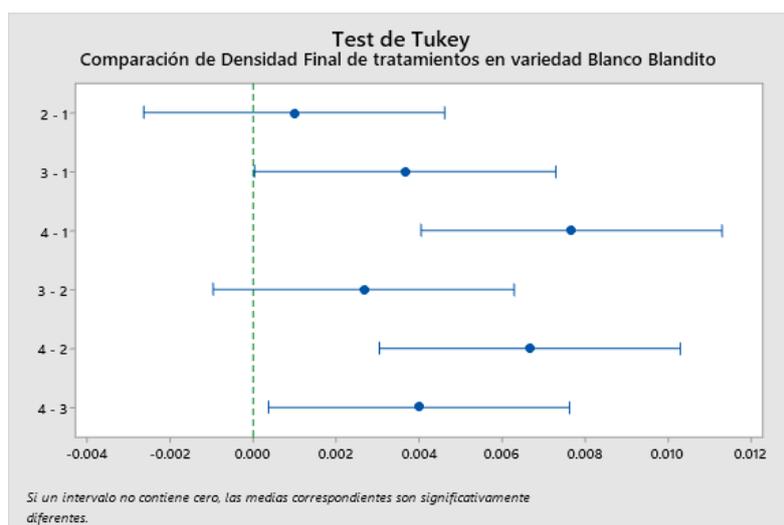
Como se puede apreciar en la tabla 12, el análisis de Varianza para Densidad Final del macerado en los tratamientos correspondientes a la variedad Chulpi muestra diferencias significativas en la variable de respuesta Densidad Final con un 95% de confianza, esto podría deberse a que, a mayor sustitución de Malta de Maíz por Malta de Cebada, mayor será la cantidad de azúcares en nuestro mosto al finalizar la maceración por ende la densidad será mayor. No obstante, Chacon y Chingal (2023) demostraron que en sustituciones de 10%, 20% y 30% de malta de cebada por maíz malteado se produce un incremento en la densidad en función de la malta de maíz morado.

4.4.1.2. TUKEY

Tabla 13 Test de Tukey para comparación de la Densidad Final en los tratamientos de la variedad de Maíz Chulpi

Tratamientos	N	Media	% Hidrolisis	Agrupación	
TC70 (4)	3	1,07100	17,26	A	
TC80 (3)	3	1,06700	16,34	B	
TC90 (2)	3	1,06433	15,65	B	C
TC100 (1)	3	1,06333	15,42	C	

Según la tabla 13 y en la gráfica 3, el test de tukey permite crear intervalos de confianza para determinar diferencias significativas por parejas entre las medias de los niveles de los factores, se determinó diferencia significativa entre los tratamientos TC70 y TC80 con 1,071 y 1,067 puntos de densidad relativa, en los tratamientos TC70 y TC90 con 1,071 y 1,064, en los tratamientos TC70 y TC100 con 1,071 y 1,063, en los tratamientos TC80 y TC100 con 1,067 y 1,063 puntos de densidad respectivamente, por otra parte los tratamientos en los que no se encontró diferencia significativa son TC90 y TC100 con 1,064 y 1,063 y los tratamientos TC80 y TC90 con 1,067 y 1,064 puntos de densidad, Drapala y Hernández (2018) en su estudio de elaboración de cerveza de maíz obtuvo una densidad de 1,058 tras 80 minutos de macerado para un mosto de maíz malteado, esto podría deberse a la variación de malta de maíz en la formulaciones comparadas así como a la diferencia entre la calidad de la malta y enzimas de ambas variedades (Bofill y Gallardo 2014).



Grafica 3 Comparación por test de Tukey de la Densidad Final en los tratamientos de la variedad de Maíz Chulpi

4.4.2. MAIZ BLANCO BLANDITO

4.4.2.1. ANOVA

Tabla 14 Análisis de ANOVA de Densidad Final para tratamiento en variedad de Maíz Blanco Blandito

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTOS	3	0,000110	0,000037	29,24	0,000
Error	8	0,000010	0,000001		
Total	11	0,000120			

Como se puede apreciar en la tabla 14, el análisis de Varianza para Densidad Final de un macerado a 63°C durante 90 minutos en los tratamientos correspondientes a la variedad Blanco blandito muestra una diferencia significativa en la variable de respuesta Densidad Final con un 95% de confianza.

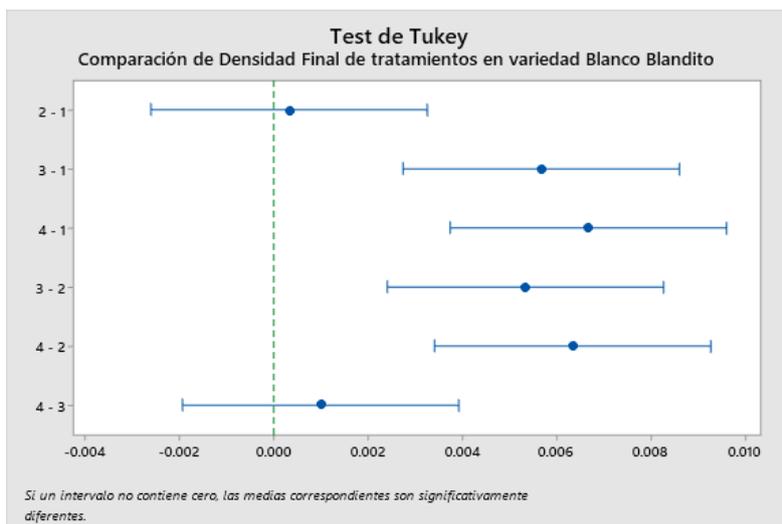
4.4.2.2. TUKEY

Tabla 15 Test de Tukey para comparación de la Densidad Final en los tratamientos de la variedad de Maíz Blanco blandito

Tratamientos	N	Media	% Hidrolisis	Agrupación
TB70	3	1,06533	15,88	A
TB80	3	1,06433	15,65	A
TB90	3	1,05900	14,49	B
TB100	3	1,05867	14,49	B

De acuerdo a la tabla 15 y la gráfica 4 existe diferencia significativa entre las medias de los niveles de los factores entre los tratamientos TB70 y TB90 con 1,065 y 1,059 puntos de densidad, en los tratamientos TB80 y TB90 con 1,064 y 1,059, en los tratamientos

TB70 y TB100 con 1,065 y 1,058 y finalmente los tratamientos TB80 y TB100 con 1,064 y 1,058 puntos de densidad respectivamente, por otra parte los tratamientos en los que no se encontró diferencia significativa son TB70 y TB80 con 1,065 y 1,064 y los tratamientos TB90 y TB100 con 1,059 y 1,058 puntos de densidad, esto podría deberse a que, a mayor sustitución de Malta de Maíz por Malta de Cebada, mayor será la densidad en nuestro mosto al finalizar la maceración.



Grafica 4 Comparación por test de Tukey de la Densidad Final en los tratamientos de la variedad de Maíz Blanco Blandito

4.4.3. ANALISIS DE VARIANZA Y TEST DE TUKEY EN AMBAS VARIEDADES.

Según la tabla 16, el análisis de Varianza para densidad final para los tratamientos de ambas variedades existe una diferencia significativa en la variable de respuesta con un 95% de confianza.

Tabla 16 Análisis de ANOVA de Densidad Final para tratamiento en ambas variedades

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	8	0,000341	0,000043	25,26	0,000
Error	15	0,000025	0,000002		
Total	23	0,000367			

Por otro lado, en la comparación por test de Tukey se constató en que existen diferencias significativas entre los tratamientos de ambas variedades, esto se observa en la tabla 17 junto a las respectivas medias de las densidades obtenidas y a la desviación estándar que establece la dispersión de una distribución de datos. La malta de maíz de la variedad chulpi demostró ser más eficiente en la hidrólisis de sus almidones.

Tabla 17 Comparación por test de Tukey de la densidad final en los tratamientos de ambas variedades

Muestras	Densidad Final	Agrupación	
TC70	1,071 ± 0,0023	A	
TC80	1,067 ± 0,0005		B
TB70	1,065 ± 0,001		B C
TC90	1,064 ± 0,001		B C
TB80	1,064 ± 0,0015		B C
TC100	1,063 ± 0,001		C
TB90	1,059 ± 0,0005		
TB100	1,058 ± 0,001		

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

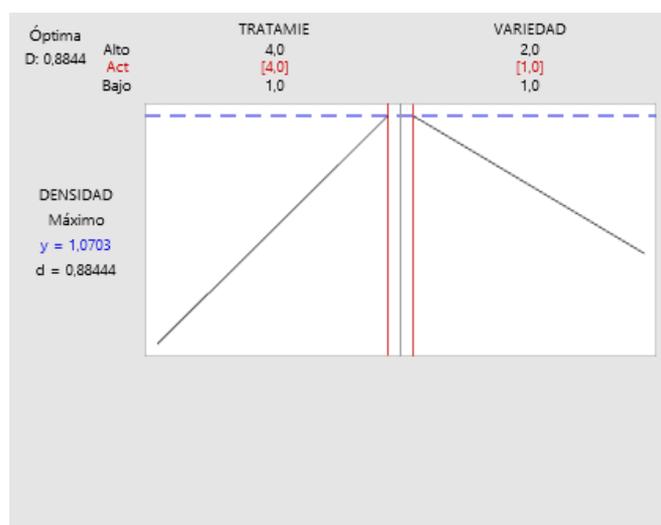
(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

4.4.4. OPTIMIZACION DE LA DENSIDAD

Cuadro 6. Optimización de densidad

Solución	TRATAMIENTOS	VARIEDAD	DENSIDAD F. Ajuste	Deseabilidad compuesta
1	4	1	1,07027	0,884444

Para optimizar el tratamiento se utilizó el programa estadístico minitab ® versión 19 de acuerdo al componente «densidad», donde resultó como mejor tratamiento (TC30) correspondiente a la variedad 2 (Chulpi) con un 30% de sustitución parcial de malta de cebada por maíz malteado como se demuestra en el cuadro 6 y gráfica 5.



Gráfica 5. Optimización de densidad.

4.5. CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DE LA CERVEZA

Tabla 17 Caracterización fisicoquímica de la Cerveza.

Parámetro	Resultado
pH	4,7
Grado Alcohólico %	3,6
Acidez expresada como ácido láctico%	0,3

De acuerdo a la caracterización físico química de la cerveza se obtuvo una cerveza con un pH de 4,7, grado alcohólico 3,6% y acidez de 0,3% en comparación al estudio de Aguirre (2019) de obtención de cerveza artesanal a partir de una malta de maíz morado se obtuvo 4,41 pH , 6,8% de alcohólico y 0,34% de acidez respectivamente, siendo valores similares en el parámetro acidez y grado alcohólico, por otro lado el parámetro del grado alcohólico podría diferir por la metodología empleada para esta formulación. Al aplicar una temperatura de 54 °C - 65 °C se puede obtener un mayor perfil de azúcares fermentables por ende el grado alcohólico sería elevado (Baltazar 2018).

4.6. ANÁLISIS SENSORIAL

Para el análisis sensorial se empleó el programa estadístico minitab ® versión 19 para el análisis de datos, se realizó en cada atributo un análisis de varianza con un 95 % de confianza para determinar si existe diferencias significativas entre los tratamientos, además de una prueba de tukey para concluir en que tratamientos se encuentra diferencias mediante la comparación de las medias por pares, se encontró diferencias significativa

entre los tratamientos para la impresión global y la aceptación de los atributos: color, transparencia, vivacidad, retención de espuma, aroma a malta, dulzor, acidez, sabor a alcohol, efervescencia, cuerpo, Regusto, complejidad y equilibrio, por otro lado no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos sobre la aceptación de los atributos: Aroma a lúpulo, aroma a fermentación, aroma a maíz, aroma a alcohol, amargor, salado, Sabor a maíz y astringencia.

Impresión global. Existió diferencia significativa en la variable de respuesta, esto de acuerdo a la tabla 19, se podría deber a que la aceptación depende de la unión de los sentidos durante la cata, así como de la cultura de los panelistas. (Mencia y Pérez 2016).

Tabla 18 Análisis ANOVA de Impresión Global para muestras de cerveza.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	32,81	4,6868	4,76	0,001
Panelista	35	35,68	1,0196	1,04	0,462
Tratamiento*panelista	245	110,14	0,4496	0,46	1,000
Error	32	31,50	0,9844		
Total	319	208,62			

Por otro lado, en la comparación por test de Tukey se constató en muestras de este tipo de producto que existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 20 junto a las respectivas medias a la calificación sobre el atributo Impresión Global y a la desviación estándar que establece la dispersión de una distribución de datos, y el índice de aceptabilidad. Mediante este análisis se determinó que es posible elaborar una cerveza de maíz que presenta aceptabilidad por parte del consumidor, el mismo resultado reportaron Toledo y López (2020) en su estudio de elaboración de cerveza artesanal con sustitución parcial de malta por jora de maíz.

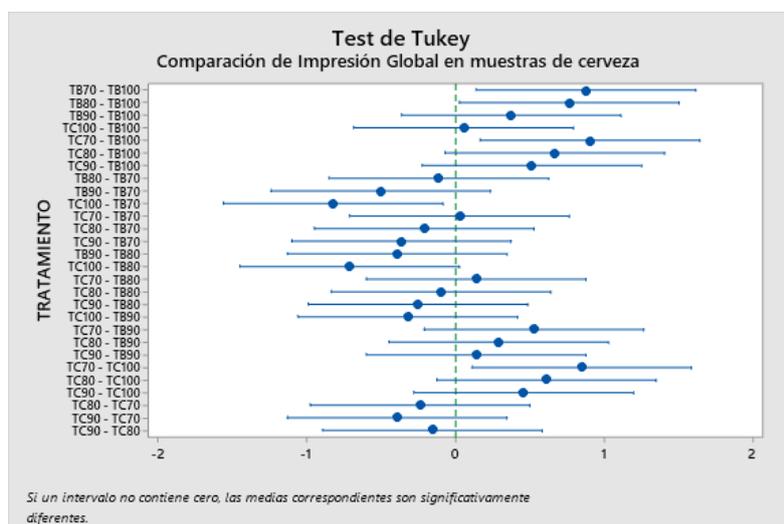
Tabla 19 Comparación de muestras por test de Tukey de Impresión Global para muestras de cerveza

Muestras	Impresión Global \bar{y}	Índice de aceptabilidad (%)	Agrupación		
TC70	4,44 ± 0,78	88,8	A		
TB70	4,42 ± 0,86	88,4	A		
TB80	4,31 ± 0,79	86,2	A	B	
TC80	4,21 ± 0,66	84,2	A	B	C
TC90	4,06 ± 0,72	81,2	A	B	C
TB90	3,92 ± 0,67	78,4	A	B	C
TC100	3,60 ± 0,87	72		B	C
TB100	3,54 ± 0,64	70,8			C

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

Según se observa en la tabla 20 y gráfica 5 existe diferencia significativa entre las muestras TC70 y las muestras TC100, TB100, por otro lado, no se encontró diferencia significativa entre la muestra TC70 y las muestras TB70, TB80, TC80, TC90 y TB70, entre la muestra TB80 y las muestras TC80, TC90, TB90 Y TC100, entre la muestra TC80 y las muestras TC90, TB90, TC100 y TB100, esto podría deberse a que a mayor sea la sustitución de malta de maíz por malta de cebada mayor será la aceptación sensorial, Mencia y Pérez (2016) demostraron que se puede obtener una cerveza con 70% maíz con una buena aceptabilidad.(88,8%)



Gráfica 6 Comparación por Test de Tukey de la Impresión Global en muestras de cerveza

Color. De acuerdo a la tabla 21, el análisis de Varianza para el color en muestras de cerveza, los panelistas percibieron el atributo sensorial de manera poco diversa, aun así, existe diferencia significativa en la variable de respuesta, esto podría deberse a que existe diversidad de opiniones sobre esta variable, el color en la cerveza proviene de la mezcla de las maltas o granos empleadas en la formulación las cuales proporcionarían una gama de colores (Gonzales 2017 como se citó en Pilligua et. al., 2021).

Tabla 20 Análisis de ANOVA de Color de muestras de cerveza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	20,87	2,9810	5,16	0,001
Panelista	35	92,81	2,6518	4,59	0,000

Tratamiento*panelista	245	117,39	0,4791	0,83	0,785
Error	32	18,50	0,5781		
Total	319	250,75			

Por otro lado, en la comparación por test de Tukey se constató en que muestras existen diferencias significativas entre algunas muestras, esto se observa en la tabla 22 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo Color y a la desviación estándar que establece la dispersión de una distribución de datos. La muestra TB80 presento mayor aceptabilidad (92,8%).

Tabla 21 Comparación de muestras por test de Tukey del Color para muestras de cerveza

Muestras	Color ¥	Índice de aceptabilidad (%)	Comparación		
TB70	4,64 ± 0,80	92,8	A		
TB80	4,60 ± 0,67	92	A		
TC70	4,49 ± 0,96	89,8	A	B	
TB90	4,44 ± 0,75	88,8	A	B	C
TC80	4,28 ± 0,91	85,6	A	B	C
TB100	4,13 ± 0,77	82,6	A	B	C
TC90	3,94 ± 0,97	78,8		B	C
TC100	3,92 ± 0,96	78,4			C

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

Transparencia En el análisis de Varianza para la Transparencia en muestras de cerveza (Tabla 23) expresa que existe diferencias significativas en la aceptación de la variable de respuesta, esto podría deberse a la diversidad de tratamientos aplicados, así como de la percepción de los panelistas. Viteri et. al. (2022) clasifico en un test hedónico descriptivo a la transparencia como: cristalina transparente, turbia semi opaca y opaca.

Tabla 22 Análisis de ANOVA de Transparencia de muestras de cerveza,

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	31,31	4,4722	7,16	0,000
Panelista	35	189,92	5,4264	8,68	0,000
Tratamiento*panelista	245	103,12	0,4209	0,67	0,948
Error	32	20,00	0,6250		

Por otro lado, en la comparación por test de Tukey constató en que muestras existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 24 junto a las medias de la calificación sobre el atributo Transparencia y a la desviación estándar que establece la dispersión de una distribución de datos, hubo mayor aceptación en la muestra TB80 con un 88,4% de aceptación.

Tabla 23 Comparación de muestras por test de Tukey de Transparencia para muestras de cerveza.

Muestras	Transparencia [¥]	Índice de	
		aceptabilidad (%)	Agrupación
TB80	4,42 ± 0,90	88,4	A
TB70	4,07 ± 1,07	81,4	A B
TB100	3,96 ± 1,10	79,2	A B
TB90	3,94 ± 1,07	78,8	A B
TC70	3,94 ± 1,12	78,8	A B
TC80	3,78 ± 0,83	75,6	B C
TC90	3,50 ± 0,93	70	B C
TC100	3,31 ± 0,95	66,2	C

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

Vivacidad. El nivel de aceptación de los catadores en las muestras de cerveza presento diferencias significativas en la variable de respuesta de acuerdo con la tabla 25. Esto podría deberse a que la sustitución parcial de maíz influye en la aceptación de este atributo de manera positiva, Viteri et. al. (2022) clasifico en un test hedónico descriptivo a la Vivacidad como: Casi sin gas, Poca, Equilibrada, Abundante y Mucho gas.

Tabla 24 Análisis de ANOVA de Vivacidad de muestras de cerveza.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	35,34	5,0483	9,50	0,000
Panelista	35	64,10	1,8313	3,45	0,000
Tratamiento*panelista	245	103,53	0,4226	0,80	0,830

Error	32	17,00	0,5312
Total	319	216,60	

La comparación por test de Tukey constató entre que muestras existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 26 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo Transparencia y a la desviación estándar. Se presentó mayor aceptación en la muestra TB80 con un 93,8% de índice de aceptabilidad. La vivacidad no se debe considerar buena ni mala característica, y casi un atributo ligado a la espuma, sin embargo, tiene que ser la adecuada al tipo de cerveza. (González 2017.)

Tabla 25 Comparación de muestras por test de Tukey de Vivacidad para muestras de cerveza

Muestras	Vivacidad [¥]	Índice de aceptabilidad (%)		Agrupación	
TB80	4,69 ± 0,47	93,8	A		
TC70	4,50 ± 0,68	90	A	B	
TB90	4,31 ± 0,72	86,2	A	B	
TB70	4,26 ± 0,72	85,2	A	B	
TC80	4,25 ± 0,82	85	A	B	
TC90	4,08 ± 0,83	81,6		B	
TB100	3,97 ± 0,78	79,4		B	C
TC100	3,49 ± 1,01	69,8			C

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagradó mucho» y 5 es «me agradó mucho»

Retención de espuma. De acuerdo con la tabla 27, existen diferencias significativas sobre el nivel de aceptación por parte de los panelistas en la variable de respuesta. Esto se puede deber a la percepción de los panelistas sobre este atributo. La retención o estabilidad de la espuma es la facultad de conservación de la que tiene una cerveza desde que se sirve. (Casafranca 2023)

Tabla 26 Análisis de ANOVA de Retención de espuma de muestras de cerveza,

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	42,92	6,1318	19,62	0,000
Panelista	35	103,36	2,9532	9,45	0,000
Tratamiento*panelista	245	125,79	0,5134	1,64	0,047

Error	32	10,00	0,3125
Total	319	281,49	

La comparación por test de Tukey constató entre que muestras existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 28 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo Retención de espuma y a la desviación estándar, habiendo mayor aceptación en la muestra TB80 con un induce de aceptabilidad del 96,6%.

Tabla 27 Comparación de muestras por test de Tukey de Retención de espuma para muestras de cerveza

Muestras	Retención de espuma [¥]	Índice de aceptabilidad (%)	Agrupación		
TB80	4,83 ± 0,43	96,6	A		
TC80	4,44 ± 0,87	88,8	A	B	
TC70	4,39 ± 0,96	87,8		B	
TB70	4,19 ± 0,77	83,8		B	C
TB90	4,04 ± 0,86	80,8		B	C
TC90	3,97 ± 0,90	79,4			C
TB100	3,83 ± 1,00	76,6			C D
TC100	3,54 ± 1,06	70,8			D

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

Aroma a Malta. En consonancia a la tabla 29, existe una diferencia significativa sobre el nivel de aceptación por parte de los panelistas en la variable de respuesta, esto podría deberse a que existe diversidad de opiniones sobre esta variable además de que el aroma a malta es brindado principalmente por el cereal malteado (Mencia y Pérez 2016).

Tabla 28 Análisis de ANOVA de Aroma a Malta de muestras de cerveza,

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	27,49	3,9274	4,12	0,002
Panelista	35	102,86	2,9388	3,08	0,001
Tratamiento*panelista	245	136,27	0,5562	0,58	0,987
Error	32	30,50	0,9531		
Total	319	297,05			

La comparación por test de Tukey constató entre que muestras existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 30 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo Aroma a Malta y a la desviación estándar. El tratamiento TB80 presento mayor un mayor índice de aceptabilidad con 85,2%. Se podría deber a que a mayor sustitución de malta de maíz por malta de cebada mayor ser la aceptación

Tabla 29 Comparación de muestras por test de Tukey del Aroma a Malta para muestras de cerveza

Muestras	Aroma a Malta [¥]	Índice de aceptabilidad (%)	Agrupación	
TB80	4,26 ± 0,84	85,2	A	
TC80	4,21 ± 0,89	84,2	A	
TC90	4,14 ± 0,91	82,8	A	
TC70	4,08 ± 0,92	81,6	A	
TB70	3,88 ± 0,90	77,6	A	B
TB90	3,78 ± 0,85	75,6	A	B
TB100	3,64 ± 1,02	72,8	A	B
TC100	3,33 ± 1,07	66,6		B

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

Aroma a Lúpulo. A tenor de la tabla 31, el análisis de Varianza para el Aroma a Lúpulo en muestras de cerveza no existe una diferencia significativa en la aceptación, esto podría deberse que el lúpulo se adiciono en todos los tratamientos en la misma proporción, este atributo no se ve influenciado por las proporciones añadidas de malta. Según Chacón y Chingal (2023) el aroma a lúpulo se podría clasificar en bajo, medio, alto y puede ser herbal, floral, frutal y cítrico.

Tabla 30 Análisis de ANOVA de Aroma a Lúpulo de muestras de cerveza,

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	5,382	0,7689	1,54	0,190
Panelista	35	107,997	3,0856	6,17	0,000
Tratamiento*panelista	245	160,678	0,6558	1,31	0,180
Error	32	16,000	0,5000		
Total	319	291,747			

La comparación por test de Tukey constató que no existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 32 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo

Aroma a Lúpulo y a la desviación estándar. Se presentó un mayor índice de aceptabilidad en la muestra TB80 con 80,8%

Tabla 31 Comparación de muestras por test de Tukey del Aroma a Lúpulo para muestras de cerveza.

Muestras	Aroma a Lúpulo [¥]	Índice de aceptabilidad (%)	Agrupación
TB80	4,04 ± 1,08	80,8	A
TC80	4,00 ± 0,97	80	A
TB90	3,97 ± 0,83	79,4	A
TB70	3,94 ± 0,89	78,8	A
TC70	3,94 ± 0,92	78,8	A
TC90	3,76 ± 0,93	75,2	A
TC100	3,72 ± 1,02	74,4	A
TB100	3,67 ± 0,98	73,4	A

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

Aroma a Fermentación. El análisis de Varianza para el Aroma a Fermentación (tabla 33) en muestras de cerveza, no existe una diferencia significativa en la aceptación de la variable de respuesta. La levadura además de producir etanol dióxido de carbono son capaces de metabolizar compuestos orgánicos que tienen impacto en el aroma y sabor de la cerveza (Burini et. al. 2021),

Tabla 32 Análisis de ANOVA de Aroma a fermentación de muestras de cerveza,

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	15,43	2,2037	2,31	0,051
Panelista	35	105,61	3,0175	3,17	0,001
Tratamiento*panelista	245	139,69	0,5702	0,60	0,983
Error	32	30,50	0,9531		
Total	319	291,55			

La comparación por test de Tukey constató que no existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 34 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo Aroma a Fermentación y a la desviación estándar. El tratamiento TC90 presento mayor aceptabilidad con un índice de aceptabilidad de 80%.

Tabla 33 Comparación de muestras por test de Tukey del Aroma a Fermentación para muestras de cerveza.

Muestras	Aroma a	Índice de aceptabilidad	Agrupación
	Fermentación ¥	(%)	
TC90	4,00 ± 0,82	80	A
TB80	3,99 ± 1,06	79,8	A
TC80	3,96 ± 0,94	79,2	A
TC70	3,89 ± 0,92	77,8	A
TB70	3,76 ± 0,67	75,2	A
TB90	3,71 ± 1,08	74,2	A
TB100	3,50 ± 0,99	70	A
TC100	3,35 ± 0,98	67	A

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

Aroma a Maíz. Según la tabla 35, el análisis de Varianza para aceptar el Aroma a Maíz en muestras de cerveza no existe una diferencia significativa, debido a que todos los tratamientos llevan en su formulación maíz. En la cerveza el aroma es determinado por el tipo de malta y el tipo de lúpulo usado en la formulación (Mencia y Pérez 2016).

Tabla 34 Análisis de ANOVA de Aroma a Maíz de muestras de cerveza,

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	21,22	3,0314	1,63	0,163
Panelista	35	148,07	4,2307	2,28	0,010
Tratamiento*panelista	245	144,33	0,5891	0,32	1,000
Error	32	59,50	1,8594		
Total	319	373,89			

La comparación por test de Tukey constató que no existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 36 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo Aroma a Maíz y a la desviación estándar, se presentó un mayor índice de aceptabilidad en la muestra TC80 con 76,4%.

Tabla 35 Comparación de muestras por test de Tukey del Aroma a Maíz para muestras de cerveza.

Muestras	Aroma a	Índice de	Agrupación
	Maíz ¥	aceptabilidad (%)	

TC80	3,82 ± 0,89	76,4	A
TC70	3,71 ± 0,91	74,2	A
TB80	3,63 ± 1,33	72,6	A
TB100	3,58 ± 0,98	71,6	A
TC90	3,53 ± 1,20	70,6	A
TB90	3,51 ± 0,93	70,2	A
TB70	3,50 ± 1,15	70	A
TC100	2,88 ± 1,02	57,6	A

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

Aroma a Alcohol. El alcohol es el producto de la fermentación alcohólica efectuada por microorganismos, que tienen la capacidad de fermentar la glucosa (Suárez et. al. 2016). Conforme a la tabla 37, no existe una diferencia significativa en la variable de respuesta. Viteri et. al. (2022) clasificó en un test hedónico descriptivo al aroma a alcohol como: Suave, Fuerte, Intenso, Muy intenso.

Tabla 36 Análisis de ANOVA de Aroma a Alcohol de muestras de cerveza,

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	22,62	3,2311	1,75	0,132
Panelista	35	132,81	3,7946	2,06	0,021
Tratamiento*panelista	245	140,29	0,5726	0,31	1,000
Error	32	59,00	1,8437		
Total	319	359,19			

La comparación por test de Tukey constató que no existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 38 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo Aroma a Alcohol y a la desviación estándar, se presentó un mayor índice de aceptabilidad en la muestra TC80 con 80,6%.

Tabla 37 Comparación de muestras por test de Tukey del Aroma a Alcohol para muestras de cerveza.

Muestras	Aroma a Alcohol ¥	Índice de aceptabilidad (%)	Agrupación
TC70	4,03 ± 1,01	80,6	A
TB70	3,82 ± 0,96	76,4	A

TB80	3,79 ± 1,14	75,8	A
TC80	3,61 ± 1,06	72,2	A
TB90	3,43 ± 0,96	68,6	A
TC90	3,40 ± 1,24	68	A
TC100	3,25 ± 1,01	65	A
TB100	3,22 ± 0,84	64,4	A

(A-B-C) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

Dulzor. De acuerdo con la tabla 39, existe diferencias significativas en la variable de respuesta, Esto se puede deber a que a mayor en la cantidad de maíz en la formulación menor será la aceptación de este atributo. Durante la maceración las temperaturas controladas pueden modificar el cuerpo o dulzor final en la cerveza (Carrasco 2020).

Tabla 38 Análisis de ANOVA de Dulzor de muestras de cerveza,

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	35,50	5,0709	2,70	0,025
Panelista	35	141,00	4,0285	2,15	0,016
Tratamiento*panelista	245	126,58	0,5166	0,28	1,000
Error	32	60,00	1,8750		
Total	319	365,87			

La comparación por test de Tukey constató que existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 40 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo Dulzor y a la desviación estándar, la muestra TC70 presento mayor aceptabilidad con un 77,8%.

Tabla 39 Comparación de muestras por test de Tukey del Dulzor para muestras de cerveza.

Muestras	Dulzor ¥	Índice de aceptabilidad (%)	Agrupación
TC70	3,89 ± 1,13	77,8	A
TB70	3,61 ± 0,98	72,2	A
TB80	3,51 ± 1,24	70,2	A
TC80	3,47 ± 0,93	69,4	A
TB90	3,32 ± 1,06	66,4	A
TC90	3,07 ± 0,85	61,4	A
TC100	2,97 ± 0,99	59,4	A
TB100	2,79 ± 0,97	55,8	B

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

Amargor. Según la tabla 41, el análisis de Varianza para Amargor en muestras de cerveza no existe una diferencia significativa en la aceptación en la variable de respuesta, esto podrá deberse a que el amargor es proporcionado por el lúpulo (Párraga y Zapata, 2022), este se adiciono en mismas proporciones en la formulación.

Tabla 40 Análisis de ANOVA de Amargor de muestras de cerveza,

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	13,02	1,8602	2,02	0,083
Panelista	35	91,73	2,6210	2,84	0,002
Tratamiento*panelista	245	164,84	0,6728	0,73	0,903
Error	32	29,50	0,9219		
Total	319	298,30			

La comparación por test de Tukey constató que existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 42 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo Amargor y a la desviación estándar donde la muestra TC80 presento mayor aceptabilidad con un 85,8 %

Tabla 41 Comparación de muestras por test de Tukey del Amargor para muestras de cerveza.

Muestras	Índice de aceptabilidad		Agrupación
	Amargor ¥	(%)	
TC80	4,29 ± 0,64	85,8	A
TC70	4,15 ± 0,77	83	A
TB70	4,00 ± 1,01	80	A
TC90	3,92 ± 0,88	78,4	A
TB90	3,86 ± 0,93	77,2	A
TC100	3,75 ± 1,11	75	A
TB80	3,72 ± 1,14	74,4	A
TB100	3,65 ± 1,07	73	A

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

Salado Con arreglo a la tabla 43, no existe una diferencia significativa en la variable de respuesta, esto podría deberse a que el atributo salado que se aprecia ligeramente y depende según sea la calidad del agua (Garrido2014).

Tabla 42 Análisis de ANOVA de Salado de muestras de cerveza,

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	9,676	1,3824	1,30	0,282
Panelista	35	249,512	7,1289	6,71	0,000
Tratamiento*panelista	245	120,387	0,4914	0,46	0,999
Error	32	34,000	1,0625		
Total	319	410,887			

La comparación por test de Tukey constató que no existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 44 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo Salado y a la desviación estándar, la muestra TC80 presento mayor aceptabilidad con un 68%.

Tabla 43 Comparación de muestras por test de Tukey del Salado para muestras de cerveza.

Muestras	Salado ¥	Índice de aceptabilidad (%)	Agrupación
TC80	3,40 ± 1,10	68	A
TC70	3,38 ± 1,27	67,6	A
TB80	3,32 ± 1,23	66,4	A
TB70	3,13 ± 1,06	62,6	A
TB90	3,11 ± 1,17	62,2	A
TC90	3,11 ± 1,07	62,2	A
TC100	3,06 ± 1,12	61,2	A
TB100	2,83 ± 1,05	56,6	A

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

Acidez En consonancia a la tabla 45, existe una diferencia significativa en la variable de respuesta, podría deberse a que a mayor es la proporción de malta de maíz en la formulación menos será la aceptación en este atributo, a mayor fue la sustitución parcial de malta de maíz por cebada mayor fue la aceptación en la acidez para este producto. La acidez en la cerveza surge tras la fermentación alcohólica donde esta aumente tras un

proceso bioquímico por lo que se le atribuye a una serie de conversiones en el medio (Tirado y Zalazar 2018).

Tabla 44 Análisis de ANOVA de Acidez de muestras de cerveza.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	20,04	2,8633	4,47	0,001
Panelista	35	133,19	3,8054	5,94	0,000
Tratamiento*panelista	245	156,86	0,6403	1,00	0,528
Error	32	20,50	0,6406		
Total	319	330,00			

La comparación por test de Tukey constató que existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 46 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo Acidez y a la desviación estándar, el mejor tratamiento (TC70) presento un índice de aceptabilidad del 82%.

Tabla 45 Comparación de muestras por test de Tukey del Acidez para muestras de cerveza.

Muestras	Acidez ¥	Índice de aceptabilidad (%)	Agrupación		
TC70	4,10 ± 0,89	82	A		
TC80	3,96 ± 0,88	79,2	A	B	
TB80	3,92 ± 1,10	78,4	A	B	
TB90	3,69 ± 0,97	73,8	A	B	C
TB70	3,67 ± 0,87	73,4	A	B	C
TC90	3,49 ± 1,03	69,8		B	C
TB100	3,47 ± 1,09	69,4		B	C
TC100	3,31 ± 1,12	66,2			C

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagradó mucho» y 5 es «me agradó mucho»

Sabor a Maíz. El análisis de Varianza para aceptación del Sabor a Maíz en muestras de cerveza (tabla 47), no existe una diferencia significativa en la variable de respuesta. Se podría deber a que en todos los tratamientos se empleó malta de maíz, siendo esta materia prima responsable de este atributo. Este atributo está influenciado por las maltas empleadas (Mencía y Pérez 2016).

Tabla 46 Análisis de ANOVA de Sabor a Maíz de muestras de cerveza,

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	18,95	2,7075	2,28	0,053
Panelista	35	105,60	3,0171	2,54	0,005
Tratamiento*panelista	245	130,88	0,5342	0,45	1,000
Error	32	38,00	1,1875		
Total	319	293,85			

La comparación por test de Tukey constató que no existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 48 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo Sabor a Maíz y a la desviación estándar, la muestra TB70 presento mayor aceptabilidad (76,2%).

Tabla 47 Comparación de muestras por test de Tukey del Sabor a Maíz para muestras de cerveza.

Muestras	Sabor a Maíz ¥	Índice de aceptabilidad (%)	Agrupación
TB70	3,81 ± 0,90	76,2	A
TC70	3,81 ± 0,88	76,2	A
TB80	3,69 ± 1,16	73,8	A
TC80	3,69 ± 0,80	73,8	A
TC90	3,43 ± 0,85	68,6	A
TB90	3,31 ± 0,86	66,2	A
TB100	3,29 ± 0,99	65,8	A
TC100	3,11 ± 1,01	62,2	A

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

Sabor a Alcohol. El alcohol es el responsable de este atributo, siendo un metabolito producido durante la fermentación (Mendoza 2023). De acuerdo a la tabla 49, existe diferencias significativas en la aceptación en la variable de respuesta, siendo más apreciado a menor proporción de Maíz en formulación.

Tabla 48 Análisis de ANOVA de Sabor a Alcohol de muestras de cerveza,

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	24,17	3,4533	5,53	0,000
Panelista	35	101,62	2,9035	4,65	0,000
Tratamiento*panelista	245	107,15	0,4374	0,70	0,929

Error	32	20,00	0,6250
Total	319	253,37	

La comparación por test de Tukey constató que existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 50 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo Sabor a Alcohol y a la desviación estándar, la aceptación del sabor a alcohol fue mayor en la muestra TC70 (82,8), esto podría deberse a que la sustitución de malta de maíz por cebada malteada tiene influencia en la aceptación de este atributo.

Tabla 49 Comparación de muestras por test de Tukey del Sabor a Alcohol para muestras de cerveza.

Muestras	Sabor a Alcohol ¥	Índice de	
		aceptabilidad (%)	Agrupación
TC70	4,14 ± 0,86	82,8	A
TB70	4,04 ± 0,73	80,8	A
TC80	4,00 ± 0,78	80	A
TC90	3,88 ± 0,60	77,6	A B
TB90	3,69 ± 0,93	73,8	A B
TB80	3,68 ± 0,93	73,6	A B
TC100	3,38 ± 1,06	67,6	B
TB100	3,33 ± 0,87	66,6	B

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

Astringencia. Se define como una sensación de contracción áspera en la lengua y paladar (Romero, 2020). Conforme a la tabla 51, el análisis de Varianza para la Astringencia en muestras de cerveza existe diferencias significativas en la aceptación en la variable de respuesta.

Tabla 50 Análisis de ANOVA de Astringencia de muestras de cerveza,

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	10,51	1,5009	2,46	0,039
Panelista	35	99,67	2,8479	4,67	0,000
Tratamiento*panelista	245	156,82	0,6401	1,05	0,454
Error	32	19,50	0,6094		
Total	319	289,49			

La comparación por test de Tukey no hay diferencias significativas, se observa en la tabla 52 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo Astringencia y a la desviación estándar, La muestra TC70 presento una aceptabilidad del 78,4%.

Tabla 51 Comparación de muestras por test de Tukey de Astringencia para muestras de cerveza.

Muestras	Índice de		Agrupación
	Astringencia [¥]	aceptabilidad (%)	
TC70	3,92 ± 1,10	78,4	A
TC80	3,85 ± 0,90	77	A
TB80	3,81 ± 1,11	76,2	A
TB70	3,72 ± 0,83	74,4	A
TC90	3,68 ± 0,93	73,6	A
TB90	3,51 ± 0,82	70,2	A
TC100	3,49 ± 0,99	69,8	A
TB100	3,35 ± 0,80	67	A

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

Efervescencia. Depende del CO₂ y el pH que debe ser de entre 3,5 y 4,4. Mientras más bajo el pH más tiempo mantendrá la efervescencia (Mencia y Pérez). Con arreglo a la tabla 53, el análisis de Varianza para la efervescencia en muestras de cerveza existe una diferencia significativa sobre la aceptación de la variable de respuesta.

Tabla 52 Análisis de ANOVA de Efervescencia de muestras de cerveza,

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	20,38	2,9118	5,48	0,000
Panelista	35	118,35	3,3813	6,36	0,000
Tratamiento*panelista	245	100,73	0,4111	0,77	0,856
Error	32	17,00	0,5312		
Total	319	259,60			

La comparación por test de Tukey constató que existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 54 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo Efervescencia y a la desviación estándar, la muestra TB80 presento mayor aceptabilidad

(82,2%) lo que podría deberse a que la implementación de malta de cebada tiene influencia en la aceptabilidad de este atributo.

Tabla 53 Comparación de muestras por test de Tukey de la Efervescencia para muestras de cerveza.

Muestras	Efervescencia [¥]	Índice de aceptabilidad (%)		Agrupación	
TB80	4,11 ± 1,00	82,2	A		
TB70	4,08 ± 0,85	81,6	A		
TC70	4,08 ± 0,79	81,6	A		
TC80	4,07 ± 0,73	81,4	A		
TC90	4,04 ± 0,84	80,8	A	B	
TB90	3,76 ± 0,88	75,2	A	B	C
TC100	3,51 ± 0,88	70,2		B	C
TB100	3,44 ± 0,96	68,8			C

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

Cuerpo. Briggs (2004) establece que está influenciado por la composición de las maltas claras y oscuras. También se deben a los azúcares no fermentables que se mantuvieron tras la fermentación. De acuerdo a la tabla 55, existe diferencias significativas en la aceptación de la variable de respuesta.

Tabla 54 Análisis de ANOVA de Cuerpo de muestras de cerveza,

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	30,29	4,3265	9,55	0,000
Panelista	35	69,43	1,9838	4,38	0,000
Tratamiento*panelista	245	113,94	0,4651	1,03	0,488
Error	32	14,50	0,4531		
Total	319	230,75			

La comparación por test de Tukey constató que existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 56 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo Cuerpo y a la desviación estándar, la muestra TC70 presenta una mayor aceptabilidad (91,6%)

Tabla 55 Comparación de muestras por test de Tukey del Cuerpo para muestras de cerveza.

Muestras	Cuerpo ¥	Índice de		Agrupación	
		aceptabilidad (%)			
TC70	4,58 ± 0,50	91,6	A		
TB80	4,31 ± 0,86	86,2	A	B	
TC90	4,13 ± 0,72	82,6	A	B	C
TC80	4,07 ± 0,89	81,4		B	C
TB70	4,06 ± 0,76	81,2		B	C
TB90	3,79 ± 0,88	75,8			C D
TB100	3,78 ± 0,77	75,6			C D
TC100	3,50 ± 0,91	70			D

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

Regusto. González y Hostelería (2017) mencionan que es el último recuerdo en boca que deja la cerveza al ser consumida. En consonancia a la tabla 57, el análisis de Varianza para el Regusto en muestras de cerveza existe una diferencia significativa en la aceptación en la variable de respuesta.

Tabla 56 Análisis de ANOVA de Regusto de muestras de cerveza,

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	21,62	3,0892	2,87	0,019
Panelista	35	107,82	3,0807	2,86	0,002
Tratamiento*panelista	245	177,42	0,7242	0,67	0,949
Error	32	34,50	1,0781		
Total	319	343,39			

La comparación por test de Tukey constató que existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 58 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo Regusto y a la desviación, presentando una mayor aceptabilidad en la muestra TC70 (80%) con diferencias significativas solo en el tratamiento TB00 debido a que la malta de cebada y de maíz de la variedad chulpi influye positivamente en el regusto.

Tabla 57 Comparación de muestras por test de Tukey del Regusto para muestras de cerveza.

Muestras	Regusto ¥	Índice de		Agrupación
		aceptabilidad (%)		
TC70	4,00 ± 1,12	80		A

TC80	3,86 ± 0,80	77,2	A	B
TB80	3,85 ± 1,03	77	A	B
TC90	3,68 ± 1,03	73,6	A	B
TB70	3,67 ± 1,09	73,4	A	B
TB90	3,42 ± 0,87	68,4	A	B
TC100	3,29 ± 1,00	65,8	A	B
TB100	3,22 ± 1,11	64,4		B

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

Complejidad. Según la tabla 59, existe diferencias significativas en la aceptación en la variable de respuesta. La complejidad está influenciada por un gran número de moléculas, cuya concentración en la mezcla es debida a las materias primas utilizadas para el proceso de fermentación. (París 2019)

Tabla 58 Análisis de ANOVA de Complejidad de muestras de cerveza,

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	14,46	2,0651	3,67	0,005
Panelista	35	82,35	2,3528	4,18	0,000
Tratamiento*panelista	245	137,38	0,5607	1,00	0,532
Error	32	18,00	0,5625		
Total	319	251,22			

La comparación por test de Tukey constató que existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 60 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo Complejidad y a la desviación estándar, presentando mayor aceptabilidad en la muestra TC70 (82,6%).

Tabla 59 Comparación de muestras por test de Tukey de la Complejidad para muestras de cerveza.

Muestras	Complejidad ¥	Índice de aceptabilidad (%)	Agrupación	
TC70	4,13 ± 1,03	82,6	A	
TC80	4,01 ± 0,78	80,2	A	
TB70	4,00 ± 0,64	80	A	
TB80	3,93 ± 1,00	78,6	A	B
TC90	3,86 ± 0,67	77,2	A	B
TB100	3,69 ± 0,99	73,8	A	B
TB90	3,69 ± 0,82	73,8	A	B

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho»

Equilibrio. Según la tabla 61, hay diferencias significativas en la aceptación en la variable de respuesta con un 95 % de confianza, este atributo hace referencia al balance entre el amargor y dulzor (Orbe 2021).

Tabla 60 Análisis de ANOVA de Equilibrio de muestras de cerveza,

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	7	40,68	5,8118	11,27	0,000
Panelista	35	89,42	2,5550	4,96	0,000
Tratamiento*panelista	245	128,42	0,5242	1,02	0,503
Error	32	16,50	0,5156		
Total	319	279,49			

La comparación por test de Tukey constató que existen diferencias significativas, esto se observa en la tabla 62 junto a las respectivas medias de la calificación sobre el atributo Equilibrio y a la desviación estándar donde el tratamiento TC70 presenta mayor aceptabilidad (88,4%)

Tabla 61 Comparación de muestras por test de Tukey de la Equilibrio para muestras de cerveza.

Muestras	Equilibrio ¥	Índice de aceptabilidad (%)	Agrupación			
TC70	4,42 ± 0,81	88,4	A			
TB80	4,08 ± 1,02	81,6	A	B		
TC90	3,97 ± 0,64	79,4	A	B		
TC80	3,89 ± 0,81	77,8	A	B		
TB70	3,79 ± 0,95	75,8		B	C	
TB90	3,58 ± 0,89	71,6		B	C	D
TB100	3,35 ± 0,94	67			C	D
TC100	3,24 ± 0,81	64,8				D

(A-B-C-D) Letras diferentes presentan diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05).

(¥) Escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es «me desagrada mucho» y 5 es «me agrada mucho».

De acuerdo al análisis ANOVA y test de Tukey realizados en una escala hedónica de 5 puntos para una prueba de preferencia a los atributos de los tratamientos con un 95% de confianza, se encontró diferencias significativas en la Impresión Global siendo el tratamiento TC70 el mejor puntuado con 4,44 y presentando diferencias significativas con los tratamientos TC100 y TB100 con puntuación 3,60 y 3,54 respectivamente, Color con el tratamiento TB70 con 4,64 y presentando diferencias significativas con los tratamientos TC90 y TC100, Transparencia con el tratamiento TB80 con 4,42 de puntuación y con diferencias significativas con TC80, TC90 y TC100, Vivacidad con el tratamiento TB80 y 4,69 con diferencias significativas en TC90, TB100 y TC100, Retención de espuma el tratamiento TB80 con 4,83, y presentando diferencias significativas en todos los tratamientos a excepción de TC80, Aroma a Malta con el tratamiento TB80 con 4,26 y con diferencia significativa con el tratamiento TC100, Dulzor el tratamiento TC70 con 3,89 y diferencias significativas con el tratamiento TB100, Acidez el tratamiento 4,10 y diferencias significativas con TC90, TB100 y TC100, Sabor a alcohol el tratamiento TC70 con 4,14 y diferencias significativas con TC100 y TB100, Efervescencia el tratamiento TB80 con 4,11 y diferencias significativas con TC100 y TB100, Cuerpo el tratamiento TC70 con 4,58 y diferencias significativas con TC80, TB70, TB90, TB100 y TC100, Regusto el tratamiento TC70 con 4,00 y con diferencias significativas con TB100, Complejidad el tratamiento TC70 con 4,13 y con diferencias significativas con el tratamiento TC100 y Equilibrio el tratamiento TC70 con 4,42 y diferencias significativas con TB70, TB90, TB100 y TC100, por otro lado no se encontró diferencia significativa en los atributos de Aroma a Lúpulo siendo mejor puntuado el tratamiento TB80 con 4,04, Aroma a Maíz el tratamiento TC80 con 3,82, Aroma a Fermentación el tratamiento TC90 con 4,00, Aroma a Alcohol el tratamiento TC70 con 4,03, Amargor el tratamiento TC80 con 4,29, Sabor a Maíz el tratamiento TB70 y TC70 con 3,81, Astringencia el tratamiento TC70 con 3,92 y Salado el tratamiento TC80 con 3,40.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La aplicación del malteado de las dos variedades de Maíz, Chulpi y Blanco Blandito, (*Zea mays saccharata* y *Zea mays amylaces*) incrementa el porcentaje de germinación en un 93% en la variedad chulpi y un 85% en la variedad Blanco Blandito.
- El análisis próximo de ambas variedades de malta de maíz (humedad, hidratos de carbono, proteína, grasa, fibra, ceniza) tienen como resultados 13,21%, 74,36%, 7,77%, 3,12%, 5,40%, 1,64% respectivamente para la variedad Chulpi. Por otro lado, el análisis proximal de la malta de maíz de la variedad Blanco Blandito se obtuvo 11,42%, 77,04%, 7,79%, 2,34%, 4,81%, 1,45% respectivamente.
- El análisis estadístico indica que, existe diferencia significativa entre los cuatro tratamientos sometidos al tratamiento térmico (63°C por 90 minutos) estudiados, a mayor concentración de cebada malteada y menor concentración de malta de maíz, mayor hidrolisis de los almidones de la mezcla en azúcares fermentables.
- Los análisis sensoriales por parte de catadores semi entrenados, indica que la cerveza con mayor porcentaje de aceptación fue el Tratamiento TC30 (70% maíz chulpi y 30% cebada) con 88,8% de aceptación para impresión global 98,8% para Color, 78,8% para transparencia, 90% para vivacidad, 87,8 para retención de espuma, 81,6% para aroma a malta, 78,8 para aroma a lupulo, 77,8 para aroma a fermentación, 74,2 para aroma a maíz, 80,6 para aroma a alcohol, 77,8 para dulzor, 83% para amargor, 67,6 para salado, 82% para acidez, 76,2% para sabor a maíz, 82,8 para sabor a alcohol, 78,4% para astringencia, 81,6% para efervescencia, 91,6% para cuerpo, 80% para regusto, 82,6 para complejidad y 88,4 para equilibrio.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para futuras investigaciones analizar si, periodos largos de germinación provocan la aparición de hongos que afecten la calidad del cereal, además de analizar si estos periodos de tiempo agotan o no las reservas energéticas.
- Realizar tratamientos con porcentajes mayores de sustitución parcial de malta de Maíz por cebada malteada para incrementar la percepción sensorial del producto de forma positiva, así como del rendimiento.
- El estudio profundo sobre los deméritos o defectos presentes en la cerveza de maíz para una comprensión mayor de este cereal como materia prima en la elaboración de cerveza.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Camargo, B, A, y Portales, L, (2020), Motivaciones y efectos percibidos en el consumo de cerveza entre millennials: El caso de Monterrey y su área metropolitana, *Aposta, Revista de Ciencias Sociales*, (85), 31-47,
2. Orellana, F, D, A, (2022), Facultad de Ciencias de la Hospitalidad Carrera de Gastronomía Fajardo, D, A, O, (2022), Facultad de Ciencias de la Hospitalidad Carrera de Gastronomía Propuesta de aplicación de la cerveza artesanal 'Golden Prague Premium Czech Lager' en técnicas de pastelería y repostería,
3. INEN (2013), Instituto Ecuatoriano de Normalización, NTE INEN 2262, Bebidas alcohólicas, Cerveza, Requisitos, Quito- Ecuador, EC,
4. INEN (2013), Instituto Ecuatoriano de Normalización, NTE INEN 1529, Control microbiológico de los alimentos, Mohos y levaduras viables, Recuentos en placa por siembra en profundidad, Quito- Ecuador, EC,
5. INEN (2002), Instituto Ecuatoriano de Normalización, NTE INEN 2262, Bebidas alcohólicas, Cerveza, Determinación del pH, Quito- Ecuador, EC,
6. INEN (2002), Instituto Ecuatoriano de Normalización, NTE INEN 2262, Bebidas alcohólicas, Cerveza, Determinación de la acidez total, Quito- Ecuador, EC,
7. INEN (2002), Instituto Ecuatoriano de Normalización, NTE INEN 2262, Bebidas alcohólicas, Cerveza, Determinación de Alcohol, Quito- Ecuador, EC,
8. INEN (2002), Instituto Ecuatoriano de Normalización, NTE INEN 2262, Bebidas alcohólicas, Cerveza, Determinación de Dioxido de Carbono «CO₂» y Aire, Quito- Ecuador, EC,
9. Loor Holguín, A, Y, (2023), Producto gastronómico y su importancia en la ciudad de Manta, cerveza artesanal (Doctoral dissertation),
10. Vera Burgos, R, L, (2022), Propuesta de elaboración de cerveza artesanal a partir de la adición de zapallo (cucurbita maxima) especiado con canela (cinnamomum verum) (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química),
11. Montilla, A, de Jesús, Velásquez, C, M, R, y Cevallos, B, L, M, (2023), Perspectivas de comercialización de cerveza artesanal como producto

- gastronómico en la ciudad de Manta, Ecuador, *Revista Ciencia UNEMI*, 16(41), 69-80,
12. Mendoza, J., Pihuave, L., y Velásquez, M., (2022), Análisis comparativo del valor nutricional de la cerveza artesanal y la cerveza industrial, *Revista Ciencia UNEMI*, 15(38), 61-72,
 13. López, F, M, F, (2018), Automatización de llenado del tanque de agua en planta de cerveza, CHSA,
 14. Ruiz Morquecho, K, A, (2022), Diseño de un proceso de elaboración de una cerveza artesanal empleando cebada (*Hordeum vulgare*) y almidón de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) con aroma a chocolate en la ciudad de Ambato (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, Carrera de Ingeniería en Alimentos),
 15. Galeano Sánchez, J, F., y Ramírez López, J, F, (2022), Elaboración de propuesta para la producción de cerveza artesanal tipo ale con base en malta pale ale y almidón de papa sabanera (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América),
 16. Párraga Maquilón, J, S., y Zapata Zambrano, C, E, (2022), Evaluación de cerveza artesanal tipo ale con dos tipos de lúpulo y uso de mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) como sustituto parcial de la levadura (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ),
 17. Gutiérrez. R., M., Flores, C, C, A., y Borbor S, D, (2023), Definir el aislamiento de levaduras *saccharomyces* spp desde las bayas de uva para la fermentación de una cerveza, *Polo del Conocimiento*, 8(5), 529-552,
 18. Sifuentes Estrada, L, (2023), Revaloración de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) residual del proceso de elaboración de cerveza y obtención de fertilizante orgánico,
 19. García Escalante, J, D, (2023), Evaluación del efecto de la tasa de inoculación con reutilización de levadura en la elaboración de cerveza artesanal tipo lager a escala laboratorio (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala),
 20. Guamán Pinto, A, M, (2022), Obtención de ácido láctico a partir del almidón del maíz chulpi (*Zea mays sacchara*) utilizando la fermentación de bacterias ácido-lácticas, para su uso en la industria cosmética,

21. Yáñez, C, F., Zambrano, J, L., Sangoquiza, C, A., Racines, M, R., López, V., Asaquibay, C., y Nieto, M, (2022), La nueva variedad de Maíz Chulpi “INIAP-193”, XXIV REUNIÓN LATINOAMERICANA DE MAÍZ, 151,
22. Saavedra Farías, F, P, (2022), Efecto del uso de levaduras del género *brettanomyces* en la elaboración de cerveza,
23. Menéndez Vera, A, M., y Vera Cedeño, D, M, (2023), Sustitución parcial de cebada por maíz y arroz malteados sobre parámetros fisicoquímicos y sensoriales en cerveza artesanal tipo Pale-Ale (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL),
24. Espina León, A, M, (2023), Evaluación de las propiedades organolépticas de la cebada germinada en función del sabor de la cerveza artesanal tipo ale en base a los criterios de normalización de la Association of Official Analytical Collaboration (AOAC) a nivel de laboratorio (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala),
25. Sarmiento Ochoa, N, A, (2021), Estudio de compuestos químicos no azufrados responsables del aroma de la cerveza (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay),
26. Morales Conterón, T, N, (2021), Caracterización de razas de maíz (*zea mays* l.) procedentes del banco de germoplasma del Iniap, en el cantón Cotacachi, provincia de Imbabura (Bachelor's thesis),
27. Montalvo Terán, D, R, (2021), Evaluación de la diversidad agrícola intraespecífica de maíz (*zea mays* l.) y fréjol (*phaseolus vulgaris* l.) presente en las comunidades indígenas de Cotacachi, Imbabura (Bachelor's thesis),
28. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, (2023, 12 de octubre), MAGAP fija precio de maíz amarillo duro para junio, <https://www.agricultura.gob.ec/magap-fija-precio-de-maiz-amarillo-duro-para-junio/>
29. Cruz Meneses, C, F, (2021), Evaluación de dos métodos de secado para la elaboración de una bebida instantánea a base de maíz blanco (*Zea mays* L)”, UPEC,
30. Ormaza Loor, G, M., y Quiroz Saltos, K, M, (2021), Efectos del malteado y variedad de maíz en las características fisicoquímicas y sensoriales en una bebida refrescante (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL),
31. Mopocita Cunalata, N, D, (2023), Evaluación del comportamiento agronómico de la nueva variedad de maíz chulpi (*zea mays* L.) INIAP 193 en

el Campus Salache UTC 2021-2022 (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)),

32. Zambrano, J, L., Yáñez, C, F., y Sangoquiza, C, A, (2021), Maize Breeding in the Highlands of Ecuador, Peru, and Bolivia: A Review, *Agronomy*2021, 11, 212,
33. Mencia, G, A., y Pérez, R, D, (2016), Desarrollo de cerveza artesanal ale y lager con malta de maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), carbonatada con azúcar y miel de abeja (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2016.),
34. Menárguez López, E, (2017), Determinación de parámetros físico-químicos de cerveza artesana, *SRM*, 14(42), 56-69,
35. Morales-Toyo, M, (2018), Reacciones químicas en la cerveza, *Revista de química*, 32(1), 4-11,
36. Martínez León, S., y Tuano Cahuaya, M, L, (2018), Analisis sensorial en adultos de la cerveza artesanal elaborada con chenopodium quinoa willd (quinua), oxalis tuberosa (oca) y hordeum vulgare (cebada),
37. Cárdenas M, N, V., Cevallos, H, C, E., Salazar, Y, J, C., Romero, M, E, R., Gallegos M, P, L y Cáceres, M, M, E, (2018), Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico, *Dominio de las Ciencias*, 4(3), 253-263,
38. Moya Almeida, V., Diezma Iglesias, B., y Correa Hernando, E, C, (2019), Evaluación de los descriptores organolépticos de subproductos producidos durante la fermentación alcohólica de la cerveza,
39. Mendizábal Q, V, A., Paz, R, J y Cuadros S, M, (2017), Mejoras tecnológicas dentro del proceso de fermentación de cerveza en CBN” Planta Taquiña”, *Journal Boliviano de Ciencias*, 13(41), 40-48,
40. Villavicencio Molina, A, T., y Guadalupe Hernández, V, F, (2017), Mejora del proceso de fermentación de la elaboración de cerveza estilo indian pale ale con levaduras safale us-05 (Bachelor's thesis, Espol),
41. León Choque, J, C., y Niño de Guevara Zegarra, M, L, (2018), Desarrollo y Validación de un Método Voltamperométrico para la Determinación de Acetaldehído en Cerveza,
42. Agulló García, V, (2015), Efecto de la maceración escalonada y de la temperatura de fermentación en las propiedades funcionales de la cerveza,

43. Paredes Espinoza, C, A, (2017), Mejorar la extracción de azúcares y características de calidad de la cerveza durante la maceración de las cervezas Red ale y Blonde ale producidas en Andes Brewing Co (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Carrera de Ingeniería en Alimentos,),
44. Benitez, B, V, H., y Morales, R, C, O, (2018), Automatización del proceso de macerado de la malta para la producción de cerveza artesanal, *Epistemus*, 12(24), 53-61,
45. Torres Rodríguez, D, C., y Bohórquez Castaño, D, (2017), Sustitución parcial del lúpulo (*Humulus lupulus*) por cidrón (*Aloysia citrodora*) en la elaboración de cerveza artesanal,
46. Cleves Pabón, A, (2018), Evaluación del uso de agua de mar potabilizada en el proceso de elaboración de una cerveza artesanal (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América),
47. Argemí Fontvila, M, (2016), Diseño de un biorreactor para la fabricación de la cerveza,
48. Alvarez, B, R, (2018), ELABORACION DE CERVEZA ARTESANAL TIPO LAGER: Proyecto de grado modalidad investigación aplicada, Repositorio UAJMS,
49. Toledo Garrido, S., Garcia Fayos, B., Sancho Fernandez, M., y Arnal, J, M, (2018), DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE CERVEZA ARTESANAL Y EMPRENDIMIENTO DE UNA MICROCERVECERÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE 300 LITROS POR DÍA,
50. León Medina, P, M, D, (2016), Anotación y validación del genoma de levadura cervecera tipo lager *Saccharomyces pastorianus* 790 (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León),
51. Erenstein, O., Jaleta, M., Sonder, K., Mottaleb, K., y Prasanna, B, M, (2022), Global maize production, consumption and trade: Trends and RyD implications, *Food Security*, 14(5), 1295-1319,
52. Yáñez, C., Racines Jaramillo, M, R., y Caballero, D, (2011), Identificación de microcentros en el “proyecto producción, uso sostenible y conservación de dos cultivares tradicionales de maíz (chulpi y negro) en la Sierra del Ecuador”,
53. Osorio, N, W, (2012), pH del suelo y disponibilidad de nutrientes, Manejo integral del suelo y Nutrición vegetal, 1(4), 1-4,

54. Téllez Mosquera, J., y Cote Menéndez, M, (2006), Alcohol etílico: un tóxico de alto riesgo para la salud humana socialmente aceptado, *Revista de la Facultad de Medicina*, 54(1), 32-47,
55. Aragón Núñez, L, (2018), *Prácticas de Laboratorio para la asignatura de Didáctica del Medio Natural*,
56. Silva, E., Dobronsky, J., Caviedes, M., Yáñez, C., Zambrano Mendoza, J, L., y Heredia, J, (2000), INIAP-102” Blanco Blandito Mejorado”, variedad de maíz blanco harinoso para la provincia de Chimborazo,
57. Caluguillin Quishpe, E, C, (2023), *Evaluación agronómica de 144 líneas promisorias de cebada maltera (Hordeum Vulgare L.) en La Granja Experimenta “La Pradera” Chaltura, Imbabura (Bachelor's thesis)*,
58. Camacho Morales, B, S, (2023), *Implementación y verificación de un método analítico por la técnica instrumental de espectrofotometría ultravioleta, para determinar el índice de amargor de cervezas artesanales tipo lager en Colombia, a través de la cuantificación de alfa/beta ácidos residuales provenientes del lúpulo*,
59. Meroni, A, F, (2021), *Diagnóstico y análisis de la evolución temporal de las enfermedades en diferentes cultivares de cebada cervecera (Hordeum vulgare) en la localidad de Junín*,
60. Analuisa, I, A., Jimber del Río, J, A., Fernández-Gallardo, J, A., y Vergara-Romero, A, (2023), *La cadena de valor del maíz amarillo duro ecuatoriano, Retos y oportunidades, Lecturas de Economía, (98), 231-262*,
61. Mencia, G. A., y Pérez, R. D. (2016). *Desarrollo de cerveza artesanal ale y lager con malta de maíz (Zea mays), cebada (Hordeum vulgare), carbonatada con azúcar y miel de abeja (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2016.)*.
62. Pilligua, P, R. L., Barre-Zambrano, R. L., Mendoza-Gonzáles, A. E., Lavayen-Delgado, E., y Mero-Santana, R. (2021). *Influencia del mucilago de cacao (Theobroma cacao) en las características fisicoquímicas y sensoriales de la cerveza artesanal. Revista ESPAMCIENCIA ISSN 1390-8103, 12(1), 25-32.*
63. Viteri Borja, J. G., Párraga Alava, R. C., García Mendoza, J. J., Barre Zambrano, R. L., y Romero Bravo, J. P. (2022). *Calidad fisicoquímica y sensorial de cerveza artesanal estilo blonde ale con infusión de flor deshidratada de jamaica (Hibiscus sabdariffa). Manglar, 19(4), 331-339.*

64. Toledo Palomino, M. E., y López Herrera, J. A. (2020). Elaboración de cerveza artesanal con sustitución parcial de Malta (*Hordeum Vulgare*) por Jora de Maíz (*Zea Mays* Var. *Saccharata*).
65. Anabel, S, M. (2011). Fermentación de malta empleando un sistema semicontinuo en el Proceso de Elaboración De Cerveza. Universidad Tecnológica de la mixteca, Oaxaca.
66. Nájera Vargas, S. (2019). Estudio comparativo de fuentes no convencionales de carbohidratos en la elaboración de cerveza *Oryza sativa* y *Zea mays*.
67. González, M. (2017). Principios de Elaboración de las Cervezas Artesanales. Lulu. com.
68. Casafranca Zambrano, J. M. (2023). Evaluación de las características fisicoquímicas y aceptabilidad de cerveza artesanal tipo ale, elaborada con sustitución parcial de malta de maíz morado (*Zea mays* L.) como adjunto cervecero.
69. Chacón Guerra, C. I., y Chingal Ortiz, C. S. (2023). Influencia de la sustitución parcial de malta de cebada por malta de maíz morado (*Zea Mays*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de una cerveza artesanal tipo Irish red ale. UPEC.
70. Burini, J. A., Eizaguirre, J. I., Loviso, C., y Libkind, D. (2021). Levaduras no convencionales como herramientas de innovación y diferenciación en la producción de cerveza. *Revista Argentina de Microbiología*, 53(4), 359-377.
71. Carrasco Velástegui, P. F. (2020). Determinación de la calidad maltera aplicada en el grano de cebada *Hordeum vulgare* variedad Calicuchima y Santa Catalina Línea 003, su análisis de las características fisicoquímicas y organolépticas de cerveza artesanal (Rubia) producida a partir de su procesamiento (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Ingeniería Bioquímica).
72. Garrido, F. (2014). Análisis sensorial de la cerveza. Asociación Madrileña de Sumilleres (AMS).
73. Tirado Vera, J. W., y Zalazar Rosado, G. M. (2018). Banano (cavendish gigante) de rechazo como sustitución parcial de cebada en la calidad fisicoquímica y sensorial de la cerveza artesanal (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL).

74. Mendoza Intusca, P. A. (2023). Elaboración de alcohol desinfectante a partir del residuo líquido de la fermentación de cerveza.
75. Romero, G, N, L. (2020). Desarrollo de una cerveza artesanal de maíz rojo (*Zea mays*) con alta capacidad antioxidante, al evaluar el efecto del tiempo en la etapa de cocción usando dos variedades de lúpulo (*Humulus lupulus L.*)," Cascade" y "Columbus", y su evaluación sensorial.
76. Briggs DE. 2004. *Brewing: Science and practice*. Boca Raton, Cambridge England: CRC Press; Woodhead Pub. Ltd. xviii, 881 (Woodhead Publishing in food science and technology). ISBN: 0-8493-2547-1.
77. Inaraja, (2017). Método de degustación de cerveza para consumidores. *Cerveza y malta*, (214), 12-20.
78. París Huguet, M. D. P. (2019). Estudio de los cambios inducidos en las propiedades organolépticas de la cerveza tras modificación genética de la levadura.
79. Orbe Revelo, C. A. (2021). Influencia del método de adición de lúpulo en las características físico químicas y sensoriales de una cerveza artesanal estilo India Pale Ale. UPEC.
80. Chávez, M., Acurio, S., y Paredes, M. (2000). INCIDENCIA DE LA TORREFACCION EN EL VALOR NUTRICIONAL DE LAS HARINAS COMPLEMENTADAS GERMINADAS Y NO GERMINADAS. CÓDIGO DE BARRAS., 1.
81. Aguirre Lituma, J. S. (2019). Obtención de cerveza artesanal a partir de una malta de maíz morado (*Zea Mays L.*) (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
82. Drapala, A. C., y Hernández, D. A. (2018). Elaboración de cerveza de maíz (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria).
83. Ferreyra, L. (2014). Elaboración de cerveza: Historia y evolución, desarrollo de actividades de capacitación e implementación de mejoras tecnológicas para productores artesanales. Cátedra de Agroindustrias y Laboratorio de investigación en productos Agroindustriales, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales UNLP, 9.
84. García Bazante, K. B. (2015). Elaboración de cerveza artesanal a partir de almidón extraído de tubérculos andinos (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

85. Paredes, T, J. B., Barrigas R, D. A., Muñoz P, F. A., Pineda, I, J. A., y Pineda S, C. A. (2021). Desarrollo de un bioproceso para la producción de malta a partir de maíz morado (*Zea mays*): una revisión. *Revista Biorrefinería* Vol, 4(4).
86. Boffill-Rodríguez, Y., y Gallardo-Aguilar, I. (2014). Ventajas de la producción de cerveza a partir de malta de sorgo. *Revisión bibliográfica. Tecnología Química*, 34(3), 324-334.
87. Aráuz, M. S. (2020). Fermentación de lactosuero para la obtención de etanol y su uso en cervezas y bebidas saborizadas *Revisión de Literatura*.
88. Suárez-Machín, C., Garrido-Carralero, N. A., y Guevara-Rodríguez, C. A. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *Revisión bibliográfica. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 50(1), 20-28.
89. SANTACRUZ-SALAS, A. P., ANTUNES-PEREIRA, M. L., GOMEZ-HERRERA, S. A. N. T. I. A. G. O., VELEZ-LOZANO, J. A., Y MANCINI, S. D. (2023). Sostenibilidad en la industria cervecera: una revisión crítica de los residuos generados y su gestión. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 21(2), 178-194.
90. Pérez Sánchez Amaury, Venâncio de Magalhães Delcio y Benítez Cortés Malengu Isnel, (2020). Rentabilidad económica y análisis de sensibilidad del proceso de producción de cerveza a partir de sorgo rojo CIAP R-132 a escala piloto. *MUTIS*, (11)
91. McCafferty, C. A., Jenkinson, H. R., Brosnan, J. M., y Bryce, J. H. (2004). Limit Dextrinase—Does Its Malt Activity Relate to Its Activity During Brewing?. *Journal of the Institute of Brewing*, 110(4), 284-296.
92. Durello, R. S., Silva, L. M., y Bogusz, S. (2019). Química do lúpulo. *Química Nova*, 42, 900-919.
93. Carrasco, M, G. R., & López L, Y. H. (2023). Tarea de clasificación en el análisis sensorial de productos alimenticios: una revisión. *Journal of Neuroscience and Public Health*, 3(1), 341-348.
94. Landín M, J., & Louvier H, J. F. (2019). CERVEZA ARTESANAL TIPO STOUT SABORIZADO CON CONCENTRADO DE CHILCUAGUE (HANDCRAFTED BEER TYPE STOUT FLAVORED WITH CONCENTRATE OF CHILCUAGUE). *Pistas Educativas*, 41(133).

7. ANEXOS

Anexo 1 Pruebas preliminares de malteado



Anexo 2 Malteado del maíz, germinación



Anexo 3 Germinación día 2



Anexo 4 Secado



Anexo 5 Control de temperatura en secado



Anexo 6 Malta chocolate de maíz



Anexo 7 Molienda



Anexo 8 Preparación de tratamientos por triplicado



Anexo 9 Maceración



Anexo 10 Proceso de fermentación



Anexo 11 Proceso de maduración en frío



Anexo 12 Proceso de re fermentación en botella



Anexo 13 Hoja de cata para evaluación sensorial

NOMBRE		FECHA	
---------------	--	--------------	--

Frente a usted tiene 8 muestras de cerveza, califique de acuerdo a su preferencia del 1 al 5 en donde 1 es me desagrada mucho y 5 es me agrada mucho

MUESTRAS	20	90	78	19	62	23	24	68
-----------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

FASE VISUAL

Color								
Transparencia								
Vivacidad								
Retención de espuma								

FASE OLFATIVA

Aroma a malta								
Aroma a lúpulo								
Aroma a fermentación								
Aroma a Maíz								
Aroma a Alcohol								

FASE EN BOCA

Dulzor								
Amargor								
Salado								
Acidez								
Sabor a maíz								
alcohol								
Astringencia								
Efervescencia								
Cuerpo								
Regusto								
Complejidad								
Equilibrio								

Impresión global								
------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Anexo 14 Informe de laboratorio de análisis de fibra y ceniza de malta de maíz blanco blandito

 SEIDLaboratory CÍA. LTDA. SERVICIO INTEGRAL DE LABORATORIO		 Certificado N° 2102-01/02							
INFORME DE ENSAYO NR. 295287									
INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE									
Cliente:	LUIS ALBERTO ARIAS ESPINOZA								
Dirección:	Machala, 11 av Norte y Napoleon Mera								
Nombre Producto:	MAIZ MALTEADO BLANCO BLANDITO								
Fecha de Elaboración:	2023-12-17	Fecha de Caducidad:	2025-12-17						
Lote:	T1223001	Contenido Declarado:	ND						
Material Envase:	FUNDA DE POLIETILENO EN BOLSA DE PAPEL	Forma de conservación:	Ambiente						
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA									
Código Laboratorio:	295287-1	Contenido Encontrado:	212.0 Gramos						
Fecha Recepción:	24/01/08	Fecha Inicio Ensayo:	24/01/08						
Condiciones Ambientales de llegada de la muestra:	21.3 °C	Muestreo:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió						
ENSAYOS		MÉTODO		ACREDITACIONES AILA SAE		UNIDAD		RESULTADO	
CENIZA		SEF-C AOAC 923.03		✓		%		1.48	
FIBRA CRUDA		SE.MI (AOAC 978.10)		*		%		4.81	
INCERTIDUMBRE									
PARÁMETRO			INCERTIDUMBRE			La incertidumbre expandida reportada esta basada en una incertidumbre típica multiplicada por un factor de cobertura $K=2$, proporcionando un nivel de confianza de un 95%. L= Resultado U%= Incertidumbre expandida relativa porcentual			
CENIZA			L= 1% L= 4.0% (Para leches) L= 7.0% (Alimentos: Rangos al 5.0%)						
NS: No solicita el cliente/ ND: No declara. "Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación" Laboratorio de ensayo acreditado por SAE con acreditación N° SAE LEN 05-011 Datos tomados de C-RG-04 pág. 557 / F-RG-05 pág. 274 Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico "SEIDLaboratory CÍA LTDA no se responsabiliza por la información declarada por el cliente" - Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra									
Atentamente.						24/01/16 FECHA EMISIÓN			
Firmado digitalmente por: ANA GABRIELA VALENCIA MURGUETTIO Fecha y hora: 2024-01-16 16:05:21						 Muestra 295287-1 Página 1 / 1			
<p>Confidencialidad e Imparcialidad Seidlaboratory Cía. Ltda., asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de las actividades del laboratorio a partir de las muestras ensayadas, información considerada como confidencial y de propiedad del cliente, con excepción de aquella información que el cliente haya puesto al alcance del público o información que se haya acordado previamente entre ambas partes. Seidlaboratory, se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes, en caso de controversias las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito. Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio: Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado. Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos: Dirección de Calidad: directorcalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General: gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente: servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec Melchor Lozano 391-03 entre 4v del Maestro y Vizcarra 023476314 - 023463143 - 099540911 - 0995730853 Quito, Ecuador Clausula de confidencialidad La modificación parcial o total de la información contenida en el documento se encuentra prohibida, revisar las cláusulas aplicables, escaneando el código QR.</p>									
									

Anexo 15 Informe de laboratorio de análisis de fibra y ceniza de malta de maíz chulpi



INFORME DE ENSAYO NR. 295286

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
Cliente:	LUIS ALBERTO ARIAS ESPINOZA		
Dirección:	Machala, 11 av Norte y Napoleon Mera		
Nombre Producto:	MAIZ MALTEADO CHULPI		
Fecha de Elaboración:	2023-12-17	Fecha de Caducidad:	2025-12-17
Lote:	T1223001	Contenido Declarado:	ND
Material Envase:	FUNDA DE POLIETILENO EN BOLSA DE PAPEL	Forma de conservación:	Ambiente

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Código Laboratorio:	295286-1	Contenido Encontrado:	211.2 Gramos
Fecha Recepción:	24/01/08	Fecha Inicio Ensayo:	24/01/08
Condiciones Ambientales de llegada de la muestra:	21.3 °C	Muestreo:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS	MÉTODO	ACREDITACIONES ATA	SAE	UNIDAD	RESULTADO
CENIZA	SEF-C AOAC 923.03	✓	✓	%	1.74
FIBRA CRUDA	SE MI (AOAC 978.10)	*	*	%	5.43

INCERTIDUMBRE		
PARÁMETRO	INCERTIDUMBRE	
CENIZA	L= 0% L= 4.0% (Para leche) L= 7.0% (Alimento; Rasgos al 5.0%)	La incertidumbre expandida reportada esta basada en una incertidumbre tipica multiplicada por un factor de cobertura K=2, proporcionando un nivel de confianza de un 95%. L= Resultado U%= Incertidumbre expandida relativa porcentual

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación"

Laboratorio de ensayo acreditado por SAE con acreditación N° SAE LEN 05-011

Datos tomados de C-RG-04 pág. 557 / F-RG-05 pág. 274

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

"SEIDLaboratory CIA LTDA no se responsabiliza por la información declarada por el cliente"

- Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente,

24/01/16
FECHA EMISIÓN

Firmado digitalmente por:
ANA GABRIELA VALENCIA MURGUEYTO
Fecha y hora: 2024-01-16 16:05:47

Muestra 295286-1

Página 1 / 1

Confidencialidad e imparcialidad

Seidlaboratory Cía. Ltda., asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de las actividades del laboratorio a partir de las muestras ensayadas, información considerada como confidencial y de propiedad del cliente, con excepción de aquella información que el cliente haya puesto al alcance del público o información que se genere por las partes se someterán al Centro de Medición de la Cámara de Comercio de Quito.

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a las siguientes correas:

Dirección de Calidad: direccioncalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General: gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente: servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec

Machala: Toca N°1-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483143 - 0995450911 - 0992750653 Quito, Ecuador

Cláusula de confidencialidad

La modificación parcial o total de la información contenida en el documento se encuentra prohibida, revisar las cláusulas aplicables, escaneando el código QR.



Anexo 16 Informe de laboratorio de análisis de humedad, carbohidratos, proteína y grasa de malta de maíz chulpi



SEIDLaboratory CÍA. LTDA.
SERVICIO INTEGRAL DE LABORATORIO



INFORME DE ENSAYO NR. 298478

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
Cliente:	LUIS ALBERTO ARIAS ESPINOZA		
Dirección:	Machala, 11 av. Norte y Napoleon Mera		
Nombre Producto:	MAÍZ MALTEADO CHULPI		
Fecha de Elaboración:	2023-12-17	Fecha de Caducidad:	2025-12-17
Lote:	T1223001	Contenido Declarado:	ND
Material Envase:	FUNDA DE POLIETILENO EN BOLSA DE PAPEL	Forma de conservación:	Ambiente

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Código Laboratorio:	298478-1	Contenido Encontrado:	205.5 Gramos
Fecha Recepción:	24/02/19	Fecha Inicio Ensayo:	24/02/19
Condiciones Ambientales de llegada de la muestra:	20.0 °C	Muestreo:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS FFOQ	MÉTODO	ACREDITACIONES AILA		UNIDAD	RESULTADO
PROTEINA F=6.25	SEMI	*	*	%	7.77
HUMEDAD	SEMI	*	*	%	13.21
CARBOHIDRATOS TOTALES	CALCULO	*	*	%	74.36
GRASA TOTAL	SEF-G AOAC 920.39	✓	✓	%	3.12
CENIZA	SEF-C AOAC 923.03	✓	✓	%	1.54

INCERTIDUMBRE		
PARÁMETRO	INCERTIDUMBRE	
GRASA TOTAL	L= U% L= 11.06 (Rangos Menores al 5.0%)	La incertidumbre expandida reportada esta basada en una incertidumbre tipica multiplicada por un factor de cobertura K=2, proporcionando un nivel de confianza de un 95%. L= Resultado U%= Incertidumbre expandida relativa porcentual
CENIZA	L= U% L= 4.0% (Pim. Inicial) L= 7.0% (Alimento): Rangos al 5.0%)	

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación"

Laboratorio de ensayo acreditado por SAE con acreditación N° SAE LEN 05-011

Datos tomados de GE-RG-03 pág. 582 / PDU-RG-01 pág. 829 / H-RG-02 pág. 1158 / C-RG-04 pág. 571

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

"SEIDLaboratory CÍA LTDA no se responsabiliza por la información declarada por el cliente"

- Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente,

24/02/27
FECHA EMISIÓN

Firmado digitalmente por:
ANA GABRIELA VALENCIA MURGUEYTO
Fecha y hora: 2024-02-27 18:33:20

Muestra 298478-1

Página 1 / 1

Confidencialidad e Imparcialidad

SEIDLaboratory Cía. Ltda., asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de las actividades del laboratorio a partir de las muestras ensayadas, información considerada como confidencial y de propiedad del cliente, con excepción de aquella información que el cliente haya puesto al alcance del público o información que se haya acordado previamente entre ambas partes. SEIDLaboratory, se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes, en caso de controversias las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad: directorcalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General: gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente: servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec

Méjchor: Ecuador 391-03 entre 4to. del Maestro y Vizcarra 023476314 - 023469143 - 0991430911 - 0992730833 - Quito, Ecuador

Cláusula de confidencialidad

La modificación parcial o total de la información contenida en el documento se encuentra prohibida, revisar las cláusulas aplicables, escaneando el código QR.



Anexo 17 Informe de laboratorio de análisis de humedad, carbohidratos, proteína y grasa de malta de maíz blanco blandito



SEIDLaboratory CÍA. LTDA.
 SERVICIO INTEGRAL DE LABORATORIO



INFORME DE ENSAYO NR. 298480

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
Cliente:	LUIS ALBERTO ARIAS ESPINOZA		
Dirección:	Machala, 11 av Norte y Napoleon Mera		
Nombre Producto:	MAÍZ MALTEADO BLANCO BLANDITO		
Fecha de Elaboración:	2023-12-17	Fecha de Caducidad:	2025-12-17
Lote:	T1223001	Contenido Declarado:	ND
Material Envase:	FUNDA DE POLIETILENO EN BOLSA DE PAPEL	Forma de conservación:	Ambiente

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Código Laboratorio:	298480-1	Contenido Encontrado:	205.5 Gramos
Fecha Recepción:	24/02/19	Fecha Inicio Ensayo:	24/02/19
Condiciones Ambientales de llegada de la muestra:	20.0 °C	Muestreo:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS FFOQ	MÉTODO	ACREDITACIONES AILA	SAE	UNIDAD	RESULTADO
PROTEINA F=6.25	SEMI	*	*	%	7.79
HUMEDAD	SEMI	*	*	%	11.42
CARBOHIDRATOS TOTALES	CALCULO	*	*	%	77.04
GRASA TOTAL	SEF-G AOAC 920.39	✓	✓	%	2.34
CENIZA	SEF-C AOAC 923.03	✓	✓	%	1.41

INCERTIDUMBRE		
PARÁMETRO	INCERTIDUMBRE	NOTAS
GRASA TOTAL	L= U% L= 1.06 (Rangos Menores al 5.0%)	La incertidumbre expandida reportada esta basada en una incertidumbre tipica multiplicada por un factor de cobertura K=2, proporcionando un nivel de confianza de un 95%. L= Resultado U%= Incertidumbre expandida relativa porcentual
CENIZA	L= U% L= 4.0% (Pan leches) L= 7.0% (Alimentos; Rangos al 5.0%)	

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara
 "Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación"
 Laboratorio de ensayo acreditado por SAE con acreditación N° SAE LEN 05-011
 Datos tomados de GE-RG-03 pág. 582 / PDU-RG-01 pág. 829 / H-RG-02 pág. 1158 / C-RG-04 pág. 571
 Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote
 Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote
 El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado
 Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico
 "SEIDLaboratory CÍA LTDA no se responsabiliza por la información declarada por el cliente"
 - Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente,

Firmado digitalmente por:
 ANA GABRIELA VALENCIA MURGUEYTO
 Fecha y hora: 2024-02-27 16:33:09



24/02/27
FECHA EMISIÓN

Muestra 298480-1
 Página 1 / 1

Confidencialidad e Imparcialidad
 Seidlaboratory Cía. Ltda., asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de las actividades del laboratorio a partir de las muestras analizadas. Información considerada como confidencial y de propiedad del cliente, con excepción de aquella información que el cliente haya puesto al alcance del público o información que se haya acordado previamente entre ambas partes. Seidlaboratory, se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes, en caso de controversias las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.
 Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio
 Muestras perecibles: 3 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.
 Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:
 Dirección de Calidad: directorcalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General: gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente: servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec
 Melchor Escobar 391-03 entre Av. del Maestro y Nazareño 022476314 - 022463145 - 0995499911 - 0992750633 Quito, Ecuador
 Clausula de confidencialidad
 La modificación parcial o total de la información contenida en el documento se encuentra prohibida, revisar las cláusulas aplicables, escaneando el código QR.



Anexo 18 Análisis sensorial

