



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

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

Título del Proyecto de Investigación:

**“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”**

Autores:

Párraga Maquilón Jonathan Steven

Zapata Zambrano Cinthya Elizabeth

Director de Proyecto de Investigación:

Ing. José Vicente Villarroel Bastidas MSc.

Quevedo – Los Ríos - Ecuador.

2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

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

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

Jonathan Steven Párraga Maquilón

1250941240



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

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

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

Cintha Elizabeth Zapata Zambrano

2300231533



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Quevedo, 20 de mayo del 2022

El suscrito, **Ing. José Vicente Villarroel Bastidas MSc**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que los estudiantes **Parraga Maquilon Jonathan Steven y Zapata Zambrano Cinthya Elizabeth**, realizaron el Proyecto de Investigación de grado titulado “**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**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

José Vicente
Villarroel Bastidas

Firmado digitalmente por José
Vicente Villarroel Bastidas
Fecha: 2022.05.24 18:39:04-
05'00'

Ing. José Villarroel Bastidas, MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

El suscrito, Ing. José Villarroel Bastidas, MSc., mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe del proyecto de investigación cuyo tema es **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**, presentado por los estudiantes PARRAGA MAQUILON JONATHAN STEVEN Y ZAPATA ZAMBRANO CINTHYA ELIZABETH egresados de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, que fue realizado bajo dirección según resolución del Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles de originalidad en un 99% y similitud 1%, de trabajo investigativo.

URKUND	
Dokument	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.docx (D138394183)
Inskickat	2022-05-29 15:55 (-05:00)
Inskickad av	José Villarroel (jvillarroel@uteq.edu.ec)
Mottagare	jvillarroel.uteq@analysis.orkund.com
Meddelande	Visa hela meddelandet
	1% av det här c:a 37 sidor stora dokumentet består av text som också förekommer i 1 st källor.

José Vicente
Villarroel Bastidas

Firmado digitalmente por José
Vicente Villarroel Bastidas
Fecha: 2022.05.29 16:05:04-
05'00'

Ing. José Villarroel Bastidas, MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

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

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

Aprobado por:

AZUCENA ELIZABETH BERNAL GUTIERREZ
Digitally signed by
AZUCENA ELIZABETH
BERNAL GUTIERREZ
Date: 2022.06.25 10:08:59
-05'00'

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

GINA MARIUXI GUAPI ALAVA
Firmado digitalmente por
GINA MARIUXI
GUAPI ALAVA
Fecha: 2022.06.24
18:58:39 -05'00'

Ing. Azucena Bernal Gutiérrez, MSc.



Firmado electrónicamente por:
DENISSE MARGOTH ZAMBRANO MUNOZ

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Gina Guapi Álava, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Denisse Zambrano Muñoz,
MSc.

QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR

2022

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios por darme la oportunidad de finalizar este sueño de culminar mi carrera profesional, de brindarme salud y bienestar en mi vida. A mi madre Jessica María Maquilon Salas y a mi padre Marcelino Santos Parraga Rojas, por siempre estar a mi lado, por sus consejos, confianza, esfuerzo, apoyo en cada decisión que tomaba y amor. A mi hermano Jefferson Marcelo Parraga Maquilon por estar presente en cada momento en mi etapa como profesional, y a mi amigo Jonathan Castro por depositarme buenos consejos en el ámbito profesional, además agradezco a mis familiares, amigos y compañeros por brindarme sus confianzas y apoyo. A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, además la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción a todo el cuerpo de ingenieros por su apoyo, por los conocimientos que me brindaron en el desarrollo de mi formación académica y profesional, en especial al Ing. José Villarroel por haber guiado en el desarrollo de este proyecto de investigación y en su respectiva culminación.

A mi novia por apoyarme en cada paso que doy, estar siempre en buenas y malas. Siendo la mayor motivación en mi vida encaminada al éxito, Gracias a ella pude lograr alcanzar esta dichosa y muy merecida victoria en la vida, el poder haber culminado esta tesis con éxito y por querer siempre lo mejor para mi porvenir.

Jonathan Steven Parraga Maquilon

DEDICATORIA

El presente estudio se lo dedico principalmente a mi madre Jessica Maquilón y a mi padre Marcelo Párraga quienes son y serán siempre mi gran motivo de seguir adelante, por brindarme su apoyo en cada etapa que avanzo, amor, comprensión, esfuerzo, por guiarme por el camino del bien, por su motivación y consejos.

A mi hermano Jefferson Párraga y mi novia Elizabeth Zapata por ser los que siempre han estado en los buenos y malos momentos, por su apoyo incondicional en mi vida.

A mis abuelas Cruz María Sala y Dalila rojas por todo el amor que me brindad y sus grandes consejos, a mi abuelo Lucho Maquilón por siempre motivarme en cada una de mis sueños y en la memoria de mi abuelo Dimas Párraga, que sé que desde del cielo está muy orgulloso de verme cumplir una más de mis metas.

A mis grandes amigos: Ruby Uribe, Maritza Cabezas, Sandy Aguirre, Bryan Gamboa, Abel valencia, Paola Solórzano, Jonathan castro, Crystian Mejía y Erick Caballero que fueron parte importante de este camino y por apoyarme siempre en todo, y a todos los docentes que confiaron en mí en el transcurso de mi carrera universitaria.

A la familia Pacheco por su apoyo incondicional en cada una de mis etapas y a todas las personas que nos brindaron su apoyo a lo largo de esta investigación.

Jonathan Steven Parraga Maquilon

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por cuidarme en el transcurso de este camino, por darme fuerzas para no rendirme y mantenerme con buena salud. A mi madre Nelly Zambrano por todo el esfuerzo para lograr este sueño juntas y verlo realizado, por creer en mí, por ser mi guía y apoyo incondicional, por su amor, sus consejos y paciencia. Al esposo de mi mamá William Castro por brindarme su ayuda y cuidar a mi mamá en mi ausencia. A todos mis familiares, a mi hermano Héctor Zapata, a mi hermana de corazón Karina De La Cruz, a mi amiga Alexandra Rodríguez y mejor amigo Steven Guadalupe por estar presente en todo momento, por su apoyo, por estar en momentos difíciles, por su compañía, por cuidarme y apoyarme siempre. A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en especial a la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, por su excelente cuerpo docente que me dotó de nuevos conocimientos en el desarrollo académico y que posteriormente me ayudará en mi futuro campo laboral. Al Ingeniero José Vicente Villarroel por su apoyo constante en este Proyecto de Investigación, por su tiempo, sus consejos, preocupación y dedicación.

A mi novio Jonathan Parraga le agradezco por estar en mi camino, por estar en todo momento en las buenas y en las malas, por ser mi motivación, mi apoyo constante y estar en cada paso que doy. Agradezco su esfuerzo y dedicación para culminar con éxito este proyecto investigativo, por ser parte de esta alegría de presentar y deleitar esta tesis.

Cintha Elizabeth Zapata Zambrano

DEDICATORIA

A Dios por forjar mi camino, mi padre celestial, quien me mantiene de pie y con fe, quien me permite poder sonreír ante mis logros, por sus lecciones de vida en este camino lleno de aprendizaje. Con mucho amor le dedico este logro a mi mayor motor que es mi madre, gracias a su esfuerzo y dedicación lo he logrado, a mi novio por acompañarme en este proceso, por ser mi apoyo y ser parte de este momento especial, a mis amigos y familiares que me han brindado su apoyo y consejos a lo largo de este camino.

Cinthy Elizabeth Zapata Zambrano

RESUMEN

El mucílago de cacao es un medio rico para el desarrollo microbiano por la presencia de distintos azúcares, agua, pectina y sales minerales, ayudando a la fermentación con la presencia de *Saccharomyces cerevisiae*, por tal motivo este proyecto busca brindarle un valor agregado a este residuo que comúnmente se lo desechaba y de tal manera contribuir en el crecimiento económico del recinto Rio Chila, del cantón Valencia de la provincia de los Ríos. La presente investigación tiene como objetivo evaluar una cerveza artesanal tipo Ale con dos tipos de lúpulo (Cascade y Northern Brewer) y uso de mucílago de cacao (*Theobroma cacao L.*) de la variedad (Nacional y CCN-51) como fuente de azúcares. Se aplicó un diseño (AxBxC), los factores estudiados son A (variedades de cacao), B (concentración de mucílago) y C (tipos de lúpulo), los cuales corresponde a 8 tratamientos con 3 réplicas, obteniendo 24 unidades experimentales. Se utilizó el software estadístico STATGRAPHICS para establecer las diferencias estadísticas con la prueba de Tukey. Se realizó análisis físicos químicos, en el cual presentó valores de 0,51 % de acidez, 5,27 °Brix, pH 4,23, absorbancia 1,13, transmitancia 8 %, sólidos en suspensión 0,02g: 2,66 %, densidad 1,06 g/mL, turbidez 11,27 NTU, °GL 7,93 % vol., cantidad de espuma 1,67 cm, colorimetría L* 46,55, colorimetría a* 19,31, colorimetría b* 48,14 y grado de amargor 29,73 pH, también se realizó análisis microbiológico en el que se presenció ausencia total de coliformes totales. El mejor experimento se determinó mediante un análisis sensorial en el que participaron 18 catadores en los 24 tratamientos, evaluando apariencia, aroma, sabor y sensación en la boca, en el cual el mejor tratamiento Nacional + concentración 30 % + Cascade brindando excelentes características a la cerveza y una buena apreciación al consumidor.

Palabras clave:

Mucílago de cacao, residuo, valor agregado, concentración, cerveza artesanal

ABSTRACT

Cocoa mucilage is a rich medium for microbial development due to the presence of different sugars, water, pectin and mineral salts, helping fermentation with the presence of *Saccharomyces cerevisiae*, for this reason this project seeks to provide added value to this residue. that it was commonly discarded and thus contribute to the economic growth of the Rio Chila site, in the Valencia canton of the Los Ríos province. The objective of this research is to evaluate an Ale-type craft beer with two types of hops (Cascade and Northern Brewer) and the use of cocoa mucilage (*Theobroma cacao* L.) of the variety (Nacional and CCN-51) as a source of sugars. A design (AxBxC) was applied, the factors studied are A (cocoa varieties), B (mucilage concentration) and C (types of hops), which corresponds to 8 treatments with 3 replicates, obtaining 24 experimental units. STATGRAPHICS statistical software was used to establish statistical differences with Tukey's test. Physical chemical analysis was carried out, in which it presented values of 0.51% acidity, 5.27 °Brix, pH 4.23, absorbance 1.13, transmittance 8%, suspended solids 0.02g: 2.66%, density 1.06 g/mL, turbidity 11.27 NTU, °GL 7.93% vol., amount of foam 1.67 cm, colorimetry L* 46.55, colorimetry a* 19.31, colorimetry b* 48 .14 and degree of bitterness 29.73 pH, microbiological analysis was also carried out in which total absence of total coliforms was observed. The best experiment was determined through a sensory analysis in which 18 tasters participated in the 24 treatments, evaluating appearance, aroma, flavor and mouthfeel, in which the best Nacional treatment + 30% concentration + Cascade providing excellent characteristics to the beer and good consumer appreciation.

Keywords:

Cocoa mucilage, residue, added value, concentration, craft beer

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	iii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iv
REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	v
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	ix
DEDICATORIA	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRAC	xii
TABLA DE CONTENIDO	xiii
INDICE DE TABLAS.....	xvii
INDICE DE FIGURAS.....	xix
INDICE DE GRÁFICO	xix
INDICE DE ANEXOS	xx
CÓDIGO DUBLÍN	xxi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de la Investigación.	4
1.1.1. Planteamiento del problema.	4
1.1.2. Formulación del problema.	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo general.....	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
1.3. Justificación.	8

CAPÍTULO II.....	9
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
2.1. Marco Conceptual.....	10
2.1.1. Cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>).....	10
2.1.2. Variedades de cacao.....	10
2.1.3. Mucílago de cacao.....	11
2.1.3.1. Composición.....	11
2.1.3.2. Azúcares presentes.	12
2.1.3.3. Fermentación del mucílago.	12
2.1.4. La cerveza.	13
2.1.5. La cerveza en el Ecuador.....	13
2.1.6. Cerveza Artesanal.	13
2.1.7. Cerveza American IPA.....	14
2.1.8. Composición, aspecto y características Físico-químicas de la Cerveza.....	16
2.1.9. Composición de la cerveza.....	16
2.1.10. Cebada.....	17
2.1.11. Malta.....	18
2.1.12. El lúpulo.....	18
2.1.13. Levadura.....	21
2.1.14. El Agua.	21
2.2. Marco referencial.....	22
CAPÍTULO III.....	25
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
3.1. Localización.....	26
3.2. Tipo de investigación.	27
3.2.1. Investigación exploratoria.....	27
3.2.2. Investigación descriptiva	27
3.2.3. Investigación experimental.	27
3.3. Métodos de investigación.	28
3.3.1. Método inductivo – deductivo.....	28
3.3.2. Métodos estadísticos.....	28

3.4. Fuentes de recopilación de información.....	28
3.4.1. Fuentes primarias.....	28
3.4.2. Fuentes secundarias.....	28
3.5. Diseño de la investigación.....	29
3.5.1. Factores en estudio.....	29
3.5.2. Esquema del ANOVA.....	30
3.5.3. Arreglo multifactorial.....	30
3.6. Instrumentos de investigación.....	31
3.6.1. Análisis físico químico.....	31
3.6.2. Análisis microbiológicos.....	36
3.7. Tratamientos de los datos.....	37
3.8. Recursos humanos y materiales.....	38
3.8.1. Recursos humanos.....	38
3.8.2. Recursos materiales.....	38
3.9. Obtención de la materia prima mucílago de cacao.....	40
3.10. Descripción del proceso de la elaboración de la cerveza artesanal tipo Ale, con dos tipos de lúpulo y sustitución parcial con dos variedades de mucílago de cacao.....	41
3.11. Seguimiento de la cerveza artesanal tipo Ale.....	44
3.12. Análisis sensorial de la cerveza artesanal tipo Ale.....	44
CAPÍTULO IV.....	45
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
4.1. Resultados.....	46
4.1.1. Con respecto a los análisis físicos-químicos de la cerveza artesanal tipo Ale.....	46
4.1.2. Resultados de los análisis microbiológicos de la cerveza artesanal tipo Ale.....	69
4.1.3. Resultados del análisis sensorial de la cerveza artesanal tipo Ale.....	72
4.2. Discusión.....	78
4.2.1. Con respecto a la interacción AxBxC (Variedades de mucílago + Concentración de mucílago + Tipo de lúpulo) de los análisis físico-químicos.....	78
4.2.2. Con respecto a la interacción AxBxC (Variedades de mucílago + Concentración de mucílago + Tipo de lúpulo) de los análisis microbiológicos.....	85
4.2.3. Con respecto a la interacción AxBxC (Variedades de mucílago + Concentración de mucílago + Tipo de lúpulo) del análisis sensorial.....	86
CAPÍTULO V.....	88

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
5.1. Conclusiones.....	89
5.2. Recomendaciones.....	90
CAPÍTULO VI	91
BIBLIOGRAFÍA	91
Bibliografía.....	92
CAPÍTULO VII	97
ANEXOS	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes que se encuentran en el mucílago de cacao.....	11
Tabla 2. Componentes ácidos presentes en el lúpulo Cascade americano	19
Tabla 3. Componentes del aceite presente en el lúpulo Cascade americano.....	19
Tabla 4. Componentes del aceite presente en el lúpulo Cascade Northern Brewer	20
Tabla 5. Componentes del aceite presente en el lúpulo Northern Brewer	20
Tabla 6. Factores que intervienen en el estudio experimental.	29
Tabla 7. TAV (Tabla de Análisis de Varianza) esquemática para el diseño x propuesto para esta etapa de la investigación.	30
Tabla 8. <i>Combinación de los tratamientos en estudio.</i>	30
Tabla 9. Análisis que se efectuaron en el estudio:.....	31
Tabla 10. Tratamiento de los datos.....	37
Tabla 11. ANOVA de Acidez Titulable de la cerveza artesanal tipo Ale.....	46
Tabla 12. ANOVA de °Brix de la cerveza artesanal tipo Ale.	47
Tabla 13. ANOVA de pH de la cerveza artesanal tipo Ale.....	48
Tabla 14. ANOVA de la Absorbancia 1:0 de la cerveza artesanal tipo Ale.....	49
Tabla 15. ANOVA de la Transparencia 1:0 de la cerveza artesanal tipo Ale.....	50
Tabla 16. ANOVA de los sólidos en suspensión de la cerveza artesanal tipo Ale.	51
Tabla 17. ANOVA de la densidad de la cerveza artesanal tipo Ale.....	52
Tabla 18. ANOVA de la Turbidez de la cerveza artesanal tipo Ale.....	53
Tabla 19. ANOVA de Grados alcohólicos en la cerveza artesanal tipo Ale.	54
Tabla 20. ANOVA de la Cantidad de espuma en la cerveza artesanal tipo Ale.	55
Tabla 21. ANOVA de Colorimetría de espectro L* en la cerveza artesanal tipo Ale.	56
Tabla 22. ANOVA de Colorimetría de espectro a* en la cerveza artesanal tipo Ale.....	57
Tabla 23. ANOVA de Colorimetría de espectro b* en la cerveza artesanal tipo Ale.....	58
Tabla 24. ANOVA del Grado de amargor (IBU) en la cerveza artesanal tipo Ale	59
Tabla 25. Resultados de las diferencias de medias entre variedades de cacao y concentración de mucílago de la cerveza artesanal.....	66
Tabla 26. Resultados de las diferencias de medias entre las variedades de cacao y los tipos de lúpulo de la cerveza artesanal.	66
Tabla 27. Resultados de las diferencias de medias entre la concentración de mucílago y los tipos de lúpulo de la cerveza artesanal.....	67
Tabla 28. Resultados de las diferencias de medias entre las variedades de cacao, concentración de mucílago y los tipos de lúpulo de la cerveza artesanal.....	68
Tabla 29. ANOVA de microorganismos presentes en la cerveza artesanal tipo Ale	69
Tabla 30. Resultados de las diferencias de medias entre las variedades de cacao, concentración	

de mucílago y los tipos de lúpulo de la cerveza artesanal.....	70
Tabla 31. Análisis microbiológicos de coliformes totales a la cerveza artesanal tipo Ale.....	71
Tabla 32. ANOVA de Apariencia en el análisis sensorial de la cerveza artesanal tipo Ale	72
Tabla 33. ANOVA de Aroma en el análisis sensorial de la cerveza artesanal tipo Ale	73
Tabla 34. ANOVA de Sabor en el análisis sensorial de la cerveza artesanal tipo Ale	74
Tabla 35. ANOVA de Sensación en la boca en el análisis sensorial de la cerveza artesanal tipo Ale.....	75
Tabla 36. Análisis del mucílago de cacao Nacional y CCN-51.....	76
Tabla 37. Recuento microbiológico del mucílago de cacao por un tiempo de 48 horas.....	76
Tabla 38. Análisis de Testigo 1 y Testigo2.....	77
Tabla 39. Resultado de los análisis físicos-químicos de la interacción AxBxC (Variedades de mucílago + Concentración de mucílago + Tipo de lúpulo) de la cerveza artesanal tipo Ale con adición parcial de mucílago de cacao.....	78
Tabla 40. Resultado de los análisis microbiológicos de la interacción AxBxC (Variedades de mucílago + Concentración de mucílago + Tipo de lúpulo) de la cerveza artesanal tipo Ale con adición parcial de mucílago de cacao.....	85
Tabla 41. Resultados de las diferencias de medias entre las variedades de cacao, concentración de mucílago y los tipos de lúpulo de la cerveza artesanal, por medio de la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Apariencia; Aroma; Sabor; Sensación en la boca.....	86
Tabla 42. Parámetros técnicos de la cerveza American IPA.....	98
Tabla 43. Seguimiento en el proceso de fermentación de la cerveza Artesanal tipo Ale con adición parcial de mucílago de cacao.....	114
Tabla 44. EBC de los 24 tratamientos de la cerveza artesanal tipo Ale.....	121
Tabla 45. Medias de los resultados del análisis de los 18 participantes en la catación de la cerveza artesanal tipo Ale.	126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo	26
Figura 2. Color de la cerveza (EBC)	34
Figura 3. Diagrama de la cerveza artesanal Ale con adición parcial de mucílago de cacao (Nacional - CCN-51) y lúpulo (Cascade - Northern Brewer).....	43

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1. Resultados de las medias entre las variedades de mucílago de cacao CCN-51 y mucílago Nacional de la cerveza artesanal tipo Ale.....	60
Gráfico 2. Resultados de las diferencias de medias entre la concentración de mucílago al 20% y 30 % de la cerveza artesanal.....	62
Gráfico 3. Resultados de las diferencias de medias entre los tipos de lúpulo Cascade y Northern Brewer de la cerveza artesanal.....	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Parámetros técnicos de elaboración de la cerveza American IPA 20L (EMPRESA BEERLAND STORE).....	98
Anexo 2. Facturas del Kit, implementos y botellas.....	99
Anexo 3. Insumos del Kit para la elaboración de la cerveza Ale.....	102
Anexo 4. Ficha técnica del lúpulo Cascade.....	103
Anexo 5. Ficha técnica de Northern Brewer.....	104
Anexo 6. Recolección y tratamiento de la materia prima (Mucílago de cacao Nacional y CCN-51).....	105
Anexo 7. Proceso de elaboración de la cerveza artesanal tipo Ale, con el kit de cerveza artesanal American IPA.....	106
Anexo 8. Envasado y maduración.....	109
Anexo 9. Seguimiento a los 15 días de fermentación del mosto.....	111
Anexo 10. Diagramas de pasteurización del mucílago de cacao.....	113
Anexo 11. Datos obtenidos del seguimiento en el proceso de fermentación durante los 15 días..	114
Anexo 12. Análisis de pH y °Brix en el seguimiento.....	116
Anexo 13. Análisis realizados a la cerveza artesanal tipo Ale con adición de mucílago (Nacional - CCN-51) y lúpulo (Cascade - Northern Brewer).....	117
Anexo 14. Escala EBC de la cerveza artesanal tipo Ale.....	121
Anexo 15. Ficha sensorial de los 24 tratamientos.....	122
Anexo 16. Catación.....	125
Anexo 17. Tabulación del análisis sensorial.....	126
Anexo 18. Norma NTE INEN 2262.....	127
Anexo 19. Normas microbiológicas por alimentos.....	135

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Evaluación de cerveza artesanal tipo ale con dos tipos de lúpulo y uso de mucílago de cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>) como sustituto parcial de la levadura.				
Autores:	Parraga Maquilon Jonathan Steven Zapata Zambrano Cinthya Elizabeth				
Palabras claves:	mucílago de cacao	residuo	valor agregado	concentración	cerveza artesanal
Fecha de publicación:					
Editorial:	Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2022				
Resumen:	<p>Resumen. - El mucílago de cacao es un medio rico para el desarrollo microbiano por la presencia de distintos azúcares, agua, pectina y sales minerales, ayudando a la fermentación con la presencia de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>, por tal motivo este proyecto busca brindarle un valor agregado a este residuo que comúnmente se lo desechaba y de tal manera contribuir en el crecimiento económico del recinto Rio Chila, del cantón Valencia de la provincia de los Ríos. La presente investigación tiene como objetivo evaluar una cerveza artesanal tipo Ale con dos tipos de lúpulo (Cascade y Northern Brewer) y uso de mucílago de cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>) de la variedad (Nacional y CCN-51) como fuente de azúcares. Se aplicó un diseño (AxBxC), los factores estudiados son A (variedades de cacao), B (concentración de mucílago) y C (tipos de lúpulo), los cuales corresponde a 8 tratamientos con 3 réplicas, obteniendo 24 unidades experimentales. Se utilizó el software estadístico STATGRAPHICS para establecer las diferencias estadísticas con la prueba de Tukey. Se realizó análisis físicos químicos, en el cual presentó valores de 0,51 % de acidez, 5,27 °Brix, pH 4,23, absorbancia 1,13, transmitancia 8 %, sólidos en suspensión 0,02g: 2,66 %, densidad 1,06 g/mL, turbidez 11,27 NTU, °GL 7,93 % vol., cantidad de espuma 1,67 cm, colorimetría L* 46,55, colorimetría a* 19,31, colorimetría b* 48,14 y grado de amargor 29,73 pH, también se realizó análisis microbiológico en el que se presenció ausencia total de coliformes totales. El mejor experimento se determinó mediante un análisis sensorial en el que participaron 18 catadores en los 24 tratamientos, evaluando apariencia, aroma, sabor y sensación en la boca, en el cual el mejor tratamiento Nacional + concentración 30 % + Cascade brindando excelentes características a la cerveza y una buena apreciación al consumidor.</p> <p>Abstract. - Cocoa mucilage is a rich medium for microbial development due to the presence of different sugars, water, pectin and mineral salts, helping fermentation with the presence of <i>Saccharomyces cerevisiae</i>, for this reason this project seeks to provide added value to this residue. that it was commonly discarded and thus contribute to the economic growth of the Rio Chila site, in the Valencia canton of the Los Ríos province. The objective of this research is to evaluate an Ale-type craft beer with two types of hops (Cascade and Northern Brewer) and the use of cocoa mucilage (<i>Theobroma cacao L.</i>) of the variety (Nacional and CCN-51) as a source of sugars. A design (AxBxC) was applied, the factors studied are A (cocoa varieties), B (mucilage concentration) and C (types of hops), which corresponds to 8 treatments with 3 replicates, obtaining 24 experimental units. STATGRAPHICS statistical software was used to establish statistical differences with Tukey's test. Physical chemical analysis was carried out, in which it presented values of 0.51% acidity, 5.27 °Brix, pH 4.23, absorbance 1.13, transmittance 8%, suspended solids 0.02g: 2.66%, density 1.06 g/mL, turbidity 11.27 NTU, °GL 7.93% vol., amount of foam 1.67 cm, colorimetry L* 46.55, colorimetry a* 19.31, colorimetry b* 48.14 and degree of bitterness 29.73 pH, microbiological analysis was also carried out in which total absence of total coliforms was observed. The best experiment was determined through a sensory analysis in which 18 tasters participated in the 24 treatments, evaluating appearance, aroma, flavor and mouthfeel, in which the best National treatment + 30% concentration + Cascade providing excellent characteristics to the beer and good consumer appreciation.</p>				
Descripción:	157 hojas; dimensiones, 29 x 21 cm + CR-ROM 6162				
URI:	(en blanco hasta cuando se dispongan los repositorios)				

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao, L.*), es una especie del género *Theobroma*, de la familia de las Malvaceae, la cual cuenta con más de 22 especies, es originaria de Sudamérica y domesticada en Mesoamérica (Arvelo Sánchez, González León, Maroto Arce, Delgado López, & Montoya Rodríguez, 2017). Se ha estimado que la producción de cacao involucra entre 5 a 6 millones de agricultores a nivel mundial, en el año 2019-2020, la producción mundial de cacao fue de 4,7 millones de toneladas, de esta producción anual en Latino América se produjeron el 18.4 % (0.9 millones t), Costa de Marfil y Ghana son los primeros dos países de mayor producción (2.1 y 0.8 millones t respectivamente) y Ecuador el tercero (0.32 millones t) (García Briones, Pico Pico, & Jaimez, 2021).

En Ecuador se cultivan dos tipos de cacao: los cultivares tipo Nacional, y el clon CCN- 51, los primeros son cultivados mayormente en sistemas agroforestales por pequeños productores y algunas empresas que tienen extensiones que sobrepasan las 120 ha (García Briones, Pico Pico, & Jaimez, 2021). Dentro de la producción cacaotera surge un problema central que es el desaprovechamiento de mucílago de cacao, es considerada una sustancia viscosa que posee azúcares de 10 a 13 %, ácido cítrico de 1 a 2% y sales de 8 a 10%, además esta pulpa es usada en subproductos como jalea de cacao, alcohol, pulpas procesadas y vinagre (Arteaga Estrella, 2013).

En la actualidad en el Ecuador, existen alrededor de 250 cervecerías artesanales, las mismas se encuentran distribuidas en las principales ciudades del país, siendo Quito y Guayaquil el principal mercado, el consumo de este tipo de cerveza se da principalmente en bares y restaurantes (Martínez Gómez, 2015). Con este proyecto investigativo se busca establecer una cerveza artesanal tipo Ale representativa de la provincia de los Ríos con la adición del mucílago de cacao perteneciente a la misma y darle un valor agregado a esta materia prima.

La cerveza artesanal de tipo Ale son aquellas que se elaboran a temperatura ambiente debido a que la levadura empleada en este tipo de cerveza en su proceso fermentación final se encuentra en la parte superior del mosto debido a este argumento se la considera de fermentación alta, la levadura utilizada generalmente en la elaboración de esta cerveza es la *Saccharomyces cerevisiae* donde sus temperaturas ideales para su desarrollo están dentro de los 15 a 25°C, el tiempo óptimo para su fermentación es muy corto donde la culminación de

este tipo de cerveza rodea entre una a dos semanas (González, 2017).

Para el amargor de la cerveza artesanal se utilizó el lúpulo, este ingrediente tiene una serie de propiedades las cuales son: proporcionar el amargor que compensa el dulzor de la malta y la retención de espuma, Además debido a los polifenoles que posee el lúpulo permite crear la sedimentación en la cerveza (Suárez Díaz, 2013).

Dentro del estudio de la cerveza artesanal se utilizaron 2 tipos de lúpulo Northern Brewer 7,4 % AA, que es utilizado como lúpulo dual proporcionando unas propiedades amargas excelentes de amargor medio, un aroma agradable a hierba y madera, también se utilizó el lúpulo Cascade americano 6,4 % AA, que se caracteriza por un específico aroma a medio camino entre las flores de cítricos y la uva.

La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar una cerveza artesanal tipo Ale con dos tipos de lúpulo (Cascade y Northern Brewer) y uso de mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) de la variedad (Nacional y CCN-51) como sustituto parcial de la levadura.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la Investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

Nuestro país posee una alta producción de cacao fino de aroma (Nacional y CCN51), Ecuador cuenta con cultivos mayormente en el Litoral y en la Amazonía (Anecacao, 2015). La producción de cacao es principalmente en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí y Sucumbíos, nuestro país cuenta con la mayor participación en este segmento del mercado mundial (Anecacao, 2015). Sin embargo, al abrir la mazorca de cacao solo se obtiene las semillas de cacao y se desecha el resto de sus componentes como el mucílago, funículo, placenta y cascara, siendo así la causa de contaminación y pérdidas de darle un valor agregado a estos residuos.

Durante el proceso de extracción se produce la separación del mucílago y las semillas que son tratadas mediante secado para la producción de chocolate y manteca, mientras que el mucílago simplemente es desechado y no tiene un tratamiento adecuado para su transformación de esta forma no optimizamos una materia prima que contiene valiosos componentes para ser aplicados en diferentes procesos y poder generar nuevos productos.

En el proceso de obtención del mucílago, muestras inconvenientes debido a su alta presencia de microorganismos que contiene, como también la mala manipulación al momento de obtener las semillas y al poner el mucílago en recipientes que no han sido previamente esterilizados, por lo cual requerirá pasar por un tratamiento para que sea apto para el consumo, es decir que su uso en el producto que se elabore no afecte en la salud de los consumidores.

Diagnóstico

La fermentación es un proceso de transformación que soportan ciertas materias orgánicas debido a las enzimas segregadas por microorganismos. La fermentación tiene lugar en ambiente anaeróbico, con degradación de la sustancia orgánica en compuestos intermedios que actúan de donadores y aceptores de electrones (proceso de óxido-reducción) con liberación de energía. La presencia de azúcares y levaduras en el mucílago de cacao permite llevar a cabo procesos fermentativos es así que se puede incrementar o disminuir sus concentraciones por su fácil manejo y adaptabilidad a los diferentes sustratos y por ser una materia orgánica vegetal no genera ningún tipo de componentes que puede afectar a la salud

de las personas, por tal motivo en algunas investigaciones se aplicó el mucílago de cacao también como conservante por la presencia de bacterias ácidos lácticas que ayuda a controlar el crecimiento microbiano en diferentes tipos de carnes.

Pronóstico

El mucílago de cacao es poco aprovechado debido al desconocimiento de sus propiedades por lo cual se origina un desperdicio de materia prima, siendo este residuo a gran escala un problema de origen ambiental, por lo que es necesario realizar investigaciones, innovaciones o soluciones tecnológicas para disminuir su impacto, por el cual la presente investigación se enfocará en aprovechar sus características con el fin de obtener una cerveza artesanal de muy buena aceptabilidad para el consumidor, basándonos en la normativa Ecuatoriana NTE INEN 2262 de cerveza industrial y a su vez en la norma microbiológicas de derivados del cacao. Además de mejorar la calidad de vida de los pequeños y medianos productores de cacao.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Qué efectos tiene la adición del mucílago de cacao de las variedades Nacional y CCN-51 en el proceso fermentativo de una cerveza tipo Ale?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuál será el porcentaje de mucílago (20 y 30 %) de cacao que influirá en forma positiva en la fermentación de la cerveza tipo Ale?

¿Cómo afectará en las características sensoriales de la cerveza artesanal la aplicación de mucílago de cacao?

¿Qué cambios físicos y químicos se obtendrá en la cerveza artesanal con la aplicación de mucílago de cacao?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

Evaluar una cerveza artesanal tipo Ale con dos tipos de lúpulo (Cascade y Northern Brewer) y uso de mucílago de cacao (*Theobroma cacao L.*) de la variedad (Nacional y CCN-51) como sustituto parcial de la levadura

1.2.2. Objetivos específicos.

- Evaluar el efecto en el proceso fermentativo al añadir dos concentraciones (20 y 30 %) de mucílago de cacao proporcionados por las dos variedades (Nacional y CCN51)
- Establecer el porcentaje de lúpulo (Cascade y Northern brewer) en la elaboración de la cerveza tipo Ale
- Analizar las características físico – químicas y organolépticas de la cerveza tipo ale con la adición de mucílago de cacao

Hipótesis

Se formulan las siguientes hipótesis, una vez identificado y definido el problema, se plantean las hipótesis, mismas que se desarrollan sobre la base de la investigación, considerando de esta manera hipótesis nula (H_0) e hipótesis alternativa (H_1), con las cuales se intenta adelantar una explicación teórica del problema y con ello facilitar la solución práctica. Estas hipótesis se plantean como las respuestas esperadas a la pregunta que se ha planteado.

H₀: Las concentraciones del mucílago de cacao (20 y 30 %) de las dos variedades (Nacional y CCN-51) influyen en el proceso fermentativo

H₁: Las concentraciones del mucílago de cacao (20 y 30 %) de las dos variedades (Nacional y CCN-51) no influyen en el proceso fermentativo

H₀: El porcentaje de lúpulo (Cascade y Northern brewer) influye en la elaboración de la cerveza tipo Ale

H₁: El porcentaje de lúpulo (Cascade y Northern brewer) no influye en la elaboración de la cerveza tipo Ale

H₀: La adición de mucílago de cacao influye en las características físico-químicas y organolépticas de la cerveza tipo Ale

H₁: La adición de mucílago de cacao no influye en las características físico-químicas y organolépticas de la cerveza tipo Ale

1.3. Justificación.

La presente investigación tiene como objetivo aprovechar el mucílago de cacao para la elaboración de una cerveza artesanal tipo Ale, en combinación con lúpulos diferentes, el cual esta materia prima posteriormente es obtenida de una fruta (*Theobroma cacao L*), la misma que busca contribuir en la contaminación ambiental al darle un valor agregado a este residuo. Se propone utilizar dos concentraciones de cacao de las variedades (Nacional y CCN-51) con la finalidad de proporcionar un producto novedoso y contribuir en el crecimiento económico de los agricultores del Recinto Río Chila.

En el mucílago de cacao existen colonias blancas cremosas de elevación convexa, forma circular y margen redondeado, con cepas de 3 mm \pm 5 aproximadamente, esta descripción macroscópica corresponde a la especie *Saccharomyces cerevisiae*. Esta levadura aplica el efecto Killer para inhibir el crecimiento de otras levaduras (Guerra Vera , 2019). Además el mucílago de cacao está compuesto por el 80% de agua, células esponjosas parenquimatosas, que contienen savias ricas en azúcares como la sacarosa, glucosa y fructosa (10- 13%), pentosas (2-3%), minerales predominantes potasio (K), sodio (Na), calcio (Ca) y magnesio (Mg), ácido cítrico (1-2%) y sales (8-10) (Morocho Espinoza, 2018).

En este estudio se conocerá como influye el mucílago de cacao a diferentes concentraciones (20 y 30%) y dos tipos de lúpulos (Cascade y Northern breve) en las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales en la cerveza Ale. Cabe mencionar que el mucílago de cacao será utilizado en este proyecto como un sustituto parcial de la levadura comercial en donde brindará su aroma, sabor y apariencia de este residuo.

La cerveza se efectuará de manera artesanal desde su inicio hasta el final del proceso, por esta razón se llevará a cabo un control en el proceso fermentativo, este control consiste en medir PH y °Brix de los mostos durante los 15 días de fermentación del producto, con esto se determinará como actúan los azúcares y levaduras que están presente en el mucílago de cacao, por el cual se conocerá que el mucílago de cacao si logra realizar una fermentación alcohólica.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. Cacao (*Theobroma cacao L.*)

El árbol de cacao es una planta que crece de forma silvestre, cuyo origen se ubicaría hace más de cuatro mil años en la cuenca del río Amazonas, las más antiguas referencias históricas indican que fue domesticado en América Central por la cultura Maya, que lo consumía como bebida amarga, fue descubierto durante las primeras exploraciones de América, el cacao se extendió con éxito a través de Europa en el siglo XVII conforme se le fueron añadiendo edulcorantes y saborizantes (Morales, y otros, 2015).

El cacao es usado principalmente en la elaboración de chocolates, siendo a nivel mundial, Costa de Marfil el mayor productor de grano de cacao, a nivel latinoamericano, Colombia ocupa el cuarto lugar entre los países productores y a nivel nacional, el departamento de Santander concentra la mayor producción de grano de cacao (Sanchez, Rodríguez, Castro D, & Trujillo, 2019).

2.1.2. Variedades de cacao.

2.1.2.1. Cacao Nacional.

El cacao con buen aroma y de alta calidad tiene características únicas de aroma y sabor que exigen por los fabricantes de chocolate y representa únicamente la quinta parte de la producción mundial de cacao, Ecuador, debido a la condiciones geográficas y sus abundantes recursos biológicos, esta variedad a nivel mundial se encuentra con 63 % de producción, el mismo que lleva muchos años en el mercado internacional por su gran sabor y características especiales como su aroma (Anecacao, 2015).

El grano seco de cacao es mayormente utilizado en productos como chocolates refinados, el chocolate fino destaca gracias a las características q posee el cacao como su pureza, aroma y sabor, el cual promueve la Asociación Nacional de Exportadores de Cacao, Ecuador es considerado uno de los países más competitivo en esta materia prima seguido por países como Venezuela, Panamá y México, pero estos en una posición lejana (Anecacao, 2015) de chocolate y representa únicamente la quinta parte de la producción mundial de cacao, Ecuador gracias a su condiciones geográficas, permite que el cacao de la variedad nacional sea un producto de excelencia, aroma único y representa un 63% de la producción mundial (Anecacao, 2015).

2.1.2.2. Cacao clon CCN-51.

Es un cacao clonado originario de Ecuador, que fue anunciado en el año 2005, día 22 del mes de junio, por acuerdo ministerial, un bien de alta productividad, gracias al Ministerio de Agricultura se pudo promover la producción de este cacao y exportación (Anecacao, 2015).

2.1.3. Mucílago de cacao.

En el proceso del cacao se generan residuos como el mucílago (baba) que presenta un incipiente uso por la industria ecuatoriana debido al desconocimiento de sus propiedades fisicoquímicas y la carencia de innovación tecnológica para su manejo y transformación, a nivel nacional se han realizado estudios referentes a la reutilización del mucílago de cacao como materia prima en la elaboración de alimentos de consumo humano (Santana, Vera, Vallejos, & Alvares, 2019).

Por lo general se desperdician más de 70 litros por toneladas de este material viscoso, esta pulpa tiene un delicioso sabor tropical y es utilizada en la producción de alimentos en varios países como Brasil, Costa Rica y Colombia, en Ecuador no existen otros usos industriales adicionales para el mucílago de cacao, razón por la cual, la elaboración de jalea, puede ser una estrategia para aumentar los ingresos a los agricultores de cacao (Vallejo, y otros, 2016).

2.1.3.1. Composición.

Tabla 1. Componentes que se encuentran en el mucílago de cacao.

Elementos	%p/p
Agua	79,2 – 84,2
Proteína	0,09 – 0,11
Azúcares	12,50 -15,9
Glucosa	11,6 -15,32
Pectinas	0,9 – 1,19
Ácido cítrico	0,77 – 1,52
Pectinas	0,40 – 0,50

Fuente: (Villegas & Macías, 2019)

2.1.3.2. Azúcares presentes.

Una pulpa aromática recubre los granos de cacao procedente de sus tegumentos, se conoce como mucílago de cacao a esa pulpa, se compone por células esponjosas parenquimatosas, que contienen savia ricas en azúcares con un porcentaje de 10 a 13%, pentosas de 2 a 3%, ácido cítrico del 1 a 2% y también sales de 8 a 10%, durante la cosecha de los granos del cacao, el mucílago es removido por la fermentación en forma de exudado, en el proceso de fermentación del mucílago de cacao distintos microorganismos brindan sustratos los cuales son encargados de dar un excelente sabor y aroma a el chocolate (Morocho Espinoza, 2018).

Dicho mucílago forma un gel cuando está hidratado y se convierte en hidrofóbico después del secado, el mucílago de cacao es una sustancia viscosa, generalmente hialina, que contiene la mazorca del cacao, es un medio rico para el desarrollo microbiano por la presencia de distintos azúcares, agua, pectina y sales minerales, ayudando a la fermentación del cacao, está compuesto por el 80% de agua y es rico en azúcares como la sacarosa, glucosa y fructosa, minerales predominantes potasio (K), sodio (Na), calcio (Ca) y magnesio (Mg), el contenido de pectina del mucílago es comparado con el de las manzanas, limón y la papaya, que son las principales fuentes de pectina comercial, las aplicaciones del mucílago de cacao dentro de la industria alimentaria son escasas; sin embargo, mediante nuevas investigaciones se lo ha utilizado en la elaboración de vinos, mermeladas, bebidas hidratantes, jaleas y jarabes (Morocho Espinoza, 2018).

2.1.3.3. Fermentación del mucílago.

En este proceso ocurren cambios bioquímicos que permiten en las almendras el desarrollo de los precursores del sabor y aroma, los factores de calidad determinados por la fermentación son los más importantes, ya que generalmente el chocolate preparado de cacao sin fermentar no posee el sabor y aroma del verdadero chocolate, es decir con una buena fermentación las almendras desarrollan el aroma y sabor a chocolate (Rojas Sosa & Rojas Manayay, 2017).

El cacao mal fermentado, ya sea tipo Nacional no podrá desarrollar su propio sabor, llegando a tener una clasificación de baja calidad y la fermentación involucra dos fenómenos distintos, pero no independientes en la cual una es la que permite quitar del grano la sustancia viscosa considerada fermentación microbiana y otra que induce a un conjunto de reacciones bioquímicas internas en los cotiledones, el cual permite la modificación de la semilla en su composición química y en el aroma (Rojas Sosa & Rojas Manayay, 2017).

2.1.4. La cerveza.

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

La industria cervecera fabrica millones de litros de cerveza al día, las cuales en sus etapas se caracterizan por ser automatizadas (en su mayoría) y otras manuales, pero el sabor y aroma característico se presenta de acuerdo con la preparación y materias primas que se utilice, así mismo este componente depende de las condiciones y calidad que presente el proceso de elaboración (Gómez Pinto, 2021).

2.1.5. La cerveza en el Ecuador.

En Ecuador la producción de cerveza empezó desde el siglo XVI en Quito, en donde algunos la consideran como una costumbre, la cerveza tiene una gran importancia en el mercado nacional e internacional, que lidera como uno de los productos con alto consumo en América Latina y el mundo, esto ubica a Ecuador en el noveno puesto en cuanto al consumo per cápita (Gómez Pinto, 2021).

El país dentro del periodo 2013-2018, la importación de productos de consumo especial (cerveza) osciló entre el 17.9 %, cabe mencionar que las cervezas que más se comercializan en el mundo y en Ecuador es de origen mexicano, tomando en cuenta lo antes mencionado se registró de acuerdo al SRI (Servicio de Rentas Internas) (Gómez Pinto, 2021).

2.1.6. Cerveza Artesanal.

Las cervezas artesanales son fabricadas en menor escala debido a que su vida útil es muy corta, las personas que se dedican a la elaboración de este tipo de cervezas son independientes y lo hacen como un entretenimiento (González, 2017).

La Brewer Association De Estados Unidos establece 3 requisitos básicos para considerar a un cervecero como artesanal:

- A) Ser productor de volúmenes pequeños.
- B) Ser independiente y no está relacionado con ninguna gran empresa fabricante.
- C) Cuidar el aspecto tradicional de su método de elaboración (González, 2017).

El movimiento de las cervecerías artesanales tal como conocemos hoy, cobró un gran auge durante la década de 1970 en el Reino Unido y posteriormente se extendió a otros países, el término y la tendencia llegaron a los Estados Unidos en la década de 1980 y donde fue utilizado para designar a cervecerías de que producían menos de 15000 L de cerveza por año (González, 2017).

2.1.6.1. Cervezas Ale.

Son elaboradas con levadura que tienden a permanecer cerca de la superficie del mosto al final del proceso fermentativo, de ahí que a esta cerveza se las denomina de fermentación alta (González, 2017).

La levadura empleada para este tipo de cerveza es generalmente *Saccharomyces cerevisiae*, la cual se utiliza también en fabricación del pan y del vino, su temperatura óptima para el desarrollo está comprendida entre los 15 y los 25 °C, por lo que se dice con frecuencia que realiza una fermentación caliente, esto permite que puedan ser producidas a temperaturas ambientes y no requieran un ambiente frío, el tiempo de fermentación es relativamente corto, pudiendo ser culminado en una o dos semanas y debido a estas características, la cerveza tipo ale son las preferidas por los fabricantes artesanales (González, 2017).

2.1.7. Cerveza American IPA.

- **Aroma**

De un prominente a intenso aroma a lúpulo con carácter floral, cítrico, como el del perfume, a pino, resinoso y/o frutal, derivado de los lúpulos americanos, muchas versiones tienen dry-hopping y pueden tener aroma adicional a hierbas, aunque esto no es requerido, algo de dulzor maltoso limpio puede hallarse en el gusto de fondo, pero debe ser a un nivel menor que en los ejemplos de cervezas inglesas y en algunas versiones puede detectarse un carácter frutal, ya sea de los ésteres o de los lúpulos, aunque el carácter neutro de la fermentación también es aceptable y algo de alcohol puede ser percibido (BJPC, 2018).

- **Aspecto**

El color varía de dorado medio a cobre rojizo medio; algunas versiones pueden tener un tinte anaranjado, debe ser traslúcida, aunque las de tipo no filtradas con dry-hopping, pueden ser un poco turbias, excelente espuma, con sostén, de color blancuzca que debe persistir (BJPC, 2018).

- **Sabor**

Sabor característico a lúpulo, son de medio a alto y reflejan un carácter a lúpulo americano con aspectos cítricos, floral, resinoso, a pino o aspectos frutales, el amargor de los lúpulos va de medio-alto a muy alto, aunque la columna vertebral de la malta apoyará el fuerte sabor a lúpulo y proporcionará el balance óptimo, el sabor a malta debe ser bajo a medio y generalmente es límpido y con maltosidad dulce, aunque son aceptables, a bajos niveles, algo de sabores a caramelo o a tostado, sin diacetil y es aceptable un bajo carácter frutal pero no es requerido (BJPC, 2018).

El amargor puede permanecer en el retrogusto, pero no debe ser áspero, el gusto final es medio seco a seco, puede percibirse algún sabor a alcohol límpido en las versiones más fuertes, la avena es inapropiada para este estilo y puede ser levemente sulfurosa pero la mayoría de los ejemplos no exhiben este carácter (BJPC, 2018).

- **Sensación en boca**

Cuerpo medio-liviano a medio, suave, sensación en boca sin astringencia derivada del lúpulo, aunque la carbonatación moderada a medio-alta puede combinarse para entregar una sensación seca en su totalidad, en presencia del dulzor de la malta, alguna tibieza a alcohol puede y debe ser percibida en versiones más fuertes (pero no en todas) y el cuerpo es generalmente menor que sus contrapartes inglesas (BJPC, 2018).

- **Impresión general**

Una pale ale americana decididamente amarga, lupulada y moderadamente fuerte (BJPC, 2018).

- **Historia**

Una versión americana del histórico estilo inglés, elaborada utilizando ingredientes y actitud

americanos (BJPC, 2018).

- **Ingredientes**

Malta pale ale (bien modificada y adecuada para maceración simple por infusión); lúpulos americanos; la levadura americana puede darle un perfil límpido o levemente frutado, generalmente todo malta, pero macerada a temperaturas más bajas para lograr una atenuación alta, el carácter del agua varía de blanda a moderadamente sulfatada y las versiones con un notable carácter a centeno (la “Rye IPA”) deberían entrar en la categoría 23 del BJCP - Specialty Beer (Cervezas especiales) (BJPC, 2018).

- **Estadísticas Vitales**

DI.: 1.056-1.075; IBUs: 40 – 60; DF.: 1.010-1.018; SRM: 6 – 15; Graduación alcohólica: 5, 5° - 7, 5° (BJPC, 2018)

- **Ejemplos comerciales**

Bell’s Two-Hearted Ale, Ale Smith IPA, Russian River Blind Pig IPA, Stone IPA, Three Floyds Alpha King, Great Divide Titan IPA, Bear Republic Racer 5 IPA, Victory Hop Devil, Sierra Nevada Celebration Ale, Anderson Valley Hop Ottin’, Dogfish Head 60 Minute IPA, Founder’s Centennial IPA, Anchor Liberty Ale, Harpoon IPA, Avery IPA (BJPC, 2018).

2.1.8. Composición, aspecto y características Físico-químicas de la Cerveza.

Una buena cerveza con un sabor único depende mucho de la composición y materias primas, para poder obtener una cerveza con un aspecto agradable para el consumidor, para obtener cerveza de buena calidad el ingrediente clave es la cebada, adicionando o no otros cereales no malteados, que se les conoce también como adjuntos, es por ende que depende de la composición, el aspecto y las características que presente dicha bebida, para así poder satisfacer a todo tipo de paladares (Gómez Pinto, 2021).

2.1.9. Composición de la cerveza.

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

- Cebada
- Malta
- El lúpulo
- Levadura
- El agua (Gómez Pinto, 2021).

2.1.10. Cebada.

2.1.10.1. Definición.

La cebada es considerada el cereal más productivo ubicándose en el quinto lugar a nivel mundial, su nombre científico es (*Hordeum vulgare L.*) a su vez este cereal por año se produce 90 toneladas, este grano rinde 4 toneladas por hectáreas en aproximado. Además, es un insumo muy importante para industrias alimentarias y para industrias cerveceras (INEC, 2010).

2.1.10.2. Características.

- Proviene del vocablo Saccharo (azúcar), myces (hongo) y cerevisiae (cerveza) (Suárez Machín, Guevara Rodríguez, & Garrido Carralero, 2016).
- La levadura heterótrofa obtiene energía a partir de la glucosa y tiene una dominante capacidad fermentativa (Suárez Machín, Guevara Rodríguez, & Garrido Carralero, 2016).
- Es un producto del proceso de producción de alcohol, que a su vez constituye una valiosa fuente de proteínas y vitaminas para la alimentación animal, se destaca que en la formulación de piensos para aves y cerdos se emplea la levadura de recuperación de la fermentación alcohólica, por ser un componente rico en proteínas (Suárez Machín, Guevara Rodríguez, & Garrido Carralero, 2016).

2.1.10.3. Aplicación de la cebada en la cerveza.

Una buena cebada cerveceras, debe tener la mejor energía germinativa posible, debido al proceso de malteado, es crucial identificar un producto de calidad, ya que de eso depende la rapidez con la que inicia la germinación, su tiempo productivo y su calidad final (en el producto), de este último se debe tener en cuenta que no debe ser menos del 8.5 % de proteína, aunque se recomienda como mínimo un 9 % para alcanzar una buena calidad final

(Gómez Pinto, 2021). Por su parte, la fracción que corresponde a las proteínas que se encuentran en la cebada son: Albúmina (Leucosina) 10 %, Globulina (Edestina) 20 %, Prolamina (Hordeína) 70 % y Glutelinas con el 30 %, el 40 % restante de las proteínas (Gómez Pinto, 2021).

2.1.11. Malta.

Se considera malta a la germinación temprana de la cebada, es considerada uno de los ingredientes principales para la elaboración de la cerveza, y cuyo proceso de obtención ha sido controlado y detenido mediante la aplicación de secado, pero existen maltas de diferentes cereales como el trigo o maíz, normalmente se refiere a la malta (de cebada) por su contenido en enzimas necesarios para hidrolizar los hidratos de carbono complejos, es el proceso necesario para la obtención del mosto (Gómez Pinto, 2021).

2.1.12. El lúpulo.

El lúpulo, llamado también Hombrecillo, es la única especie del género *Humulus*, de la familia de las Cannabaceas, el lúpulo es una planta herbácea y trepadora, propia de la Europa septentrional y del occidente de Asia, crece espontánea en las orillas de los bosques, pero hoy su cultivo se ha desarrollado en grande escala en muchas comarcas de Europa y América (García, 2015).

El lúpulo (*Humulus lupulus*), sin él sus sabores y aromas no serían los mismos, es un ingrediente de mucha importancia y esencial que se emplea en la elaboración de cerveza por el poder de amargor que tiene, es una planta trepadora de la cual se utilizan las flores femeninas que ofrecen el toque de amargor y parte del aroma y sabor a la misma, es originaria de zonas templadas del hemisferio norte, tiene un gran beneficio que es ayudar a la precipitación de las proteínas del mosto y también a la clarificación de la cerveza, de acuerdo con el investigador el lúpulo se clasifica según el contenido de ácidos alfa, como que refieren al poder amargante de un lúpulo y se mide por el porcentaje que contiene de esta sustancia, como (Gómez Pinto, 2021):

- Lúpulo aromático, contiene entre 4 y 8 % de ácidos alfa.
- Lúpulo amargo, contiene más del 7 % de ácidos alfa (Gómez Pinto, 2021)

2.1.12.1. Ficha técnica del Lúpulo Cascade.

- **Calidad de la elaboración**

Este lúpulo muestra niveles bastante excepcionales de cítricos moviéndose más hacia las características del pomelo, funciona muy bien cuando se combina con algunos de los aromas intensos de Nueva Zelanda, como Motueka o Riwaka, los cerveceros creativos, típicamente empleados en cervezas pálidas de estilo “nuevo mundo”, también están agregando cervezas de finales de verano y donde su distintivo aroma cítrico refrescante (CastleMalting, 2022).

- **Origen/Historia**

Orígenes del Reino Unido / Nueva Zelanda, el origen de este lúpulo proviene de uno de los primeros programas de reproducción de EE. UU, Alrededor de 1956 fue el primer lúpulo criado comercialmente que surgió del programa USDA-ARS cuando se lanzó en 1972 y fue criado cruzando un Fuggle inglés con una selección masculina que se cree que fue un cruce de Fuggle con la variedad rusa Serebriank (CastleMalting, 2022).

- **Componentes ácidos**

Tabla 2. Componentes ácidos presentes en el lúpulo Cascade americano

Componentes ácidos	
Ácidos alfa	6,0-8,0% en peso/ w
Ácidos beta	5,0-5,5 % p/p
Cohumulona	37,0% de ácidos alfa

Fuente: (CastleMalting, 2022)

- **Componentes del aceite**

Tabla 3. Componentes del aceite presente en el lúpulo Cascade americano

Componentes del aceite	
Petróleo total	1,1mL / 100g
Cariofileno	5,4% de aceite entero
Farneseno	6,0% de aceite entero
Humuleno	14,5% de aceite entero
Mirceno	53,6% de aceite entero

Fuente: (CastleMalting, 2022)

2.1.12.2. Ficha técnica de lúpulo Northern Brewer.

- **Calidad de la elaboración**

Usado en ESB, Bitter, English Pale Ale, Porter, Lager, Lambic, Munich Helles por su buen valor de amargor similar al Nugget (CastleMalting, 2022).

- **Agronomía**

Susceptible al mildiú veloso y polvoriento, pero tolerante al marchitamiento del lúpulo alemán y no hay reacciones virales fuertes (CastleMalting, 2022).

- **Componentes ácidos**

Tabla 4. Componentes del aceite presente en el lúpulo Cascade Northern Brewer

Componentes ácidos	
Ácidos alfa	5 – 10% p/p
Ácidos beta	3,5 – 5% p/p
Cohumulona	28 – 33% de ácidos alfa

Fuente: (CastleMalting, 2022)

- **Componentes del aceite**

Tabla 5. Componentes del aceite presente en el lúpulo Northern Brewer

Componentes del aceite	
Petróleo total	1,6 – 2,1 mL/100 gramos 8 – 10
Cariofileno	% de aceite entero
Farneseno	Aceite entero
Humuleno	25 – 30 % de aceite entero
Mirceno	30 – 35 % de aceite total

Fuente: (CastleMalting, 2022)

2.1.13. Levadura.

2.1.13.1. Generalidades.

Se agrupa por una diversidad de organismos unicelulares, en el cual están incluidas especies que son patógenas para plantas y animales, también especies que no son solamente inofensivas si no también muy beneficiosas, las levaduras han sido utilizadas, desde la antigüedad, en la elaboración de cervezas, pan y vino, pero los fundamentos científicos de su cultivo y uso en grandes cantidades fueron descubiertos por el microbiólogo francés Louis Pasteur en el siglo XIX (Suárez Machín, Guevara Rodríguez, & Garrido Carralero, 2016).

2.1.13.2. Características

Las levaduras son organismos vivos unicelulares que son los responsables de la producción de bebidas alcohólicas, pertenecen al reino de los hongos y son alimentados por los azúcares provenientes de la malta, transformándolos en alcohol y CO₂ durante un proceso de fermentación que se realiza en ausencia del oxígeno, las levaduras según las condiciones de fermentación se clasifican en (Gómez Pinto, 2021):

- **Levadura ale (*Saccharomyces cerevisiae*):** es de alta fermentación en donde trabaja a temperaturas templadas que se encuentran entre 18 y 24 °C, caso contrario pasarían a un estado latente, son microorganismos que se encargan de la producción de bebidas alcohólicas, ya que fermentan y asimilan la glucosa, sacarosa, maltosa y galactosa (Gómez Pinto, 2021).
- **Levadura lager (*Saccharomyces pastorianus*):** fermentan a bajas temperaturas, entre los 7 y 12 °C, son capaces de fermentar cadenas largas de azúcares que las ales no son capaces de fermentar (Gómez Pinto, 2021).

2.1.14. El Agua.

El agua es un ingrediente de mayor importancia para la elaboración de la cerveza, el 85 – 90 % de esta debe ser bacteriológicamente pura, la cerveza está compuesta con un 95 % de su volumen por agua, caso contrario, si no se cumple llegaría a afectar dichas reacciones como es la acción de los enzimas, extracción del lúpulo, precipitación de proteínas y taninos, así como también en el crecimiento y metabolismo de las levaduras, que se encuentran encargadas de la fermentación (Gómez Pinto, 2021).

El agua que se utilice en la elaboración de la cerveza tiene que ser: potable y libre de patógenos, caso contrario los iones de minerales afectarán el proceso de elaboración dando como resultado una bebida con un sabor desagradable y de mala calidad, siendo el calcio uno de los elementos más importantes que ayuda a la floculación de la levadura, el hierro y manganeso son los que se encargan del cambio del color y sabor de una bebida, por otro lado el agua “dura” se utiliza para la elaboración de cervezas oscuras debido a la presencia de minerales, el agua normal y agua “blanda” contiene menos minerales y se utiliza para la elaboración de cervezas claras (Gómez Pinto, 2021).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Validación del proceso fermentativo de mucílago de cacao (*Theobroma cacao L.*) CCN-51 Y Nacional en combinación con naranja (*Citrus Sinensis*) y carambola (*Averrhoa carambola*).

Este proyecto se enfocó en producir una bebida fermentada a partir del mucílago de cacao en combinación con frutas tropicales, la elaboración de esta bebida es de gran importancia ya que pretenden validar un proceso de elaboración adecuado, en el cual se aplique únicamente el mucílago, se estudiaron la madurez del fruto y la forma en que actúan la diferentes concentraciones (10 % y 15 %) para la obtención de la bebida fermentada con la finalidad de que posea excelentes características organolépticas (Badillo Melo, 2019). La investigación de (Badillo Melo, 2019) tiene como objetivo validar el proceso fermentativo del mucílago, con el propósito de dar uso a esta materia prima que es ideal para realizar varios subproductos agroindustriales como jaleas, bebidas fermentadas, vino, bebidas hidratantes y dar un valor agregado al mucílago de los pequeños y medianos productores, el mucílago de cacao se adiciona a temperatura de 33 °C y se utiliza esta temperatura con la finalidad de impulsar la activación de todas las levaduras que actuarán en el proceso de fermentación, este proceso fermentativo se realizó con ausencia de CO₂ en donde los azúcares del mucílago se transforman en alcohol. A demás se dedujo en esta investigación que la concentración de mucílago al 15% más el zumo de fruta, son correctas para la elaboración del producto ya mencionado debido a que genero resultados favorables en °Brix, pH, densidad y °GL, los mismos que se encontraron dentro de los rangos establecidos en las normativas (Badillo Melo, 2019).

2.2.2. Bacterias ácido lácticas *Enterococcus spp* y *Lactococcus spp*.

Los autores (Díaz Pérez, Rodríguez Martínez, & Zhurbenko, 2010) en su estudio sobre los aspectos fundamentales sobre el género *Enterococcus* como patógeno de elevada importancia en la actualidad, mencionan la capacidad de *Enterococcus spp* para crecer en un caldo que contenga 6,5 % de cloruro de sodio, su poder de sobrevivencia después del calentamiento a 60 °C durante 30 min y su habilidad para crecer en un caldo de cultivo a 10 °C y a 45 °C y el autor (Tello Samaniego, 2016) en su estudio sobre la caracterización genética mediante ADN de las cepas productoras de CO₂ para acelerar la formación de “ojos” en el queso tipo Gouda, menciona que los microorganismos cocos (*Lactococcus spp*) no esporulados, inmóviles, pueden crecer a temperaturas de 10 °C, pero no a 45C, esta información se la recauda con la finalidad de tener conocimiento de a que temperatura se eliminan estas bacterias ácido lácticas.

2.2.3. Obtención de una bebida alcohólica a partir de mucílago de cacao, mediante fermentación anaerobia en diferentes tiempos de inoculación.

La autora (Goya Baquerizo, 2013). En su investigación para la elaboración de una bebida alcohólica adicionando mucílago de cacao, nos menciona que la pulpa fresca de cacao está compuesta por el 80 % de agua, de 10 al 15 % de glucosa y fructosa, hasta el 0.5 % de ácidos no volátiles, en su mayor parte cítricos y cantidades pequeñas de almidón, ácidos volátiles y sales, en un principio la pulpa es estéril, pero la presencia de azúcar y la adecuada acidez (pH 3.5), proporcionan excelentes condiciones para el desarrollo de microorganismos, una vez que la mazorca se abre, establece que las semillas están rodeadas por una sustancia viscosa de color blanco, el cual brinda azúcares 10 % a 15 % , posee 1.5 % de ácido cítrico y pectina con un valor de 1%, este residuo es necesario para producción de alcohol en el proceso de fermentación.

2.2.4. Evaluación de levaduras a partir de dos variedades de mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) para su uso en procesos fermentativos.

En el estudio de (Guerra Vera, 2019) menciona que la levadura *Saccharomyces cerevisiae* produce una toxina proteica que inhibe el crecimiento de otras levaduras (efecto Killer), el efecto Killer, así llamada a la secreción de una toxina que promueve la muerte de otras cepas de levaduras hace que *cerevisiae* sea ideal para mantenerse en perfectas condiciones en el

proceso de fermentación alcohólica, en las características morfológicas mostraron ser colonias blancas, cremosas y glabras con un diámetro de $3\text{ mm}\pm 5$, dicha descripción corresponde a *Saccharomyces cerevisiae*, además el pH óptimo para el crecimiento de las levaduras varía de 4,5 a 6,5.

2.2.5. Influencia del mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) en las características físico-químicas de la cerveza artesanal.

(Pilligua Pilligua, Barre Zambrano, Mendoza Gonzáles, Lavayen Delgado, & Mero Santana, 2021). En su artículo Influencia del mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) en las características fisicoquímicas de la cerveza artesanal, determinan que la adición de subproductos derivados del cacao (mucílago) en concentraciones bajas (1%) se pueden obtener cervezas de mucha palatabilidad para el consumidor en cuanto a las características sensoriales sabor, olor y color, las características fisicoquímicas no se ven afectadas por la adición de este subproducto, a pesar de que en esta investigación los valores de hierro y cobre se encontraron fuera del rango con respecto a la NTE INEN 2262:2013, lo que se puede atribuir a las características propias del mucílago o al tipo de material utilizado en la elaboración de la cerveza.

CAPÍTULO III

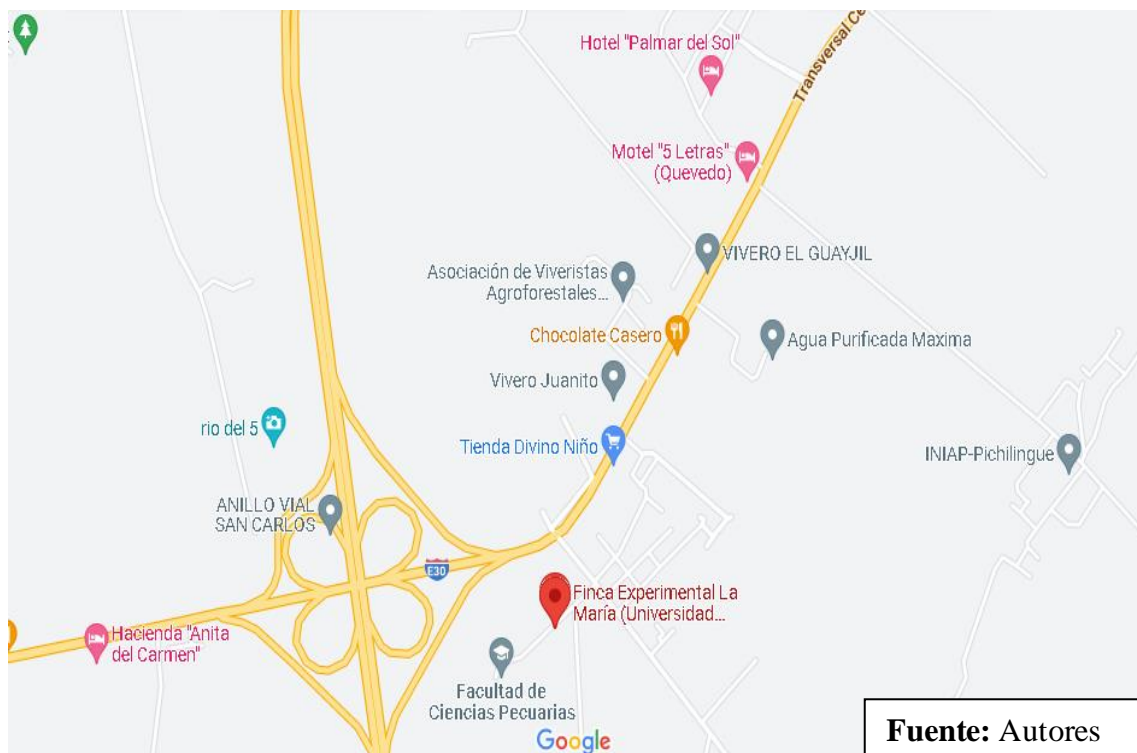
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

Los análisis de este estudio se ejecutaron en los correspondientes laboratorios de bromatología, suelos, química básica, biotecnologías y rumiología, que se encuentra ubicado en la sede de la Universidad Técnica del Estado de Quevedo, finca experimental “La María”, en el km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme, recinto San Felipe, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos (Arguello Rivadeneira & Mendoza Zambrano , 2021).

Sus coordenadas geográficas son 01°06´ de latitud Sur y 79°29´de longitud Oeste metros sobre el nivel del mar, a una altura de 120 y con una temperatura promedio de 25.8 °C (Arguello Rivadeneira & Mendoza Zambrano , 2021).

Figura 1. Mapa del Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo



3.2. Tipo de investigación.

Para el presente estudio se desarrolló tres tipos de investigación las cuales son exploratoria, descriptiva y experimental, estas permiten la evaluación de la cerveza artesanal tipo Ale con dos tipos de lúpulo y uso de mucílago de cacao (*Theobroma cacao L.*) como sustituto parcial de la levadura.

3.2.1. Investigación exploratoria.

En la presente investigación se exploró el porcentaje de mucílago, la cual influirá parcialmente en la fermentación de la cerveza artesanal con la ayuda de la revisión bibliográfica en el estudio realizado sobre la evaluación del proceso fermentativo del mucílago del cacao, el cual indica el proceso de fermentación anaeróbico que se origina en ausencia de oxígeno, en esta periodo se convierte los azúcares del mucílago de cacao en alcohol etílico, esta materia prima se adiciona se agrega a 33 °C y esta temperatura se utiliza para activar las levaduras que interferirán con la fermentación de la cerveza artesanal.

3.2.2. Investigación descriptiva

Para realizar esta investigación se planteó la descripción físico-química, luego de haber realizado el mosto se procede a fermentar en botellas plásticos de 6 litros y se los sella totalmente con el fin de que no haya presencia de CO₂, se realizó un seguimiento a este estudio, en el cual se mide diariamente °Brix y pH de cada uno de los tratamientos, pasado los 15 días de fermentación se mide la densidad a cada uno de los tratamientos y se realiza el trasiego en botellas de vidrio oscuras de 330 mL, posteriormente se deja por 5 días de maduración a la cerveza artesanal tipo Ale.

3.2.3. Investigación experimental.

Se aplicó para evaluar los efectos que intervienen sobre los factores en estudio. En la presente investigación se planteó un diseño factorial AxBxC con una significancia al 95%, con dos niveles el factor A (variedades de cacao), dos niveles en el factor B (Concentraciones de mucílago) y dos niveles en el factor C (tipo de lúpulos). Una vez que adquiridos los resultados de los análisis, se utilizó métodos estadísticos para sistematizar el Análisis de la Varianza (ANOVA), para definir los productos entre niveles y tratamientos se usó la prueba de Tukey. Este análisis se realizó con el programa STATGRAPHICS.

3.3. Métodos de investigación.

3.3.1. Método inductivo – deductivo.

Se utilizó esta investigación mediante un diseño experimental que permitió analizar los factores de estudio para la elaboración de la cerveza artesanal de mucílago de cacao en combinación con dos lúpulos diferentes, será posible inferir las confirmaciones o rechazos de las hipótesis presentadas. Además, se utilizó porque pasa de un inconveniente a una posible solución.

3.3.2. Métodos estadísticos.

Este método se implementó a través del análisis de la varianza (ANOVA), en el cual esta técnica analizó la variación total de los datos y la dividió en fracciones significativas e independientes, que atribuyeron a cada fuente de variabilidad presentes y a la diferenciación causal (de forma aleatoria).

Con la ayuda del software estadístico STATGRAPHICS versión 16.1.03, se llevó a cabo el análisis experimental con los datos resultantes de cada una de los tratamientos de los análisis físicos-químicos, microbiológicos y sensorial, tras tabular los datos resultantes de forma organizada nos permitió interpretar los resultados.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

Se utilizó este tipo de investigación, en base a fuentes bibliográficas que sustentarán los resultados y refutarán los datos obtenidos en el estudio, como parte del problema se permitirá encontrar una posible solución en el experimento. En la presente tesis se utilizó las siguientes fuentes:

3.4.1. Fuentes primarias.

- Análisis en laboratorios.

3.4.2. Fuentes secundarias.

- Bibliotecas virtuales.
- Revistas científicas.
- Libros.
- Tesis.

- Revisión bibliográfica.

3.5. Diseño de la investigación.

En el presente estudio se empleará un arreglo factorial AxBxC con dos niveles en el factor A que corresponde a las (Variedades de cacao), dos niveles en el factor B que corresponde a la (Concentración de mucílago) y dos niveles en el factor C que corresponde a los (tipos de lúpulo). Para establecer los efectos entre niveles y tratamientos se utilizará la prueba de Tukey. Se utilizará un diseño AxBxC; cuyos elementos y niveles se encuentran claramente descritos en tabla 6.

3.5.1. Factores en estudio.

Tabla 6. Factores que intervienen en el estudio experimental.

Factores en estudio	Simbología	Descripción de los factores
A: Variedades de cacao	a ₀	CCN-51
	a ₁	Nacional
B: Concentración de mucílago	b ₀	20 %
	b ₁	30 %
C: Tipos de lúpulo	c ₀	Cascade
	c ₁	Northern brewer

Elaborado por: Autores.

3.5.2. Esquema del ANOVA.

El análisis estadístico de los datos a obtenerse por análisis de varianza (ANOVA), el cual es una técnica útil para analizar la variación total de los datos, que consiste en descomponer en porciones significativas e independientes, que permite atribuir a cada una de las fuentes de variabilidad presentes y la variación causal (aleatoria).

Tabla 7. TAV (Tabla de Análisis de Varianza) esquemática para el diseño *x* propuesto para esta etapa de la investigación.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad		Cuadrados medios	Razón de varianza
Factor A	SCA	(a-1)	1	CMA	CMA/CME
Factor B	SCB	(b-1)	1	CMB	CMB/CME
Factor C	SCC	(c-1)	2	CMC	CMC/CME
Efecto AB	SC(AB)	(a-1)(b-1)	1	CM(AB)	CM(AB)/CME
Efecto AC	SC(AC)	(a-1)(c-1)	2	CM(AC)	CM(AC)/CME
Efecto BC	SC(BC)	(b-1)(c-1)	2	CM(BC)	CM(BC)/CME
Efecto (ABC)	SC(ABC)	(a-1)(b-1)(c-1)	2	CM(ABC)	CM(ABC)/CME
Réplicas	SCR	(r-1)	2	CMR	CMR/CME
Residuo o Error	SCE	(abc-1)(r-1)	22	CME	
Total	SCT	(abcr-1)	35		

Elaborado por: Autores.

3.5.3. Arreglo multifactorial.

Tratamientos para la elaboración de cerveza artesanal tipo Ale con la adición parcial de mucílago de cacao (CCN-51 y Nacional) y dos tipos de lúpulo (Northern Brewer y Cascade). Para este estudio se implementará un arreglo factorial AxBxC, con los niveles correspondientes en: A= 2, B=2 y C=2 y obteniendo como resultado un total de 8 tratamientos.

Tabla 8. Combinación de los tratamientos en estudio.

N°	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS
1	a ₀ b ₀ c ₀	Variedad CCN-51 + Concentración de mucílago 20 % + Lúpulo Cascade
2	a ₀ b ₀ c ₁	Variedad CCN-51 + Concentración de mucílago 20 % + Lúpulo Northern brewer
3	a ₀ b ₁ c ₀	Variedad CCN-51 + Concentración de mucílago 30 % + Lúpulo Cascade
4	a ₀ b ₁ c ₁	Variedad CCN-51 + Concentración de mucílago 30 % + Lúpulo Northern brewer
5	a ₁ b ₀ c ₀	Variedad Nacional+ Concentración de mucílago 20 % + Lúpulo Cascade
6	a ₁ b ₀ c ₁	Variedad Nacional+ Concentración de mucílago 20 % + Lúpulo Northern brewer
7	a ₁ b ₁ c ₀	Variedad Nacional+ Concentración de mucílago 30 % + Lúpulo Cascade
8	a ₁ b ₁ c ₁	Variedad Nacional+ Concentración de mucílago 30 % + Lúpulo Northern brewer

Elaborado por: Autores.

Características del experimento de la elaboración de cerveza artesanal tipo Ale con adición parcial del mucílago.

- Número de tratamientos: 8
- Número de repeticiones: 3
- Unidades experimentales: 24

3.6. Instrumentos de investigación.

Tabla 9. Análisis que se efectuaron en el estudio:

Análisis físico-químicos	Análisis microbiológicos
<ul style="list-style-type: none">● Sólidos solubles● pH● Acidez titulable● Grado alcohólico● Densidad● Colorimetría por espectrofotometría● Absorbancia● Transmitancia● Grado de amargor● Cantidad de espuma● Turbidez● Sólidos en suspensión	<ul style="list-style-type: none">● Coliformes totales

Elaborado: Autores.

3.6.1. Análisis físico químico.

3.6.1.1. Sólidos solubles.

La determinación de los sólidos solubles de la cerveza artesanal tipo Ale, se realizó con el equipo Pocket Refractometer de la marca ATAGO, cuya escala es de 0 ~ 93%, el análisis se realizó colocando una gota de cada tratamiento y lavando el equipo con agua destilada después de cada muestra, los resultados se expresaron en °Brix y siguiendo la normativa NTE INEN 1083 (INEN, Bebidas gaseosas. determinación de sólidos solubles, 1984).

3.6.1.2. pH.

En la determinación del pH de los tratamientos de la cerveza artesanal tipo Ale, se utilizó el equipo potenciómetro de la marca Ohaus STARTER 5000, previo a su uso se calibró el

potenciómetro con la ayuda del búfer de calibración y seguido a ello se esterilizó el electrodo lavándolo con agua destilada, se tomó 50 mL de muestra de cada una de los tratamientos en un vaso de precipitación y se procedió a sumergir el electrodo por unos segundos para obtener los resultados, seguido de cada tratamiento se procedió a limpiar el electrodo con agua destilada para que no altere los resultados del análisis y se realizó siguiendo la normativa ecuatoriana NTE INEN 389 (INEN, 2002).

3.6.1.3. Acidez titulable.

Para la determinación de la acidez titulable de la cerveza artesanal tipo Ale, se utilizó un soporte universal, bureta con hidróxido de sodio a un porcentaje de 0,1 N, de cada tratamiento se adicionó en un matraz 10 mL de muestra, 50 mL de agua destilada y se le aplicó 10 gotas de fenolftaleína. Seguido se agitó constantemente añadiéndole el hidróxido desde la bureta al matraz hasta obtener un color rosa pálido y se tomó la medida del volumen consumido del Hidróxido de sodio. El ácido predominante de la acidez de la cerveza artesanal con adición parcial de mucílago de cacao, se expresó en función al ácido láctico a continuación, de acuerdo a la norma NTE INEN 2323 (INEN, 2002) se presentó la fórmula:

$$\% \text{ácido láctico} = \frac{N * V_{NaOH} * 0,09}{Pm} * 100$$

Donde:

N = hidróxido de sodio 0,1 N (Normalidad)

V_(NaOH) = volumen consumido de hidróxido de sodio 0,1 N

Pm = peso de muestra

0,09 = Factor predominante en peso equivalente de ácido láctico

3.6.1.4. °GL.

Para la determinación de los grados alcohólicos de la cerveza artesanal se utilizó una probeta con 150 mL de muestra para cada tratamiento, luego se introdujo el alcoholímetro dejando que flote para poder obtener los resultados del análisis.

3.6.1.5. Densidad.

La densidad de la cerveza artesanal se determinó por el método del picnómetro, el cual se lo lavó con agua destilada para eliminar microorganismos, se lo secó y luego se lo llevo a la

estufa por un tiempo de 30 minutos a una temperatura de 78,8 °C, seguido se llevó el picnómetro a la mufa por un tiempo de 15 minutos. Luego se procedió a pesar el picnómetro vacío en una balanza analítica que previamente se calibró, seguido se pesó el picnómetro con agua destilada, después el picnómetro se pesó con muestras de cada uno de los tratamientos, de acuerdo con la norma NTE INEN 349 (INEN, 1978) se presentó la siguiente fórmula:

$$d = \frac{m_2 - m_1}{m_3 - m_1}$$

Donde:

d = corresponde a densidad relativa.

M₁= corresponde a la masa del picnómetro vacío, en gramos.

M₂= corresponde a masa del picnómetro con la muestra, en gramos.

M₃= corresponde a masa del picnómetro con agua destilada, en gramos (INEN, 1978).

3.6.1.6. Colorimetría.

La medición de color se llevó a cabo siguiendo las recomendaciones dadas por la American Meat Science Association (Association, 2012) y por el método CIELab (Coronado Martín, 2020) se realizó mediante un colorímetro de la marca CHROMA METER CR 400, luego se colocó el sensor, el cual permitió captar la luz sobre la superficie de las muestras en estudio y se procedió a registrar los valores obtenidos.

Donde:

L* = corresponde a la luminosidad.

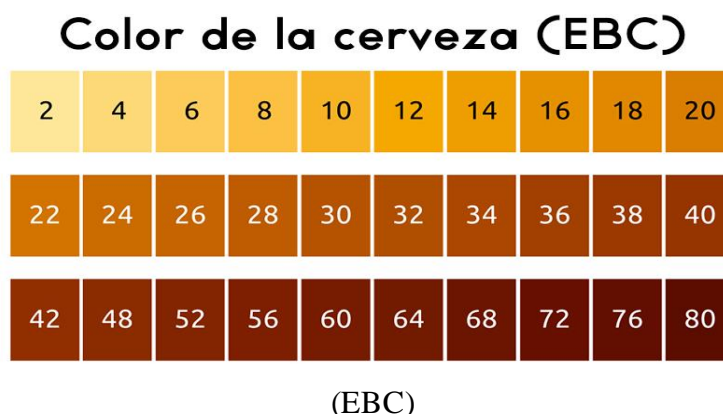
a* = muestra los componentes de color rojo-verde.

b* = muestra los componentes de color amarillo-azul.

3.6.1.7. Transmitancia y absorbancia.

Para la determinación del color de la cerveza artesanal se utilizó la escala EBC (Medida estándar de referencia) (EBC), este proceso se realizó con los datos obtenido de absorbancia a una longitud de 430 nanómetros, a su vez se le multiplicó por 10 y se tomó la lectura mediante la tabla de EBC.

Figura 2. Color de la cerveza (EBC)



En los análisis de la Transmitancia y absorbancia se utilizó el equipo Spectrophotometer de la marca UNICO, previamente se calibró a una onda de 430 nm, para realizar estos análisis se realizaron 4 diluciones, en la cual la primera dilución se basó en 10 mL de muestra, la segunda dilución es 5 mL de muestra y 5 mL de agua destilada, la tercera dilución es de 1 mL de muestra y 9mL de agua destilada, y la cuarta dilución es de 0,5 mL de muestra y 50 mL de agua destilada, continuando se tomó 2 mL de cada dilución con la ayuda de una pipeta Pasteur y se llenó en las cubetas de cuarzo con cada muestra, finalmente se colocó las cubetas de cuarzo en el Spectrophotometer y se obtuvieron los resultados expresados en porcentaje.

3.6.1.8. Grado de amargor.

El amargor se determinó por el método de IBU (International Bitterness Unit en castellano significa Unidad de medida Internacional del Amargor) de Glenn Tinshet una cerveza (IBU, 2019).

$$IBU = \frac{W_h * \%AA * U_{aa}}{V_w * 1,34}$$

Donde

W_h = porcentaje de lúpulo.

$\%AA$ = porcentaje de ácidos alfa.

U_{aa} = Cuantos ácidos alfa son usados en el proceso de hervido.

V_w = volumen de mosto.

1,34= constante ajuste de unidades

3.6.1.9. Cantidad de espuma.

Este análisis se determinó la estabilidad de la espuma, vertiendo en una probeta 300 mL de la cerveza, ya estabilizada la espuma se midió el tiempo en que se mantiene y desaparece. El método “NIBEM” mide el colapso de la espuma creada en el vertido desde botella en el vaso, este período del descenso consiste en medir tres alturas diferentes ajustadas por el usuario, a través del uso de electrodos hasta desaparecer completamente.

3.6.1.10. Turbidez.

Para la determinación de la turbidez se utilizó el equipo 2100AN Turbidimeter de la marca HACH previamente se lo calibró, este equipo mide la intensidad de la luz dispersada a 90 grados cuando un rayo de luz pasa a través de la muestra, de cada tratamiento se colocó en cubetas de vidrio de 30 mL y se cerró con los tapones, seguido se colocó las muestras en el soporte de turbidímetro, se esperó un tiempo de 15 minutos para observar la lectura del análisis realizado el cual están expresados en NTU.

3.6.1.11. Sólidos en suspensión.

Se determinó los sólidos en suspensión con el equipo Spectrafuge 24D de la marca Labnet, de cada tratamiento se colocó una muestra de 1,5 mL en los tubos eppendorf, seguido se colocó en el equipo los tubos de manera que quede equilibrado el rotor, se colocó la tapa de rotor presionando el pestillo central por seguridad y para que el rotor pueda alcanzar la velocidad apropiada, esto se llevó a cabo por un tiempo de 5 minutos a una revolución de 13.300 rpm, luego se procedió a sacar los tubos de eppendorf y se retiró las muestra, con ayuda de una balanza analítica Pioneer de la marca OHAUS se pesó un tubo eppendorf vacío, se taró, a continuación se colocó el tubo eppendorf con el sedimento y se procedió a tomar los datos expresados en gramos de cada muestra. Al mejor tratamiento obtenido en este análisis se los transformó en porcentaje en base a la cantidad de los tubos eppendorf (1,5 mL).

3.6.2. Análisis microbiológicos.

3.6.2.1. Coliformes totales.

3.6.2.1.1. *Escherichia Coli*.

Se analizó *Escherichia Coli* con el medio Potato Dextrose Agar, que previamente se llevó a la autoclave de marca K GEMMY a una temperatura 118°C por un tiempo de 20 minutos compartido en lapsos de 5 minutos, se utilizó 24 placas Petrifilm, las cuales se lavaron para eliminar cualquier tipo de microorganismos existentes, se secaron, seguido se envolvió en papel de aluminio y se las llevó a la autoclave a una temperatura de 121 °C por un tiempo de 30 minutos. Para cada placa Petrifilm se le agregó el agar antes mencionado y se dejó secar por un tiempo de 45 minutos en la cámara de flujo laminar, continuando se encendió un mechero con el fin de que no exista contaminación en el lugar, para realizar el cultivo se requirió de un aza libre de contaminantes después de cada tratamiento por lo cual se sumergió en un vaso de precipitación con alcohol y se la llevó al fuego del mechero, por cada muestra en las placas petrifilm se aplicaron un microlitro de la muestra con una pipeta automática marca CORNING de puntas amarillas, seguido se realizó un barrido con una aza de vidrio para que quede uniforme la muestra en el cultivo, se las selló con ayuda de papel Parafilm, luego se las rotuló con el tratamiento correspondiente y las placas petrifilm se las llevó a la incubadora marca Mermet IN 110, al ingresarlas se voltearon para evitar humedad y para poder obtener un mejor recuento. El resultado del análisis se determinó en un tiempo de 48 horas y se procedió hacer el recuento de colonias.

3.6.2.1.2. *Salmonella*.

Para el análisis de *Salmonella* se lo realizó con Agar Xilosa Lisina Desoxicolato, este medio se lo llevó al autoclave de marca K GEMMY a una temperatura 118°C por un tiempo de 20 minutos compartido en lapsos de 5 minutos, para los 24 tratamientos se utilizaron 24 placas Petrifilm, se lavaron, secaron, seguido se las envolvió en papel aluminio y se las llevó al autoclave a una temperatura de 121 °C por un tiempo de 30 minutos. En cada placa petrifilm se agregó el agar antes mencionado, se dejó secar por un tiempo de 45 minutos en la cámara de flujo laminar, para que no exista contaminación en donde se realizó el cultivo se encendió un mechero, para el proceso del cultivo se utilizó una aza de vidrio la cual después de cada tratamiento se esterilizó llevándola a un vaso de precipitación con alcohol y seguido se la pasó por el mechero. Se aplicó un microlitro de muestra con una pipeta automática marca

CORNING de puntas amarillas en las placas petrifilm, con la ayuda del aza se realizó un barrido para que la muestra quede homogénea en la placa y por último se la selló con papel Parafilm. Luego las placas se llevaron a la incubadora marca Mermet IN 110, se las voltearon para que no exista humedad y se pueda realizar un recuento con facilidad y este proceso se llevó a cabo por un tiempo de 48 horas para poder determinar el número de colonias existentes en cada tratamiento.

3.7. Tratamientos de los datos.

Con los resultados obtenidos de las distintas variables de estudio, utilizadas en la cerveza artesanal tipo Ale con adición parcial de mucílago de cacao, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de significación de TUKEY ($p \leq 0.05$). Estos análisis se realizaron en los programas estadísticos: Statgraphics.

Tabla 10. *Tratamiento de los datos*

Nº	DESCRIPCIÓN
1	CCN51 + Concentración de mucílago 20 % + Cascade
2	CCN51 + Concentración de mucílago 20 % + Northem brewer
3	CCN51 + Concentración de mucílago 30 % + Cascade
4	CCN51 + Concentración de mucílago 30 % + Northem brewer
5	Nacional+ Concentración de mucílago 20 % + Cascade
6	Nacional + Concentración de mucílago 20 % + Northem brewer
7	Nacional + Concentración de mucílago 30 % + Cascade
8	Nacional + Concentración de mucílago 30 % + Northem brewer

Elaborado por: Autores

3.8. Recursos humanos y materiales.

3.8.1. Recursos humanos.

- Ing. José Vicente Villarroel Bastidas
- Ing. Lourdes Roció Ramos
- Jonathan Steven Parraga Maquilon
- Cinthya Elizabeth Zapata Zambrano

3.8.2. Recursos materiales.

3.8.2.1. Materia prima.

- Mucílago de cacao (CCN-51 y Nacional)
- Lúpulo (Northern Brewer y Cascade)
- Levadura
- Clarificante
- Cebada
- Agua

3.8.2.2. Insumos.

- Agua destilada
- Alcohol
- Botellas oscuras de vidrio de 330 mL
- Vasos plásticos
- Globos
- Manguera plástica
- Cuchara de madera
- Jarra medidora
- Ollas
- Lienzo y cedazo
- Baldes

3.8.2.3. Equipos.

- Balanza analítica
- Turbidímetro

- Espectrofotómetro
- Cámara de flujo laminar
- Autocable
- Refractómetro digital
- pHchímetro
- Densímetro
- Alcoholímetro
- Termómetro
- Desecador
- Spectrafugue
- Incubadora

3.8.2.4. Reactivos.

- Solución de hidróxido de sodio (NaOH) a 0,1 Normalidad.
- Fenolftaleína
- Potato Dextrose Agar
- Agar Xilosa Lisina Desoxicolato

3.8.2.5. Materiales de laboratorio.

- Placas Petrifilm.
- Papel absorbente.
- Erlenmeyers.
- Pipetas automáticas de 100 a 100 y de 0,5 a 10.
- puntas amarillas y azules.
- Papel filtro.
- Parafilm rollo.
- Probetas de 10 mL, 50 mL y 250 mL.
- Espátulas.
- Soporte universal.
- Bureta.
- Macerador.
- Vasos de precipitación de 50 mL, 100 mL y 250 mL.
- Tubos eppendorf.

- Puntas amarillas y azules.
- Cristales de cuarzo.
- Mechero.
- Asa de vidrio.
- Pinzas.
- Picnómetro de 10 mL
- Matraz de 125 mL
- Embudo

3.8.2.6. Materiales de oficina.

- Hojas A4.
- Libretas de apuntes.
- Lapiceros.
- Tijeras.
- Cinta adhesiva.
- Laptop.
- Impresora.
- Celular.
- Movilización.

3.9. Obtención de la materia prima mucílago de cacao

Se obtuvo la materia prima de la finca “Voluntad de Dios” que se encuentra ubicada en el sector Fumisa, vía camarones, recinto Rio Chila, situado en la provincia de Los Ríos, recolectando mucílago de cacao de la variedad Nacional y CCN-51, con el fin de que esta materia prima no se deseche y poder darle un valor agregado.

- Se procedió a recolectar el mucílago en tachos desechables, los cuales previamente se desinfectaron.
- Luego de obtener la materia prima se realizó una pasteurización en la cual consistió en calentar a 60 °C por un tiempo de 15 minutos y posteriormente se enfrió de inmediato a una temperatura de 4 °C para eliminar microorganismos vivos (*Lactococcus spp* y *Enterococcus spp*) en las dos variedades de mucílago de cacao.

3.10. Descripción del proceso de la elaboración de la cerveza artesanal tipo Ale, con dos tipos de lúpulo y sustitución parcial con dos variedades de mucílago de cacao.

En la siguiente descripción del proceso de elaboración de la cerveza Ale con adición parcial de mucílago de cacao, se detalla tanto para la variedad de mucílago CCN-51 como para la variedad de mucílago Nacional.

- **Recepción de la materia prima**

Se recibió el mucílago pasteurizado (Nacional y CCN-51) y los insumos (lúpulos, clarificante y cebada) para la elaboración de la cerveza tipo Ale con adición parcial de mucílago de cacao, estos insumos se obtuvieron de la empresa Beerland Store que se encuentra ubicada en Av. La Coruña E12-26 e, Av. Isabel la Católica, Quito 170525.

- **Molienda**

Se realizó la molienda a 6,81 Kg de malta base (cebada) con la ayuda de un molino, con el fin de disminuir el tamaño de partícula.

- **Maceración y filtrado**

Para la maceración se realizó en un recipiente metálico, colocando agua tratada y se incrementó la temperatura a 60°C, luego de esto se colocó la malta a través de un tamiz que permitió el desdoblamiento de los azúcares que contenían en la malta.

- **Cocción**

En este proceso se incrementó la temperatura a 80 °C al mosto(20 litros) en un tiempo de 60 minutos, con el objetivo de esterilizar el mosto e inactivar enzimas de la malta, debido a que se utilizó 2 lúpulos se dividió el mosto en 2 recipientes metálicos, se agregó en el primer recipiente metálico 60 g de lúpulo Cascade y en el segundo recipiente metálico se agregó la misma cantidad de lúpulo Northern Brewer, este proceso se lo realizó agregando cada lúpulo en dos etapas, en el cual se agregó 30 g al mosto, se esperó un tiempo de 15 minutos, luego se añadió lo resultante del lúpulo al mosto y se agitó constantemente para que se produzca la cocción del lúpulo.

- **Enfriamiento del mosto**

En el enfriamiento del mosto se disminuyó la temperatura a 33°C, se colocó los diferentes tipos de levadura para que actúen (5,75 g) y puedan entrar a la fase fermentativa, también se añadió clarificante (1 g).

- **Fermentación**

Luego del enfriamiento, para el proceso de fermentación se adicionó los porcentajes 20% que es equivalente a 600 mL y 30 % que es 900 mL de mucílago de cacao en recipientes plásticos con una capacidad de 5 litros para cada una de las variedades, seguido se completó con el mosto 3 litros en cada una de los tratamientos, para que no influya la luz en la fermentación se tapó los recipientes con plástico negro y se dejó por un tiempo de 15 días.

- **Embotellado**

Para el proceso de embotellado se utilizaron envases de vidrio de 330 mL previamente esterilizadas y se realizó el trasiego.

- **Maduración**

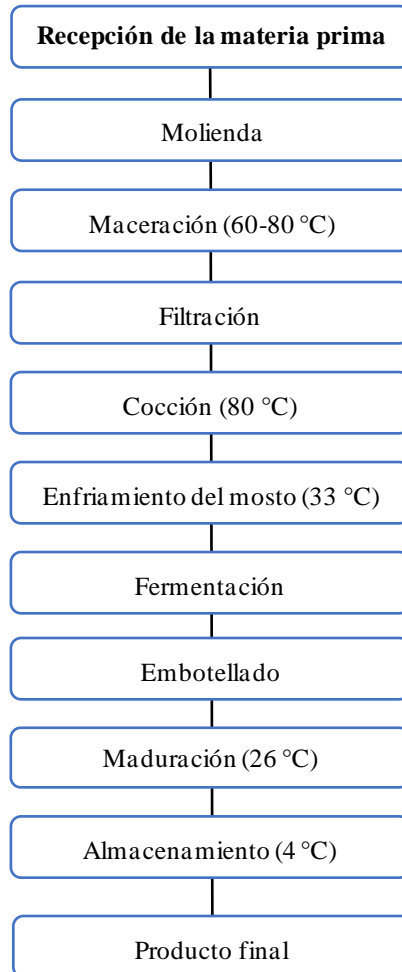
El proceso de maduración se llevó a cabo en recipientes de vidrio oscuras con una capacidad de 330 mL a una temperatura de 4 °C, durante un tiempo de 5 día con el fin de obtener una mejor gasificación, concentración de sabor y aroma.

- **Almacenamiento**

Finalmente, la cerveza artesanal se almacenó en refrigeración a una temperatura de 4 °C.

3.10.1. Diagrama de flujo.

Figura 3. Diagrama de la cerveza artesanal Ale con adición parcial de mucílago de cacao (Nacional - CCN-51) y lúpulo (Cascade - Northern Brewer).



Elaborado por: Autores

3.11. Seguimiento de la cerveza artesanal tipo Ale.

Para el seguimiento de la cerveza artesanal del mosto realizado se añadió a 8 recipientes de plástico de 5 litros como fermentadores que previamente se rotularon con su respectivo tratamiento, de las cuales se las adecuó con mangueras de suero realizando un pequeño orificio en la parte baja del recipiente de forma inclinada y sellándola con silicona caliente.

Para cada tratamiento, se realizó seguimiento midiendo pH y °Brix durante 15 días de fermentación del mosto. Cada día dentro de los 15 días se sacó una muestra de cada tratamiento y se midió los °Brix en la cual se observó mediante la ayuda de un refractómetro de la marca ATAGO N-50E de lectura °Brix de 0 a 50 y el pH mediante tiras pH marca OF con un rango de prueba de 0 a 14.

3.12. Análisis sensorial de la cerveza artesanal tipo Ale.

Se realizó el análisis sensorial con la presencia de 18 panelistas, los mismos que realizaron la catación a 24 muestras de la cerveza artesanal tipo Ale con mucílago de cacao en combinación con lúpulo Cascade y Northern brewer, en el cual se evaluaron aroma, apariencia, sabor y sensación en la boca con la finalidad de obtener el mejor tratamiento en la investigación.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados.

4.1.1. Con respecto a los análisis físicos-químicos de la cerveza artesanal tipo Ale.

Tabla 11. ANOVA de Acidez Titulable de la cerveza artesanal tipo Ale.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades de cacao	0,0179854	1	0,0179854	4,11	0,0597
B: Concentración de mucílago	0,00810337	1	0,00810337	1,85	0,1925
C: Tipos de lúpulo	0,0462004	1	0,0462004	10,55	0,0050*
INTERACCIONES					
AB	0,00121838	1	0,00121838	0,28	0,6050
AC	0,0133954	1	0,0133954	3,06	0,0994
BC	0,000273375	1	0,000273375	0,06	0,8058
ABC	0,0125584	1	0,0125584	2,87	0,1097
RESIDUOS	0,070038	16	0,00437737		
TOTAL (CORREGIDO)	0,169773	23			

Nivel de confianza: $p < 0,05$; CV: 12,72; N: 24

Simbología: Gl: Grados de libertad; CV: Coeficiente de variación; N: Número de unidades experimentales

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la tabla 11, se muestra los resultados de Acidez titulable de la cerveza artesanal tipo Ale, en el factor C (tipos de cacao c_0 Cascade y c_1 Northern Brewer) se observa diferencia significativa, por lo cual se debe ejecutar una prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para establecer diferencias entre las medias de los niveles de los tratamientos, con respecto al Factor A (variedad de mucílago a_0 CCN-51 y a_1 Nacional), Factor B (concentración de mucílago b_0 20% y b_1 30%), interacción AxB (variedad de mucílago y concentración de mucílago), interacción AxC (variedad del mucílago y tipos de lúpulo), interacción BxC (concentración de mucílago y tipos de lúpulo) y la interacción AxBxC (variedad de mucílago, concentración de mucílago y tipos de lúpulo) no se observó diferencia significativa.

Tabla 12. ANOVA de °Brix de la cerveza artesanal tipo Ale.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades de cacao	14,5704	1	14,5704	40,85	0,0000*
B: Concentración de mucílago	1,35375	1	1,35375	3,80	0,0692
C: Tipos de lúpulo	1,98375	1	1,98375	5,56	0,0314*
INTERACCIONES					
AB	0,260417	1	0,260417	0,73	0,4055
AC	4,95042	1	4,95042	13,88	0,0018*
BC	1,17042	1	1,17042	3,28	0,0889
ABC	0,84375	1	0,84375	2,37	0,1436
RESIDUOS	5,70667	16	0,356667		
TOTAL (CORREGIDO)	30,8396	23			

Nivel de confianza: $p < 0,05$; CV: 9,88; N: 24

Simbología: Gl: Grados de libertad; CV: Coeficiente de variación; N: Número de unidades experimentales

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la tabla 12, se muestra los resultados de los °Brix de la cerveza artesanal tipo Ale e indica diferencias significativas en los niveles: factor A (variedad de mucílago a₀ CCN-51 y a₁ Nacional), factor C (tipos de cacao c₀ Cascade y c₁ Northern Brewer) y la interacción AxC (variedad del mucílago y tipos de lúpulo), por lo que es importante ejecutar una prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para establecer diferencia entre las medias de los niveles de los tratamientos; con respecto al factor B (concentración de mucílago b₀ 20% y b₁ 30%), interacción AxB (variedad de mucílago y concentración de mucílago), interacción BxC (concentración de mucílago y tipos de lúpulo) y la interacción AxBxC (variedad de mucílago, concentración de mucílago y tipos de lúpulo) no se observó diferencia significativa.

Tabla 13. ANOVA de pH de la cerveza artesanal tipo Ale.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades de cacao	0,0306735	1	0,0306735	6,96	0,0179*
B: Concentración de mucílago	0,00498817	1	0,00498817	1,13	0,3033
C: Tipos de lúpulo	0,0233127	1	0,0233127	5,29	0,0353*
INTERACCIONES					
AB	0,0000426667	1	0,0000426667	0,01	0,9229
AC	0,0214802	1	0,0214802	4,87	0,0423*
BC	0,000204167	1	0,000204167	0,05	0,8323
ABC	0,0220827	1	0,0220827	5,01	0,0398*
RESIDUOS	0,070546	16	0,00440912		
TOTAL (CORREGIDO)	0,17333	23			

Nivel de confianza: $p < 0,05$; CV: 1,54; N: 24

Simbología: Gl: Grados de libertad; CV: Coeficiente de variación; N: Número de unidades experimentales

Elaborador por: Autores

Interpretación: Se muestra los valores del análisis de pH en la tabla 13, el cual se le realizó a la cerveza artesanal tipo Ale y se observa diferencia significativa en los niveles: Factor A (variedad de mucílago a_0 CCN-51 y a_1 Nacional), factor C (tipos de cacao c_0 Cascade y c_1 Northern Brewer), interacción AxC (variedad del mucílago y tipos de lúpulo) y la interacción AxBxC (variedad de mucílago, concentración de mucílago y tipos de lúpulo), por lo tanto se debe realizar una prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para encontrar diferencia entre las medias, referente a el factor B (concentración de mucílago b_0 20% y b_1 30%), interacción AxB (variedad de mucílago y concentración de mucílago) e interacción BxC (concentración de mucílago y tipos de lúpulo) no se determinó diferencia significativa.

Tabla 14. ANOVA de la Absorbancia 1:0 de la cerveza artesanal tipo Ale.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades de cacao	0,0027735	1	0,0027735	0,17	0,6880
B: Concentración de mucílago	0,0231882	1	0,0231882	1,40	0,2543
C: Tipos de lúpulo	0,106134	1	0,106134	6,40	0,0223*
INTERACCIONES					
AB	0,0125127	1	0,0125127	0,75	0,3979
AC	0,53342	1	0,53342	32,16	0,0000*
BC	0,0226935	1	0,0226935	1,37	0,2592
ABC	0,0972827	1	0,0972827	5,87	0,0277*
RESIDUOS	0,265377	16	0,016586		
TOTAL (CORREGIDO)	1,06338	23			

Nivel de confianza: $p < 0,05$; CV: 13,99; N: 24

Simbología: Gl: Grados de libertad; CV: Coeficiente de variación; N: Número de unidades experimentales

Elaborador por: Autores

Interpretación: Los resultados que se obtuvieron en la tabla 14 de Absorbancia 1:0, existe diferencia en el factor C (tipos de cacao c_0 Cascade y c_1 Northern Brewer), interacción AxC (variedad del mucílago y tipos de lúpulo) y en la interacción AxBxC (variedad de mucílago, concentración de mucílago y tipos de lúpulo), por cual es importante realizar una prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para detectar diferencias entre las medias, mientras que en el factor A (variedad de mucílago a_0 CCN-51 y a_1 Nacional), factor B (concentración de mucílago b_0 20% y b_1 30%), interacción AxB (variedad de mucílago y concentración de mucílago) e interacción BxC (concentración de mucílago y tipos de lúpulo) no se determinó diferencia significativa.

Tabla 15. ANOVA de la Transmitancia 1:0 de la cerveza artesanal tipo Ale.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades de cacao	3,08167	1	3,08167	0,33	0,5714
B: Concentración de mucílago	42,135	1	42,135	4,57	0,0484*
C: Tipos de lúpulo	83,6267	1	83,6267	9,06	0,0083*
INTERACCIONES					
AB	13,2017	1	13,2017	1,43	0,2491
AC	413,34	1	413,34	44,79	0,0000*
BC	7,70667	1	7,70667	0,84	0,3744
ABC	136,327	1	136,327	14,77	0,0014*
RESIDUOS	147,66	16	9,22875		
TOTAL (CORREGIDO)	847,078	23			

Nivel de confianza: $p < 0,05$; CV: 22,66; N: 24

Simbología: Gl: Grados de libertad; CV: Coeficiente de variación; N: Número de unidades experimentales

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la tabla 15 se puede apreciar los resultado de Transmitancia 1:0, en el cual se encontró diferencia significativa en los niveles: factor B (concentración de mucílago b_0 20% y b_1 30%), factor C (tipos de cacao c_0 Cascade y c_1 Northern Brewer), interacción AxC (variedad del mucílago y tipos de lúpulo) e interacción AxBxC (variedad de mucílago, concentración de mucílago y tipos de lúpulo), por tal motivo se requerirá realizar pruebas de significación de Tukey ($p < 0,05$) para detectar diferencia entre las medias, mientras que no se encontró diferencia significativa en el factor A (variedad de mucílago a_0 CCN-51 y a_1 Nacional), interacción AxB (variedad de mucílago y concentración de mucílago) e interacción BxC (concentración de mucílago y tipos de lúpulo).

Tabla 16. ANOVA de los sólidos en suspensión de la cerveza artesanal tipo Ale.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades de cacao	0,000384	1	0,000384	3,25	0,0902
B: Concentración de mucílago	0,0000735	1	0,0000735	0,62	0,4417
C: Tipos de lúpulo	0,00000816667	1	0,00000816667	0,07	0,7959
INTERACCIONES					
AB	0,000216	1	0,000216	1,83	0,1950
AC	0,000170667	1	0,000170667	1,45	0,2468
BC	0,0000375	1	0,0000375	0,32	0,5809
ABC	0,0000666667	1	0,0000666667	0,56	0,4633
RESIDUOS	0,00188933	16	0,000118083		
TOTAL (CORREGIDO)	0,00284583	23			

Nivel de confianza: $p < 0,05$; CV: 41,14; N: 24

Simbología: Gl: Grados de libertad; CV: Coeficiente de variación; N: Número de unidades experimentales

Elaborador por: Autores

Interpretación: Referente a los resultados obtenidos en la tabla 16 del análisis de sólidos en suspensión, denota que no hay diferencias significativas en: factor A (variedades de cacao a₀ CCN-51 y a₁ Nacional), factor B (concentración de mucílago b₀ 20% y b₁ 30%), factor C (tipos de lúpulo c₀ Cascade y c₁ Northern Brewer), interacciones: AxB (variedad de mucílago y concentración de mucílago), AxC (variedad del mucílago y tipos de lúpulo), BxC (concentración de mucílago y tipos de lúpulo), y AxBxC (variedad de mucílago, concentración de mucílago y tipos de lúpulo).

Tabla 17. ANOVA de la densidad de la cerveza artesanal tipo Ale.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades de cacao	0,00005766	1	0,00005766	1,33	0,2651
B: Concentración de mucílago	0,0000112067	1	0,0000112067	0,26	0,6176
C: Tipos de lúpulo	0,00000816667	1	0,00000816667	0,19	0,6696
INTERACCIONES					
AB	4,16667E-8	1	4,16667E-8	0,00	0,9756
AC	1,5E-8	1	1,5E-8	0,00	0,9854
BC	0,0000244017	1	0,0000244017	0,56	0,4634
ABC	0,00001176	1	0,00001176	0,27	0,6091
RESIDUOS	0,000691647	16	0,0000432279		
TOTAL (CORREGIDO)	0,000804898	23			

Nivel de confianza: $p < 0,05$; CV: 0,62; N: 24

Simbología: Gl: Grados de libertad; CV: Coeficiente de variación; N: Número de unidades experimentales

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la tabla 17 se presenta los resultados del análisis de densidad , el cual no se contempló diferencias significativas en: factor A (variedades de cacao a_0 CCN-51 y a_1 Nacional), factor B (concentración de mucílago b_0 20% y b_1 30%), factor C (tipos de lúpulo c_0 Cascade y c_1 Northern Brewer), interacciones: AxB (variedad de mucílago y concentración de mucílago), AxC (variedad del mucílago y tipos de lúpulo), BxC (concentración de mucílago y tipos de lúpulo), y AxBxC (variedad de mucílago, concentración de mucílago y tipos de lúpulo).

Tabla 18. ANOVA de la Turbidez de la cerveza artesanal tipo Ale.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades de cacao	7,27431	1	7,27431	1,10	0,3105
B: Concentración de mucílago	1,35043	1	1,35043	0,20	0,6578
C: Tipos de lúpulo	1,88664	1	1,88664	0,28	0,6011
INTERACCIONES					
AB	9,85986	1	9,85986	1,49	0,2403
AC	7,07529	1	7,07529	1,07	0,3169
BC	3,96338	1	3,96338	0,60	0,4507
ABC	70,3392	1	70,3392	10,61	0,0049*
RESIDUOS	106,08	16	6,63		
TOTAL (CORREGIDO)	207,829	23			

Nivel de confianza: $p < 0,05$; CV: 29,75; N: 24

Simbología: Gl: Grados de libertad; CV: Coeficiente de variación; N: Número de unidades experimentales

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la tabla 18 del análisis de Turbidez de la cerveza artesanal tipo Ale, no muestra diferencia significativa en: factor A (variedades de cacao a_0 CCN-51 y a_1 Nacional), factor B (concentración de mucílago b_0 20% y b_1 30%), factor C (tipos de lúpulo c_0 Cascade y c_1 Northern Brewer), interacciones: AxB (variedad de mucílago y concentración de mucílago), AxC (variedad del mucílago y tipos de lúpulo), BxC (concentración de mucílago y tipos de lúpulo) mientras que en la interacción AxBxC (variedad de mucílago, concentración de mucílago y tipos de lúpulo) si presenta diferencia significativa, por lo tanto se requerirá realizar pruebas de significación de Tukey ($p < 0,05$) para detectar diferencia entre las medias.

Tabla 19. ANOVA de Grados alcohólicos en la cerveza artesanal tipo Ale.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades de cacao	1,450	1	1,45042	1,33	0,2662
B: Concentración de mucílago	0,260417	1	0,260417	0,24	0,6321
C: Tipos de lúpulo	0,220417	1	0,220417	0,20	0,6594
INTERACCIONES					
AB	0,0104167	1	0,0104167	0,01	0,9234
AC	0,00375	1	0,00375	0,00	0,9540
BC	0,45375	1	0,45375	0,42	0,5285
ABC	0,30375	1	0,30375	0,28	0,6053
RESIDUOS	17,4867	16	1,09292		
TOTAL (CORREGIDO)	20,1896	23			

Nivel de confianza: $p < 0,05$; CV: 13,12; N: 24

Simbología: Gl: Grados de libertad; CV: Coeficiente de variación; N: Número de unidades experimentales

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la tabla 19 muestra los resultados de grados de alcohol , en donde no hay diferencia significativa en: factor A (variedades de cacao a_0 CCN-51 y a_1 Nacional), factor B (concentración de mucílago b_0 20% y b_1 30%), factor C (tipos de lúpulo c_0 Cascade y c_1 Northern Brewer), interacciones: AxB (variedad de mucílago y concentración de mucílago), AxC (variedad del mucílago y tipos de lúpulo), BxC (concentración de mucílago y tipos de lúpulo), y AxBxC (variedad de mucílago, concentración de mucílago y tipos de lúpulo).

Tabla 20. ANOVA de la Cantidad de espuma en la cerveza artesanal tipo Ale.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades de cacao	0,481667	1	0,481667	22,23	0,0002*
B: Concentración de mucílago	0,135	1	0,135	6,23	0,0239*
C: Tipos de lúpulo	0,106667	1	0,106667	4,92	0,0413*
INTERACCIONES					
AB	0,06	1	0,06	2,77	0,1156
AC	0,0416667	1	0,0416667	1,92	0,1845
BC	0,201667	1	0,201667	9,31	0,0076*
ABC	0,06	1	0,06	2,77	0,1156
RESIDUOS	0,346667	16	0,0216667		
TOTAL (CORREGIDO)	1,43333	23			

Nivel de confianza: $p < 0,05$; CV: 9,71; N: 24

Simbología: Gl: Grados de libertad; CV: Coeficiente de variación; N: Número de unidades experimentales

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la tabla 20 se presenta los resultados de cantidad de espuma, existe diferencia significativa en: factor A (variedades de cacao a_0 CCN-51 y a_1 Nacional), factor B (concentración de mucílago b_0 20% y b_1 30%), factor C (tipos de lúpulo c_0 Cascade y c_1 Northern Brewer), y en la interacción BxC (concentración de mucílago y tipos de lúpulo), debido a que existió diferencia significativa se debe realizar una prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) y detectar diferencias entre las medias, no se establecieron diferencias significativas en las interacción: AxB (variedad de mucílago y concentración de mucílago), AxC (variedad del mucílago y tipos de lúpulo), BxC (concentración de mucílago y tipos de lúpulo), y AxBxC (variedad de mucílago, concentración de mucílago y tipos de lúpulo).

Tabla 21. ANOVA de Colorimetría de espectro L* en la cerveza artesanal tipo Ale.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades de cacao	240,483	1	240,483	16,24	0,0010*
B: Concentración de mucílago	16,6617	1	16,6617	1,13	0,3045
C: Tipos de lúpulo	86,9405	1	86,9405	5,87	0,0276*
INTERACCIONES					
AB	9,2616	1	9,2616	0,63	0,4406
AC	2,00046	1	2,00046	0,14	0,7180
BC	0,0896704	1	0,0896704	0,01	0,9389
ABC	8,81973	1	8,81973	0,60	0,4515
RESIDUOS	236,885	16	14,8053		
TOTAL (CORREGIDO)	601,142	23			

Nivel de confianza: $p < 0,05$; CV: 8,75; N: 24

Simbología: Gl: Grados de libertad; CV: Coeficiente de variación; N: Número de unidades experimentales

Elaborador por: Autores

Interpretación: La tabla 21, indica los resultados de colorimetría espectro L, presenta diferencia significativa en: factor A (variedades de cacao a₀ CCN-51 y a₁ Nacional) y factor C (tipos de lúpulo c₀ Cascade y c₁ Northern Brewer, mientras que en las interacciones AxB (variedad de mucílago y concentración de mucílago), AxC (variedad del mucílago y tipos de lúpulo), BxC (concentración de mucílago y tipos de lúpulo), y AxBxC (variedad de mucílago, concentración de mucílago y tipos de lúpulo) no existió diferencia significativa.

Tabla 22. ANOVA de Colorimetría de espectro a* en la cerveza artesanal tipo Ale

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades de cacao	63,2029	1	63,2029	7,31	0,0157*
B: Concentración de mucílago	0,779401	1	0,779401	0,09	0,7679
C: Tipos de lúpulo	17,89	1	17,89	2,07	0,1696
INTERACCIONES					
AB	6,03104	1	6,03104	0,70	0,4160
AC	6,66233	1	6,66233	0,77	0,3931
BC	6,94988	1	6,94988	0,80	0,3833
ABC	1,34948	1	1,34948	0,16	0,6981
RESIDUOS	138,382	16	8,6489		
TOTAL (CORREGIDO)	241,247	23			

Nivel de confianza: $p < 0,05$; CV: 14,25; N: 24

Simbología: Gl: Grados de libertad; CV: Coeficiente de variación; N: Número de unidades experimentales

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la tabla 22 se muestra el análisis de colorimetría de espectro A , el cual se encontró diferencia significativa en el factor A (variedades de cacao a₀ CCN-51 y a₁ Nacional), mientras que en el factor B (concentración de mucílago b₀ 20% y b₁ 30%) y factor C (tipos de lúpulo c₀ Cascade y c₁ Northern Brewer) no existió diferencia , referente a las interacciones: AxB (variedad de mucílago y concentración de mucílago), AxC (variedad del mucílago y tipos de lúpulo), BxC (concentración de mucílago y tipos de lúpulo), y AxBxC (variedad de mucílago, concentración de mucílago y tipos de lúpulo).no se contempló diferencia significativa.

Tabla 23. ANOVA de Colorimetría de espectro b^* en la cerveza artesanal tipo Ale

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades de cacao	270,453	1	270,453	7,33	0,0155*
B: Concentración de mucílago	22,5583	1	22,5583	0,61	0,4458
C: Tipos de lúpulo	44,7884	1	44,7884	1,21	0,2869
INTERACCIONES					
AB	8,78218	1	8,78218	0,24	0,6323
AC	28,0368	1	28,0368	0,76	0,3963
BC	3,8416	1	3,8416	0,10	0,7512
ABC	6,18135	1	6,18135	0,17	0,6878
RESIDUOS	590,534	16	36,9084		
TOTAL (CORREGIDO)	975,176	23			

Nivel de confianza: $p < 0,05$; CV: 13,68; N: 24

Simbología: Gl: Grados de libertad; CV: Coeficiente de variación; N: Número de unidades experimentales

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la presente tabla 23, muestra el análisis de colorimetría de espectro B, aparece diferencia significativa en el factor A (variedades de cacao a_0 CCN-51 y a_1 Nacional), con respecto al factores B (concentración de mucílago b_0 20% y b_1 30%), factor C (tipos de lúpulo c_0 Cascade y c_1 Northern Brewer) e interacciones AxB (variedad de mucílago y concentración de mucílago), AxC (variedad del mucílago y tipos de lúpulo), BxC (concentración de mucílago y tipos de lúpulo), y AxBxC (variedad de mucílago, concentración de mucílago y tipos de lúpulo) no se encontró diferencia significativa.

Tabla 24. ANOVA del Grado de amargor (IBU) en la cerveza artesanal tipo Ale

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades de cacao	76,6838	1	76,6838	126,40	0,0000*
B: Concentración de mucílago	34,3204	1	34,3204	56,57	0,0000*
C: Tipos de lúpulo	138,72	1	138,72	228,66	0,0000*
INTERACCIONES					
AB	3,01042	1	3,01042	4,96	0,0406*
AC	0,400417	1	0,400417	0,66	0,4285
BC	0,18375	1	0,18375	0,30	0,5897
ABC	0,0204167	1	0,0204167	0,03	0,8567
RESIDUOS	9,70667	16	0,606667		
TOTAL (CORREGIDO)	263,046	23			

Nivel de confianza: $p < 0,05$; CV: 2,36; N: 24

Simbología: Gl: Grados de libertad; CV: Coeficiente de variación; N: Número de unidades experimentales

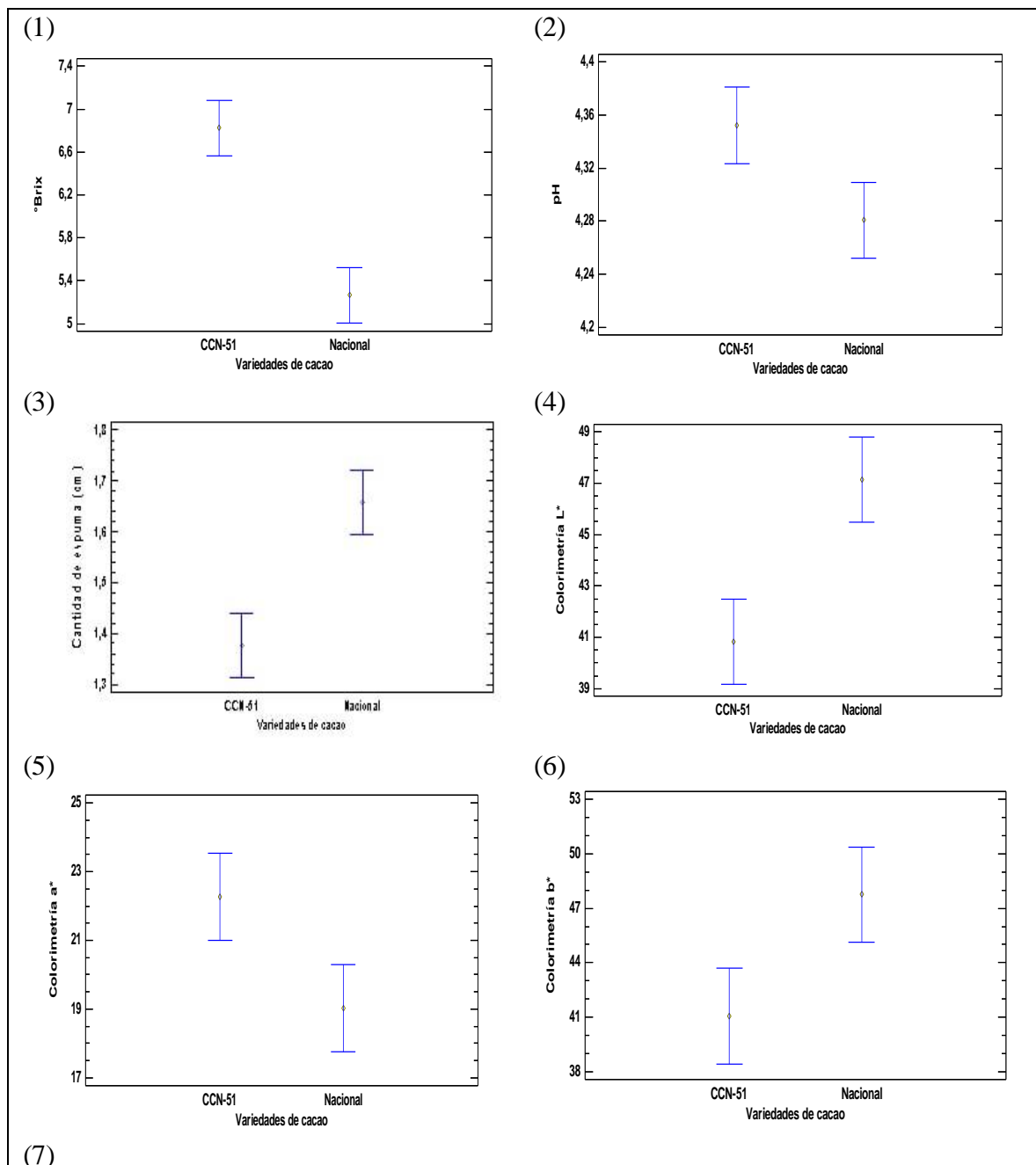
Elaborador por: Autores

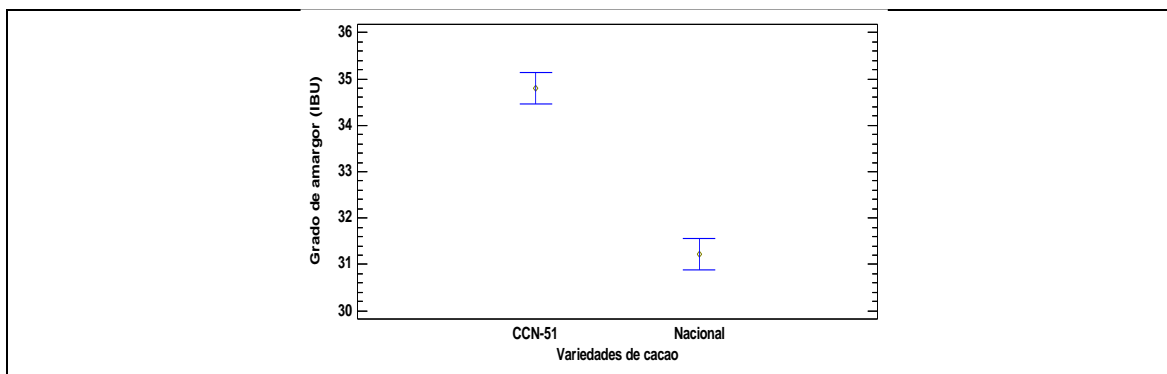
Interpretación: En la tabla 24, muestra los resultados de los Grado de amargor mediante la Unidad Internacional de Amargor (IBU) e indica diferencias significativas en los niveles: factor A (variedades de cacao a_0 CCN-51 y a_1 Nacional), factor B (concentración de mucílago b_0 20% y b_1 30%), factor C (tipos de lúpulo c_0 Cascade y c_1 Northern Brewer) e interacción AxB (variedad de mucílago y concentración de mucílago), con respecto a las interacciones AxC (variedad del mucílago y tipos de lúpulo), BxC (concentración de mucílago y tipos de lúpulo), y AxBxC (variedad de mucílago, concentración de mucílago y tipos de lúpulo) no existió diferencia significativa.

4.1.1.1. Resultados de la prueba de significación de Tukey de los análisis físico-químicos en referencia a las medias.

- Resultados de los análisis físico-químicos con respecto al factor A que corresponde a la Variedad de cacao.

Gráfico 1. Resultados de las medias entre las variedades de mucílago de cacao CCN-51 y mucílago Nacional de la cerveza artesanal tipo Ale.





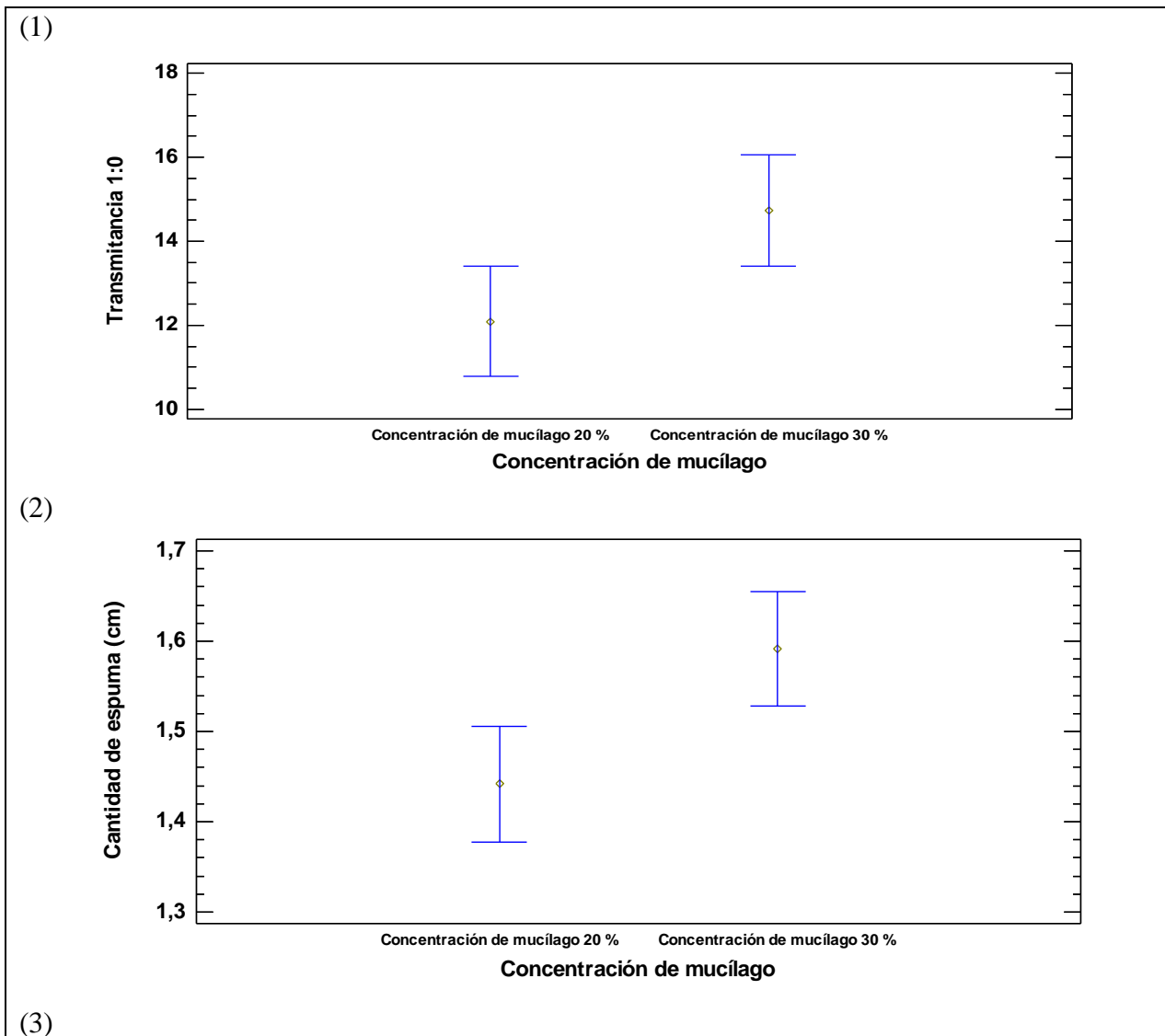
Por medio de la prueba de significación Tukey ($p < 0,05$). 1. °Brix (DS); 2. – pH (DS); 3. – Contenido de espuma; 4. – Colorimetría L^* (DS); 5. – Colorimetría a^* (DS); 6. – Colorimetría b^* (DS); 7. – Grado de amargor (DS).

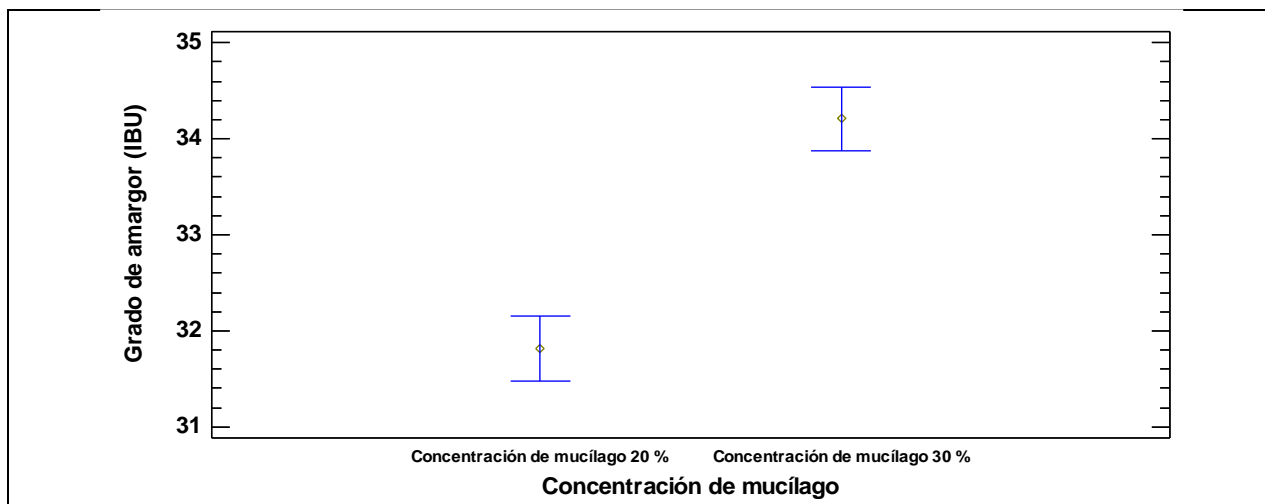
Elaborador por: Autores

Interpretación: En el Gráfico 1 se reportó diferencia significativa para los °Brix (1) de la cerveza artesanal con un valor superior de 6,85 en $a_0 = \text{CCN-51}$, mientras $a_1 = \text{Nacional}$ obtuvo un valor de 5,27. Respecto al pH (2) de la cerveza artesanal el que contiene mayor valor es $a_0 = \text{CCN-51}$ con 4,35; en $a_1 = \text{Nacional}$ obtuvo un valor de 4,28. En la cantidad de espuma (3) se observó el valor más alto en $a_1 = \text{Nacional}$ con 1,65 y en $a_0 = \text{CCN-51}$ el valor fue 1,37. En Colorimetría espectro L (4) se identificó que $a_1 = \text{Nacional}$ presentó un mayor valor con 47,15 y $a_0 = \text{CCN-51}$ obtuvo un valor de 40,82. En Colorimetría espectro A (5) se observó que $a_0 = \text{CCN-51}$ presentó un mayor valor con 22,26 y $b_0 = \text{Nacional}$ obtuvo un valor de 19,02. En Colorimetría espectro B (6) se observó que $a_1 = \text{Nacional}$ presentó un mayor valor con 47,76 y $a_0 = \text{CCN-51}$ obtuvo un valor de 41,01. En el grado de amargor se presentó un valor mayor con 34,80 en $a_0 = \text{CCN-51}$ y $a_1 = \text{Nacional}$ obtuvo un valor de 31,23.

- Resultados de los análisis físico-químicos con respecto al factor B que corresponde a Concentración de mucílago.

Gráfico 2. Resultados de las diferencias de medias entre la concentración de mucílago al 20% y 30 % de la cerveza artesanal.





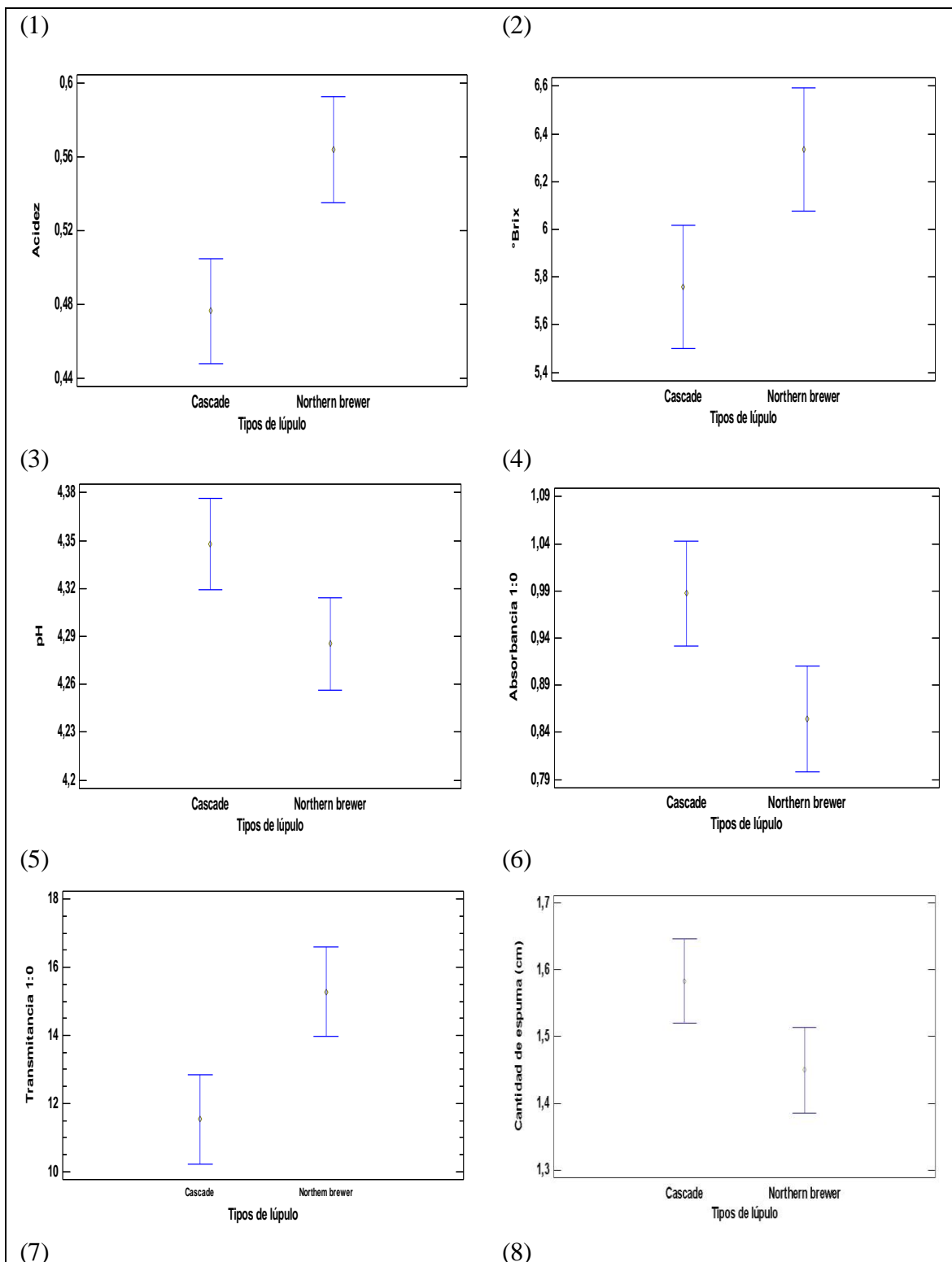
Por medio de la prueba de significación Tukey ($p < 0,05$). 1. – Transmitancia 1:0 (DS); 2. – Cantidad de espuma (DS); 3. – Grado de amargor (DS);

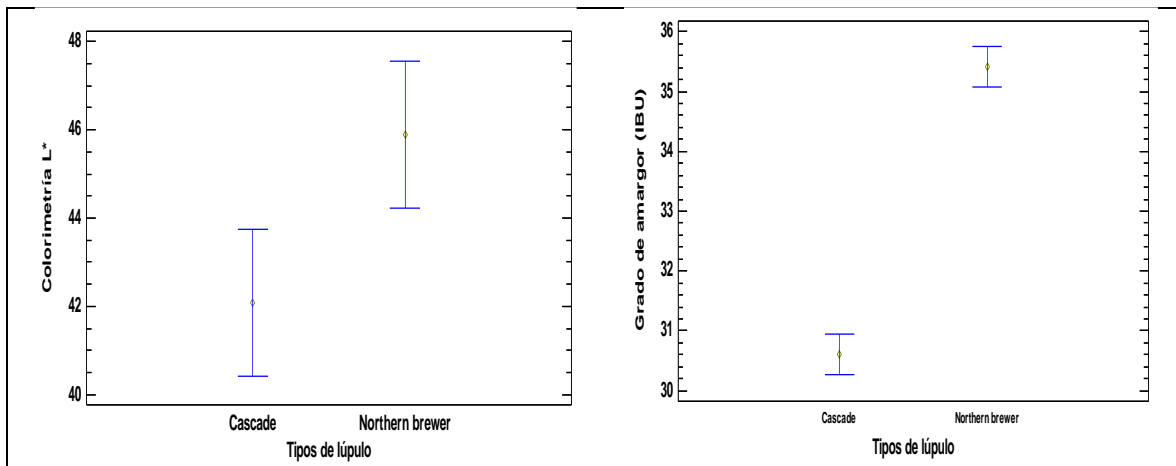
Elaborador por: Autores

Interpretación: El Gráfico 2 se observa diferencia significativa para Transmitancia 1:0 (1) de la cerveza artesanal con un valor superior de 14,73 en a_1 = Concentración de mucílago 30 %, mientras a_0 = Concentración de mucílago 20 %, se obtuvo un valor de 12,08. Respecto a la Cantidad de espuma (2) de la cerveza artesanal el que contiene mayor valor es a_1 = Concentración de mucílago 30 % con un valor de 1,59; en a_0 = Concentración de mucílago 20 % se obtuvo un valor de 1,22. En el grado de amargor (3) se observó el valor más alto en a_1 = Concentración de mucílago 30 % con 34,20% y en a_0 = Concentración de mucílago 20 % el valor fue 31,82%.

- Resultados de los análisis físico-químicos con respecto al factor C que corresponde a Tipo de lúpulo.

Gráfico 3. Resultados de las diferencias de medias entre los tipos de lúpulo Cascade y Northern Brewer de la cerveza artesanal.





Por medio de la prueba de significación Tukey ($p < 0,05$). 1. – Acidez (DS); 2. – °Brix (DS); (3). – pH (DS); (4). – Absorbancia 1:0 (DS); (5). – Transmitancia 1:0 (DS); (6). – Cantidad de espuma (DS); (7). – Colorimetría L* (DS); (8). – Grado de amargor (DS).

Elaborador por: Autores

Interpretación: El Gráfico 1 muestra la diferencia significativa para la Acidez (1) de la cerveza artesanal con un valor superior de 0,56 en $c_1 = \text{Northern Brewer}$, mientras $c_0 = \text{Cascade}$ obtuvo un valor de 0,47. Respecto al °Brix (2) de la cerveza artesanal el que contiene mayor valor es $c_1 = \text{Northern Brewer}$ con 6,33; en $c_0 = \text{Cascade}$ obtuvo un valor de 5,75. En el pH (3) de la cerveza artesanal se observó el valor más alto en $c_0 = \text{Cascade}$ con 4,34 y en $c_0 = \text{Cascade}$ el valor fue 4,28. En Absorbancia 1:0 (4) de la cerveza artesanal se observó que $c_0 = \text{Cascade}$ presentó un mayor valor 0,99 $c_1 = \text{Northern Brewer}$ obtuvo un valor de 0,85. En Transmitancia 1:0 (5) de la cerveza artesanal se observó que $c_1 = \text{Northern Brewer}$ presentó un mayor valor 15,28 mientras que $c_0 = \text{Cascade}$ obtuvo un valor de 11,54. En la cantidad de espuma (6) de la cerveza artesanal se observó un valor mayor de 1,58 en $c_0 = \text{Cascade}$ mientras que en $c_1 = \text{Northern Brewer}$ un valor de 1,45. En Colorimetría espectro L (7) se observó que $c_1 = \text{Northern Brewer}$ presentó un mayor valor con 45,89 y $c_0 = \text{Cascade}$ obtuvo un valor de 42,08. En el grado de amargor (8) de la cerveza artesanal se presentó un valor mayor con 35,42 en $c_1 = \text{Northern Brewer}$ y $c_0 = \text{Cascade}$ obtuvo un valor de 30,61.

- **Resultados de los análisis físico-químicos con respecto a la interacción AxB que corresponde a Variedades de cacao + Concentración de mucílago.**

Tabla 25. Resultados de las diferencias de medias entre variedades de cacao y concentración de mucílago de la cerveza artesanal.

Factor AxB	Grados de amargor
CCN-51 + Concentración de mucílago 20 %	30,83 BC
CCN-51 + Concentración de mucílago 20 %	35,67 E
CCN-51 + Concentración de mucílago 30 %	33,7 DE
CCN-51 + Concentración de mucílago 30 %	39 F
Nacional + Concentración de mucílago 20 %	28,97 A
Nacional + Concentración de mucílago 20 %	32,6 CD
Nacional + Concentración de mucílago 30 %	29,73 AB
Nacional + Concentración de mucílago 30 %	34,4 DE

Por medio de la prueba de Tukey ($p < 0,05$). 1.- Grado de amargor (DS).

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la tabla 25 muestra diferencia significativa para el Grado de amargor de la cerveza artesanal con una cantidad superior de 39 en a_0b_1 (CCN-51 + Concentración de mucílago 30%).

- **Resultados de los análisis físico-químicos con respecto a la interacción AxC que corresponde a Variedades de cacao + Tipo de lúpulo.**

Tabla 26. Resultados de las diferencias de medias entre las variedades de cacao y los tipos de lúpulo de la cerveza artesanal.

Factor AxC	°Brix	pH	Absorbancia 1:0	Transmitancia 1:0
CCN-51 + Cascade	6,83 BC	4,4 AB	0,93 ABCD	11,8 AB
CCN-51 + Northern Brewer	7,5 C	4,33 AB	0,91 ABCD	13,13 AB
CCN-51 + Cascade	5,33 AB	4,43 B	0,72 AB	18,87 BC
CCN-51 + Northern Brewer	7,63 C	4,25 AB	1,08 BCD	8,4 A
Nacional+ Cascade	5,6 AB	4,33 AB	1,17 D	7,5 A
Nacional+ Northern Brewer	5,2 AB	4,26 AB	0,8 ABC	15,9 ABC
Nacional+ Cascade	5,27 AB	4,23 A	1,13 CD	8 A
Nacional+ Northern Brewer	5 A	4,3 AB	0,63 A	23,67 C

Por medio de la prueba de Tukey ($p < 0,05$). 1.- °Brix (DS); 2.- pH (DS); 3.- Absorbancia 1:0 (DS); Transmitancia 1:0 (DS).

Elaborador por: Autores

En la tabla 26 muestra diferencia significativa de los ° Brix con una cantidad superior de 7,63 en a₀c₁ (CCN-51 + Northern Brewer). Respecto al pH de la cerveza artesanal el que contiene mayor nivel de pH es a₀c₀ (CCN-51 + Cascade) con 4,43. En la Absorbancia 1:0 de la cerveza artesanal se registró el valor más alto en a₁c₀ (Nacional + Cascade) con 1,17. Con respecto a la Transmitancia 1:0 de la cerveza artesanal se determinó un valor mayor de 19,78 en a₁c₁ (Nacional + Northern Brewer) con 23,67.

- **Resultados de los análisis físico-químicos con respecto a la interacción BxC que corresponde a Concentración de mucílago + Tipo de lúpulo.**

Tabla 27. Resultados de las diferencias de medias entre la concentración de mucílago y los tipos de lúpulo de la cerveza artesanal.

Factor BxC	Cantidad de espuma
Concentración de mucílago 20 % + Cascade	1,5 ^B
Concentración de mucílago 20 % + Northern Brewer	1 ^A
Concentración de mucílago 30 % + Cascade	1,47 ^B
Concentración de mucílago 30 % + Northern Brewer	1,53 ^B
Concentración de mucílago 20 % + Cascade	1,7 ^B
Concentración de mucílago 20 % + Northern Brewer	1,57 ^B
Concentración de mucílago 30 % + Cascade	1,67 ^B
Concentración de mucílago 30 % +Northern Brewer	1,7 ^B

Por medio de la prueba de Tukey ($p < 0,05$). 1.- Cantidad de espuma (DS).

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la tabla 27 se muestra la diferencia significativa de la Cantidad de espuma en la cerveza artesanal, en la cual se registró el valor más alto en b₁c₁ con 1,7.

- **Resultado de los análisis físicos-químicos con respecto a la interacción AxBxC que corresponde a Variedades de mucílago + Concentración de mucílago + Tipo de lúpulo.**

Tabla 28. Resultados de las diferencias de medias entre las variedades de cacao, concentración de mucílago y los tipos de lúpulo de la cerveza artesanal.

Factor AxBxC	Absorbancia 1:0	Transmitancia 1:0	Turbidez
Nacional + Concentración 30% + Northern Brewer	0,63 ^A	23,67 ^C	5,39 ^A
CCN-51 + Concentración 30% + Cascade	0,72 ^{AB}	18,87 ^{BC}	6,94 ^A
Nacional + Concentración 20% + Northern Brewer	0,80 ^{ABC}	15,90 ^{ABC}	11,38 ^A
CCN-51 + Concentración 20% + Northern Brewer	0,91 ^{ABCD}	13,13 ^{AB}	6,66 ^A
CCN-51 + Concentración 20% + Cascade	0,93 ^{ABCD}	11,80 ^{AB}	8,74 ^A
CCN-51 + Concentración 30% + Northern Brewer	1,08 ^{BCD}	8,40 ^A	10,08 ^A
Nacional + Concentración 30% + Cascade	1,13 ^{CD}	8,00 ^A	11,27 ^A
Nacional + Concentración 20% + Cascade	1,17 ^D	7,50 ^A	8,79 ^A

Por medio de la prueba de Tukey ($p < 0,05$). 1.- Absorbancia 1:0 (DS); 2.- Transmitancia 1(DS):0; 3.- Acidez (DS).

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la tabla 28, en la Absorbancia 1:0 de la cerveza artesanal señaló el mayor valor en $a_1b_0c_0$ (Nacional + Concentración 20% + Cascade) con 1,17. En Transmitancia 1:0, el que expuso un valor elevado es $a_1b_1c_1$ (Nacional + Concentración 30% + Northern Brewer) con 23,67. En la turbidez, $a_1b_0c_1$ (Nacional + Concentración 20% + Northern Brewer) obtuvo el valor mayor con 11,38.

4.1.2. Resultados de los análisis microbiológicos de la cerveza artesanal tipo Ale.

Tabla 29. ANOVA de microorganismos presentes en la cerveza artesanal tipo Ale

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades de cacao	24	1	128	0,17	0,6899
B: Concentración de mucílago	24	1	24	0,17	0,6899
C: Tipos de lúpulo	266,67	1	24	1,83	0,1944
INTERACCIONES					
AB	266,67	1	266,67	1,83	0,1944
AC	24	1	266,67	0,17	0,6899
BC	24	1	24	0,17	0,6899
ABC	266,67	1	24	1,83	0,1944
RESIDUOS	2325,33	16	266,67		
TOTAL (CORREGIDO)	3221,33	23	145,33		

Simbología: DS: desviación estándar

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la tabla 29, se observó que no existe diferencia significativa tanto en factores como en interacciones de microorganismos presentes y para encontrar diferencias entre las medias de los 8 tratamientos se realizó una prueba de Tukey.

4.1.2.1. Resultados de las medias mediante la prueba de significación de Tukey de los análisis microbiológicos.

Tabla 30. Resultados de las diferencias de medias entre las variedades de cacao, concentración de mucílago y los tipos de lúpulo de la cerveza artesanal.

Interacción AxBxC	Microorganismos totales
CCN-51 + Concentración de mucílago 20 % + Cascade	0 A
CCN-51 + Concentración de mucílago 20 % + Northern Brewer	0 A
CCN-51 + Concentración de mucílago 30 % + Cascade	0 A
CCN-51 + Concentración de mucílago 30 % + Northern Brewer	9,33 A
Nacional+ Concentración de mucílago 20 % + Cascade	0 A
Nacional+ Concentración de mucílago 20 % + Northern Brewer	17,33 A
Nacional+ Concentración de mucílago 30 % + Cascade	0 A
Nacional+ Concentración de mucílago 30 % +Northern Brewer	0 A

Por medio de la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Microorganismos totales.

Elaborador por: Autores

Interpretación: en la tabla 30 se determinó una mayor presencia de microorganismos en $a_1b_0c_1$ (Nacional + Concentración de mucílago 20 % + Northern Brewer), una menor presencia en la interacción $a_0b_1c_1$ (CCN-51 + Concentración de mucílago 30 % + Northern Brewer) y en el resto de los tratamientos no existió presencia de microorganismo totales.

Tabla 31. Análisis microbiológicos de coliformes totales a la cerveza artesanal tipo Ale.

Variedad de Cacao	Mucílago	Lúpulo	Rep.	<i>Escherichia Coli</i>	<i>Salmonella</i>	Coliformes totales	Microorganismos presentes	Microorganismos totales
CCN-51	Concentración 20 %	Cascade	1	0	0	0	0	0
CCN-51	Concentración 20 %	Northem brewer	1	0	0	0	0	0
CCN-51	Concentración 30 %	Cascade	1	0	0	0	0	0
CCN-51	Concentración 30 %	Northem brewer	1	0	0	0	0	0
Nacional	Concentración 20 %	Cascade	1	0	0	0	0	0
Nacional	Concentración 20 %	Northem brewer	1	0	0	0	52	52
Nacional	Concentración 30 %	Cascade	1	0	0	0	0	0
Nacional	Concentración 30 %	Northem brewer	1	0	0	0	0	0
CCN-51	Concentración 20 %	Cascade	2	0	0	0	0	0
CCN-51	Concentración 20 %	Northem brewer	2	0	0	0	0	0
CCN-51	Concentración 30 %	Cascade	2	0	0	0	0	0
CCN-51	Concentración 30 %	Northem brewer	2	0	0	0	28	28
Nacional	Concentración 20 %	Cascade	2	0	0	0	0	0
Nacional	Concentración 20 %	Northem brewer	2	0	0	0	0	0
Nacional	Concentración 30 %	Cascade	2	0	0	0	0	0
Nacional	Concentración 30 %	Northem brewer	2	0	0	0	0	0
CCN-51	Concentración 20 %	Cascade	3	0	0	0	0	0
CCN-51	Concentración 20 %	Northem brewer	3	0	0	0	0	0
CCN-51	Concentración 30 %	Cascade	3	0	0	0	0	0
CCN-51	Concentración 30 %	Northem brewer	3	0	0	0	0	0
Nacional	Concentración 20 %	Cascade	3	0	0	0	0	0
Nacional	Concentración 20 %	Northem brewer	3	0	0	0	0	0
Nacional	Concentración 30 %	Cascade	3	0	0	0	0	0
Nacional	Concentración 30 %	Northem brewer	3	0	0	0	0	0

Elaborador por: Autores

Interpretación: Como se puede observar en la tabla 31 al realizar el análisis de coliformes totales, se sembró cada tratamiento y se dejó en incubación por 24 horas, dentro de las primeras 12 horas no se observó presencia tanto de *Escherichia Coli* como de *Salmonella*, pasadas las 12 horas restantes también no se observó presencia de coliformes totales, pero si presenta microorganismos es 2 placas que corresponde a a₁b₀c₁(Nacional + Concentración de mucílago 20 % + Northem brewer) con un número de 52 colonias y a a₀b₁c₁(CCN51 + Concentración de mucílago 30 % + Northem brewer) con un número de 28 colonias, estos microorganismos presentes se pudieron dar por una mala manipulación de los implementos mientras se realizaban los cultivos.

4.1.3. Resultados del análisis sensorial de la cerveza artesanal tipo Ale.

Tabla 32. ANOVA de Apariencia en el análisis sensorial de la cerveza artesanal tipo Ale

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades de cacao	0,666667	1	0,666667	2,12	0,1651
B: Concentración de mucílago	0,166667	1	0,166667	0,53	0,4775
C: Tipos de lúpulo	0,166667	1	0,166667	0,53	0,4775
INTERACCIONES					
AB	0,06	1	0,06	0,19	0,6684
AC	0,166667	1	0,166667	0,53	0,4775
BC	0,0266667	1	0,0266667	0,08	0,7748
ABC	0,24	1	0,24	0,76	0,3956
RESIDUOS	5,04	16	0,315		
TOTAL (CORREGIDO)	6,53333	23			

Nivel de confianza: $p < 0,05$; CV: 13,80; N: 24

Simbología: Gl: Grados de libertad; CV: Coeficiente de variación; N: Número de unidades experimentales

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la tabla 32 se muestra los resultados del análisis Sensorial en la Apariencia de la cerveza artesanal tipo ale, en donde no existió diferencia significativa en: factor A (variedades de cacao a_0 CCN-51 y a_1 Nacional), factor B (concentración de mucílago b_0 20% y b_1 30%), factor C (tipos de lúpulo c_0 Cascade y c_1 Northern Brewer), interacciones: AxB (variedad de mucílago y concentración de mucílago), AxC (variedad del mucílago y tipos de lúpulo), BxC (concentración de mucílago y tipos de lúpulo), y AxBxC (variedad de mucílago, concentración de mucílago y tipos de lúpulo).

Tabla 33. ANOVA de Aroma en el análisis sensorial de la cerveza artesanal tipo Ale

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades de cacao	0,015	1	0,015	0,05	0,8230
B: Concentración de mucílago	0,135	1	0,135	0,47	0,5048
C: Tipos de lúpulo	0,0416667	1	0,0416667	0,14	0,7096
INTERACCIONES					
AB	0,015	1	0,015	0,05	0,8230
AC	0,015	1	0,015	0,05	0,8230
BC	0,015	1	0,015	0,05	0,8230
ABC	0,0816667	1	0,0816667	0,28	0,6029
RESIDUOS	4,64	16	0,29		
TOTAL (CORREGIDO)	4,95833	23			

Nivel de confianza: $p < 0,05$; CV: 13,11; N: 24

Simbología: Gl: Grados de libertad; CV: Coeficiente de variación; N: Número de unidades experimentales

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la tabla 33 se presenta los resultados del análisis sensorial referente a el aroma , en donde no se encontró diferencia significativa en: factor A (variedades de cacao a₀CCN-51 y a₁Nacional), factor B (concentración de mucílago b₀ 20% y b₁ 30%), factor C (tipos de lúpulo c₀ Cascade y c₁ Northern Brewer), interacciones: AxB (variedad de mucílago y concentración de mucílago), AxC (variedad del mucílago y tipos de lúpulo), BxC (concentración de mucílago y tipos de lúpulo), y AxBxC (variedad de mucílago, concentración de mucílago y tipos de lúpulo).

Tabla 34. ANOVA de Sabor en el análisis sensorial de la cerveza artesanal tipo Ale

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades de cacao	1,04167	1	1,04167	2,74	0,1173
B: Concentración de mucílago	0,135	1	0,135	0,36	0,5595
C: Tipos de lúpulo	0,135	1	0,135	0,36	0,5595
INTERACCIONES					
AB	0,0416667	1	0,0416667	0,11	0,7448
AC	0,201667	1	0,201667	0,53	0,4768
BC	0,0816667	1	0,0816667	0,21	0,6492
ABC	0,601667	1	0,601667	1,58	0,2263
RESIDUOS	6,08	16	0,38		
TOTAL (CORREGIDO)	8,31833	23			

Nivel de confianza: $p < 0,05$; CV: 15,84; N: 24

Simbología: Gl: Grados de libertad; CV: Coeficiente de variación; N: Número de unidades experimentales

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la tabla 34 se muestra los resultados del Análisis Sensorial(sabor), en donde no existe diferencia significativa en: factor A (variedades de cacao a_0 CCN-51 y a_1 Nacional), factor B (concentración de mucílago b_0 20% y b_1 30%), factor C (tipos de lúpulo c_0 Cascade y c_1 Northern Brewer), interacciones: AxB (variedad de mucílago y concentración de mucílago), AxC (variedad del mucílago y tipos de lúpulo), BxC (concentración de mucílago y tipos de lúpulo), y AxBxC (variedad de mucílago, concentración de mucílago y tipos de lúpulo).

Tabla 35. ANOVA de Sensación en la boca en el análisis sensorial de la cerveza artesanal tipo Ale.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades de cacao	0,06	1	0,06	0,18	0,6747
B: Concentración de mucílago	0,0266667	1	0,0266667	0,08	0,7793
C: Tipos de lúpulo	0,0266667	1	0,0266667	0,08	0,7793
INTERACCIONES					
AB	0,00666667	1	0,00666667	0,02	0,8885
AC	0,166667	1	0,166667	0,51	0,4864
BC	0,0266667	1	0,0266667	0,08	0,7793
ABC	0,326667	1	0,326667	0,99	0,3334
RESIDUOS	5,25333	16	0,328333		
TOTAL (CORREGIDO)	5,89333	23			

Nivel de confianza: $p < 0,05$; CV: 14,45; N: 24

Simbología: Gl: Grados de libertad; CV: Coeficiente de variación; N: Número de unidades experimentales

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la presente tabla 35, se muestra el análisis sensorial referente a la sensación en la boca al consumirla, en donde no presentó diferencia significativa en: factor A (variedades de cacao a_0 CCN-51 y a_1 Nacional), factor B (concentración de mucílago b_0 20% y b_1 30%), factor C (tipos de lúpulo c_0 Cascade y c_1 Northern Brewer), interacciones: AxB (variedad de mucílago y concentración de mucílago), AxC (variedad del mucílago y tipos de lúpulo), BxC (concentración de mucílago y tipos de lúpulo), y AxBxC (variedad de mucílago, concentración de mucílago y tipos de lúpulo).

4.1.4. Control

4.1.4.1. Control de los análisis físicos-químicos y microbiológicos del mucílago de cacao Nacional y CCN-51

Tabla 36. Análisis del mucílago de cacao Nacional y CCN-51.

MUCÍLAGO DE CACAO	pH	Acidez Tímblable °Brix	Densidad	Turbidez	Sólidos en suspensión	Colorimetría L*	Colorimetría a*	Colorimetría b*	Transmitancia	Absorbancia	
CCN-51 PASTEURIZADO	4,179	1,089	11,3	1,0487	9,343 NTU	0,043 g	34,854	15,183	21,715	0,6	0,3
CCN-51 SIN PASTEURIZAR NACIONAL	4,116	1,143	11,6	1,0402	4,321 NTU	0,055 g	39,137	19,090	31,518	1,2	0,8
NACIONAL PASTEURIZADO	4,307	0,684	15,5	1,0757	16,71 NTU	0,095 g	46,075	8,111	30,410	0,1	0,1
NACIONAL SIN PASTEURIZAR	4,346	0,954	15	1,1356	13,76 NTU	0,083 g	46,272	19,807	24,814	0,2	0,3

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la presente tabla 36, se expresa resultado de análisis al mucílago de cacao, cabe recalcar que se estudió el mucílago cacao pasteurizado y sin pasteurizado tanto de la variedad Nacional como de CCN-51, en el cual se destaca el pasteurizado para la comparación con el mejor tratamiento en los análisis físicos de la cerveza artesanal.

Tabla 37. Recuento microbiológico del mucílago de cacao por un tiempo de 48 horas.

MUCÍLAGO DE CACAO	<i>Escherichia Coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>Coliformes totales</i>	Microorganismos	Microorganismos totales
CCN-51 PASTEURIZADO	Sin presencia	Sin presencia	Sin presencia	Sin presencia	Sin presencia
CCN-51 SIN PASTEURIZAR NACIONAL	Sin presencia	Sin presencia	Sin presencia	140 colonias	141 colonias
NACIONAL PASTEURIZADO	Sin presencia	Sin presencia	Sin presencia	Sin presencia	Sin presencia
NACIONAL SIN PASTEURIZAR	Sin presencia	Sin presencia	Sin presencia	14 colonias	15 colonias

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la tabla 37, se observa los resultados de los análisis microbiológicos del mucílago de cacao, cabe mencionar que se realizó del mucílago pasteurizado y sin pasteurizar tanto de la variedad Nacional como de CCN-51, en el cual predominan los resultados del mucílago pasteurizado, para finalmente realizar la respectiva comparación con el mejor tratamiento en los análisis microbiológicos del producto final.

4.1.4.2. Control de los análisis físicos-químicos de los testigos.

Tabla 38. Análisis de Testigo 1 y Testigo2

ANÁLISIS FÍSICOS-QUÍMICOS									
CERVEZAS COMERCIALES	pH	Acidez Titulable	°Brix	Densidad	Turbidez	Sólidos en suspensión	Transmitancia	Absorbancia	°GI
Testigo 1	4,282	0,396	4,8	0,9965	0,088 NTU	0,039 g	75,50%	0,123	4,2 %
Testigo 2	4,502	0,378	5,7	1,0179	0,159 NTU	0,038 g	66,80%	1,175	4,2 %

Testigo 1: Cerveza comercial Pilsener; **Testigo 2:** Cerveza comercial Club

Elaborador por: Autores

Interpretación: En la presente tabla 38, se expresa el resultado de análisis tanto de la cerveza comercial Pilsener (Testigo 1) como de la cerveza club (Testigo 2), cabe recalcar que se estudiaron para comparar con el mejor tratamiento en los análisis físicos-químicos de la cerveza artesanal.

4.2. Discusión.

4.2.1. Con respecto a la interacción AxBxC (Variedades de mucílago + Concentración de mucílago + Tipo de lúpulo) de los análisis físico-químicos.

Tabla 39. Resultado de los análisis físicos-químicos de la interacción AxBxC (Variedades de mucílago + Concentración de mucílago + Tipo de lúpulo) de la cerveza artesanal tipo Ale con adición parcial de mucílago de cacao.

AxBxC (Variedades de mucílago + Concentración de mucílago + Tipo de lúpulo)												
Parámetros	CC2C	CC2NB	CC3C	CC3NB	N2C	N2NB	N3C	N3NB				
Acidez	0,47 ^{AB}	0,57 ^{AB}	0,49 ^{AB}	0,66 ^B	0,44 ^A	0,53 ^{AB}	0,51 ^{AB}	0,5 ^{AB}				
°Brix	6,83 ^{BC}	7,5 ^C	5,33 ^{AB}	7,63 ^C	5,6 ^{AB}	5,2 ^{AB}	5,27 ^{AB}	5 ^A				
pH	4,4 ^{AB}	4,33 ^{AB}	4,43 ^B	4,25 ^{AB}	4,33 ^{AB}	4,26 ^{AB}	4,23 ^A	4,3 ^{AB}				
Absorbancia	0,93 ^{ABCD}	0,91 ^{ABCD}	0,72 ^{AB}	1,08 ^{BCD}	1,17 ^D	0,8 ^{ABC}	1,13 ^{CD}	0,63 ^A				
Transmitancia	11,8 ^{AB}	13,13 ^{AB}	18,87 ^{BC}	8,4 ^A	7,5 ^A	15,9 ^{ABC}	8 ^A	23,67 ^C				
Sólidos en suspensión	0,02 ^A	0,02 ^A	0,03 ^A	0,02 ^A	0,04 ^A	0,03 ^A	0,02 ^A	0,03 ^A				
Densidad	1,07 ^A	1,06 ^A	1,06 ^A	1,07 ^A	1,06 ^A	1,06 ^A	1,06 ^A	1,06 ^A				
Turbidez	8,74 ^A	6,66 ^A	6,94 ^A	10,08 ^A	8,79 ^A	11,38 ^A	11,27 ^A	5,39 ^A				
°GL	8,47 ^A	7,8 ^A	8,13 ^A	8,47 ^A	7,73 ^A	7,47 ^A	7,93 ^A	7,77 ^A				
Cantidad de espuma	1,5 ^B	1 ^A	1,47 ^B	1,53 ^B	1,7 ^B	1,57 ^B	1,67 ^B	1,7 ^B				
Colorimetría L*	37,75 ^A	43,47 ^{AB}	39,51 ^A	42,56 ^{AB}	44,63 ^{AB}	46,77 ^{AB}	46,45 ^{AB}	50,77 ^B				
Colorimetría a*	22,22 ^A	20,94 ^A	22,98 ^A	22,91 ^A	21,5 ^A	17,17 ^A	19,31 ^A	18,08 ^A				
Colorimetría b*	38,13 ^A	43,24 ^A	39,07 ^A	43,75 ^A	46,81 ^A	45,57 ^A	48,14 ^A	50,53 ^A				
Grado de amargor	30,83 ^{BC}	35,67 ^E	33,7 ^{DE}	39 ^F	28,17 ^A	32,6 ^{CD}	29,73 ^{AB}	34,4 ^{DE}				

CC2C = CCN-51 + Concentración de mucílago 20 % + Cascade; CC2NB = CCN-51 + Concentración de mucílago 20 % + Northern Brewer; CC3C = CCN-51 + Concentración de mucílago 30 % + Cascade; CC3NB = CCN-51 + Concentración de mucílago 30 % + Northern Brewer; N2C = Nacional + Concentración de mucílago 20 % + Cascade; N2NB = Nacional + Concentración de mucílago 20 % + Northern Brewer; N3C = Nacional + Concentración de mucílago 30 % + Cascade; N3NB = Nacional + Concentración de mucílago 20 % + Northern Brewer

Elaborador por: Autores

Con respecto a la acidez, se obtuvo un valor de 0,66 % correspondiente al tratamiento de la Variedad CCN51 + Concentración de mucílago 30 % + Lúpulo Northern Brewer, se encuentra cercano a los valores reportados por (Luján Corro & Vásquez Villalobos, 2010) en su investigación que trata sobre “Control automático con lógica difusa de la producción de cerveza artesanal en las etapas de maceración y cocción”, cuyos valores son de 0,8743 %, también se encuentra cercano al rango (0,22 a 0,63) del estudio de (Capece, y otros,

2018), sobre “*Use of Saccharomyces cerevisiae var. boulandii in co-fermentations with S. cerevisiae for the production of craft beers with potential healthy value added*”, y a su vez se encuentra dentro de los rangos de 0,30 y 0,80 % obtenidos por (Mendoza, Pihuave, & Velásquez, 2022) en su investigación sobre “*Análisis comparativo del valor nutricional de la cerveza artesanal y la cerveza industrial*”. De acuerdo a la norma NTE INEN 2262 (INEN, 2013) establece que el rango de acidez debe contener hasta máximo 0,30%, la diferencia de los valores de acidez con la norma varía por el mucílago de cacao que poseen una acidez de 1,089 % y eso incrementa la acidez en la cerveza, por tal motivo el resultado de la cerveza artesanal tipo Ale con adición parcial de mucílago de cacao es superior a las cervezas comerciales Pilsener y Club que cuentan con una acidez de 0,396 y 0,378 respectivamente.

Con respecto a los sólidos solubles, se encontró un valor de 7,63 que corresponde al tratamiento de la Variedad CCN51 + Concentración de mucílago 30% + Lúpulo Northern Brewer, de acuerdo al estudio de (Goya Baquerizo, 2013) sobre “*Obtención de una bebida alcohólica a partir de mucílago de cacao, mediante fermentación anaerobia en diferentes tiempos de inoculación*”, establece que se encuentran en un rango de 9 a 10 °Brix, lo que demuestra los datos de este estudio son cercanos a sus rangos establecidos, esto se debe a que el mucílago de cacao posee un valor de 11,3 ° Brix permitiendo que la adición parcial influya en los sólidos solubles de la cerveza, de tal forma que se corroboró al realizar estudios físicos-químicos a dos cervezas comerciales en el cual sus valores son inferiores al resultado obtenido en esta investigación, la cerveza Pilsener con un valor de 4,8 °Brix y la cerveza Club un valor de 5,7 °Brix, también se muestra un rango de 5,2 a 5,8 cercano en la investigación de (Cardoso Viana, y otros, 2021) sobre “*American pale Ale craft beer: Influence of brewer’s yeast strains on the chemical composition and antioxidant capacity*” y a su vez los valores mencionados por (Castorena García, Juárez Pérez, Cano Hernández, Santiago Santiago, & López-Mejía, 2020) en su estudio sobre “*Caracterización físico-química de cerveza artesanal con adjunto de maíz azul y derivados de caña de azúcar*” en el cual muestra un rango de 8 a 12 °Brix.

Con respecto al pH, se determinó un valor de 4,43 que corresponde al tratamiento de la Variedad CCN-51 + Concentración de mucílago 30 % + Lúpulo Cascade, el cual se asemeja a el estudio de (García Solórzano, 2021) sobre “*Influencia de la adición de pulpa de piña y esencia de coco en la obtención de cerveza artesanal a partir de cebada (Hordeum vulgare)*”

y maíz (*Zea mays*), en la Empresa Cervecera Artesanal Madero”, donde demostró que al adicionar el maíz en cerveza presenta un valor de 4,88 y la cebada un valor menor de 4,67, a su vez se encuentra dentro del rango de 4.31 y 4.47 de pH obtenido en el estudio de (Guzmán Ortiz, Soto Carrasquel, López Perea, & Román Gutiérrez, 2019) sobre “Valoración y uso de una nueva variedad de cebada para elaboración de cerveza artesanal”, como también el estudio de (Cardoso Viana, y otros, 2021) sobre “American pale Ale craft beer: Influence of brewer’s yeast strains on the chemical composition and antioxidant capacity” que muestra un rango de 4,31 a 4,75. Realizando una comparación con la cerveza artesanal tipo Ale con adición Parcial de mucílago de cacao y las cervezas comerciales se encontró valores cercanos en el cual la Pilsener tiene 4,292 de pH y la Club 4,505. Cabe indicar que el resultado obtenido se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma NTE INEN 2262 (INEN, 2013), requisitos en la cual reporta como un valor mínimo de 3,5 y como máximo 4,8.

Referente al análisis de absorbancia (Suárez Díaz, 2013) menciona en su estudio de “Cerveza: componentes y propiedades”, que la absorbancia es definida como menos el logaritmo decimal de Transmitancia, se registró el valor de 1,17 en el tratamiento que corresponde a la Variedad Nacional + Concentración del mucílago 20% + Lúpulo Cascade, el mismo que se encuentra dentro del rango (0.252 – 1.481) de la investigación reportado por (León Rojo, 2018) sobre “Elaboración de cerveza artesanal a partir de subproductos de cereal” en donde menciona que la cerveza elaborada sólo con pan es muy clara, ya que no contiene malta de ningún tipo, por lo que su color en la escala EBC y su absorbancia están cercanos a 0, como también se encuentra cercano al resultado de absorbancia de la investigación de (Maia, y otros, 2020) sobre “Microencapsulation of a craft beer, nutritional composition, antioxidant stability, and drink acceptance” con un valor de 1. En este estudio debido a la adición parcial de mucílago de cacao obtenemos un valor más alto de absorbancia por lo que se considera una cerveza de color clara según la escala EBC, cabe recalcar que la absorbancia del mucílago de cacao Nacional es de 3,010, lo cual no influye en que la cerveza se torne a oscura, por lo contrario, este permitió que el producto final se clarifique por la adición parcial del mucílago como lo menciona (Torres Sacón & Vera Mora, 2021) en su estudio sobre “Clarificación del zumo de caña de azúcar mediante temperatura y mucílago de cacao para la obtención de una bebida refrescante”, afirma que un clarificante natural como el mucílago de cacao, es una buena alternativa técnica debido a que este puede reemplazar a ciertos clarificante de origen artificial. En comparación con las cervezas

comerciales estudiadas, la cerveza Pilsener tiene un valor inferior a la cerveza artesanal tipo Ale con un valor de 0,123, mientras que la cerveza Club tiene un valor superior con 1, 175.

Con respecto a la transmitancia de la cerveza artesanal se determinó un valor de 23,67 % que pertenece a la Variedad Nacional + Concentración de mucílago del 30 % + Lúpulo Northern Brewer, este valor es inferior a los resultados de las cervezas comerciales Pilsener y Club las cuales cuentan con 75,50 % y 66,80 % respectivamente, (Suárez Díaz, 2013) menciona en su estudio de *“Cerveza: componentes y propiedades de la cerveza”* que la espectroscopia de absorción molecular se basa en la medida de la Transmitancia definida como la relación de intensidades lumínicas de haz que atraviesa una muestra entre la del mismo haz en ausencia de muestra, también en su estudio (Olaya Marañón, 2017) que trata sobre un *“Informe socioeconómico del sector de la cerveza en España”*, menciona que el color de la cerveza depende principalmente, del tipo o tipos de maltas que se utilizan durante su elaboración, en el proceso de malteado del cereal y debido a un conjunto muy complejo de reacciones químicas, mediante la producción de melanoidinas coloreadas que le darán a la cerveza tonalidades desde amarillo claro, café muy oscuro e incluso negro. Además, a comparación con el valor de transmitancia del mucílago de cacao Nacional que es de 0,1 % no afecta en el resultado de la cerveza artesanal tipo Ale.

En el resultado del análisis correspondiente en sólidos en suspensión se obtuvo un valor de 0,04 en el tratamiento de la Variedad Nacional + Concentración de mucílago 20 % + Lúpulo Cascade, el cual se transformó en porcentaje obteniendo 2,66 %, el mismo que se encuentra dentro del rango (1,0 % a 3,0 %) obtenidos del estudio de (Cárdenas Morales, 2016) sobre *“Diseño de un filtro para cerveza artesanal”*, a su vez se encuentra cercano al porcentaje 2,56 % de la investigación de (Mendoza, Pihuave, & Velásquez, 2022) en su investigación de *“Análisis comparativo del valor nutricional de la cerveza artesanal y la cerveza industrial”*. Además, en comparación con el análisis de sedimento del mucílago de cacao Nacional el cual fue de 6,3 % este valor determinó que al adicionar el mucílago genera un incremento en la sedimentación de la cerveza artesanal tipo Ale y al relacionar este estudio con la cervezas comercial Pilsener y Club se observó que los valores son cercanos a la cerveza tipo Ale con un valor de 2,6 % y 2,53 % respectivamente.

Con respecto a densidad se obtuvo un valor de 1,07 g/mL correspondiente al tratamiento de la Variedad CCN-51 + Concentración de mucílago 30% + Lúpulo Northern Brewer, el mismo que es cercano al resultado de 1.014g/mL de la investigación de (Moreto & Moran,

2020) sobre *“Análisis de aceptabilidad sensorial y calidad de una cerveza artesanal elaborada con zumo dosificado del fruto de Passiflora tripartita Kunth var. mollissima (tumbo serrano)”*, también en la investigación de (Cardoso Viana, y otros, 2021) sobre *“American pale Ale craft beer: Influence of brewer’s yeast strains on the chemical composition and antioxidant capacity”* con un resultado de 1,005 a 1,011 g/mL y a su vez en la investigación (Luján Corro & Vásquez Villalobos, 2010) que trata del *“Control automático con lógica difusa de la producción de cerveza artesanal en las etapas de maceración y cocción”*, cuyos valor es de 0.9825. A su vez al analizar con el mucílago de cacao con una densidad de 1.0487, se determinó que influyó en este estudio, en el incremento de los grados alcohólicos del producto final. Con respecto a las cervezas comerciales muestra una densidad inferior con un valor de 0,9965 en la cerveza Pilsener y 1,0179 en la cerveza Club.

Referente al análisis de turbidez se determinó un valor de 6,94 NTU dentro del tratamiento correspondiente a CCN-51 + Concentración de mucílago 30% + Cascade, el mismo que se encuentra dentro del rango (5,99 NTU y 32,6 NTU) obtenidos en la investigación de (Loja Sánchez, 2020) sobre *“Elaboración de cerveza artesanal tipo Pale Ale utilizando almidón de achira (Canna indica), como reemplazo parcial de malta”*. A comparación con el análisis de turbidez del mucílago de cacao CCN-51, que mostró un valor de 9,343 NTU influyó en la transparencia de la cerveza artesanal. Realizando una comparación con las cervezas comerciales Pilsener con 0,088 NTU y Club con 0,159 NTU se identifica que la cerveza tipo Ale es más turbia debido a la adición del mucílago.

Con respecto a los grados alcohólicos se obtuvo un valor de 8,47 % volumen en el tratamiento que corresponde a variedad CCN-51 + Concentración de mucílago 30% + Northern Brewer, se determinó que los porcentajes de grados alcohólicos en la investigación de (Rodríguez Cruz, 2015) sobre el *“Efecto de la sustitución de cebada (Hordeum vulgare) por quinua (Chenopodium quinoa) y del pH inicial de maceración en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una cerveza tipo Ale”*, con un porcentaje de alcohol de 4,55 % volumen, se encuentra por debajo del resultado de nuestro estudio al igual como menciona en su investigación (Segobia Muñoz, Segobia Muñoz, Medina Velásque, & Muñoz Muñoz, 2020) sobre *“Evaluación del malteado y fermentación en el proceso de cerveza artesanal tipo ALE, utilizando el sorgo (Sorghum vulgare) como materia prima”*, con un valor de 6,40% volumen. A su vez el resultado de la cerveza tipo Ale se encuentra

dentro de la norma NTE INEN 2262: 2013 (INEN, 2013), que cumple los requisitos de mínimo de 1,0 % volumen y 10,0 % volumen como máximo de contenido alcohólico. Cabe aclarar que la cerveza presenta valores altos de alcohol debido al porcentaje de mucílago de cacao CCN-51, ya que esta materia prima contiene azúcares (11.3 °Brix) que predominan en la fermentación de la cerveza, por lo cual comparando la cerveza artesanal con cervezas comerciales en valor es mayor a la cerveza Pilsener y Club con un valor 4,2 %.

(Ferreira, 2014) menciona en su investigación *“Elaboración de cerveza: Historia y evolución, el desarrollo de actividades de capacitación e implementación de mejoras tecnológicas para productores artesanales”*, que los consumidores para determinar la calidad de la cerveza lo más importante es la formación de espuma por que transmite la primera impresión al consumidor. Se puede definir como una dispersión de burbujas de gas en una fase continua, líquida o semisólida, que contiene un agente con actividad de superficie, soluble. En el análisis para la determinación de la cantidad de espuma en la cerveza artesanal se encontró un valor de 1,7 cm que corresponde al tratamiento de la Variedad Nacional + Concentración de mucílago del 30% + Lúpulo Northern Brewer, el mismo que se encuentra cercano al resultado de la investigación de (Guevara Milla, 2019) que trata el *“Desarrollo de una cerveza artesanal American Pale Ale utilizando como malta base sorgo (*Sorghum bicolor*) con cebada (*Hordeum vulgare*) y endulzada con miel de abeja”*, con un valor de 0.9191 cm.

Con respecto a colorimetría de espectro L* se observó un valor de 22,98 que corresponde al tratamiento de la Variedad Nacional + Concentración de mucílago 30% + Lúpulo Northern Brewer, el mismo que se encuentra inferior al rango (41,12 a 46,88) del estudio de (Catañeda, Andrade Cuví, Argüello, & Vernaza, 2018) sobre el *“Efecto de la adición de quinua (*Chenopodium quinoa wild*) malteada y sin maltear en la elaboración de cerveza tipo Ale a base de cebada (*Hordeum vulgare*) malteada”*, también en la investigación (Carrasco Velástegui, 2020) sobre la *“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)”* con un rango de espectro L* (40.66 a 41.92). Al comparar los valores de espectro L* del mucílago de cacao de la variedad Nacional el cual es de 46.075, se determinó que al adicionar esta materia prima influye en la luminosidad de la cerveza artesanal.

Con respecto a Colorimetría de espectro a* se determinó un valor de 18,08 que pertenece al tratamiento de la Variedad CCN-51 + Concentración de mucílago 30% + Lúpulo Cascade, este valor es superior a los rangos estimados en los estudios de (Catañeda , Andrade Cuvi, Argüello, & Vernaza, 2018) sobre *“Efecto de la adición de quinua (Chenopodium quinoa wild) malteada y sin maltear en la elaboración de cerveza tipo Ale a base de cebada (Hordeum vulgare) malteada”* con un rango de 4,42 a 4,64, de igual es superior al rango de 3,51 a 4,32 de la cerveza Pale Ale en la investigación de (Carrasco Velástegui, 2020) sobre *“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)”*. Cabe mencionar que en este estudio no influye en los valores de colorimetría a* debido a la adición parcial del mucílago del cacao de la variedad nacional los cuales presenta tonalidades rojas con un valor de 8,11.

Con respecto a Colorimetría de espectro b* se obtuvo un resultado de 50,53 que corresponde al tratamiento de la Variedad Nacional + Concentración de mucílago 30% + Lúpulo Northern Brewer, este valor es superior a los rangos estimados en el estudio de (Catañeda , Andrade Cuvi, Argüello, & Vernaza, 2018) sobre *“Efecto de la adición de quinua (Chenopodium quinoa wild) malteada y sin maltear en la elaboración de cerveza tipo Ale a base de cebada (Hordeum vulgare) malteada”* con un rango de 7,53 a 10,88, de igual forma el resultado de este estudio es superior al rango de 27,42 a 34,41 en la cerveza Pale Ale de la investigación de (Carrasco Velástegui, 2020) que es sobre la *“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)”*. En relación con el mucílago de cacao Nacional referente a la colorimetría se identificó un valor de 21.715 y se observó que al aplicar esta sustancia influye en el producto final brindando tonalidades amarillas.

Sobre el grado de amargor se obtuvo un valor de 39 IBU que corresponde a la Variedad Nacional CCN-51 + Concentración de mucílago 30% + Lúpulo Northern Brewer, dicho valor se asemeja a los resultados obtenidos por las autoras (Vargas Salazar & Agudelo Liñan, 2020) en su estudio sobre *“Evaluación de la producción de cerveza artesanal “tawala” usando kiwi como fruta adicional”*, presentaron un amargor IBUS de 38,856, el cual está dentro del rango de una cerveza artesanal American pale ale. Según (Diaz, 2020) en su estudio sobre *“Cervezas artesanales: estudio comparativo de IBUS obtenidos por*

cálculo de tablas y los cuantificados por espectrofotometría” los grados IBUS son un parámetro de calidad que se presenta en etiquetas (aunque no es obligatorio) y se informa al consumidor en los bares al momento de elegir una cerveza artesanal, es decir que el consumidor lo tendrá en cuenta al momento de su elección. Por lo que se aconseja cuantificar analíticamente las IBUS en las cervezas artesanales para conocer su valor real, por tanto, en este estudio se utilizó el lúpulo Northern Brewer (7,4 A.A.), por ello se considera que se encuentran dentro del rango de grados de amargor y se asemeja a una cerveza american pale ale según las Unidades internacionales de amargor (IBU, 2019).

4.2.2. Con respecto a la interacción AxBxC (Variedades de mucílago + Concentración de mucílago + Tipo de lúpulo) de los análisis microbiológicos.

Tabla 40. Resultado de los análisis microbiológicos de la interacción AxBxC (Variedades de mucílago + Concentración de mucílago + Tipo de lúpulo) de la cerveza artesanal tipo Ale con adición parcial de mucílago de cacao.

AxBxC (Variedades de mucílago + Concentración de mucílago + Tipo de lúpulo)								
Parámetros	CC2C	CC2NB	CC3C	CC3NB	N2C	N2NB	N3C	N3NB
<i>Escherichia Coli</i>	0 ^E	0 ^F	0 ^G	0 ^H	0 ^A	0 ^B	0 ^C	0 ^D
<i>Salmonella</i>	0 ^E	0 ^F	0 ^G	0 ^H	0 ^A	0 ^B	0 ^C	0 ^D
Microorganismos totales	0 ^A	0 ^A	0 ^A	9,33 ^A	0 ^A	17,33 ^A	0 ^A	0 ^A

CC2C=CCN-51+concentración de mucílago 20%+ Cascade, CC2NB=CCN-51+concentración de mucílago 20%+ Northern Brewer, CC3C=CCN-51+concentración de mucílago 30%+ Cascade, CC3NB=CCN-51+concentración de mucílago 30%+ Northern Brewer, N2C=Nacional +concentración de mucílago 20%+ Cascade, N2NB=Nacional +concentración de mucílago 20%+ Northern Brewer, N3C=Nacional + concentración de mucílago 30%+ Cascade, N3NB=Nacional + concentración de mucílago 30%+ Northern Brewer

Elaborador por: Autores

Con respecto al análisis de *Escherichia coli* en la cerveza artesanal se determinó que no hubo presencia en ninguno de los tratamientos estudiados, así mismo en la norma NTE INEN 2262:2013 (INEN, 2013) que presenta como requisito un máximo de 10 ufc/cm³, lo cual se puede observar que en este estudio se cumple con el parámetro de la norma mencionada, a su vez en el estudio de (Amaya Jimenez & Diaz Pascagaza, 2019) sobre la “Evaluación de perfiles fermentativos para la elaboración de cerveza artesanal por levaduras nativas”, no hubo presencia de *Escherichia coli* en su producto final, cabe mencionar que no se observó presencia de *Escherichia coli* en el mucílago de cacao debido a que se le realizó una pasteurización previa a su adicción al mosto. En la Norma microbiológica por alimentos (BOE, 2003) menciona sobre *Salmonella* que, en derivados de cacao, no se permite la

presencia de gérmenes patógenos o perjudiciales para el consumidor y/o para el propio producto y su vez comparando con el estudio sobre salmonella del mucílago de cacao no se observa presencia de Salmonella por lo cual nuestra investigación cumple con la norma establecida.

En la investigación realizada por (Erazo Vargas, 2017) sobre el “Análisis comparativo de tres tipos de levaduras en la producción artesanal de cerveza”, mostró que sus resultados son menores a 10 ufc/cm³, a comparación de la cerveza artesanal tipo Ale se obtuvo un valor superior de 17,33 que corresponde al tratamiento de la Variedad Nacional + Concentración de mucílago 20% + Lúpulo Northern Brewer, esto pudo ser causado por las características de mucílago de cacao y por la adición de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en el proceso fermentativo, por lo tanto no cumple con los requisitos de la norma NTE INEN 2262: 2013 (INEN, 2013) en donde el valor máximo de la norma que es <10 en cerveza pasteurizada.

4.2.3. Con respecto a la interacción AxBxC (Variedades de mucílago + Concentración de mucílago + Tipo de lúpulo) del análisis sensorial.

Tabla 41. Resultados de las diferencias de medias entre las variedades de cacao, concentración de mucílago y los tipos de lúpulo de la cerveza artesanal, por medio de la prueba de Tukey (p<0,05). Apariencia; Aroma; Sabor; Sensación en la boca.

Interacción AxBxC	Apariencia	Aroma	Sabor	Sensación en la boca
CCN-51 + Concentración de mucílago 20 % + Cascade	4 ^A	4,13 ^A	4 ^A	4,27 ^A
CCN-51 + Concentración de mucílago 20 % + Northern Brewer	3,87 ^A	3,93 ^A	3,6 ^A	3,87 ^A
CCN-51 + Concentración de mucílago 30 % + Cascade	3,8 ^A	4,07 ^A	3,33 ^A	4 ^A
CCN-51 + Concentración de mucílago 30 % + Northern Brewer	3,93 ^A	4,2 ^A	3,8 ^A	3,93 ^A
Nacional+ Concentración de mucílago 20 % + Cascade	4,4 ^A	4,07 ^A	4,20 ^A	3,73 ^A
Nacional+ Concentración de mucílago 20 % + Northern Brewer	4,33 ^A	4 ^A	4,07 ^A	4,13 ^A
Nacional+ Concentración de mucílago 30 % + Cascade	4,4 ^A	4,33 ^A	4,33 ^A	4 ^A
Nacional+ Concentración de mucílago 30 % +Northern Brewer	3,8 ^A	4,13 ^A	3,8 ^A	3,8 ^A

Elaborador por: Autores

En el análisis de apariencia se determinó que el mejor tratamiento fue la Variedad Nacional + Concentración de mucílago 30% + Lúpulo Cascade con un valor de 4,4 el mismo que se encuentra cercano a la investigación de (Monsalve Machado, Restrepo, & Gutiérrez Monsalve, 2017) sobre “Diseño de un proceso de producción de cerveza artesanal con

sabor a café”, en donde predominan valores de 2.47 a 3.83, esto permite que la cerveza artesanal tipo Ale con adición parcial de mucílago obtenga una excelente aceptabilidad de las personas, cabe mencionar que los panelistas determinaron que la cerveza posee aromas del mucílago de cacao.

En referencia al análisis de aroma se observó que el mejor tratamiento corresponde a la Variedad Nacional + Concentración de mucílago 30% + Lúpulo Cascade con un valor de 4.33, (Rentería Sernaque, 2020) en su investigación sobre la *“Elaboración y caracterización de cerveza artesanal ale a base de maracuyá y almidón”*, obtuvo como resultados favorables valores de 1.94 a 3.04 los mismos que se encuentran cercanos al tratamiento mencionado, además los catadores determinaron que la cerveza posee apariencia a una cerveza rubia comercial.

En el análisis de sabor se determinó que el mejor tratamiento se encontró en la Variedad Nacional + Concentración de mucílago 30 % + Lúpulo Cascade con un valor de 4,33, el mismo que se encuentra cercano al resultado de 3,75 del estudio (Monsalve Machado, Restrepo, & Gutiérrez Monsalve, 2017) sobre el *“Diseño de un proceso de producción de cerveza artesanal con sabor a café”*, los panelistas destacaron un sabor agradable de la cerveza y esto se debe a que en el mosto se adicionó mucílago de cacao siendo precursor del sabor para obtener mejores características en producto final.

En el análisis sensorial sobre la sensación en la boca se observó un valor de 4 correspondiente al tratamiento de la Variedad Nacional + Concentración de mucílago 30 % + Lúpulo Cascade, valor que se encuentra cercano del rango de la fórmula 2 (4,35 a 4,45) en el estudio de (Castorena García, Juárez Pérez, Cano Hernández, Santiago Santiago, & López-Mejía, 2020) sobre *“Caracterización físico-química de cerveza artesanal con adjunto de maíz azul y derivados de caña de azúcar”*, los catadores de la cerveza artesanal tipo Ale con adición parcial de mucílago mencionaron que obtuvieron una buena sensación en el paladar y en la lengua, debido a que la cerveza posee características predominantes del mucílago de cacao, excelente carbonatación y a su vez siendo refrescante, en la sensación de la boca da un sabor amargo por la concentración (%/%), que se pudo evidenciar que es similar a las cervezas rubias que se encuentran en el mercado.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.Conclusiones

- Mediante el estudio realizado referente a las concentraciones de mucílago de cacao (20% y 30%) de las variedades (Nacional y CCN-51), se determinó que la mejor opción para el proceso fermentativo de la cerveza artesanal pertenece al 30% de la variedad Nacional, presentando mejores características físico-químicas y microbiológicas, los mismos que se encuentran en los rangos establecidos por las normativas NTE INEN 2262 y microbiológicas de derivados del cacao.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en el porcentaje de lúpulo, se establece que lo ideal para la preparación de la cerveza artesanal tipo Ale es la adición del lúpulo Cascade, debido a que brinda muy buenas características en sabor, aroma, apariencia y sensación en la boca. Además, al combinarlo con el 30% de mucílago de cacao de la variedad Nacional presenta buenas impresiones por los catadores.
- Referente a las características físico-químicas la adición de este derivado del cacao no se ve afectada en la cerveza artesanal, en los análisis microbiológicos se presencia microorganismos en dos tratamientos, los cuales no están permitidos por la Norma NTE INEN 2262:2013 y esto es debido a las características del mucílago de cacao. En las características organolépticas el tratamiento Nacional + Concentración de mucílago 30% + Cascade, presentó mejores resultados en apariencia, aroma, sabor y sensación en la boca, brindándoles propiedades y características muy buenas al consumidor, presentando apariencia y sabor característico al mucílago de cacao.

5.2. Recomendaciones

- Se debe realizar una adecuada filtración del mucílago de cacao y realizar una pasteurización con el objetivo de eliminar microorganismos que puedan afectar la salud de los posibles consumidores, la misma que puede ser a una temperatura de 60 °C por un tiempo de 15 minutos para poder conservar las características que contiene el mucílago y proceder a la fermentación.
- En el proceso de elaboración de la cerveza artesanal con adición de mucílago parcial, al realizar el molido de la malta base no se debe realizar un molido muy fino del grano ya que esto incrementará la sedimentación en el mosto y por ende se verá afectada en el rendimiento de la malta.
- Con respecto al mosto, en el macerado se recomienda obtener como mínimo una concentración 15 % de azúcares de la malta base, para obtener una cerveza con un porcentaje de alcohol apegado a las normas INEN NTE 2262, en cuanto a la concentración de mucílago de cacao (15,5 de °Brix Nacional y 11,3 °Brix de CCN-51) si se requiere una cerveza con menos porcentaje de alcohol y acidez deben ser menores del 20 %, ya que en este estudio se encuentran en un rango de 6,5 a 10 grados alcohólicos.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- Vargas Salazar, M. A., & Agudelo Liñan, L. F. (2020). *Evaluación de la producción de cerveza artesanal "tawala" usando kiwi como fruta adicional*. Universidad de América.
- Amaya Jimenez, N. A., & Diaz Pascagaza, L. M. (2019). *Evaluación de perfiles fermentativos para la elaboración de cerveza artesanal por levaduras nativas*. Fundación Universidad de América.
- Anecacao. (2015). *Asociación Nacional de Exportación de Cacao - Ecuador*. Recuperado el 09 de 02 de 2022, de <http://www.anecacao.com/index.php/es/quienes-somos/cacao-nacional.html>
- Angulo Ortega, G. d. (2017). *Evaluación del proceso fermentativo del mucílago del cacao aplicando saccharomyces cerevisiae para la producción de bioetanol*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo.
- Arguello Rivadeneira, J. G., & Mendoza Zambrano, J. L. (2021). *Bioconservación de carnes para el consumo humano con la adición de mucílago de cacao (Theobroma cacao L.)*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Arteaga Estrella, Y. (2013). Estudio del desperdicio del mucílago de cacao en el cantón Naranjal (Provincia del Guayas). *ECA Sinergia*, 4(1), 49-59.
- Arvelo Sánchez, M. Á., González León, D., Maroto Arce, S., Delgado López, T., & Montoya Rodríguez, P. (2017). *Manual técnico del cultivo de cacao: prácticas latinoamericanas*. San José, C.R: IICA.
- Association, A. M. (2012). Meat Color Measurement Guidelines. *AMSA*.
- Badillo Melo, W. A. (2019). *Validación del proceso fermentativo de mucílago DE CACAO (Theobroma cacao L.) CCN51 Y Nacional en combinación con naranja (Citrus Sinensis) Y Carambola (Averrhoa carambola)*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo.
- BJPC. (2018). Pautas de estilos para Cerveza, Hidromiel, & Sidra. *Programa de certificación para juzgar*.
- BOE. (2003). Norma microbiológica para alimentos.
- Briggs, D., Boulton, C., Brookes, P., & Stevens, R. (2004). *Brewing: Science and practice*. USA: Woodhead Publishing in food science and technology.
- Capece, A., Romaniello, R., Pietrafesa, A., Siesto, G., Pietrafesa, R., Zambuto, M., & Romano, P. (2018). Use of *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* in co-fermentations with *S. cerevisiae* for the production of craft beers with potential healthy value added. *Science Direct*, 284, 22-30.
- Cárdenas Morales, C. (2016). *Diseño de un filtro para cerveza artesanal*. Universidad Austral de Chile.
- Cárdenas, H. A. (2003). Determinación de Parámetros Físico-Químicos para la Caracterización de Cerveza Tipo Lager Elaborada por Compañía Cervecería Kunstmann S.A. Valdivia Chile.

- Cardoso Viana, A., Borges do Vale, R., Santos Clementino, L., Januario Ferreira, Magnani, M., & dos Santos Lima, M. (2021). American pale Ale craft beer: Influence of brewer's yeast strains on the chemical composition and antioxidant capacity. *ScienceDirect*, 152.
- 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)*. Universidad Técnica de Ambato.
- CastleMalting. (2022). *Castle Malting*. Recuperado el 2022 de 02 de 2022, de <http://www.castlemalting.com/CastleMaltingHops.asp?P=105&Language=English>
- Castorena García, J., Juárez Pérez, V., Cano Hernández, M., Santiago Santiago, V., & López-Mejía, O. (2020). Caracterización físico-química de cerveza artesanal con adjunto de maíz azul y derivados de caña de azúcar. *Conciencia Tecnológica*(60).
- Catañeda, R., Andrade Cuvi, M. J., Argüello, Y., & Vernaza, M. G. (2018). Efecto de la adición de quinua (*Chenopodium quinoa wild*) malteada y sin maltear en la elaboración de cerveza tipo Ale a base de cebada (*Hordeum vulgare*) malteada. *Enfoque UTE*, 9(2), 15-26.
- Coronado Martín, J. Á. (2020). *El color. Medición y aplicaciones*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Díaz Ibarzabal, A. E. (2020). Cervezas artesanales: estudio comparativo de IBUS obtenidos por cálculo de tablas y los cuantificados por espectrofotometría. *CPA M 5528 HB*, 41-42.
- Díaz Pérez, M., Rodríguez Martínez, C., & Zhurbenko, R. (2010). Aspectos fundamentales sobre el género *Enterococcus* como patógeno de elevada importancia en la actualidad. *Scielo*, 48(2), 147-161.
- Díaz, A. E. (2020). Cervezas artesanales: estudio comparativo de IBUS obtenidos por cálculo de tablas y los cuantificados por espectrofotometría. *CPA M 5528 HB*, 41-42.
- EBC. (s.f.). Colorimetría. *European Brewing Convention*.
- Erazo Vargas, M. P. (2017). *Análisis comparativo de tres tipos de levaduras en la producción artesanal de cerveza*. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Ferreira, L. (2014). *Elaboración de cerveza: Historia y evolución, desarrollo de actividades de capacitación e implementación de mejoras tecnológicas para productores artesanales*. Universidad Nacional de la Plata.
- García Briones, A., Pico Pico, B., & Jaimez, R. (2021). La cadena de producción del Cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción. *Scielo*, 4(2), 152-172.
- García Solórzano, P. N. (2021). *Influencia de la adición de pulpa de piña y esencia de coco en la obtención de cerveza artesanal a partir de cebada (Hordeum vulgare) y maíz (Zea mays), en la Empresa Cervecería Artesanal Madero*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo.
- García, A. (2015). El Lúpulo. *Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 52-54.

- Gómez Pinto, N. L. (2021). *Obtención de cerveza artesanal utilizando dos tipos de miel de abeja en la fermentación de la malta*. Universidad Técnica del Norte.
- González, M. (2017). *Principios de elaboración de las cervezas artesanales*. Morrisville, North Carolina: Lulu Enterprisses.
- Goya Baquerizo, M. (2013). *Obtención de una bebida alcohólica a partir de mucílago de cacao, mediante fermentación anaerobia en diferentes tiempos de inoculación*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Guerra Vera, K. J. (2019). *Evaluación de levaduras a partir de dos variedades de mucílago de cacao (Theobroma cacao) para su uso en procesos fermentativos*. Universidad técnica estatal de Quevedo, Quevedo.
- Guerra Vera, K. J. (2019). *Evaluación de levaduras a partir de dos variedades de mucílago de cacao (Theobroma cacao) para su uso en procesos fermentativos*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Guevara Milla, R. E. (2019). *Desarrollo de una cerveza artesanal American Pale Ale utilizando como malta base sorgo (Sorghum bicolor) con cebada (Hordeum vulgare) y endulzada con miel de abeja*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Guzmán Ortiz, F. A., Soto Carrasquel, A., López Perea, P., & Román Gutiérrez, A. D. (2019). Valoración y uso de una nueva variedad de cebada para elaboración de cerveza artesanal. *SciELO*, 11(1), 81-95.
- IBU. (2019). Grado de amargor.
- INEC. (2010). Sistema agroalimentario de la cebada. *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de www.inec.gob.ec
- INEN. (1978). Bebidas alcohólicas determinación de la densidad relativa. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*(349).
- INEN. (1984). Bebidas gaseosas. determinación de sólidos solubles. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*(1083).
- INEN. (2002). Bebidas Alcohólicas. Cerveza. Determinación de la acidez total. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*(2323).
- INEN. (2002). Bebidas alcohólicas. cerveza. determinación del pH. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*(2325).
- INEN. (2013). Norma NTE INEN 2262 Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*(2262).
- León Rojo, L. (2018). *Elaboración de cerveza artesanal a partir de subproductos de cereal*. Valladolid-España.
- Loja Sánchez, E. M. (2020). *Elaboración de cerveza artesanal tipo Pale Ale utilizando almidón de achira (Canna indica), como reemplazo parcial de malta*. Universidad de Cuenca.
- Luján Corro, M., & Vásquez Villalobos, V. (2010). Control automático con lógica difusa de la

- producción de cerveza artesanal en las etapas de maceración y cocción. *Scientia Agropecuaria*, 1(2), 125-137.
- Maia, P., dos Santos Baiaõ, D., F. da Silva, V. P., A. Lemos, M. M., Quirino Lacerda, E. C., V. Finotelli, P., & T.R. Pierucci, A. P. (2020). Microencapsulation of a craft beer, nutritional composition, antioxidant stability, and drink acceptance. *SciencDirect*, 133.
- Martínez Gómez, C. A. (2015). *Análisis prospectivo al 2020 de la industria de la cerveza artesanal en el Ecuador como generadora de crecimiento económico*. Universidad Andina Simón Bolívar.
- Mendoza, J., Pihuave, L., & Velásquez, M. (2022). Análisis comparativo del valor nutricional de la cerveza artesanal y la cerveza industrial. *Ciencia UNEMI*, 15(38), 61 - 72.
- Monsalve Machado, J., Restrepo, L. V., & Gutiérrez Monsalve, J. A. (2017). *Diseño de un proceso de producción de cerveza artesanal con sabor a café*. Universidad Eafit.
- Morales, O., Borda, A., Argandoña, A., Farach, R., García, L., & Lazo, K. (2015). *La Alianza Cacao Perú y la cadena productiva de cacao fino de aroma*. Lima: ESAN.
- Moreto, P., & Moran, J. (2020). Análisis de aceptabilidad sensorial y calidad de una cerveza artesanal elaborada con zumo dosificado del fruto de *Passiflora tripartita* Kunth var. *mollissima* (tumbo serrano). *Profesional Químico*. Universidad Inca Garcilaso De La Vega, Lima, Perú.
- Morocho Espinoza, K. M. (2018). *Hidrólisis enzimática del mucilago de cacao CCN-51 (Theobroma cacao L.) para incrementar la concentración de azúcares fermentables*. Universidad Técnica de Machala.
- Olaya Marañón, J. (2017). Informe socioeconómico del sector de la cerveza en España. Andaluces.
- Pilligua Pilligua, R. L., Barre Zambrano, R. L., Mendoza Gonzáles, A. E., Lavayen Delgado, E., & Mero Santana, R. (2021). Influencia del mucilago de cacao (*Theobroma cacao*) en las características físico-químicas de la cerveza artesanal. *ESPAMCIENCIA*, 12(1), 25-32.
- Rentería Sernaque, F. (2020). Elaboración y caracterización de cerveza ale artesanal a base de maracuyá y almidón de olluco en la región piura, Perú 2019. *Elaboración y caracterización de cerveza ale artesanal a base de maracuyá y almidón de olluco en la región piura, Perú 2019*. Universidad Nacional de Piura, Piura-Peru.
- Rodríguez Cruz, W. E. (2015). *Efecto de la sustitución de cebada (Hordeum vulgare) por quinua (Chenopodium quinoa) y del pH inicial de maceración en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una cerveza tipo Ale*. Universidad Privada Antenor Orrego.
- Rojas Sosa, J. M., & Rojas Manayay, E. D. (2017). *Aprovechamiento del mucilago de cacao (Theobroma cacao) en la formulación de una bebida no alcohólica*. Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo".
- Sanchez, M., Rodríguez, W., Castro D, & Trujillo, E. (2019). Respuesta agronómica de Mucilago de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en cultivo de maíz (*Zea mays* L. *Ciencia y Desarrollo*, 10(2), 43-58.

- Santana, P., Vera, J., Vallejos, C., & Alvares, A. (2019). Mucílago de cacao, nacional y trinitario para la obtención de una bebida hidratante. *UCT*(4).
- Segobia Muñoz, S., Segobia Muñoz, A., Medina Velásque, D., & Muñoz Muñoz, A. (2020). Evaluación del malteado y fermentación en el proceso de cerveza artesanal tipo ALE, utilizando el sorgo (*Sorghum vulgare*) como materia prima. *Ingeniería e Innovación*, 9(2).
- Suárez Díaz, M. (2013). *Cerveza: Componentes y propiedades*. Universidad de Oviedo.
- Suárez Machín, C., Guevara Rodríguez, C., & Garrido Carralero, N. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *ICIDCA*, 50(1), 20-28.
- Tello Samaniego, L. (2016). *Caracterización genética mediante ADN de las cepas productoras de CO2 para acelerar la formación de "ojos" en el queso tipo Gouda*. Universidad del Azuay, Cuenca.
- Torres Sacón, J. V., & Vera Mora, V. E. (2021). *Clarificación del zumo de caña de azúcar mediante temperatura y mucílago de cacao para la obtención de una bebida refrescante*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Féliz López.
- Vallejo, C., Diaz, R., Morales, W., Soria, R., Chang, J., & Baren, C. (2016). Utilización del mucílago de cacao, tipo nacional y trinitario, en la obtención de jalea. *Espanciencia*, 07(01).
- Villegas, N., & Macías, I. (2019). *Adición de mucílago de cacao Nacional (*Theobroma cacao L.*) como inoculante en la elaboración de queso semiduro*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

Anexo 1. Parámetros técnicos de elaboración de la cerveza American IPA 20L (EMPRESA BEERLAND STORE).

Tabla 42. Parámetros técnicos de la cerveza American IPA



PARÁMETROS TÉCNICOS DE ELABORACIÓN

IBUs: 48,4 PGB:1,055 FG:1,011

ABV: 6,7% OG: 1063 SRM: 8,3

GLOSARIO		AMERICAN IPA 20L
<u>OG</u>	<u>IBU</u>	- Malta base y especial: 6,81 kg
Gravedad original	Unidad Internacional del Amargor	- Lúpulos: 62 kg
		Sobre verde: Amargor
		Sobre Violeta: Sabor
<u>PBG</u>	<u>ABV</u>	Sobre azul: Aroma
Gravedad antes de hervir	Porcentaje de alcohol	- Levadura: 11,5 g
		- Clarificante: 2g
	<u>SRM</u>	Sobre blanco
Gravedad final	Método Referencial Estándar (Color)	Receta elaborada al 60% de eficiencia en equipo super casero.

El kit está elaborado para realizar en una sola cocción sin fraccionamiento, en caso contrario el resultado no será el esperado.

Elaborado por: Autores



BEERLAND STORE R.U.C.: 1721105185001 Dirección: Av. Italo Oe10-125 TELEFONO: 0982309507 Web Site: www.beerlandstore.com e-mail: ventas@beerlandstore.com	PROFORMA No. MECL-16032022-01 TIEMPO DE VALIDEZ: 3 días calendario o hasta agotar stock REPRESENTANTE: MARTHA
--	---

Razón Social/Nombres y Apellidos: Consumidor Final	Identificación:
Fecha Emisión: 2022-03-16 09:52:52	

Codigo	Cod.Alterno	Cant	Nombre	Precio U	Descuento	Total
Prod000000011	0011	1.0	Botellas 300ml caja 35 u.	10.571	0.00	10.571
SUBTOTAL 12%						10.57
SUBTOTAL 0%						0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS						10.57
TOTAL Descuento						0.00
IVA 12%						1.27
TRANSPORTE						6.00
VALOR TOTAL						17.84

Información Adicional Email: Dirección: Observaciones: Pago 100% al pedido ***ENVÍO A QUEVEDO POR SAN CRISTOBAL***	
---	--



BEERLAND STORE R.U.C.: 1721105185001 Dirección: Av. Ila16 Oe10-125 TELEFONO: 0982309507 Web Site: www.beerlandstore.com e-mail: ventas@beerlandstore.com	PROFORMA No. MECL-11032022-01 TIEMPO DE VALIDEZ: 3 días calendario o hasta agotar stock REPRESENTANTE: MARTHA
--	---

Razón Social/Nombres y Apellidos: Consumidor Final	Identificación:
Fecha Emisión: 2022-03-11 09:51:09	

Codigo	Cod.Alterno	Cant	Nombre	Precio U	Descuento	Total
Prod000000118	0118	2.0	Botellas 330ml caja 27 u.	8.839	0.00	17.678
Subtotal						17.68
Subtotal 0%						0.00
Subtotal SIN IMPUESTOS						17.68
TOTAL Descuento						0.00
IVA 12%						2.12
TRANSPORTE						6.00
VALOR TOTAL						25.80

Información Adicional Email: Dirección: Observaciones: Pago 100% al pedido ***ENVÍO A QUEVEDO POR TRANS. SAN FRANCISCO***	
--	--

Fuente: Autores

Anexo 3. Insumos del Kit para la elaboración de la cerveza Ale.



Fuente: Autores

Malta base y especial



Fuente: Autores

Levadura y clarificante



Fuente: Autores

Lúpulo Cascade y Northern Brewer

Anexo 4. Ficha técnica del lúpulo Cascade



Belgian Malts that Make Your Beer So Special

CASCADE

BREWING QUALITY

This hop displays quite exceptional levels of citrus moving more toward grapefruit characteristics. Works very well when matched up with some of the New Zealand aroma heavy weights such as Motueka or Riwaka. Typically employed in “new world” style pale ales creative brewers are also adding late into summer ales where its hallmark refreshing citrus aroma and oils profile give a refreshing summery finish.



ORIGIN / HISTORY

UK/New Zealand origins. This hop’s origin stems from an early US breeding program circa 1956. It was the first commercially bred hop to emerge from the USDA-ARS program when released in 1972. It was bred from crossing an English Fuggle with a male selection believed to have been a crossing of Fuggle with the Russian variety Serebrianka.

ACID COMPONENTS

Alpha Acids	6.0-8.0% w/w
Beta Acids	5.0-5.5% w/w
Cohumulone	37.0% of alpha acids

Type T90 Hop Pellets



OIL COMPONENTS

Total Oil	1.1 ml/100 g
Caryophyllene	5.4% of whole oil
Farnesene	6.0% of whole oil
Humulene	14.5% of whole oil
Myrcene	53.6% of whole oil

Type Leaf Hops



Possible Substitutions:

Centennial, New Zealand B Saaz



Castle Malting - True Brewers know why!

Headquarters: Chemin du Couloury 1, 4800 Lambermont, Belgium
Malting Plant: Rue de Mons 94, 7970 Beloeil, Belgium

Tel.: + 32 (0) 87 662095; Fax: +32 (0) 87 352234; info@castlemalting.com; www.castlemalting.com
Registered Tournai 79754; VAT: BE.455013439; IBAN: BE11 3700 9054 5648; BIC: BBRUBEBB

Anexo 5. Ficha técnica de Northern Brewer



Belgian Malts that Make Your Beer So Special

NORTHERN BREWER

BREWING QUALITY

Used in ESB, Bitter, English Pale Ale, Porter, Lager, Lambic, Munich Helles for its good bittering value similar to Nugget.



ORIGIN / HISTORY

One of the original medium to high alpha hops, bred in England and later grown also in Belgium, Spain, Germany and the US.

AGRONOMICS

Susceptible to downy and powdery mildew but tolerant to German hop wilt. No strong virus reactions.

ACID COMPONENTS

Alpha Acids	5 - 10% w/w
Beta Acids	3.5 - 5% w/w
Cohumulone	28 - 33% of alpha acids

Type T90 Hop Pellets



OIL COMPONENTS

Total Oil	1.6 - 2.1 mls/100 grams
Caryophyllene	8 - 10% of whole oil
Farnesene	<1% of whole oil
Humulene	25 - 30% of whole oil
Myrcene	30 - 35% of total oil

Type Leaf Hops



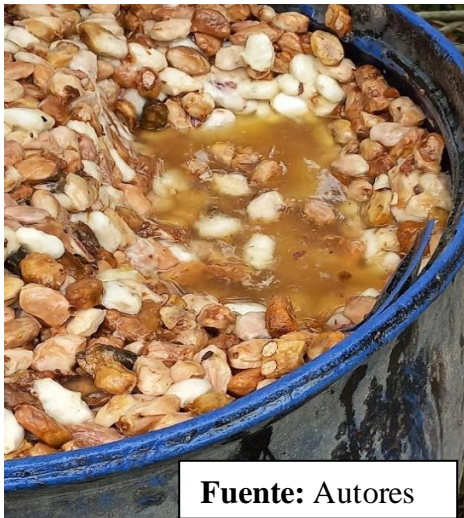
Possible Substitutions: Northdown, Challenger



Castle Malting - True Brewers know why!

Headquarters: Chemin du Couloury 1, 4800 Lambermont, Belgium
Malting Plant: Rue de Mons 94, 7970 Beloeil, Belgium
Tel.: +32 (0) 87 662095; Fax: +32 (0) 87 352234; info@castlemalting.com; www.castlemalting.com
Registered Tournai 79754; VAT: BE.455013439; IBAN: BE11 3700 9054 5648; BIC: BBRUBEBB

Anexo 6. Recolección y tratamiento de la materia prima (Mucílago de cacao Nacional y CCN-51).



Recolección del mucílago de cacao



Mucílago para tamizar



Pasteurización 60 °C



Envasado en fundas plásticas



Almacenamiento a 4°C

Anexo 7. Proceso de elaboración de la cerveza artesanal tipo Ale, con el kit de cerveza artesanal American IPA.



Molido de la malta base y especial



Calentamiento del agua a 60 °C



Adición del agua a la malta base



Macerado





Fuente: Autores

Calentamiento a 80 °C



Fuente: Autores



Fuente: Autores

Adición del lúpulo



Fuente: Autores

Adición del clarificante



Fuente: Autores

Adición de la levadura parcial



Fuente: Autores



Fuente: Autores

Adición del mucílago al 20 y 30% en botellas plásticas de 5 litros



Fuente: Autores

Mosto con mucílago (en cada tratamiento 3 litros completados)



Fuente: Autores

Se sellan los picos de las botellas con globos, se etiquetan respectivamente.



Fuente: Autores

Fermentación por un tiempo de 15 días

Anexo 8. Envasado y maduración.



Esterilización de las botellas



Eliminación del agua en las botellas



Trasiego



Fuente: Autores



Fuente: Autores

Tapado y sellado de las botellas de cerveza



Fuente: Autores



Fuente: Autores

Almacenado en cartones para su posterior maduración a temperatura ambiente
(Fermentación alta)



Fuente: Autores

Maduración por un tiempo de 5 días

Anexo 9. Seguimiento a los 15 días de fermentación del mosto.



Para la preparación de las botellas se utilizó, botellas plásticas, manguera de suero y silicona caliente para sellar.



Etiquetado de los tratamientos



Adición del 20 y 30 % de mucílago Nacional y CCN-51



Adición del mosto

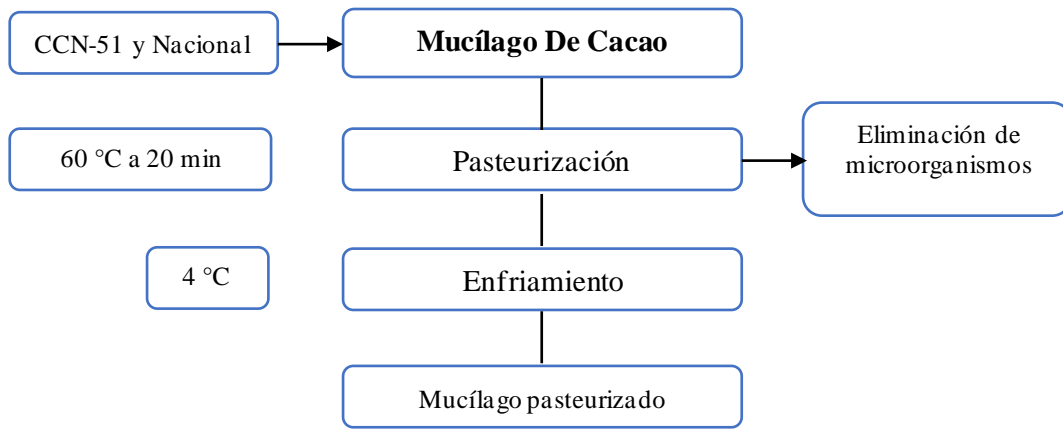


Tapado y sellado de las botellas con globos



Finalmente se muestra que las mangueras funcionan correctamente para poder realizar el estudio en los 15 días de fermentación

Anexo 10. Diagramas de pasteurización del mucílago de cacao.



Elaborado por: Autores

Anexo 11. Datos obtenidos del seguimiento en el proceso de fermentación durante los 15 días.

Tabla 43. Seguimiento en el proceso de fermentación de la cerveza Artesanal tipo Ale con adición parcial de mucílago de cacao.

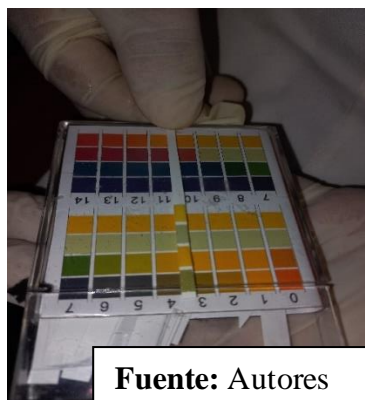
TRATAMIENTOS	DÍAS	ANALISIS	
		PH	BRIX
TRATAMIENTO 1 (CCN51 + Concentración de mucílago 20 % + Cascade)	1	3,5	10
	2	3,5	6
	3	3,5	6
	4	3,5	6
	5	4	7
	6	4	7
	7	4	7
	8	4	7
	9	4	7
	10	4	7
	11	4	7
	12	4	7
	13	4,5	7
	14	4,5	7
	15	4,5	7
TRATAMIENTO 2 (CCN51 + Concentración de mucílago 20 % + Northern brewer)	1	3,5	10
	2	3,5	6,5
	3	3,5	6
	4	3,5	6
	5	4	6,5
	6	4	6,5
	7	4	6,5
	8	4	6,5
	9	4	6,5
	10	4	6,5
	11	4	6,5
	12	4,5	7
	13	4,5	7
	14	4,5	7
	15	4,5	7
TRATAMIENTO 3 (CCN51 + Concentración de mucílago 30 % + Cascade)	1	3,5	10
	2	3,5	6,5
	3	3,5	6
	4	3,5	6
	5	4	6
	6	4	6
	7	4	6
	8	4	6
	9	4	6
	10	4	6
	11	4,5	6,5
	12	4,5	6,5
	13	4,5	6,5
	14	4,5	7
	15	4,5	7
TRAMIENTO 4 (CCN51 + Concentración de mucílago 30 % + Northern Brewer)	1	3,5	8
	2	3,5	6
	3	3,5	6
	4	3,5	6
	5	4	6
	6	4	6
	7	4	6
	8	4	6
	9	4	7
	10	4,5	7
	11	4,5	7
	12	4,5	7
	13	4,5	7
	14	4,5	7
	15	4,5	7

TRATAMIENTO 5 (Nacional+ Concentración de mucílago 20 % + Cascade)	1	3,5	11
	2	3,5	6,5
	3	3,5	6
	4	3,5	6
	5	3,5	6
	6	3,5	6,5
	7	3,5	6,5
	8	3,5	6,5
	9	4	6,5
	10	4	6,5
	11	4	7
	12	4	7
	13	4,5	7
	14	4,5	7
	15	4,5	7
TRATAMIENTO 6 (Nacional + Concentración de mucílago 20 % + Northern Brewer)	1	3,5	9,5
	2	3,5	6
	3	3,5	6
	4	3,5	6,5
	5	4	6,5
	6	4	6,5
	7	4	6,5
	8	4	6,5
	9	4	7
	10	4,5	7
	11	4,5	7
	12	4,5	7
	13	4,5	7
	14	4,5	7
	15	4,5	7
TRATAMIENTO 7 (Nacional + Concentración de mucílago 30 % + Cascade)	1	3,5	12
	2	3,5	6,5
	3	3,5	6
	4	3,5	6
	5	4	6
	6	4	6
	7	4	6
	8	4	6
	9	4	6
	10	4,5	6
	11	4,5	6
	12	4,5	6,5
	13	4,5	6,5
	14	4,5	7
	15	4,5	7
TRATAMIENTO 8 (Nacional + Concentración de mucílago 30 % + Northern Brewer)	1	3,5	12
	2	3,5	6
	3	3,5	6
	4	3,5	6
	5	4	6
	6	4	6
	7	4	6
	8	4	6
	9	4	6,5
	10	4	6,5
	11	4	6,5
	12	4,5	6,5
	13	4,5	7
	14	4,5	7
	15	4,5	7

Elaborado por: Autores

Interpretación: En esta tabla se muestra los 15 días de seguimiento durante el proceso de la fermentación, en el cual se evaluó cada día °Brix y el pH.

Anexo 12. Análisis de pH y °Brix en el seguimiento.



Fuente: Autores

Barras de pH

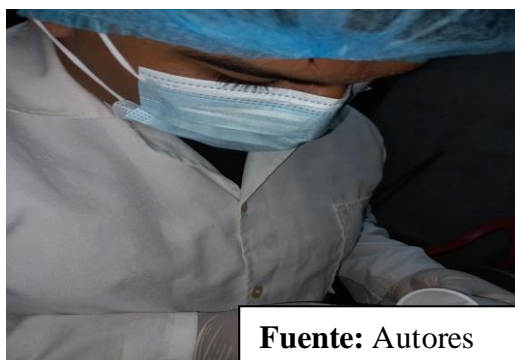


Fuente: Autores



Fuente: Autores

Obtención de las muestras de los 8 tratamientos



Fuente: Autores



Fuente: Autores

Análisis pH



Fuente: Autores



Fuente: Autores

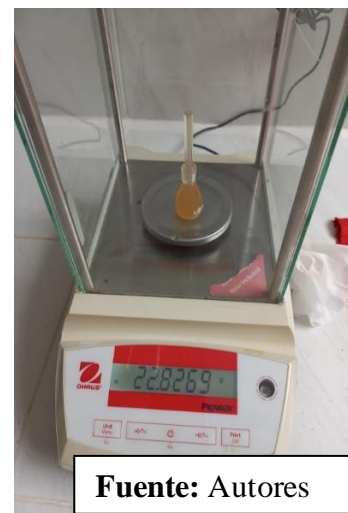
Análisis °Brix

Anexo 13. Análisis realizados a la cerveza artesanal tipo Ale con adición de mucílago (Nacional - CCN-51) y lúpulo (Cascade - Northern Brewer).

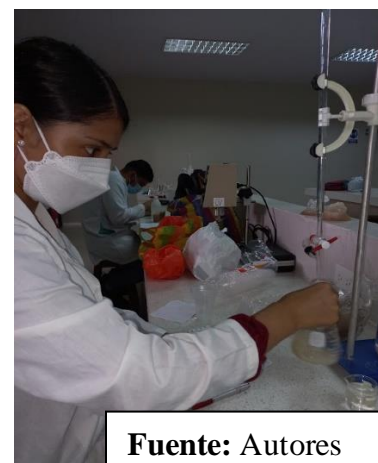
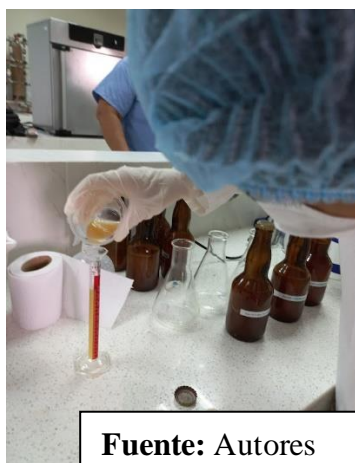
- **Análisis °Brix**



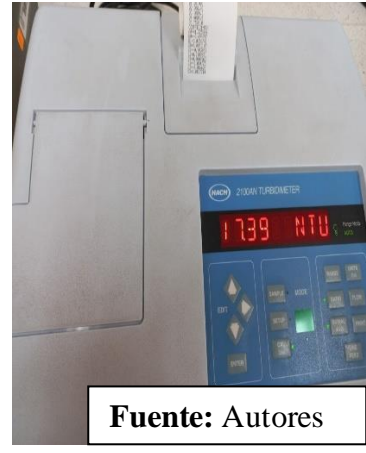
- **Densidad por el método del picnómetro**



- **Acidez titulable**



- **Turbidez**



- **Espectro fotometría**



- **Solidos en suspensión**

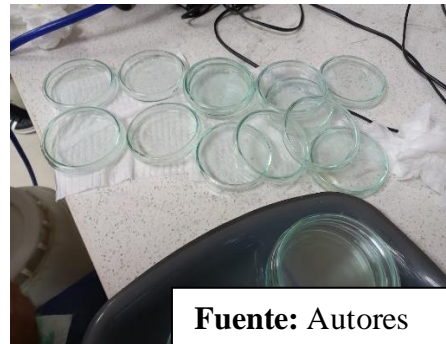


- **Análisis microbiológico**



Fuente: Autores

Lavado de las placas Petri



Fuente: Autores

Secado



Fuente: Autores



Fuente: Autores

Se envuelven el papel aluminio para lleva al autoclave a esterilizar



Fuente: Autores

Placas más la solución de Agar en el autoclave



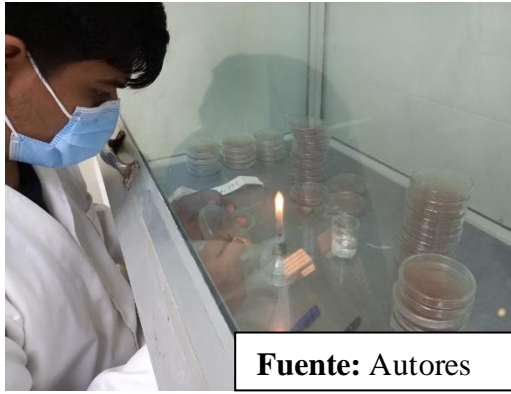
Fuente: Autores

Adición del Agar en las placas Petri



Fuente: Autores

Cultivo y etiquetado



Fuente: Autores



Fuente: Autores

Sellado con parafilm



Fuente: Autores

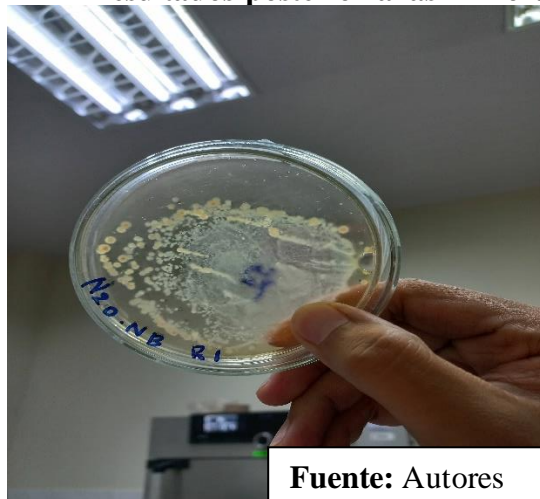


Fuente: Autores

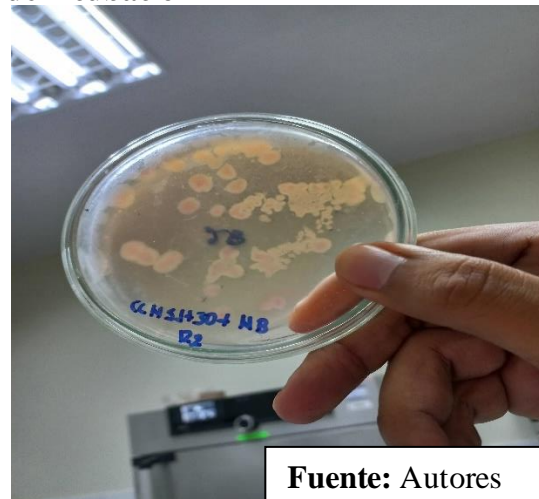
Placas de los 24 tratamientos

Incubación por 24 horas

- **Resultados posterior a las 24 horas de incubación**



Fuente: Autores



Fuente: Autores

Se encontró presencia de microorganismos en 2 tratamientos, en el tratamiento (Nacional+ concentración de mucílago 20 % + Northern Brewer) de la réplica 1, un total de 52 colonias y en el tratamiento (CCN-51+ concentración de mucílago 30 % + Northern Brewer) de la replica 2, un total de 28 colonias, cabe recalcar que no se observó Coliformes ni Salmonella en el producto dejando un total 0 coliformes totales.

Anexo 14. Escala EBC de la cerveza artesanal tipo Ale

Tabla 44. EBC de los 24 tratamientos de la cerveza artesanal tipo Ale

Variedad de Cacao	Tratamientos		EBC
	Mucílago	Lúpulo	
CCN-51	Concentración al 20 %	Cascade	19,3848
CCN-51	Concentración al 20 %	Northem brewer	21,1381
CCN-51	Concentración al 30 %	Cascade	14,1643
CCN-51	Concentración al 30 %	Northem brewer	21,6109
Nacional	Concentración al 20 %	Cascade	17,8876
Nacional	Concentración al 20 %	Northem brewer	15,76
Nacional	Concentración al 30 %	Cascade	18,4983
Nacional	Concentración al 30 %	Northem brewer	11,4654
CCN-51	Concentración al 20 %	Cascade	18,3604
CCN-51	Concentración al 20 %	Northem brewer	18,0649
CCN-51	Concentración al 30 %	Cascade	13,8885
CCN-51	Concentración al 30 %	Northem brewer	20,2319
Nacional	Concentración al 20 %	Cascade	26,1616
Nacional	Concentración al 20 %	Northem brewer	17,1587
Nacional	Concentración al 30 %	Cascade	21,8276
Nacional	Concentración al 30 %	Northem brewer	12,2337
CCN-51	Concentración al 20 %	Cascade	17,2178
CCN-51	Concentración al 20 %	Northem brewer	14,3613
CCN-51	Concentración al 30 %	Cascade	14,775
CCN-51	Concentración al 30 %	Northem brewer	21,9064
Nacional	Concentración al 20 %	Cascade	24,9796
Nacional	Concentración al 20 %	Northem brewer	14,5189
Nacional	Concentración al 30 %	Cascade	26,2207
Nacional	Concentración al 30 %	Northem brewer	13,4748

Elaborado por: Autores

Interpretación: En la presente tabla muestra los valores de la escala EBC de los 24 tratamientos, la cual permite medir en color de la malta y cerveza artesanal.

Anexo 15. Ficha sensorial de los 24 tratamientos

Ficha sensorial – organoléptica

Evaluador: _____ Fecha: _____ Hora: _____

Indicaciones:

A continuación, se dispone de 8 muestra de una cerveza artesanal tipo Ale con mucilago de cacao en combinación con lúpulo cascade y Northern brewer, las cuales deberán ser catadas por personas, bebiendo agua después de cada evaluación.

Marque con una “x” la calificación que le parezca, según la características solicitada.

CARACTERÍSTICAS	NIVEL	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN							
			M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
APARIENCIA	1	Me disgusta mucho								
	2	Me disgusta poco								
	3	Ni me gusta, ni me disgusta								
	4	Me gusta poco								
	5	Me gusta mucho								
AROMA	1	Me disgusta mucho								
	2	Me disgusta poco								
	3	Ni me gusta, ni me disgusta								
	4	Me gusta poco								
	5	Me gusta mucho								
SABOR	1	Me disgusta mucho								
	2	Me disgusta poco								
	3	Ni me gusta, ni me disgusta								
	4	Me gusta poco								
	5	Me gusta mucho								
SENSACIÓN EN LA BOCA	1	Me disgusta mucho								
	2	Me disgusta poco								
	3	Ni me gusta, ni me disgusta								
	4	Me gusta poco								
	5	Me gusta mucho								

Fuente: Autores

Ficha sensorial – organoléptica

Evaluador: _____ **Fecha:** _____ **Hora:** _____

Indicaciones:

A continuación, se dispone de 8 muestra de una cerveza artesanal tipo Ale con mucilago de cacao en combinación con lúpulo cascade y Northern brewer, las cuales deberán ser catadas por personas, bebiendo agua después de cada evaluación.

Marque con una “x” la calificación que le parezca, según la características solicitada.

CARACTERÍSTICAS	NIVEL	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN							
			M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
APARIENCIA	1	Me disgusta mucho								
	2	Me disgusta poco								
	3	Ni me gusta, ni me disgusta								
	4	Me gusta poco								
	5	Me gusta mucho								
AROMA	1	Me disgusta mucho								
	2	Me disgusta poco								
	3	Ni me gusta, ni me disgusta								
	4	Me gusta poco								
	5	Me gusta mucho								
SABOR	1	Me disgusta mucho								
	2	Me disgusta poco								
	3	Ni me gusta, ni me disgusta								
	4	Me gusta poco								
	5	Me gusta mucho								
SENSACIÓN EN LA BOCA	1	Me disgusta mucho								
	2	Me disgusta poco								
	3	Ni me gusta, ni me disgusta								
	4	Me gusta poco								
	5	Me gusta mucho								

Fuente: Autores

Ficha sensorial – organoléptica

Evaluador: _____ **Fecha:** _____ **Hora:** _____

Indicaciones:

A continuación, se dispone de 8 muestra de una cerveza artesanal tipo Ale con mucilago de cacao en combinación con lúpulo Cascade y Northern Brewer, las cuales deberán ser catadas por personas, bebiendo agua después de cada evaluación.

Marque con una “x” la calificación que le parezca, según la características solicitada.

CARACTERÍSTICAS	NIVEL	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN							
			M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24
APARIENCIA	1	Me disgusta mucho								
	2	Me disgusta poco								
	3	Ni me gusta, ni me disgusta								
	4	Me gusta poco								
	5	Me gusta mucho								
AROMA	1	Me disgusta mucho								
	2	Me disgusta poco								
	3	Ni me gusta, ni me disgusta								
	4	Me gusta poco								
	5	Me gusta mucho								
SABOR	1	Me disgusta mucho								
	2	Me disgusta poco								
	3	Ni me gusta, ni me disgusta								
	4	Me gusta poco								
	5	Me gusta mucho								
SENSACIÓN EN LA BOCA	1	Me disgusta mucho								
	2	Me disgusta poco								
	3	Ni me gusta, ni me disgusta								
	4	Me gusta poco								
	5	Me gusta mucho								

Fuente: Autores

Anexo 16. Catación



Fuente: Autores



Fuente: Autores

Explicación del proceso a los catadores



Fuente: Autores

Catadores junto a los tesistas y tutor



Fuente: Autores



Fuente: Autores



Fuente: Autores

Evaluando la cerveza artesanal tipo Ale con Adición parcial del mucílago de cacao

Anexo 17. Tabulación del análisis sensorial

Tabla 45. Medias de los resultados del análisis de los 18 participantes en la catación de la cerveza artesanal tipo Ale.

Tratamientos	Apariencia	Aroma	Sabor	Sensación en la boca	Total	Media
1. CCN51 + Concentración de mucílago 20 % + Cascade	19	20	18	21	78	39
2. CCN51 + Concentración de mucílago 20 % + Northem brewer	15	18	15	18	66	33
3. CCN51 + Concentración de mucílago 30 % + Cascade	17	20	19	20	76	38
4. CCN51 + Concentración de mucílago 30 % + Northem brewer	19	20	20	19	78	39
5. Nacional+ Concentración de mucílago 20 % + Cascade	24	24	22	21	91	45,5
6. Nacional+ Concentración de mucílago 20 % + Northem brewer	18	19	19	20	76	38
7. Nacional+ Concentración de mucílago 30 % + Cascade	23	24	19	19	85	42,5
8. Nacional+ Concentración de mucílago 30 % + Northem brewer	21	24	20	22	87	43,5
9. CCN51 + Concentración de mucílago 20 % + Cascade	19	20	18	20	77	38,5
10. CCN51 + Concentración de mucílago 20 % + Northem brewer	24	24	25	25	98	49
11. CCN51 + Concentración de mucílago 30 % + Cascade	19	20	18	18	75	37,5
12. CCN51 + Concentración de mucílago 30 % + Northem brewer	19	20	18	18	75	37,5
13. Nacional+ Concentración de mucílago 20 % + Cascade	19	16	20	14	69	34,5
14. Nacional + Concentración de mucílago 20 % + Northem brewer	22	21	19	19	81	40,5
15. Nacional + Concentración de mucílago 30 % + Cascade	20	21	24	20	85	42,5
16. Nacional + Concentración de mucílago 30 % + Northem brewer	21	22	20	18	81	40,5
17. CCN51 + Concentración de mucílago 20 % + Cascade	22	22	24	23	91	45,5
18. CCN51 + Concentración de mucílago 20 % + Northem brewer	19	17	14	15	65	32,5
19. CCN51 + Concentración de mucílago 30 % + Cascade	21	21	13	22	77	38,5
20. CCN51 + Concentración de mucílago 30 % + Northem brewer	21	23	19	22	85	42,5
21. Nacional+ Concentración de mucílago 20 % + Cascade	23	21	21	21	86	43
22. Nacional + Concentración de mucílago 20 % + Northem brewer	25	20	23	23	91	45,5
23. Nacional + Concentración de mucílago 30 % + Cascade	23	20	22	21	86	43
24. Nacional + Concentración de mucílago 30 % + Northem brewer	15	16	17	17	65	32,5

Elaborado por: Autores

Anexo 18. Norma NTE INEN 2262



Quito – Ecuador

**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN 2262

Primera revisión
2013-11

BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS

ALCOHOLIC BEVERAGES. LIQUORS. REQUIREMENTS

Correspondencia:

DESCRIPTORES: Bebidas alcohólicas, cerveza, requisitos
ICS: 67.160.10

9
Páginas

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS	NTE INEN 2262:2013 Primera revisión 2013-11
---	---	--

1. OBJETO

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

2. DEFINICIONES

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

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

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

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

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

En donde:

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

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

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

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

3. DISPOSICIONES GENERALES

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

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

3.3 Prácticas Permitidas

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

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

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

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

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

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

3.3.7 Se permite la carbonatación por refermentación en botella o barril, o por inyección de CO₂.

3.4 Prácticas no permitidas.

3.4.1 No está permitida la adición o uso de:

3.4.1.1 Alcoholes.

3.4.1.2 Agentes edulcorantes artificiales.

3.4.1.3 Sustitutos del lúpulo u otros principios amargos.

3.4.1.4 Saponinas.

3.4.1.5 Colorantes artificiales.

3.4.1.6 Cualquier ingrediente que sea nocivo para la salud.

3.4.1.7 Medios filtrantes constituidos por asbesto.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 La clasificación de las cervezas será la siguiente:

4.1.1 Por su grado alcohólico:

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

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

4.1.2 Por su extracto original:

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

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

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

El extracto original se calcula usando la siguiente fórmula:

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

En donde:

p = extracto original en % Plato.

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

E_R = extracto real de la cerveza en % Plato.

4.1.3 Por su color:

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

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

4.1.4 Por su tipo de fermentación:

4.1.4.1 Cervezas Lager, para la fermentación "baja".

4.1.4.2 Cervezas Ale, para la fermentación "alta".

4.1.4.3 Cervezas de fermentación mixta.

4.1.5 Por la proporción de materias primas:

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

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

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

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

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

TABLA 1. Requisitos físicos y químicos

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

TABLA 2. Requisitos microbiológicos

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

6. INSPECCIÓN

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

7. ENVASADO

7.1 La cerveza debe envasarse en recipientes de material resistente a la acción del producto que no alteren las características del mismo.

8. ROTULADO

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

APENDICE Z**Z.1. DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 339	<i>Bebidas alcohólicas. Muestreo.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10	<i>Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables Recuento en placa por siembra en profundidad.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-17	<i>Control microbiológico de los alimentos. Bacterias anaerobias mesófilas Recuento en tubo por siembra en masa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1933	<i>Bebidas alcohólicas. Rotulado. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2322	<i>Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de alcohol.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2323	<i>Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de acidez total.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2324	<i>Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de dióxido de carbono CO₂ y aire.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2325	<i>Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de pH.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2326	<i>Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de hierro.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2327	<i>Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de cobre.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2328	<i>Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de zinc.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2329	<i>Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación arsénico.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2330	<i>Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación plomo.</i>

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2262 Primera revisión	TÍTULO: REQUISITOS	BEBIDAS	ALCOHOLICAS.	CERVEZA.	Código: ICS 97.160.10
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 2010-02-23		REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 2002-02-08 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo Ministerial No. 03 059 de 2003-02-20 publicado en el Registro Oficial No. 33 del 2003-03-05 Fecha de iniciación del estudio:			
Fechas de consulta pública:		a			
Subcomité Técnico de: Bebidas alcohólicas		Fecha de aprobación: 2011-10-10			
Fecha de iniciación: 2010-06-24		Integrantes del Subcomité:			
NOMBRES:		INSTITUCIÓN REPRESENTADA:			
Rodrigo Obando (Presidente)		LICORAM			
Felipe Salvador		ALCOPESA S.A.			
Alberto Salvador		ALCOPESA S.A.			
Diana Cabrera		AZENDE (ZUMIR)			
Manuel Auquilla Terán		AZENDE (ZUMIR)			
Carmen Gallardo Gallardo		BUSTAMANTE Y BUSTAMANTE			
José Miguel Sanchez		CERVECERIA NACIONAL			
Maria Cristina Moreno		EMBOTELLADORA AZUAYA			
Imeldo Valdéz		ILEPSA S.A.			
Elena Martinot		ILEPSA S.A.			
Patricia Maignashca		ILSA S.A.			
Jorge Villa		ILVISA			
Mónica Sosa		INH IZQUIETA PEREZ			
Ana María Hidalgo		LABORATORIO OSP-UCE			
Sandra Astudillo Calle		LICORES SAN MIGUEL			
Inés Malo		LICORES SAN MIGUEL			
Lorena Tapia		MIPRO			
Talía Palacios		MIPRO			
Ullrich Stahl		UPIANA Cia. Ltda.			
Carlos Moran		LICORERA MORAN			
Javier Carvajal		PUCE			
Gonzalo Arteaga (Secretario Técnico)		INEN			
Otros trámites: Esta NTE INEN 2262:2013 (Primera revisión), reemplaza a la NTE INEN 2262:2003					
♦ ¹⁰ Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue DESREGULARIZADA , pasando de OBLIGATORIA a VOLUNTARIA , según Resolución Ministerial y oficializada mediante Resolución No. 14158 de 2014-04-21, publicado en el Registro Oficial No. 239 del 2014-05-06.					
La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma					
Oficializada como: Obligatoria		Por Resolución No. 13402 de 2013-10-31			
Registro Oficial No. 127 de 2013-11-20					

Anexo 19. Normas microbiológicas por alimentos

NORMAS MICROBIOLÓGICAS POR ALIMENTOS (Fecha revisión: enero 2003)

FUENTE: <http://veterinaria.unex.es/sem/normicin.htm>

ACLARACIONES:

n: número de unidades de que se compone la muestra.

c: número de unidades de la muestra cuyo número de bacterias podrá situarse entre m y M, la muestra seguirá considerándose aceptable si las demás unidades de que se compone tienen un número de bacterias menor o igual a m.

m: valor umbral del número de bacterias; el resultado se considera satisfactorio si todas las unidades de que se compone la muestra tienen un número de bacteria igual o menor que m.

M: valor límite del número de bacterias; el resultado se considerará no satisfactorio si una o varias unidades de las que componen la muestra tienen un número de bacterias igual o mayor que M. (Nivel límite máximo de aceptabilidad)

Aerobios mesófilos: Cuando no se especifique otra temperatura, se entenderá que la temperatura de incubación para este parámetro es de $31 \pm 1^\circ \text{C}$.

u.f.c.: Unidad formadora de colonia.

Aceites (R.D.308/83, B.O.E 21/2/83)

Aerobios mesófilos	Aerobios psicrotófos	Enterobacterias	Coliformes	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i> y <i>Shigella</i>	<i>S. aureus</i>	Estreptococos fecales	Mohos y Levaduras	Otros organismos	Otros límites
La legislación no recoge normas microbiológicas										

Aceitunas de mesa (R.D. 1230/01, B.O.E 21/11/01)

Azúcar (R.D.1261/87, B.O.E 14/10/87)

Aerobios mesófilos	Aerobios psicrotófos	Enterobacterias	Coliformes	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i> y <i>Shigella</i>	<i>S. aureus</i>	Estreptococos fecales	Mohos y Levaduras	Otros organismos	Otros límites
La legislación no recoge normas microbiológicas										

Bebidas refrescantes (R.D. 15/92, B.O.E 27/1/92)

Aerobios mesófilos	Aerobios psicrotófos	Enterobacterias	Coliformes	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i> y <i>Shigella</i>	<i>S. aureus</i>	Estreptococos fecales	Mohos y Levaduras	Otros organismos	Otros límites
Exentos de gérmenes patógenos, tóxicos y otros contaminantes que puedan suponer un riesgo para la salud del consumidor o para el propio producto.										

Cacao y chocolate (R.D. 822/90, B.O.E 28/6/90)

Aerobios mesófilos	Aerobios psicrotófos	Enterobacterias	Coliformes	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i> y <i>Shigella</i>	<i>S. aureus</i>	Estreptococos fecales	Mohos y Levaduras	Otros organismos	Otros límites
No se permitirá la presencia de gérmenes patógenos o perjudiciales										

Derivados de cacao, chocolate y sucedáneos de chocolate (R.D. 823/90, B.O.E 28/6/90)

Aerobios mesófilos	Aerobios psicrotófos	Enterobacterias	Coliformes	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i> y <i>Shigella</i>	<i>S. aureus</i>	Estreptococos fecales	Mohos y Levaduras	Otros organismos	Otros límites
No se permitirá la presencia de gérmenes patógenos o perjudiciales para el consumidor y/o para el propio producto										

Caldos, consomés, sopas y cremas (R.D. 2452/98, B.O.E 24/11/98)