



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

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

Título de Proyecto de Investigación:

**“EFECTO DE LA ALBAHACA (*Ocimum basilicum*) EN SUSTITUCIÓN AL
LÚPULO EN LA ELABORACIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL”**

Autor:

Abel Leonardo Valencia Borja

Director de Proyecto de Investigación:

Ing. Abelardo Jerónimo Alderete Rendón MSc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Valencia Borja Abel Leonardo**, 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 trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Valencia Borja Abel Leonardo', is written over a horizontal dotted line.

Valencia Borja Abel Leonardo
C.I: 1205362344



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito **Ing. MSc Abelardo Jerónimo Alderete Rendón**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante Valencia Borja Abel Leonardo, realizó el proyecto de investigación de grado titulado **“Efecto de la Albahaca (*Ocimum basilicum*) en sustitución al Lúpulo en la elaboración de una cerveza artesanal”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

**Abelardo
Alderete** Firmado digitalmente
por Abelardo Alderete
Fecha: 2022.09.26
09:50:40 -05'00'

.....
Ing. Abelardo Jerónimo Alderete Rendón MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGATION



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

El suscrito, Abelardo Jerónimo Alderete Rendón, MSc, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe del Proyecto de Investigación titulado **“EFECTO DE LA ALBAHACA (*Ocimum basilicum*) EN SUSTITUCIÓN AL LÚPULO EN LA ELABORACIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL”**, presentado por el estudiante Valencia Borja Abel Leonardo, egresado de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo 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 URKUND el cual evalúa los niveles de originalidad en un 91% y similitud 9% de trabajo investigativo

Document Information		Ouriginal <small>by TurnIt</small>
Analyzed document	tesis abel final.pdf (D144986892)	
Submitted	9/28/2022 1:39:00 AM	
Submitted by	Ingrid Diaz	
Submitter email	uq.ingriddiaz@uniandes.edu.ec	
Similarity	9%	
Analysis address	ingrid.diaz.unia@analysis.orkund.com	

**Abelardo
Alderete** Firmado digitalmente
por Abelardo Alderete
Fecha: 2022.09.26
09:50:40 -05'00'

Ing. Abelardo Jerónimo Alderete Rendón MSC.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGATION



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

Título:

“EFECTO DE LA ALBAHACA (*Ocimum basilicum*) EN SUSTITUCIÓN AL LÚPULO EN LA ELABORACIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial.

Aprobado por:

José Vicente
Villarroel
Bastidas

Firmado digitalmente por
José Vicente Villarroel
Bastidas
Fecha: 2022.11.22
20:45:53 -05'00'

.....
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
Ing. José Vicente Villarroel Bastidas

GINA
MARIUXI
GUAPI ALAVA

Firmado digitalmente por
GINA MARIUXI
GUAPI ALAVA
Fecha: 2022.11.22
20:12:57 -05'00'

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Gina Mariuxi Guapi Álava



Firmado electrónicamente por:
**DENISSE MARGOTH
ZAMBRANO MUNOZ**

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Denisse Margoth Zambrano Muñoz

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2022

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios quien me ha bendecido en cada momento de toda mi preparación y superar todas las adversidad que se me han presentado para llegar a la meta sin desertar en el camino.

A mi padre por su apoyo en mi preparación académica, gracias a esos consejos que me ha brindado he podido llegar donde estoy.

A mi familiares que me han apoyado mediante sus consejos, confianza, esfuerzos y por estar presente en cada etapa en mi vida universitaria.

A mis compañeros cercanos y mi pareja que me han soportado todo este tiempo, me brindaron su confianza y su apoyo.

Mi eterno agradecimiento a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por la acogida y permitirme formar como profesional, a los docentes de la carrera que influyeron positivamente a lo largo de mi vida universitaria, a mi tutor el Ing Abelardo Alderete por haber guiado el desarrollo de esta tesis y llegar a la culminación de la misma.

Abel Leonardo Valencia Borja

DEDICATORIA

Le dedico el cumplimiento de este logro a Dios, mi padre que confió en mí por motivarme a llegar donde me encuentro y a mi Madre quien perdí hace muchos años, además le dedico este gran logro a las personas que no confiaron, dudaron, que hablaron a las espaldas de uno, que fueron sisanosas y no tuvieron fe en mí que fueron fundamentales en el trayecto de mi formación académica.

Abel Leonardo Valencia Borja

RESUMEN

El mercado de cervezas artesanales está en constante cambio para lo cual este proyecto quiere brindar una nueva alternativa en el mercado de cervezas artesanales para contribuir en el crecimiento económico del país. La presente investigación tiene como objetivo evaluar los efectos de la albahaca (*ocimum basilicum*) en sustitución al lúpulo en la elaboración de cerveza artesanal. Se aplicó un diseño factorial $A*B*C+1$, los factores estudiados son: A (cantidades de albahaca), B (temperaturas de deshidratación) y C (temperaturas de fermentación) que corresponden a 12 tratamientos con 3 réplicas, obteniendo 36 unidades experimentales, más 1 muestra del testigo (100% malta de cebada). Los resultados se analizaron estadísticamente mediante el software INFOSTAT y para conocer las diferencias estadísticas se aplicó las pruebas Tukey y Duncan. Para la aceptabilidad del producto se efectuó un panel de catación a 24 personas los cuales determinaron que los Tratamiento 7 $a_0b_1c_1$ (0.8gr/L + estufa + 19 °C T_{con}), Tratamiento 8 $a_1b_1c_1$ (1gr/L + estufa + 19 °C T_{con}) y Tratamiento 11 $a_1b_0c_1$ (1gr/L + ambiente + 19 °C T_{con}), presentaron las mejores características y cumplen con los requisitos de los consumidores. Los mejores resultados de acuerdo a los análisis físicoquímicos se obtuvieron de los tratamientos 7 $a_0b_1c_1$ (0.8gr/L + estufa + 19 °C T_{con}) teniendo un pH de (3.92), acidez titulable de (9.9), densidad (1.0075) y grados alcohólicos (3.61°), todos los resultados se encuentran dentro de los parámetros permitidos según la norma NTE INEN 2262, además que los resultados obtenidos se asemejan al testigo.

Palabras Clave: Bebidas alcoholica, Albahaca, Cerveza artesanal, Temperatura

ABSTRACT

The craft beer market is constantly changing and this project aims to provide a new alternative in the craft beer market to contribute to the economic growth of the country. The objective of this research is to evaluate the effects of basil (*ocimum basilicum*) as a substitute for hops in the production of craft beer. A factorial design A*B*C+1 was applied, the factors studied were: A (basil quantities), B (dehydration temperatures) and C (fermentation temperatures) corresponding to 12 treatments with 3 replicates, obtaining 36 experimental units, plus 1 sample of the control (100% barley malt). The results were analyzed statistically using INFOSTAT software and the Tukey and Duncan tests were applied to determine the statistical differences. For product acceptability, a tasting panel of 24 people determined that Treatment 7 a0b1c1 (0.8 g/L + oven + 19 °C Tcon), Treatment 8 a1b1c1(1 g/L + oven + 19 °C Tcon) and Treatment 11 a1b0c1(1 g/L + environment + 19 °C Tcon) had the best characteristics and met consumer requirements. The best results according to the physical-chemical analysis were obtained from treatments 7 a0b1c1 (0.8gr/L + stove + 19 °C Tcon) having a pH of (3.92), titratable acidity of (9.9), density (1.0075) and alcoholic strength (3.61°), all the results are within the parameters allowed according to NTE INEN 2262, and the results obtained are similar to the control.

Keywords: Alcoholic beverages, Basil, Craft beer, Temperature

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE.....	x
ÍNDICE DE TABLA	xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
CÓDIGO DUBLIN	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Problema de la investigación.	3
1.1.1. Planteamiento del problema.	3
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.1.3. Sistematización del problema.....	4
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivos General.....	5
1.2.2. Objetivos Específicos	5
Hipótesis	5
1.3. Justificación	6

2.	CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1.	Marco conceptual.....	8
2.1.1.	Fermentación	8
2.1.2.	Bebidas Fermentadas.....	9
2.1.3.	Cerveza.....	9
2.1.4.	Cerveza Industrial.....	10
2.1.5.	Cerveza Artesanal.....	10
2.1.6.	Análisis sensorial.....	10
2.2.	Marco referencial.....	10
2.2.1.	Albahaca	10
2.2.2.	Ingredientes para elaborar cerveza artesanal	14
2.2.3.	Desarrollo del sabor de la cerveza.....	17
2.2.4.	Sustitución de Ingredientes.....	17
2.2.5.	Deshidratación	17
2.2.6.	Antecedentes Deshidratación	18
2.2.7.	Tipos de Deshidratación	18
2.2.8.	Ventajas y Desventajas	18
2.2.9.	Características Sensoriales de la cerveza.....	19
2.2.10.	Estado del Arte	19
3.	CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
3.1.	Localización.....	24
3.2.	Tipo de Investigación.....	24
3.2.1.	Investigación Experimental.	24
3.2.2.	Investigación Analítica.	25
3.2.3.	Investigación Exploratoria.....	25

3.3.	Métodos de Investigación.....	25
3.3.1.	Método Deductivo – Inductivo.....	25
3.3.2.	Método Analítico.....	25
3.3.3.	Método Estadístico.....	25
3.4.	Fuentes de recopilación de la información.....	26
3.5.	Diseño de la Investigación.....	26
3.5.1	Manejo específico del experimento.....	26
3.5.1.1	características de experimento de elaboración de la cerveza artesanal	26
3.5.2	Factores de estudio.....	26
3.5.3	Análisis estadístico.....	27
3.5.4	Mediciones experimentales.....	28
3.6	Intrumentos de investigación.....	28
3.6.1	Análisis Físico-químico y sensorial de la cerveza artesanal	28
3.6.1.1	pH.....	28
3.6.1.2	Acidez total.....	28
3.6.1.3	Densidad.....	29
3.6.2	Grados Alcohólicos.....	30
3.6.3	Perfil sensorial de la bebida alcohólica	30
3.7	Tratamientos de los datos.....	31
3.8	Recursos materiales y humanos.....	32
3.8.1	Recursos humanos.....	32
3.8.2	Materia prima	32
3.8.3	Insumos.....	32
3.8.4	Materiales para elaboración de cerveza.....	32
3.8.5	Equipos.....	33

3.8.6	Reactivos	33
3.8.7	Materiales de laboratorio	33
3.8.8	Materiales de oficina	34
3.9	Descripción del proceso de deshidratación de la albahaca y elaboración de la cerveza artesanal.	34
3.9.1	Recepción de materia prima para deshidratar la albahaca.....	34
3.9.2	Selección.....	34
3.9.3	Lavado	34
3.9.4	Deshidratación	35
3.9.5	Triturado	35
3.9.6	Recepción de materia prima para cerveza	35
3.9.7	Molienda.....	35
3.9.8	Macerado	35
3.9.9	Cocción.....	35
3.9.10	Fermentación 1	36
3.9.11	Fermentación 2	36
3.9.12	Envasado o embotellado.....	36
3.9.13	Acondicionado en botella.....	36
3.9.14	Diagrama de flujo de la elaboración de la cerveza artesanal.....	37
4	CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
4.1	Resultados.....	39
4.1.1	Análisis de Varianza para las variables de estudio.....	39
4.1.2	Resultados de la prueba de significación de Tukey y Duncan de los análisis físicos-químicos en referencia a las medias.	43
4.1.3	Resultado del análisis sensorial de los tratamientos de la cerveza artesanal	51

4.1.4	Balance de materia y establecimiento del rendimiento del proceso de obtención de cerveza artesanal.....	55
4.2	Discusión.....	56
4.2.1	Discusión de resultados de parámetros físico-químicos pH, acidez, densidad, grado alcohólico.....	56
4.2.2	Discusión de resultados de los perfiles sensoriales.....	58
5	CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
5.1	Conclusiones.....	61
5.2	Recomendaciones.....	62
6	CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA.....	63
6.1	Bibliografía.....	64
7	CAPÍTULO VII ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la albahaca.....	11
Tabla 2. Composición química de la albahaca	12
Tabla 3. Composición química del lúpulo.....	16
Tabla 4. Ventajas y Desventajas de la deshidratación.....	18
Tabla 5. Condiciones meteorológicas del cantón Quevedo.....	24
Tabla 6. Factores que intervienen en la elaboración de la cerveza artesanal	26
Tabla 8. Esquema de Análisis de Varianza.	27
Tabla 9. Análisis que se realizarón en la investigación.....	28
Tabla 10. Perfiles sensoriales para la catación de la cerveza artesanal	30
Tabla 7. Combinación de los tratamientos propuestos para la obtención de la cerveza artesanal	31
Tabla 11. Análisis de Varianza para pH.....	39
Tabla 12. Análisis de Varianza para la acidez titulable.....	40
Tabla 13. Análisis de Varianza para la densidad.....	41
Tabla 14. Análisis de Varianza para los grados.....	42
Tabla 15. Resultados de los análisis de los doce tratamientos	50

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Resultados de la diferencias de las medias de la cantidad de albahaca (0.8 g/L; 1 g/L; 1.2 g/L) mediante las pruebas de significancia (Tukey y Duncan $p < 0.05$) de los análisis fisico quimicos pertenecientes al factor A.	43
Gráfico 2. Resultados de la diferencias de las medias de la temperatura de deshidratación (26°C*12h y 35°C*12h) mediante las pruebas de significancia (Tukey y Duncan $p < 0.05$) de los analisis fisico quimicos pertenecientes al factor B.	44
Gráfico 3. Resultados de la diferencias de las medias de la temperatura de fermentación (26°C T _{amb} y 19°C T _{con}) mediante las pruebas de significancia (Tukey y Duncan $p < 0.05$) de los analisis fisico quimicos pertenecientes al factor C.	45
Gráfico 4. Resultados de la diferencias de las medias de la interacción A*B (Cantidad de albahaca y Temperatura de deshidratación) mediante las pruebas de significancia (Tukey y Duncan $p < 0.05$) de los análisis fisico quimicos de la cerveza artesanal.	46
Gráfico 5. Resultados de la diferencias de las medias de la interacción A*C (Cantidad de albahaca y Temperatura de fermentación) mediante las pruebas de significancia (Tukey y Duncan $p < 0.05$) de los análisis fisico quimicos de la cerveza artesanal.	47
Gráfico 6. Resultados de la diferencias de las medias de la interacción A*B*C (Cantidad de albahaca, Temperatura de deshidratación y Temperatura de fermentación) mediante las pruebas de significancia (Tukey y Duncan $p < 0.05$) de los análisis fisico-quimicos de la c.....	48
Gráfico 7. Resultados del panel de catación correspondiente a la fase Visual.....	51
Gráfico 8. Resultados del panel de catación correspondiente a la fase olfativa.....	52
Gráfico 9. Resultados del panel de catación correspondiente a la fase del gusto.....	53
Gráfico 10. Resultados del panel de catación correspondiente a la fase de aceptabilidad.....	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Proceso de elaboración de deshidratación de la albahaca.....	70
Anexo 2. Proceso de elaboración de cerveza artesanal	71
Anexo 3. Análisis físicoquímicos realizados a la cerveza artesanal.....	73
Anexo 4. Evaluación sensorial mediante un panel de catación.....	74
Anexo 5. Norma NTE INEN 2262 bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos.....	75
Anexo 6. Estructura de encuesta para analisis sensorial	84

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Efecto de la Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>) en sustitución al Lúpulo en la elaboración de una cerveza artesanal			
Autor:	<u>Valencia Borja, Abel Leonardo</u>			
Palabras clave:	Bebidas alcoholica	Albahaca	Cerveza artesanal	Temperatura
Fecha de publicación:	Diciembre, 2022			
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2022.			
Resumen:	<p>El mercado de cervezas artesanales está en constante cambio para lo cual este proyecto quiere brindar una nueva alternativa en el mercado de cervezas artesanales para contribuir en el crecimiento económico del país. La presente investigación tiene como objetivo evaluar los efectos de la albahaca (<i>ocimum basilicum</i>) en sustitución al lúpulo en la elaboración de cerveza artesanal. Se aplicó un diseño factorial $A*B*C+1$, los factores estudiados son: A (cantidades de albahaca), B (temperaturas de deshidratación) y C (temperaturas de fermentación) que corresponden a 12 tratamientos con 3 réplicas, obteniendo 36 unidades experimentales, más 1 muestra del testigo (100% malta de cebada). Los resultados se analizaron estadísticamente mediante el software INFOSTAT y para conocer las diferencias estadísticas se aplicó las pruebas Tukey y Duncan. Para la aceptabilidad del producto se efectuó un panel de catación a 24 personas los cuales determinaron que los Tratamiento 7 $a_0b_1c_1$ (0.8gr/L + estufa + 19 °C T_{con}), Tratamiento 8 $a_1b_1c_1$ (1gr/L + estufa + 19 °C T_{con}) y Tratamiento 11 $a_1b_0c_1$ (1gr/L + ambiente + 19 °C T_{con}), presentaron las mejores características y cumplen con los requisitos de los consumidores. Los mejores resultados de acuerdo a los análisis físicoquímicos se obtuvieron de los tratamientos 7 $a_0b_1c_1$ (0.8gr/L + estufa + 19 °C T_{con}) teniendo un pH de (3.92), acidez titulable de (9.9), densidad (1.0075) y grados alcohólicos (3.61°), todos los resultados se encuentran dentro de los parámetros permitidos según la norma NTE INEN 2262, además que los resultados obtenidos se asemejan al testigo.</p> <p>Abstract.- The craft beer market is constantly changing and this project aims to provide a new alternative in the craft beer market to contribute to the economic growth of the country. The objective of this research is to evaluate the effects of basil (<i>ocimum basilicum</i>) as a substitute for hops in the production of craft beer. A factorial design $A*B*C+1$ was applied, the factors studied were: A (basil quantities), B (dehydration temperatures) and C (fermentation temperatures) corresponding to 12 treatments with 3 replicates, obtaining 36 experimental units, plus 1 sample of the control (100% barley malt). The results were analyzed statistically using INFOSTAT software and the Tukey and Duncan tests were applied to determine the statistical differences. For product acceptability, a tasting panel of 24 people determined that Treatment 7 $a_0b_1c_1$ (0.8 g/L + oven + 19 °C T_{con}), Treatment 8 $a_1b_1c_1$ (1 g/L + oven + 19 °C T_{con}) and Treatment 11 $a_1b_0c_1$ (1 g/L + environment + 19 °C T_{con}) had the best characteristics and met consumer requirements. The best results according to the physical-chemical analysis were obtained from treatments 7 $a_0b_1c_1$ (0.8gr/L + stove + 19 °C T_{con}) having a pH of (3.92), titratable acidity of (9.9), density (1.0075) and alcoholic strength (3.61°), all the results are within the parameters allowed according to NTE INEN 2262, and the results obtained are similar to the control.</p>			
Descripción:	103 hojas : dimensiones 29 x 21 cm + CD ROM			
URI:				

INTRODUCCIÓN

La cerveza es considerada una de las bebidas más antiguas y natural, obtenida a través de un proceso de fermentación alcohólica de un extracto a base de cebada malteada. Las materias primas empleadas para su producción son cuatro, la cebada malteada, agua que comprende su 95%, levadura, y lúpulo. Pero hoy en día algunas cervezas artesanales o industriales emplean para su producción otras fuentes de carbohidratos en especial cereales no malteados tales como arroz, trigo, maíz, entre otros; o la adición de antioxidantes y estabilizantes de espuma (Gonzales, 2017).

En el país es una bebida de alto consumo, los ecuatorianos prefieren consumirla como bebida alcohólica (Veintimilla, 2016). La mayor parte de producción y consumo es de tipo Lager caracterizada por ser de bajo grado alcohólico, color dorado y sabor ligero (Pilla & Vinci, 2012), sin embargo a partir del 2010 también se ha aumentado la producción artesanal de cerveza tipo ale, que ha tenido muy buena acogida en las principales ciudades ecuatorianas por la diversidad de estilos existentes (Jimenez, 2016).

La albahaca (*Ocimum basilicum*) es una hierbas aromáticas más consumidas, pertenece a la familia de las labiadas y por sus propiedades peculiar de aroma ha sido ampliamente usada en la industria de alimentos, productos farmacéuticos, en el campo nutricional ha demostrado que presentan propiedades antioxidantes, antimicrobial, antiviral y anti fúngica (Rivas , Rivas, & Gamboa, 2015).

En el país cuenta con recursos naturales para utilizar una gran diversidad que tiene en productos agrícolas, por consiguiente, la presente investigación está orientada a evaluar el efecto de la albahaca (*ocimum basilicum*) en sustitución al lúpulo en la elaboración de una cerveza artesanal, analizando los niveles de adición de albahaca, tipo de deshidratación aplicada a la misma y evaluar la fermentación a través de temperaturas, a través de ensayos desarrollados en la investigación.

Se efectuaron pre-ensayos y pruebas pilotos, donde se sujeta a un experimento multifactorial de ($A \times B \times C + 1$), bajo un Diseño de bloques Completamente al Azar (DBCA), dando a conocer los resultados de nuestra investigación. De tal manera que permita apreciar la factibilidad en la obtención del producto final.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

El uso de la albahaca, ya sea en hoja o deshidratada, se ha utilizado en el área de la gastronomía, generando platos especiales, por lo que no se han utilizado sus otros componentes que generan el beneficio para un producto.

En el país el consumo de cerveza artesanal es bajo, lo que permite el incremento del valor del producto, debido a que la materia prima como el lúpulo, tiene un costo elevado siendo este del 45% (\$588.14) por kilo según (Ordóñez Amoroso, 2020), teniendo en cuenta estos valores, algunos cerveceros consideren ajustar su costo de producción y la imposibilidad de los artesanos de obtener un sustituto del lúpulo, principal ingrediente para lograr el amargor y aroma.

Por consiguiente en esta investigación se procede a evaluar el efecto de la albahaca como sustituto del lúpulo en la elaboración de cerveza artesanal para la evaluación de sus componentes (amargor y aroma) de la bebida obtenida y verificar si dicho cambio es factible.

1.1.1.1. Diagnóstico.

En el Ecuador la producción de albahaca es diversa, esta planta aromática es más utilizada en el ámbito gastronómico ya que su inconfundible aroma embriaga con solo frotar las hojas, brinda un sabor fresco, dulce y muy permanente. Debido que en el territorio ecuatoriano existe gran demanda de la albahaca deshidratada como uso gastronómico, por tanto, no se encuentran investigaciones hechas para la producción cervecera, se optara por utilizarlo como materia prima en la elaboración de cerveza reemplazando el lúpulo por sus características análogas que tienen cierto grado de comparación ya que este es el componente de la cerveza que aporta el amargor, aroma y sabor.

1.1.1.2. Pronóstico

El país cuenta con suficientes recursos naturales para ser aprovechados, alberga una gran diversidad de plantas ya sea de uso medicinal como uso agroindustrial, por lo cual, esta investigación propone brindar una alternativa de industrialización diferente a la albahaca para

comprobar el efecto en función de la sustitución del lúpulo que esta produce en la bebida fermentada.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Qué efecto tendrá la albahaca (*ocimum basilicum*) en sustitución al lúpulo de una cerveza artesanal en lo referente al aroma, amargor y características sensoriales de una cerveza artesanal?

1.1.3. Sistematización del problema.

La producción artesanal e industrial de bebidas alcohólicas fermentadas en la actualidad son variables debido a su principal característica de aroma, amargor, sabor, por ello, se delimitan las siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles serán los niveles porcentuales de adición de albahaca necesario para extraer el aroma y el amargor de la misma?
- ¿Qué temperatura de fermentación aplicada a la cerveza dará una bebida fermentada con buenas características organolépticas?
- ¿Qué tipo de deshidratación empleada a la albahaca es la más apropiada para el proceso fermentativo en la bebida a base de cebada?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivos General

- Evaluar los efectos de la albahaca (*ocimum basilicum*) en sustitución del lúpulo en la elaboración de una cerveza artesanal.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Establecer los niveles porcentuales de adición de la albahaca en una bebida fermentada (cerveza).
- Evaluar la fermentación a través de dos temperaturas: temperatura ambiente (26 °C) y temperatura controlada (19 °C)
- Determinar el método de deshidratación de la albahaca (*ocimum basilicum*) por dos métodos: secado natural (26 °C) y deshidratación acelerada por estufa (35 °C).

Hipótesis

Se contrastará las siguientes hipótesis, las mismas que se desarrollarán con base en la investigación una vez identificado y definido el problema, de esta manera se considerará la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_1).

(H_0): Influirá la cantidad de albahaca añadida en efecto de sustitución al lúpulo en la bebida fermentada

(H_1): No Influirá la cantidad de albahaca añadida en efecto de sustitución al lúpulo en la bebida fermentada

1.3. Justificación

Teniendo en cuenta que la cerveza es la bebida alcohólica más consumida en el mundo y que su origen se remonta a la prehistoria, a lo largo de los años se ha transformado a través de diferentes procesos, ingredientes y aditivos que se han añadido para mejorar su sabor, olor, color y otras características organolépticas representativas de este producto, convirtiéndola en una de las bebidas más conocidas y consumidas.

El presente proyecto tiene como finalidad la utilización de esta hortaliza teniendo en cuenta sus características organolépticas para obtener un sustituto del lúpulo capaz de aportar una óptima caracterización de amargor y aroma para la elaboración de cerveza artesanal. Por otro lado, se pretende obtener una bebida con identidad nacional, capaz de mejorar el desarrollo productivo, incrementando el aprovechamiento de materias primas nacionales, descubriendo una complementariedad a la cultura gastronómica y agroindustrial.

Mediante este estudio se conocerá de qué manera influye la albahaca como sustituto de lúpulo para obtener una cerveza aceptable dentro del mercado, debido a que esta hortaliza tiene cierta semejanza con las propiedades químicas del lúpulo, una de ellas es el linalool y geraniol el cual son una de las características que están presente en ambas ya que potencia el aroma y amargor de una cerveza artesanal.

Es importante recalcar el uso de la albahaca en la elaboración de cerveza artesanal con el fin de obtener diferentes matices organolépticos en los productos terminados. Generar una disminución de los costos de producción y aumentar la producción de cerveza artesanal como iniciativa de desarrollo productivo para el mejor aprovechamiento de esta materia prima nacional.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.Marco conceptual.

2.1.1. Fermentación

Es un proceso catabólico de oxidación de sustancias orgánicas para producir otros compuestos orgánicos y energía. Los procesos de fermentación son realizados por levaduras y bacterias en ausencia de oxígeno (Quinteros, 2010).

2.1.1.1. Tipos de fermentación

Existen varios tipos de fermentación según el microorganismo, el sustrato y las condiciones:

- **Fermentación Láctica.**

Es realizada por las bacterias *Lactobacilacea* y *Enterobactericea* consiste en la obtención de ácido láctico a partir de azúcares. El ácido láctico contribuye a la acidez y sabor de productos lácteos, vegetales, legumbres, cereales, carnes y además, permite mejoras su estabilidad microbiológica e inocuidad, ya que restringe el crecimiento de otras bacterias que causan su descomposición (Quinteros, 2010).

- **Fermentación Butírica.**

En ausencia de oxígeno *Clostridium butyricum* fermenta la lactosa y produce ácido butírico, ácido acético, dióxido de carbono y H₂, otros clostridios producen butanol, acetona, alcohol isopropílicos y gases H₂ y CO₂. En este tipo de fermentación se generan olores desagradables, como a mantequilla ranció y a sudor. Se puede producir en el ensilado de pasto y forrajes (Quinteros, 2010).

- **Fermentación Fórmica.**

Es realizada por las Entero bacteriácea. A partir de la glucosa *Escherichia coli* produce etanol, ácidos succínicos, lácticos, acético, fórmico y gases H₂ y CO₂ pero no produce butilenglico. El ácido fórmico no es el principal ácido formado en esta fermentación (Quinteros, 2010).

- **Fermentación Maloláctica.**

Consiste en la transformación del ácido málico en ácido láctico y CO₂ por bacterias lácticas *Leuconostoc*. El ácido málico está contenido en el hollejo de las uvas y en la pulpa de muchas frutas. Para algunos vinos este proceso se hace después de la fermentación alcohólica, con el fin de reducir se acidez y para desarrollar ciertos compuestos y sabores (Quinteros, 2010).

- **Fermentación Alcohólica.**

La fermentación es un proceso catabólico que se produce por la acción de bacterias y levaduras en ausencia de oxígeno, es decir en anaerobiosis. La célula depende energéticamente de la formación de ATP (*adenosín trifosfato*) producida durante la glucólisis. En condiciones de anaerobiosis las células reducen el piruvato en otros compuestos orgánicos. A este tipo de procesos se denominan fermentaciones, donde la ganancia de ATP (*adenosín trifosfato*) es pobre debido ya que obtienen solo 2 moléculas de ATP (*adenosín trifosfato*) por cada glucosa (Koolman & Klaus-Heinrich Röhm, 2004)

2.1.2. Bebidas Fermentadas.

Las bebidas fermentadas son las procedentes de frutas o de cereales que, por acción de levaduras, el azúcar que contienen se transforma en alcohol. Las más comunes son el vino, la cerveza y la sidra. El vino es el producto resultante de la fermentación de las uvas frescas o del mosto y la cerveza se obtiene a partir de la malta cervecera, procedente de la transformación de la cebada y otros cereales; para conseguir el sabor amargo se le añade lúpulo (Susana, Rodríguez, Olmedilla, & Martínez, 2016).

2.1.3. 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* (Pinto, 2021)

2.1.4. Cerveza Industrial

La cerveza es la bebida alcohólica más consumida en todo el mundo, fundamentalmente en el continente europeo y americano. A lo largo de la historia, se han ido desarrollando técnicas cada vez más innovadoras que permiten producir grandes cantidades de cerveza utilizando la menor cantidad de recursos con el mayor ahorro económico posible (Vargas, 2018).

2.1.5. Cerveza Artesanal

Es una bebida fermentada de un cereal, elaborada en pequeñas cantidades y por lo tanto, se le da máxima atención a cada pequeño detalle, asegurando un producto final de la mayor calidad y frescura. Gran parte del proceso se realiza de forma manual (Vera Rey, 2017).

2.1.6. Análisis sensorial.

El análisis sensorial se puede aplicar en el desarrollo y mejora de productos, control de calidad, estudios de almacenamiento, desarrollo de procesos y reducción de costos. Hoy en día, el análisis sensorial se considera una herramienta básica en la industria alimentaria. Cuando se obtengan resultados fiables y válidos, el panel se forma y se trata como un instrumento científico y toda la prueba debe realizarse en condiciones controladas, utilizando diseños y análisis estadísticos adecuados. De esta forma se obtendrán resultados fiables (Loaiza, 2018).

2.2. Marco referencial

2.2.1. Albahaca

La albahaca es una de las plantas aromáticas más preciosas en cocina, tiene un gusto dulce, es fragante y parece que es más fuerte cuando, en verano, el sol aumenta su intensidad. Las hojas más perfumadas son aquellas que se recogen poco antes de la floración, ya que contienen una mayor cantidad de sustancias oleosas que determinan su aroma; sus hojas más viejas tienden a tener un sabor más picante. Se trata de una planta herbácea, de la familia de las Labiate; tiene un tronco erecto, alcanza una altura de 30-60 cm. Con hojas opuestas, de color verde intenso en

el lado superior y verde-gris en el inferior. Las flores son pequeñas, de color blanco (Lachowicz, y otros, 1997).

2.2.1.1. Origen del la albahaca

Se dicen que es originaria de la India e Irán y por el siglo XII fue introducido en Europa, se distinguía a la albahaca como una de las plantas más importantes en el ámbito de medicina natural por su contenido de aceites esenciales, taninos, glucósidos y saponinas, la hacían muy efectiva en el tratamiento de los trastornos gástricos, respiratorios y urinarios, además de ello posee propiedades antiinflamatorias y antisépticas, empleándose en la cura de diversos malestares (Cardoso, 2012).

2.2.1.2. Característica botánica la albahaca

La clasificación taxonómica de la albahaca se describe en la tabla 1

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la albahaca

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lamiales
Familia	Lamiaceae
Tribu	Ocimeae
Género	Ocimum
Especie	Ocimum basilicum

Fuente: (Lyndad, 2018)

Elaborado por: Autor

2.2.1.3. Composición química de la albahaca

Considerando los compuestos químicos del aceite esencial de la albahaca (*Ocimum basilicum*) se muestra su respectivo porcentaje a continuación en la siguiente tabla 2.

Tabla 2. Composición química de la albahaca

Componente	Composición %
α -pineno	0.7
canfeno	1
β -pineno	1.5
β -mirceno	1.2
1, 8- Cineol	12.2
β -ocimeno	2.1
γ -Terpina	1.3
Linalol	48.4
Alcanfor	0.8
mirtenol	1.5
α -cubebeno	5.7
eugenol	6.6
cinamato de metilo	6.3
Cariofileno	2.5
azuleno	1.6
α -farneseno	2
Germacreno B	1.9
Germacreno D	0.9
Naftalina	0.5

Fuente: (Deabes, 2015)

Elaborado por: Autor

2.2.1.4. Zonas de producción

La producción de albahaca es de gran importancia cultural y económica para las comunidades y para los pequeños productores que se encuentran en las Provincias de Loja, Chimborazo, Bolívar, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Sucumbíos, Orellana. Actualmente, las hojas de albahaca deshidratadas se exportan al mercado internacional, pero el consumo en el Ecuador queda relegado a los consumidores, dándole un valor agregado o uso en la industria nacional (Moreno, 2004).

2.2.1.5. Variedades de albahaca en el Ecuador

Existen más de 40 especies de estas plantas, pero las más comunes en el Ecuador son las siguientes:

- **Albahaca común (*Ocimum basilicum*):** También se conoce como albahaca dulce o simplemente albahaca, y se cultiva en todo el mundo (Carrión, 2010).
- **Albahaca púrpura (*Ocimum basilicum* var. *purpurascens*):** Sus hojas son moradas y la planta no superaba el medio metro de altura. En cuanto a sus usos, propiedades y cuidados, es similar a la albahaca común (Carrión, 2010).
- **Albahaca morada (*Ocimum tenuiflorum* o *Ocimum sanctum*):** Recibe los nombres de albahaca silvestre, albahaca santa y albahaca morada criolla. Su origen parece estar situado también en el sur del continente asiático, pero hoy en día se puede encontrar en casi todo el mundo como planta cultivada (Carrión, 2010).
- **Albahaca fina (*Ocimum minimum* o *Ocimum basilicum* *Minimum*):** es una albahaca de tamaño reducido y hoja pequeña (Carrión, 2010).
- **Albahaca canela (*Ocimum ninnamon*):** Contiene una sustancia que también se encuentra en la canela y que es la responsable de su aroma. Sus hojas son de color verde pero también pueden tener tonos morados o rojizos (Carrión, 2010).
- **Albahaca limón (*Ocimum citriodorum*):** se caracteriza por desprender un fuerte olor a limón (Carrión, 2010).
- **Albahaca limón (*Ocimum* var. *thrysiflora*):** Su sabor es anisado, con un toque de regaliz, sus hojas son verdes y finas, y su tallo es morado (Carrión, 2010).

El tipo de albahaca a usar en esta investigación como sustituto del lúpulo es la común (*Ocimum basilicum*), debido a que su valor comercial es bajo y su facilidad de adquirir en el mercado.

2.2.1.6. Usos de la albahaca en la industria de alimentos.

La planta se ha utilizado en alimentos y productos de higiene bucal, y también se han informado sus actividades antivirales y antimicrobianas. Sus hojas se han utilizado en el área farmacéutica como diurético por sus propiedades estimulantes y en perfumería. Como hierba culinaria tiene una larga historia, se utiliza de las especies más utilizadas como condimento ya sea fresco o seco. También se utiliza en productos de repostería y panadería y como condimento en

productos como: embutidos, aderezos para ensaladas, bebidas no alcohólicas, helados, puré de tomate, salsas, encurtidos y vinagres (Cardoso, 2012).

2.2.2. Ingredientes para elaborar cerveza artesanal

Los ingredientes para la elaboración de la cerveza artesanal son: agua, malta, levadura y lúpulo (Calsin, 2013).

2.2.2.1. Agua para fabricar cerveza

El agua a utilizar juega un papel totalmente decisivo en la fabricación tradicional de la cerveza. Muchas de las variedades dependen de este ingrediente. La dureza carbonatada del agua actúa de forma más perjudicial cuanto más clara y rica en lúpulo queramos que sea la cerveza, se recomienda utilizar agua con dureza carbonatada media inferior o igual a 120 mg/L (Vogel, 1999).

2.2.2.2. La malta

El malteado es un proceso en el que los cereales utilizados en la elaboración de cerveza han sido utilizados previamente. Se suele maltear la cebada y en menor medida el trigo, aunque también es factible maltear otros cereales como el mijo, el arroz, etc. El malteado se divide en tres etapas: remojo, germinación y secado. Con este proceso es posible activar las enzimas (amilasas) del cereal que realizan el proceso natural de degradación (sacarificación) del almidón en azúcares fermentables (maltosa), durante la etapa de maceración (Ramos, 2017).

2.2.2.3. La levadura

Las levaduras de producción de cervezas, son las *Saccharomyces cerevisiae*, no obstante, se han desarrollado diferentes cepas de este microorganismo y se han logrado modificar genéticamente para que den ciertas particularidades a la cerveza, facilitando una gran variedad de ellas con las que los cerveceros pueden lograr diferentes objetivos (Morcillo, 2013).

La levadura es un hongo unicelular capaz de transformar los azúcares fermentables en alcohol. Existen dos tipos de levadura para la elaboración de cerveza *Saccharomyces cerevisiae*, utilizada ampliamente para fermentar vino y cerveza desde hace siglos; y *Saccharomyces*

pastorianus, un híbrido que se originó de las levaduras *Saacharomyces cerevisiae* y de la *Saccharomyces eubayanus* (Cervecera, 2020).

La transformación del azúcar en alcohol y dióxido de carbono es decir que la fermentación alcohólica se produce por enzimas generadas por las levaduras, sin embargo, también se puede fermentar con levaduras silvestres, existiendo tipos específicos para este tipo de cerveza (Lambic-Bruselas). Sin embargo, para la fermentación cervecera, casi sin excepción, se usa levadura de cerveza, de la cual hay dos clases distintas: levaduras de fermentación alta o alta y levaduras de fermentación baja (Vogel, 1999).

- **Levaduras de fermentación alta (Ale):** Se fermentan a una temperatura que oscila de entre los 18-21°C, constituyendo la forma original de la levadura de cerveza, aquí las levaduras se multiplican por fisión celular o bipartición, permanecerán después de la fermentación agrupadas por uniones lábiles, formando una especie de racimo, y ofrece alta resistencia a las burbujas de dióxido de carbono que intentan ascender y la levadura es empuja hacia arriba sobre la superficie del líquido, colocándose sobre la espuma como una capa viscosa de color oscuro y sucio de donde deriva la denominación de alta fermentación (Chamorro, 2012).
- **Levaduras de fermentación baja (Lager):** Suelen fermentarse a temperaturas que van de los 7-13°C, estos también forman células nuevas por bipartición, pero completamente sueltas, sin formar racimos, por lo que no encuentran resistencia a las burbujas de dióxido de carbono, por lo que no aumentan empujadas hacia arriba, sino que precipitan al fondo del recipiente de fermentación bajo o en de profundidad, este tipo de fermentación requiere temperaturas bajas, de casi cero grados centígrados, durante todo el año. Esto significaba que en el pasado esta variedad solo se podía producir en invierno, y hoy, gracias al compresor de refrigeración, podemos elaborar cerveza por el sistema de baja fermentación (Vogel, 1999).

2.2.2.4. Lúpulo

Sin él sus sabores y aromas no serían los mismos. Es un ingrediente de mucha importancia y esencial que se emplea en la elaboración de cervecera por el poder de amargor que tiene, es una planta trepadora de la cual se utilizan las flores 20 femeninas que ofrecen el toque de amargor

y parte del aroma y sabor a la misma, es originaria de zonas templadas del hemisferio norte (Pinto, 2021).

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 (Pinto, 2021).

2.2.2.4.1 Composición Química del Lúpulo

A continuación se muestran los respectivos componentes del lúpulo en la tabla 3.

Tabla 3. Composición química del lúpulo

Componente	Porcentaje %
Materias nitrogenadas	17.5
Materias no nitrogenadas	27.5
Celulosa bruta	13.3
Aceites esenciales	0.1
Taninos	3.0
Extracto al éter (resinas)	18.3
Agua	10.5
Cenizas	7.5

Fuente: (LITUMA, 2019)

Elaborado por: Autor

2.2.2.4.2 Variedades de Lúpulo

El lúpulo tiene diversas variedades que se muestran en la siguiente clasificación:

- **Cascade:** se considera de origen argentino, aproximadamente su nivel de alpha ácidos oscila entre 4,5- 7 %, proporcionando características florales, cítricas y especias por lo que se utiliza para dar un buen sabor con un amargor medio y buen aporte de aroma (LITUMA, 2019).

- **Nugget:** su origen se lo relaciona a USA y Argentina, se considera extra amargo ya que oscila entre los 11-14,5% de Alpha ácidos, por lo que como resultado proporciona un sabor y aroma herbáceo pronunciado (LITUMA, 2019).
- **Fuggle:** su origen es Inglés, contiene entre 4-5% de Alpha ácidos con un sabor robusto, no muy picante, poco aromático (LITUMA, 2019).
- **Hallertauer:** su origen es alemán, pero también se produce en USA, sus Alpha ácidos oscilan entre 2-5,5% por lo que otorgan un sabor suave y algo floral, especiado y con buen aroma (LITUMA, 2019).

2.2.3. Desarrollo del sabor de la cerveza

Generalmente se considera que el desarrollo del sabor es la consecuencia más importante de guárdalo y termina una cerveza. Esta etapa se ha vuelto cada vez más importante. Cómo ha aumentado la tendencia a producir cervezas más ligeras, en el que los umbrales de detección de compuestos no deseados son más bajos. Sin embargo, en cervezas más fuertes la presencia de altas concentraciones de otros compuestos de sabor (típicos del estilo) logra enmascarar algunos aromas y sabores no deseable (Gigliarelli, 2016).

2.2.4. Sustitución de Ingredientes

Son ingredientes que se pueden utilizar de la misma forma, controlado desde el punto de vista sanitario, como su valor nutricional, vitaminas y minerales, esto significara cambios en las características sensoriales. La vida útil también se verá afectada, ya que la materia prima en sustitución forma una parte importante en la estabilidad del producto (Coello, 2010).

2.2.5. Deshidratación

La deshidratación es una técnica generalizada, versátil ya que se refiere a un proceso basado en la transferencia de calor y movimiento de aire en un sistema cerrado, donde hay una remoción de humedad de un material con el objetivo de reducir la actividad microbiana y deterioro del producto (Hayta, 2002).

2.2.6. Antecedentes Deshidratación

La deshidratación o secado es una de las técnicas más utilizadas para la conservación de los alimentos a lo largo de la historia. En la antigüedad, los alimentos como frutas, granos, verduras, carnes y pescados se secaban al sol por ensayo y error, con el fin de tener alimento en épocas de escasez (Ohaco, 2015).

2.2.7. Tipos de Deshidratación

Se clasifica en dos tipos muy importantes que son los siguientes:

- Deshidratado: incluye la eliminación de agua mediante el tratamiento del producto con calor artificial, como aire previamente calentado, superficies calientes (Ohaco, 2015).
- Secado o desecación: incluye la eliminación del agua mediante el tratamiento del producto en condiciones ambientales como sol, viento (Ohaco, 2015).

2.2.8. Ventajas y Desventajas

Todo método de conservación posee ventajas y desventajas que se presentan a continuación:

Tabla 4. Ventajas y Desventajas de la deshidratación

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">• Vida útil muy larga• Reducción de peso y volumen• No requiere instalaciones especiales para el almacenamiento.• Mantiene las propiedades nutricionales de los alimentos.	<ul style="list-style-type: none">• Alto costo de equipo para grandes producciones• Equipos específicos para cada producto y proceso• Baja calidad en contenido de textura, aroma.

Fuente: (Ohaco, 2015)

Elaborado por: Autor

2.2.9. Características Sensoriales de la cerveza

La calidad de la cerveza se evalúa por su perfil sensorial. El análisis sensorial es un examen de los atributos de la cerveza a través de los sentidos (vista, olfato, gusto) obteniendo datos cuantificables y objetivos. Las características organolépticas son variables y definen el estilo general de la cerveza y las tendencias de consumo (Guerberoff, 2020).

Los atributos sensoriales de la cerveza se pueden dividir en aquellos relacionados con el aspecto, incluido el color, la claridad, el burbujeo y la espuma. Cada uno de estos aspectos varía según el estilo de cerveza (Guerberoff, 2020).

2.2.10. Estado del Arte

Al final de los marcos teóricos, a continuación, se citan algunos trabajos similares a que pueden ser referenciados en esta investigación.

2.2.10.1. Elaboración, caracterización y aceptabilidad de cerveza artesanal, utilizando la coca (*Erythoxylum coca*) como sustituto del lúpulo.

Se ha determinado la composición bromatológica, aporte energético y nivel de aceptabilidad de la cerveza artesanal de “coca” (*Erythoxylum coca*), la coca proviene del distrito de San Juan del Oro-Puno y se utilizó como sustituto del lúpulo. La metodología de elaboración se desarrolló en la Planta Piloto de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de Universidad Nacional del Altiplano-Puno-Perú (UNA-P), durante el periodo Junio - Setiembre del 2017. La extracción hidrofílica (infusión) de la hoja de coca fue a razón de 10 g/Litro de mosto. El aporte energético se determinó mediante el análisis bromatológico realizado y certificado por el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Química de la UNA-P. De los resultados obtenidos en comparación con cervezas comerciales (tipo lager), se destaca el incremento del 205,56 y 175 % del valor proteico a favor de la cerveza artesanal de “coca” y la presencia de 58,57 % de mayor contenido de aminoácidos (Tirosina, Triptófano y Cisteína). Las variables óptimas del proceso de elaboración son: 9,56 g de coca/Litro de cerveza, 8,91 °Brix de concentración de azúcares y tiempo de fermentación de 5 días, a condiciones de

la zona (3 820 msnm). La cinética de la conservación se estableció en periodos de doce semanas de control, la conservación de la aceptabilidad fue hasta la semana 6 después de elaborado el producto. Finalmente, el nivel porcentual de aceptación mediante la aplicación de la escala hedónica de 9 puntos, fue del 78 % para “Me gusta ligeramente” de valor 6, “Me gusta bastante” (7), “Me gusta mucho” (8) y “Me gusta extremadamente” (9), mientras las opciones “Me disgusta bastante” (3) y “Me disgusta ligeramente” (4) solo representan el 8 %, quedando un 12 % para la opción “Ni me gusta” (5), “Ni me disgusta”, para un total de 50 panelistas. En conclusión, sí es posible elaborar cerveza artesanal utilizando la hoja de coca (*Erythoxylum coca*) como sustituto del lúpulo (Ramos Quispe & Caira Caira, 2017).

2.2.10.2. Evaluación fisicoquímica y sensorial de cerveza artesanal tipo Ale con almidón de papa como adjunto y especias.

El propósito de esta investigación fue evaluar los parámetros fisicoquímicos y sensoriales de la cerveza artesanal tipo ale con almidón de papa (*Solanum tuberosum* L.) como adjunto y especias, innovando en la incorporación de materias primas poco convencionales. Se determinó el comportamiento de dos factores: A. Mezcla de 80% malta de cebada con 20% almidón de papa (200 y 300 g/L) y B. Combinación de especias: 40% lúpulo, 10% tomillo, 48% romero y 2% ajeno (1, 2 y 3 g/L), que originaron seis tratamientos; conjuntamente, se incluyó un testigo (100% malta de cebada y lúpulo). Se analizaron las variables fisicoquímicas (pH, acidez total, densidad y grado de alcohol) aplicando un ANOVA AxB (2x3) con tres repeticiones y el contraste con Dunnet. Las características organolépticas (color, olor, sabor, cuerpo y amargor), se evaluaron con un panel de jueces semientrenados y se trataron por medio de la prueba de Friedman. Todos los tratamientos de la cerveza artesanal alcanzaron el rango permisible por INEN 2262 para la variable pH, siendo el T1 (200 g/L de la mezcla malta de cebada con almidón de papa + 1 g/L de combinación de especias) quien además cumplió el porcentaje de acidez y grado de alcohol establecido en la norma. En el análisis sensorial los jueces no lograron determinar diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos y el testigo. El factor A incidió sobre el pH y grado de alcohol, mientras que el factor B sobre todas las variables fisicoquímicas (Cedeño Briones & Mendoza Alonzo, 2016).

2.2.10.3.Elaboración de cerveza Amber ale de alta fermentación saborizada y aromatizada con frutas y plantas aromáticas ecuatorianas

La experimentación se llevó a cabo en tres etapas: 1) Se prepararon 18 tipos de mostos, variando las condiciones de tostado y concentraciones de malta; y mediante el análisis colorimétrico se eligió el que visualmente era compatible con una cerveza de estilo Ámbar Ale. 2) Se obtuvo un mosto con las condiciones seleccionadas en la parte inicial y se procedió a fermentar variando el tiempo entre ocho y diez días, además se utilizó tres cepas de levaduras distintas (A, B y C), seleccionando de entre las muestras la de mejores características según las calificaciones obtenidas mediante el análisis sensorial. 3) Para la adición de frutas y plantas aromáticas a la cerveza, se realizó un diseño de mezclas utilizando un software comercial estadístico, obteniéndose varias formulaciones con porcentajes de frutas (maracuyá, uvilla, naranjilla) y plantas aromáticas (cedrón y hierba luisa). Las frutas y plantas aromáticas se adicionaron en el proceso de cocción y de maduración a una concentración de 0,056 kg/l. Se realizaron pruebas fisicoquímicas y microbiológicas a los productos y un análisis sensorial; seleccionando la que dio mejores propiedades organolépticas.

El producto final con mejores propiedades fisicoquímicas y organolépticas incluye las características de procesamiento: en la maceración un porcentaje de 20% de malta tostada a 140°C por un tiempo de 45 minutos y 80% de malta base por cada litro de agua, en la fermentación la levadura “C” por un tiempo de 10 días finalmente en la cocción y maduración un porcentaje de fruta de 90% de naranjilla, 5% de cedrón y 5% de hierba luisa. El porcentaje de alcohol de la bebida corresponde a 9,13%, y contenido de microorganismos por debajo de los niveles requeridos por la norma NTE INEN 2262, siendo la cerveza apta para ser consumida (Galarza Vera & Solís García, 2018).

2.2.10.4.Elaboración de cerveza artesanal con sustitución de lúpulo con plantas endémicas del Ecuador

Para la elaboración de una cerveza artesanal son necesarios ingredientes básicos como el agua, la malta, el lúpulo y la levadura. Sin embargo, el lúpulo es uno de los ingredientes que necesita ser introducido al país mediante importación, incrementando de esta manera los costos de producción de cerveza artesanal. De acuerdo con este dato se consideró para el estudio la posibilidad de sustituir el 100% de lúpulo por plantas endémicas del Ecuador. Las plantas fueron sometidas a un análisis sensorial descriptivo conociendo de esta manera sus características organolépticas y su capacidad de extracción a través de tratamientos térmicos. Obteniendo como resultado dos plantas idóneas para la sustitución; siendo estas la Chuquiragua (*Chuquiragua Jussieui*) que fue capaz de aportar un amargor agradable y de similar intensidad con el lúpulo, otra de las plantas seleccionadas fue el Ishpingo (*Ocotea Quixos*), que fue considerada únicamente por su aporte de aromas dulces. Las características físico químicas analizadas durante los diferentes procesos, no evidenciaron alteraciones significativas. Obtenido una cerveza con aromas dulces, herbales, de amargor suave sin astringencia (Rivera Jara , Naula Cepeda, & Guadalupe Moyano , 2019).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La albahaca usada para la sustitución del lúpulo se la adquirió en mi comisariato perteneciente a la corporación EL ROSADO ubicado en el cantón Quevedo.

La presente investigación se llevó a cabo en los talleres de Operaciones Unitarias y Agroalimentarias, laboratorios de Bromatología del campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el km 7 vía Quevedo – El Empalme, Cantón Mocache, Los Rios, Ecuador.

Tabla 5. Condiciones meteorológicas del cantón Quevedo

Datos Meteorológicos	Valor promedio
Altura	74 m.s.n.m
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	84
Precipitación (mm anual)	2178
Clima	Tropical semi húmedo

Fuente: (Iniap, 2013)

Elaborado por: Autor

3.2. Tipo de Investigación.

Para el desarrollo del proyecto de investigación ; dado que hoy en día el conocimiento sobre la sustitución del lúpulo por la albahaca es muy poco conocido se aplicó los siguientes tipos de investigación:

3.2.1. Investigación Experimental.

Mediante la aplicación de este tipo de investigación se logró aplicar un arreglo factorial A*B*C para establecer el efecto que produce la albahaca (*Ocimum basilicum*) como sustituto del lúpulo, en combinación con su temperatura de deshidratación y diferentes temperaturas de fermentación para obtener una bebida alcohólica fermentada con características sensoriales aceptables.

3.2.2. Investigación Analítica.

Se trató de la interpretación de los datos obtenidos en cada uno de los respectivos análisis en las características físico-químicas, organolépticas e identificación del efecto de la albahaca en sustitución del lúpulo en la cerveza artesanal.

3.2.3. Investigación Exploratoria.

Se aplicó este tipo de investigación debido a la falta de información, por lo que se pretende en sus resultados obtener una visión cercana de dicho objetivo, que se basó en el diagnóstico para establecer un sustituto a la materia prima estándar (lúpulo).

3.3. Métodos de Investigación.

3.3.1. Método Deductivo – Inductivo.

Se utilizó un diseño experimental el cual permitió analizar los factores de estudio para la elaboración de cerveza artesanal, así como evaluar las hipótesis y determinar las conclusiones de los objetivos de la investigación.

3.3.2. Método Analítico.

Este método se utilizó para determinar el mejor tratamiento en cuanto a las características físicas químicas de la bebida alcohólica fermentada.

3.3.3. Método Estadístico.

Los datos obtenidos en la investigación fueron tabulados, ordenados e interpretados con ayuda de un software, lo que permitió obtener los resultados esperados.

3.4.Fuentes de recopilación de la información.

Los datos de la presente investigación fueron recolectados de fuentes secundarias tales como: artículos científicos, libros, tesis, fichas técnicas y normas (INEN, CODEX STAN), con el objetivo de garantizar dicha investigación con datos bibliográficos.

3.5.Diseño de la Investigación

Para la realización del proyecto de investigación, el experimento se desarrolló bajo un diseño AxBxC. Para diferenciar estadística de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos de Tukey y Duncan al 5%. Con el uso respectivo de software estadístico (Infostat).

3.5.1 Manejo específico del experimento.

3.5.1.1 características de experimento de elaboración de la cerveza artesanal

- Número de tratamientos: 12
- Número de testigos: 1
- Número de repeticiones: 3
- Unidades experimentales: 36

3.5.2 Factores de estudio.

En la tabla 6 se plantean los factores que intervienen en la investigación.

Tabla 6. Factores que intervienen en la elaboración de la cerveza artesanal

Factores	Simbología	Descripción
A: Cantidad de albahaca	a ₀	0.8 gr/L
	a ₁	1.0 gr/L
	a ₂	1.2 gr/L
B: Temperatura de Deshidratación	b ₀	26 °C x12h
	b ₁	35 °C x 12h
C: Temperatura de fermentación	c ₀	26 °C (T _{amb})
	c ₁	19 °C (T _{con})

Elaborado por: Autor

3.5.3 Análisis estadístico.

El análisis estadístico de los datos a obtener se realizó mediante el análisis de varianza (ADEVA), siendo una técnica para analizar la variación de datos, En la siguiente tabla se detalla el análisis de varianza que se ha planteado para la investigación.

Tabla 7. Esquema de Análisis de Varianza.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad		Cuadrados medios	Razón de varianza
Factor A	SCA	(a-1)	2	CMA	CMA/CME
Factor B	SCB	(b-1)	1	CMB	CMB/CME
Factor C	SCC	(c-1)	1	CMC	CMC/CME
Efecto (AB)	SC(AB)	(a-1)(b-1)	2	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)	1	CM(BC)	CM(BC)/CME
Efecto (ABC)	SC(ABC)	(a-1)(b-1)(c-1)	2	CM(ABC)	CM(ABC)/CME
testigo			1		
Replicaciones	SCR	(r-1)	2	CMR	SCR/ CME
Residuo o error	SCE	(abc-1)(r-1)	21	CME	
Total	SCT	(abcr-1)	35		

Elaborado por: Autor

3.5.4 Mediciones experimentales.

En la siguiente tabla se muestran las variables a estudiar

Tabla 8. Análisis que se realizarón en la investigación.

Análisis Físico-químico	Análisis Sensoriales por Fases
pH	Visual
Acidez total	Olfativa
Densidad	Gusto
Grados alcohólicos	Aceptabilidad

Elaborado por: Autor

3.6 Instrumentos de investigación

3.6.1 Análisis Físico-químico y sensorial de la cerveza artesanal

3.6.1.1 pH.

Se determinó el pH, siguiendo los pasos estipulados por la Norma NTE INEN 2325.

1. Se preparó la muestra, eliminando el CO₂ presente en la misma.
2. Se lavó el electrodo de pH-metro con agua destilada.
3. Se colocó 10 ml de muestra de cerveza desgasificada en un vaso de precipitación.
4. Se sumergió en el electrodo en la muestra durante unos segundos cuidando que estos no toquen las paredes del recipiente.
5. Se tomó lectura de los datos obtenidos.

3.6.1.2 Acidez total.

Se tomó en cuenta pasos a seguir de la Norma NTE INEN 2323 para determinar la acidez de la cerveza

1. Se preparó la muestra, eliminando el CO₂ presente en la misma.

2. Con la ayuda de una probeta se midió 50 ml de muestra.
3. Se colocó en un matraz Erlenmeyer.
4. Se procedió a titular con hidróxido de sodio al 0.1 N, se debe de agitar constantemente y con la ayuda de pH-metro llevar a un pH 8.2.
5. Se deriva a realizar los cálculos aplicando la siguiente ecuación

$$\mathbf{Acidez} = \frac{[V_{NaOH} * N_{NaOH}]}{10} * \frac{100}{[(V_{cerveza} * G_{s_{cerveza}})]} \quad (\text{Ec. 1})$$

Dónde:

V_{NaOH}: volumen en mL consumido de solución.

N_{NaOH}: normalidad de la solución (0.1).

Fac: factor expresado en gramos del ácido predominante del producto.

V_{cerveza}: volumen de la muestra (ml).

G_s: Gravedad específica de la cerveza (1.040).

3.6.1.3 Densidad.

Se estipuló por la Norma NTE INEN 349 los pasos a seguir para determinar la densidad son:

1. Se preparó la muestra, eliminando el CO₂ presente en la misma.
2. Se pesó el picnómetro limpio y seco (m₁).
3. Se adicionó agua destilada al picnómetro y se registró su peso (m₂).
4. Se llenó el picnómetro con la muestra a medir, evitando la formación de burbujas.
5. Se pesó el picnómetro con la muestra (m₃).
6. Se determinó la densidad mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{\rho} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \quad (\text{Ec. 2})$$

Siendo:

m_1 = masa de picnómetro vacío.

m_2 = masa de picnómetro con agua destilada.

m_3 = masa del picnómetro con la muestra.

3.6.2 Grados Alcohólicos.

Se aplicó la Norma NTE INEN 2322, para obtener los grados alcohólicos se procede con los siguientes pasos:

1. Se preparó la muestra, eliminando el CO₂ presente en la misma.
2. En una probeta se agregó 250 ml de muestra.
3. Se introdujo el alcoholímetro dejando que este flote en el centro sin tocar las paredes de la probeta.
4. Se tomó los grados obtenidos.

3.6.3 Perfil sensorial de la bebida alcohólica

Se evaluaron 4 perfiles sensoriales del producto, reuniendo las características especiales para poder determinar el mejor tratamiento, a través de su aceptabilidad.

Tabla 9. Perfiles sensoriales para la catación de la cerveza artesanal

Visual	Olfativa	Sabor	Aceptabilidad
Color	Aroma a malta	Gusto a malta	Muy bueno
Transparencia	Aroma a albahaca	Gusto a albahaca	Bueno
Vivacidad	Aroma a levadura	Gusto a levadura	Regular
Consistencia en espuma	Aroma a alcohol	Gusto a alcohol	Malo
Persistencia de espuma		Gusto dulce	
Color de espuma		Gusto ácido	
		Amargor	

Elaborado por: Autor

3.7 Tratamientos de los datos.

En la siguiente tabla se muestran las interacciones de los factores A, B y C, facilitando de esta manera los diferentes tratamientos con los niveles A = 3, B = 2, C = 2 y R = 3 dando como resultado un total de 36 tratamientos.

Tabla 10. Combinación de los tratamientos propuestos para la obtención de la cerveza artesanal

Nº	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
		cantidad / fermentación 1 / fermentación 2
1	a ₀ b ₀ c ₀	0.8 gramos + Ambiente 26 °C + 26 °C (T _{amb})
2	a ₀ b ₀ c ₁	0.8 gramos + Ambiente 26 °C + 19 °C (T _{con})
3	a ₀ b ₁ c ₀	0.8 gramos + Estufa 35 °C + 26 °C (T _{amb})
4	a ₀ b ₁ c ₁	0.8gramos + Estufa 35 °C + 19 °C (T _{con})
5	a ₁ b ₀ c ₀	1.0 gramos + Ambiente 26 °C + 26 °C (T _{amb})
6	a ₁ b ₀ c ₁	1.0 gramos + Ambiente 26 °C + 19 °C (T _{con})
7	a ₁ b ₁ c ₀	1.0 gramos + Estufa 35 °C + 26 °C (T _{amb})
8	a ₁ b ₁ c ₁	1.0 gramos + Estufa 35 °C + 19 °C (T _{con})
9	a ₂ b ₀ c ₀	1.2 gramos + Ambiente 26 °C + 26 °C (T _{amb})
10	a ₂ b ₀ c ₁	1.2gramos + Ambiente 26 °C + 19 °C (T _{con})
11	a ₂ b ₁ c ₀	1.2 gramos + Estufa 35 °C + 26 °C (T _{amb})
12	a ₂ b ₁ c ₁	1.2 gramos + Estufa 35 °C + 19 °C (T _{con})
13	Testigo	100% malta de cebada

Elaborado por: Autor

3.8 Recursos materiales y humanos.

3.8.1 Recursos humanos.

- Ing. Alderete Rendón MSc. – Director de la unidad de integración curricular.
- Ing. Lourdes Roció Mackliff – Encargada del laboratorio de bromatología.
- Abel Leonardo Valencia Borja – Autor de la unidad de integración curricular.

3.8.2 Materia prima

- Albahaca.
- Levadura comercial (Leva pan).
- Cebada.

3.8.3 Insumos

- Azúcar.
- Agua.

3.8.4 Materiales para elaboración de cerveza

- Botellas de plástico de 4 litros.
- Botellas de vidrio color ámbar de 338 ml.
- Baldes plásticos de 6 litros.
- Jarra medidora.
- Estufa.
- Manguera.

3.8.5 Equipos

- Balanza Digital.
- Olla de Hervor.
- Deposito Agua Caliente.
- Fermentador / Madurador.
- Tablero de Control General.
- Bombas de Agua.
- Bombas de Circulación de Línea de Cerveza.
- Refractómetro digital.
- Termómetro de vidrio.
- Potenciómetro.

3.8.6 Reactivos

- Solución de hidróxido de sodio al 0.1 N.
- Fenolftaleína.

3.8.7 Materiales de laboratorio

- Vaso de precipitación de 50 ml.
- Bureta graduada de 25 ml.
- Pipeta 10 ml.
- Picnómetro de 10 ml.
- Soporte universal.

- Matraz Erlenmeyer 250 ml.
- Probeta 200 ml.

3.8.8 Materiales de oficina

- Hojas A4.
- Libretas de apuntes.
- Lapiceros.
- Lápices.
- Laptop.
- Cámara fotográfica o celular.
- Pendrive.

3.9 Descripción del proceso de deshidratación de la albahaca y elaboración de la cerveza artesanal.

3.9.1 Recepción de materia prima para deshidratar la albahaca

Se verifica que la materia prima en este caso la albahaca que están en condiciones óptimas para ingresar al proceso.

3.9.2 Selección

Se seleccionan las hojas, separándolos de las dañadas y de los tallos, esta acción se realizó para que no interfieran o contaminen en el proceso de deshidratación.

3.9.3 Lavado

El lavado es para eliminar todas las impurezas, como la suciedad que pueda tener la albahaca.

3.9.4 Deshidratación

Para este proceso se utilizó dos temperaturas para respectivo secado

- 26°C temperatura ambiente
- 35°C temperatura de la estufa

3.9.5 Triturado

Una vez el tiempo establecido para que se sequen las hojas de la albahaca se procedió a triturarlas.

3.9.6 Recepción de materia prima para cerveza

Se verificó que la materia prima en este caso la cebada y la levadura comercial esten en condiciones óptimas para ingresar al proceso para la elaboración de cerveza.

3.9.7 Molienda

Se trituró el grano para facilitar la extracción de los azúcares producidos durante el germinado a través de la mezcla con agua a una temperatura de entre 60 a 70 °C.

3.9.8 Macerado

El macerado oscila entre una y dos horas, durante este periodo se determinó la graduación alcohólica de la cerveza dependiendo de la concentración de azúcares del mosto.

3.9.9 Cocción

Se llevó a ebullición el mosto con el objeto de eliminar posibles bacterias que hayan aparecido durante los procesos previos, por otra parte, una vez terminado la cocción se procedió a enfriar el mosto con agua fría a baño maría.

3.9.10 Fermentación 1

En esta fase del proceso es empleado agregar la albahaca haciendo uso de las cantidades establecidas dentro del diseño como sustituto del lúpulo que le brindará a la cerveza el amargor característico y su aroma, adicional se agrega la levadura por encima del mosto se tiene que esperar de 12 a 24 horas aproximadamente para que inicie la fermentación de 4 a 15 días a temperatura de 26 °C ambiente y 19 °C controlada.

3.9.11 Fermentación 2

En este punto las levaduras se dirigen al fondo del envase aún mantienen actividad, pero de una manera más lenta pudiendo consumir los azúcares que no fueron fermentados con anterioridad.

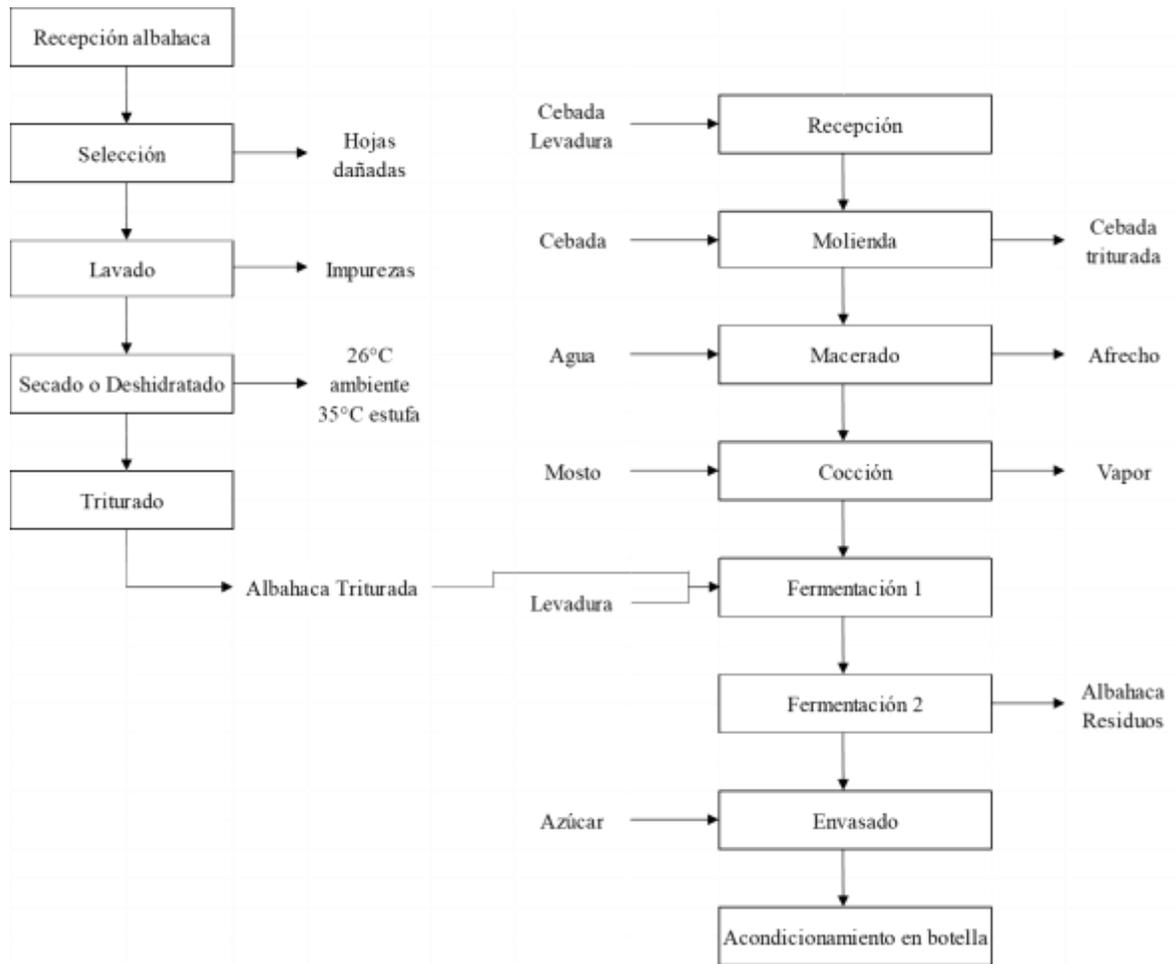
3.9.12 Envasado o embotellado

Para iniciar el embotellado de las cervezas se realizó un procedimiento llamado priming: que consiste básicamente en alimentar a las levaduras presentes en el mosto para generar CO₂. A nivel artesanal se puede emplear azúcar morena o refinada, dependiendo del estilo de cerveza y la concentración de CO₂ disuelto que se desea obtener.

3.9.13 Acondicionado en botella

Este periodo ayudará a la cerveza a acentuar sus características organolépticas debido a que la cerveza irá madurando en la botella.

3.9.14 Diagrama de flujo de la elaboración de la cerveza artesanal



4 CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados.

4.1.1 Análisis de Varianza para las variables de estudio

En la tabla 11 se muestran los datos obtenidos en el análisis de varianza para la variable en estudio de pH.

Tabla 11. Análisis de Varianza para pH

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón - F	Valor - P
Tratamiento	2.96	13	0.23	21.6	<0.0001
Factor A	0.07	2	0.03	3.22	0.0593
Factor B	1.01	1	1.01	96.21	<0.0001
Factor C	0.16	1	0.16	15.44	0.0007
A*B	1.37	2	0.68	64.92	<0.0001
A*C	0.22	2	0.11	10.44	0.0006
B*C	0.02	1	0.02	1.86	0.1863
A*B*C	0.07	2	0.04	3.38	0.0526
Tes vs Rest	5.55	1	5.55	507.26	<0.0001
Replicas	0.03	2	0.02	1.65	0.2151
Error	0.23	22	0.01		
Total	3.19	35			

Elaborado por: Autor

Interpretación: Una vez mostrado los resultados, se determinó que no existe diferencia en el Factor A (Cantidad de albahaca), interacción B*C, interacción A*B*C; ni en réplicas, a diferencia del Factor B (temperatura de deshidratación), Factor C (Temperatura de fermentación), interacción A*B e interacción A*C y testigo vs resto se encontró diferencia altamente significativa.

Tabla 12. Análisis de Varianza para la acidez titulable

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón - F	Valor - P
Tratamiento	0.85	13	0.07	146.2	<0.0001
Factor A	0.35	2	0.18	391.37	<0.0001
Factor B	0.18	1	0.18	408.77	<0.0001
Factor C	0.00072	1	0.00072	1.62	0.2169
A*B	0.27	2	0.13	298.17	<0.0001
A*C	0.01	2	0.0038	8.54	0.0018
B*C	0.0016	1	0.0016	3.64	0.0697
A*B*C	0.04	2	0.02	44.4	<0.0001
Tes vs Rest	0.0039	1	0.0039	9.5	0.0051
Replicas	0.00076	2	0.00038	0.85	0.4421
Error	0.01	22	0.00045		
Total	0.86	35			

Elaborado por: Autor

Interpretación: En la tabla 12 del análisis de varianza de la acidez titulable de la cerveza artesanal, se especifica que no existe diferencia en el Factor C (Temperatura de fermentación), interacción B*C; ni en réplicas, a diferencia del Factor A (Cantidad de albahaca), Factor B (temperatura de deshidratación), interacción A*B, interacción A*C e interacción A*B*C y testigo se encontró diferencia altamente significativa.

Los datos obtenidos del análisis de varianza de la densidad de la cerveza artesanal haciendo uso de la albahaca en sustitución del lúpulo, se describen en la tabla 13.

Tabla 13. Análisis de Varianza para la densidad

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón - F	Valor - P
Tratamiento	0.00059	13	0.000045	2.69	0.0199
Factor A	0.000034	2	0.000017	1.01	0.382
Factor B	0.0000012	1	0.0000012	0.07	0.7939
Factor C	0.00024	1	0.00024	14.44	0.001
A*B	0.000018	2	0.0000088	0.52	0.5998
A*C	0.000068	2	0.000034	2.03	0.1558
B*C	0.0000015	1	0.0000015	0.09	0.7655
A*B*C	0.00019	2	0.000096	5.74	0.0099
Tes vs Rest	0.0032	1	0.0032	209.38	<0.0001
Replicas	0.000029	2	0.000014	0.86	0.4364
Error	0.00037	22	0.000017		
Total	0.00096	35			

Elaborado por: Autor

Interpretación: analizados los datos se determinó que no existe diferencia en el Factor A (Cantidad de albahaca), Factor B (temperatura de deshidratación), interacción A*B, interacción A*C e interacción B*C; ni en réplicas, a diferencia del Factor C (Temperatura de fermentación), interacción A*B*C son diferencia significativa mientras que el testigo se encontró diferencia altamente significativa.

En la tabla 14 se refleja el análisis de varianza de los grados alcohólicos arrojados por el programa estadístico (infostat) de la cerveza artesanal.

Tabla 14. Análisis de Varianza para los grados

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón - F	Valor - P
Tratamiento	7.83	13	0.6	6.04	0.0001
	0.69	2	0.34	3.45	0.0497
	0.01	1	0.01	0.12	0.7363
Factor C	0.33	1	0.33	3.29	0.0832
A*B	0.12	2	0.06	0.61	0.5529
A*C	2.04	2	1.02	10.23	0.0007
B*C	0.07	1	0.07	0.71	0.4099
A*B*C	4.47	2	2.24	22.41	<0.0001
Factor A	41.21	1	41.21	446.74	<0.0001
Factor B	0.1	2	0.05	0.49	0.6201
Error	2.19	22	0.1		
Total	10.02	35			

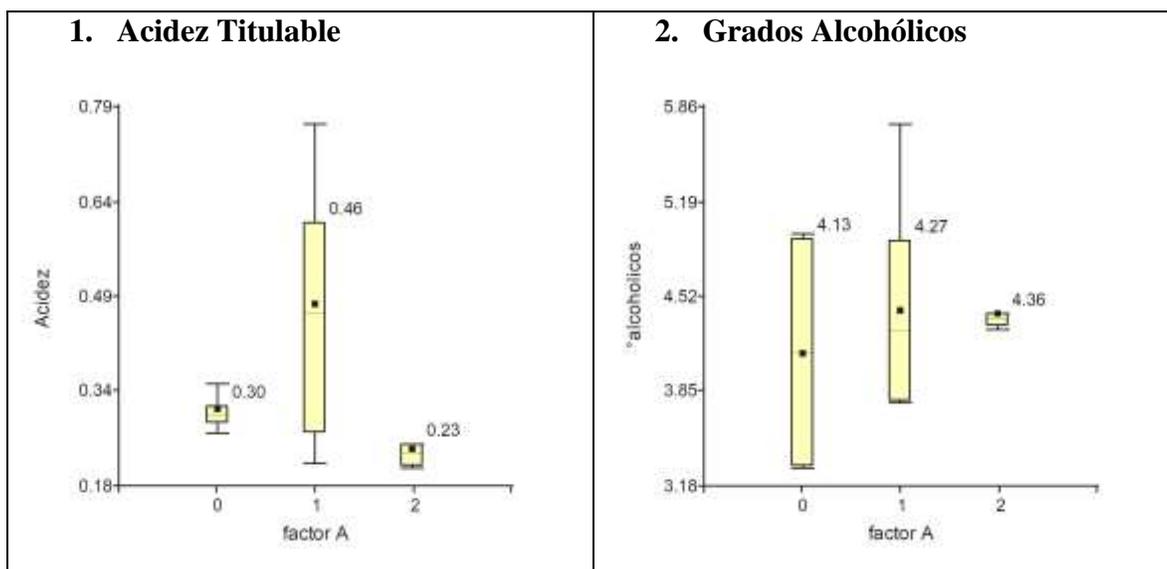
Elaborado por: Autor

Interpretación: Se determinó que no existe diferencia en el Factor B (temperatura de deshidratación), Factor C (Temperatura de fermentación), interacción A*B, e interacción B*C; ni en réplicas, a diferencia del Factor A (Cantidad de albahaca), interacción A*C son diferencia significativa mientras que la interacción A*B*C y testigo se encontró diferencia altamente significativa.

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

Prosiguiendo con los datos obtenidos mediante el programa estadístico en el gráfico 1 y 2 se presentan los resultados de los análisis físico-químicos con respecto al factor A (Cantidad de albahaca).

Gráfico 1. Resultados de la diferencias de las medias de la cantidad de albahaca (0.8 g/L; 1 g/L; 1.2 g/L) mediante las pruebas de significancia (Tukey y Duncan $p < 0.05$) de los análisis físico químicos pertenecientes al factor A.



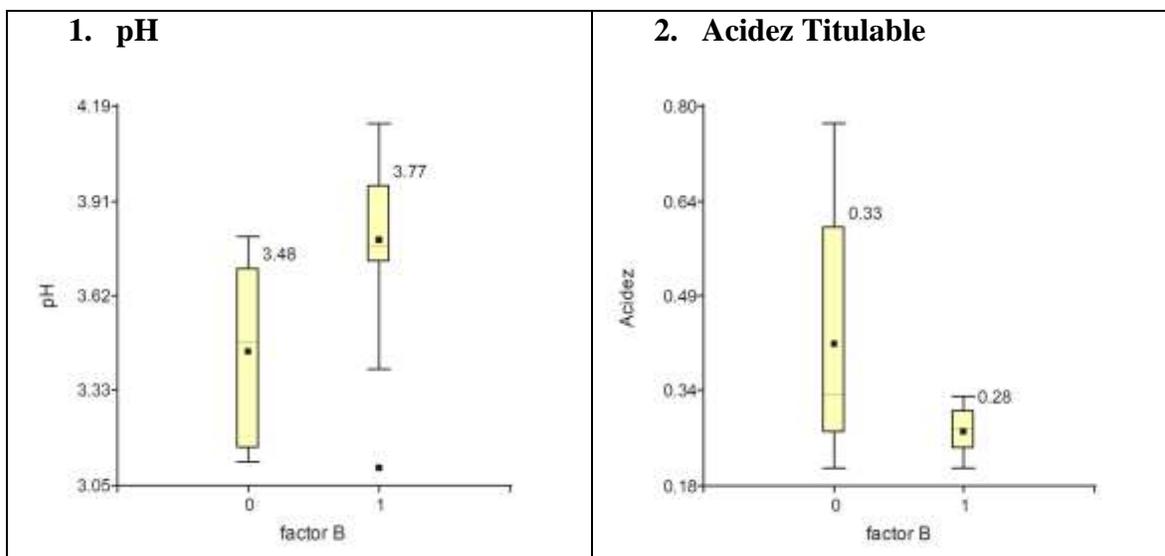
Elaborado por: Autor

Interpretación: En la gráfica que corresponde al acidez titulable indica que existe diferencia significativa, donde refleja que la cantidad de albahaca de 1g/L estufa ($35^{\circ}\text{C} \cdot 12\text{h}$) presenta un valor mayor de (0.46), posterior le sigue la 0.8g/L estufa de cantidad de albahaca con un valor medio de (0.30) y por último tenemos el 1.2g/L estufa de cantidad de albahaca con un valor menor de (0.23), cabe destacar que los resultados del acidez titulable que se asemejan al testigo (0.30) es 0.8g/L de cantidad de albahaca. Con respecto a los grados alcohólicos se obtiene un valor mayor de (4.36) perteneciente a la cantidad de albahaca de 1.2g/L estufa, siguiendo con un valor medio de (4.27) que concierne a la cantidad de albahaca de 1g/L estufa, posterior el

siguiente valor menor (4.13) pertenece a la cantidad de albahaca 0.8g/L estufa y el resultado que se asemeja al testigo (0.45) es el de 0.8g/L estufa cantidad de albahaca.

A continuación, con los datos obtenidos mediante el programa estadístico en el gráfico 1 y 2 se presentan los resultados de los análisis físicoquímicos con respecto al factor B (Temperatura de deshidratación).

Gráfico 2. Resultados de la diferencias de las medias de la temperatura de deshidratación (26°C*12h y 35°C*12h) mediante las pruebas de significancia (Tukey y Duncan $p < 0.05$) de los analisis fisico quimicos pertenecientes al factor B.

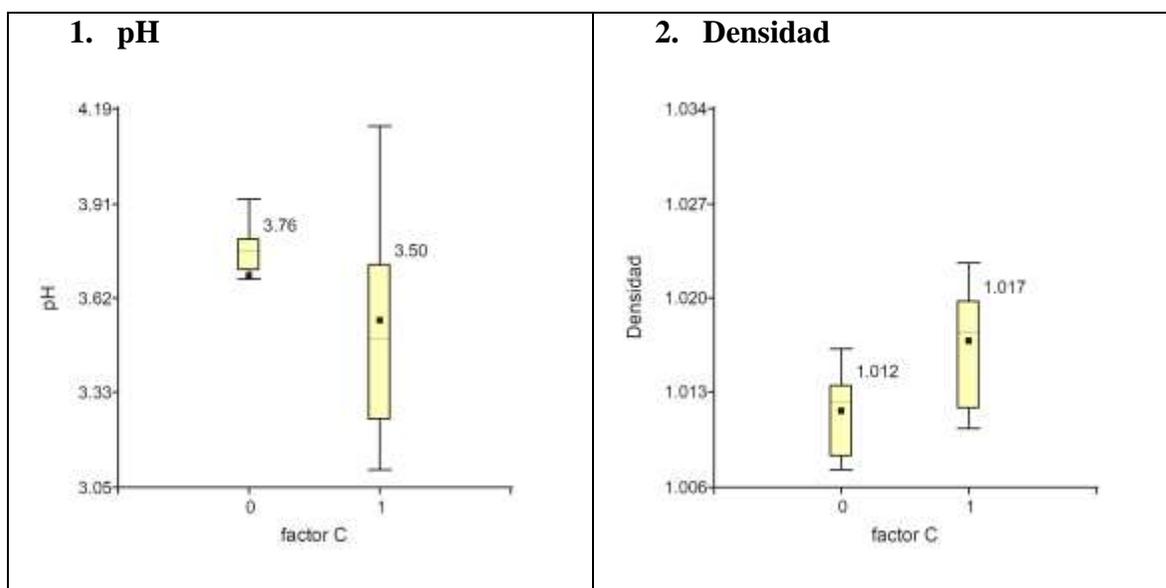


Elaborado por: Autor

Interpretación: En la gráfica que correspondiente al pH indica que existe diferencia significativa donde se obtiene una valor mayor de (3.77) perteneciente a la temperatura de deshidratación 26°C*12h ambiente, siguiendo con un valor menor de (3.48) que concierne a la temperatura de deshidratación de 35°C*12h estufa ambiente y el resultado que se asemeja al testigo (2.20) es la temperatura de deshidratación de 35°C*12h estufa. Con respecto a la acidez titulable, donde refleja que la temperatura de deshidratación de 35°C*12h estufa presenta un valor mayor de (0.33) por ultimo se encuentra la temperatura de deshidratación de 26°C*12h ambiente con un valor menor de (0.28), cabe destacar que los resultados del acidez titulable que se asemejan al testigo (0.30) es de temperatura de deshidratación de 35°C*12h estufa.

Mediante los datos obtenidos a través del programa estadístico en el gráfico 1 y 2 se presentan los resultados de los análisis físico-químicos con respecto al factor C (Temperatura de fermentación).

Gráfico 3. Resultados de la diferencias de las medias de la temperatura de fermentación (26°C T_{amb} y 19°C T_{con}) mediante las pruebas de significancia (Tukey y Duncan $p < 0.05$) de los analisis fisico quimicos pertenecientes al factor C.

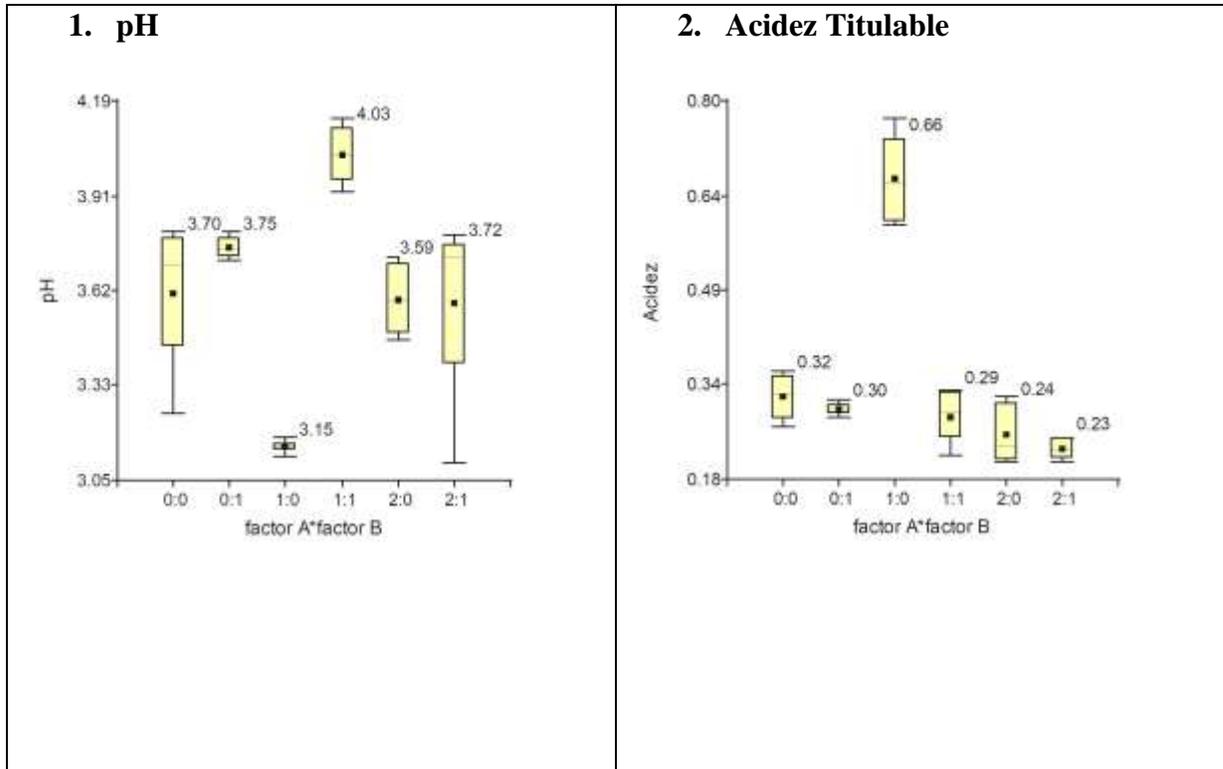


Elaborado por: Autor

Interpretación: En la gráfica que correspondiente al pH indica que existe diferencia significativa donde se obtiene un valor mayor de (3.76) perteneciente a la temperatura de fermentación 26°C T_{amb} , siguiendo con un valor menor de (3.50) que concierne a la temperatura de fermentación de 19°C T_{con} y el resultado que se asemeja al testigo (2.20) es la temperatura de fermentación de 19°C T_{con} . Con respecto a la densidad, donde refleja que la temperatura de fermentación de 19°C T_{con} presenta un valor mayor de (1.017) por ultimo se encuentra la temperatura de fermentación de 26°C T_{amb} con un valor menor de (1.012), cabe destacar que los resultados del densidad que se asemejan al testigo (1.050) es de temperatura de fermentación de 19°C T_{con} .

Mediante los datos obtenidos a través del programa estadístico en el gráfico 1 y 2 se presentan los resultados de los análisis físico-químicos con respecto a interacción A*B (Cantidad de albahaca y Temperatura de deshidratación).

Gráfico 4. Resultados de la diferencias de las medias de la interacción A*B (Cantidad de albahaca y Temperatura de deshidratación) mediante las pruebas de significancia (Tukey y Duncan $p < 0.05$) de los análisis físico químicos de la cerveza artesanal.

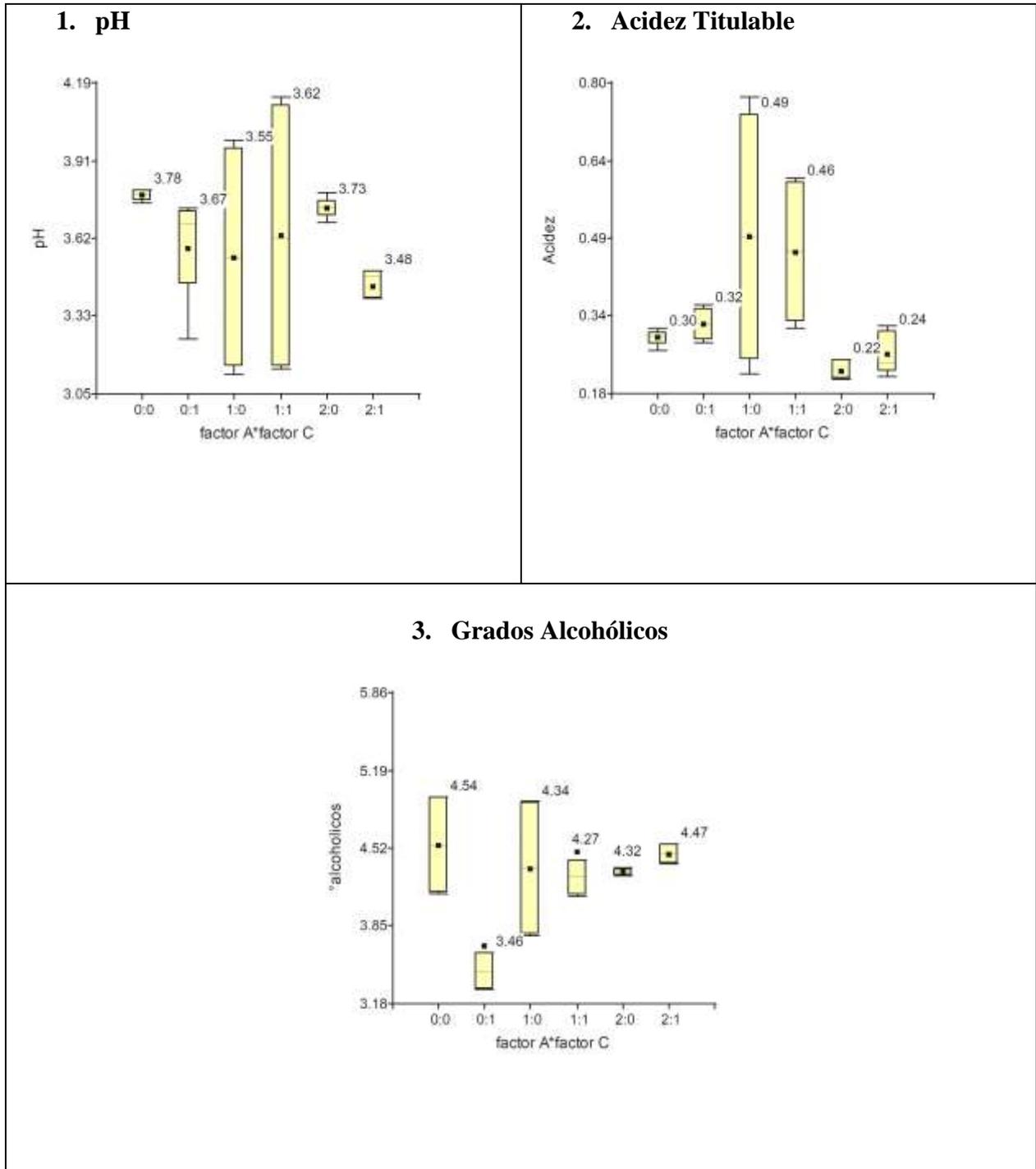


Elaborado por: Autor

Interpretación: En la gráfica se observa que existe diferencia significativa en los análisis de pH y acidez. Los pH de acuerdo a los tratamientos son los siguiente T1 (a_0b_0 3.70), T2 (a_0b_1 3.75), T3 (a_1b_0 3.15), T4 (a_1b_1 4.03), T5 (a_2b_0 3.59) y T6 (a_2b_1 3.70) cabe destacar que los valores obtenidos se asemejen al testigo (2.20), pero el mas cercano es el tratamiento T3 (a_1b_0 3.15). En cuanto a el analisis de acidez se conocen los siguientes valores T1(a_0b_0 0.32), T2(a_0b_1 0.30), T3 (a_1b_0 0.66), T4 (a_1b_1 0.29), T5 (a_2b_0 0.24) y T5 (a_2b_1 0.23), el resultado que se encuentra cerca de los valores del testigo (0.30) en el tratamiento T2 (a_0b_1 0.30).

Mediante los datos obtenidos a través del programa estadístico en el gráfico 1, 2 y 3 se presentan los resultados de los análisis físico-químicos con respecto a interacción A*C (Cantidad de albahaca y Temperatura de fermentación).

Gráfico 5. Resultados de la diferencias de las medias de la interacción A*C (Cantidad de albahaca y Temperatura de fermentación) mediante las pruebas de significancia (Tukey y Duncan $p<0.05$) de los análisis físico químicos de la cerveza artesanal.

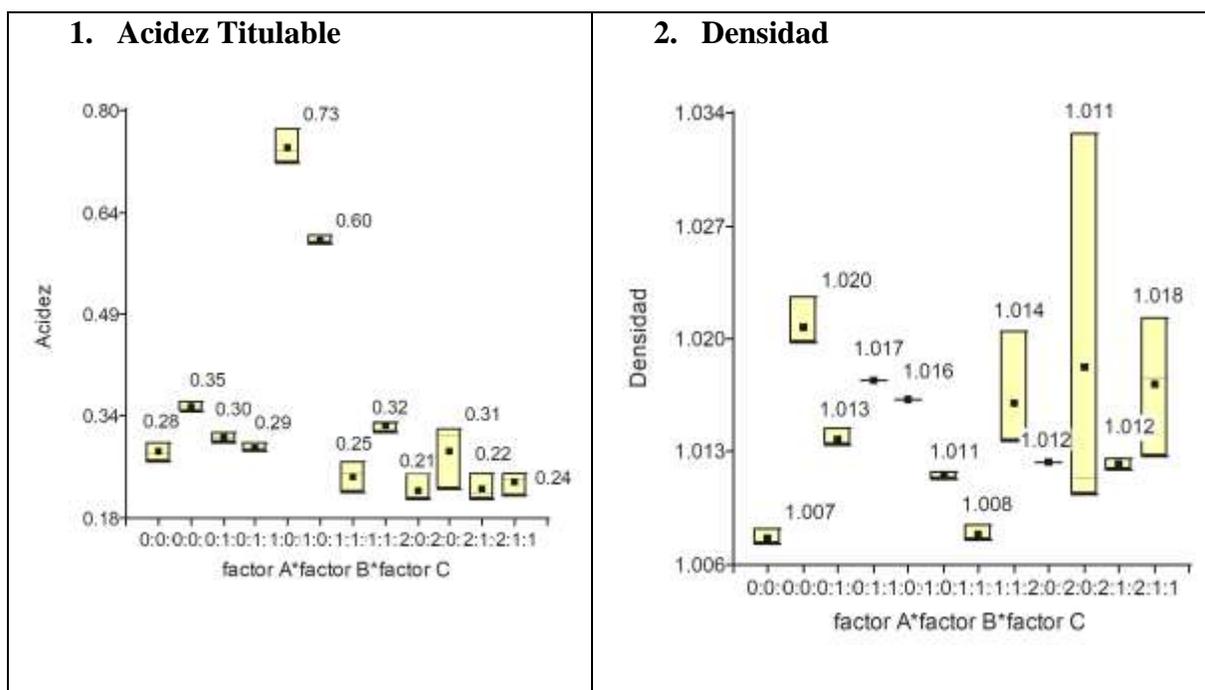


Elaborado por: Autor

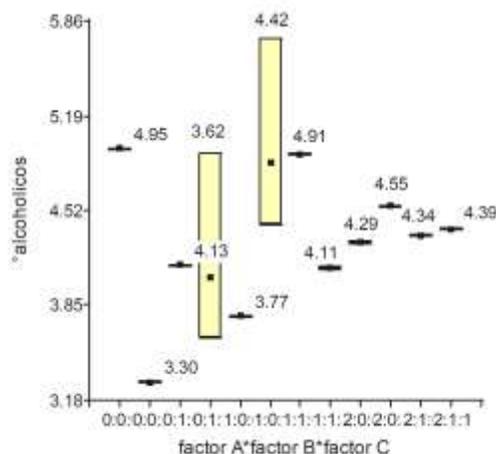
Interpretación: En la gráfica se observa que existe diferencia significativa en los análisis de pH, acidez titulable y grados alcohólicos. Los pH de acuerdo a los tratamientos son los siguientes: T1 (a_0c_0 3.78), T2 (a_0c_1 3.48), T3 (a_1c_0 3.55), T4 (a_1c_1 3.62), T5 (a_2c_0 3.73) y T6 (a_2c_1 3.67). Cabe destacar que los valores obtenidos se asemejan al testigo (2.20) pero el más cercano es el tratamiento T2 (a_0c_1 3.48). En cuanto a el análisis de acidez se conocen los siguientes valores: T1(a_0c_0 0.32), T2(a_0c_1 0.30), T3 (a_1c_0 0.49), T4 (a_1c_1 0.46), T5 (a_2c_0 0.22) y T6 (a_2c_1 0.24), el resultado que se encuentra cerca de los valores del testigo (0.30) es el tratamiento 2 (a_0c_1 0.30). Referente a los grados alcohólicos se conocen los siguientes valores: T1(a_0c_0 4.54), T2(a_0c_1 3.46), T3 (a_1c_0 4.34), T4 (a_1c_1 4.27), T5 (a_2c_0 4.32) y T6 (a_2c_1 4.47), el resultado que se encuentra cerca de los valores del testigo (0.45) en el tratamiento T2(a_0c_1 3.46).

Mediante los datos obtenidos a través del programa estadístico en el gráfico 1, 2 y 3 se presentan los resultados de los análisis físico-químicos con respecto a interacción A*B*C (Cantidad de albahaca, Temperatura de deshidratación y Temperatura de fermentación).

Gráfico 6. Resultados de la diferencias de las medias de la interacción A*B*C (Cantidad de albahaca, Temperatura de deshidratación y Temperatura de fermentación) mediante las pruebas de significancia (Tukey y Duncan $p < 0.05$) de los análisis físico-químicos de la c



3. Grados Alcohólicos



Elaborado por: Autor

Interpretación: En la gráfica se observa que existe diferencia significativa en los análisis de acidez titulable, densidad y grados alcohólicos. El acidez titulable de acuerdo a los tratamientos son los siguientes T1 ($a_0b_0c_0$ 0.28), T2 ($a_0b_0c_1$ 0.35), T3 ($a_0b_1c_0$ 0.29), T4 ($a_0b_1c_1$ 0.30), T5 ($a_1b_0c_0$ 0.73), T6 ($a_1b_0c_1$ 0.60), T7 ($a_1b_1c_0$ 0.25), T8 ($a_1b_1c_1$ 0.32), T9 ($a_2b_0c_0$ 0.21), T10 ($a_2b_0c_1$ 0.31), T11 ($a_2b_1c_0$ 0.22), T12 ($a_2b_1c_1$ 0.24), cabe destacar que los valores obtenidos se asemejen al testigo (0.30) pero el más cercano es el tratamiento T4 ($a_0b_1c_1$ 0.30). En cuanto a la densidad se conocen los siguientes valores T1 ($a_0b_0c_0$ 1.007), T2 ($a_0b_0c_1$ 1.020), T3 ($a_0b_1c_0$ 1.013), T4 ($a_0b_1c_1$ 1.017), T5 ($a_1b_0c_0$ 1.016), T6 ($a_1b_0c_1$ 1.011), T7 ($a_1b_1c_0$ 1.008), T8 ($a_1b_1c_1$ 1.014), T9 ($a_2b_0c_0$ 1.012), T10 ($a_2b_0c_1$ 1.011), T11 ($a_2b_1c_0$ 1.012), T12 ($a_2b_1c_1$ 1.018), el resultado que se encuentra cerca de los valores del testigo (1.050) es el tratamiento T2 ($a_0b_0c_1$ 1.020). Referente a los grados alcohólicos se conocen los siguientes valores T1 ($a_0b_0c_0$ 4.95), T2 ($a_0b_0c_1$ 3.62), T3 ($a_0b_1c_0$ 4.13), T4 ($a_0b_1c_1$ 3.30), T5 ($a_1b_0c_1$ 3.77), T6 ($a_1b_0c_1$ 4.42), T7 ($a_1b_1c_0$ 4.91), T8 ($a_1b_1c_1$ 4.11), T9 ($a_2b_0c_0$ 4.29), T10 ($a_2b_0c_1$ 4.55), T11 ($a_2b_1c_0$ 4.34), T12 ($a_2b_1c_1$ 4.39), el resultado que se encuentra cerca de los valores del testigo (0.45) en el tratamiento T4 ($a_0b_1c_1$ 3.30).

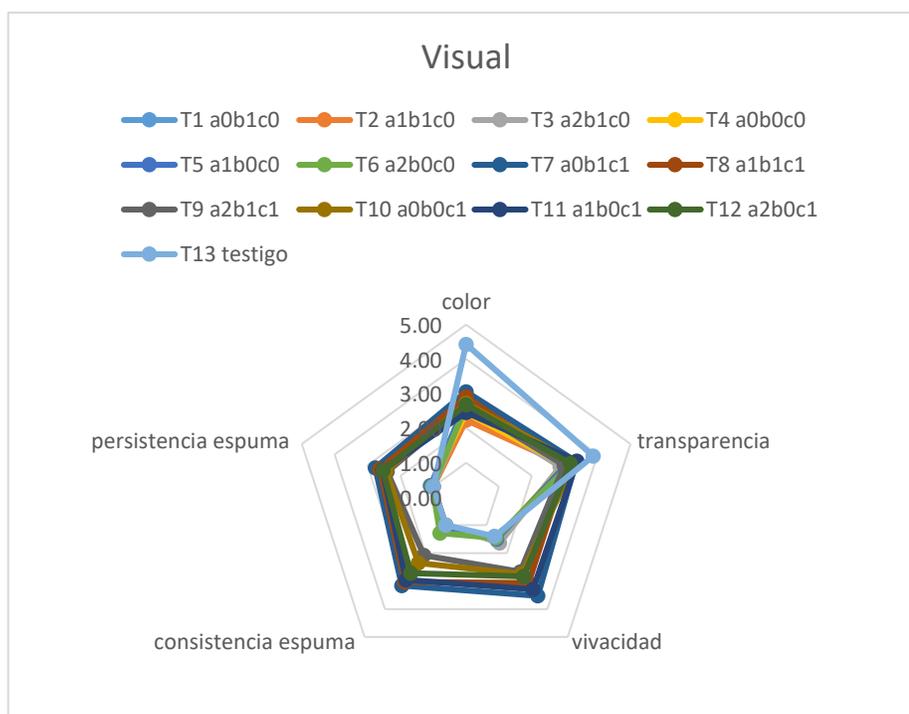
Tabla 15. Resultados de los análisis de los doce tratamientos

	T1 a0b1c0	T2 a1b1c0	T3 a2b1c0	T4 a0b0c0	T5 a1b0c0	T6 a2b0c0	T7 a0b1c1	T8 a1b1c1	T9 a2b1c1	T10 a0b0c1	T11 a1b0c1	T12 a2b0c1	T13 testigo
Densidad inicial	1.045	1.045	1.045	1.045	1.045	1.045	1.045	1.045	1.045	1.045	1.045	1.045	1.045
Densidad final	1.008	1.021	1.014	1.017	1.016	1.033	1.008	1.016	1.012	1.018	1.012	1.017	1.048
Ph	3.78	3.45	3.78	3.72	3.15	3.15	3.95	3.85	3.70	3.49	3.76	3.40	2.20
Acidez titulable	0.28	0.35	0.30	0.29	0.74	0.60	0.24	0.32	0.22	0.28	0.23	0.23	0.30
Grados alcohólicos	4.14	3.30	4.13	4.05	3.77	4.86	4.91	4.11	4.29	4.55	4.34	4.39	0.45

Elaborado por: Autor

4.1.3 Resultado del análisis sensorial de los tratamientos de la cerveza artesanal

Gráfico 7. Resultados del panel de catación correspondiente a la fase Visual

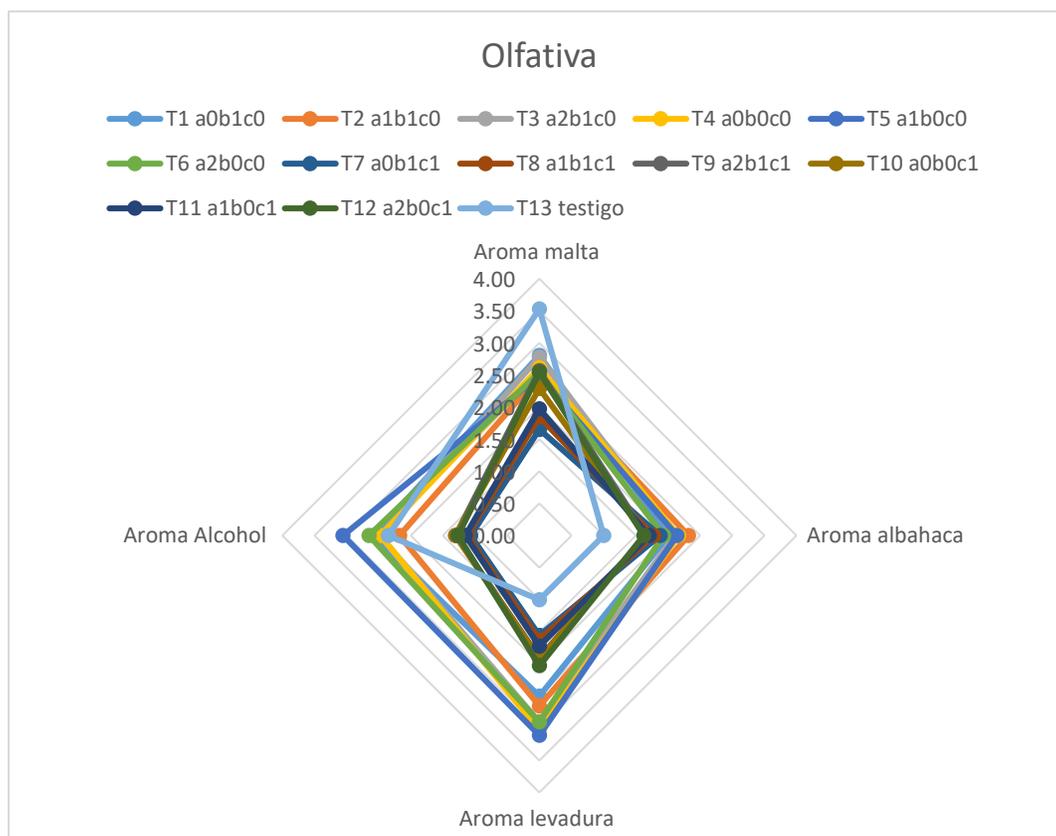


Elaborado por: Autor

Interpretación: Observando el Gráfico 7 podemos destacar que hubo tres tratamientos aceptables, el primero es el T7 a0b1c1(0.8gr/L, estufa, 19°C T_{con}), una media 3.06 color (amarillo), una media de 3.35 en transparencia (trubia), una media 3.53 de vivacidad (abundante gas), una media de 3.17 consistencia de espuma (equilibrada), una media de 2.76 en persistencia de espuma (equilibrada), el segundo es el T8 a1b1c1(1gr/L, estufa, 19°C T_{con}) una media 2.90 en color (amarillo), una media de 3.06 transparencia (trubia), una media de 3.07 vivacidad (equilibrada), una media de 3.03 consistencia de espuma (equilibrada), una media de 2.63 en persistencia de espuma (equilibrada) y el tercero es el T11 a1b0c1(1gr/L, ambiente, 19°C T_{con}) una media 2.46 en color (amarillo), una media de 3.38 transparencia (trubia), una media de 3.30 vivacidad (equilibrada), una media de 2.96 consistencia de espuma (equilibrada), una media de 2.54 persistencia de espuma (equilibrada).

Mientras que en las medias del testigo, considerando que es 100% malta de cebada mostraron los resultados a continuación 4.30 color (ambar), 3.87 transparencia (opaca), 1.40 vivacidad(casi sin gas), 1 consistencia en espuma(ligera) y 1 persistencia espumua (sin espuma).

Gráfico 8. Resultados del panel de catación correspondiente a la fase olfativa

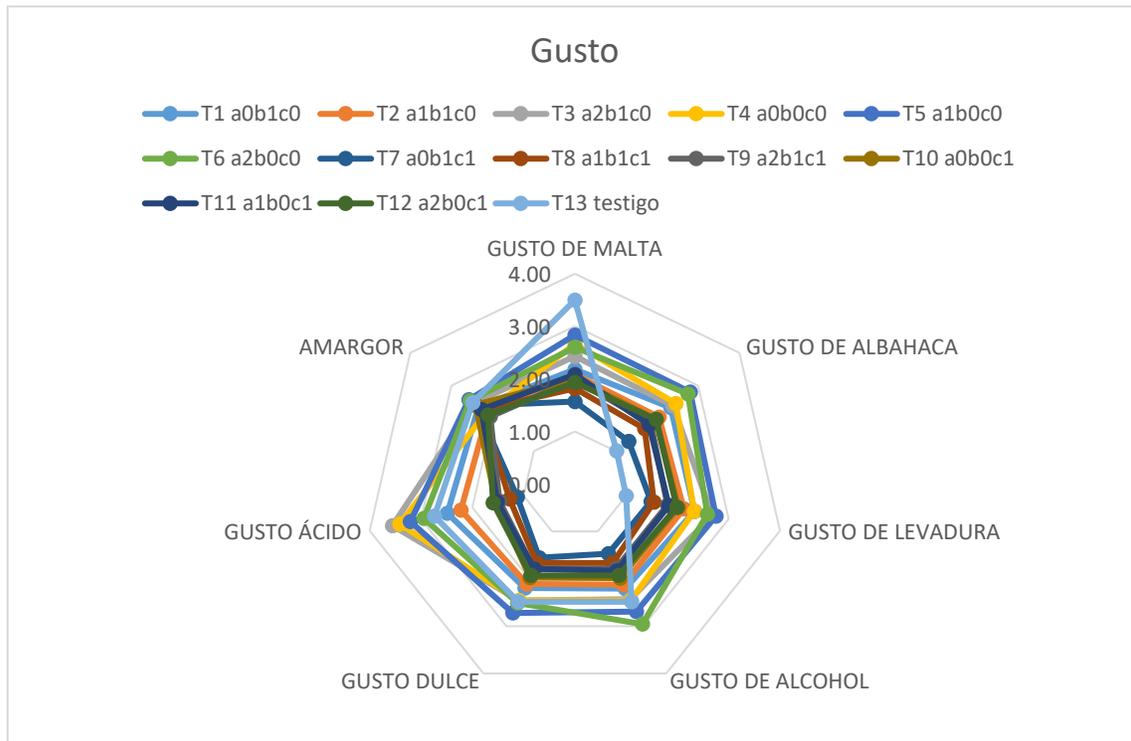


Elaborado por: Autor

Interpretación: Observando el Gráfico 8 podemos destacar que hubo tres tratamientos aceptables, el primero es el T7 a₀b₁c₁(0.8gr/L, estufa, 19°C T_{con}) una media 1.65 aroma a malta (suave), una media de 1.88 en aroma albahaca (suave), nuna media de 1.56 aroma a levadura (suave), una media de 1.07 aroma a alcohol (inapreciable),el segundo es el T8 a₁b₁c₁(1 gr/L, estufa, 19°C T_{con}), una media 1.85 aroma a malta (suave), una media de 1.78 aroma albahaca (suave), una media de 1.63 aroma a levadura (suave), una media de 1.13 aroma a alcohol (inapreciable) y el tercero es el T11 a₁b₀c₁(1gr/L, ambiente, 19°C T_{con}), una media 1.97 aroma a malta (suave), una media de 1.71 aroma albahaca (suave), una media de 1.72 aroma a levadura (suave), una media de 1.15 aroma a alcohol (inapreciable).

Mientras que en las medias del testigo, considerando que es 100% malta de cebada mostraron los resultados a continuación 3.53 aroma de malta (intenso), 1 aroma de albahaca (inapreciable), 1 aroma de levadura (inapreciable), 2.35 aroma de alcohol (suave).

Gráfico 9. Resultados del panel de catación correspondiente a la fase del gusto



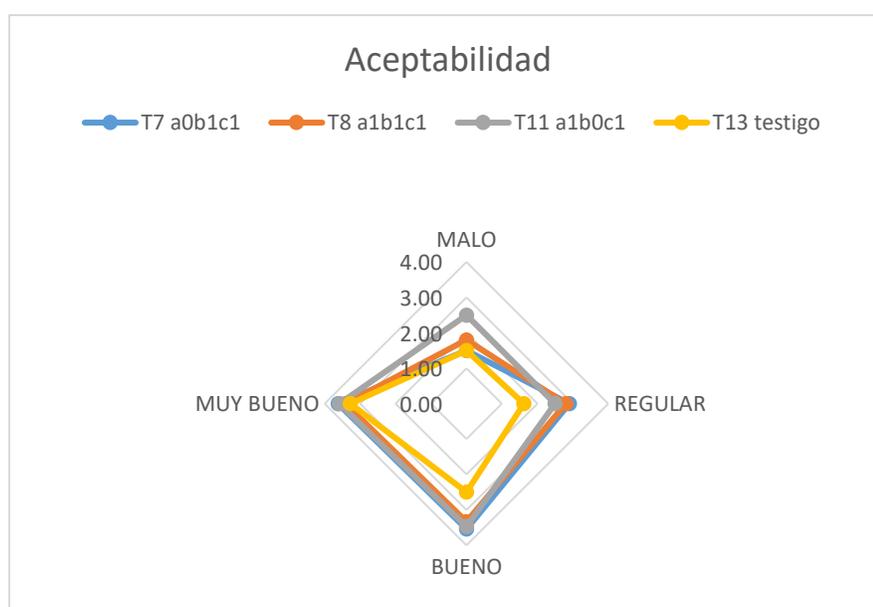
Elaborado por: Autor

Interpretación: Observando el Gráfico 9 podemos destacar que hubo tres tratamientos aceptables, el primero es el T7 a0b1c1(0.8gr/L, estufa, 19°C T_{con}) una media 1.57 gusto a malta (suave), una media de 1.31 gusto albahaca (suave), una media de 1.49 de gusto a levadura (suave), una media de 1.47 gusto a alcohol (inapreciable), una media 1.56 gusto dulce (suave), una media de 1.13 gusto ácido (inapreciable), una media de 2.39 amargor (suave), el segundo es el T8 a1b1c1(1 gr/L, estufa, 19°C T_{con}), una media 1.82 gusto a malta (suave), una media de 1.69 gusto albahaca (suave), una media de 1.54 gusto a levadura (suave), una media de 1.67 gusto a alcohol (inapreciable), una media 1.67 gusto dulce (suave), una media de 1.27 gusto ácido (inapreciable), una media de 2.26 amargor (suave) y el tercero es el T11 a1b0c1(1gr/L, ambiente, 19°C T_{con}), una media 2.08 gusto a malta (suave), una media de 1.81 gusto albahaca (suave), una media de 1.83 de gusto a levadura (suave), una media de 1.83 gusto a alcohol

(inapreciable), una media 1.79 gusto dulce (suave), una media de 1.51 gusto ácido (inapreciable), una media de 2.27 amargor (suave).

Mientras que en las medias del testigo, considerando que es 100% malta de cebada mostraron los siguientes resultados 3.5 gusto de malta (intenso), 1 gusto de albahaca (inapreciable), 1 gusto de levadura (inapreciable), 2.5 gusto a alcohol (suave), 2.5 gusto dulce (equilibrado), 2.7 gusto ácido (suave), y 2.5 amargor (equilibrado).

Gráfico 10. Resultados del panel de catación correspondiente a la fase de aceptabilidad

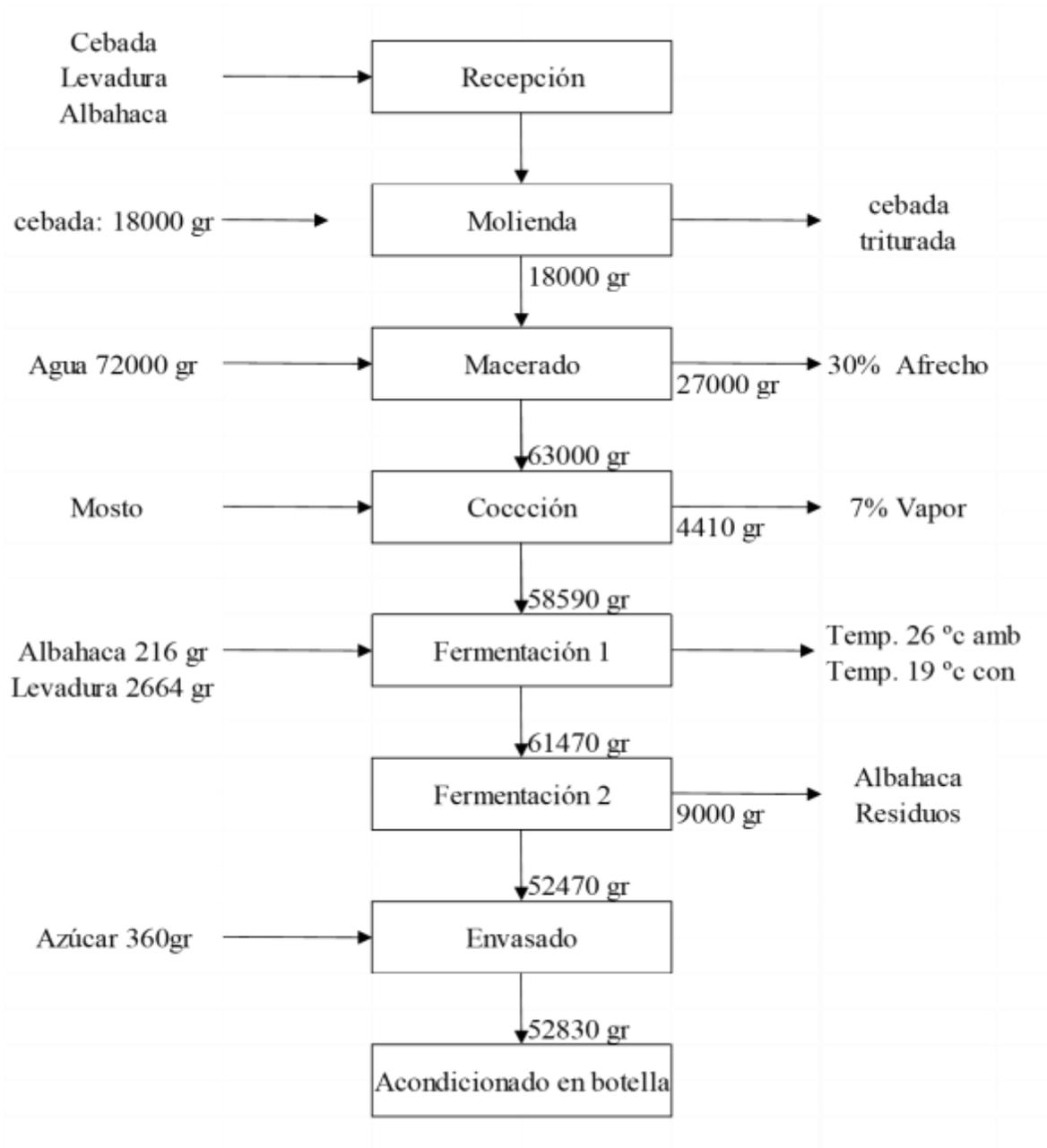


Elaborado por: Autor

Interpretación: Teniendo en cuenta los mejores parámetros sensoriales se presentan en el gráfico 10 las medias entre los mejores tratamientos frente al testigo en cuanto a la aceptabilidad de los mismo, el T7 a₀b₁c₁(0.8gr/L, estufa, 19°C T_{con}) con una media 3.63, le sigue el T8 a₁b₁c₁(1 gr/L, estufa, 19°C T_{con}), con una media 3.42, siguiente está el T11 a₁b₀c₁(1gr/L, ambiente, 19°C T_{con}), que arrojó una media 3.58, mientras que a diferencia del testigo se observa una media 3.28, la cual es baja a comparación de los tratamientos anteriores.

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

4.1.4.1 Balance de materia general con dos variedades de temperatura (temperatura ambiente de 26°C y temperatura controlada de 19°C)



4.1.4.2 Rendimiento de la cerveza artesanal

$$\text{Rendimiento } \% = \frac{\text{Peso Final}}{\text{Peso Inicial}} * 100$$

$$\text{Rendimiento } \% = \frac{52.830 \text{ g}}{93.240 \text{ g}} * 100$$

$$\text{Rendimiento } \% = 56.66 \%$$

Interpretación: para la obtención del rendimiento se calculó en base al cociente del peso de materia prima que ingresa (cebada, albahaca, levadura, azúcar) sobre el peso obtenido (cerveza artesanal), el cual dio como resultado 56.66%

4.2 Discusión.

4.2.1 Discusión de resultados de parámetros físico-químicos pH, acidez, densidad, grado alcohólico

(Segobia, 2022) señala que el valor del pH es un parámetro crucial, dado que evita el crecimiento bacteriano y la contaminación durante el proceso elaboración de la cerveza. Por consiguiente, dentro de los valores obtenidos de pH de acuerdo a los tratamientos, se estableció con mayor valor T2 (3.75), menor valor T3 (3.15), y el Testigo (2.20) encontrándose dentro de los rangos de 3.5 - 4.8 permitidos por la (NTE INEN 2262, 2013). Cabe enfatizar que (Torres & Bohórquez, 2017) en la investigación de sustitución parcial del lúpulo por cidrón obtuvieron valores entre 3.6 - 4.0. Asimismo, (Zeas, 2021) empleó hierbabuena obteniendo datos de pH con medias entre 4.06 a 4.18. Mientras que, (Naula & Rivera, 2019) en la sustitución de lúpulo con plantas endémicas obtuvo un valor de pH de 4.41.

Cabe considerar, por otra parte, que la acidez de la cerveza se debe a la formación de ácidos durante el proceso de fermentación, esta acidez se expresa en ácido láctico, ya que este ácido se

utiliza para corregir la acidez si es necesario. De acuerdo a los resultados expuestos, se obtuvo con mayor valor T8 (0.32), seguido por el Testigo (0.30) y de menor valor T9 (0.21), según lo expresado por la (NTE INEN 2262, 2013), el rango máximo es de (0.30), sin embargo, (Segobia, 2022) indica que este valor de T8 (0.32), no supone un riesgo, pero si se presentan valores muy altos pueden ocasionar anormalidad en la calidad. De modo similar (Silvestri, Resmini, Bent, & Resmini, 2020) en el análisis de viabilidad de la sustitución parcial del lúpulo amargo en la elaboración de cerveza artesanal, presentaron valores entre 0.40 – 0.45, e indicaron que estos valores no reflejaban un defecto en la cerveza.

Con respecto al valor de la densidad, este representa a la cantidad total de sólidos diluidos en la cerveza, es decir cuando se tiene un valor de gravedad alto significa un alto contenido de alcohol y por ende al presentarse un valor de gravedad bajo, este contenido será menor (Sparhawk, 2012). Como resultado se posicionó con máximo valor de densidad T2 (1.020), posteriormente como valor mínimo T1 (1.007), sin embargo, el Testigo con (1.050) presentó mayor densidad en contraste a los demás tratamientos. Cabe enfatizar que estos valores son similares a los encontrados por (Arroyo Lluen, 2019), obteniendo un rango entre 1.006 - 1.010. De la misma forma (Torres & Bohórquez, 2017) respecto a la densidad presentaron resultados entre 1.021-1.014.

Por otra parte, (Bamforth, 2003) estipula que el etanol afecta a la calidad de la cerveza de varias maneras. Debido que contribuye directamente al sabor de otras sustancias volátiles, al aroma al afectar a su distribución entre la cerveza y su espacio. El etanol reduce la tensión superficial y, por tanto, favorece la formación de burbujas. En referencia con los resultados de la variable de grado alcohólico, se evidenció que T1 (4.95) presentó mayor contenido alcohólico, mientras que T2 tuvo un porcentaje de (3.30), siendo catalogado como el menor valor, además el testigo presentó un volumen de alcohol de (0.45), en definitiva, todos los tratamientos a excepción del testigo cumplen con los rangos de 1 - 10 % (v/v) establecidos por la (NTE INEN 2262, 2013).

Conviene resaltar que (Silvestri, Resmini, Bent, & Resmini, 2020) obtuvo como resultado de los tratamientos estudiados, valores entre 4.72 – 5.89. Al igual que (Galarza, 2018) en su investigación sobre el desarrollo de una cerveza saborizada y aromatizada con frutas y plantas aromáticas ecuatorianas, mostró valores entre 6.4 – 10.6. Por lo tanto, todos los tratamientos se ajustan al diseño propuesto en este estudio.

Se puede inferir que está claro que el uso de hierbas aromáticas, como sustitutos del lúpulo no afecta de manera negativa a las propiedades físico-químicas de la cerveza, esto también lo confirma (Adenuga, Olaleye, & Adepoju, 2010), que informaron que no había cambios en las propiedades físico-químicas de las cervezas elaboradas con diferentes extractos de plantas africanas.

4.2.2 Discusión de resultados de los perfiles sensoriales

4.2.2.1 Visual

En base al perfil evaluado, se distinguió que T7, T8 y T11 fueron los mejores puntuados con las siguientes características particulares de color amarillo, turbia, abundante gas y consistencia de espuma equilibrada, mientras que, el Testigo mostró un color ámbar, su transparencia era opaca, con poco gas y con escasez de espuma. Por consiguiente, los tratamientos evaluados con el sustituto de albahaca, presentan similitud con las características sensoriales encontradas por (Naula & Rivera, 2019) manifestando que el tratamiento final mostraba una espuma blanca ligera que se disuelve ágilmente y posee un color dorado, turbio y opaco.

4.2.2.2 Olfativa

Como mejores resultados predominaron T7, T8, T11 con un perfil en común que tiende a un aroma suave a malta, albahaca, levadura; en cuanto al Testigo de acuerdo a los panelistas presentó un intenso aroma a malta y suave aroma de alcohol. De modo similar (Torres & Bohórquez, 2017) concluyeron que añadir cidrón en la fórmula, tiene las mejores propiedades debido a los compuestos volátiles naturales y complejos característicos. Además (Naula & Rivera, 2019) indicaron el aroma herbáceo-cítrico proviene también de la levadura empleada durante la fermentación y la maduración.

4.2.2.3 Gusto

Dentro de los resultados expresados por la evaluación del perfil de gusto, se demostró que los más destacados fueron T7, T8, T11, los cuales poseen atributos suaves a malta, albahaca, levadura, dulce, el amargor muy peculiar y delicado al paladar. En cuanto al testigo, posee un

intenso sabor a malta, con una suavidad de alcohol, amargor y acidez. Estas características obtenidas de los tratamientos sustituidos parcialmente con albahaca concuerdan con (Djordjevic, Popovic, Despotovic, Veljovic, & Atanackovic, 2015), en la investigación sobre extractos de plantas medicinales como aditivos funcionales para la cerveza, establecieron que se consigue un sabor distinto y agradable sin comprometer las propiedades sensoriales de la cerveza estándar. Asimismo, (Naula & Rivera, 2019) manifestaron que el sabor es ligeramente astringente, con buen cuerpo pero ligero amargor con notas ácidas.

4.2.2.4 Aceptabilidad

Se evidenció que los siguientes tratamientos T7, T8, T11 presentaron mayor aceptabilidad por los panelistas sensoriales, dado que la albahaca influyó con sus características de aroma y sabor dulce, fuerte y picante (Veljković & Stanković, 2008). Los resultados obtenidos en la investigación tienen concordancia con lo estipulado por (Djordjevic, Popovic, Despotovic, Veljovic, & Atanackovic, 2015) dado que se inscriben en un ámbito en el que se están realizando innovaciones para enriquecer diversas bebidas alcohólicas y no alcohólicas con extractos de plantas medicinales y aromáticas para elaborar nuevos productos con mejores propiedades funcionales y sensoriales.

Por último, (Veljković & Stanković, 2008) indica que no son sólo las materias primas vegetales, sino todas las etapas de la elaboración de las hierbas y la preparación de la bebida las que afectan, al menos en cierta medida, al sabor general de las bebidas alcohólicas. Por ello debe existir un delicado equilibrio entre lo que se añade y lo que se pierde, o transforma durante el proceso de elaboración.

5 CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se determinó que las concentraciones adecuadas para la sustitución parcial de lúpulo son de 0.8gr/L y 1gr/L respectivamente, dando como resultado en la fase olfativa y la fase gustativa, considerando los mejores tratamientos que fueron el T7 (0.8gr/L) con un aroma a albahaca 1.88 (suave) y un gusto de 1.31 (suave), el T8 (1 gr/L) con un aroma 1.78 (suave) y un gusto de albahaca de 1.96 (suave), por último, el T11 (1 gr/L) con un aroma a albahaca de 1.71 (suave) y un gusto de 1.81 (suave), por consiguiente, se finiquita que hubo mayor aceptación para sustitución parcial del lúpulo en la concentración de albahaca del 08 g/L deshidratado por el método de estufa (35 °C).
- Teniendo en cuenta los mejores tratamientos $a_0b_1c_1$, $a_1b_1c_1$, $a_1b_0c_1$, se demostró que la temperatura de fermentación que presentó mejores características físico-químicas en este estudio fue de 19 °C (temperatura controlada) $a_0b_1c_1$ obteniendo un pH de (3.92), una densidad de (1.008) para el tratamiento $a_1b_1c_1$, de igual modo un pH de (4.14), densidad de (1.014) de la misma forma el tratamiento $a_1b_0c_1$ presentó un pH de (3.76), una densidad de (1.012), por lo cual, se considera que el mejor tratamiento que se asemeja a las características de la cerveza es el $a_0b_1c_1$ (T7), debido a que está dentro de los parámetros establecidos por las NORMAS INEN.
- Se concluye que el tiempo de deshidratación de la albahaca a 35 °C (estufa) presentó mejores características, en cuanto al aroma característico de la albahaca pierde su intensidad a su más mínima concentración, potenciando otro aroma dulce a herbal suave tales como los tratamientos T7 y T8, sin embargo, el T11 mostró aceptación utilizando albahaca que fue sometida a deshidratación a 26 °C (secado al natural).

5.2 Recomendaciones

- La presente investigación puede ser usada como punto de partida para elaborar otros estilos de cervezas artesanales tales como rojas o negras, para determinar si es factible la sustitución del lúpulo por la albahaca y así reducir costos.
- Mantener un control constante durante los tiempos de exposición de la albahaca secada al ambiente para así evitar los agentes contaminantes que se puedan presentar en la cerveza artesanal.
- Sugerir la elaboración de estudios complementarios que soporten la factibilidad de la sustitución del lúpulo por la albahaca para ofrecer este producto a mediano plazo.
- Se debe realizar un adecuado trasiego de la cerveza con equipos adecuados para separar correctamente los sedimentos durante el envasado y así evitar que se vea afectado el rendimiento de la misma.

6 CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA

6.1 Bibliografía

- Galarza Vera, A. E., & Solís García, H. F. (2018). Elaboración de cerveza Amber Ale de alta fermentación saborizada y aromatizada con frutas y plantas aromáticas ecuatorianas. Quito, Pichincha, Ecuador: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
- Calsin. (2013). Instalación y evaluación de una planta piloto de elaboración de cerveza.
- Cardoso. (2012). *udlap*. Obtenido de Propiedades del aceite esencial de albahaca (*ocimum basilicum*) y sus aplicaciones en alimentos: [https://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6\(1\)-Cardoso-Ugarte-et-al-2012.pdf](https://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6(1)-Cardoso-Ugarte-et-al-2012.pdf)
- Carrión, M. V. (2010). *ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES NUTRICIONALES Y MEDICINALES DE LA ALBAHACA Y SU APLICACIÓN A LA GASTRONOMÍA*. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11547/1/41250_1.pdf
- Castro, P. A. (Diciembre de 2010). Efecto del tiempo de secado y de la variedad. Honduras.
- Cedeño Briones , G., & Mendoza Alonzo , J. (Noviembre de 2016). Evaluación físicoquímica y sensorial de cerveza artesanal tipo Ale con almidón de papa como adjunto y especias. Calceta, Ecuador.
- Cervecera, C. (18 de Septiembre de 2020). Levadura, el ingrediente vivo de la cerveza. mexico: <https://cervecerosdemexico.com/2020/09/18/levadura-el-ingrediente-vivo-de-la-cerveza/>.
- Chamorro. (2012). Elaboración de un plan de negocios para la producción de cerveza artesanal. Puerto Montt: Universidad Austral de Chile.
- Coello. (2010). *influencia de la sustitucion de ingredientes*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/9080/1/Influencia%20de%20la%20Susti%20tuci%C3%B3n%20de%20Ingredientes%20en%20las%20Caracter%C3%ADsticas%20Reol%C3%B3gicas.pdf>

Deabes, M. (10 de Julio de 2015). Composición Química y Actividad Antifúngica del Aceite Esencial de Ocimum basilicum L. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4877822/>.

Gigliarelli. (14 de Marzo de 2016). La Maduración. MASH.

Gonzales, M. (2017). *GOOGLE ACADEMICO*. Obtenido de Principios de Elaboración de las Cervezas Artesanales: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=0COaDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Principios+de+Elaboraci%C3%B3n+de+las+Cervezas+Artesanales&ots=Zvzxm8Zkgz&sig=G-EWdYEObl7reJQM522OGkLEZ18#v=onepage&q=Principios%20de%20Elaboraci%C3%B3n%20de%20las%20Cervezas%20Artes>

Graff. (1997). Enantiomeric distribution studies of linalool and linalyl acetate. *A powerful tool for authenticity control of essential oils*.

Guerberoff. (2020). El perfil sensorial de la cerveza como criterio de calidad y aceptación. CONICET.

Hayta, M. (2002). *Bulgur quality as affected by drying methods*. Journal of food science.

Hernández. (2010). Aceite de albahaca (Ocimum basilicum L.) y su potencial de producción sustentable para uso medicinal. México: Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".

Iniap. (2013). Anuario meteorológico.

Jimenez, M. (24 de Noviembre de 2016). *el telegrafo*. Obtenido de En Ecuador existen 70 cervecerías artesanales: <https://www2.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/en-ecuador-existen-70-cervecerias-artesanales>

Koolman, J., & Klaus-Heinrich Röhm. (2004). *Bioquímica texto y atlas*. Obtenido de google libros: <https://books.google.com.ec/books?id=f61Mvd-vl60C&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

- Lachowicz, Jones, Briggs, Bienvenu, Palmer, Ting, & Huerter. (1997). *Characteristics of Plants and Plant Extracts from Five Varieties of Basil (Ocimum basilicum L.)*. Australia: Journal of Agriculture and Food Chemistry. ACS.
- LITUMA, J. S. (2019). OBTENCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A PARTIR DE UNA MALTA DE MAÍZ MORADO (ZEA MAYS L.). Riobamba, Chimborazo, Ecuador: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/11845/1/84T00645.pdf>.
- Loaiza, M. C. (2018). Reentrenamiento y calibración del panel sensorial, con implementación de escalas de intensidad de especias dentro del panel sensorial en el area de innovacion y desarrollo de la empresa Tecnas S.A. Antioquia.
- Lyndad. (16 de Noviembre de 2018). Taxonomia Vegetal. <https://danyenede.blogspot.com/2018/11/albahaca.html>.
- Morcillo. (2013). Biotecnología y Alimentación. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Moreno. (2004). Instructivo de cultivo de Albahaca. Ecuador: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/19600/1/Daisy%20Karina%20Silva%20Aguilar.pdf>.
- Ohaco, A. D. (2015). *Deshidratación y desecado de frutas, hortalizas y hongos. Procedimientos hogareños y comerciales de pequeña escala*. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cartilla_secado.pdf
- Ordóñez Amoroso, A. (2020). estudio de factibilidad de la importacion de materias primas para cerveceros artesanales a traves de la asociacion de cerveceros del ecuador. Cuenca, Cuenca, Ecuador: universidad de azuay [file:///C:/Users/DETPC/Downloads/15312_esp%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/DETPC/Downloads/15312_esp%20(1).pdf).
- Pilla, S., & Vinci, G. (2012). *GOOGLE ACADEMICO*. Obtenido de Cervezas de todo el mundo: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=yM2D5x8crlsC&oi=fnd&pg=PT481&dq=Cervezas+de+todo+el+mundo&ots=w8p7LJB-T2&sig=uTc51O6_mUwKLsh2wvo3w2wPR-k#v=onepage&q=Cervezas%20de%20todo%20el%20mundo&f=false

- Pilla. (2012). *Cervezas de todo el mundo*. Barcelona, España: De Vecchi Ediciones.
- Pinto, G. (2021). *obtencion de cerveza artesanal utilizando dos tipos de miel de abeja en la fermentacion de la malta*. universidad tecnica del norte.
- Quinteros, G. (Dicimembre de 2010). *Fundamentos del proceso de fermentación en el beneficio del café*. colombia: <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0402.pdf>.
- Ramos. (2017). *ELABORACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y ACEPTABILIDAD DE CERVEZA ARTESANAL, UTILIZANDO LA COCA (Erythoxylum coca) COMO SUSTITUTO DEL LÚPULO*". Puno, Peru: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO.
- Ramos Quispe, I. P., & Caira Caira, J. (2017). *Elaboración, caracterización y aceptabilidad de cerveza artesanal, utilizando la coca (Exthoxylum coca) como sustituto del lúpulo*. Puno, Perú.
- Rivas , K., Rivas, C., & Gamboa, L. (22 de Junio de 2015). *REDALY*. Obtenido de Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de albahaca (*Ocimum basilicum* L.): <https://www.redalyc.org/pdf/904/90444727006.pdf>
- Rivera Jara , A. M., Naula Cepeda, X. I., & Guadalupe Moyano , R. V. (2019). *ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL CON SUSTITUCIÓN DE LÚPULO CON PLANTAS ENDÉMICAS DEL ECUADOR*". Guayaquil, Guayas, Ecuador: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.
- Sancho. (2015). *Diseño de una planta de fabricacion de cerveza y estudio de técnicas y procesos de producción*. Obtenido de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/76575/02_Memoria.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Susana, M., Rodríguez, M., Olmedilla, Y., & Martínez, I. (2016). *scielo*. Obtenido de Papel de las bebidas fermentadas en el mantenimiento del peso perdido: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112016001000009
- Vargas, J. (2018). *Diseño de una planta industrial de elaboración de*. Sevilla, España: <https://ingemecanica.com/proyectos/objetos/proyecto40.pdf>.

Veintimilla. (2016). La Cerveza es la Bebida de los Ecuatorianos . *El Comercio*.

Vera Rey, M. A. (2017). *Desarrollo y formulación de cerveza artesanales* . Obtenido de https://www.usmp.edu.pe/vision2017/pdf/materiales/DESARROLLO_Y_FORMULACION_DE_CERVEZAS_ARTESANALES.pdf

Villegas. (2013). Reingeniería de la planta de cerveza artesanal Cherusker. *reingeniería de la planta de cerveza artesanal Cherusker*. QUITO, PICHINCHA: Universidad Central del Ecuador.

Vogel. (1999). Elaboración casera de cerveza. Zaragoza.

7 CAPÍTULO VII
ANEXOS

Anexo 1. Proceso de elaboración de deshidratación de la albahaca



Fuente: Autor

Recepción



Fuente: Autor

Selección



Fuente: Autor

Lavado



Fuente: Autor

Secado ambiente



Fuente: Autor

Secado estufa



Albahaca triturada

Anexo 2. Proceso de elaboración de cerveza artesanal



Fuente: Autor

Recepción



Fuente: Autor

Molienda



Fuente: Autor

Macerado



Fuente: Autor

Cocción



Fuente: Autor

Fermentación 1

T controlada 26°C



Fuente: Autor

Fermentación 1

T controlada 19°C



Fuente: Autor

Fermentación 2



Fuente: Autor

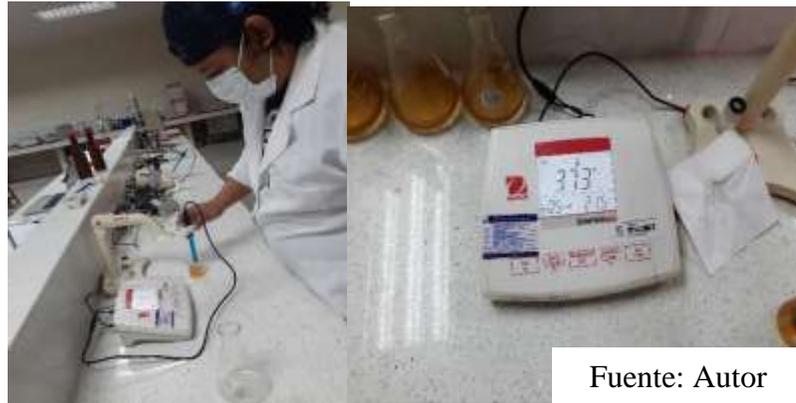
Envasado



Fuente: Autor

Acondicionamiento en
botella

Anexo 3. Análisis físicoquímicos realizados a la cerveza artesanal



Fuente: Autor

pH



Fuente: Autor

Grados de alcohol



Fuente: Autor

Densidad



Fuente: Autor

Acidez Titulable

Anexo 4. Evaluación sensorial mediante un panel de catación



Fuente: Autor



Fuente: Autor



Fuente: Autor



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Anexo 5. Norma NTE INEN 2262 bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos



Quito – Ecuador

NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA

NTE INEN 2262
Primera revisión
2013-11

BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS

ALCOHOLIC BEVERAGES. LIQUORS. REQUIREMENTS

Correspondencia:

DESCRIPTORES: Bebidas alcohólicas, cerveza, requisitos
ICS: 67.160.10

9
Página:

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>

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815
Dirección Ejecutiva: E-Mail: direccion@inen.gob.ec
Dirección de Normalización: E-Mail: normalizacion@inen.gob.ec
Regional Guayas: E-Mail: inenguayas@inen.gob.ec
Regional Azuay: E-Mail: inencuenca@inen.gob.ec
Regional Chimborazo: E-Mail: inenriobamba@inen.gob.ec
[URI: www.inen.gob.ec](http://www.inen.gob.ec)

Anexo 6. Estructura de encuesta para analisis sensorial



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

Panel de control para determinar la aceptación del efecto de la albahaca (*ocimum basilicum*) en sustitución al lúpulo de una cerveza artesanal

A continuación, se detallan las instrucciones a seguir:

- **Instrucciones para la evaluación sensorial**

Catar consiste en probar con atención un producto con el fin de evaluar su calidad, es someterlo a nuestros sentidos para describir sus defectos y cualidades.

Las siguientes muestras de cervezas de estilo “Palé ale” se encuentran identificadas por medio de tipo de temperatura y método de secado. Son 12 muestras, cada una de ellas fue desarrollada mediante el tipo de concentración de albahaca a utilizar.

- **Cómo realizar una cata correctamente**

- ***Fase olfativa***

Se agitará el vaso en redondo y se llevará a la nariz, inhalando en varias ocasiones. Tome nota de cualquier aroma que pueda detectar.

- ***Fase visual***

Inclinar la copa y examinar a contraluz. Aquí se examina la transparencia, el color y la efervescencia.

- ***Fase gustativa***

Probar la cerveza y cubrir todo el interior de la boca con ella; luego pasar la cerveza y exhalar por la nariz.

Se empleará una escala de cinco puntos en cada atributo, usted debe asignar una **X** o un **✓** correspondiente a la escala, califique mejor la característica que se está evaluando ya que se debe considerar que 1 es la más baja y 5 es la más alta

Albahaca concentrada:		Intensidad 1 (+ baja) a 5 (+alta)				
Atributos de la cerveza (marcar el grado de intensidad según la escala descrita)	Fase	1	2	3	4	5
Color: (amarillo claro, amarillo, dorado, ámbar, ámbar intenso)	Visual					
Transparencia: (cristalina, poco transparente, turbia, semi opaca, opaca)	Visual					
Vivacidad: (sin gas, poco gas, equilibrada, abundante, gran cantidad de gas)	Visual					
Consistencia espuma: (carencia, poco densa, espesa, cremosa, compacta)	Visual					
Persistencia de espuma: (sin, poco, persistente, muy persistente, no desaparece)	Visual					

Aroma de malta: especificar debajo el principal aroma y su intensidad						
<i>Aroma:</i> inapreciable, suave, equilibrado, intenso, muy intenso	Olfativa					
Aroma de la albahaca: especificar debajo el principal aroma y su intensidad						
<i>Aroma:</i> inapreciable, suave, equilibrado, intenso, muy intenso	Olfativa					
Aroma del levadura: especificar el principal aroma y su intensidad						
<i>Aroma:</i> inapreciable, suave, equilibrado, intenso, muy intenso	Olfativa					
Aroma a alcohol: (inapreciable, suave, equilibrado, intenso, muy intenso)	Olfativa					

Gusto de la malta: especificar el principal sabor y su intensidad						
<i>Gusto:</i> inapreciable, suave, normal, intenso, muy intenso	Boca					
Gusto de la albahaca: especificar el principal sabor y su intensidad						
<i>Gusto:</i> inapreciable, suave, normal, intenso, muy intenso	Boca					
Gusto del levadura: especificar el principal sabor y su intensidad						
<i>Gusto:</i> inapreciable, suave, normal, intenso, muy intenso	Boca					
Gusto a alcohol: (inapreciable, suave, normal, intenso, muy intenso)	Boca					
Gusto dulce: (inapreciable, suave, normal, intenso, muy intenso)	Boca					

Gusto ácido: (apreciable, suave, normal, intenso, muy intenso)	Boca					
Amargor: (apreciable, suave, normal, intenso, muy intenso)	Boca					

Aceptabilidad: especificar la aceptabilidad de la cerveza						
Malo,	Regular,	Bueno,	Muy bueno			