



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**ELABORACIÓN DE CUATRO ESTILOS DE CERVEZA ARTESANAL  
UTILIZANDO FLOR DE CAÑAMO (*Cannabis sativa ssp. sativa*) COMO  
SUSTITUTO PARCIAL DEL LÚPULO**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención de título de  
Ingenieros Agroindustriales.

**Autores:**

Escobar Toapanta Marlon Jose  
Gutierrez Caizapasto Erika Pamela

**Tutor:**

Renato Agustín Romero Corral

**LATACUNGA -ECUADOR**

**FEBRERO 2025**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Escobar Toapanta Marlon Jose, con cédula de ciudadanía No. 1726292640 y Gutierrez Caizapasto Erika Pamela, con cédula de ciudadanía No. 1728022276, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“ELABORACIÓN DE CUATRO ESTILOS DE CERVEZA ARTESANAL UTILIZANDO FLOR DE CAÑAMO (*Cannabis sativa ssp. sativa*) COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL LÚPULO”**, siendo el Ingeniero Mg. Renato Agustín Romero Corral, Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 19 de febrero del 2025



Marlon Jose Escobar Toapanta  
C.C: 1726292640  
**ESTUDIANTE**



Erika Pamela Gutierrez Caizapasto  
C.C: 1728022276  
**ESTUDIANTE**

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ESCOBAR TOAPANTA MARLON JOSE**, identificado con cédula de ciudadanía **1726292640** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“ELABORACIÓN DE CUATRO ESTILOS DE CERVEZA ARTESANAL UTILIZANDO FLOR DE CAÑAMO (*Cannabis sativa ssp. sativa*) COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL LÚPULO”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Mayo 2020 – Septiembre 2020

Finalización de la carrera: Octubre 2024 – Febrero 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de diciembre del 2024

Tutor: Ing. Renato Agustín Romero Corral, Mg

Tema: **“ELABORACIÓN DE CUATRO ESTILOS DE CERVEZA ARTESANAL UTILIZANDO FLOR DE CAÑAMO (*Cannabis sativa ssp. sativa*) COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL LÚPULO”**.

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 19 días del mes de febrero del 2025.



Marlon Jose Escobar Toapanta

**EL CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

**LA CESIONARIA**

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **GUTIERREZ CAIZAPASTO ERIKA PAMELA**, identificada con cédula de ciudadanía **1728022276** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“ELABORACIÓN DE CUATRO ESTILOS DE CERVEZA ARTESANAL UTILIZANDO FLOR DE CAÑAMO (*Cannabis sativa ssp. sativa*) COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL LÚPULO”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Abril 2022 - Agosto 2022

Finalización de la carrera: Octubre 2024 – Febrero 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de diciembre del 2024

Tutor: Ing. Renato Agustín Romero Corral, Mg

Tema: **“ELABORACIÓN DE CUATRO ESTILOS DE CERVEZA ARTESANAL UTILIZANDO FLOR DE CAÑAMO (*Cannabis sativa ssp. sativa*) COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL LÚPULO”**.

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA. -** Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 19 días del mes de febrero del 2025.

Erika Pamela Gutiérrez Caizapasto

**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

**“ELABORACIÓN DE CUATRO ESTILOS DE CERVEZA ARTESANAL UTILIZANDO FLOR DE CÁÑAMO (*Cannabis sativa ssp. sativa*) COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL LÚPULO”**, de Escobar Toapanta Marlon Jose y Gutierrez Caizapasto Erika Pamela, de la carrera de Agroindustria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 19 de febrero del 2025



Ing. Romero Corral Renato Agustín, Mg.

C.C: 1717122483

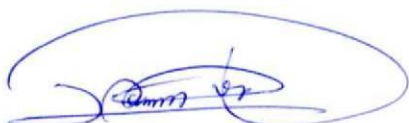
**DOCENTE TUTOR**

## AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Escobar Toapanta Marlon Jose y Gutierrez Caizapasto Erika Pamela, con el título del Proyecto de Investigación: **“ELABORACIÓN DE CUATRO ESTILOS DE CERVEZA ARTESANAL UTILIZANDO FLOR DE CAÑAMO (*Cannabis sativa ssp. sativa*) COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL LÚPULO”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 19 de febrero del 2025



Quim. Orlando Rojas Molina, Mg.  
C.C: 0502645435  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



Ing. Franklin Molina Borja, Mg.  
C.C: 0501821433  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Ing. Maricela Travez Castellano, Mg.  
C.C: 0502270937  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Le agradezco a Dios por haberme acompañado, guiado y protegido en este camino a lo largo de toda la carrera, por ser mi fortaleza, refugio y guía, y haberme dado las fuerzas en los momentos de dificultad y de resiliencia.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por abrirme las puertas de sus instalaciones, plantas, proyectos y conocimientos, en especial un agradecimiento a la carrera de Ingeniería Agroindustrial y a todos sus docentes los cuales a lo largo de estos 6 años me han brindado principalmente sus conocimientos, experiencias, proyectos y ser un ejemplo a seguir como profesionales, infinitas gracias.*

*Un agradecimiento muy especial al Ing. Renato Agustín Romero Corral Mg. Tutor del presente proyecto de investigación por ser nuestro apoyo, en el trayecto académico al compartir un sueño en la elaboración del mismo, por sus sugerencias y correcciones. Al tribunal de lectores. Ing. Franklin Antonio Molina Borja, Mg; Quim. Jaime Orlando Rojas Molina, Mg; y Ing. Ana Maricela Trávez Castellano, Mg. Los cuales, junto a su guía, correcciones y conocimientos brindados, se logró obtener el resultado esperado como proyecto de investigación.*

*Un agradecimiento al Ing. Diego Inaquiza propietario de la empresa artesanal 'Los Frailes' por ser apoyo para la elaboración de este proyecto de Investigación.*

***Escobar Toapanta Marlon José***

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que, de alguna manera, contribuyeron al desarrollo y culminación de esta tesis.*

*Mi gratitud también a mi familia, mis padres por su amor incondicional, su constante apoyo emocional y por brindarme la confianza necesaria para seguir adelante en este proyecto*

*Agradezco profundamente a mi tutor por su valiosa orientación, paciencia y apoyo durante todo el proceso. Su conocimiento y dedicación han sido fundamentales para la realización de este trabajo.*

*Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi que si bien es cierto no fue donde comenzó a cumplir una de mis tantas metas, pero me ayudo a continuar y culminar este sueño, me brindo acceso los recursos necesarios para llevar a cabo mis investigaciones, así como a los expertos y profesionales que generosamente compartieron sus conocimientos y experiencias.*

***Gutierrez Caizapasto Erika Pamela***

## **DEDICATORIA**

*A mi madre Olga Marina Toapanta Toapanta, este logro es el resultado de todo el sacrificio y apoyo que siempre me ha brindado, todo lo que soy y he logrado, es gracias a todas sus enseñanzas y oraciones de cada día. Esta tesis no es solo un proyecto de investigación, es un sueño que espero se haga realidad en un futuro, como hijo y profesional.*

*A mi hermano, Edwin Omar Escobar Toapanta, por ser un apoyo en este camino, por sus sacrificios de largas jornadas de trabajo, de noches largas y de su amor incondicional en cada paso de estudio, mi más grande admiración por su profesión y ser mi inspiración como profesional.*

*A mis amigos que conocí en el transcurso de la carrera y han sido un pilar de apoyo, sacrificio, prácticas de laboratorio y planta, giras, visitas académicas y sincera amistad en este viaje, siempre los llevaré en mi corazón.*

***Escobar Toapanta Marlon Jose***

## **DEDICATORIA**

*A mis padres, cuyo amor incondicional y sacrificio constante me han dado la fuerza para seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles.*

*A mis amigos, por su apoyo, paciencia y por siempre estar ahí para mí.*

*A mis profesores y mentores, por guiarme, inspirarme y desafiarme a ser mejor en cada paso.*

*Y, en especial, Leo por su amor confianza y apoyo constantes, que hicieron posible la culminación de este proyecto.*

*Este logro es tan suyo como mío. Gracias por estar a mi lado en este camino.*

***Gutierrez Caizapasto Erika Pamela***

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “ELABORACIÓN DE CUATRO ESTILOS DE CERVEZA ARTESANAL  
UTILIZANDO FLOR DE CÁÑAMO (*Cannabis sativa ssp. sativa*)” COMO  
SUSTITUTO PARCIAL DEL LÚPULO”**

**Autores:**

Escobar Toapanta Marlon Jose  
Gutiérrez Caizapasto Erika Pamela

## RESUMEN

En el presente proyecto de investigación se elabora cuatro estilos de cerveza artesanal (India Pale Ale, Weissbier, Red Ale y Sour), sustituyendo de forma parcial y total al lúpulo por flor de cáñamo (*Cannabis sativa ssp. Sativa*) cuya producción se da en el Ecuador bajo licencias específicas, se caracterizó la flor de cáñamo en función botánica y química, se estableció los diferentes porcentajes de sustitución de flor de cáñamo por lúpulo en una escala de baja, media y de alta concentración, además, se evaluó factores físicos y químicos (pH, acidez, grados de alcohol, potencial alcohólico, sólidos solubles y densidad) de acuerdo a la normativa INEN 2262:2013 y sensoriales (color, turbidez, olor, sabor, y cuerpo) mediante una escala hedónica de cinco puntos. Para el análisis de resultados de los factores físicos y químicos, se aplicó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones, para la evaluación de los parámetros sensoriales se utilizó el mismo diseño experimental con 15 panelistas. El mejor tratamiento corresponde al estilo Weissbier B3 (30% lúpulo y 70 % de flor de cáñamo); se realizaron los análisis físicos y químicos, microbiológicos de acuerdo a la normativa INEN 2262: 2013 entre los principales se encuentran contenido alcohólico 5,73 °GL; carbonatación 2,72 L CO<sub>2</sub>/ L; pH 4,27 y de Hierro 0,48 mg/L, mientras que el recuento de anaerobios mesófilos con un valor de <10 UFC/g y en las levaduras se obtiene un valor de 1865 UFC/g; cuyo parámetro no presenta un riesgo para la salud y que se los puede controlar durante el proceso de elaboración de la cerveza. Se desarrolló un análisis económico y técnico del mejor tratamiento para evaluar, costos fijos, variables e ingresos obteniendo un valor de 4\$ para presentación al público de 330 ml. Por lo que, existe una viabilidad de la sustitución del lúpulo por flor de cáñamo para diferentes estilos de cerveza, sin que esta sustitución afecte al producto de forma negativa y significativa, dando un valor agregado al mismo.

**Palabras clave:** Cerveza artesanal, flor de cáñamo, análisis físico y químicos, análisis sensorial, análisis económico, lúpulo.

## TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

### FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

**TITLE: “PREPARATION OF FOUR STYLES OF CRAFT BEER USING HEMP FLOWERS (*Cannabis sativa ssp. sativa*)” AS A PARTIAL SUBSTITUTE FOR HOPS”.**

**Authors:**

Escobar Toapanta Marlon Jose  
Gutiérrez Caizapasto Erika Pamela

## ABSTRACT

In this research study, four types of craft beer (India Pale Ale, Weissbier, Red Ale, and Sour) were brewed, partially with partial and total substitution of hops by hemp flowers (*Cannabis sativa* ssp. *Sativa*), which is produced in Ecuador under specific licenses. Hemp flowers were characterized in a botanical and chemical context. The different percentages of substitution of hemp flowers for hops were established on a scale of low, medium, and high concentration. In addition, physical and chemical factors were evaluated (pH, acidity, alcohol content, alcohol potential, soluble solids, and density) according to INEN 2262:2013 regulations, and sensory variables (color, turbidity, odor, flavor, and body) using a five-point hedonic scale. For the analysis of the results of the physical and chemical factors, a completely randomized block experimental design (DBCA) with three repetitions was applied, for the evaluation of the sensory parameters, the same experimental design was used with 15 panelists. The best treatment corresponds to the Weissbier B3 style (30% hops and 70% hemp flowers); physical, chemical, and microbiological analyses were carried out in accordance with INEN 2262: 2013 regulations. The main ones are alcohol content 5.73 °GL; carbonation 2.72 L CO<sub>2</sub>/ L; pH 4.27 and iron 0.48 mg/L, while the mesophilic anaerobic count was obtained with a value of <10 CFU/g, and in the yeasts a value of 1865 CFU/g; this parameter does not present a risk to health and that can be controlled during the beer elaboration. An economic and technical analysis of the best treatment was developed to evaluate fixed and variable costs and income, obtaining a value of \$4 for the presentation to the public of 330 ml. Therefore, there is a viability of replacing hops with hemp flower for different styles of beer, without this substitution affecting the product in a negative and significant way, giving added value to it.

**Keywords:** Craft beer, hemp flower, physicochemical analysis, sensory analysis, economic analysis, hop.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	viii
DEDICATORIA .....	xi
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	xv
ÍNDICE DE TABLAS .....	xviii

ÍNDICE DE FIGURAS .....	xx
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xxi
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1
1. DATOS GENERALES .....	2
2. DISEÑO DEL PROYECTO .....	3
2.1. Planteamiento del problema .....	3
2.2. MARCO CONTEXTUAL .....	4
2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	5
2.3.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	5
2.4. OBJETIVOS .....	6
2.4.1 Objetivo General: .....	6
2.4.2 Objetivo Específicos: .....	6
2.5. ACTIVIDADES Y TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.	7
2.6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	9
2.6.1 MARCO TEÓRICO .....	9
2.6.2 MARCO CONCEPTUAL .....	29
2.7. METODOLOGÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN. ....	31
2.7.1 Tipos de investigación .....	31
2.7.1.1 Investigación bibliográfica .....	31
2.7.1.2 Investigación experimental .....	32
2.7.1.3 Investigación cuantitativa .....	32
2.7.1.4 Investigación cualitativa .....	33
2.7.1.5 Investigación descriptiva.....	33

2.7.2	Métodos de investigación .....	33
2.7.2.1	Método Experimental .....	33
2.7.2.3	Método Inductivo .....	34
2.7.2.4	Método deductivo .....	34
2.7.3	Técnicas de la investigación.....	34
2.7.4	Flor de cáñamo .....	35
2.7.5	Metodología de elaboración de los cuatro estilos de cerveza artesanal IPA, Weissbier, Red Ale y Sour. ....	35
2.7.6	Formulación de los tratamientos de los cuatro estilos de cerveza .....	39
2.8.	HIPÓTESIS O PREGUNTAS CIENTÍFICAS. ....	55
2.9.	DISEÑO EXPERIMENTAL. ....	56
2.9.1	Factores de estudio .....	56
2.9.2	Tratamientos en estudio .....	56
2.9.3	Variables e indicadores .....	57
2.9.4	Análisis estadístico de las pruebas físico y químico .....	57
2.9.5	Análisis estadístico evaluación sensorial para cada estilo de cerveza .....	58
2.10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	58
2.10.1	Caracterización de la Flor de Cáñamo. ....	58
2.10.2	Resultados del análisis físico y químico de los diferentes estilos de cerveza .....	62
2.10.3	Resultados del análisis sensorial de los diferentes estilos de cerveza .....	84
2.10.3	Análisis Físicoquímicos del mejor tratamiento. ....	105
2.10.4	Análisis microbiológico del mejor tratamiento. ....	106
2.10.6	Análisis de la Capacidad Antioxidante del mejor tratamiento .....	107
2.10.7	Análisis económico del mejor tratamiento.....	108
3.	IMPACTOS DEL PROYECTO. ....	110
3.1.	Impactos sociales .....	110

3.2.	Impactos ambientales .....	110
3.3.	Impactos económicos .....	111
4.	RECURSOS Y PRESUPUESTO. ....	112
5.	CONCLUSIONES .....	115
6.	RECOMENDACIONES .....	116
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	117
8.		
ANEXOS	.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Cuadro de actividades. ....	7
Tabla 2	Taxonomía de la flor de cáñamo con su respectiva clasificación .....	10
Tabla 3	Composición química de la flor de cáñamo.....	10
Tabla 4	Composición de macro elementos de la flor de cáñamo .....	11
Tabla 5	Valor nutricional de la flor de Cáñamo .....	11
Tabla 6	Composición nutricional de la cebada contenido por porción de 100g.....	18
Tabla 7	Valor nutricional del trigo .....	19
Tabla 8	Taxonomía del lúpulo .....	23
Tabla 9.	Análisis proximal .....	35
Tabla 10.	Descripción de los instrumentos .....	37

Tabla 11. Descripción de los equipos .....	37
Tabla 12. Descripción de materiales de laboratorio .....	38
Tabla 1313 Porcentajes para la proceso de fabricación de cerveza con semilla de Cáñamo ..	39
Tabla 14. Insumos para el proceso de fabricación de cerveza IPA. ....	40
Tabla 15. Insumos para el proceso de fabricación de cerveza Weissbier. ....	41
Tabla 16. Insumos para el proceso de fabricación de cerveza Red Ale .....	41
Tabla 17. Insumos para el proceso de fabricación de cerveza Sour .....	42
Tabla 18. Parámetros sensoriales evaluados en los cuatro estilos de cerveza .....	53
Tabla 19. Tabla de la escala hedónica de 5 puntos .....	54
Tabla 20 Tratamientos de los estilos de cerveza y concentración de lúpulo .....	56
Tabla 21. Esquema de ANOVA: Variables e indicadores .....	57
Tabla 22 Esquema para el análisis físico y químico .....	57
Tabla 23 Esquema de ANOVA para el análisis sensorial .....	58
Tabla 24 Resultados promedio del análisis proximal en base seca .....	59
Tabla 25. Resultados del análisis en base seca en las partes de la planta .....	60
Tabla 26 Resultados promedio del análisis de capacidad antioxidante en base seca .....	61
Tabla 27 Resultados del perfil de cannabinoides en base seca .....	62
Tabla 28 Diferencia significativa en los parámetros fisicoquímicos de los cuatro estilos de cerveza.....	63
Tabla 29 Parámetros físico y químicos del mejor tratamiento .....	83
Tabla 30 Diferencia significativa de los parámetros sensoriales de los cuatro estilos de cerveza .....	84
Tabla 31 Parámetros sensoriales del mejor tratamiento .....	104
Tabla 32. Análisis físico y químicos del mejor tratamiento. ....	105
Tabla 33. Análisis microbiológico del mejor tratamiento. ....	106
Tabla 34. Actividad de capacidad antioxidante del mejor tratamiento. ....	107
Tabla 35. Determinación del costo de producción. ....	112

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Anatomía del Lúpulo.....	24
Figura 2 Diagrama de flujo de la cerveza IPA .....	46
Figura 3 Diagrama de flujo de la cerveza Weissbier .....	47
Figura 4 Diagrama de flujo de la cerveza Red Ale .....	47
Figura 5 Diagrama de flujo de la cerveza Sour .....	49
Figura 6. Medias por tratamientos del parámetro color de los diferentes estilos de cerveza ..	85
Figura 7. Medias por tratamiento del parámetro turbidez de los diferentes estilos de cerveza.....	89
Figura 8. Medias por tratamiento del parámetro olor de los diferentes estilos de cerveza .....	92
Figura 9. Medias por tratamiento del parámetro sabor de los diferentes estilos de cerveza. ..	97
Figura 10. Medias por tratamiento del parámetro cuerpo de los diferentes estilos de cerveza.....	101
Figura 11. Cálculo del punto de equilibrio .....	109

## 1. INTRODUCCIÓN

La cerveza artesanal según Mendoza, Pihuave & Velásquez (2022) se define como un brebaje natural obtenido mediante fermentación etílica, para la producción de cerveza se ocupan varios insumos en donde la cebada malteada es la principal, agua, levadura, lúpulo, sea en flor o peletizado son requeridos para su elaboración, estas cervezas no contienen aditivos, conservantes, ni atraviesan un proceso de pasteurización. De acuerdo a Fernández, Yáñez, et al. (2016) hoy en día existe diversos estilos de cerveza para todo tipo de paladar. El término “artesanal” hace referencia a que una misma persona diseña y realiza el producto.

Uno de los mayores inconvenientes en la industria cervecera artesanal del Ecuador es la accesibilidad a los insumos debido a que en su mayoría se los debe importar, un claro ejemplo es el lúpulo que pese que se lo pueda cultivar en el Ecuador este no tiene el mismo efecto en la producción de cerveza, dado que para un mejor rendimiento de la planta necesita ciertas condiciones climáticas, según (Porteous Álvarez, 2023) como la abundancia de humedad en primavera, luego en verano contar con un clima cálido, con latitudes entre 34 y 55 grados Celsius, con las que el Ecuador no cuenta, por lo tanto, se ha considerado una alternativa para reemplazar el lúpulo por la flor de cáñamo, ya que, menciona Alonso et al. (2021) estas dos plantas pertenecen a la misma familia Cannabaceae. Para que el intercambio del lúpulo por la subespecie cannabis sea viable, el producto final no debe tener alteración en sus características físicas y químicas, sensoriales, nutricionales u otras, ya que esto afecta a la inocuidad, y de presentarse alguna alteración debe ser en beneficio, aprovechando sus propiedades de la flor.

Considerando a (Godas, y otros, 2019) la subespecie de la planta de Cannabis tiene una incorrecta oposición, debido a su procedencia e información errónea respecto a la misma. Ya que posee un aspecto similar a los capullos de marihuana, se relacionan con droga. Sin embargo, lo anterior es tan falso como erróneo, ya que las flores de cáñamo que se comercializan legalmente en España contienen igual o menos de un 0,2% de Tetrahidrocannabinol (THC) por peso seco (Jimenez, 2020).

A pesar de la estigmatización de la flor de cáñamo nos menciona (Fuentes Pérez & Acurio Arcos, 2020) se está implementando en la producción de alimentos de consumo funcionales y nutraceúticos, llamados así debido a los efectos que tienen sobre sus consumidores, son alimentos con valores agregados, que cuentan con propiedades que aportan beneficio a la salud, hoy en día los médicos optan por una estrategia más eficaz para tratar disminuir la prescripción de medicamentos, por lo tanto se recomienda consumir alimentos que contengan antioxidantes,

vitaminas, nutrientes, en base a esto los alimentos que contiene Cannabidiol (CBD) se los considera como prioridad debido a su composición y propiedades que ayudan a la salud.

Dado que la información referente en lo que engloba al marco de investigación es escasa, en la utilización de la flor de cáñamo como sustituto en una bebida fermentada, sus fuentes son de mediana a larga antelación, y se basa en la información obtenida disponible en las diferentes fuentes de búsqueda, bibliográfica, documental, e webgrafía.

En la investigación se propone alternar el lúpulo por la subespecie de cannabis durante la fabricación de cerveza elaborada a mano, sin que afecte sus propiedades y características. De acuerdo a (Quinatoa Lema & Valladares Oña, 2023) durante el ciclo de producción de la bebida alcohólica, la adición de simientes en granos de cáñamo no afecta a sus propiedades y características del producto final, otra propuesta de producción nos menciona (Cabrera Valle, López Benavides, & Corrales Freire, 2023) (es la utilización de extractos de Cannabidiol, sin embargo, este extracto ya puede sufrir cambios en donde no se aproveche su máximo potencial y se produzca cambios en la cerveza.

El enfoque de este estudio es ver la posibilidad que el lúpulo se lo pueda sustituir de forma parcial o total durante la producción de esta bebida alcohólica tradicional, por flor de cáñamo debido a que es una parte importante de la planta, esta flor hasta el momento no es aprovechada al máximo y sus estudios son muy escasos. Según (Muñoz Almeida, 2022) esta representa diversas propiedades útiles para controlar, prevenir o mejorar problemas de salud.

## 2. DATOS GENERALES

### **Título del proyecto de investigación:**

Elaboración de cuatro estilos de cerveza artesanal utilizando flor de cáñamo (*Cannabis sativa ssp. sativa*) como sustituto parcial del lúpulo.

**F. inicio:** abril 2024 **F. finalización:** febrero 2025 **Zona de ejecución:** Machachi/Latacunga

**Comunidad:** Salache Bajo

**Parroquia:** Eloy Alfaro

**Cantón:** Latacunga

**Provincia:** Cotopaxi

**Zona:** 3

**Institución:** Universidad Técnica de Cotopaxi.

**Facultad que lo auspicia:**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que lo auspicia:**

Carrera de Agroindustria

**Equipo de Trabajo:**

**Tutor:** Ing. Mg. Renato Agustín Romero Corral

**Investigador 1:** Escobar Toapanta Marlon José **Investigador**

**2:** Gutierrez Caizapasto Erika Pamela.

**Línea de investigación:**

Crecimiento y protección alimentaria.

**Sub línea de investigación**

Biotecnología agroindustrial y fermentativa

**1. DISEÑO DEL PROYECTO****1.1. Planteamiento del problema**

Dentro de la industria cervecera la disponibilidad de insumos y que estos sean de calidad es un factor problema, según (Ordoñez Amoroso, 2020) la mayoría de insumos son traídos desde Europa de Alemania, Reino Unido, Bélgica, y países latinoamericanos como Argentina y Brasil. El lúpulo, insumo importante ya que este provee características sensoriales al producto final y lo hace más atractivo. Se busca una alternativa para la sustitución del lúpulo que sea mucho más accesible así mismo, que no afecte a la características y propiedades de la cerveza artesanal.

Una posible solución a es que el lúpulo se lo sustituya de forma parcial o total por flor de cáñamo, esta planta esta emergente en el Ecuador y se la está usando como materia prima en diferentes industrias de acuerdo a (Fuentes Pérez & Acurio Arcos, 2020) medicina, cosmetología, alimentaria, entre otras, sin embargo, debido a que esta planta contiene dentro de su estructura Tetrahidrocannabinol (THC) que es una sustancia psicoactiva la cual perjudica de forma significativa a la salud, no todos tiene el acceso a esta y es limitada.

En el Ecuador el 2019 fue aprobado su cultivo con un fin medicinal, en consonancia con el Ministerio de agricultura y ganadería, 2025. Hasta el momento se encuentran 285 licencias

activas para el cultivo y usos, en el país existe seis tipos de licencias, la licencia N°4 es para el cultivo de cáñamo para uso industrial que a nivel nacional existe catorce activas, la adquisición de estas licencias según (Ministerio de agricultura y ganadería, 2025) cuenta con varios requisitos y acuerdos ministeriales, así mismo existe cierta limitación del área a producir de esta planta. Es de vital importancia mencionar como el costo de producción de esta planta, menciona (Jaramillo Orozco & Jaramillo Castillo, 2023) se estima que para el cultivo de una hectárea de cáñamo industrial se necesita alrededor de 25.000 \$ estos factores son limitantes para muchas empresas de poder adquirirlo, por lo tanto, su producción es limitada provocando que exista elevación en su precio, sin embargo, si esta materia prima sigue tomando más fuerza en el mercado y existe más producción, será más accesible haciendo que muchas empresas cerveceras la puedan adquirir para utilizarla como lúpulo y no se vean en la necesidad de importar este insumo.

El cáñamo es usado como elemento básico en un sinnúmero de sectores empresariales, la flor no es aprovechada al 100 %, según (Alonso Esteban, 2021) contiene gran cantidad de compuestos químicos como el Cannabidiol (CBD), cannabicromeno, cannabigerol y el ácido cannabigerólico, así como compuestos de tipo no cannabinoide que proporcionan mejores características al producto, por ello se ha visto su aplicación dentro de la elaboración de la cerveza, para determinar sus diferentes efectos que puedan dar ciertas características a evaluarse.

## 1.2.MARCO CONTEXTUAL

Formulada en base a productos de origen natural, es importante valorizar y comprender el método de producción de cerveza preparada a mano, así es que cada uno de sus elementos de preparación tienen un efecto directo en sus propiedades organolépticas, logrando encontrar el origen del éxito en los productos del elaborador, y a su vez proporciona algunos beneficios para la salud.

Según (Morales & Tetreault, 2020) el cultivo de cebada tiene una baja eficiencia, el impacto ambiental es menos agresivo comparado con la industria cervecera, los pequeños productores afrontan los riesgos, sin negociar los requisitos de elaboración y venta de la producción.

De acuerdo con (Ponce-Molina, Garófalo, Velásquez, Noroña, & Jiménez, 2023) el Intituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) se encarga del avance sostenible del vergel y elevar las condiciones de bienestar productores ecuatorianos. El Programa Cereales y el

Departamento de Producción de semilla de INIAP realizó un manual de buena producción, así como fases decisivas del progreso del cultivo.

### 2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo influye en las características físicas y químicas como sensoriales de cuatro diferentes tipos de cerveza artesanal, la incorporación de la flor de cáñamo (*cannabis sativa ssp. sativa*) como sustituto parcial del lúpulo en su producción?

#### 2.3.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Para el proceso de creación de cerveza de forma manual se utilizan ingredientes naturales, es decir no lleva aditivos, ni conservantes artificiales, se produce por medio del metabolismo fermentativo de semillas de malta y cebada, con una proporción de etanol la cual dependerá del estilo de cerveza producido. Durante la producción es de vital importancia conocer y medir, cómo afecta la incorporación de cada ingrediente en propiedades físicas y químicas como sensoriales, ya que de esta manera se puede obtener un mejor control en la calidad.

Se realizó una investigación previa, si existe más estudios de la utilización de cáñamo o alguna referencia en la utilización de lúpulo en la producción de cerveza de forma manual, sin embargo, los estudios han sido escasos.

El propósito del proyecto de investigación es utilizar la flor de cáñamo dentro del proceso de elaboración de cerveza, como un sustituto parcial o total del lúpulo, debido a que la flor de cáñamo tiene en su estructura cannabidiol (CBD), el cual tiene beneficios para la salud. En su mayoría la población Ecuatoriana asocian en su totalidad al cáñamo como una sustancia psicotrópica la cual es perjudicial para la salud, desconociendo los beneficios que esta planta puede aportar a la salud. Según (Muñoz Almeida, 2022) durante el año 2019 la Asamblea Nacional dio luz verde al empleo de la planta de cáñamo, ya que debido a las condiciones geográficas y meteorológicas del Ecuador se puede obtener un mayor rendimiento en la siembra y producción de esta planta, teniendo en cuenta lo mencionado es conveniente que la podamos utilizar cual elemento primario en el proceso de fabricación de cerveza de producción manual en nuestro país Ecuador.

Según (Martínez Gómez, 2015) en el año 2020 la industria cervecera incrementó su desarrollo, en donde muchas empresas se lograron posicionar en el mercado, generando un crecimiento económico, empleo y la utilización de insumos que tengan origen ecuatoriano.

En el proyecto planteado quiere producir una cerveza artesanal que contenga flor de cáñamo como sustituto parcial de lúpulo, además que esta sustitución no afecta de forma negativa las características físicas químicas y sensoriales, por el contrario que sea una bebida de provecho y beneficiosa para la salud. La industria cervecera cuenta con una amplia producción de estilos como: negras, rubias, rojas entre otras, se quiere incorporar la flor de cáñamo a cada uno de los diferentes estilos que se encuentran en el mercado.

## 2.4 OBJETIVOS

### **2.4.1 Objetivo General:**

Elaborar cuatro estilos de cerveza artesanal utilizando la flor de cáñamo (*Cannabis sativa* ssp. *sativa*) como sustituto parcial del lúpulo.

### **2.4.2 Objetivo Específicos:**

- Caracterizar en función de sus propiedades botánicas y químicas la subespecie de cannabis (*Cannabis Sativa* ssp. *sativa*).
- Establecer formulaciones de lúpulo y flor de cáñamo (*Cannabis sativa* ssp. *sativa*) en diversos procedimientos de producción de cuatro estilos de cerveza artesanal.
- Evaluar el efecto de la sustitución parcial de la flor de cáñamo (*Cannabis sativa* ssp. *sativa*) por lúpulo en las características físicas y químicas como sensoriales en cuatro estilos de cerveza, obteniendo el mejor tratamiento.
- Realizar un análisis físico y químico como microbiológico del mejor tratamiento.
- Realizar un análisis económico y técnico del mejor tratamiento.

## **2.5 ACTIVIDADES Y TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.**

A continuación, se pueden observar tareas a realizar en el proyecto de investigación.

Tabla 1.  
Cuadro de actividades.

Objetivo	Actividades	Metodología	Resultado
----------	-------------	-------------	-----------

<p>Realizar un análisis bibliográfico.</p> <p>Investigar de condiciones de producción.</p> <p>Caracterizar sus funciones de propiedades botánicas y químicas de subespecie <i>Cannabis Sativa ssp. sativa</i>.</p>	<p>Identificación de características agronómicas.</p>	<p>Investigación bibliográfica.</p>	<p>Características botánicas de la variedad de la flor de cáñamo (<i>Cannabis sativa ssp. sativa</i>)</p>
<p>Establecer formulaciones de lúpulo y flor de cannabis sativa (ssp. sativa) en diversos procedimientos de producción de cuatro estilos de cerveza artesanal.</p>	<p>Sustitución de lúpulo por flor de cáñamo.</p> <p>Descripción de los diferentes estilos de cerveza.</p> <p>Determinación de tratamientos a partir de formulación base.</p>	<p>Normativa NTE INEN 2262:2013</p> <p>Fabricación de cerveza: Historia y evolución, desarrollo de actividades e implementación de mejoras tecnológicas para productores artesanales.</p>	<p>Las formulaciones de los diferentes tipos de estilo de cerveza artesanal.</p> <p>Tratamientos obtenidos.</p> <p>Obtención de los diferentes estilos de cerveza artesanal.</p>
<p>Objetivo</p>	<p>Actividades</p>	<p>Metodología</p>	<p>Resultado</p>

<p>Evaluar el efecto de la sustitución parcial de la flor de cáñamo (<i>Cannabis sativa ssp. sativa</i>) por lúpulo en las características físicas y químicas como sensoriales en cuatro estilos de cerveza, obteniendo el mejor tratamiento.</p>	<p>Analizar de forma física y química, es decir, con los variables de: acidez, pH, densidad, grados alcohólicos, potencial alcohólico, y sólidos solubles de cada tratamiento.</p>	<p>pH: NTE INEN 2325:2002. Acidez: NTE INEN 2323:2002 Densidad: NTE INEN 349:1978. Grados de alcohol: NTE INEN 340:2016.</p>	<p>Análisis e interpretar los resultados de la parte física y química y sensorial de los tratamientos.  Comparación de los resultados obtenidos en base a la normativa (NTE INEN 2262:2013)</p>
<p>Realizar un análisis físico y químico, como microbiológico y capacidad antioxidante del mejor tratamiento.</p>	<p>Ejecutar el diseño experimental.  Realizar un análisis físico y químico (pH, grado alcohólico, carbonatación/CO<sub>2</sub>, acidez, ceniza, arsénico, cobre, plomo, zinc, hierro) y microbiológicos (microorganismos anaerobios</p>	<p>Parámetros físicos y químicos pH - INEN ISO 1842 Grado alcohólico - INEN2322 Carbonatación/CO<sub>2</sub> - INEN2324 Acidez total - PEE-AN-04-FQ/INEN 2323 Ceniza - PEE-AN-04-FQ/INEN 14</p>	<p>Análisis e interpretación de los resultados del mejor tratamiento.</p>
<p>Objetivo</p>	<p>Actividades</p>	<p>Metodología</p>	<p>Resultado</p>

	mesófilos, mohos levaduras).	Arsénico – Reacción de Gutzeit. Cobre – Standard Methods 3120 B	
	Realizar un análisis de capacidad antioxidante.	Plomo – Standard Methods 3120 B Zinc Standard Methods 3120 B Hierro PEE-AN-10- FQ/AOAC 944.02 Capacidad Antioxidante Espectrofotometría/DPPH  Parámetros microbiológicos Recuento de anaerobios mesófilos INEN 1520-17 Recuento de mohos y levaduras INEN 1529-10	
Realizar un análisis económico y técnico del procedimiento óptimo.	Determinación de los costos fijos y variables de la producción del mejor tratamiento de cerveza.	Análisis económico. Corporación Financiera Nacional.	Utilidad de la producción de cerveza.  Precio de venta de la cerveza al público.
	Determinación de costo de venta.  Análisis comparativo con		

---

Objetivo	Actividades	Metodología	Resultado
	cerveza de cáñamo dentro del mercado. Identificación del punto de equilibrio.		

---

**Fuente:** Escobar & Gutiérrez (2024).

## **2.6 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.6.1 MARCO TEÓRICO**

#### **2.6.1.1 Cannabis Sativa**

Según (Candelario, Calabria, Pardey, & Vargas, 2023) el cultivo del cannabis sativa se realiza desde el inicio de la civilización, y la misma ha sido utilizada en varios productos de uso medicinal o textil, esta es propia de región templada la cual permite un mejor desarrollo. Menciona (Aulestia Caiza, 2022) que esta subespecie de cannabis pertenece al tipo de tallo blando que procede de la familia Cannabaceae, dentro de sus características estructurales puede alcanzar una altura de cuatro metros, tallo erecto con hojas palmadas estipuladas, su crecimiento de las estructuras florales demora de un periodo de entre dos a tres meses, en general su cosecha se la realiza a inicios de otoño para que el verano esta pueda crecer. Menciona (Aulestia Caiza, 2022) que esta subespecie de cannabis pertenece al tipo de tallo blando que procede de la familia Cannabaceae, dentro de sus características estructurales puede alcanzar una altura de cuatro metros, tallo erecto con hojas palmadas estipuladas, su crecimiento de las estructuras florales demora de un periodo de entre dos a tres meses, en general su cosecha se la realiza a inicios de otoño para que el verano esta pueda crecer.

El cultivo de esta planta tiene muchos fines textiles, alimentario y medicinal, debido a su baja concentración de tetrahidrocannabinol (THC) que corresponde a un componente psicoactivo y altos niveles de cannabidiol (CBD), sustancia química con propiedades saludables en el bienestar del cuerpo.

#### **2.6.1.2 Usos**

De acuerdo a (Aulestia Caiza, 2022) debido a la propiedad y estructura que tiene el cáñamo es utilizada en áreas medicinales, alimentaria e industrial, el mercado se ha dividido en cuatro categorías dependiendo de la economía que cada una aporta siendo estas: fibra de cáñamo, semillas oleaginosas de cáñamo, medicinal y recreativo de cáñamo.

Según (Zarate, Franco, & Cárdenas, 2024) las semillas de cáñamo contienen un alto nivel nutritivo como es proteínas, aminoácidos y ácidos grasos los cuales son recomendables incorporar en una dieta saludable, a su vez, el cáñamo contiene cannabidiol (CBD) que contiene propiedades antiinflamatorias y analgésicas, siendo utilizado en la medicina.

En la industria textil menciona (Alonso, De Cortes, & Torija, Historical evolution of taxonomic classification of hemp, 2021) que el cáñamo tiene elevados niveles de celulosa lo

que puede aprovecharse en producción textil de fibras que tiene características comparables al de origen vegetal y llegar a hacer resistentes para una correcta manipulación.

### 2.6.1.3 Taxonomía de la flor de cáñamo

De acuerdo a (Linneo, 2013) la subespecie del cannabis “Cannabis Sativa” proviene de la familia Cannabaceae donde puede ser aprovechada en industria textil con fibras, como alimento o aceites de semillas debido a un bajo contenido de tetrahidrocannabinol (THC).

Tabla 2  
Taxonomía de la flor de cáñamo con su respectiva clasificación

Taxonomía del Cáñamo	
Reino	Plantae (plantas)
División	Magnoliophyta (plantas con flores)
Familia	Cannabaceae
Genero	Cannabis
Especie	Sativa
Clase	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Orden	Urticales

Fuente: Aulestia (2022)

### 2.6.1.4 Composición química de Cannabis Sativa

Cannabis Sativa según Aulestia (2022) contiene tetrahidrocannabinol (THC) u cannabidiol (CBD), cannabicromeno (CBC), su estructura molecular puede ser el inicio de una variedad de resultados innovadores.

Tabla 3  
Composición química de la flor de cáñamo

Composición	Porcentaje
Humedad	80,40%
Proteínas	3,04 %
Grasa	0,46 %
Carbohidratos disponibles	1,10 %
Fibra	12,90 %
Cenizas	2,10 %

Fuente: Aulestia (2022)

### 2.6.1.5 Macro elementos minerales del Cannabis

De acuerdo a Aulestia (2022) los macroelementos minerales del cannabis son nutrientes esenciales que la planta necesita en abundante volumen para su evolución, progreso y avance.

Tabla 4 Composición de macro elementos de la flor de cáñamo

Composición	Flor de cáñamo
Sodio	169,00
Potasio	22,40
Calcio	0,83
Magnesio	1641,00

Fuente: Aulestia (2022)

### 2.6.1.6 Valor nutricional de la flor de Cáñamo

De acuerdo a Aulestia (2022) esta planta se destaca en industria textil, medicinal y alimentaria, sin embargo, no se tiene suficientes estudios de su composición nutricional, siendo, un factor relevante para la innovación de nuevos productos.

Tabla 5 Valor nutricional de la flor de Cáñamo

Contenido	Flor de Cáñamo
Aceite	13,00
Proteínas	3,04
Carbohidratos	1,10
Humedad	80,40
Cenizas	2,10
Energía	4,00
Fibra dietética total	12,90
Fibra digestible	8,10
Fibra no digestible	4,80

Fuente: Aulestia (2022)

### 2.6.1.7 Artículos resultantes mediante la flor de cáñamo

#### □ **Cosméticos**

Según Mentactiva (2021) a través del paso de los años, los estudios del Cannabis se ha incrementado y se le ha atribuido muchas más aplicaciones, como es el caso de la aplicación como ingrediente en la elaboración de productos cosméticos para controlar tratamientos dermatológicos, como la dermatitis, psoriasis o esclerodermia.

#### □ **Extractos**

Con base en la flor de cáñamo se puede obtener diferentes extractos menciona Hatfield (2021) que tanto en base de glicerina, acuosa u otros solventes, los extractos obtenidos son ricos en compuestos bioactivos como los antioxidantes y son usados en el mercado de belleza y cuidado personal con el fin de generar productos como tónicos, geles, entre otros.

### □ **Biocombustible**

Otra manera de obtener biocombustible según Hatfield (2021) es a partir de la planta de cañamo en donde se incluye las flores para así crear etanol celulósico. Una vez cosechadas las plantas se las calienta con productos químicos, este proceso provoca que la materia vegetal libera celulosa, a esta celulosa se descompone en azúcares con la adición de azúcares, dando a la formación de etanol, al producto obtenido se lo purifica y destila obteniendo así un biocombustible.

### □ **Beneficios de la flor**

La flor de cañamo según Feliu (2023) cuenta con diversos beneficios, entre los principales son su capacidad analgésica y antiinflamatoria, lo cual lo hace atractivo en el uso de cremas para contrarrestar el dolor y la inflamación. Otra propiedad importante es la relajación debido a que esta ayuda a reducir y modular la ansiedad de estrés, ayudan con el insomnio y combatir los nervios.

La flor de cañamo de acuerdo a Feliu (2023) contiene CBC, CDG y cannabinoides, además tiene terpenos, compuesto que atribuyen características como el aroma y sabor que constituyen elementos de vital importancia como los extractos. Los compuestos terpenos poseen propiedades bactericidas lo que puede beneficiar para enfrentar a bacterias que sean resistentes a diferentes antibióticos. Además, esta flor cuenta con otras propiedades como es antiemético e inmunomoduladores, que ayudan a combatir la astenia.

#### **2.6.2.1 Cerveza Artesanal**

Menciona Cisneros Llerena (2023) que en el Ecuador una persona consume per cápita un valor de 39 litros, lo que refleja un consumo de 5,5 millones de hectolitros/año. Hoy en día menciona Cisneros Llerena (2023) que existen cerca de 150 cervecerías artesanales, las cuales solo un grupo de alrededor de 55 están dentro de la Asocerv, dado que solo representan el 1% del mercado en comparativa a los monopolios de distribución de cerveza industrial.

#### **Tipos de cervezas artesanales.**

##### **2.6.2.2.1.1 Derivados de la cerveza artesanal India Pale Ale (IPA)**

### □ **American IPA**

Menciona Argudo (2021) que este tipo de cerveza contiene un mayor contenido alcohólico que una Pale Ale, la misma puede contener entre un 5,5 y 7,5 % de ABV, con un perfil que la caracteriza por ser más lupulado y amarga, donde se destaca su perfil por el lúpulo utilizado y no las maltas, siendo una fermentación limpia y de final seco.

### □ **Ale Pálida Americana (American Pale Ale) (APA)**

Menciona Domene (2022) que es una cerveza orientada hacia la aplicación del lúpulo y con un aporte suave de sus maltas. Los lúpulos utilizados dan notas cítricas, florales, resinosas o a su vez espaciadas, dando un amargor moderado a alto, pero que es mucho más balanceada que la IPA, lo que la hace más apetecible para beber.

## **2.6.2.2.2.1 Derivados de la cerveza artesanal Weissbier**

### □ **Kristall**

Posee apariencia más nítida y menos difusa debido a que se cuela adecuadamente, pero manteniendo matices de sabor y aroma a lúpulo. Con burbujeo denso y duradero; con fragancia, característicamente especiada, con contenido relativo a 5 % de volumen en alcohol (Orellana, 2022).

### □ **Weizen Hefe**

Cervezas que poseen gran cantidad de levaduras que dan como resultado una apariencia turbia y difusa debido a la omisión de un filtrado. Durante su ciclo de producción, tienen un añadido de ácido láctico que proporciona acidez de manera sutil, suave y energizante (Orellana, 2022).

### □ **Weizenbock**

Cerveza de trigo de tonalidad negra y densidad de cuerpo enriquecida, elevado porcentaje de alcohol en volumen llegando al 7 %. Mantienen nota ácida adecuada a la par de exhibir fragancias provenientes de las levaduras (Orellana, 2022).

### □ **Bóira de Menárgens**

Menciona Martínez Muñoz (2015) que es una cerveza de fermentación alta, de estilo Alemán Weissbier de origen de trigo blanco, elaborada con malta de cebada, trigo de origen ecológico de Tarroja de Segarra, lúpulo y levadura, con características que presentan un color

dorado, con espesa espuma, blanca y duradera. Con un sabor afrutado, refrescante y suave, con carácter ácido y cítrico.

#### **2.6.2.2.3.1 Derivados de la cerveza artesanal Ale**

##### **☐ Ale Rubia (Blonde Ale)**

Menciona Domene (2022) que es una cerveza de origen americana suave con matices agradables, donde se resalta las notas frutales con un ligero sabor a lúpulo, su amargor es de medio-bajo a bajo, dando un balance dulzor a maltosa, siendo refrescante lo que le hace más apetecible a beber.

##### **☐ Ale Dorada Británica (British Golden Ale)**

Menciona Domene (2022) que es una cerveza tipo Ale donde predomina en su sabor a lúpulo, dando como resultado un amargor de medio a medio-alto, siendo una cerveza balanceada hacia el lúpulo, siendo, que, surgió como una cerveza refrescante de verano en contra posición a las cervezas de fermentación Lager.

#### **2.6.2.2.4.1 Derivados de la cerveza artesanal Sour y ácidas**

Menciona Fontana (2020) que este tipo son también conocidas por su acidez o sour beers, y que se ha incrementado a lo largo de los últimos años, según la BJCP (Beer Judge Certification Program) los estilos que entran en este tipo de estilo son las European Sour Ale de igual manera que las belgas Lambic y Flander, entre otras.

##### **☐ Berliner Weisse**

Menciona Quiroz Rincón y Useche Alarcón (2021) que es una cerveza con un aroma ácido, con un carácter frutal siendo de limón o manzanas ácidas, con una apariencia de color pálido, pero con presencia de turbidez, y espuma blanca y altamente carbonatada. Un sabor donde predomina la acidez láctica.

##### **☐ Lambic**

Menciona Quiroz Rincón y Useche Alarcón (2021) que es una cerveza con aromas a tierra, caprino o heno; un suave aroma cítrico-frutal que se considera favorable, teniendo un color amarillo pálido a dorado profundo, con sabores frutales que son más simples con sabor a manzana u otras frutas ligeras.

## □ **Fruit Lambic**

Menciona Quiroz Rincón y Useche Alarcón (2021) es una cerveza donde predomina un aroma dominante, siendo ácido a un nivel ligero a intermedio; y un aspecto que varía por su incorporación de frutas, y un sabor a fruto especificado siendo evidente, siendo de ácido bajo a moderado.

### **2.6.2.3 Tipos de cerveza según su fermentación**

#### **2.6.2.3.1 Cervezas Lager**

Menciona Renteria Sernaque (2019) que este tipo de fermentación trabaja a temperaturas bajas, donde el tiempo puede variar, dado que, puede ir desde las dos semanas, a tres semanas, y varios meses, siendo el mosto almacenado, donde el extra de levadura se asienta y produce efervescencia, siendo colada y almacenada ya sea en botella o barril, pero sin poder ser conservada durante un largo periodo, ya que se puede oxidar.

#### **2.6.2.3.2 Cervezas Ale**

Menciona Renteria Sernaque (2019) que las cervezas Ales están hechas a base de alta calidad de calor en la fermentación, resultando en como los tipos de levadura que se utilizan se eleven al tope. Este tipo de alta calidad de calor en fermentación resulta en cervezas con fragancias y colores con gran diferencia en su tonalidad, alta calidad, dando a entender una lista muy larga del tipo de cervezas, el mismo término define únicamente al tipo de fermentación que se utiliza, y no tiene que ver a las maltas o lúpulos que se utilizan, a su vez, ni el color o contenido alcohólico.

### **2.6.2.4 Materias primas del proceso**

De acuerdo con Ferreyra (2021), los elementos indispensables para generar esta bebida alcohólica son el agua, la malta, el lúpulo y la levadura, por lo que la ausencia de alguno vuelve imposible elaborarla. Sin embargo, en variaciones que demandan ingenio, es posible aumentar la lista a “adjuntos” con sabores tales como la miel, el azúcar, melazas o cereales no malteados, entre otros.

#### **2.6.2.4.1 Cebada**

La secuencia de malteado consiste de una germinación con pausas controladas en etapas de secado y tostado del grano, con el fin de activar enzimas que transforman el almidón en azúcares. Estos azúcares simples son fundamentales, ya que sirven como base para que las

levaduras produzcan alcohol y CO<sub>2</sub>. El malteado abarca varias etapas, como la limpieza, clasificación, secado y almacenamiento del grano tras la cosecha. Una vez recibido, el grano pasa por un proceso de remojo, germinación, tostado, enfriado, limpieza y almacenamiento. La cultura cervecera ha experimentado transformaciones significativas, que se reflejan en la variedad de sabores encontrados en diferentes culturas, gracias al uso de diversas materias primas como trigo, maíz, cebada y sorgo (Santacruz, Antunes, Gomez, Velez, & Mancini, 2023).

#### **2.6.2.4.1.1 Tipos de cebada y variedades**

Existen diversas categorías y variantes con alta relevancia en elaboración de malta y cerveza dependiendo de la cebada. (Ponce-Molina L. , y otros, 2015).

##### **2.6.2.4.1.1.1 Tipos de cebada**

Las variables de cebada dependen de factores propios y externos que definen su diversificación y heterogeneidad, así:

##### **2.6.2.4.1.1.2 Número de hileras**

###### **□ Dos hileras**

Menciona Realpe (2022) que tipo ‘Terán 78’ es una especie conocida como *Hordeum distichum* L (2 carreras o hileras) y posee un ciclo vegetativo de 145 días siendo desde la siembra a floración de 80 días, y de floración a madurez 65 días. Teniendo una espiga barbada media semicompacta. Es resistente a las principales enfermedades, presenta un buen rendimiento, es depaja fuerte, y que puede utilizarse para el consumo humano, para forraje y como complemento de almidones en la industria cervecera.

###### **□ Seis hileras**

Mencionan Carrillo y Minga (2021) que este cereal puede ser utilizado con varios propósitos, siendo para la alimentación humana, como forraje para la alimentación animal y como malta para lo que es la industria cervecera, en el caso del país de México, su producción se basa en este tipo de cebada, dado que, es un grano con más calidad para malta, utilizando para el mismo la cebada de seis hileras.

##### **2.6.2.4.1.2 Variedades de cebada:**

### □ **Variedades mejoradas de cebada generadas por INIAP**

Ponce et al (2015) menciona que Ecuador se tiene un total de 14 variedades diferentes de cebada que fueron mejoradas mediante la aplicación de diferentes técnicas con los métodos descritos en el documento, dando resultados deseables, con alto rendimiento, y sobre todo sean resistentes a enfermedades. Esto fue gracias a al trabajo realizado por varios investigadores que pertenecen al INIAP (Programa de Mejoramiento de Cereales del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), cabe destacar que antes que lleguen a manos del usuario final, este trabajo duró entre 10 y 15 años de investigación.

- **Principales características de variedades mejoradas de cebada de dos hileras:**  
INIAP-Terán 1978; INIAP-shyri 1989; INIAP-Atahualpa 1992; INIAP-shyri 2000; INIAP-Pacha 2003; INIAP-Cañicapa 2003; INIAP-Guaranga 2010; INIAP-Palmira 2014 (Ponce-Molina, Garófalo, Velásquez, Noroña, & Jiménez, 2023).
- **Principales características de variedades mejoradas de cebada de seis hileras:**  
INIAP-Dorada 1971; INIAP-Duchicel 1978; INIAP-Calicuchima 1992; INIAP-Cañari 2003; INIAP-Quilotoa 2003; INIAP-Ñusta 2016 (Ponce-Molina L. , y otros, 2018).

#### 2.6.2.4.1.3 Valor nutricional

##### □ **Composición nutricional por 100 g**

Nos menciona Zhang et al. (2022) la cebada es uno de los cereales más antiguos conocidos por el ser humano, y en la actualidad forma parte de la alimentación de muchas culturas y tradiciones, y que contiene variedad de fitoquímicos bioactivos que son potencialmente buenos para la salud.

##### □ **Minerales por 100 g**

Es uno de los cereales altamente digeribles y con un elevado poder nutricional. Previene la descalcificación de los huesos gracias al contenido de calcio y fósforo en una relación equilibrada. Puede ser una ayuda válida en la prevención de las enfermedades del corazón debido a su contenido de ácidos grasos esenciales, minerales y su poder alcalinizante (Fajardo, 2020).

##### □ **Vitaminas por 100 g**

La composición química que la cebada *Hordeum vulgare*, tiene tanto principios inmediatos y sales minerales como vitaminas. Siendo los principios inmediatos y sales

minerales más importantes: proteínas, magnesio, hidratos de carbono, potasio fosforo, cloro. Además, las vitaminas más destacadas de la cebada son la vitamina A y vitaminas del grupo B (Fajardo, 2020).

Tabla 6 Composición nutricional de la cebada contenido por porción de 100g

Composición	Cantidad (g)
Kcalorías	350,00
Humedad	10,70
Proteínas	10,00
Grasa	2,10
Carbohidratos totales	75,30
Fibra	3,30
Ceniza	1,90
Componente	Mg
Calcio	37,00
Fósforo	318,00
Hierro	5,60
Tiamina	0,35
Rivoflavina	0,12
Niacina	13,96

**Fuente:** Mancipe et al- (2021).

#### **2.6.2.4.2 Trigo**

El trigo es una planta que crece en la tierra, y es ampliamente cultivada alrededor del mundo. Por esta razón, puede incluso superar a las demás especies silvestres o domesticadas productoras de semillas, en tema de cantidad (Flores, Corral, Ávila, & Hernández, 2021).

##### **2.6.2.4.2.1 Tipos de trigo y variedades**

Mencionan Flores et al. (2021) que la textura del endospermo diferencia en trigo vítreo y trigo harinoso; y que su dureza los clasifica en trigos que son duros y otros blandos y según su fuerza con fuertes y flojos, en la industria para su preparación se encuentran tipos como trigo integral, malteado inflado, harina, pan, bollería, pasta, sémola, semolina, salvado, entre todos.

##### **□ Clasificación de trigo por fecha de siembra.**

Existen dos estaciones en las que el trigo tiene su fase de crecimiento: invierno y primavera. De modo que, el trigo que se planta en otoño y se cosecha en primavera, se denomina trigo invernal. Y el trigo que se planta en primavera y se cosecha a principios del otoño, se denomina trigo primaveral (Flores, Corral, Ávila, & Hernández, 2021).

##### **2.6.2.4.2.2 Valor nutricional**

## □ Composición química del trigo

A continuación, en la tabla N°7, se presenta la composición nutricional del trigo donde se presenta algunas características como la humedad, proteína, carbohidratos, fibra bruta, grasa y ceniza.

Tabla 7 Valor nutricional del trigo

Composición	Cantidad (%)
Humedad	10 – 14
Proteína	7 – 12
Carbohidratos	63 – 73
Fibra bruta	1 – 4
Grasa	1 – 5
Cenizas	1,5 – 2,5

**Fuente:** Mancipe et al. (2021).

### 2.6.2.4.3 Malta

Las maltas de base y especiales, son sus dos grupos característicos. De modo que, las maltas de base se caracterizan por representación en la esencia de cada receta, además de su aporte enzimático. Esto se puede observar en la existencia de 4 maltas de base que han sido ampliamente difundidas: Pale, Mñunich, Pilsen y Viena (Ferreyra, 2021).

#### 2.6.2.4.3.1 Tipos de maltas

##### 2.6.2.4.3.1.1 Maltas Especiales

Por otra parte, las maltas especiales no aportan enzimas debido a que la temperatura de secado de entre 100 a 250 °C, las inactiva; pero son utilizadas para dotar a las cervezas de colores específicos, sabores y aromas (caramelo, chocolate, tostado, café, etc.) (Ferreyra, 2021).

Según (Malta Cervecera, 2017) **REVISTA** Las maltas que se utilizan en el proceso de fabricación de cerveza tienen su particularidad, dado que, son las encargadas de dar ese toque al mosto, por su proceso en el que se remoja, germina, se seca y luego se procede a tostar, temperaturas, humedad, entre otros, que se reflejan en estilos de cerveza como las Brown Ales, Ales Oscuras, Ales Irlandesas, Escoseas, Porters, Stouts, Cervezas de trigo, entre otras.

##### 2.6.2.4.3.1.2 Maltas Base

Menciona (Galvañ Valdés, 2016) que las enzimas de las maltas base aportan la capacidad de convertir los ingredientes de una receta en un alimento para la levadura. Estas enzimas llegan a solubilizar las azúcares presentes y a su vez las proteínas necesarias para alimentar a la levadura

durante el proceso de maceración, con el fin de que se realice la fermentación, el cual es un paso indispensable de la cerveza.

#### **2.6.2.4.3.1.3 Maltas Caramelo**

Menciona Galvañ (2017) aportan los matices a los diferentes estilos de cerveza con es el color, sabor, aroma y cuerpo, a diferencia de las maltas base que es la conservación del almidón y proteína del grano, en las maltas caramelo donde se extraen los azúcares y aminoácidos para que reaccionen entre ellos y dan como resultado a compuestos que realzan la cerveza.

##### **□ Malta tipo Amber**

Menciona Galvañ (2017) que este tipo de malta es de carácter maltoso otorgando tonos anaranjados, presentes en estilos oscuros como las Ales Belgas.

##### **□ Malta tipo Brown**

Menciona Galvañ (2017) que este tipo de malta es de carácter maltoso que se combinan con aromas a moca y chocolates, utilizadas en cervezas como la Mild Ale, Stout y Porter.

##### **□ Malta tipo Munich**

Menciona Galvañ (2017) que es una malta que da notas a pasas secas, o a caramelo quemado, aportando cuerpo y tonos granates a la cerveza, que son utilizadas en cervezas Amber, Ale, Dunkel Lager, Dark Ale, Stout, Porter y Bock.

#### **Agua**

El agua, al tener una dureza temporal, es rica en bicarbonato cálcico, lo cual resulta importante para el proceso de producción de cervezas oscuras, es por ello que las cervezas de Munich, Londres y de Dublin tienen tanta fama y renombre. Es importante saber que el agua puede modificarse con la finalidad que se tenga, de lo cual surgen problemas como la adecuación del agua en los equipos de limpieza. Dado que el agua es utilizada para la limpieza y para el vapor, tienen una composición química óptima, la cual es diferente a la de producción. De modo que, se tiene preferencia por el agua ligeramente dura, la cual forma una película pasiva sobre las superficies (Castorena, Juárez, Cano, Santiago, & López, 2021).

#### **Adjuntos en el agua**

Entre los adjuntos más importantes del agua, se destaca el  $\text{CaSO}_4$  por su efecto para reducir el pH, lo cual favorece la proteólisis y la sacarificación durante el proceso de maceración. Otro

factor a tomar en cuenta, la condición ácida, dado que reduce el color del mosto, el uso del lúpulo y reduce la astringencia (Paredes, Barrigas, Muñoz, Pineda, & Pineda, 2021). Asimismo, el calcio tiene efectos para la formación de turbios después de proceso de cocción y floculación de la levadura, lo cual, luego de terminar el proceso de fermentación, no afecta el sabor de forma perceptible (Ferreyra, 2021).

Por otra parte, el NaCl puede emplearse en niveles de entre 75 a 150 mg/L con el fin de mejorar el cuerpo. Esto se debe a que un alto nivel de bicarbonato en el agua, específicamente para la fabricación de cerveza, es indeseable porque produce incrementa pH durante la maceración, lo cual es lo menos deseable. Es por ello que, el agua con un alta concentración de hierro también es indeseable, debido que su capacidad para presentar óxidos hidratados color rojo - marrón y producir colores más oscuros por la interacción con las sustancias fenólicas del lúpulo y la malta, además de transmitir un gusto metálico (Ferreyra, 2021).

## **Levadura**

La levadura, al ser un hongo microscópico unicelular que transforma los glúcidos y los aminoácidos en alcohol y dióxido de carbono, es un organismo eucariótico. Existe una variedad de especies, las cuales se clasifican acorde a las características de reproducción, forma celular, fisiología y hábitat. Una de sus características más interesantes es su capacidad para metabolizar azúcares (Castorena, Juárez, Cano, Santiago, & López, 2021).

### **2.6.2.4.5.1 Tipos de levadura**

#### **□ Safale™ S-04**

Cepa ale inglesa seleccionada por su rápida capacidad fermentativa y por formar un sedimento compacto al final de la fermentación, ayudando a mejorar la claridad de la cerveza. Recomendada para la producción de un amplio rango de ales y especialmente adaptadas para acondicionamiento en barriles y fermentación en tanques cilíndricos – cónicos (Fermentis, 2015).

#### **□ Safale™ US-05**

Levadura ale americana, que produce cervezas bien balanceadas, con baja concentración de diacetilo y un paladar fino limpio, fresco y vivaz. Forma una capa superficial y se caracteriza por permanecer en suspensión durante la fermentación (Fermentis, 2015).

#### □ **Safale™ WB-06**

Safale™ WB-06 es una *Saccharomyces cerevisiae* var. *diastaticus* y se caracteriza particularmente por su alta atenuación. Levadura de especialidad, seleccionada para fermentaciones de cervezas de trigo. Producen notas sutiles de ésteres y fenoles (POF +) típicos de las cervezas de trigo. Permite elaborar cervezas con un perfil de alta “drinkability” y presenta una gran capacidad de mantenerse en suspensión durante la fermentación (Fermentis, 2015).

#### □ **Sour Pitch**

Una de las bacterias de ácido-láctico de alta pureza y que tiene un alto rendimiento, conocida como WildBrew Sour Pitch, fue seleccionada porque produce una variedad de cervezas ácidas, también conocidas como sour beers (Lallemand, 2024).

Esta bacteria tiene la característica de producir un perfil cítrico muy aromático y limpio, lo cual es indispensable en estilos tradicionales y modernos. Cuando se produce la inoculación en su óptima temperatura, y otras condiciones óptimas, se obtiene una bacteria con un alto potencial, segura y muy fácil de manejar en métodos de acidificación. El método más conocido es la acidificación en caldera (kettle souring). Asimismo, esta bacteria tiene la capacidad de proveer un excelente rendimiento ya que produce resultados consistentes para el cervecero. Estilos elaborados con esta bacteria incluyen, pero no se limitan a: Berliner Weisse, Gose, estilos tipo lambic, American Wild y Sour IPA (Lallemand, 2024).

#### **2.6.2.4.6 Lúpulo**

El lúpulo, con su nombre científico *Humulus lupulus L.*, pertenece a la familia de las *Canabináceas*, por lo que es una planta trepadora. Tiene inflorescencias femeninas en la base de lupulina, cuyas glándulas contienen resinas que se usan para dar amargor, además se usan para aceites esenciales asociados al sabor y aroma. Estas resinas tienen un contenido que varía considerablemente, al igual que los aceites esenciales, dependen de la variedad y condiciones edafo-climáticas del cultivo, por lo que se incluyen los alfa-ácidos (Ferreira, 2021).

##### **2.6.2.4.6.1 Taxonomía del lúpulo.**

Se presenta la tabla N°8, la taxonomía del lúpulo, dando su clasificación botánica siendo reino, subreino, división, clase, subclase, orden, familia, género y especie.

Tabla 8 Taxonomía del lúpulo

Taxonomía del Lúpulo	
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Hamamelidae
Orden	Urticales
Familia	Cannabaceae
Género	Humulus
Especie	Humulus lupulus L.

Fuente: Cerquin (2020)

#### 2.6.2.4.6.2 Tipos de Lúpulos

##### 2.6.2.4.6.2.1 Función del lúpulo

Menciona Camacho (2023) que el lúpulo aporta un sabor amargo a la cerveza, pero comenzó siendo un sustituto de los aromatizantes, además contribuye a su conservación, y tiene efectos antisépticos siendo un estabilizador de la cerveza, en el mundo botánico se lo conoce como *Humulus lupulus L.*; siendo una especie originaria de Europa y Norte-América.

##### 2.6.2.4.6.2.2 Alfa y Beta ácidos

El lúpulo contiene unas resinas con ácidos alfa y beta, los cuales hay que tener en cuenta al fabricar cerveza.

Menciona Camacho (2023) que el lúpulo contiene dos componentes principales que aportan en cierta medida al amargor que tiene una cerveza, por un lado, están los alfa ácidos, o también conocidas como Humulonas y los betá ácidos, o llamados como Lupulonas, dichos componentes varían por el tipo del lúpulo.

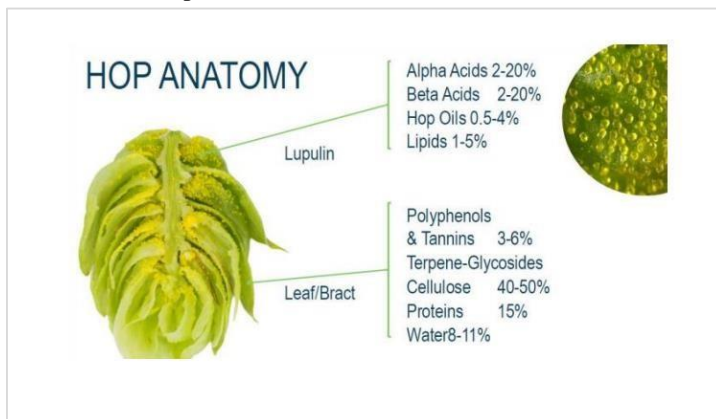
Menciona Carvalhal (2018) que posee un valor menor en la elaboración de la cerveza, sin embargo, contiene actividad antimicrobiana por la presencia de tres grupos isoprenilo, la bio actividad es importante por la muerte de microorganismos durante el almacenamiento de la cerveza, a su vez, existen los compuestos que son sensibles al proceso de oxidación pero que puede actuar como agente antioxidante en la cerveza.

### 2.6.2.4.6.2.3 Estructura del cono de lúpulo

La estructura del cono del lúpulo contiene una variedad de aceites esenciales, hasta un 1 %. Entre ellos se destacan el mirceno, humuleno,  $\beta$ -cariofileno y farnesceno, pero contiene más de cien principios de otro tipo. Esta estructura también se caracteriza por su complejo de resinas amargas, de ente un 3 % a un 12 %. En este rango de porcentajes resaltan el ácido valeronico, lumulona y lupulina. La lupulina, es el nombre que reciben en conjunto los aceites esenciales y las resinas amargas. Dado que el lúpulo contiene 8-prenilnaringenina, es el más potente fitoestrógeno conocido (Cerquin Bueno, 2020).

La figura 1 muestra la anatomía del cono del lúpulo, con sus partes y que contiene dentro de la misma.

Figura 1  
Anatomía del Lúpulo



Fuente: Oddone (2022).

### 2.6.2.4.6.2.4 Lúpulos más populares

#### □ Cascade

Según Pereyra et al. (2020) existen variedades de lúpulos amargos, como el Cascade que aportan aspectos más de amargura que de aroma, y que las formas de usar el lúpulo es en fresco, o su forma comercial que, bajo la extracción o concentrado, que se da en forma de polvo prensado o más conocido como pellet, que es como se distribuye en España y en América al conservar sus propiedades.

#### □ Centennial

Menciona Oddone (2021) que el lúpulo Centennial posee un 9,5 % de AA (alfa-ácidos), es decir, posee un perfil similar al lúpulo Cascade pero con notas más aromáticas y más

intensos, por lo que, es conocido por su otro nombre Super Cascade, donde destaca aspectos como cítrico y resinoso, como el limón y el pino.

#### □ **Chinook**

Menciona Oddone (2021) que el lúpulo Chinook posee un 11 % de AA (alfa-ácidos), es decir, posee un balance único entre resina y cítricos, donde se destaca las notas a pino y pomelo, es muy recomendable para estilos de cerveza como las American Ales.

#### □ **Columbus**

Menciona Oddone (2021) que este lúpulo posee un 12,5 % de AA (alfa-ácidos), es decir es uno de los lúpulos que aportan amargor a la cerveza por excelencia, además aporta sabor y aroma, que es destacado por sus notas especiadas y herbales.

#### □ **Lemondrop**

Menciona Oddone (2021) que este lúpulo posee unos AA (alfa-ácidos) de entre 2,5 a 5,5 %, donde predomina las notas a limón y menta que es tanto en sabor como en aroma, este lúpulo es ideal para dar aroma a diferentes estilos de cerveza como las Ales ligeras como pueden ser Golden, Irish, Scotch, entre otras.

#### □ **Calypso**

Menciona Oddone (2021) que este lúpulo posee 14% de AA (alfa-ácidos), es decir, posee un perfil afrutado que es agradable a notas dulces o a frutas tropicales y cítricas, que es ideal para que se combine con lúpulo cítrico o resinoso para obtener un balance entre los dos.

#### **2.6.2.4.6.2.5 Características botánicas similares entre lúpulos y cáñamo que aportan a la cerveza.**

Mencionan Acosta et al. (2021) que una vez cosechada y secada la planta de Cannabis (Flor de cáñamo), se procede a lo que es la extracción de cannabinoides y terpenos, la finalidad de este procedimiento es los tricomas, dado que allí se encuentran los aceites esenciales, siendo las estructuras cristalinas que se ubican en la parte externa de los brotes de la planta.

Asimismo, los estudios han demostrado que es posible hacer uso de los terpenos, por sus características analgésicas, inmunosupresoras, relajantes musculares, agentes antiinflamatorios, modulares del apetito, antidepresivos, antieméticos, neurolépticos,

antineoplásicos y sobre todo antialérgicos (Acosta Peña, Duarte Méndez, Garzón Truque, Molina Roa, & Rojas Burgos, 2021).

#### □ **Terpenos**

Mencionan Acosta et al. (2021) que el Cannabis tiene en su interior terpenos, los cuales son compuestos orgánicos aromáticos y volátiles, los cuales se forman por el enlace de hidrocarburos de 5 átomos de carbono, llamados isopreno; estos producen la característica organoléptica como el aroma y el sabor que tienen las plantas y que, a su vez, constituyen la parte del aceite esencial que producen las plantas aromáticas.

#### □ **Cannabinoides**

Mencionan Acosta et al. (2021) que el Cannabis al ser una planta medicinal más antiguas, poseen en su interior cannabinoides y constituyentes de tipo no canaabinoides, donde existen alrededor de 500 compuestos de *C. sativa*, dicho esto, refieren a compuestos terpenofenólicos C21 los cuales se encuentran específicamente en el Cannabis. Radwan et al. (2021, p.2) los componentes no cannabinoides incluyen entre sus clases a fenoles que no son cannabinoides, terpenos, flavonoides alcaloides, etc.

### **2.6.2.4.7 Proceso para el proceso de fabricación de cerveza artesanal.**

#### □ **Recepción de la materia prima**

Nos menciona Quinatoa et al. (2023) que se recibe la materia prima, malta e insumos como lúpulo, agua, levadura y clarificante, que se utilizan durante la fabricación de la cerveza, la cantidad dependerá de los tratamientos y estilo de cerveza a elaborar, además se verifica las condiciones de los empaques de la materia prima e insumos, que no presenten daño alguno.

#### □ **Pesado de insumos**

Mencionan Quinatoa et al. (2023) que se pesa las diferentes concentraciones del lúpulo y de cáñamo esto varía bajo cada formulación de tratamiento, a su vez, los niveles de levadura y proporción de maltas que es dado por el estilo de cerveza.

#### □ **Molienda**

Menciona Ferreyra (2021) que la molienda no debe ser muy larga o duradera, dado que provocaría un exceso de harina dificultando el filtrado posterior, pero, a su vez, no debe existir granos enteros, que resultaría en la dificultad de extraer los azúcares necesarios.

### □ **Macerado**

Según Quishpe (2022) el macerado, es la etapa donde se mezcla el grano que fue previamente molido junto al agua, con objetivo es extraer las enzimas de las maltas. Mencionan Quinatoa et al. (2023) que se añade el agua en base a la formulación o estilo de cerveza, la temperatura debe llegar a 65 °C, al alcanzar esta temperatura se agregan las maltas, donde se remueve para que no se formen grumos y se controla su temperatura por un tiempo de 60 minutos, generando un mosto oscuro y dulce.

### □ **Prueba de yodo**

Menciona Zeas (2021) que, para verificar la conversión completa del almidón en azúcar utilizando la prueba de yodo, si se produce un color negro, existe almidón aun presente, por el contrario, si no se produce un color negro y se mantiene el color del mosto, ya se ha sintetizado todos los azúcares.

### □ **Lavado de granos**

Según Ferreyra (2021) el objetivo del lavado de granos es extraer los azúcares restantes que se encuentran en la malta, el agua utilizada para el lavado de los granos debe tener 75 °C, dado que, a una temperatura menor existe un choque térmico y aumenta la viscosidad de la solución lo que dificulta su correcta extracción, en cambio, a una temperatura mayor, se obtiene compuestos astringentes propios del grano.

### □ **Cocción**

Según Cerón (2020) se lleva el mosto a punto de ebullición, para que exista una estabilización enzimática, entre el mosto y las proteínas que existen por el procesamiento, en esta etapa, se agrega el lúpulo, este proceso se lleva a cabo por una hora.

Menciona Zeas (2021) que a partir de este punto, se emplea material esterilizado, evitando la presencia de contaminación microbiana o de alguna contaminación que llegue a perjudicar la cerveza en su proceso.

Según Ferreyra (2021) una vez terminado la cocción es necesario que el mosto se enfríe y se prepara para su inóculo de levaduras(s), el enfriado no debe llevar un tiempo no mayor de

30 a 40 minutos, para evitar la concentración de microorganismos externos que afecten a la cerveza. En caso de este tipo, para cantidades menores se utiliza hielo, por el exterior y en caso de un volumen medio/alto existe el serpentín, que disminuye la temperatura por su flujo contante de agua sin que este en contacto directo con el mosto.

#### □ **Fermentación**

Mencionan Mannise (2022) que una vez enfriado el mosto entre 22 a 25 °C, se trasvasa a un botellón o recipiente de fermentación, que ha sido previamente desinfectado con alcohol o alguna sustancia sanitizante, evitando alguna contaminación con microorganismos, una vez listo el líquido se procede a introducir la levadura que puede estar activada, y se agita con fuerza para que exista un correcta oxigenación y las levaduras puedan desarrollarse de una forma correcta.

#### □ **Embotellado**

Se embotella la cerveza, y se puede agregar de 1 hasta 3 gramos de glucosa, dextrosa o algún azúcar en cada botella de 330 ml, para que se produzca segunda fermentación en botella (Cerón Rivera, 2020). Según Quinatoa et al. (2023) se prepara una solución de dextrosa que se coloca en la cerveza, que fue elaborada con la mezcla de agua, la cual es purificada llevándola a ebullición, una vez fría, se añade 5 gramos de dextrosa por litro, se distribuye homogéneamente para la reactivación de la levadura, y se procede a llenar el líquido en botellas de color ámbar previamente esterilizadas con ayuda de una manguera de silicón de grado alimenticio, llenando cada botellas hasta una marca de entre 3cm a 4cm cerca del cuello de la botella, se sella de forma segura con tapas tipo corona.

#### □ **Maduración.**

Según Zeas (2021) se trasiega a otro recipiente sin arrastrar las levaduras del fondo y se coloca a 10 °C por 20 días. Menciona Cerón (2020) que el proceso se lleva a una temperatura de entre 1 a 10 °C y durará por un tiempo aproximado de 7 días, y que dependerá del estilo de cerveza, en este proceso, se complementarán el sabor y aroma de la cerveza, y a su vez, se elimina sabores y aromas extraños de la cerveza.

## □ Almacenamiento

Una vez pasado el tiempo de maduración, se puede guardar a temperatura fría entre 10 a 15°C, o a su vez a temperatura ambiente del lugar, para que tiempo después se pueda probar la cerveza en el análisis sensorial, además, el análisis físico y químico establecidos.

### **2.6.2 MARCO CONCEPTUAL**

#### **2.6.2.1 Cerveza Artesanal**

Menciona Pihuave et al. (2022) que mediante la fermentación alcohólica de un extracto acuoso de cebada malteada, se obtiene cerveza de forma natural. Su elaboración requiere de cuatro ingredientes clave : agua, mata de cebada, lúpulo y levadura. Como resultado de este proceso se obtienen el anhídrido carbónico y el alcohol etílico.

#### **Cerveza artesanal India Pale Ale (IPA)**

Menciona Argudo (2021) que se reconoce a la ‘India Pale Ale’ como uno de los estilos más desarrollados en el mercado de las cervezas artesanales, que se encuentran diferenciados según la BJCP (Beer Judge Certification Program) en tres grupos o familias la IPA Inglesa, IPA Americana e IPA Imperial.

#### **Cerveza artesanal Weissbier**

Menciona Orellana (2022) Las cervezas weizen y las Weissbier se obtienen con un porcentaje de 50 % de trigo en su formulación, se trata de una producción alemana, que tiene un color pálido y turbio dado su re fermentación, también poseen espuma ligera pero que es persistente, y para su degustación posee un punto a frutas y de especias, siendo que posee un grado alcohólico del 5 %, y un toque ácido.

#### **Cerveza artesanal Ale**

Menciona Renteria (2019) que las cervezas Ales se caracterizan por su alta fermentación, lo que provoca que las cepas de levadura asciendan a la superficie. Esta fermentación en caliente contribuye a una diversidad de aromas, sabores y tonos de cerveza, ofreciendo perfiles sensoriales complejos,

#### **Cerveza artesanal Sour**

La Berliner Weisse, consiste en una cerveza base de 50 % de trigo, de color claro, con un carácter ácido y refrescante afrutada. Su producción incluye una fermentación láctica inicial

con lactobacilos, lo cual otorga su característico sabor. Se presenta un bajo grado alcohólico y una carbonación elevada (Fontana, 2020).

### **Cerveza de cáñamo**

Menciona Díaz (2024) que una periodista del *Diario de Ibiza* expresa la idea de una empresa dedicada a la elaboración de cosméticos y alimentos, con la utilización de diferentes variedades de cáñamo, donde la misma hace pública la llegada de cerveza y golosinas en base a la frase ‘las hermosas y aromáticas flores y hojas de las puntas de las variedades de la planta del *Cannabis sativa*’ con un bajo contenido de THC, donde se hace hincapié que la empresa comercializará los productos en bares y tiendas diferentes productos, entre, ellos la cerveza, que fueron realizada con plantas de cáñamo recolectadas en Alemania o utilizado el otro nombre como ‘cáñamo industrial’.

### **Cebada**

En Ecuador, ha logrado aclimatarse a elevadas regiones de la Sierra, donde las condiciones son menos favorables con bajas temperaturas y a los suelos con escasos nutrientes. La cebada se convierte en la principal fuente de carbohidratos, especialmente para las ciudades indígenas (Morochó, 2021). La cebada se originó en el mundo antiguo, se han descubierto vestigios arqueológicos en regiones del Creciente Fértil, en Mesopotamia, 8000 A.C. ES uno de los granos cultivados más antiguos (Ponce-Molina L. , y otros, 2018).

### **Trigo**

El trigo es un cereal que se utiliza en la elaboración de cerveza, nos menciona Hernández (2018) que un tipo de cerveza de trigo es la Riher, que contiene un sabor refrescante, pura y fina, que es otorgado como propiedades por la utilización del trigo, a su vez, posee color dorado y una opacidad natural y que su maridaje es con comidas cítricas y agrídulces.

### **Malta**

La malta se produce al permitir que los granos germinen y se sequen en condiciones específicas. Este proceso, denominado malteo tiene por finalidad la producción de enzimas que facilitan descomposición total de las proteínas y el almidón. La cebada, reconocida como el cereal ideal para la elaboración de cerveza, destaca por su alto contenido de enzimas diastáticas e hidratos de carbono, los cuales son clave para convertir el almidón en azúcares fermentables. Sin embargo, también es viable maltear otros cereales como el centeno, trigo y sorgo (Ferreira, 2021).

## **Agua**

En términos cuantitativos, el agua es la materia prima que se utiliza en altas cantidades, lo que significa que sus propiedades tienen una influencia crucial en la calidad del producto final. La composición del agua es fundamental para la creación de una variedad de estilos de cerveza, ya que sus características influyen directamente en el resultado (Ferreyra, 2021).

## **Levadura**

Según Ferreyra (2021) las levaduras son hongos unicelulares de variado tipo, forma, color, con lo que se registra un aproximado de 1500 especies que cumplen diferentes roles en las diferentes industrias una de ellas la alimentaria, sin embargo, aproximadamente unas 300 especies pueden o son capaces de fermentar en la producción de bebidas de carácter alcohólico, donde se usa principalmente especies del tipo *Saccharomyces* spp, dado su alta capacidad en la producción de alcohol y tolerancia. A su vez, para el proceso de fabricación de cerveza se puede utilizar dos tipos de levaduras, para las de estilo ‘Ale’ es la *Saccharomyces cereviceae* o las ‘Lager’ la cual es la *Saccharomyces pastorianus* o *S. carlsbergensis*.

## **Lúpulo**

Los lúpulos se distinguen en función de su aporte en amargor, de aroma y mixtos. Cabe destacar que los alfa ácidos no son solubles en agua a temperatura ambiente; sin embargo, al cocer el mosto, su solubilidad aumenta en un 50 % debido a la formación de isómeros solubles (iso alfa-ácidos) los cuales proporcionan el característico sabor amargo (Ferreyra, 2021).

## **2.7 METODOLOGÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.**

### ***2.7.1 Tipos de investigación***

#### **Investigación bibliográfica**

Se basa en artículos de revisión, es una etapa importante en todo proyecto de investigación, garantiza la información más relevante del estudio, de documentos muy extensos. Es la descripción detallada de un documento a través de la búsqueda de fuentes confiables, es aplicada en diferentes temas para asegurar fuentes confiables y originales cada una de ellas deberán ser citadas (Gómez, Navas, Aponte, & Betancourt, 2014).

La investigación bibliográfica es la fase de la investigación científica en la que se examina la producción escrita por la comunidad académica existente en torno a un tema determinado. Esta

fase incluye varias actividades enfocadas en identificar y localizar documentos relevantes relacionadas con el tema elegido (Uruguay, 2020).

El avance tecnológico, la información en Internet se ha multiplicado exponencialmente, lo que hace necesario que la información encontrada sea seleccionada y evaluada con criterios de calidad estrictos. Para ello se sigue y cumple determinadas etapas que permiten realizar una investigación seria y profunda que contribuirá a un trabajo de calidad (Uruguay, 2020).

Este tipo de investigación se verá reflejada en el proyecto en la investigación bibliográfica donde se aplica el conocimiento de los diferentes autores ya sea en revistas, artículos, tesis que se relacionadas en la producción de una cerveza artesanal con la añadidura de flor de cáñamo (*Cannabis sativa ssp. sativa*) en los cuatro estilos diferentes de cerveza planteados.

### **Investigación experimental**

De acuerdo con Guevara et al. (2020) el proceso de investigación experimental consiste en exponer un grupo de individuos o un objeto a determinadas condiciones, tratamiento o estímulos (variable independiente), para luego analizar las reacciones o efectos resultantes (variable dependiente).

En el proyecto de investigación, los investigadores tiene el control de la variable dependiente que son los cuatro estilos de cerveza IPA, Weisbbier, Red Ale y Sour, y que se realiza las mediciones de las características físico química (Ph, acidez, grados alcohólicos, potencial alcohólico, sólidos solubles y densidad) y sensoriales (color, turbidez, olor, sabor y cuerpo), que asegure el efecto de la flor de cáñamo que es la variable independiente en los estilos de cerveza descritos, los cuales no influya en las características propias de una cerveza artesanal.

### **Investigación cuantitativa**

Menciona Cárdenas (2018) que la investigación suele formularse a través de preguntas que su finalidad es responderlas, esto con la recolección de datos, pero cuando, la información recolectada son números o a su vez la información recolectada es transformada en escalas de valor numérico, se refiere a una investigación de datos cuantitativos.

Dentro del proyecto de investigación con la tabulación de los datos tanto en las características sensorial, y se realice un análisis estadístico para establecer con precisión el mejor tratamiento bajo su aceptabilidad dentro los cuatro estilos de cerveza mediante una evaluación sensorial elaborado por los Ingenieros de la carrera de Agroindustria de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

### **Investigación cualitativa**

Gracias a los métodos y herramientas que ofrece la investigación cualitativa, el investigador puede obtener información útil y confiable, lo cual contribuye a la toma de decisiones y obtener información relevante sobre el comportamiento de un mercado específico. De modo que, la selección del tipo de investigación no solo depende de las preferencias del investigador, sino también de los objetivos de la investigación (Bautista, 2022). En otras palabras, el método permite a los investigadores la interpretación de que está sujeto al efecto de estudio y determinar una vía de correlación entre la variable dependiente e independiente, puntualizando que no está sujeto a medirlo de forma cuantitativa.

### **Investigación descriptiva**

La investigación descriptiva se trata de una investigación de segundo nivel, inicial, cuyo propósito es obtener datos e información sobre las propiedades, características, aspectos o dimensiones de los individuos de los procesos sociales y académicos (Nicomedes Teodoro, 2018). Este, tipo de investigación se describe bajo las experiencias de los investigadores acerca del proyecto de investigación, siendo práctico dentro y fuera de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en conocimientos del proceso de fabricación de cerveza artesanal.

#### ***2.7.2 Métodos de investigación***

##### **Método Experimental**

En la investigación con un método experimental implica manipular una o más variables con el fin de observar cómo el aumento o disminución de éstas influyen en otras variables y sus efectos, ayuda a dar un cambio a las variables (independiente y dependiente), son para medir pruebas de hipótesis (Vizcaíno, Cedeño, & Maldonado, 2023) Este tipo de método se desarrollará al momento de realizar los diferentes estilos de cerveza en la planta de cervecería, ubicado en el cantón Machachi.

##### **Método Científico**

Mencionan Chinche et al. (2020) que es un método el cual es ordenado, que su finalidad implica alcanzar un resultado o propósito concreto, especialmente para descubrir la verdad y organizar sistemáticamente el conocimiento, a su vez, se basa en procesos objetivos y con conexiones internas e internas para generalizar y profundizar los conocimientos adquiridos a lo largo de su aplicación. Se establece dentro del proyecto de investigación con hipótesis,

formulación y la ejecución de experimentos junto a sus análisis de datos y descripción de conclusiones.

### **Método Inductivo**

Desde la perspectiva de estadística inferencial, el método se define por los procedimientos empleados para generalizar conclusiones a partir de la información obtenida de una muestra. Es otras palabras, se infiere sobre las características de la población a partir de los resultados obtenidos de la muestra (Andrade, Macahado, & Armendariz, 2018).

### **Método deductivo**

Mencionan Andrade et al. (2018) que el método o razonamiento deductivo es aquel modelo de una investigación dominante en diferentes ciencias sobre todo en las sociales, dicho esto, las hipótesis que se ofrecen en primera instancia, con los datos que se recopilan, y los estudios realizados buscan determinar el nivel de apoyo que las hipótesis reciben.

## ***2.7.3 Técnicas de la investigación***

### **2.7.3.1 Observación**

Menciona Campos (2022) que la observación es una forma sistemática y lógica para un registro visual que es verificable de lo cual se pretende estudiar y aprender, en otras palabras, es obtener de manera estrictamente objetiva. Esta técnica estuvo presente en todo el procesamiento de los cuatro estilos de cerveza, observando la variabilidad de la sustitución parcial del lúpulo por la flor de cáñamo, siendo estos visibles por su porcentaje de sustitución.

### **2.7.3.2 Técnica de investigación documental**

La investigación documental implica una serie de métodos y técnicas para buscar, procesar y almacenar la información contenida en los documentos, para luego presentar de manera sistemática, coherente y fundamentada en la nueva información en un documento científico. En este sentido, no debe considerarse como una simple búsqueda de documentos sobre un tema (Peña, 2022).

### **2.7.3.3 Ficha de análisis sensorial**

Mencionan Guerberoff et al. (2020) que el análisis sensorial es una rama científica que mide, analiza e interpreta las respuestas de los diferentes sentidos: gusto, tacto, oído y vista, ante las características de alimentos u otras sustancias citado de (Lawless & Heymann, 2010) la misma comprende un conjunto de diferentes técnicas para medir las respuestas de las personas a los

alimentos, para concluir sobre las propiedades sensoriales y aportar la información útil para el desarrollo del producto.

#### **2.7.4 Flor de cáñamo**

##### **Caracterización análisis proximal, funcional, capacidad antioxidante y perfil cannabinoides.**

Proyecto de investigación de Aulestia (2022) se centra en caracterizar el nivel nutricional, funcional de los cannabinoides del cáñamo (*Cannabis sativa L*).

Tabla 9.  
Análisis proximal

Parámetro	Método
Humedad	MO-LSAIA-01.01
Proteína	MO-LSAIA01.04
Extracto etéreo	MO-LSAIA01.03
Fibra	MO-LSAIA01.05
Ceniza	MO-LSAIA01.02
Poli fenoles	Cros, Villeneuve, & Vincent, 1082
flavonoide totales	(Zhishen, Mengcheng, & Jianming, 1999
Capacidad antioxidante	ABTS DPPH
CBD y THC	Vaclavik, 2019

Fuente: Aulestia (2022)

#### **2.7.5 Metodología de elaboración de los cuatro estilos de cerveza artesanal IPA, Weissbier, Red Ale y Sour.**

##### **2.7.5.1 MATERIALES**

###### **2.7.5.1.1 Materia prima**

- Flor de cáñamo
- Malta Pale Ale
- Malta de Trigo
- Malta Munich
- Malta Pilsen
- Malta Cara Ruby
- Malta Cara Gold

###### **2.7.5.1.2 Insumos**

**Lúpulo**

- Willmate
- Nugget
- Cascade

**Levadura**

- Safale-05
- Safale-04
- Safale WB-06 □ Sour Pitch

**Otros**

- Agua purificada
- Dextrosa

**2.7.5.1.3 Materiales**

- Jarras de medición
- Vasos de precipitación
- Cucharon de acero inoxidable
- Colador
- Embudo
- Tela lienzo
- Manguera de silicona ½
- Llenador de botellas 3/8
- Botellas 330 ml
- Tapas corona
- Sellador de tapas

**2.7.5.1.4 Materiales de oficina**

- Computadora
- Hojas papel bond
- Libreta
- Impresora
- Calculadora

- Lápiz
- Escritorio
- Pegatinas

### 2.7.5.1.5 Instrumentos

Para el proyecto de investigación para la metodología del proceso de fabricación de cerveza artesanal se utilizaron diferentes instrumentos de apoyo

Tabla 10.  
Descripción de los instrumentos

Instrumentos	Descripción
Termómetro	Tiene una escala de medición de Celsius, con una precisión de márgenes de error muy pequeños. Cuenta con un rango de medición 0°C a 100 °C, es de material de vidrio resistente al calor.
Densímetro	Su funcionamiento se basa en la flotabilidad, hecho de material de vidrio, con un tubo hueco sellado y una parte inferior más pesada con lastre de plomo.  Su escala de medición marcada en el tubo de vidrio, indica la densidad del líquido en g/cm
Potenciómetro	Su función principal es regular la resistencia en un circuito eléctrico, permitiendo controlar el voltaje o la corriente, hecho de carbono, se mide en ohmios ( $\Omega$ ) y se puede ajustarse manualmente con una perilla.
Refractómetro	Su funcionamiento se basa en la refracción de la luz al pasar por una sustancia; mide el cambio en el ángulo de refracción. Cuenta con una escala de medición de Grados Brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ ), para medir la concentración de azúcar en líquidos. Es portátil y cuenta con una alta precisión.
Balanza analítica	Tiene una alta precisión y sensibilidad: Puede medir masas con una precisión de 0.1 mg (0.0001 g) con una capacidad de carga de 1000 g máximo, su calibración es manual, cuenta con una pantalla digital hecha en acero inoxidable.
Alcoholímetro	Sus unidades de medición son g/L (gramos de alcohol por litro) es de respuesta rápida generalmente entre 5 y 10 segundos. Hecho de vidrio y de uso portátil.

### 2.7.5.1.6 Equipos

Para el proyecto de investigación para la metodología del proceso de fabricación de cerveza artesanal se utilizaron diferentes equipos de apoyo.

Tabla 11. Descripción de los equipos

Equipos	Descripción
Fermentadores caseros	Recipiente de plástico con capacidad de 5 litros con cierre hermético Para evitar contaminación externa y

	permitir la fermentación controlada. Cuenta con una válvula de aire (Airlock) que permite la salida del CO <sub>2</sub> sin que entre oxígeno, evitando la contaminación.
Olla de acero inoxidable reforzada HLT	Hecha de acero inoxidable, lo que la hace duradera, resistente a la corrosión y a altas temperaturas, con una buena distribución del calor de fácil limpieza, con una capacidad de 40 litros.
Cocina industrial	Hecha en acero inoxidable para mayor durabilidad, higiene y resistencia a la corrosión. Cuenta con una alta potencia en sus quemadores, capacidad de 3 quemadores, a gas de fácil limpieza y mantenimiento: Superficies lisas y desmontables para limpieza rápida.

### 2.7.5.1.7 Materiales de laboratorio

En el presente proyecto de investigación se hizo uso de materiales de laboratorio para la medición de parámetros físicos y químicos.

Tabla 12.

Descripción de materiales de laboratorio

<b>Materiales de laboratorio</b>	<b>Descripción</b>
Vasos de precipitación de 100 y 250 ml	Instrumento que se utiliza en el laboratorio de forma cilíndrica, su función es de contener, mezclar, o traspasar líquidos.  Esta elaborado de vidrio borosilicatado fino, el tamaño depende su capacidad, y su medida va desde 1 mililitro hasta litros.
Pipeta 1ml	Instrumento que se utiliza para trasvasar pequeñas cantidades de líquido, hecho de vidrio o plástico.  Su capacidad de máximo 1 mL.
Probeta de 250 ml	Instrumento que permite medir el volumen o transferencia de líquidos, puede ser de vidrio o de plástico. Su medida va desde 1 mL hasta 1 L.
Densímetro	Su funcionamiento se basa en la flotabilidad, hecho de material de vidrio, con un tubo hueco sellado y una parte inferior más pesada con lastre de plomo. Su escala de medición marcada en el tubo de vidrio, indica la densidad del líquido en g/cm <sup>3</sup> .
Alcoholímetro	Sus unidades de medición son g/L (gramos de alcohol por litro) es de respuesta rápida generalmente entre 5 y 10 segundos. Hecho de vidrio y de uso portátil
Termómetro	Tiene una escala de medición de Celsius, con una precisión de márgenes de error muy pequeños. Cuenta con un rango de medición 0°C a 100 °C, es de material de vidrio resistente al calor.

Pera de succión	Instrumento que junto a una pipeta graduada, permite la absorción de líquidos para ser trasvasados, bajo el mecanismo de generar un vacío que aspira los líquidos a través de la pipeta, generalmente está hecha de goma.
Potenciómetro	Su función principal es regular la resistencia en un circuito eléctrico, permitiendo controlar el voltaje o la corriente, hecho de carbono, se mide en ohmios ( $\Omega$ ) y se puede ajustarse manualmente con una perilla.
Refractómetro digital	Su funcionamiento se basa en la refracción de la luz al pasar por una sustancia; mide el cambio en el ángulo de refracción. Cuenta con una escala de medición de Grados Brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ ) $\rightarrow$ Para medir la concentración de azúcar en líquidos. Es portátil y cuenta con una alta precisión.
Acidómetro	Su funcionamiento sirve para determinar la acidez de un líquido, a través de la reacción del hidróxido de sodio y fenotaleína, su medida se basa en los grados Dornic.

### 2.7.6 Formulación de los tratamientos de los cuatro estilos de cerveza

Según Strong y England (2022) establece las formulaciones para cada estilo de cerveza, donde se especifica los porcentajes de malta a utilizar con sus respectivos insumos. Se realiza una investigación sobre estudios o proyectos referentes al proceso de fabricación de cerveza de cáñamo (*Cannabis sativa ssp. sativa*) o referencias a esta planta, donde se destaca el proyecto donde se elabora cerveza artesanal del tipo Brown Ale añadiendo semillas de cáñamo (*Cannabis sativa ssp. sativa*), la cual se toma de referencias para el posterior planteamiento de formulación para la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo (*Cannabis sativa ssp. sativa*).

Se presenta en la tabla N° 13, los porcentajes que se utilizaron para elaborar diferentes estilos de cerveza.

Tabla 13  
Porcentajes para la proceso de fabricación de cerveza con semilla de Cáñamo

Tratamientos					
Lúpulo	100 %	75 %	50 %	25 %	0 %
Semillas de Cáñamo	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %

Fuente: Quinatoa (2023)

Nos mencionan Quinatoa (2023) que para la proceso de fabricación de cerveza artesanal tipo Brown Ale con adición de semillas de cáñamo (*Cannabis sativa ssp. sativa*) se plantearon los porcentajes de 100/75/50/25 % (Tabla 13) para su sustitución de lúpulo por semilla de cáñamo.

### 2.7.6.1 Formulación de receta de las cervezas IPA, Weissbier, Red Ale y Sour

De acuerdo a Strong y England (2022) se establece las recetas para los diferentes estilos de cerveza, por lo cual, se toma de referencia para los estilos planteados siendo IPA, Weissbier, Red Ale y Sour, para una producción de cinco litros por muestra con ayuda de la aplicación de Cocinista (2020) donde se determina los insumos que se necesita, de la misma manera, se detalla el cómo se lleva a cabo la proceso de fabricación de cerveza con sus fases, tiempos y temperatura.

En la Tabla N° 14, se presenta los diferentes insumos que se utiliza para la elaboración del estilo de cerveza IPA con lo que es maltas, lúpulos, levadura y flor de cañamo.

Formulación para la cerveza IPA.

Tabla 14.

Insumos para el proceso de fabricación de cerveza IPA.

Ingredientes	Unidades	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
		Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
Malta Pale Ale	kg	1,50	1,50	1,50	1,50
Malta Munich	kg	0,30	0,30	0,30	0,30
Avena	g	125,00	125,00	125,00	125,00
Nugget	g	5,00	3,50	1,50	-
Willimette	g	12,50	8,75	3,75	-
Flor de cañamo	g	-	5,25	12,25	17,50
Clarificante	g	0,50	0,50	0,50	0,50
SafAle US-05	g	2,80	2,80	2,80	2,80

**Fuente:** Escobar, M. y Gutiérrez, E. (2024)

Se presenta la Tabla 15 con los diferentes insumos que se utiliza para la elaboración del estilo de cerveza Weissbier con lo que es maltas, lúpulos, levadura y flor de cañamo. Formulación para la cerveza Weissbier

Tabla 15.  
Insumos para el proceso de fabricación de cerveza Weissbier.

Ingredientes	Unidades	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
		Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
Malta Trigo	kg	0,70	0,70	0,70	0,70
Malta Pilsner	kg	0,70	0,70	0,70	0,70
Avena	g	125,00	125,00	125,00	125,00
Nugget	g	5,00	3,50	1,50	-
Willimette	g	12,50	8,75	3,75	-
Flor de cañamo	g	-	5,25	12,25	17,50
Clarificante	g	0,50	0,50	0,50	0,50
SafAle WB-06	g	2,80	2,80	2,80	2,80

**Fuente:** Escobar, M. y Gutiérrez, E. (2024)

Se presenta la Tabla 16 los diferentes insumos que se utilizan para la fabricación del estilo de cerveza Red Ale con lo que es maltas, lúpulos, levadura y flor de cañamo. Formulación para la cerveza Red Ale

Tabla 16.  
Insumos para el proceso de fabricación de cerveza Red Ale

Ingredientes	Unidades	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
		Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
Malta Pale Ale	kg	1,25	1,25	1,25	1,25
Malta Munich	kg	0,125	0,125	0,125	0,125
Malta Cristal	kg	0,0625	0,0625	0,0625	0,0625
Malta Cara Ruby	Kg	0,0625	0,0625	0,0625	0,0625
Avena	g	125,00	125,00	125,00	125,00
Nugget	g	5,00	3,50	1,50	-
Willimette	g	12,50	8,75	3,75	-
Flor de cañamo	g	-	5,25	12,25	17,50
Clarificante	g	0,50	0,50	0,50	0,50
SafAle US-04	g	2,80	2,80	2,80	2,80

**Fuente:** Escobar, M. y Gutiérrez, E. (2024)

Se presenta la Tabla 17 los diferentes insumos que se utiliza para la elaboración del estilo de cerveza Sour con lo que es maltas, lúpulos, levadura y flor de cáñamo.

Formulación para la cerveza Sour

Tabla 17.

Insumos para el proceso de fabricación de cerveza Sour

Ingredientes	Unidades	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
		Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
Malta Trigo	kg	0,25	0,25	0,25	0,25
Malta Pilsner	kg	0,25	0,25	0,25	0,25
Malta Pale Ale	kg	0,75	0,75	0,75	0,75
Cascade	g	5,00	3,50	1,50	-
Flor de cáñamo	g	-	1,50	3,50	5,00
Clarificante	g	0,50	0,50	0,50	0,50
Sour Pitch	g	1,00	1,00	1,00	1,00

**Fuente:** Escobar, M. y Gutiérrez, E. (2024)

### 2.7.5.7 Proceso de elaboración de los diferentes estilos de cerveza artesanal.

El proceso cervecero se estructura en cinco fases: molienda y macerado, lavado de granos, proceso de cocción, fermentación, maduración y acondicionamiento (Ferreira, 2021).

#### □ Recepción de la materia prima

La adquisición de los insumos esenciales recibidos para la elaboración de 5 litros de cerveza por cada tratamiento, contando con diferentes maltas, lúpulo, levadura, agua y flor de cáñamo.

#### □ Pesado de insumos

Mediante la utilización de una balanza analítica se pesó los insumos que se van a utilizar en relación a cada estilo de cerveza y las diferentes muestras.

### □ **Molienda**

Según Ferreyra (2021) el proceso de molienda es aquel que tiene como objetivo el romper el grano y que alcance una granulometría de 0,055 a 0,085 INCH (Pulgadas).

Este proceso se utilizó un molino manual para triturar un kilo y medio de malta por cinco litros de muestra, hasta una granulometría aproximada de 0,070 INCH.

### □ **Macerado**

En este proceso se utilizó la olla de acero inoxidable reforzada HLT de 40 litros, se añadió 15 litros de agua que previamente alcanzo una temperatura de 65°C, luego se utilizó una malla para maceración, las maltas fueron colocadas dentro de la malla y se agita para que no se forme grumos, controlando que la temperatura oscile en un rango de 65 a 70°C por 60 minutos.

### □ **Prueba de yodo**

Una vez concluido la etapa de maceración se comienza con la prueba yodo, en la cual se toma una alícuota de 10 ml agregando tres gotas de yodo, se lo agita por 30 segundos, verificando que se mantiene el color de mosto, es decir que se han sintetizado todos los azúcares.

### □ **Lavado de granos**

Una vez que se completa el proceso de macerado, sigue el proceso de limpieza, en donde se lavan los granos para poder extraer los azúcares faltantes que se pudieron quedar en la malta, para esto, 30 minutos antes que acabe la maceración se calienta agua hasta que alcance una temperatura de 75°C, y con la ayuda de la malla para maceración se retira y se va regando agua un total de 8 litros para lavar la malta, esto a su vez sirve de filtro y solo queda el mosto en la olla, después se procede a distribuir en 4 ollas de aluminio los 5 litros por cada muestra.

### □ **Cocción**

En este proceso se distribuye los 5 litros de cada muestra, en donde el mosto se calienta durante 60 minutos hasta llegar al punto de ebullición, con el propósito de esterilizar el mismo

y no exista ninguna contaminación, además se agrega un insumo fundamental que es el lúpulo y el factor de estudio la flor de cáñamo, de acuerdo a la formulación de cada tratamiento.

El proceso de cocción es el mismo para los tres estilos de cerveza (IPA, Weissbier y Red Ale) con un tiempo de duración de 60 minutos. El tiempo de adición se divide en tres partes, inicia pasando los 10 minutos del punto de ebullición se coloca el lúpulo Nugget para dar amargor a la cerveza y la mitad del total de la flor de cáñamo, faltando 15 minutos para finalizar la cocción se colocó el clarificante, finalmente faltando 10 minutos para terminar el proceso de cocción se coloca el segundo lúpulo Willimate junto al resto flor de cáñamo.

**Nota 1:** En el caso de la cerveza Sour al paso de los 10 minutos del punto de ebullición se colocó el lúpulo Cascade para aportar intensos aromas cítrico, junto a la mitad de flor de cáñamo, la otra mitad de flor de cáñamo y el clarificante se agregó 10 minutos para terminar la cocción.

**Nota 2:** Al finalizar la cocción se realiza el Whirlpool que es una técnica que consiste en crear un torbellino dentro de la olla con ayuda de un cucharón, esto permite que las partículas presente y proteínas se decanten al fondo de la olla.

### □ **Enfriado**

Una vez concluido el proceso de cocción se bajó la temperatura del mosto a una temperatura de 25 a 27 °C en un tiempo de 20 minutos en condiciones de sanitización, se bajó de temperatura de las ollas mediante un choque térmico, colocándolas en agua fría previamente sanitizada en una tina. Una vez bajada la temperatura y para evitar alguna contaminación del exterior el líquido es transvasado utilizando mini bomba de succión a los recipientes plásticos que tienen una capacidad de 5 litros y contienen una llave de salida, los cuales son de grado alimenticio.

### □ **Fermentación**

Se colocan 100 cm<sup>3</sup> a 150 cm<sup>3</sup> de agua previamente hervida y enfriada entre 22 °C a 25°C de temperatura, y luego se adicionan 11 g de levadura cervecera a 20 litros de mosto, dejandola reposar durante 5 minutos (Mannise, Schinca, Boido, Carrau, & Medina, 2022).

En el proyecto se utilizó una balanza analítica para pesar la levadura para los 5 litros de muestra, la levadura es colocada de forma directa en los fermentados y se agita por un minuto,

para que esta se homogenice con el mosto y tenga un mejor efecto. Para el estilo de cerveza Sour, se prepara un starter, con 200 ml de mosto y 4 gramos con la levadura, luego se deja reposar 15 minutos esperando que se active la levadura y se coloca en cada fermentador 50 ml del starter por cada 5 litros de muestra.

Una vez listo cada fermentador con el mosto y la levadura, se sella herméticamente y se coloca la trampa de aire que es el Airlock, posteriormente fue llevado a un espacio cerrado evitando la contaminación a una temperatura de fermentación entre 20 a 25°C indicado por el fabricante, donde permaneció y en revisión periódica durante 10 días.

### □ **Embotellado**

Una vez finalizada la fermentación pasando por los 10 días, se procede a embotellar cada estilo de cerveza, para lo cual se utilizan botellas de vidrio en tono ámbar de una capacidad de 330 milímetros anteriormente sanitizadas con Star San, se coloca 2 gramos de dextrosa en cada botella y se desinfecta el ambiente con alcohol al 70 %, la botella se coloca en la llave, se abre la llave y se deja caer el líquido a la botella, hasta una marca establecida dejando entre 3cm a 5cm de la zona superior de la botella, una vez lista la botella se coloca la tapa tipo corona para un sellado seguro, se agita por 15 segundos y se coloca una etiqueta para identificarlo.

### □ **Maduración**

Las botellas ya con el contenido en sus diferentes estilos de cerveza se colocan en al ambiente por 5 días, y después se colocan al frío entre una temperatura de 0 a 10°C, para que la cerveza madure y se asiente si existe algún sedimento en la botella, y que las propiedades de la cerveza se den como refinar los sabores y aromas por las reacciones físicas y bioquímicas que se producen, a su vez, que exista una correcta clarificación.

La dextrosa que se colocó dentro de la botella con el resto de levadura que exista en la misma se realice como una segunda fermentación, en otras, palabras van hacer que las pequeñas cantidades de fermentables añadidas en alcohol y gas (CO<sub>2</sub>), así una vez que se abra la botella, se podrá observar la cantidad de espuma que se produjo en ese periodo.

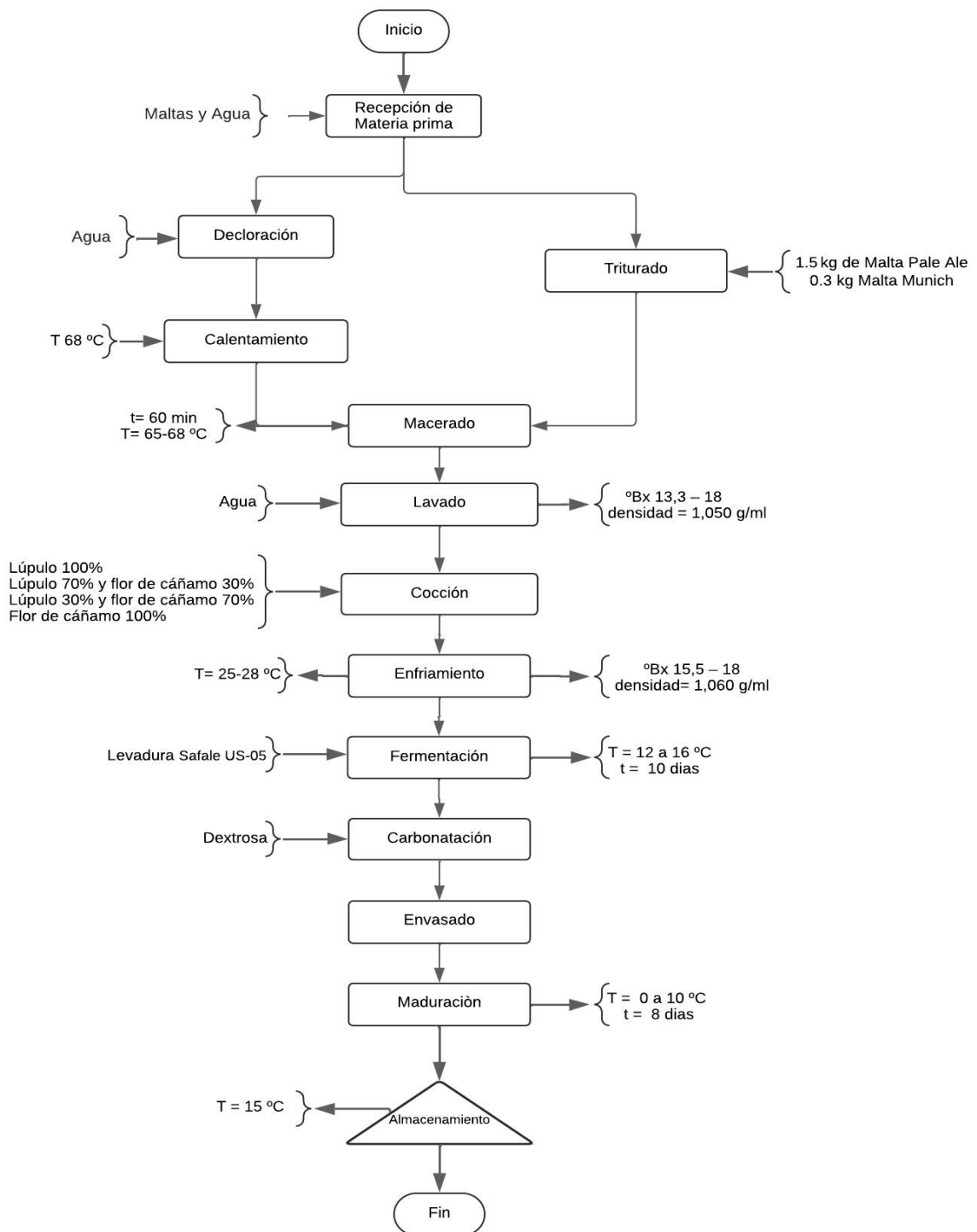
### □ **Almacenamiento.**

Una vez obtenido las botellas con las diferentes muestras, se mantiene en un lugar fresco y seco a una temperatura que puede ser fría de 10 a 15°C, o a su vez, a una temperatura ambiente en un lugar oscuro, para después pasar por los análisis físico y químico s y sensoriales, en el caso sensorial, bajo la investigación realizada es óptimo tener a la cerveza a una temperatura de máximo 10°C para un mejor análisis.

#### **2.7.5.8 Diagrama de flujo de los diferentes estilos de cerveza artesanal IPA, Weissbier, Red Ale y Sour. Técnicos**

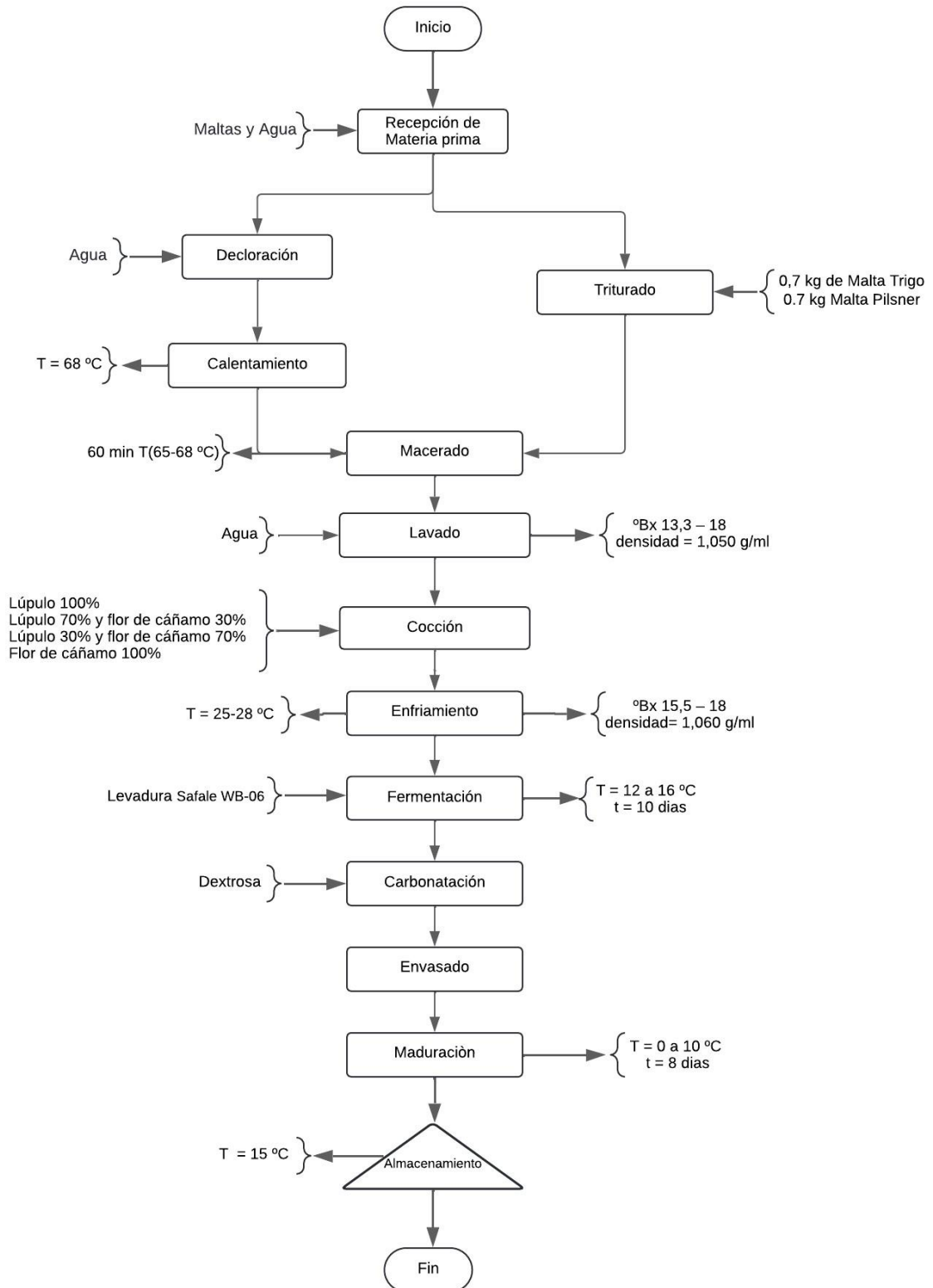
Se presenta a continuación los diagramas de flujo de la elaboración de los diferentes estilos de cerveza, donde se presenta procesos, tiempos, porcentajes, temperatura, etc.

Figura 2  
Diagrama de flujo de la cerveza IPA



**Fuente:** Escobar & Gutiérrez (2024).

Figura  
3  
Diagrama de flujo de la cerveza Weissbier

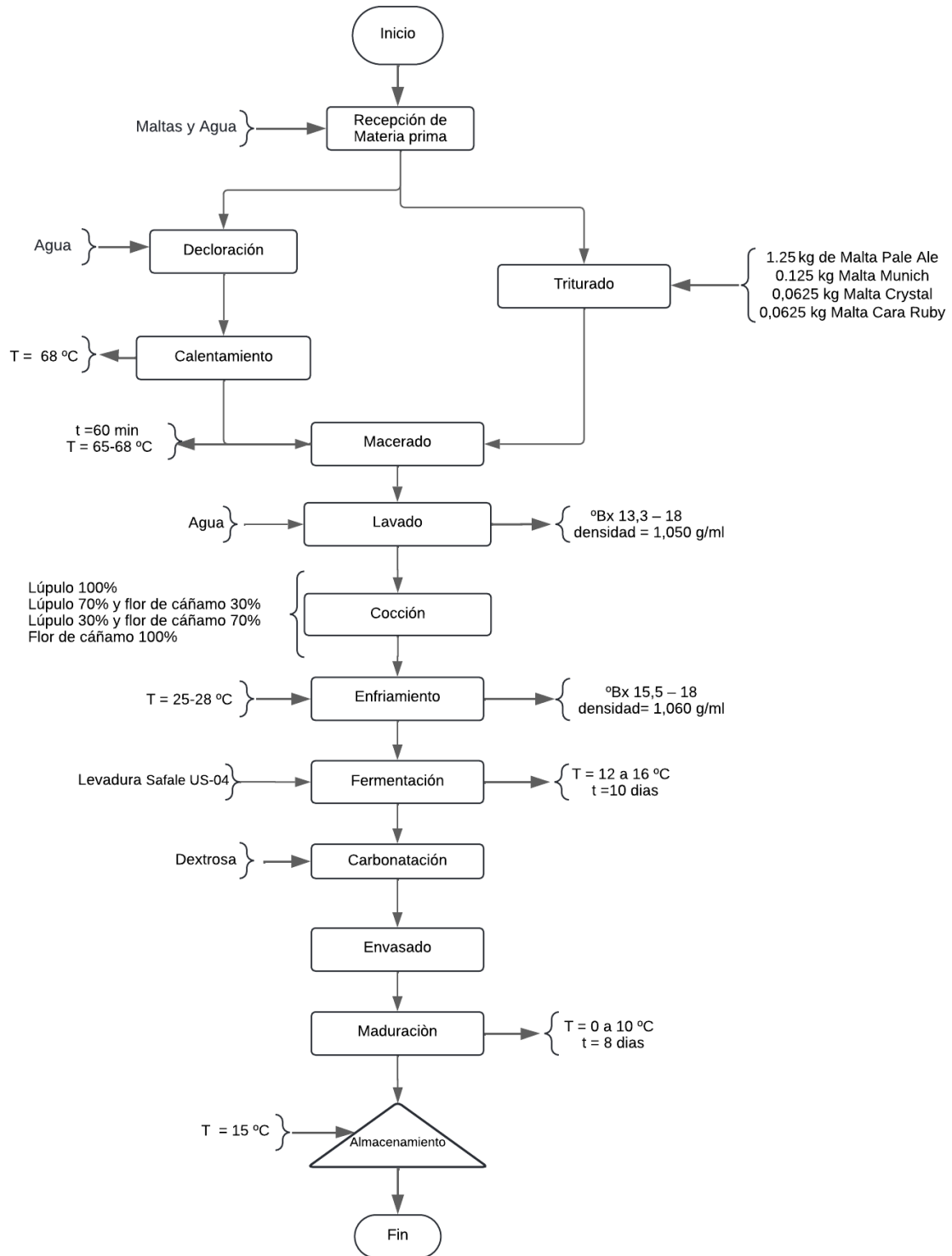


Figura

**Fuente:** Escobar & Gutiérrez (2024).

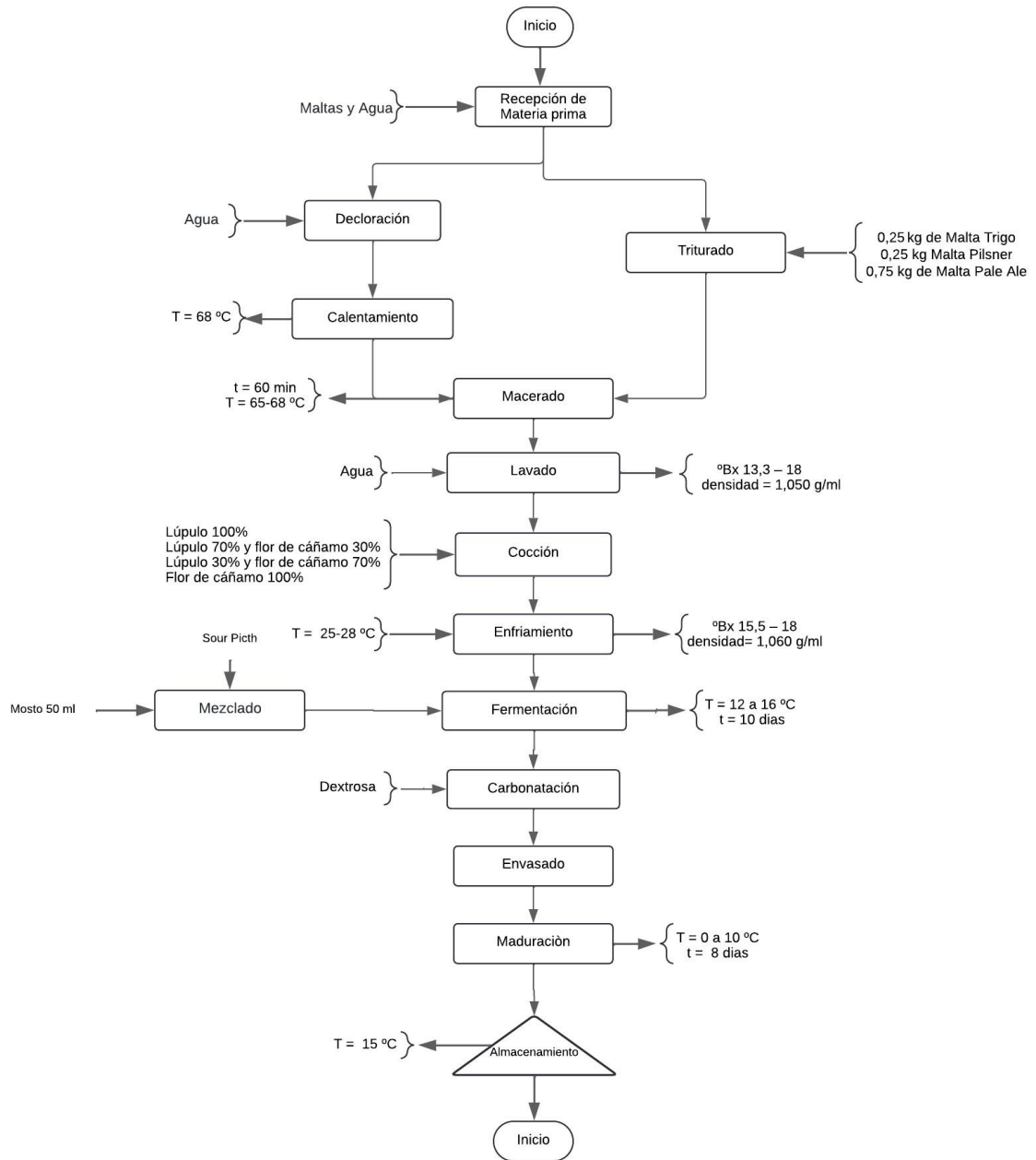
4

Diagrama de flujo de la cerveza Red Ale



**Fuente:** Escobar & Gutiérrez (2024)

Figura  
5  
Diagrama de flujo de la cerveza Sour



Fuente: Escobar & Gutiérrez (2024)

### **2.7.5.9. Metodología de análisis físico y químicos**

#### **2.7.5.9.1 Determinación de pH**

Según NTE INEN 2325 (2002) el pH en la cerveza es un marcador de la acidez o alcalinidad de solución acuosa, y se lo entiende como logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno ( $H^+$ ) en moles por litro, con una escala que va desde 1 a 14.

##### **Procedimiento**

1. Antes de iniciar se calibró el potenciómetro con agua destilada.
2. Se colocó la muestra en un matraz Erlenmeyer para que esta se desgasifique
3. Se tomó una muestra aparte de unos 200 mL.
4. Se sumergió directamente el potenciómetro en la muestra y se dejó reposar hasta que se estabilice el indicador pH.
5. Se registró la lectura de pH de la muestra.

#### **2.7.5.9.2 Determinación de la acidez titulable**

Menciona NTE INEN 2323 (2002) que la acidez presente en la cerveza se debe a su proceso de elaboración, además representa la presencia de sustancias ácidas valoradas por titulación con una solución de hidróxido de sodio 0,1 N, utilizando la presente normativa la medición. En análisis fue ejecutado en los laboratorios de la carrera de Agroindustria de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

##### **Procedimiento**

##### **Preparación de la muestra**

- Se eliminó el  $CO_2$ , transfiriendo la muestra a un vaso o un Erlenmeyer 50 ml de cerveza.
- Se eliminó el gas, agitando el vaso o el Erlenmeyer, suavemente y después vigorosamente, hasta que ya no se observe desprendimiento de gas de la cerveza.
- En caso de que la muestra contenga materiales en suspensión, el líquido libre de  $CO_2$  debe filtrarse mediante papel filtro.

### Medición

1. Se realizó la determinación de la acidez por triplicado.
2. Se llevó a ebullición la cantidad de 250 ml de agua destiladas durante dos minutos
3. Se añadió 25 ml de cerveza des gasificada (muestra preparada).
4. Continuar el calentamiento por un minuto, durante el cual se debe regular la fuente de calor para que se produzca la ebullición por 30 segundos.
5. Apagar la fuente de calor.
6. Se agitó el contenido del recipiente por 5 segundos.
7. Se enfrió a temperatura ambiente.
8. Se añadió a la solución fría,  $0,5 \text{ cm}^3$  (3 gotas) de la solución indicadora de fenolftaleína y valorar con hidróxido de sodio 0,1 N contra fondo blanco para observar mejor.
9. Proseguir con la valoración hasta que el color rosado sea visible y tomar lectura de la bureta.

### Cálculos

*Acidez total (como ácido láctico)*

$$= \frac{(1)\text{cm}^3 \text{ de NaOH } 0,1 \text{ N} * 0,9(3)}{(2)\text{cm}^3 \text{ de cerveza} * \text{gravedad específica de la cerveza}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

**Siendo**

- **1:** volumen de hidróxido gastado en la valoración
- **2:** Volumen tomado de la cerveza
- **3:**  $\text{cm}^3$  equivalente de una solución de ácido láctico 1,0 N

#### 2.7.5.9.3 Determinación de Grados de alcohol

De acuerdo a NTE INEN 2 322 (2002) es indicador de la estabilidad que tiene la cerveza, además es un indicativo de la cantidad de alcohol que esta bebida pues contener que se la expresa en porcentaje como el contenido de alcohol o a su vez el grado alcohólico. Las mediciones se realizaron dentro de los laboratorios de la carrera de Agroindustria de UTC.

**Procedimiento.**

- Para la experimentación se utilizó un instrumental que es el vinometro.
- Se tomó 3 gotas de muestra de cerveza previamente des gasificada.
- Se colocó en el vinometro, se espera que caiga una gota por la abertura y se da la vuelta el instrumento.
- Se asentó el vinometro para que no exista turbulencia, y se espera 2 minutos que regrese el líquido sobrante.
- Se observó el vinometro y se lee el contenido de alcohol que marca al final de la línea el líquido.
- Se realizó 3 repeticiones para determinar valores similares.

#### **2.7.5.9.4 Determinación de Potencial Alcohólico y solidos solubles (°Brix)**

De acuerdo a (Castorena, Juárez, Cano & López, 2020), los sólidos que pueden disolverse medidos en grados °Brix representan el contenido de azúcar que la cerveza contiene.

##### **Procedimiento**

1. La muestra debe estar des gasificada.
2. Antes de iniciar con la medición se verificó que el refractómetro este calibrado para esto se utiliza agua destilada como patrón.
3. Se procedió a colocar una gota de la muestra sobre la placa de medición del refractómetro y se tapa.
4. Se tomó la lectura de la muestra reflejada en el refractómetro, mostrando en una escala en grados °Brix.
5. A su vez para el potencial alcohólico, se presiona la opción en el refractómetro para su medición.
6. Los datos obtenidos en la lectura determinan los sólidos disueltos en la cerveza, en el caso del potencial alcohólico, indican la cantidad de alcohol que puede llegar a tener la cerveza con el tiempo.

#### **2.7.5.9.5 Determinación de densidad**

Menciona Suarez (2013) que la densidad de una cerveza se la puede determinar una vez concluido el proceso de fermentación.

### Procedimiento

1. La muestra debe estar des gasificada.
2. Se colocó aproximadamente 250 ml de cerveza en una probeta de la misma capacidad.
3. Una vez estabilizado el líquido se procedió a introducir el hidrómetro.
4. Se dejó que flote por 1 minuto para que se estabilice.
5. Se procedió a la lectura de la densidad.
6. Se realizó tres repeticiones de cada tratamiento.

#### 2.7.5.10 Análisis sensorial.

Se presenta en la Tabla 18 los diferentes parámetros que se evalúan en el análisis sensorial para determinar la aceptabilidad de cada estilo de cerveza, donde este color, turbidez, olor, cuerpo, y sabor.

Tabla 18.  
Parámetros sensoriales evaluados en los cuatro estilos de cerveza

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
Color	Se presenta diversos colores, desde amarillo hasta negro lo cual depende del estilo y variedades de maltas que se utilizan en su proceso de elaboración.
Turbidez	De acuerdo a Anaya et al. (2013) la turbidez puede llegar hacer un defecto de la cerveza y se la atribuye a la presencia de sedimentos no solubles. La cerveza llega a ser transparente o turbia dependiendo del estilo que se quiere obtener.
Olor	Según (Rodríguez et. al, 2012) uno de los principales parámetros sensoriales de una cerveza es un olor se da con simple apreciación, y este depende de los insumos, proceso y estilo que se requiere obtener.
Cuerpo	Nos menciona (Valencia, 2021) que el cuerpo de una cerveza hace referencia a la sensación de viscosidad y ligereza que se produce en la boca al momento de consumir la cerveza. El cuerpo de la cerveza varía de acuerdo al mosto, ya que mientras más mosto contiene el cuerpo tiene el sabor de la cerveza.
Sabor	El sabor es propio del estilo de la cerveza, el cual depende de las maltas y lúpulos utilizados los cuales pueden atribuir aromas herbales, frutales entre otros.

*Fuente:* Escobar, M. y Gutierrez, E. (2024)

#### 2.5.7.10.1 Estructura de la ficha sensorial

Menciona Guerberoff (2020) y Franco et al. (2021) que las pruebas hedónicas o de aceptación se utilizan para medir el nivel de agrado, siendo un elemento crucial y valioso dentro de los programas sensoriales, su finalidad es evaluar el nivel de aceptación de un producto por parte de los catadores en un proyecto de investigación, y permiten medir cuánto agrada o desagrade

dicho producto. Diferentes pruebas como el ordenamiento, escalas categorizadas y pruebas de comparación pareada, son útiles para evaluar la aceptabilidad de un producto.

Menciona Franco et al. (2021) (Guerberoff, Agostina, Lopez, & Olmedo, 2020) que a los catadores bajo el procedimiento se les pide evaluar las muestras codificadas en referencia al producto presentada, indicando cuando les agrada cada muestra, el cual puede ir desde ‘me gusta mucho’ hasta ‘me desagrada mucho’.

En la Tabla 19 muestra los 5 puntos donde se establece una escala para determinar la aceptación de cada tratamiento, esta va desde 1 siendo me desagrada mucho a 5 siendo me gusta mucho.

Tabla 19.

Tabla de la escala hedónica de 5 puntos

<b>PUNTUACIÓN GENERAL</b>	
5	Me gusta mucho
4	Me gusta
3	No me gusta, ni me disgusta
2	Me desagrada
1	Me desagrada mucho

**Fuente:** Quinatoa y Valladares (2023)

Las hojas de catación se realizan a los catadores o panelistas establecidos, donde se utiliza la tabla N° con valores que van desde 5 siendo como máximo y 1 como mínimo, para la obtención del mejor tratamiento.

Se efectúa las siguientes actividades.

- El lugar donde se realizó las cataciones debe ser espaciado y libre de distracciones.
- Se explicó a cada panelista en que consiste el producto, en este caso los diferentes estilos de cerveza para obtener una mejor idea.
- Se explicó el procedimiento y los parámetros que se deben seguir para una la obtención de los datos.
- Se proporcionó a cada panelista un vaso de agua, con las indicaciones necesarias.
- Se proporcionó cada muestra, se espera un tiempo prudente después de cada estilo de cerveza.
- Una vez finalizado la catación se retira las muestras.

### 2.7.5.11 Análisis físico químico el mejor tratamiento

El análisis físico y químico se realiza en el laboratorio.

- **ph (20°C):** INEN ISO 1842
- **Grado alcohólico:** INEN 2322 ▪ **Carbonatación/Contenido de CO<sub>2</sub>:** INEN 2324 ▪ **Acidez total:** INEN 2323
- **Ceniza:** PEE-AN-04-FQ/INEN 14
- **Arsénico:** Reacción de Gutzeit
- **Cobre:** Standard Methods 3120 B
- **Plomo:** Standard Methods 3120 B
- **Zinc:** Standard Methods 3120 B
- **Hierro:** AOAC 944.02

### 2.7.5.12 Análisis microbiológico para el mejor tratamiento.

El análisis microbiológico se realiza en el laboratorio

- **Anaerobios mesófilos:** INEN 1520-17 ▪ **Mohos y levadura:** INEN 1529-10

### 2.7.5.13 Prueba de capacidad antioxidante del mejor tratamiento.

- **Capacidad Antioxidante:** Espectrofotometría/DPPH

### 2.7.5.14 Análisis económico del mejor tratamiento

- **Análisis económico:** Corporación Financiera Nacional

El análisis económico del mejor tratamiento se basa en el documento obtenido de la Corporación Financiera Nacional, dicho documento, permite determinar valores como inversiones, inversión fija, estado de ganancias y pérdidas, el costo que tiene el terreno y las construcciones, el valor de maquinaria y equipos, el capital de operaciones, el costo asociado a la producción del tratamiento más óptimo, materiales directos, gastos de administración, entre otros, con la finalidad de obtener el punto de equilibrio donde se refleje la rentabilidad en la elaboración del mejor tratamiento en una empresa pequeña de cerveza artesanal.

## 2.8 HIPÓTESIS O PREGUNTAS CIENTÍFICAS.

**Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>):** Los diferentes niveles de sustitución de flor de cáñamo (*Cannabis sativa ssp. sativa*) no influyen en las características físico y químico y sensoriales en los diferentes estilos de cerveza.

**Hipótesis Alternativa (H<sub>1</sub>):** Los diferentes niveles de sustitución de flor de cáñamo (*Cannabis sativa ssp sativa*) influyen en las características físico y químico y sensoriales en los diferentes estilos de cerveza.

### □ Validación

En el diseño experimental realizando en a la presente investigación es el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), concluye que se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula, ya que no influye, la sustitución de flor de cáñamo en los diferentes estilos de cerveza en las variables de estudio que son: características físicas y químicas como sensoriales y microbiológicas

## 2.9 DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se llevará a cabo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) para cada estilo de cerveza, con cuatro tratamientos y tres repeticiones, para el análisis y características físico y químico: acidez, pH, grados de alcohol, potencial alcohólico, sólidos solubles y densidad. Para lo que refiere el análisis sensorial se utilizó el mismo diseño con un total de 15 bloques (Catadores) donde calificaron características sensoriales como es el color, turbidez, olor, cuerpo

TRATAMIENTOS				CONCENTRACIONES (%m/m)
IPA	WEISSBEIR	RED ALE	SOUR	
A1 Testigo	B1 Testigo	C1 Testigo	D1 Testigo	Lúpulo 100 %
A2	B2	C2	D2	Lúpulo 70 % y flor de cáñamo 30 %
A3	B3	C3	D3	Lúpulo 30 % y flor de cáñamo 70 %
A4	B4	C4	D4	Flor de cáñamo 100 %

y sabor. Por medio del diseño DBCA se evaluó si existe diferencia significativa de los tratamientos con respecto al testigo utilizando el paquete estadístico INFOSTAT (Argentina, 2020) para determinar el mejor tratamiento.

### 2.9.1 Factores de estudio

**Factor 1:** Estilo de cerveza

**Factor 2:** Concentración de flor de cáñamo y lúpulo

### 2.9.2 Tratamientos en estudio

Se presenta la tabla N°20, donde se asigna a cada estilo de cerveza un código para diferenciarlas entre sí, donde A = IPA; B = Weissbier; C = Red Ale; D = Sour; de la misma manera se complementa con los porcentajes de reemplazo de la flor de cáñamo por el lúpulo.

Tabla 20  
Tratamientos de los estilos de cerveza y concentración de lúpulo

Fuente: Escobar, M. y Gutiérrez, E. (2024)

### 2.9.3 Variables e indicadores

Se presenta la Tabla 21 donde se establece los diferentes porcentajes de reemplazo de la flor de cáñamo por el lúpulo, de la misma manera, los diferentes indicadores que se va a estudiar de cada muestra, y sus respectivas mediciones.

Tabla 21.  
Esquema de ANOVA: Variables e indicadores

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	MEDICIONES	
Estilos de Cerveza	Lúpulo 100 %: Flor de cáñamo 0%	Características Físicas y Químicas	pH	
	Lúpulo 70 % : Flor de cáñamo 30 %		Acidez	
	Lúpulo 30 % : Flor de cáñamo 70%		Grados alcohólicos	
	Lúpulo 0%: Flor de cáñamo 100%		Potencial alcohólico	
			Sólidos solubles	Densidad
		Características Sensoriales	Color	Olor
			Turbidez	
			Cuerpo	
			Sabor	

Fuente: Escobar, M. y Gutiérrez, E. (2024)

### 2.9.1 Análisis estadístico de las pruebas físico y químico

En la Tabla N° 22, se presenta la tabla de Anova para los análisis físico y químico, en lo que se encuentran los tratamientos, bloques y el error experimental, que se utilizara para cada parámetro establecido.

Tabla 22  
Esquema de Anova para el análisis físico y químico

FUENTE DE VARIANZA	GRADOS DE LIBERTAD	FÓRMULA
Tratamientos	3	t-1
Bloques	2	b-1
Error experimental	6	(t-1)(b-1)
Total	11	(t*b)-1

Fuente: Escobar, M. y Gutiérrez, E. (2024)

### 2.7.6 Análisis estadístico evaluación sensorial para cada estilo de cerveza

En la Tabla N° 23, se presenta la tabla de Anova para los análisis sensoriales, en lo que se encuentran los tratamientos, bloques y el error experimental, que se utilizara para cada parámetro establecido.

Tabla 23  
Esquema de ANOVA para el análisis sensorial

Fuente de variación	Grados de libertad	Fórmula
Tratamientos	3	t-1
Catadores	14	c-1
E. Experimental	42	(t-1)(c-1)
Total	59	(txc)-n

Fuente: Escobar, M. y Gutiérrez, E. (2024)

## 2.10 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 2.10.1 Caracterización de la Flor de Cáñamo.

Menciona Alonso et al. (2021) que la flor de cáñamo es una planta herbácea de hasta 4m de altura, que posee un tallo recto y hojas palmadas donde las hojas inferiores son opuestas y las hojas superiores son alternas. Cada una de las hojas se dividen entre 3 a 9 folíolos de un color más claro. Las tricomas glandulares producen una resina que es una forma de proteger a la planta contra las condiciones externas.

Según Aulestia (2022) el cáñamo (*Cannabis sativa L.*) es una variedad de cannabis cultivada principalmente por su fibra, semillas y otros derivados no psicoactivos. La cepa Cherry Oregon Hemp es una variedad de cáñamo industrial conocida por su alto contenido de CBD (cannabidiol) y bajo contenido de THC (tetrahidrocannabinol, <0.3 %), lo que la hace legal en muchos países para uso industrial y medicinal.

Presenta características como:

- **Aroma y sabor:** Notas dulces y afrutadas, con un distintivo toque a cereza.
- **CBD:** Alto contenido, generalmente superior al 10-15 %.
- **THC:** Menos del 0.3 %, cumpliendo con las regulaciones legales en la mayoría de los países.
- **Usos:** Producción de extractos de CBD, aceites, infusiones, cosméticos y productos terapéuticos.

- **Cultivo:** Resistente, adaptado a climas templados y fácil de manejar en cultivos orgánicos.

Se hizo una investigación bibliográfica sobre la flor de cáñamo La flor de cáñamo (*Cannabis sativa L.*), en particular la variedad Cherry Oregón Hemp, tomando en cuenta a Gómez (2024) puede aportar aromas y sabores interesantes a la cerveza cuando se usa como ingrediente. Esta variedad es conocida por su perfil terpenoide afrutado y terroso, con notas de cereza, cítricos y pino, lo que puede complementar muy bien ciertos estilos de cerveza.

#### □ Análisis de compuestos químicos nutricionales (Análisis proximal)

Menciona Aulestia (2022) que en la Tabla 24, se evidencian los resultados que se obtuvieron de los parámetros nutricionales donde se midieron siendo proteína, ceniza, extracto etéreo, fibra y carbohidratos, de tres partes diferentes de la planta de cáñamo siendo cogollo, hojas y tallo, en la investigación con los 5 sustratos de cultivo.

Tabla 24  
Resultados promedio del análisis proximal en base seca

PP	Sustrato de Cultivo	Proteína (%)	Cenizas (%)	Extracto etéreo (%)	Fibra (%)	Carbohidratos (%)
Cogollo	S1	28,09 ± 0,01 a	11,44 ± 0,65 g	26,56 ± 0,66 c	19,67 ± 0,54 cd	14,23 ± 0,54 e
	S2	27,19 ± 0,29 b	14,65 ± 0,03 f	27,84 ± 0,50 bc	18,45 ± 0,43 cdef	f 11,87 ± 0,19 ef
	S3	26,82 ± 0,29 b	14,59 ± 0,14 f	33,12 ± 0,40 a	19,33 ± 0,29 cde	6,14 ± 1,11 g
	S4	26,83 ± 0,23 b	13,56 ± 0,17 f	28,66 ± 0,48 bc	22,60 ± 0,57 c	8,36 ± 0,65 fg
	S5	28,70 ± 0,21 a	12,06 ± 0,25 g	29,11 ± 1,68 b	21,24 ± 0,18 c	8,89 ± 1,41 efg
Hojas	S1	16,70 ± 0,17 c	23,84 ± 0,11e	10,38 ± 0,01 e	16,08 ± 0,77 defg	33,00 ± 0,49 abc
	S2	15,39 ± 0,30 de	31,53 ± 0,49 a	13,78 ± 0,23 d	12,89 ± 0,87 g	26,41 ± 0,03 d
	S3	15,95 ± 0,18 cd	29,59 ± 0,59 b	9,70 ± 0,41 e	13,17 ± 0,25 g	31,59 ± 1,08 abcd
	S4	15,03 ± 0,06 e	27,45 ± 0,08 c	13,97 ± 0,94 d	14,33 ± 0,18 fg	29,22 ± 1,26 abcd
	S5	14,72 ± 0,36 e	26,22 ± 0,10 d	9,90 ± 0,33 e	15,08 ± 0,74 efg	34,07 ± 0,88 abc
Tallo	S1	7,99 ± 0,37 f	6,49 ± 0,18 j	2,64 ± 0,09 g	48,34 ± 3,72 b	34,55 ± 4,19 abc
	S2	7,85 ± 0,02 f	8,93 ± 0,24 h	6,88 ± 0,47 f	48,64 ± 0,28 b	27,70 ± 1,29 c
	S3	7,86 ± 0,16 f	8,10 ± 0,06 hi	3,09 ± 0,03 g	50,62 ± 1,27 b	30,33 ± 1,51 abc
	S4	5,38 ± 0,04 g	7,42 ± 0,32 ij	3,21 ± 0,13 g	55,36 ± 0,36 a	28,64 ± 0,60 bc
	S5	8,32 ± 0,13 f	6,95 ± 0,03 ij	3,93 ± 0,23 g	47,19 ± 0,79 b	33,61 ± 0,66 ab

**Nota:** Resultados promedio ± DS (n= 2) base seca. Letras minúsculas indican diferencias estadísticas (p<0,05) entre sus sustratos de cultivo. PP: parte de la planta; S<sub>1</sub>:100 % turba; S<sub>2</sub>:100 % fibra de coco; S<sub>3</sub>: 80 % pomina + 15 % fibra de coco + 5 % turba; S<sub>4</sub>: 50 % fibra + 50 % pomina; S<sub>5</sub>: 50 % turba + 50 % pomina. **Fuente:** Aulestia (2022).

Por lo que, según Aulestia (2022), la mayor cantidad de contenido de proteína de la planta se encuentra en los cogollos, las hojas siguen en cantidad, mientras que en los

tallos es aún menor. En el caso de las cenizas el mayor contenido se obtuvo en las hojas, seguido por los cogollos y en menor cantidad en los tallos, para el extracto etéreo el mayor contenido se presenta en los cogollos, seguido por las hojas y en menor cantidad en los tallos, en el caso de la fibra se observa un mayor contenido en los tallos, seguido por los cogollos y en menor cantidad en las hojas, para lo que es carbohidratos el mayor contenido se encuentra en los tallos, seguido por las hojas y por último en los cogollos.

#### □ Compuestos funcionales.

Menciona Aulestia (2022) que en la Tabla 25, se presenta los resultados del contenido de polifenoles y flavonoides totales de las diferentes partes de la planta del cáñamo siendo el cogollo, hojas y tallos, en la investigación para los 5 tipos de sustratos de cultivo.

Tabla 25.

Resultados del análisis en base seca en las partes de la planta

Parte de la Planta	Sustrato de Cultivo	Poli fenoles totales (mg/g)	Flavonoides totales (mg/g)
Cogollo	S1	36,60 ± 0,90 b	24,42 ± 0,23 b
	S2	35,46 ± 0,82 b	33,37 ± 1,53 a
	S3	40,66 ± 0,34 a	35,82 ± 2,50 a
	S4	33,55 ± 0,18 c	26,35 ± 1,89 b
	S5	30,20 ± 0,12 d	22,92 ± 0,60 b
Hojas	S1	14,31 ± 0,34 e	12,26 ± 0,21 c
	S2	12,16 ± 0,22 f	10,66 ± 0,13 c
	S3	12,42 ± 0,11 f	10,84 ± 0,56 c
	S4	13,35 ± 0,00 ef	12,42 ± 0,35 c
	S5	12,00 ± 0,11 f	11,81 ± 0,14 c
Tallo	S1	5,32 ± 0,20 gh	3,30 ± 0,10 d
	S2	5,58 ± 0,10 g	2,85 ± 0,02 d
	S3	5,55 ± 0,17 g	3,80 ± 0,00 d
	S4	4,06 ± 0,21 h	2,79 ± 0,18 d
	S5	5,90 ± 0,04 g	4,08 ± 0,09 d

**Nota:** Resultados promedio ± DS (n= 2) base seca. Letras minúsculas indican diferencias estadísticas (p<0,05) entre sus sustratos de cultivo. PP: parte de la planta; S<sub>1</sub>: 100 % turba; S<sub>2</sub>: 100 % fibra de coco; S<sub>3</sub>: 80 % pomina + 15 % fibra de coco + 5 % turba; S<sub>4</sub>: 50 % fibra + 50 % pomina; S<sub>5</sub>: 50 % turba + 50 % pomina. **Fuente:** Aulestia (2022)

Por lo que, según Aulestia (2022) los resultados mostrados en la Tabla 25, se determina que el mayor contenido de polifenoles totales, se encuentran en los cogollos, seguido por las hojas y en menor cantidad en los tallos por mg de ácido gálico en relación por cada gramo de muestra seca. A sí mismo, se establece que el mayor contenido de flavonoides totales está en los cogollos,

seguido de las hojas y en menor contenido en los tallos por mg de catequina por gramo de muestra.

### □ Capacidad Antioxidante

Menciona Aulestia (2022) que en la Tabla 26, se presentan los resultados que se realizaron a la evaluación de la capacidad antioxidante por los dos diferentes métodos por ABTS\*<sup>+</sup> y DPPH en cada una de las tres partes del cáñamo siendo cogollo, hojas y tallos, en la investigación con los 5 tipos de sustratos de cultivo.

Tabla 26  
Resultados promedio del análisis de capacidad antioxidante en base seca

Parte de la Planta	Sustrato de Cultivo	ABTS* <sup>+</sup> (μmol/g)	DPPH (μmol/g)
Cogollo	S1	1.013,80 ± 16,24 b	99,18 ± 4,36 c
	S2	889,44 ± 25,07 c	96,53 ± 0,05 c
	S3	1.214,94 ± 16,40 a	117,24 ± 0,00 a
	S4	1.064,63 ± 45,12 b	108,22 ± 0,73 b
	S5	943,75 ± 20,18 c	97,83 ± 0,02 c
Hojas	S1	290,18 ± 3,04 d	36,09 ± 0,56 d
	S2	233,07 ± 0,84 d	35,51 ± 1,64 de
	S3	281,21 ± 2,95 d	30,76 ± 0,13 ef
	S4	279,81 ± 1,00 d	33,04 ± 0,55 def
	S5	260,82 ± 2,95 d	29,63 ± 0,28 f
Tallo	S1	100,34 ± 1,91 e	10,65 ± 0,01 h
	S2	79,78 ± 1,27 e	10,92 ± 0,42 h
	S3	98,15 ± 1,52 e	14,34 ± 0,14 gh
	S4	78,41 ± 0,32 e	12,04 ± 0,67 gh
	S5	122,1 ± 8,80 e	16,25 ± 0,54 g

**Nota:** Resultados promedio ± DS (n= 2) base seca. Letras minúsculas indican diferencias estadísticas (p<0,05) entre sus sustratos de cultivo. PP: parte de la planta; S<sub>1</sub>: 100 % turba; S<sub>2</sub>: 100 % fibra de coco; S<sub>3</sub>: 80 % pomina + 15 % fibra de coco + 5 % turba; S<sub>4</sub>: 50 % fibra + 50 % pomina; S<sub>5</sub>: 50 % turba + 50 % pomina. **Fuente:** Aulestia (2022)

Por lo que, según Aulestia (2022) se determinó que en caso de los cogollos presentaron la mayor capacidad antioxidante por el método ABTS\*<sup>+</sup>, seguido por las hojas y en menor cantidad por los tallos. De la misma manera, la capacidad antioxidante realizada por el método DPPH

presentó una mayor capacidad antioxidante en los cogollos, seguido por las hojas y en menor cantidad por los tallos.

#### □ Cuantificación del perfil de cannabinoides.

Menciona Aulestia (2022) que en la Tabla 27, se muestran los resultados obtenidos de la determinación del contenido de THC y CBD en las tres partes de la planta de cáñamo siendo cogollo, hojas y tallos, en la investigación realizada con los 5 tipos de sustratos de cultivo.

Parte de la Planta	Sustrato de Cultivo	CBD (%)	THC (%)
Cogollo	S1	4,19 ± 4,1E-1 c	0,32 ± 2,0E-3 c
	S2	4,37 ± 2,1E-2 c	0,25 ± 2,0E-3 d
	S3	5,13 ± 3,1E-3 b	0,39 ± 9,1E-5 a
	S4	6,68 ± 9,2E-3 a	0,25 ± 1,0E-4 d
	S5	5,48 ± 2,7E-3 b	0,33 ± 3,2E-3 b
Hojas	S1	1,47 ± 1,3E-2 d	7,1E-2 ± 7,5E-4 e
	S2	0,89 ± 1,2E-3 e	4,8E-2 ± 7,5E-5 g
	S3	0,86 ± 2,4E-4 e	5,4E-2 ± 6,5E-5 f
	S4	1,42 ± 1,6E-3 d	5,7E-2 ± 2,6E-5 f
	S5	1,24 ± 2,7E-4 de	5,6E-2 ± 2,8E-5 f
Tallo	S1	0,15 ± 1,1E-3 f	1,1E-2 ± 1,2E-4 i
	S2	0,17 ± 5,5E-4 f	1,3E-2 ± 3,4E-5 i
	S3	0,16 ± 8,9E-3 f	1,2E-2 ± 3,2E-4 i
	S4	0,15 ± 4,5E-4 f	9,2E-3 ± 1,4E-4 i
	S5	0,33 ± 1,5E-4 f	1,9E-2 ± 1,0E-4 h

Tabla 27  
Resultados del perfil de cannabinoides en base seca

**Nota:** Resultados promedio ± DS (n= 2) base seca. Letras minúsculas indican diferencias estadísticas (p<0,05) entre sus sustratos de cultivo. PP: parte de la planta; S<sub>1</sub>:100 % turba; S<sub>2</sub>:100 % fibra de coco; S<sub>3</sub>: 80 % pomina + 15 % fibra de coco + 5 % turba; S<sub>4</sub>: 50 % fibra + 50 % pomina; S<sub>5</sub>: 50 % turba + 50 % pomina. **Fuente:** Aulestia (2022)

Por lo que, según Aulestia (2022) los resultados obtenidos en la Tabla 27 se determina que el mayor contenido de Cannabidiol (CBD) se encuentra en los cogollos, seguido por las hojas y en

menor cantidad en los tallos. De la misma manera, se determina que el mayor contenido de delta-9-tetrahidrocannabinol (THC) se encuentra en los cogollos, seguido por las hojas y en menor cantidad en los tallos.

### 2.10.2 Resultados del análisis físico y químico de los diferentes estilos de cerveza

A continuación, se describen y redactan los resultados obtenidos por medio de análisis estadísticos de varianza en el proyecto de investigación, respecto a los parámetros físico y químicos, además, de los parámetros sensoriales que fueron evaluados en los diferentes tratamientos elaborados por cada estilo de cerveza artesanal siendo IPA, Weissbier, Red Ale y Sour para identificar el mejor tratamiento.

Se presenta la tabla N°28, donde se muestran los p – valores obtenidos de cada parámetro físico químico, con pH, acidez, grados de alcohol, potencial alcohólico, solidos solubles y densidad, y a su vez su comparación con p crítico para determinar si existe o no diferencia significativa.

Tabla 28

Diferencia significativa en los parámetros físicos y químicos de los cuatro estilos de cerveza

PARAMETROS	IPA	Weissbier	Red Ale	Sour	P - critico
	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	
pH	0,0023	1,785E-06	0,0012	8,0897E-10	0,05
Acidez	0,0611	0,4334	0,0589	0,0735	
Grados de alcohol	1,000	0,3375	1,0000	1,0000	
Potencial alcohólico	0,0008	0,2072	0,3439	0,0067	
Solidos solubles	0,0003	0,0150	0,0001	0,0091	
Densidad	0,6719	0,0146	0,8876	0,0701	

**Fuente:** Escobar, M. y Gutiérrez, E. (2024)

#### 2.10.2.1 Parámetro de pH

##### IPA

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 15), con un nivel de confianza del 95 %, teniendo en cuenta que p-valor 0,0023 es menor al 0,05 de modo que se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0), por lo tanto, presentan diferencia significativa en el parámetro físico y químico del pH, es decir la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo influye en esta característica físico química de la cerveza tipo IPA. Se llevó

a cabo la prueba de Turkey para evaluar qué tratamientos tienen una diferencia significativa en relación al testigo (A1).

Conforme a los datos obtenidos de la prueba de Tukey (Anexo 16), muestran un rango de pH entre (4,63 – 4,67), en donde el testigo presenta el mayor valor 4,67, mientras que los tratamientos A2 y A3, presentan el menor valor de pH 4,63 y para el tratamiento A4 tiene un pH de 4,66 que se aproxima al del testigo. Debido a que existe diferencia significativa entre los tratamientos y testigo, se concluye que la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo sí afecta al pH.

Y con el valor de las medias se destaca que existe un escalonamiento de los tratamientos, que mientras se añada más flor de cáñamo en sus formulaciones el valor de pH aumenta sin tener en cuenta al testigo, que posee su pH. Según (Naranjo Oñate, 2024) el nivel de pH óptimo de una cerveza tipo IPA es de 4 sin embargo menciona (Ferreira, Giménez, Matilla, & Pascual, 2023) este valor puede ser de 4,33, además es importante que la cerveza tenga un pH ácido, ya que se puede controlar la estabilidad microbiológica.

De acuerdo a NTE INEN2262 (2013) el rango de aceptación de este criterio en cervezas es min. de 3,5 y máx. de 4,8, rango en donde el testigo y tratamientos lo cumplen.

### **Weissbier**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 17), con un nivel de confianza del 95 %, teniendo en cuenta que p-valor  $1,785E-06$  es menor al 0,05 de modo que se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0), por lo tanto, se presenta una diferencia significativa en el parámetro físico y químico del pH, es decir la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo influye en esta característica físico química de la cerveza estilo Weissbier. Se realizó la prueba de Tukey para determinar qué tratamientos presentan diferencia significativa con respecto al testigo (B1).

Conforme a los datos obtenidos de la prueba de Tukey (Anexo 18), muestran un rango de pH entre (4,28 – 4,65), en donde el testigo B1 presenta el mayor valor 4,65, mientras que los tratamientos B2 y B3 tienen un valor de pH de 4,33 y el tratamiento B4 tiene el menor valor de 4,28. Debido a que existe diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos se concluye que la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo afecta a este parámetro. Con lo ya

mencionado se observa que mientras se añade más flor de cáñamo en sus formulaciones el valor de pH aumenta en referencia al testigo.

Según Viteri et al. (2022) el nivel de pH óptimo de una cerveza tipo Weissbier es de (4,5 – 4,77), en el caso de estudio, los valores de pH están dentro de este rango, así mismo según NTE INEN 2262:2013 (2013) el cumplimiento de la norma es de min. de 3,5 y máx. de 4,8 en donde el testigo y tratamientos lo cumplen.

### **Red Ale**

Una vez realizados el análisis de varianza (Anexo 19), con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 0,0012 es menor al 0,05 de modo que se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0), por lo tanto, presenta diferencia significativa en el parámetro físico y químico del pH, es decir la sustitución parcial de lúpulo de cáñamo influye en la característica físico química de la cerveza tipo Red Ale. Se realizó la prueba de Tukey, para determinar qué tratamientos presentan diferencia significativa con respecto al testigo C1.

Conforme a los datos obtenidos de la prueba de Tukey (Anexo 20), muestran un rango de pH entre (4,56 - 4,67), en donde el testigo C1 presenta el segundo valor más alto 4,64, mientras que el tratamiento C2 y C4 presentan los valores menores de pH 4,57 y 4,56 respectivamente y para el tratamiento C3 4,67 siendo este el valor más alto, debido a que existe diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo si afecta al pH.

De acuerdo a los valores de las medias, se destaca que existe dos grupos de homogeneidad por un lado C1 y C3, y por otro, C4 y C2, sin embargo, su valor no indica que la presencia de flor de cáñamo en el tratamiento C3 (30 % lúpulo; 70 % flor de cáñamo), es que obtiene el valor más alto de pH casi similar al testigo C1, esto nos ha a entender que depende del estilo de cerveza y la añadidura de flor de cáñamo pueden dar valores diferentes en su pH.

Según Santacruz et al. (2023) el nivel de pH se sitúa entre 4,2 y 4,4 para una cerveza tipo Ale, cabe recalcar que es importante que la cerveza tenga un pH ácido, ya que se puede controlar la estabilidad microbiológica. De acuerdo a la norma NTE INEN2262 (2013) el rango de aceptación de este criterio en cervezas es min de 3,5 y máx. de 5, lo que el testigo y tratamientos lo cumplen.

## Sour

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 21), con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor  $8,0897E-10$  es menor al 0,05 de modo que se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0), por lo tanto, presentan diferencia significativa en el parámetro físico y químico del pH, es decir la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo influye en esta característica físico química de la cerveza tipo Sour. Se realizó la prueba de Tukey, para determinar que tratamientos presentan diferencia significativa con respecto al testigo (D1).

Conforme a los datos obtenido de la prueba de Tukey (Anexo 22), muestran un rango de pH entre (2,53 – 3,99), en donde el testigo presenta el mayor valor 3,99, mientras que los tratamientos D2 y D3, presentan un valor cercano al testigo de 3,97, sin embargo, el tratamiento D4 es el menor valor en pH 2,53, por lo tanto, existe diferencia significativa es decir esta sustitución parcial de lúpulo afecta al pH.

Y con los valores de las medias, se destaca que existe el tratamiento D4 (100 % flor de cáñamo) quien posee el valor más alto, a su vez, indica un escalonamiento de los tratamientos por sus valores de pH, es decir que mientras aumenta la añadidura de flor de cáñamo en las formulaciones, su pH disminuye, haciendo que la cerveza se estabilice en su proceso.

De acuerdo a Fontana (2020) el nivel de pH va en un rango de 3,4 hasta 4, sin embargo, esta puede llegar alcanzar hasta los 4,3, es considerada como uno de los estilos de cerveza ácida. De acuerdo a NTE INEN2262 (2013) el rango de aceptación de este criterio en cervezas es min. de 3,5 y máx. de 4,8, rango en donde el testigo y tratamientos lo cumplen.

Por la incorporación de flor de cáñamo el parámetro del pH se vio afectado, ya que según (Quinatoa Lema & Valladares Oña, 2023) sus diversos ácidos orgánicos y compuestos, podría influir en el pH de alimentos o bebidas. La flor de cáñamo presenta una acidez, tiene compuestos ácidos (como flavonoides, poli fenoles o ácidos orgánicos), puede reducir el pH de la cerveza. Como la flor de cáñamo se la incorporo al momento de la cocción esto puede provocar la extracción de más compuestos amargos y ácidos, afectando el pH final del mosto.

Los estilos de cerveza IPA, Weissbier y Red Ale presentaron un pH bajo es relación a la Sour, ya que para este estilo se utilizó una levadura poco convencional “Sour Pinth” la cual afecta de forma directa el pH, haciendo que este sea más elevado.

De acuerdo (Corrales Freire & López Benavides, 2023) la composición natural del cáñamo contiene ácidos orgánicos, terpenos, poli fenoles y otros compuestos que pueden modificar la acidez del medio, poli fenoles y flavonoides, pueden reaccionar con los minerales del agua cervecera, alterando el equilibrio del pH. La oxidación de polifenoles y taninos, que pueden contribuir a una reducción del pH.

La reacción entre las maltas y la flor de cáñamo puede afectar el pH de la cerveza, principalmente debido a la interacción de los poli fenoles, ácidos orgánicos y sales minerales presentes en ambos ingredientes.

En el caso de las maltas tostadas (Chocolate, Black Patent o Roasted Barley) contienen ácidos orgánicos y poli fenoles que bajan el pH del mosto. El tostado de las maltas genera compuestos fenólicos que pueden reaccionar con otros ingredientes, modificando la percepción del amargor y pH.

Esta flor puede tener relación con la levadura utilizada en el proceso de fabricación de cerveza debido a sus propiedades antimicrobianas, podría afectar la fermentación y, en consecuencia, la evolución del pH, así mismo algunas levaduras responden a ciertos compuestos vegetales con un ajuste en su metabolismo ácido.

#### **2.10.2.2 Parámetro de Acidez titulable (% m/m)**

##### **IPA**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 23), con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 0,0611 es mayor al 0,05 se acepta la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) y se rechaza la hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>), por lo tanto, no presentan diferencia significativa en el parámetro físico y químico de la acidez, es decir la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo no influye en esta característica físico química de la cerveza tipo IPA por lo que, no se procede a realizar la prueba de Tukey, pero se presenta (Anexo 24) con la intención de mostrar sus medias y que diferencia existe con el testigo (A1).

Considerando que no se observa una diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos, se determina que todos se encuentran en un solo grupo de homogeneidad, sin embargo, basándose en las medias que presentan, el tratamiento A3 es aquel que presenta el valor más alto 0,18 en lo que refiere a la acidez, esto puede darse al bajo porcentaje de lúpulo que contiene respecto a la fórmula, lo que puede hacer que sus características se vean afectadas.

Menciona (López Cantos, Mora Villafuerte, Palacios Castro, & García-Loor, 2023) que la acidez de una cerveza artesanal tipo IPA con siete días de fermentación es de 0,11, sin embargo, a partir de este tiempo la cerveza comienza un proceso de sedimentación el cual produce un ascenso en este valor, debido a que para nuestro caso los días de fermentación fueron de diez en donde la acidez sigue subiendo su valor.

De acuerdo a (NTE INEN 2262:2013, 2013) el rango de aceptación de este criterio en cervezas es de un máx. de 0,3 rango en donde el testigo y los tratamientos lo cumplen.

### **Weissbier**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 25), con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 0,4334 es mayor al 0,05 se acepta la hipótesis nula (HO) y se rechaza la hipótesis alternativa (HI), por lo tanto, no presentan diferencia significativa en el parámetro físico y químico de la acidez, es decir la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo no influye en esta característica físico química de la cerveza Weissbier, por lo que, no se procede a realizar la prueba de Tukey, pero se presenta (Anexo 26) con la intención de mostrar sus medias y que diferencia existe con el testigo (B1).

Dado que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, se determina que, existe un grupo de homogeneidad entre el testigo y los tratamientos con un valor de 0,13.

Menciona Viteri et al. (2022) que la acidez de una cerveza artesanal tipo Weissbier va desde (0,3419- 0,3790), sin embargo, en el caso experimental se obtuvo un valor de acidez de los tratamientos y testigo de 0,133, cuyo valor es muy bajo comparado a la referencia bibliográfica, sin embargo, este valor según (NTE INEN 2262:2013, 2013) se encuentra dentro del rango de aceptación debido a que este es de un máx. de 0,3 donde el testigo y los tratamientos lo cumplen.

### **Red Ale**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 27), con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 0,0589 es mayor al 0,05 se acepta la hipótesis nula (HO) y se rechaza la hipótesis alternativa (HI), por lo tanto, no presenta diferencia significativa en el parámetro físico y químico de la acidez, es decir la sustitución parcial de lúpulo de cáñamo no influye en la característica físico química de la cerveza tipo Red Ale. No se realizó la prueba

de Tukey, para determinar qué tratamientos presentan diferencia significativa con respecto al testigo C1.

Conforme a los datos obtenidos de la prueba de Tukey (Anexo 28), muestran un rango de medias de (0,15 - 0,18), en donde el testigo y los tratamientos C3 y C4 presentan un mismo valor de 0,18 siendo este el mayor, mientras que el tratamiento C2 tiene un valor de 0,15. La evaluación de la acidez no presenta diferencia significativa, por lo tanto, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo no afecta a la acidez.

Menciona Canalupe (2020) que el ácido láctico juega un papel indispensable al aportar el sabor ácido característico de la cerveza, y además regula su equilibrio. Su aparición, derivada en su mayoría de la acción del proceso de fermentado con bacterias ácido láctica, es determinante para la estabilidad de la bebida y el sabor ácido de la misma. De acuerdo a la norma NTE INEN2262 (2013) el rango de aceptación de este criterio en cervezas es de máx. 0,30 por lo que el testigo y los tratamientos lo cumplen.

### **Sour**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 29), con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 0,0735 es mayor al 0,05 se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se rechaza la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), por lo tanto, no presentan diferencia significativa en el parámetro físico y químico de la acidez, es decir la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo no influye en esta característica físico química de la cerveza tipo Sour por lo que, no se procede a realizar la prueba de Tuk-ey, pero se presenta (Anexo 30) con la intención de mostrar sus medias y que diferencia existe con el testigo (D1).

Considerando la ausencia de diferencias sustanciales entre el testigo y los tratamientos, se determina que se encuentran en un rango (0,17 – 0,23), se establece que las medias difieren por 0,06 entre el valor más bajo D2 y más alto D1 (testigo), en otras palabras, por el estilo de cerveza con sus características ácidas, la presencia de flor de cáñamo si afecta a su acidez en diferentes valores.

Menciona Fontana (2020) que este tipo de cerveza que es considerada como ácida puede alcanzar un valor de 0,3 esto dependerá de los tipos de malta a utilizar y los días de fermentación a los que sea sometida en el proceso de elaboración la cerveza.

De acuerdo a NTE INEN2262 (2013) el rango de aceptación de este criterio en cervezas es de un máx. de 0,3 rango en donde el testigo y los tratamientos lo cumplen.

Una vez concluido en análisis de la acidez titulable de cada estilo, se verifico que todos los tratamientos presentan resultados similares al testigo, de modo que no se muestran diferencias sustanciales. De acuerdo a (Alonso Esteban, 2021) la flor de cáñamo tiene ácidos orgánicos, cannabinoides y terpenos, puede afectar la acidez de algún producto, pero esto va a depender de la concentración utilizada en el proceso.

La flor de cáñamo tiene algunos compuestos fenólicos pueden aumentar la percepción de acidez sin necesariamente bajar el pH, esta planta se colocó durante la etapa de cocción lo que puede provocar la extracción de compuestos amargos y ácidos podría reducir ligeramente el pH del mosto.

Según Corrales et al. (2023) el agua utilizada el proceso de proceso de fabricación de cerveza contenido de bicarbonatos, el cáñamo puede acidificar más el mosto debido a la falta de un efecto tampón, así mismo el agua tiene un alto contenido de minerales alcalinos, el efecto acidificante del cáñamo podría neutralizarse parcialmente.

La levadura al entrar en contacto con la flor de cáñamo puede provocar la generación de ácidos orgánicos, ya que la flor tiene propiedades antimicrobianas, podría afectar la actividad de la levadura, en algunos casos, la levadura puede metabolizar ciertos compuestos del cáñamo, afectando el balance final de acidez.

Un efecto importante que puede tener la flor con respecto a la acidez es si la incorporación de esta flor de dará en la etapa de fermentación, debido a la producción de interacciones con la levadura podrían favorecer la producción de ácidos orgánicos como ácido láctico o acético, modificando la acidez de la cerveza.

### **2.10.2.3 Parámetro Grados de Alcohol**

#### **IPA**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 31), con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 1 es mayor al 0,05 se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se rechaza la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), por lo tanto, no presentan diferencia significativa en el parámetro físico y químico de los grados de alcohol, es decir la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo no influye en esta característica físico química de la cerveza tipo IPA por lo que,

no se procede a realizar la prueba de Tukey, pero se presenta (Anexo 32) con la intención de mostrar sus medias y que diferencia existe con el testigo (A1).

Considerando la ausencia de diferencias sustanciales entre el testigo y los tratamientos, se determina que todos se encuentran en un rango de homogeneidad, y esto se refleja en las medias obtenidas de cada tratamiento con un valor de 8 % de grados de alcohol incluido el testigo, por ende, la añadidura de la flor de cáñamo como sustituto parcial del lúpulo, no influye en el aumento de los grados de alcohol.

Menciona (Ferreira, Giménez , Matilla, & Pascual , 2023) que la cerveza estilo IPA puede ser considerada una cerveza de medio contenido alcohólico, sin embargo, como esta cerveza se la considera con una graduación alcohólica alta puede llegar hasta los 8 % grados de alcohol.

De acuerdo a (NTE INEN 2262:2013, 2013) para que este parámetro cumpla la normativa debe tener un min. de 1,0 % hasta un máx. de 10,00 %, por lo tanto, esta cerveza si cumple con lo propuesto.

### **Weissbier**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 33), con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 0,3375 es mayor al 0,05 se acepta la hipótesis nula (HO) y se rechaza la hipótesis alternativa (HI), por lo tanto, no presentan diferencia significativa en el parámetro físico y químico de los grados de alcohol, es decir la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo no influye en esta característica físico química de la cerveza tipo Weissbier por lo que, no se procede a realizar la prueba de Tukey, pero se presenta (Anexo 34) con la intención de mostrar sus medias y que diferencia existe con el testigo (B1).

Considerando la ausencia de diferencias sustanciales entre el testigo y los tratamientos, se determina que todos se encuentran en un rango de homogeneidad, y esto con referencia a las medias, se establece que, la presencia de flor de cáñamo en los diferentes estilos exista una diferencia de tan solo 0,35 % entre el valor más alto y más bajo, siendo el tratamiento B4 4,83 cuyo valor es mínimo, seguido por el testigo B1 con 5,00 y los tratamientos B3 y B2 con un valor de 5,17.

Según Viteri et al. (2022) los grados de alcohol de la cerveza tipo Weissbier es de (4,43 – 5,03), valores que se compararon con los obtenidos en el proyecto (4,5 – 5,5), así mismo se verificó si estos cumplen con la normativa (NTE INEN 2262:2013, 2013) para que este parámetro se debe tener un min de 1,0 % hasta un máx. de 10,0 %, que si lo cumple.

### **Red Ale**

Una vez realizados el análisis de varianza (Anexo 35), se evidencia que el F calculado es inferior al F crítico en los tratamientos, con 95 % de confiabilidad, además teniendo en cuenta que p-valor es menor al 0,05 se acepta la hipótesis nula (HO) y se rechaza la hipótesis alternativa (HI), por lo tanto, no presenta diferencia significativa en el parámetro físico-químico de los grados alcohólicos, es decir la sustitución parcial de lúpulo de cáñamo no influye en la característica físico química de la cerveza, por lo que no se procede a realizar la prueba de Tukey, pero se presenta (Anexo 36) con la intención de mostrar sus medias y que diferencia existe con el testigo (C1).

Considerando la ausencia de diferencias sustanciales entre el testigo y los tratamientos, se determina que todos se encuentran en un grupo de homogeneidad con una media de 8,33 % grados de alcohol.

Según (Sevebrau, 2022) el rango de grados de alcohol de las cervezas comerciales más comunes está entre 3,5° a 5,5°, mientras que en las cervezas artesanales, el porcentaje promedio de alcohol varía entre los 5° a los 12°. De acuerdo a la norma NTE INEN2262 (2013) el máximo de grados de alcohol que puede tener una cerveza es de 10°, por lo que el testigo y los tratamientos lo cumple.

### **Sour**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 37), con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 1 es mayor al 0,05 se acepta la hipótesis nula (HO) y se rechaza la hipótesis alternativa (HI), por lo tanto, no presentan diferencia significativa en el parámetro físico y químico de los grados de alcohol, es decir la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo no influye en esta característica físico química de la cerveza tipo Sour por lo que,

no se procede a realizar la prueba de Tukey, pero se presenta (Anexo 38) con la intención de mostrar sus medias y que diferencia existe con el testigo (D1).

Considerando la ausencia de diferencias sustanciales entre el testigo y los tratamientos, se determina que el testigo, tratamientos D3 y D4 se encuentran en un grupo de homogeneidad con una media de 6,00, mientras que el tratamiento D2 tiene una media de 5,67, sin embargo, no presenta una diferencia significativa, es decir, la añadidura de la flor de cáñamo como sustituto parcial del lúpulo, no influye en el aumento o reducción de los grados de alcohol.

Menciona (Quiroz Rincón & Useche Alarcón, 2021) que la cerveza estilo Sour puede tener un rango de grados de alcohol que va (2,8 – 3,8 %), sin embargo, según (Fernández Benites, 2021) la cerveza puede alcanzar los 8 % debido a que esta cerveza es acida.

De acuerdo a (NTE INEN 2262:2013, 2013) para que este parámetro cumpla la normativa debe tener un min. de 1,0 % hasta un máx. de 10,0 %, por lo tanto, esta cerveza si cumple con lo propuesto.

Los grados de alcohol no presentaron diferencia significativa con respecto a su testigo en los cuatro estilos de cerveza, sin embargo, se observó que estos grados de alcohol aumentaron, pero no de forma significativa, esto pudo darse por que se añadió la flor de cáñamo que según (Alonso Esteban, 2021) la composición de la flor de cáñamo, tiene pocos azúcares fermentables, por lo tanto, no debería aumentar significativamente el contenido alcohólico, así mismo la flor de cáñamo, en su forma natural, no aporta una cantidad significativa de azúcares fermentables que la levadura pueda convertir en alcohol. Sin embargo, como la levadura fue sometida a cocción en este proceso pudo liberar una cantidad mínima de azúcares, pero esto no es suficiente para eleve el contenido alcohólico de forma significativa a la cerveza artesanal.

La flor de cáñamo no contiene azúcar fermentables y almidones lo que puede afectar directamente a los grados de alcohol, sin embargo, si se usa junto con otros ingredientes ricos en azúcares (como miel o extractos de malta), podría modificar el balance fermentable.

Debido a las propiedades antimicrobianas que tiene la flor esta podrían afectar la actividad de la levadura, si esta se ve inhibida, la fermentación podría ser menos eficiente, reduciendo los grados de alcohol, así mismo, algunos compuestos como los terpenos y compuestos fenólicos pueden influir en la tolerancia de la levadura al alcohol, afectando el proceso de fermentación.

Si la flor de cáñamo altera el pH del mosto, podría impactar la eficiencia de las enzimas y la fermentación, modificando la producción de alcohol. Dependiendo del momento de adición (maceración, ebullición o fermentación), la levadura podría reaccionar de manera diferente a sus compuestos.

#### **2.10.2.4 Parámetro Potencial alcohólico**

##### **IPA**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 39), con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 0,0008 es menor al 0,05 de modo que se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0), por lo tanto, presentan diferencia significativa en el parámetro físico y químico del potencial alcohólico, es decir la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo influye en esta característica físico química de la cerveza tipo IPA. Se llevó a cabo la prueba de Tukey para evaluar qué tratamientos tienen una diferencia significativa en relación al testigo (A1).

Conforme a los datos obtenidos de la prueba de Tukey (Anexo 40), muestran sus medias en un rango de potencial alcohólico entre (4,73 – 5,47), en donde el tratamiento A4 presenta el mayor valor 5,47, mientras que el testigo A1 4,73. En la evaluación del potencial alcohólico el testigo A1 y tratamiento A2 no presentan diferencia significativa, sin embargo, existe diferencia significativa con respecto al tratamiento A3 y tratamiento A4, por lo tanto, la sustitución de lúpulo por flor de cáñamo sí afecta a este parámetro.

Y con el valor de las medias se destaca que existe un escalonamiento de los tratamientos, desde el testigo hasta el tratamiento A4, es decir, que mientras se añade más flor de cáñamo el potencial alcohol aumentará, y nos menciona (Ji, Jia, Kumar, & Geun Yoo, 2021) dado que el cáñamo tiene un alto contenido de polisacáridos, lo que lo hace una excelente fuente de azúcar.

##### **Weissbier**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 41), con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 0,2072 es mayor al 0,05 se acepta la hipótesis nula

(HO) y se rechaza la hipótesis alternativa (HI), por lo tanto, no presentan diferencia significativa en el parámetro físico y químico del potencial alcohol, es decir la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo no influye en esta característica físico química de la cerveza tipo Weissbier por lo que, no se procede a realizar la prueba de Tukey, pero se presenta (Anexo 42) con la intención de mostrar sus medias y que diferencia existe con el testigo (B1).

Considerando la ausencia de diferencias sustanciales entre el testigo y los tratamientos, se determina que sus medias se encuentran en un rango de (3,03 – 3,17), donde el tratamiento B4 tiene el valor más alto 3,17, es decir, que mientras se añade más flor de cáñamo el potencial alcohol aumentará.

### **Red Ale**

Una vez realizados el análisis de varianza (Anexo 43), con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 0,3439 es mayor al 0,05 se acepta la hipótesis nula (HO) y se rechaza la hipótesis alternativa (HI), por lo tanto, no presenta diferencia significativa en el parámetro físico y químico del potencial alcohólico, es decir la sustitución parcial de lúpulo de cáñamo no influye en la característica físico química de la cerveza tipo Red Ale, por lo que, no se procede a realizar la prueba de Tukey, pero se presenta (Anexo 44) con la intención de mostrar sus medias y que diferencia existe con el testigo (C1).

Considerando la ausencia de diferencias sustanciales entre el testigo y los tratamientos, se determina que sus medias se encuentran en un rango, (5,80 – 6,03), donde el tratamiento C3 obtiene el valor más alto 6,03, es decir, que la añadidura de flor de cáñamo afecta la característica de potencial alcohólico.

### **Sour**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 45), con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 0,0067 es menor al 0,05 de modo que se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0), por lo tanto, presentan diferencia significativa en el parámetro físico y químico del potencial alcohólico, es decir la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo influye en esta característica físico química de la cerveza

tipo Sour. Se realizó la prueba de Tukey para determinar que tratamientos presentan diferencia significativa con respecto al testigo (D1).

Conforme a los datos obtenidos de la prueba de Tukey (Anexo 46), muestran un rango de potencial alcohólico entre (5,87 – 6,27), en donde el tratamiento D1 y el tratamiento D2 presenta el mayor valor 6,27, mientras que el tratamiento D3, presenta el menor valor 5,87, finalmente el tratamiento D4 presenta un valor 6,23 el cual es cercano al testigo D1. En la evaluación del potencial alcohólico el testigo D1, tratamiento D2 y el tratamiento D4 no presentan diferencia significativa, sin embargo, existe diferencia significativa con respecto al tratamiento D3, por lo tanto, la sustitución de lúpulo por flor de cáñamo sí afecta a este parámetro.

Y con el valor de las medias se destaca que existen 2 grupos mencionados anteriormente, pero por las medias, indica que existe un rango es de 0,40 entre el valor más bajo D3 y más alto D2, es decir que la añadidura de flor de cáñamo varía el valor del potencial alcohólico dependiendo su formulación.

Una vez concluido el análisis del potencial alcohólico, se determinó que en los estilos IPA y Sour, se observa una diferencia importante entre los tratamientos y sus testigos, además, se entiende como potencial alcohólico según (Galaz Galaz, 2021) es una estimación teórica del alcohol que se podría obtener en la fermentación, basada en la cantidad de azúcares fermentables presentes en el mosto antes de la fermentación.

#### **2.10.2.5 Parámetro Sólidos Solubles**

##### **IPA**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 47), con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 0,0003 es menor al 0,05 de modo que se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0), por lo tanto, presentan diferencia significativa en el parámetro físico y químico de sólidos solubles, es decir la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo influye en esta característica físico química de la cerveza estilo IPA. Se llevó a cabo la prueba de Tukey para evaluar qué tratamientos tienen una diferencia significativa en relación al testigo (A1).

Conforme a los datos obtenidos de la prueba de Tukey (Anexo 48), muestran un rango de sólidos solubles entre (6,67 – 10), en donde el tratamiento A4 presenta el mayor valor en su

media de 10, mientras que el testigo A1, tiene el menor valor de sólidos solubles 6,67. En la evaluación de los sólidos solubles los tratamientos A2, A3 y A4 presenta similitud, mientras que el testigo A1 está disperso del resto de tratamientos, por lo tanto, hay una diferencia significativa de sólidos solubles cuando se realiza el reemplazo parcial de lúpulo por flor de cáñamo.

Y con el valor de las medias se destaca que existe un escalonamiento desde el testigo hasta el tratamiento A4, es decir, que aumenta su valor de sólidos solubles por la presencia de flor de cáñamo en cada formulación, así el tratamiento A4 posee el valor más alto, ya que su sustitución fue total de flor de cáñamo (100 %) por lúpulo.

Menciona (López, Mora, Palacios, & García, 2023) que los sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix) van a variar de acuerdo a los días de fermentación a los que la cerveza sea sometida que en este caso fue de diez días, el valor debe ser un aproximado de (8- 9  $^{\circ}$ Brix). En el estudio los  $^{\circ}$ Brix se encuentran en un rango de (8,4 – 10), valores que se encuentra cerca del valor bibliográfico, el cual puede darse por la utilización de la flor de cáñamo la cual no permite una correcta fermentación de los azúcares provenientes de las maltas utilizadas en el proceso, también esta dispersión de datos se dio por la diferente adición de concentración de la flor de cáñamo.

### **Weissbier**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 49), con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 0,0150 es menor al 0,05 de modo que se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0), por lo tanto, presentan diferencia significativa en el parámetro físico y químico de sólidos solubles, es decir la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo influye en esta característica físico química de la cerveza tipo Weissbier. Se realizó la prueba de Tukey para determinar que tratamientos presentan diferencia significativa con respecto al testigo (B1).

Conforme a los datos obtenido de la prueba de Tukey (Anexo 50), muestran que sus medias se encuentran en rango de sólidos solubles entre (5,77 – 5,53), en donde el tratamiento

B4 presenta el mayor valor 5,77, mientras que el testigo B1 tiene el menor valor 5,53 y los tratamientos B2 y B3 presentan valores iguales en sus medias 5,67.

Y con el valor de las medias se destaca que existe un escalonamiento desde el testigo hasta el tratamiento B4, es decir, que aumenta su valor de sólidos solubles por la presencia de flor de cáñamo en cada formulación, así el tratamiento B4 posee el valor más alto, ya que su sustitución fue total de flor de cáñamo (100 %) por lúpulo.

De acuerdo Viteri et al. (2022) que los sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix) están en un rango de (4,43 - 5,27), por lo tanto, se hizo una comparación con los valores obtenidos en la investigación, los cuales se encuentran dentro de este parámetro.

### **Red Ale**

Una vez realizados el análisis de varianza (Anexo 51), en los tratamientos con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 0,0001 es menor al 0,05 de modo que se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0), por lo tanto, presenta diferencia significativa en el parámetro físico y químico de los sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix), es decir la sustitución parcial de lúpulo de cáñamo influye en la característica físico química de la cerveza tipo Red Ale. Se realizó la prueba de Tukey, para determinar que tratamientos presentan diferencia significativa con respecto al testigo C1.

Conforme a los datos obtenidos de la prueba de Tukey (Anexo 52), muestran un rango de  $^{\circ}$ Brix entre (10,63 - 11,13), en donde el tratamiento C3 presenta el valor más alto 11,13, sigue con el testigo 10,87 y C2 10,73 que tienen valores similares, mientras que el tratamiento C4 que posee el valor más bajo de su media que es 10,63. En la evaluación de los sólidos solubles se presenta una diferencia significativa en comparación con los otros tratamientos, por lo tanto, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo si afecta a los  $^{\circ}$ Brix.

Y con el valor de las medias se destaca que existe grupos diferenciales como se menciona anteriormente, pero, las medias indica que el tratamiento C3 (30 % lúpulo; 70 % flor de cáñamo) obtiene el valor más alto, es decir, que aumenta su valor de sólidos solubles por la presencia de flor de cáñamo, pero no se concreta dado que el tratamiento C4 (100 % flor de cáñamo) obtiene un valor menor, en otras palabras, el valor dependerá de la formulación y el estilo de cerveza.

Según (Muñoz Pinela, Rodríguez Cobeña, Intriago Vélez, Vínces Vélez, & Bravo Tuarez, 2024) los °Brix son indicadores clave de la dulzura o amargor en una cerveza con valores que van desde 0 a 30 °Brix. Valores entre 16 a 30 °Brix indican una cerveza dulce, mientras que de 0 a 15 °Brix indican una cerveza amarga. Este valor puede variar conforme pasa el tiempo en las cervezas tipo Ale.

### **Sour**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 53), con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 0,0091 es menor al 0,05 de modo que se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0), por lo tanto, presentan diferencia significativa en el parámetro físico y químico de sólidos solubles, es decir la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo influye en esta característica físico química de la cerveza estilo Sour. Se realizó la prueba de Tukey para determinar que tratamientos presentan diferencia significativa con respecto al testigo (D1).

Conforme a los datos obtenidos de la prueba de Tukey (Anexo 54), muestran a sus medias en un rango de sólidos solubles entre (10,70 – 11,57), en donde el tratamiento D2 presenta el mayor valor 11,57, mientras que el tratamiento D3, tiene el menor valor 10,70, finalmente el testigo D1 11,43 y el tratamiento D4 11,30 presentan valores cercanos uno del otro.

En la evaluación de sólidos solubles el testigo D1, existe diferencia significativa, por lo tanto, la sustitución de lúpulo por flor de cáñamo si afecta a este parámetro.

Y con el valor de las medias se destaca que existe 2 grupos diferenciados, mencionados anteriormente, pero, a su vez indica el tratamiento D2, obtiene el valor más alto, es decir, que aumenta su valor de sólidos solubles por la presencia de flor de cáñamo, pero no se concreta dado que, el tratamiento D3 obtiene el valor menor, en otras palabras, el valor dependerá de la formulación y el estilo de cerveza.

Una vez concluido el análisis de sólidos de cada estilo de cerveza, se observó que en todos los estilos existe diferencia significativa entre los tratamientos y testigos, una razón de lo que paso esto es porque al ser una cerveza artesanal esta no debe filtrarse, la flor de cáñamo se ocupa en el proceso de cocción, en donde una vez concluido esta etapa se extrae el resto de esta planta, pero queda pequeños residuos lo cual provoca la presencia de sólidos solubles, además, este valor se va elevando en relación a la concentración de cáñamo ocupada en cada tratamiento.

La flor de cáñamo contiene resinas y terpenos, que pueden disolverse en la cerveza, sin embargo, puede quedar resto de las misma modificando la densidad. Los poli fenoles del cáñamo pueden interactuar con proteínas del mosto, formando complejos que afectan la estabilidad coloidal. Provocando más sólidos en suspensión, lo que modifica la turbidez y los valores de extracto seco de la cerveza.

La incorporación de la flor de dio en la etapa de cocción en donde se realiza una extraen más taninos, resinas y aceites esenciales, lo que puede modificar la percepción del cuerpo de la cerveza, aunque con un impacto leve en la densidad.

Si la incorporación se hubiera dado durante la fermentación no aportará sólidos solubles adicionales, pero puede influir en la interacción con la levadura y la estabilidad coloidal.

Un efecto que causa es en la turbidez y estabilidad debido a que algunas resinas y ceras presentes en la flor de cáñamo pueden aumentar la turbidez y como esta flor contiene taninos en altas cantidades, podría interactuar con proteínas de la malta y afectar la claridad de la cerveza.

#### **2.10.2.6 Parámetro densidad**

##### **IPA**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 55), crítico con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 0,6719 es mayor al 0,05 se acepta la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) y se rechaza la hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>), por lo tanto, no presentan diferencia significativa en el parámetro físico y químico de la densidad, es decir la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo no influye en esta característica físico química de la cerveza tipo IPA por lo que, se procede a realizar la prueba de Tukey, (Anexo 56) con la intención de mostrar sus medias y que diferencia existe con el testigo (A1).

Considerando la ausencia de diferencias sustanciales entre el testigo y los tratamientos, además la media de cada tratamiento es de 1,01, es decir la presencia de flor de cáñamo no afecta la característica de la densidad.

Menciona (López Cantos, Mora Villafuerte, Palacios Castro, & García-Loor, 2023) que la densidad de la cerveza estilo IPA va variando de acuerdo a los días de fermentación como referencia con siete días de fermentación la densidad es de 1,050, sin embargo, a partir de este

tiempo la densidad comienza a subir, que el caso del estudio con diez días de fermentación se obtuvo una densidad promedio de 1,01.

### **Weissbier**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 57), con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 0,146 es mayor al 0,05 se acepta la hipótesis nula (HO) y se rechaza la hipótesis alternativa (HI), por lo tanto, no presentan diferencia significativa en el parámetro físico y químico de la densidad, es decir la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo no influye en esta característica físico química de la cerveza tipo Weissbier por lo que, No se procede a realizar la prueba de Tukey, (Anexo 58) con la intención de mostrar sus medias y que diferencia existe con el testigo (B1).

Considerando la ausencia de diferencias sustanciales entre el testigo y los tratamientos, además la media de cada tratamiento es de 1,01, es decir la presencia de flor de cáñamo no afecta la característica de la densidad.

De acuerdo Viteri et al. (2022) la densidad puede ir de (1,012 – 1,020) valores que se compararon con los obtenidos en el proyecto (1- 1,03) los cuales se encuentran dentro de este parámetro.

### **Red Ale**

Una vez realizados el análisis de varianza (Anexo 59), los tratamientos con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 0,8876 es mayor al 0,05 se acepta la hipótesis nula (HO) y se rechaza la hipótesis alternativa (HI), por lo tanto, no presenta diferencia significativa en el parámetro físico y químico de la densidad, es decir la sustitución parcial de lúpulo de cáñamo no influye en la característica físico química de la cerveza, al no encontrar diferencias significativas entre los tratamientos no se procede a realizar la prueba de Tukey, pero se presenta (Anexo 60) con la intención de mostrar sus medias y que diferencia existe con el testigo (C1).

Considerando la ausencia de diferencias sustanciales entre el testigo y los tratamientos, además la media de cada tratamiento es de 1,01, es decir la presencia de flor de cáñamo no afecta la característica de la densidad.

Considerando la ausencia de diferencias sustanciales entre el testigo y los tratamientos, se encuentran en un grupo de homogeneidad, pero según los valores de medias, existe un valor igual en los tratamientos, es decir, la presencia de flor de cáñamo no afecta la característica de la densidad.

Según (Morales J. , 2023) a mayor densidad del mosto, mayor será el contenido de alcohol de la cerveza final. En términos de densidad, tanto la inicial, como la final son necesarias para el cálculo del grado alcohólico de la cerveza con precisión.

### **Sour**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 61), con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor 0,0701 es mayor al 0,05 se acepta la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) y se rechaza la hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>), por lo tanto, no presentan diferencia significativa en el parámetro físico y químico de la densidad, es decir la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo no influye en esta característica físico química de la cerveza tipo Sour por lo que, no se procede a realizar la prueba de Tukey, pero se presenta (Anexo 62) con la intención de mostrar sus medias y que diferencia existe con el testigo (D1).

Considerando la ausencia de diferencias sustanciales entre el testigo y los tratamientos, sus medias se encuentran en un rango de (1,04 – 1,05), lo cual no dispersa uno del otro, no existe diferencia es decir la presencia de flor de cáñamo no afecta la característica de la densidad.

Según (Morales J. , 2023) a mayor densidad del mosto, mayor será el contenido de alcohol de la cerveza final. En términos de densidad, tanto la inicial, como la final son necesarias para el cálculo del grado alcohólico de la cerveza con precisión.

Una vez concluido en análisis de la densidad se verifico que en ningún estilo de cerveza hubo diferencia significativa. Según (Suárez Díaz, 2013) la densidad en la cerveza se refiere a la cantidad de azúcares disueltos en el mosto antes y después de la fermentación. La flor de cáñamo no tiene un alto nivel de azúcar fermentables, por lo tanto, este parámetro no se ve afectado.

La fibra presente en la flor de cáñamo de acuerdo (Zamora Sarmiento, 2024) no contribuye significativamente a la densidad, pero puede agregar una pequeña cantidad de material no fermentable al mosto. Los aceites esenciales y resinas de la flor de cáñamo pueden afectar la viscosidad del mosto o la cerveza, lo que puede influir ligeramente en la densidad.

Sin embargo, estos aceites no son fermentables, por lo que no contribuyen directamente al aumento de la gravedad específica (que mide la densidad).

La agregación de la flor de cáñamo al proceso de proceso de fabricación de cerveza se dio durante la cocción que, debido a su contenido de taninos y resinas, afectando la percepción del cuerpo, aunque sin aumentar la densidad de manera significativa. El efecto hubiera variado si de a la flor de le agregaba durante la maceración o fermentación, ya que puede liberar algunos compuestos solubles en agua, pero no azúcares fermentables, por lo que no aumentará la densidad inicial significativamente.

Si la flor de cáñamo contiene compuestos no fermentables, estos pueden permanecer en la cerveza terminada, aumentando la densidad final y dando una sensación de mayor cuerpo. Algunas cervezas con cáñamo pueden parecer más densas debido a los aceites esenciales y los polifenoles, sin que esto necesariamente afecte el contenido de alcohol.

El proyecto de investigación su objetivo es determinar el efecto de la flor de cáñamo a través, de la existencia o no de significativa entre los tratamientos y el testigo, bajo esta premisa se determina que por el parámetro de pH existe diferencia significativa en los estilos de cerveza IPA, Weissbier, Red Ale y Sour, en el parámetro de la Acidez no existe diferencia significativa en ningún estilo de cerveza, en el parámetro de la los grados alcohólicos no existe diferencia significativa en ningún estilo de cerveza, en el parámetro de potencial alcohólico existe diferencia significativa en estilo de cerveza IPA y Sour, y no existe diferencia significativa en el estilo de cerveza Weissbier y Red Ale, en el parámetro de sólidos solubles existe diferencia significativa en el estilo IPA, Weissbier, Red Ale y Sour y por último, en el parámetro de densidad no existe diferencia significativa en ningún estilo de cerveza.

Tabla 29

Parámetros físico y químicos del mejor tratamiento

Mejor tratamiento	
PARÁMETROS	
Físicos y químicos	
pH	4,33

Acidez	0,13
Grados de alcohol	5,17
Potencial alcohólico	3,07
Solidos solubles	5,67
Densidad	1,01

**Fuente:** Escobar, M. y Gutiérrez, E. (2024)

En la tabla N°29, se presenta los parámetros establecidos por la normativa (NTE INEN 2262:2013, 2013), se indica que los estilos de cerveza Weissbier y Red Ale, son los que no difieren del testigo, siendo esto los que la flor de cáñamo no influya en las características físico y químico propias de la cerveza, siendo establecidos como los estilos donde se obtenga el mejor tratamiento, observando las medias, donde su comparativa se establece junto al análisis estadístico sensorial a través de la catación de los tratamientos de dichos estilos.

### 2.10.3 Resultados del análisis sensorial de los diferentes estilos de cerveza

Se presenta la tabla N°30, donde se muestran los p – valores obtenidos de cada parámetro sensorial, con color, turbidez, olor, sabor y cuerpo, y a su vez su comparación con p crítico para determinar si existe o no diferencia significativa.

Tabla 30

Diferencia significativa de los parámetros sensoriales de los cuatro estilos de cerveza

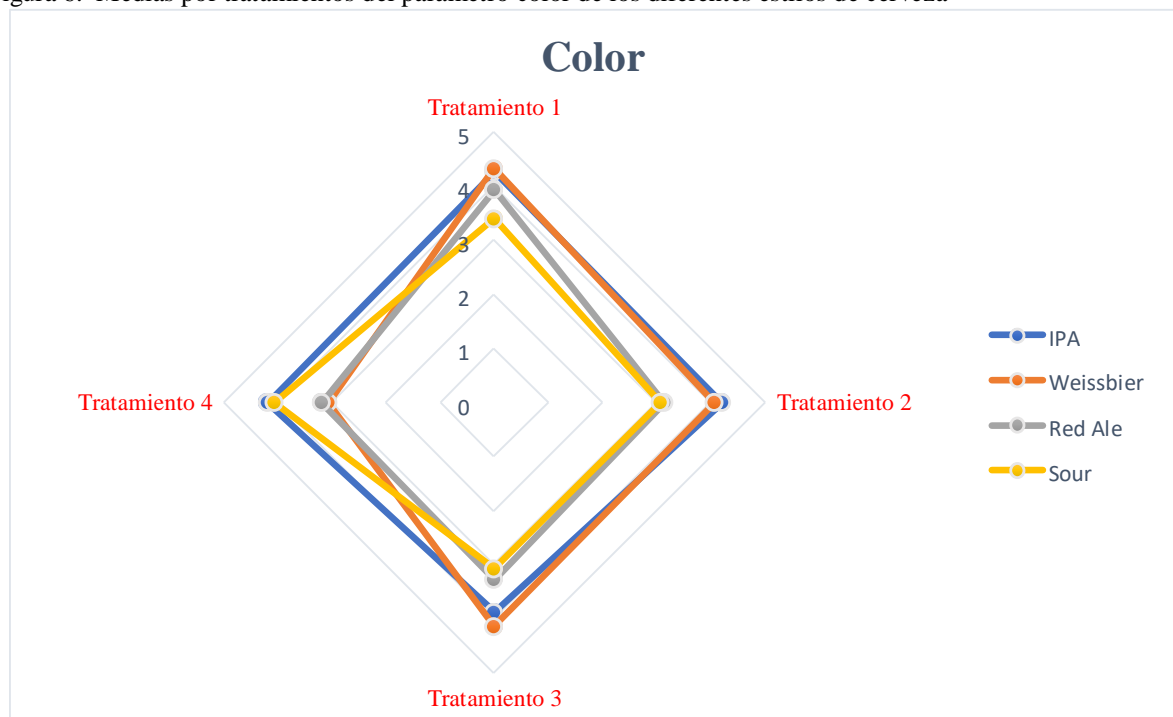
PARAMETROS	IPA	Weissbier	Red Ale	Sour	P - critico
	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	
Color	0,2934	7,0834E-05	0,0011	0,0488	0,05
Turbidez	3,9999E-05	8,838E-09	0,0031	0,0005	
Olor	0,0069	0,0855	0,1464	8,3968E-05	
Sabor	0,0091	0,0336	0,0007	0,0030	
Cuerpo	5,023E-05	1,0251E-05	0,02005	5,8441E-06	

**Fuente:** Escobar, M. y Gutiérrez, E. (2024)

#### 2.10.3.1 Parámetro del Color

Se presenta en la figura N°6, los valores de medias del color de los diferentes estilos de cerveza siendo IPA, Weissbier, Red Ale y Sour, obtenidos del análisis sensorial, donde sus valores van desde 1 hasta 5, determinando el de mayor aceptabilidad en este parámetro.

Figura 6. Medias por tratamientos del parámetro color de los diferentes estilos de cerveza



**Nota:** La gráfica representa los diferentes tratamientos **1**= 100 % lúpulo y 0% flor de cáñamo (*Testigo*); **2**= 70 % lúpulo y 30 % flor de cáñamo; **3**= 30 % lúpulo y 70 % flor de cáñamo; **4**= 0 % lúpulo y 100 % flor de cáñamo.

**Fuente:** Escobar, M. y Gutierrez, E. (2025).

## IPA

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 63), se observa que el F calculado es menor al F crítico con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que pvalor es de 0,2935 que es mayor al 0,05 de los tratamientos, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se rechaza la hipótesis nula ( $H_1$ ), es decir no existe diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo no afecta en el parámetro sensorial del color de la cerveza estilo IPA, por lo cual no se realiza la prueba de Tukey, pero se presenta (Anexo 64) con la intención de mostrar sus medias y que diferencia existe con el testigo (A1), en el mismo se establece que no existe diferencia significativa entre el testigo y los demás

tratamientos.

En la figura N°6, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, se identifica que el tratamiento con mayor aceptabilidad es el testigo A1 con 4,27, seguido por los tratamientos A2 y A4 con un valor de aceptabilidad de 4,20, sin embargo, el que menos aceptabilidad tuvo fue el tratamiento A3 con 3,87.

Según (Ferreira, Giménez , Matilla, & Pascual , 2023) que el mosto posee un dulce característico y un marcado amargo y aroma a lúpulo que es propio del estilo IPA, tostadas o si existe la agregación de frutas oscuras. Para la elaboración de este estilo de cerveza se utilizó flor de cáñamo, que contiene pigmentos, que durante la cocción pueden llegar hacer un aporte para mantener el color de la cerveza.

### **Weissbier**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 65), se observa que el F calculado es mayor al F crítico con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que pvalor es de 7,0834E-05 que es menor al 0,05 de los tratamientos, por lo tanto, de modo que se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0), es decir existe diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo afecta en el parámetro sensorial del color de la cerveza estilo Weissbier, por lo cual se realiza la prueba de Tukey (Anexo 66), en la cual se observa, que existe diferencia significativa entre el tratamiento B4 con el testigo B1, en cambio, los tratamientos B2 y B3 no presentan diferencia significativa con el testigo B1.

En la figura N°6, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, se identifica que el tratamiento con mayor aceptabilidad es el testigo B1 es 4,33; seguido por los tratamientos B3 con 4,13 y B2 con 4,07, sin embargo, el que menos aceptabilidad es el tratamiento B4 con 3,07. Menciona (Viteri, Párraga, García, Barre, & Romero, 2022) citado de (Caffaratti, 2010) que el color, sabor y contenido de azúcares se definen por estilos y variedad de malta, dado por la malta sea tostada o no, en este caso el trigo contiene sus características.

Según (Galvañ Valdés, 2016) que las versiones más pálidas de estas maltas de trigo conservan el potencial enzimático. Para la elaboración de este estilo de cerveza se utilizó flor de cáñamo, que contiene pigmentos, sin embargo, la presencia misma no afecta el color del estilo de cerveza.

### **Red Ale**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 67), se observa que el F calculado es mayor al F crítico con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que pvalor es de 0,00011 que es menor al 0,05 de los tratamientos, por lo tanto, se rechaza hipótesis nula (HO) y se acepta la hipótesis alternativa (HI), es decir existe diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo afecta en el parámetro sensorial del color de la cerveza estilo Red Ale, por lo cual se realiza la prueba de Tukey (Anexo 68), donde se observa que los tratamientos C2, C3 y C4 presentan diferencia significativa con el testigo C1.

En la figura N°6, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, se identifica que el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad es el testigo C1 con 3,93, seguido por el tratamiento C3 con 3,27, le sigue el tratamiento C4 con 3,20, y el tratamiento que tuvo menos aceptabilidad fue el tratamiento C2 con 3,13.

Se utilizó para este estilo de cerveza malta Munich y menciona (Galvañ Valdés, 2017) que la malta aporta colores rojizos. Según (Cisneros Llerena, 2023) la cerveza Red Ale tiene un color rojo intenso, debido a la incorporación de la flor para su proceso de elaboración, los pigmentos son liberados por la flor en la etapa de cocción hace que su tonalidad sea un poco más oscura de lo habitual.

### **Sour**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 69), se observa que el F calculado es mayor al F crítico con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que pvalor es de 0,048 que es menor al 0,05 de los tratamientos, por lo tanto, de modo que se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0), es decir existe diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo afecta en el parámetro sensorial del color de la cerveza estilo SOUR, por lo cual se realiza la prueba de Tukey (Anexo 70), donde se observa que los tratamientos D2 y D3 no presentan diferencia significativa con el testigo D1, sin embargo, D4 aunque no presente diferencia significativa con el testigo D1, si difiere de D2 y D4.

En la figura N°6, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, se identifica que el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad es el D4 con 4,07, seguido por el tratamiento

D1 (Testigo) con 3,40, a continuación, el tratamiento D2 y D3 que obtienen un valor igual de 3,07 y se consideran como los tratamientos con menor valor de aceptabilidad.

Según (Hurtado, 2021) citado de (Santacruz, Antunes, Gomez, Velez, & Mancini, 2023) la cerveza sour presenta diferente color por la presencia de las bractéolas, a su vez la lupulina y por el lúpulo utilizado. Según (Galvañ Valdés, 2016) que las versiones más pálidas de estas maltas de trigo conservan el potencial enzimático. Para la elaboración de este estilo de cerveza se utilizó flor de cáñamo, que contiene pigmentos. Por lo que, la sustitución de flor de cáñamo no afecta a los diferentes tratamientos D2 y D3 sean similares al testigo D1, sin embargo, el tratamiento D4 difiere del testigo, dado que, este último presenta un color más claro al contener 100 % flor de cáñamo.

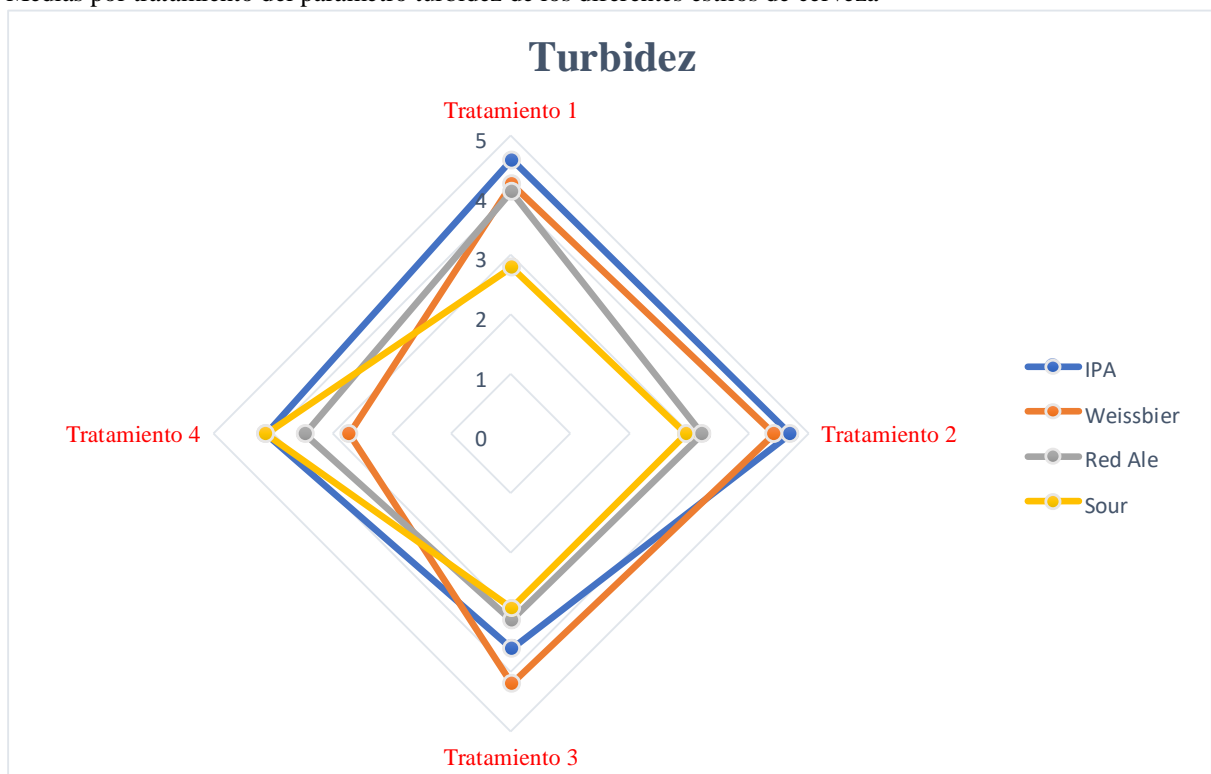
En el parámetro de color se observa que, en el estilo de cerveza IPA no existe diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo, por el lado de la cerveza Weissbier siendo que solo existe diferencia significativa entre B4 y los demás tratamientos. En la cerveza Red Ale existe diferencia significativa del testigo C1 con los demás tratamientos, y en el caso de la cerveza Sour existe diferencia significativa entre D4 y los demás tratamientos. Por lo que, la cerveza de estilo IPA, es donde menos efecto hizo la sustitución de la flor de cáñamo, y en el caso de la Weissbier y Red Ale solo se diferencia en un tratamiento, y en la cerveza Sour se observa mayor efecto la sustitución de la flor de cáñamo, por último, siendo B1 con el valor más alto de aceptabilidad.

Según (Martínez - Flórez, González - Gallego, Culebras, & Tuñón, 2002) que los flavonoides que son compuestos químicos que actúan como pigmentos, además, contienen un papel anti fúngico y bactericida, lo que confiere coloración. Por lo que, afectan en cierta medida al color de los diferentes estilos de cerveza, un claro ejemplo, es el tratamiento D4 del estilo Sour que tuvo un gran diferencial de los demás tratamientos.

### **2.10.3.2 Parámetro Turbidez**

Se presenta en la figura N°7 los valores de medias de la turbidez de los diferentes estilos de cerveza siendo IPA, Weissbier, Red Ale y Sour, obtenidos del análisis sensorial, donde sus valores van desde 1 hasta 5, determinando el de mayor aceptabilidad en este parámetro.

Figura 7.  
Medias por tratamiento del parámetro turbidez de los diferentes estilos de cerveza



**Nota:** La gráfica representa los diferentes tratamientos **1**= 100 % lúpulo y 0% flor de cáñamo (*Testigo*); **2**= 70 % lúpulo y 30 % flor de cáñamo; **3**= 30 % lúpulo y 70 % flor de cáñamo; **4**= 0 % lúpulo y 100 % flor de cáñamo.

**Fuente:** Escobar, M. y Gutierrez, E. (2025)

## IPA

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 71), se observa que el F calculado es mayor al F crítico con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor es de 3,99E-05 que es menor al 0,05 de los tratamientos, por lo tanto, de modo que se acepta la

hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0), es decir existe diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo afecta en el parámetro sensorial de turbidez de la cerveza estilo IPA, por lo cual se realiza la prueba de Tukey (Anexo 72), en la cual se observa, que existe dos grupos de significancia, siendo A2 y A4 que no presenta diferencia significativa con A1 (Testigo), por otro lado, A3 que si presenta diferencia significativa con A1 (Testigo).

En la figura N°7, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, se identifica que el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad es el A2 con 4,67, seguido por el A1 (Testigo) con 4,60, a continuación, está el tratamiento A4 con 4,13 y por último el tratamiento A3 con 3,60, siendo éste el que tuvo menor grado de aceptabilidad.

En los tratamientos se determina que, la sustitución de la flor de cáñamo en sus diferentes porcentajes de los tratamientos no causa un efecto diferente en la turbidez en la cerveza con el testigo, sin embargo, A3 presenta diferencia significativa esto puede ocurrir ya que contiene 70 % flor de cáñamo y 30 % lúpulo, lo que al tener un porcentaje menor de lúpulo no existe un equilibrio con la flor, lo que la hace, no apetecible al catador.

### **Weissbier**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 73), se observa que el F calculado es mayor al F crítico con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que pvalor es de 8,838E-09 que es menor al 0,05 de los tratamientos, por lo tanto, de modo que se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0), es decir existe diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo afecta en el parámetro sensorial de turbidez de la cerveza estilo Weissbier, por lo cual se realiza la prueba de Tukey (Anexo 74), en la cual se observa, que existe diferencia significativa del tratamiento B4 con B1 (Testigo), por otro lado, B2 y B3 no presenta diferencia significativa con B1 (Testigo).

En la figura N°7, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, se identifica que el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad es el B2 con 4,40, seguido por los tratamientos B3 y B1 (Testigo) obteniendo un mismo valor de aceptabilidad de 4,20, por último, se encuentra el tratamiento B4 con 2,73 siendo que tiene el menor valor de aceptabilidad.

De acuerdo a Viteri et al. (2022) la turbidez de una cerveza Weissbier es ligeramente turbia y pálida, que debido a la incorporación de flor de cáñamo se vio afectada por las partículas

o sedimentos que la flor de cáñamo dejó en el proceso de elaboración, esto se refleja en los tratamientos B2 y B3 que aunque contienen un porcentaje de sustitución de la flor de cáñamo no difiere con B1 (Testigo), sin embargo con el tratamiento B4 siendo 100 % flor de cáñamo difiere de los demás tratamientos, produciendo una mayor turbidez y menor aceptabilidad.

### **Red Ale**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 75), se observa que el F calculado es mayor al F crítico con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que pvalor es de 0,003 que es menor al 0,05 de los tratamientos, por lo tanto, de modo que se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0), es decir existe diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo afecta en el parámetro sensorial de turbidez de la cerveza estilo Red Ale, por lo cual se realiza la prueba de Tukey (Anexo 76), en la cual se observa, que los tratamientos C2, C3 y C4 presentan diferencia significativa con C1 (Testigo).

En la figura N°7, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, se identifica que el tratamiento con mayor aceptabilidad es el C1 (Testigo) con 4,07, seguido por el tratamiento C4 con 3,47, por consiguiente, se encuentra el tratamiento C2 con 3,20, y, por último, el tratamiento C3 el cual obtuvo el menor valor de 3,13 de aceptabilidad. De acuerdo a (Cisneros Llerena, 2023 ) la turbidez de una cerveza Red Ale es turbia a semi opaca, debido a la presencia de partículas que la flor dejó en la etapa de cocción.

Menciona (Paredes Espinoza, 2017) que las moléculas de gran tamaño como carbohidratos y complejos de carbohidrato-proteína que aportan turbidez, por lo que, el tratamiento C1 (Testigo) difiere de los demás tratamientos. Por lo que, la sustitución de la flor de cáñamo afecta a los tratamientos C2, C3 y C4 generando mayor turbidez en la cerveza de estilo Red Ale por la sustitución de flor de cáñamo.

### **Sour**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 77), se observa que el F calculado es mayor al F crítico con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que pvalor es de 0,0005 que es menor al 0,05 de los tratamientos, por lo tanto, de modo que se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0), es decir existe diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo afecta en el parámetro sensorial

de turbidez de la cerveza estilo SOUR, por lo cual se realiza la prueba de Tukey (Anexo 78), en la cual se observa que el tratamientos D2 y D3 no presentan diferencia significativa con D1 (Testigo), sin embargo, D4 presenta diferencia significativa con D1 (Testigo).

En la figura N°7, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, se identifica que el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad es el D4 con 4,13, seguido por los tratamientos D2 y D3 que tienen el mismo valor de aceptabilidad de 2,93, por último, se encuentra el tratamiento D1 (Testigo) el cual obtuvo el menor valor de aceptabilidad con 2,80.

Por lo que, la sustitución de flor de cáñamo no afecta a ciertos tratamientos, siendo D2 y D3 que no difieren de D1 (Testigo) por la turbidez presente en las mismas, sin embargo, D4 si presenta un efecto, dado que, es 100 % flor de cáñamo lo que junto a la malta de trigo según (Galvañ Valdés, 2016) son las versiones más pálidas de estas maltas ya que conservan un potencial enzimático, generan un equilibrio, presentando una turbidez más leve lo que la hace más apetecible.

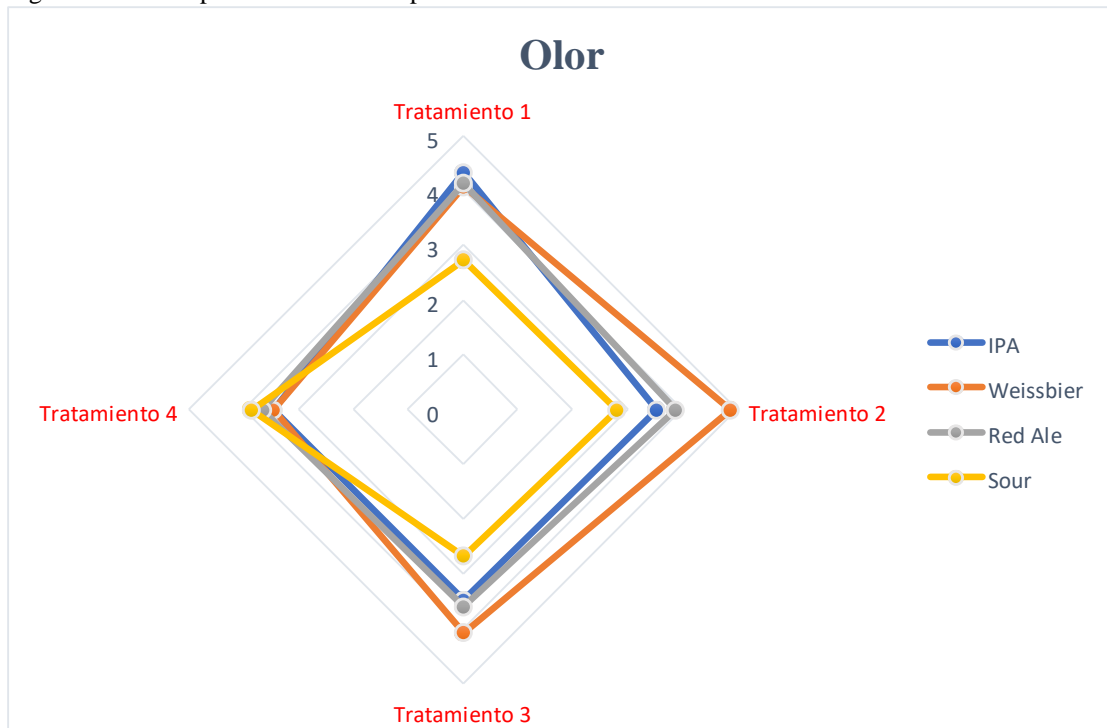
Menciona Castorena et al. (2021) la turbidez de un cerveza se da por la formación de un complejo de proteína-polifenoles o conocidos como taninos, que dan como resultado de partículas coloidales, además, menciona (Argudo, 2021) que el dependiendo el estilo de cerveza debe ser cristalina, pero los estilos sin filtrar y con altas dosis de Dry-hopping pueden llegar hacer más turbias.

En el parámetro de turbidez, en el estilo de cerveza IPA que el tratamiento A3 presenta diferencia significativa con el testigo, en el caso de la Weissbier siendo que solo presenta diferencia significativa entre B4 y los demás tratamientos. En la cerveza Red Ale presenta diferencia significativa de C1 (Testigo) con los demás tratamientos, y en el caso de la cerveza Sour el tratamiento D4 presenta diferencia significativa con los demás tratamientos. Por lo que, la cerveza Weissbier y Sour, es donde menos efecto presento la sustitución de la flor de cáñamo en un solo tratamiento, mientras que, en la cerveza IPA y Red Ale se observa un mayor efecto la sustitución de la flor de cáñamo, por último, siendo A2 con el valor más alto de aceptabilidad.

### **2.10.3.3 Parámetro Olor**

En la figura N°8 se evidencian los valores de medias del olor de los diferentes estilos de cerveza siendo IPA, Weissbier, Red Ale y Sour, obtenidos del análisis sensorial, donde sus valores van desde 1 hasta 5, determinando el de mayor aceptabilidad en este parámetro.

Figura 8. Medias por tratamiento del parámetro olor de los diferentes estilos de cerveza



**Nota:** La gráfica representa los diferentes tratamientos **1**= 100 % lúpulo y 0 % flor de cáñamo (*Testigo*); **2**= 70 % lúpulo y 30 % flor de cáñamo; **3**= 30 % lúpulo y 70 % flor de cáñamo; **4**= 0 % lúpulo y 100 % flor de cáñamo.

**Fuente:** Escobar, M. y Gutierrez, E. (2025)

## IPA

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 79), se puede observar que el F que se ha calculado es superior al F crítico cuyo nivel de confianza es de 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor es de 0,0069 que es menor al 0,05 de los tratamientos, de modo que, se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0). Es decir, existe diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo afecta en el parámetro sensorial del olor de la cerveza estilo IPA, por lo cual se realiza la prueba de Tukey (Anexo 80), en la cual se observa, que existe diferencia significativa de A1 (Testigo) frente a los demás tratamientos.

En la figura N°8, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, se identifica que el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad es el A1 (Testigo) con 4,33, le sigue el tratamiento A2 con 3,53; y, por último, le siguen los tratamientos A3 y A4, los cuales tienen el mismo valor de aceptabilidad de 3,47, sin embargo, comparten el valor con menor grado de aceptabilidad.

En general la cerveza IPA menciona (Argudo, 2021) tiene un aroma característico a cítricos, frutales, florales entre otras. Según (Calvo Garrido, 2022) la flor de cáñamo contiene

terpenos que otorgan aroma y olor típicos del Cannabis. Por lo que, el tratamiento A1 (Testigo) difiere de los demás, es decir, que el olor de la sustitución de flor de cáñamo tiene un efecto permanente en los demás tratamientos A2, A3y A4, y se observa que mientras exista una mayor sustitución de la flor de cáñamo, el valor de aceptabilidad disminuye.

### **Weissbier**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 83), se puede observar que el F que se ha calculado es superior al F crítico cuyo nivel de confianza es de 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor es de 0,0856 que es mayor al 0,05 de los tratamientos, de modo que, se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0). Es decir, no existe diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo no afecta en el parámetro sensorial del olor de la cerveza estilo Weissbier, por lo cual no se realiza la prueba de Tukey, pero se presenta (Anexo 82) con la intención de mostrar sus medias y que diferencia existe con el testigo (D1), en la cual se observa, que no existe diferencia notable entre el testigo frente a los demás tratamientos.

En la figura N°8, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, se identifican que el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad es B2 con 4,87; le siguen los tratamientos B1 (Testigo) y B3 con 4,07; por último, le sigue el tratamiento B2 con 3,47 el cual tiene el menor grado de aceptabilidad. La incorporación de flor de cáñamo no influyó en este parámetro, sin embargo, con las medias se determinó que el tratamiento B4 es se vio afectado, debido a que este tratamiento contiene 100 % flor de cáñamo, además menciona (Viteri, Párraga, García, Barre, & Romero, 2022) que la cerveza Weissbier tiene un olor afrutado en cual se puede confundir perfectamente con el aroma proveniente de la flor.

En la fabricación del estilo de cerveza Weissbier se utilizó la malta de trigo que según Galvan (2016) gracias a la composición química, particularmente por el tipo de proteínas, se tiene un perfil aromático más afrutado y especiado. Por lo que, la sustitución de flor de cáñamo en este estilo de cerveza no presenta un efecto diferencial del olor en los tratamientos con el testigo B1.

### **Red Ale**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 83), se puede observar que el F que se ha calculado es superior al F crítico cuyo nivel de confianza es de 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor es de 0,1464 que es mayor al 0,05 de los tratamientos, de modo que, se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0). Es decir, no existe diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo no afecta en el parámetro sensorial del olor de la cerveza estilo Red Ale, por lo cual no se realiza la prueba de Tukey, pero se presenta (Anexo 84) con la intención de mostrar sus medias y que diferencia existe con el testigo (C1), en la cual se observa, que no existe diferencia notable entre el testigo frente a los demás tratamientos.

En la figura N°8, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, se identifica que el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad es el C1 (Testigo) con 4,13; le sigue el tratamiento C2 con 3,87; a su vez el tratamiento C4 con 3,67 y, por último, C3 con 3,60 siendo este el tratamiento con menor valor de aceptabilidad. Según (Cisneros Llerena, 2023 ) el olor de este estilo de cerveza es respecto al olor a café, chocolate entre otros que también depende de las maltas, con la incorporación de flor de cáñamo este aroma disminuyó haciéndola menos perceptible.

En la fabricación del estilo de cerveza Red Ale se utilizó cierto porcentaje de malta Munich que según (Galvañ Valdés, 2017) posee aromas a frutos secos. Por lo que, la sustitución de flor de cáñamo en este estilo de cerveza no presenta un efecto diferencial del olor en los tratamientos con el testigo C1.

### **Sour**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 85), se puede observar que el F que se ha calculado es superior al F crítico cuyo nivel de confianza es de 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor es de 8,3968E-05 que es menor al 0,05 de los tratamientos, de modo que, se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0). Es decir, existe diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo afecta en el parámetro sensorial del olor de la cerveza estilo Sour, por lo cual se realiza la prueba de Tukey (Anexo 86), en la cual se observa, que los tratamientos D2 y D3 no presenta diferencia significativa con D1 (Testigo), sin embargo, D4 si presenta diferencia significativa con D1 (Testigo).

En la figura N°8, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, se identifica que el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad es D4 con 3,87; le sigue el tratamiento D2 con 2,80; a continuación, se encuentra el tratamiento D1 (Testigo) con 2,73; y por último está el tratamiento D3 con 2,67, siendo el que obtuvo el menor valor de aceptabilidad.

El olor puede verse a muchas características propias de la cerveza, dado que es un estilo que es ácido por naturaleza de preparación donde se incluyen levaduras lácticas. Mencionan (Andreu Mayor, Avilés Martínez, Campos Grijalbo, López Menchen, & Ríos Navarro, 2020) que el olor también puede darse por la misma presencia de las bacterias de ácido láctico de la levadura, las cuales se canalizan en diferentes rutas metabólicas que llevan a compuestos organolépticos.

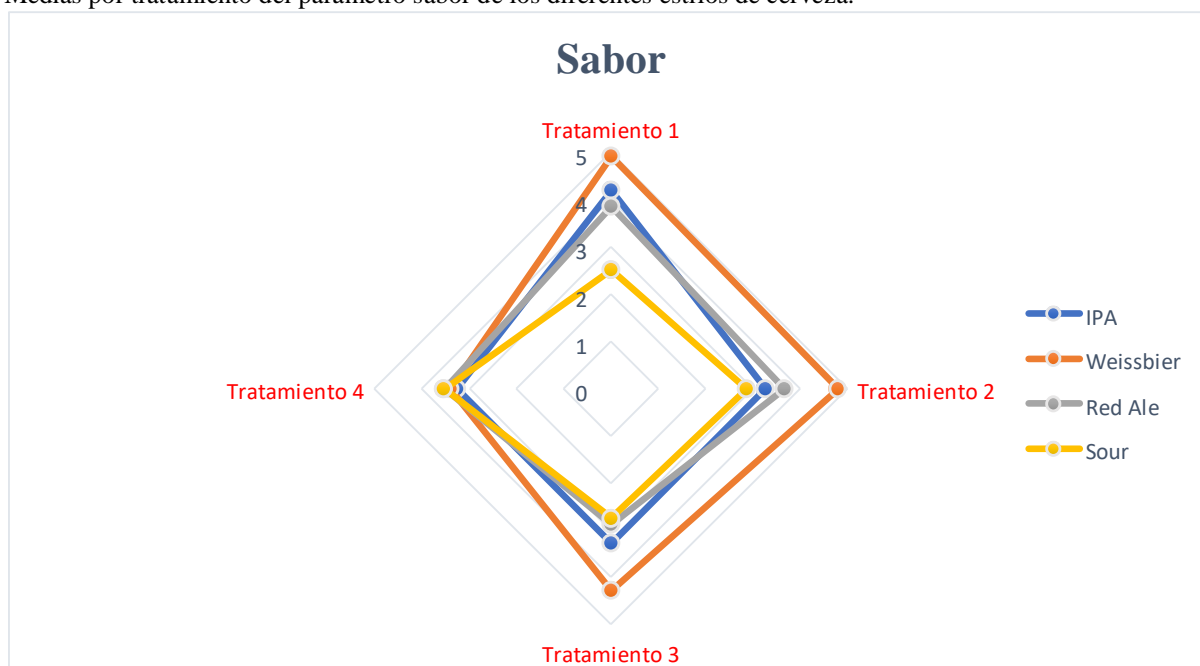
Según (Calvo Garrido, 2022) la flor de cáñamo contiene terpenos que otorgan aroma y olor típicos del Cannabis. Por lo que la sustitución de flor de cáñamo no afecta a ciertos tratamientos D2 y D3 en comparativa a D1 (Testigo), sin embargo, el tratamiento D4 difiere de los demás, ya que, contiene 100 % flor de cáñamo lo que su olor está más presente, lo que lo hace más apetecible.

En el parámetro de olor se observa que, en el estilo de cerveza IPA que el testigo A1 presenta diferencia sustancial frente a los demás tratamientos, en el caso de la cerveza Weissbier y Red Ale no presentan diferencias notable de los tratamientos con el testigo. En el caso de la cerveza Sour el tratamiento D4 presenta diferencia significativa con los demás tratamientos. Por lo que, la cerveza Weissbier y Red Ale no se presenta un efecto la sustitución de la flor de cáñamo, en el caso de la cerveza IPA y Sour se observa un mayor efecto la sustitución de la flor de cáñamo, por último, siendo B2 con el valor más alto de aceptabilidad.

#### **2.10.3.4 Parámetro Sabor**

En la figura N°9 se evidencian los valores de medias del sabor de los diferentes estilos de cerveza siendo IPA, Weissbier, Red Ale y Sour, obtenidos del análisis sensorial, donde sus valores van desde 1 hasta 5, determinando el de mayor aceptabilidad en este parámetro.

Medias por tratamiento del parámetro sabor de los diferentes estilos de cerveza.



**Nota:** La gráfica representa los diferentes tratamientos **1**= 100 % lúpulo y 0 % flor de cáñamo (*Testigo*); **2**= 70 % lúpulo y 30 % flor de cáñamo; **3**= 30 % lúpulo y 70 % flor de cáñamo; **4**= 0 % lúpulo y 100 % flor de cáñamo.

**Fuente:** Escobar, M. y Gutierrez, E. (2025)

## IPA

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 87), se puede observar que el F que se ha calculado es superior al F crítico cuyo nivel de confianza es de 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor es de 0,0009 que es menor al 0,05 de los tratamientos, de modo que, se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0). Es decir, existe diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo afecta en el parámetro sensorial de la cerveza estilo IPA, por lo cual se realiza la prueba de Tukey (Anexo 88), en la cual se observa, que los tratamientos A2, A3 y A4 presentan diferencia significativa con A1 (Testigo).

En la figura N°9, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, se identifica que el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad es A1 (Testigo), le sigue los tratamientos A2, A3 y A4, los cuales tienen el mismo valor de aceptabilidad de 3,27, donde solo el testigo difiere de los demás tratamientos, esto puede darse por la presencia de los diferentes porcentajes de sustitución de flor de cáñamo.

Menciona (Argudo, 2021) la cerveza IPA presenta un sabor lupulado con diferentes características con pueden ser cítricas florales, tropicales, afrutadas, así mismo, presencia de amargos intenso y persistente, que también viene influido de las maltas utilizadas, que en este

caso fue propio del testigo. Según (Calvo Garrido, 2022) la flor de cáñamo contiene terpenos que otorgan aroma y olor típicos del Cannabis. Por lo que, la sustitución de flor de cáñamo afecta a los diferentes tratamientos siendo A2, A3 y A4 con un sabor muy diferencial en referencia a A1 (Testigo), a su vez, se observa que, mientras se aumenta la sustitución de la flor de cáñamo, disminuye su aceptabilidad.

### **Weissbier**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 89), se puede observar que el F que se ha calculado es superior al F crítico cuyo nivel de confianza es de 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor es de 0,0336 que es menor al 0,05 de los tratamientos, de modo que, se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0). Es decir, existe diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo afecta en el parámetro sensorial de la cerveza estilo Weissbier, por lo cual se realiza la prueba de Tukey (Anexo 90), en la cual se observa, que los tratamientos B2 y B4 no presentan diferencia significativa con B1 (Testigo), sin embargo, el tratamiento B3 presenta diferencia significativa con el testigo.

En la figura N°9, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, se identifica que el tratamiento con el mayor grado de aceptabilidad es B1 (testigo) con 4,93; le sigue el tratamiento B2 con 4,80; a continuación, está el tratamiento B4 con 3,40; y por último se encuentra el tratamiento B3 el cual tiene el menor valor de aceptabilidad con 4,27.

Menciona Viteri et al. (2022) que la cerveza Weissbier presenta un sabor un tanto ácido debido a las maltas y lúpulo utilizado. Por lo que, la sustitución de la flor de cáñamo no presenta un efecto en ciertos tratamientos siendo B2 y B4, ya que, no presentan diferencia significativa con B1 (Testigo), sin embargo, el tratamiento B3 si presenta un efecto diferencial con B1 (Testigo), esto se debe a que contiene 30 % lúpulo y 70 % flor de cáñamo, además es el tratamiento que tuvo más aceptabilidad.

### **Red Ale**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 91), se puede observar que el F que se ha calculado es superior al F crítico cuyo nivel de confianza es de 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor es de 0,00074 que es menor al 0,05 de los tratamientos, de modo que, se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0). Es decir, existe

diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo afecta en el parámetro sensorial de la cerveza estilo Red Ale, por lo cual se realiza la prueba de Tukey (Anexo 92), en la cual se observa, que los tratamientos C2 y C4 no presentan diferencias significativa con C1 (Testigo), sin embargo, C3 si presenta diferencia significativa con C1 (Testigo).

En la figura N°9, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, se identifica que el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad es C1 (Testigo) con 3,87; le sigue el tratamiento C2 con 3,67; a continuación, se encuentra el tratamiento C4 con 3,53; y, por último, está C3 el cual obtuvo el menor valor de aceptabilidad con 2,87.

Menciona (Cisneros Llerena, 2023) citado de (Orellana, 2022) que la cerveza Red Ale contiene sabor con notas dulces, aromáticos y a su vez frutales, dado la utilización de la levadura *Saccharomyces Cerevisiae*, que pueden ser incapaces de llegar a metabolizar todos los azúcares que estén presentes en el mosto.

Para la elaboración del estilo de cerveza Red Ale se utilizó cierto porcentaje de malta Pal Ale que según (Galvañ Valdés, 2016) que poseen aroma y sabor que son definidos como maltoso, con ciertas características, con toques a galleta y pan seco. Según (Calvo Garrido, 2022) la flor de cáñamo contiene terpenos que otorgan aroma y olor típicos del Cannabis. Por lo que, la sustitución de flor de cáñamo no afecta a ciertos tratamientos siendo C2 y C4 que no presentan diferencias significativas con C1 (Testigo), sin embargo, el tratamiento C3 si presenta efecto ya que contiene 30 % lúpulo y 70 % flor de cáñamo y por su diferencial con C1 (Testigo), esto se debe que al contener poco lúpulo su estabilidad en el sabor disminuye.

## **Sour**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 93), se puede observar que el F que se ha calculado es superior al F crítico cuyo nivel de confianza es de 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor es de 0,0030 que es menor al 0,05 de los tratamientos, de modo que, se acepta la hipótesis alternativa (H1), rechazando la hipótesis nula (H0). Es decir, existe diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo afecta en el parámetro sensorial de la cerveza estilo Sour, por lo cual se realiza la prueba de Tukey (Anexo 94), en la cual se observa, que los tratamientos D2 y D3 no presenta diferencia significativa con D1 (Testigo), sin embargo, D4 si presenta diferencia significativa con D1 (Testigo).

En la figura N°9, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, se identifica que el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad es D4 con 3,53; le sigue el tratamiento D2 con 2,87, a continuación, se encuentra D3 con 2,73, por último, se encuentra el tratamiento D1 (Testigo) el cual obtuvo el menor valor de aceptabilidad con 2,53. Entonces D4 obtuvo el valor más alto, esto se deba a la presencia de 100 % flor de cáñamo, lo que pudo equilibrar la acidez propio del estilo de cerveza a uno más apetecible por los catadores.

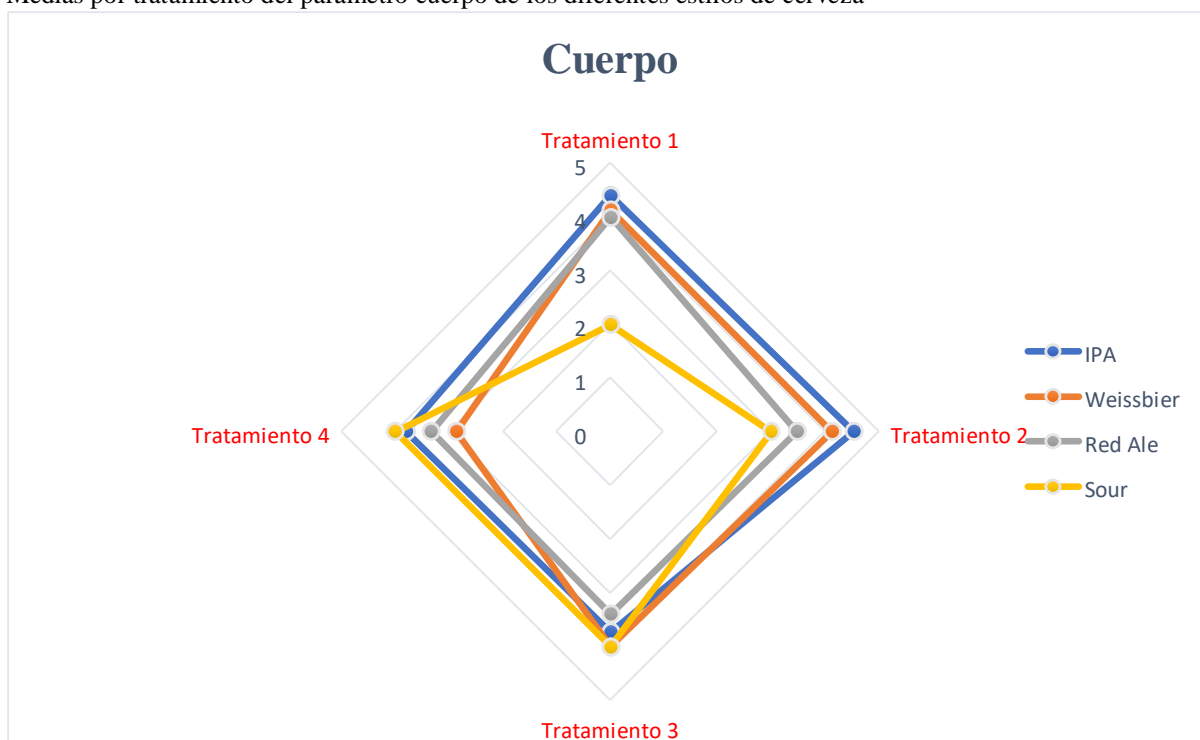
Menciona (Andreu Mayor, Avilés Martínez, Campos Grijalbo, López Menchen, & Ríos Navarro, 2020) que este estilo de cerveza aportan un amargor bajo, con una carbonatación baja, con aromas y sabores que recuerdan a cítricos y frutas, o en una comparativa cercana a vinos. Según (Calvo Garrido, 2022) la flor de cáñamo contiene terpenos que otorgan aroma y olor típicos del Cannabis. Por lo que, la sustitución de flor de cáñamo no afecta a ciertos tratamientos siendo D2 y D3 que no difieren de D1 (Testigo), sin embargo, al tratamiento D4 si difiere de D1 (Testigo) al contener 100 % flor de cáñamo, dado que, por las propiedades de la flor de cáñamo, la hace más apetecible y esto se representa al tener el valor mayor de aceptabilidad.

En el parámetro del sabor se observa que, en el estilo de cerveza IPA que el testigo A1 presenta una diferencia sustancial frente a los demás tratamientos, en el caso de la cerveza Weissbier el tratamiento B3, Red Ale C3 y Sour D4 presentan diferencias significativas de los otros tratamientos. Por lo que, la cerveza IPA y Red Ale presentan una respuesta reducida de sustituir la flor de cáñamo, en el caso de la cerveza Weissbier y Sour se observa un mayor efecto la sustitución de la flor de cáñamo, por último, siendo B1 con el valor más alto de aceptabilidad.

#### **2.10.3.5 Parámetro Cuerpo**

En la figura N°10, se muestran los valores de medias del cuerpo de los diferentes estilos de cerveza siendo IPA, Weissbier, Red Ale y Sour, obtenidos del análisis sensorial, donde sus valores van desde 1 hasta 5, determinando el de mayor aceptabilidad en este parámetro.

Medias por tratamiento del parámetro cuerpo de los diferentes estilos de cerveza



**Nota:** Se representan los diferentes procesos de tratamiento **A1**= 100 % lúpulo y 0 % flor de cañamo (*Testigo*); **A2**= 70 % lúpulo y 30 % flor de cañamo; **A3**= 30 % lúpulo y 70 % flor de cañamo; **A4**= 0 % lúpulo y 100 % flor de cañamo. **Fuente:** Escobar, M. y Gutierrez, E. (2025)

## IPA

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 95), se puede observar que el F que se ha calculado es superior al F crítico cuyo nivel de confianza es de 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor es de 5,023E-05 que es menor al 0,05 de los tratamientos, de modo que, es validado el enunciado complementario (H1), rechazando la suposición base (H0). Es decir, existe diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cañamo afecta en el parámetro sensorial del cuerpo de la cerveza estilo IPA, por lo cual se realiza el test de Tukey (Anexo 96), donde como resultado los procesos A3 y A4 presentan diferencias significativas con A1 (Testigo), sin embargo, el tratamiento A2 no presenta diferencia significativa con A1(Testigo).

En la figura N°10, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, se identifica que el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad es A2 con 4,53; le sigue el tratamiento A1 (Testigo) con 4,40; a continuación, está A4 con 3,80; por último, se encuentra el tratamiento A3 el cual obtuvo el menor grado de aceptabilidad con 3,73.

Menciona (Argudo, 2021) que la cerveza IPA presenta un cuerpo ligero con textura suave, además se utilizó la malta Pal Ale, y menciona (Galvañ Valdés, 2017) que está presenta matices de caramelo, y se utiliza para mejorar la estabilidad de la espuma. Por lo que, la sustitución de la flor de cáñamo afecta ciertos tratamientos, siendo A3 y A4 por diferir con A1 (Testigo), por el contrario, el tratamiento A2 no difiere del Testigo A1, es decir, que la presencia de flor de cáñamo genera mayor estabilidad de espuma en este tratamiento.

### **Weissbier**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 97), se puede observar que el F que se ha calculado es superior al F crítico cuyo nivel de confianza es de 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor es de 1,0251E-05 que es menor al 0,05 de los tratamientos, de modo que, es validado el enunciado complementario (H1), rechazando la suposición base (H0). En términos simples, existe diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo afecta en el parámetro sensorial de la cerveza estilo Weissbier, por lo cual se realiza el test de Tukey (Anexo 98), donde como resultado los procesos B2 y B3 no presentan diferencia significativa con B1 (Testigo), sin embargo, el tratamiento B4 si presenta diferencia significativa con B1 (Testigo).

En la figura N°10, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, Se identifica que los tratamientos con mayor grado de aceptabilidad son B2 y B1 (Testigo) con 4,13, a continuación, se encuentra el tratamiento B3 con 4,00, por último, está el tratamiento B4 con 2,87 el cual tuvo el menor grado de aceptabilidad. Menciona Viteri et al. (2022) que la cerveza Weissbier presenta un cuerpo denso, que fue propio del testigo en la experimentación, sin embargo, este fue cambiado debido a la presencia de flor de cáñamo.

Para elaborar el estilo de cerveza Weissbier se utilizó cierto porcentaje de malta Pilsner, menciona (Galvañ Valdés, 2017) que se utilizan principalmente para el cuerpo y la espuma. Por lo que, la sustitución de la flor de cáñamo no afecta a ciertos tratamientos siendo B2 y B3 ya que no se muestra una diferencia sustancial del B1 (Testigo). Por otro lado, el tratamiento B4 si presenta un efecto de la flor, esto se debe a que es 100 % flor de cáñamo, y que el cuerpo de cerveza es más notorio.

### **Red Ale**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 99), se puede observar que el F que se ha calculado es superior al F decisivo con intervalo de certeza del 95 %, además teniendo conocimiento de que p-valor es de 0,0200 que es inferior al 0,05 de los tratamientos, en consecuencia, es validado el enunciado complementario (H1), rechazando la suposición base (H0), es decir existe diferencia sustancial, el reemplazo fraccionado de lúpulo por la subespecie de cannabis afecta a la cerveza estilo Red Ale en el parámetro sensorial, por lo cual se realiza el test de Tukey (Anexo 100), donde como resultado los procesos C2, C3 y C4 presentan una diferencia significativa de C1 (Testigo).

En la figura N°10, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, se identifica que el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad es C1 (Testigo) con 4,00, le sigue el tratamiento con C2 con 3,47; a continuación, está el tratamiento C3 con 3,40; por último, se encuentra el tratamiento C4 el cual obtuvo el menor grado de aceptabilidad con 3,33.

Menciona (Cisneros Llerena, 2023) que la cerveza Red Ale muestra constitución liviana, típica de proporción de azúcares sin procesar y su nivel alcohólico. Por lo que, la sustitución de la flor de cáñamo afecta a los tratamientos C2, C3 y C4 de este estilo de cerveza al existir diferencia significativa con C1 (Testigo), es decir, si existe un efecto, dado las propiedades propias de la flor de cáñamo afecta al cuerpo y espuma de la cerveza, esto se nota incluso meses después por su alta carbonatación.

### **Sour**

Al haber analizado los cálculos de la varianza (Anexo 101), se puede observar que el F que se ha calculado es superior al F crítico, el cual cuenta con un nivel de confianza del 95 %, además teniendo en cuenta que p-valor es de 5,8441E-06 que es inferior al 0,05 de los tratamientos, de modo que es válido el enunciado complementario (H1), rechazando la suposición base (H0), en otras palabras existe diferencia significativa, la sustitución parcial de lúpulo por flor de cáñamo afecta en el parámetro sensorial de la cerveza estilo Sour, por lo cual se realiza el test de Tukey (Anexo 102), donde como resultado los procesos D2 y D3 no presentan diferencias significativas con D1 (Testigo), sin embargo, D4 si presenta diferencia significativa con D1 (Testigo).

En la figura N° 10, se observa las medias de acuerdo a cada tratamiento, se identifica que el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad es D4 con 4,07; le sigue el tratamiento D2 con 2,87; a continuación, se encuentra el tratamiento D1 (Testigo) con 2,73; por último, se encuentra el tratamiento D3 el cual obtuvo el menor grado de aceptabilidad con 2,67.

Menciona (Andreu Mayor, Avilés Martínez, Campos Grijalbo, López Menchen, & Ríos Navarro, 2020) que este estilo de cerveza se resaltan fragancias de acetaldehído y acetato de isoamilo presente. Por lo que, la sustitución de flor de cáñamo no afecta a los tratamientos D2 y D3 al no tener diferencia significativa con D1 (Testigo), en cambio, el tratamiento D4 si presenta un efecto, dado que, es 100 % flor de cáñamo, la misma obtuvo una mejor estabilidad en cuerpo, pero no en espuma, lo que se refleja a un tipo champan dicho por los panelistas.

En el parámetro del cuerpo se observa que, en el estilo de cerveza IPA que existen dos grupos de significancia siendo A3 y A4, y por otro lado A2 con A1 (Testigo), en el caso de la cerveza Weissbier el tratamiento B4 y la cerveza Sour D4 presentan distinción importante en contraste con los demás tratamientos, y en el caso de la cerveza Red Ale donde C1 (Testigo) difiere de los demás tratamientos. Por lo que, la cerveza Weissbier y Sour presenta menor impacto en sustituir a flor de cáñamo, por contraparte en cerveza IPA y cerveza Red Ale se presenta un mayor efecto de la sustitución de la flor de cáñamo, por último, siendo A2 con el valor de más alto de aceptabilidad.

Tabla 31  
Parámetros sensoriales del mejor tratamiento

Mejor tratamiento	
PARÁMETROS	
Sensoriales	
Color	4,13
Turbidez	4,20
Olor	4,07
Sabor	4,27
Cuerpo	4,00

En la tabla N° 31, se presenta los parámetros establecidos por la escala hedónica de cinco puntos, se presenta que el estilo de cerveza Weissbier obtuvo valores que lo determinan como el mejor tratamiento, siendo que, obtuvo una media de 4,13; en turbidez un valor de 4,20; en olor un valor de 4,07; en sabor un valor de 4,27; y en cuerpo un valor de 4,00; así, se observa que, el tratamiento tiene un rango de aceptabilidad que va de 4,00 a 4,30; que lo diferencia de

los demás, al no ser más bajo de 4,00. Por lo que, se destaca junto al análisis físico y químico, viendo que no presenta diferencia significativa con el testigo.

#### 2.9.4 Análisis físicos y químicos del mejor tratamiento.

Tabla 32.

Análisis físico y químicos del mejor tratamiento.

Parámetros	Resultado	Unidad	Método Análisis Interno	Método De Análisis De Referencia	Especificaciones Nte Inen 2262:2013	
					MI N	MA X
<b>Contenido alcohólico</b>	5,73	% v/v	INEN 2322	TE INEN 340:2016 (Método alcoholímetro vidrio)	1,0	10,0
<b>Acidez Total</b>	0,28	g ácido láctico/100 g	PEEAN-08FQ/INEN 2323	NTE INEN 2323:2002/ Volumetría	-	0,3
<b>Carbonatación</b>	2,72	Volúmenes de CO <sub>2</sub>	INEN 2324	Gravimetría	2,2	3,5
<b>pH</b>	4,27	Unidades de pH	PEEAN-07FQ/INEN ISO 1842	NTE INEN 2325:2002/ Electrometría	3,5	4,8
<b>Contenido de hierro</b>	0,48	mg/L	PEEAN-10-FQ / AOAC 944.02	SM, Ed. 23, 2017, 3111B-Fe / Espectrofotometría de AA por llama aire acetileno	-	0,2
<b>Contenido de cobre</b>	0,13	mg/L	Standard Methods 3120 B	SM, Ed. 23, 2017, 3111B-Cu / Espectrofotometría de AA por llama aire acetileno	-	1,0
<b>Contenido de zinc</b>	0,18	mg/L	Standard Methods 3120 B	SM, Ed.23, 2017, 3111B-Zn/ Espectrofotometría AA por llama aire acetileno	-	1,0
<b>Contenido de arsénico</b>	<0,02	mg/L	Reacción de Gutzeit	AOAC 986.15/ Absorción Atómica	-	0,1

<b>Contenido de plomo</b>	<0,02	mg/L	Standard Methods 3120 B	AOAC 999.11/ Absorción Atómica	-	0,1
<b>Ceniza</b>	0,26	g/100	EE-AN-04-FQ/INE N 14	AOAC 923.03/ Gravimetría, directo	-	-

**Fuente:** ANDESLAB (2025)

Los análisis físicos químicos del mejor tratamiento B3 que corresponde a estilo Weissbier emitida por el laboratorio acreditado (AndesLab) sus resultados permitieron realizar una comparación con lo dispuesto en NTE INEN 2262 (2013), la proporción de etanol, pH, acidez y reacción del dióxido de carbono con el compuesto cumplieron con el rango establecido por la norma, mientras que en la evaluación de los metales pesados la mayoría de parámetros cumple con lo propuesto con la normativa, sin embargo el hierro sobrepasa el valor máximo de la normativa, ya que el contenido de hierro fue de 0,48 mg/L valor que es mayor a 0,2 mg/L. Se realizó en contenido de ceniza sin embargo este no está especificado en la normativa, sin embargo, según (Medina, et al., 2018) la cerveza artesanal tiene 0,28 % en promedio de contenido de ceniza, que fue comprado con el valor emitido por el laboratorio notando que se cumple con tal parámetro. Una vez. Finalmente analizando todos estos parámetros el único punto crítico es la presencia de hierro, debido a que su presencia en grandes cantidades puede ser perjudicial para la salud, sin embargo para el tema de investigación la presencia de este metal se lo puede controlar, haciendo que el producto final sea de mejor calidad en cual no represente algún daño para la salud, de esta forma el tratamiento B3 de estilo Weissbier presenta sus parámetros físicos químicos favorables para el producto final.

### 2.10.3 Análisis microbiológico del mejor tratamiento.

Tabla 33.  
Análisis microbiológico del mejor tratamiento.

Parámetro	Método	Unidades	Resultados	Valores de referencia NTE INEN 2262:2013	
				MIN	MAX
Recuento de anaerobios mesófilos	INEN 1520-17	UFC/g	< 10	□	80
Recuento de mohos	INEN 1529-10	UFC/ g	< 10	□	50
*Recuento de levaduras	INEN 1529-10	UFC/ g	1865	□	50

**Fuente:** Laboratorio ANDESLAB (2024)

*\*No satisface las condiciones establecidas por NTE INEN 2262 (2013)*

Los valores de la tabla N°33, se muestran el análisis microbiológico del mejor tratamiento del estilo de cerveza Weissbier siendo B3 (30 % lúpulo – 70 % flor de cáñamo),

realizados en el laboratorio de ANDESLAB – Análisis de alimentos, aguas y suelos ubicado en el cantón de Machachi. Se obtuvo que para los parámetros de conteo de microorganismos anaerobios mesófilos y cuantificación de hongos filamentosos, conta una cantidad menor de 10 UFC/g, lo cual establece que la cerveza cumple con las reglas establecidas en NTE INEN 2262 (2013) donde se indica como no superar el Máximo de 80 UFC/cm<sup>3</sup>. El parámetro restante es el recuento de levaduras donde su resultado es de 1865 UFC/g, el cual supera por mucho el valor establecido por la normativa donde el valor Máximo es de 50 UP/cm<sup>3</sup>, esto puede ser resultado que la cerveza no fue filtrada en el proceso. Menciona Naranjo (2024) que en una investigación realizada para producir cerveza Ale Oscura de forma manual empleando un biorreactor a escala piloto, productores han obtenido un recuento de levaduras de 1,4 x10<sup>6</sup>UPL/ml; siendo un valor comparativo al que se obtuvo del mejor tratamiento.

En las cervezas sin filtrar, por tanto, como indica el propio término, no se utiliza filtración y, por tanto, las levaduras estarán presentes en la cerveza en suspensión flotante, y a veces, incluso formarán depósitos en el fondo. Esto dará lugar a un sabor más intenso, característico y con más cuerpo, así como a un color turbio y opaco (Boná, Varga, Galambos, & Nemestóthy, 2023).

#### 2.10.6 Análisis de la Capacidad Antioxidante del mejor tratamiento

La capacidad antioxidante total, también conocido por sus siglas *CAT* refiere a la capacidad que tiene la mezcla en obstaculizar o suprimir daños que causan los radicales libres a sus células, incluso en porcentajes menores a 1 %. Realizar esta medición es importante, ya que ayuda a verificar el nivel de antioxidantes en el medio analizado, el estado de un alimento o el aprovechamiento biológico de asimilar antioxidantes dentro del organismo de una persona (Rodríguez, y otros, 2023).

Se presenta la siguiente tabla con la capacidad antioxidante del mejor tratamiento obtenido del proyecto de investigación realizado por el método Espectrofotometría/DPPH y su comparativa con la propiedad de no oxidarse de un sustrato de cerveza con Nibs de cacao y café tostado’.

Tabla 34.

Actividad de capacidad antioxidante del mejor tratamiento.

Capacidad antioxidante del mejor tratamiento Weissbier B3			
Muestra	Técnica	Resultado	Unidad

Cerveza con Nibs de cacao y café tostado	Espectrofotometría/DPPH	0,64	mg ácido gálico/mL
Mejor tratamiento	Espectrofotometría/DPPH	0,03197	mg ácido gálico/mL

**Fuente:** Escobar, M. y Gutiérrez, E. (2025)

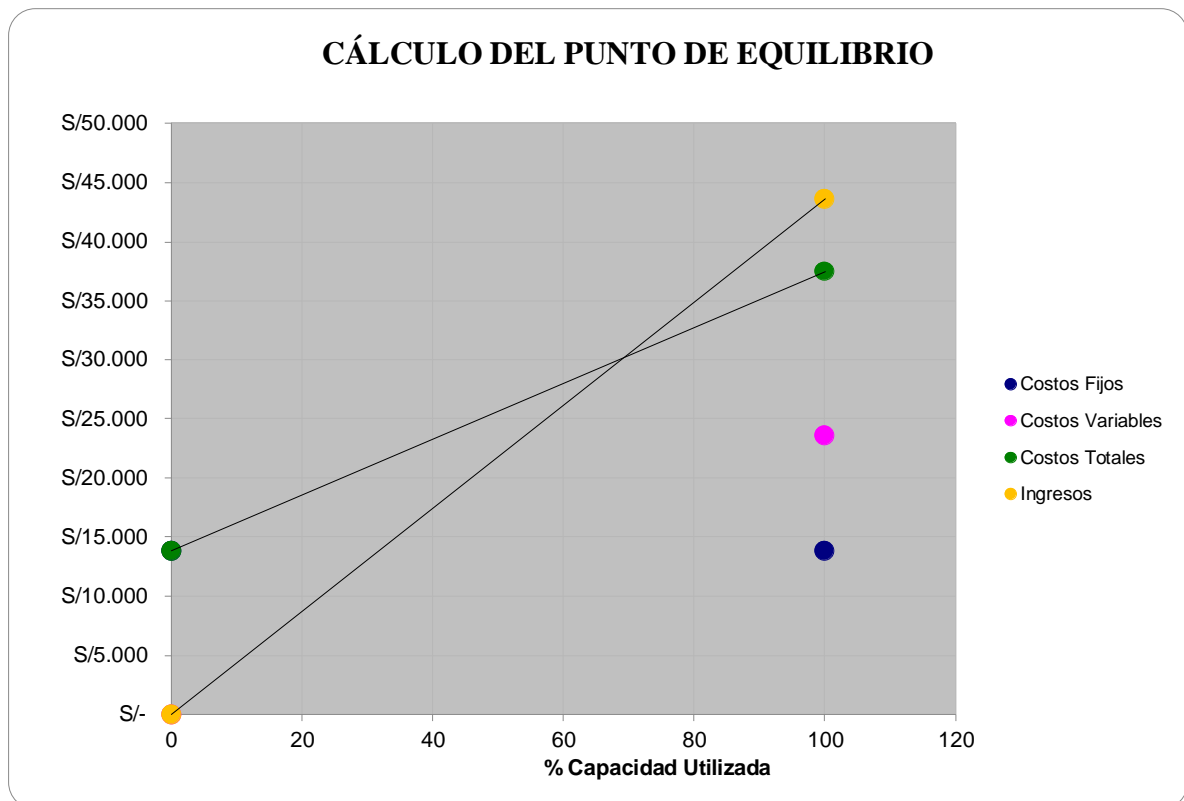
La tabla N°34 determina la capacidad antioxidante del mejor tratamiento que es B3 del estilo de cerveza Weissbier con 30 % lúpulo/70 % de flor de cáñamo, cuyo valor se obtuvo de análisis de laboratorio de Andeslab (Anexo) bajo la metodología Espectrofotometría/DPPH, donde el resultado es de 0,3197 mg ácido gálico/mL, una vez transformado, nos menciona (Peralta Bustamante, 2020) que la cerveza artesanal con Nibs de cacao y café tostado, donde se midió su capacidad antioxidante dio un valor de 0,64 mg ácido gálico/mL, en comparativa a la obtención de cerveza del tipo artesanal en la cual se sustituye parcialmente el lúpulo por flor de cáñamo.

Se obtiene un valor muy bajo, incluso a la mitad del valor de la cerveza con Nibs de cacao y café, esto puede darse por diferentes factores como son las propiedades propias de la flor de cáñamo, menciona (Peralta Bustamante, 2020) que la capacidad antioxidante depende de los ingredientes utilizados en la fabricación de cerveza artesanal siendo el lúpulo, las maltas, donde se especifica los lúpulos Columbus y Cascade que poseen 13 % de AA (alfa-ácidos), a su vez, la capacidad antioxidante, puede disminuir durante diferentes etapas del proceso productivo, como en la maceración, el uso inadecuado del agua y malta, que puede producir la disminución de los compuestos fenólicos y de las moléculas de bajo peso molecular, lo que da presencia al aumento de compuestos oxidados.

#### *2.10.7 Análisis económico del mejor tratamiento*

En la Figura 11 se muestra el PE del mejor tratamiento, donde, se encuentra la rentabilidad que va a llegar a tener la empresa bajo la fabricación de la cerveza siendo el tratamiento B3 del estilo de cerveza Weissbier.

Figura 11.  
Cálculo del punto de equilibrio



**Fuente:** Escobar, M. y Gutiérrez, E. (2025)

Se realizó una evaluación de costo de producción de una pequeña industria cervecera con una capacidad productiva en litros de cerveza por mes de 300, utilizando la metodología de la Corporación Financiera Nacional.

Se determina aspectos con valores como de terrenos y construcciones de \$6000, en referencia a la maquinaria y equipos con un gasto de \$8273,24 complementados con otros activos con un valor de \$2863,66, además, los costos de producción que representan un valor de \$40910. Los valores de los insumos que se utilizan al año que dan un valor de \$10156,02.

Además, los costos de los productos en su totalidad de la empresa dando un valor de \$44167, esto para la obtención del punto de equilibrio o en otras palabras la rentabilidad de la empresa una vez que empieza a producir.

Como se observa en la Figura N°11 existe un punto de equilibrio para la producción en un año, en este caso a partir de 69,23 % de su capacidad de producción y ventas el productor podrá obtener ganancias, sin embargo, para los pequeños productos esto no es rentable. Este problema se da por diversos factores, siendo el principal el valor de la materia prima como es la flor de cáñamo (*cannabis sativa ssp. Sativa*) debido a que esta se encuentra emergiendo dentro del Ecuador y su producción es limitada provocando que la flor tenga un precio elevado que si se lo utiliza como materia prima el costo de venta debe ser más elevado en comparación a las cervezas tradicionales que ya se encuentran en el mercado, sin embargo, se tiene proyección para un largo plazo existe mucha más producción de esta flor y esta se devalúe para que pueda ser mucho más accesible como materia prima.

Por el momento en pequeñas industrias la subespecie de cannabis, durante el proceso de fabricación de cerveza de forma manual no es una opción completamente viable para obtener ganancias a corto plazo debido su costo y a sus consumidores, ya que al ser una empresa pequeña no cuenta con un amplio mercado.

## **2. IMPACTOS DEL PROYECTO.**

El impacto del proyecto es fundamental en el ámbito tecnológico para el desarrollo de productos nuevos e innovadores. Se exploró sustituir el lúpulo por la flor de cáñamo aprovechando que el Ecuador cuenta con este insumo natural, en la fabricación de cerveza de manera manual, buscando tener de objetivo principal el evaluar si existe o no variaciones en las características físico y químico y sensoriales.

### **2.1. Impactos sociales**

Este proyecto de investigación tiene una influencia positiva en el sector productivo de la flor de cáñamo aquellas personas que se dedican a su cultivo, al ser un tema que se encuentra en constante desarrollo e innovación, puede impulsar la creación de nuevos negocios y compartir conocimiento con la sociedad, lo que potencialmente fortalece la producción y el aprovechamiento de la materia prima emergente en el país, como es el caso de la flor de cáñamo. Innovación y diferenciación en el mercado: La inclusión de la flor de cáñamo en la cerveza

artesanal ofrece un producto novedoso, atrayendo a consumidores interesados en sabores únicos y tendencias alternativas.

### **2.2.Impactos ambientales**

El proyecto se lleva a cabo con un enfoque de minimización de impactos, buscando garantizar un proceso adecuado y controlando los desechos generados del proceso de fabricación de la cerveza y se pretende aprovechar los residuos, como la malta cocida, que pueden ser utilizados como compostaje.

La sostenibilidad del cultivo de cañamo es un factor importante, ya que el cañamo es una planta que requiere menos agua y pesticidas en comparación con otros cultivos, lo que podría reducir el impacto ambiental de la materia prima. La producción local y reducción de huella de carbono: Si se fomenta la producción local de cañamo para la cerveza, se pueden minimizar las emisiones asociadas al transporte de insumos.

### **2.3.Impactos económicos**

La producción de cerveza artesanal genera beneficios para diversas empresas del sector de bebidas alcohólicas y fermentadas, creando nuevas oportunidades de empleo y fomentando la innovación en la elaboración de bebidas que incorporen el uso de cañamo en su proceso. Esto conlleva a mejoras en las cervezas tradicionales mediante la sustitución de materias primas ecuatorianas, lo que puede dar lugar a productos nuevos y más atractivos para los consumidores.

Desde el cultivo del cañamo hasta la producción y comercialización de la cerveza, se pueden generar nuevas oportunidades laborales, crecimiento del sector cervecero artesanal así mismo si el producto es bien aceptado, puede tener potencial de exportación y contribuir al turismo cervecero en la región.

### 3. RECURSOS Y PRESUPUESTO.

Tabla 35.

Determinación del costo de producción.

<b>MATERIALES</b>					
Materiales	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo total	
Olla HLT 30 Litros	1	U	159,15	159,15	
Airlock Americano doble burbuja	16	U	2,15	34,4	
Paleta acero inoxidable	1	U	10,01	10,01	
Malla de maceración 80cm x 50 cm	2	U	8,16	16,32	
Balanza	1	U	9,9	9,9	
Cucharón	1	U	6	6	
Jarra de plástico	2	U	1	2	
Embudo	1	U	0,6	0,6	
Baldes con llaves 4,2 Lt	9	U	3,8	34,2	
Baldes con llaves 5 Lt	7	U	4,2	29,4	
Vasos plásticos pequeños x50l	2	U	0,5	1	
Bomba magnética	1	U	100	100	

Manguera de grado alimenticio	2	U	2,21	4,42
Botellas de vidrio/tillo x27	4	27 U	8,3	33,2
	1	U	1	1
<u>Subtotal 1</u>				<u>441,6</u>

### EQUIPOS

Equipos	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo total
Densímetro	1	U	5,65	5,65
Pontenciometro	1	U	6	6
Tapadora de botellas	1	U	42,18	42,18
Termómetro digital	1	U	3,25	3,25
Molino Manual	1	U	89	89
Balanza digital	1	U	10	10
Lavador de botellas	1	U	21,64	21,64
<u>Subtotal 2</u>				<u>177,72</u>

### INSUMOS

Insumos	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo total
---------	----------	--------	----------------	-------------

Malta Castle Malting Pale Ale	25	kg	1,69	42,25
Malta Swaen Wheat (Trigo)	12	kg	1,77	21,24
Malta Castle Malting Munich	6	U	1,7	10,2
Malta Castle Malting Pilsen	6	U	1,67	10,02
Malta Castle Malting Cara Ruby	2	U	1,92	3,84
Malta Malting Cara Gold	2	U	1,99	3,98
Lúpulo Willimate	1	Lb	18,72	18,72
Lúpulo Nugget	1	Lb	18,04	18,04
Lúpulo Cascade Americano	1	Lb	18,43	18,43
Levadura SafAle S-04	2	U	3,79	7,58
Levadura SafAle S-05	2	U	4,04	8,08
Levadura SafAle WB-06	2	U	5,51	11,02
Star San Oz	1	U	14,12	14,12
Whirlfloc tableta	1	12 U	3,07	3,07
Flor de cáñamo	1	100 g	100	100

Subtotal 3

290,59

**MATERIALES BIBLIOGRAFICOS Y FOTOCOPIAS**

Material bibliográfico y fotocopias	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo total
-------------------------------------	----------	--------	----------------	-------------

Adhesivos	2	U	1	2
Copias a color	50	U	0,1	5
Copias a blanco y negro	4000	U	0,02	80
Impresiones	500	U	0,1	50
Anillados	8	U	1,5	12
Esferos	1	1 caja	4	4
Cuadernos	1	U	1,25	1,25
Libreta	2	U	1	2
Hojas de papel bond x500 hojas	4	Resma	5	20
<u>Subtotal 4</u>				<u>176,25</u>

**GASTOS VARIOS**

Muestra	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo total
Análisis físicos y químicos como microbiológico	1	U	255	255
Transporte	3	U	10	30
				<u>0</u>
				<u>0</u>
<u>Subtotal 6</u>				<u>285</u>
<u>Subtotal</u>				<u>1371,16</u>
<u>Iva</u>				<u>205,67</u>
<u>Total</u>				<u>1576,83</u>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4. CONCLUSIONES

- Se caracterizó la flor de cáñamo donde se estableció que su flor posee propiedades y estructuras que son utilizadas en diferentes áreas principalmente en las medicinales dado que posee Cannabidiol (CBD) que brinda propiedades antiinflamatorias y analgésicas, alimentarias e industriales, además de compuestos como terpenos, clorofila flavonoides y poli fenoles que fueron importantes para el proyecto de investigación.
- Se elaboró cuatro estilos de cerveza IPA, Weissbier, Red Ale y Sour con la adición de flor de cáñamo como sustitución parcial del lúpulo en baja, media y alta concentración para los diferentes estilos de cerveza; el análisis físico y químico y sensorial determinó que el tratamiento B3 es el más adecuado para el estilo de cerveza Weissbier, con ayuda del paquete estadísticos InfoStat, es decir la sustitución 30 % lúpulo y 70 % flor de cáñamo, es aquella más aceptada bajo el análisis sensorial que se realizó con el panel de catadores.
- En un laboratorio externo acreditado, se llevó a cabo un análisis físico y químico y microbiológico del mejor tratamiento, los cuales son requeridos por la normativa INEN 2262: 2013. Los resultados del contenido alcohólico, pH, acidez y carbonatación se encuentran dentro del rango establecido por la normativa, sin embargo, el hierro que fue de 0,48 mg/L un valor que es mayor a 0,2 mg/L; Se realizó un análisis físico y químico de la capacidad antioxidante, el cual con los resultados obtenidos dio un valor de 0,03197 mg ácido gálico/mL. De acuerdo con los análisis microbiológicos, los valores de anaerobios y mohos se encuentran dentro de los valores normativos. En el caso de las levaduras, el recuento alcanza 1865 UFC/g, sin embargo, en la investigación realizada, se hace uso de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y por el proceso de no filtrado, este parámetro no pone en riesgo al ser humano por el consumo de la cerveza artesanal.
- Se realizó una evaluación de costo de producción del mejor tratamiento un análisis económico y técnico, bajo diferentes ítems de producción, costos, ventas, equipamientos, entre otros; cuyas tablas se encuentran en Anexos, con un porcentaje de 69,23 % lo que representa el PE, es decir, refiere a la rentabilidad donde el productor obtendrá ganancias con la producción de 300 L de cerveza al mes y un aproximado de 11000 unidades de envases al año.

## **6. RECOMENDACIONES**

- La materia prima e insumos deben ser de calidad, debido a cada una juegan un papel importante dentro de su proceso de elaboración, así mismo brindan características atractivas al producto final, como es el caso de la flor de cáñamo, ya que si esta no es apta para el consumo y no cuenta con un registro puede llegar a perjudicar la salud de quien lo consuma.
- Se recomienda realizar muchos más estudios y pruebas sobre sustituir el lúpulo por la flor de cáñamo durante las etapas de maceración y fermentación, ya que puede existir mayor liberación de compuesto como terpenos, flavioles y polifenoles, comprobando si existe algún efecto, cabe recalcar que este la viabilidad de este estudio es porque el lúpulo y la flor de cáñamo son dos plantas provienen de la misma familia y cuentan con características botánicas similares.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

- Acosta Peña, M. C., Duarte Méndez, D. F., Garzón Truque, D. I., Molina Roa, J., & Rojas Burgos, L. S. (2021). Propuesta de implementación de economía circular para el aprovechamiento de terpenos provenientes de la obtención de cannabinoides. Retrieved 01 25, 2025 from <https://repository.universidadean.edu.co/server/api/core/bitstreams/02f2b0bd-63644177-8bfb-811e5b6b3435/content>
- AGROPTIMA. (2018). From <https://www.agroptima.com/es/blog/guia-rapida-para-el-cultivode-cebada/>
- Alcaraz Sanz, C. (2021, 10 21). *Loopulo*. From Weissbier o cervezas de trigo, mucho más que un aperitivo: <https://loopulo.com/estilos-de-cerveza/weissbier-cervezas-detrigo/#:~:text=Caracter%C3%ADsticas,le%20confiere%20un%20tono%20claro.>
- Alcaraz Sanz, C. (2022, 06 22). *Loopulo*. From Maltas de 2 hileras vs 6 hileras: beneficios y desventajas : <https://loopulo.com/maltas/maltas-2-hileras-6-hileras-beneficiosdesventajas/>
- Alcaraz Sanz, C. (2022, 02 25). *Loopulo*. From ¿Qué son las maltas caramelo?: <https://loopulo.com/maltas/maltas-caramelo/>
- Allauca, R. (n.d.). *Diversificación del uso del chaguarmishqui en la gastronomía del cantón GUANO*. Riobamba .
- Alonso Esteban, J. I. (2021). El cáñamo (*Cannabis sativa* L.): usos tradicionales e interés de sus semillas en alimentación y salud. Madrid , España . Retrieved 02 03, 2025 from <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/84f65685-6337-4573-a7a1b6e5cc2772fd/content>
- Alonso, J., De Cortes, M., & Torija, E. (2021). Evolución histórica de la clasificación taxonómica del cáñamo. *Sociedad Española*, 147-154. Retrieved 02 03, 2025 from <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/7ac31eb7-8fb6-413b-a18da4278d76fb58/content>
- Alonso, J., De Cortes, M., & Torija, E. (2021). Historical evolution of taxonomic classification of hemp. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 115, 147-154. From Historical evolution of taxonomic classification of hemp:

<https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/7ac31eb7-8fb6-413b-a18da4278d76fb58/content>

Alonso, J., Sánchez, M., & Torija, E. (2021). Evolución histórica de la clasificación taxonómica del cáñamo. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*(115), 147-154. From <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8890984>

Andrade, F., Macahado, O., & Armendariz, C. (2018, 06 08). Método inductivo y su refutación deductista. *Scielo*, 14(63). From [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442018000300117&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442018000300117&script=sci_arttext&tlng=en)

Andreu Mayor, A., Avilés Martínez, J. J., Campos Grijalbo, A., López Menchen, F., & Ríos Navarro, M. (2020). Elaboración de una cerveza estilo Sour sin Gluten utilizando bacterias lácticas para su degradación. *ESCYM*. Retrieved 01 25, 2025 from <https://aetcm.es/wp-content/uploads/2024/08/2018-219-CERVEZA-SOUR-BAJAEN-GLUTEN.pdf>

Angamarca, A. A. (2021). *Identificación de las bebidas artesanales tradicionales como atractivo del turismo gastronómico ecuatoriano* . BABAHOYO: UTB, 2021).

Argudo, J. (2021). Cerveza IPA y sus subestilos. Retrieved 01 25, 2025 from <https://aetcm.es/wp-content/uploads/2024/09/2021-231-CERVEZAS-IPA-Y-SUSSUBESTILOS.pdf>

Atlas. (2024, 07 10). *Atlas.ti*. From Guía fundamental de la investigación cualitativa - Parte 1: Conceptos básicos: <https://atlasti.com/es/guias/guia-investigacion-cualitativa-parte1/investigacion-cualitativa>

Aulestia Caiza, D. C. (2022). *Repositorio Institucional Universidad Central del Ecuador* . From Caracterización nutricional, funcional y perfil de cannabinoides de la planta del cáñamo (*Cannabis sativa* L.), cultivar Cherry Oregon Hemp.: <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/d32ddedd-6dc0-4c4b-bd325ca35494f074>

Babativa, N. C. (2017). *Investigación cuantitativa*.

Bautista, N. (2022). *Proceso de la investigación cualitativa: epistemología, metodología y aplicaciones* (2° Ed ed.). Colombia, México: Editorial El Manual Moderno. From <https://lc.cx/Z4sXg7>

*BEER SAPIENS*. (2022, 10 13). From Los diferentes tipos de cervezas de trigo:

[https://beersapiens.com/es-int/blogs/blog-cervezero-beer-sapiens/los-diferentes-tiposde-cervezas-detrigo#:~:text=Weissbier%20Alemana%20\\*%20Kristallweizen%2C%20cervezas%20de%20trigo,mayor%20graduaci%C3%B3n%20normalmente%20por%20encima%20de%208%20](https://beersapiens.com/es-int/blogs/blog-cervezero-beer-sapiens/los-diferentes-tiposde-cervezas-detrigo#:~:text=Weissbier%20Alemana%20*%20Kristallweizen%2C%20cervezas%20de%20trigo,mayor%20graduaci%C3%B3n%20normalmente%20por%20encima%20de%208%20)

*BirraBox*. (n.d.). From Ave María, cerveza alemana Flavored:

<https://www.birrabox.com/cerveza/avemaria#:~:text=La%20Ave%20Mar%C3%ADa%20es%20una,cannabis%20con%20marcadas%20notas%20herbales>

Bluntness. (2024, 09 27). *El Planteo*. From Todo lo que Necesitas Saber sobre la Cerveza de Cáñamo:

<https://elplanteo.com/cerveza-de-cannabis-canamo/#:~:text=La%20cerveza%20de%20c%C3%A1namo%20se,directamente%20a%20partir%20de%20c%C3%A1namo>

Bobo-García, G., Davidov-Pardo, G., Arroqui, C., Vírseda, P., Marín-Arroyo, M. R., & Navarro, M. (2014, 001). Validación intralaboratorio de métodos de microplaca para el contenido fenólico total y la actividad antioxidante en extractos polifenólicos, y comparación con métodos espectrofotométricos convencionales. *Ciencia Alimentación Agricultura*, *1*(95), 204 - 209. doi:10.1002/jsfa.6706

Boná, A., Varga, A., Galambos, I., & Nemestóthy, N. (2023, 04 22). Dealcoholization of Unfiltered and Filtered Lager Beer by Hollow Fiber Polyelectrolyte Multilayer Nanofiltration Membranes-The Effect of Ion Rejection. *National Center for Biotechnology Information*, *13*(3), [En línea]. From La diferencia entre cerveza filtrada y sin filtrar: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36984669/>

Braverman, J. (1980). Introducción a la bioquímica de los alimentos. México : Manuel Moderno. Retrieved 02 03, 2025 from <https://redbibliotecas.quito.gob.ec/cgibin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=26617>

Cabrera Valle, D., López Benavides, J., & Corrales Freire, J. (2023). Diseño del proceso de producción de cerveza con Cannabidiol a escala piloto. *PENTACIENCIAS*, *5*(6), 168 - 183. Retrieved 01 16, 2025 from <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/850/1151>

- Cabrera Valle, D., López Benavides, J., & Corrales Freire, J. (2023). Diseño del proceso de producción de cerveza con Cannabidiol a escala piloto. *PENTACIENCIAS*, 5(6), 168 - 183. From <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/850/1151>
- Calvo Garrido, L. (2022). Extracción de cáñamo. *AgroPharm*(144). From <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/c3df6355-a3c4-4d93-a148778680bc3029/content>
- Camacho Morales, B. S. (2023). Implementación y verificación de un método analítico por la técnica de espectrofotometría ultravioleta, para determinar el índice de amargor de cervezas artesanales tipo lager en Colombia, a través de la cuantificación de alfa/beta ácidos residuales. Bogota, Colombia. From <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/9722bc40-de8c-49e3-bd642e9c8b9cdc41/content>
- Campos, Y. (2022). Técnicas de investigación. *Revista Académica Institucional*, 3(1), 1–8. From <https://rai.usam.ac.cr/index.php/raiusam/article/view/40>
- Canalupe. (2020). *Canalupe*. From *Ácido láctico*: [https://canalupe.com/wiki/acidolactico/#:~:text=%C3%81cido%20%C3%A1ctico%20cumple%20una%20funci%C3%B3n,o%20sin%20intenci%C3%B3n%20\(infecci%C3%B3n\).](https://canalupe.com/wiki/acidolactico/#:~:text=%C3%81cido%20%C3%A1ctico%20cumple%20una%20funci%C3%B3n,o%20sin%20intenci%C3%B3n%20(infecci%C3%B3n).)
- Candelario, D., Calabria, L., Pardey, C., & Vargas, J. (2023, 12). Fenología de diez cultivares de Cannabis sativa L. bajo las condiciones ambientales de Palomino Guajira. *Intropica*, 65-78. From <https://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/4672>
- Cárdenas, J. (2018). *Investigación cuantitativa*. Retrieved 02 03, 2025 from [https://refubium.fuberlin.de/bitstream/handle/fub188/22407/Manual\\_Cardenas\\_Investigaci%C3%B3n.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://refubium.fuberlin.de/bitstream/handle/fub188/22407/Manual_Cardenas_Investigaci%C3%B3n.pdf?sequence=5&isAllowed=y)
- Caro, D., Vargas, Ó., & Rocha, G. (2020). Enseñanza del concepto de pH desde la perspectiva del pensamiento científico: una revisión sistemática exploratoria. *Pensamiento y Acción* .
- Carrillo, F., & Minga, F. (2021). Agronomic characterization of 16 varieties of malting barley carried out in the Tunshi experimental center. *Revista Polo del Conocimiento*, 6(54), 637-655. From <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9595271.pdf>

- Carvalho Pinto, M. B. (2018). ISOMERIZAÇÃO DE ÁCIDOS AMARGOS DE LÚPULO CASCADE CULTIVADO NO BRASIL E SEU DESEMPENHO DURANTE A FERMENTAÇÃO DA CERVEJA. Retrieved 01 25, 2025 from <https://core.ac.uk/download/pdf/296893063.pdf>
- Castán, Y. (2014). *Introducción al método científico y sus etapas*. . Metodología en Salud Pública España, 6(3), 014.
- Castillo, P. M. (2023). *Elaboración de una bebida fermentada a base de leche de quinua (Chenopodium quinoa) y caracterización de bacterias ácido lácticas*.
- Castñe Malting. (2020). From CHÂTEAU CARA GOLD®: <https://www.castlemalting.com/CastleMaltingMaltSpecification.asp?Command=SpecificationShow&SpecificationID=181&CropYear=2020&Language=Spanish&FileType=HTML>
- Castorena, J., Juárez, V., Cano, M., Santiago, V., & López, O. (2021). Caracterización Físicoquímica de Cerveza Artesanal. *Conciencia Tecnológica*, 60. Retrieved 01 25, 2025 from <https://www.redalyc.org/journal/944/94465715001/94465715001.pdf>
- Cerón Rivera, O. F. (2020). *Repositorio UDLA*. From Elaboración de cerveza artesanales con hierbas aromáticas: <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/12668>
- Cerquin Bueno, J. H. (2020). *SCRIBD*. From Lúpulo: <https://es.scribd.com/document/561347735/lupulo>
- Cervezomicon*. (2018, 10 9). From Weizenbier, la cerveza de trigo bávara | Historia y teoría de elaboración: <https://cervezomicon.com/2018/10/09/weizenbier-la-cerveza-de-trigobavara-historia-y-teoria-de-elaboracion/>
- Chinche, J., Ramón , J., & López, J. (2020). El Método Científico: Análisis de la literatura. *Revista Imaginario Social*, 3(2). From <https://revistaimagariosocial.com/index.php/es/article/view/5>
- Cisneros Llerena, M. I. (2023 ). Producción de una cerveza artesanal tipo Irish Red Ale utilizando levaduras y frutas nativas del Ecuador. From <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4946/1/Cisneros%20Llerena%20Madelayne%20In%20c3%a9s.pdf>

- Cisneros Llerena, M. I. (2023). Producción de una cerveza Artesanal tipo Irish Red Ale utilizando levaduras y frutas nativas del Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador. From <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4946/1/Cisneros%20Llerena%20Madelayne%20In%C3%A9s.pdf>
- Cocinista. (2020). *Cocinista*. From Weissbier: <https://www.cocinista.es/web/es/recetas/hacercerveza/trigo/weissbier.html>
- Cocinista. (2020). *Cocinista*. From Red Ale Irlandesa: <https://www.cocinista.es/web/es/recetas/hacer-cerveza/amber-brown-red-ale/red-aleirlandesa.html>
- Cocinista. (2020). *Cocinista*. From Receta General: <https://www.cocinista.es/web/es/recetas/hacer-cerveza/trucos-y-consejos/-como-se-usa-la-plantilla-para-hacer-cerveza-.html>
- Colombiana, N. T. (1999). *NTC 3549*.
- Corrales Freire, J. X., & López Benavides, J. A. (2023). *Diseño del proceso de producción de cerveza con cannabidiol a escala piloto*. Ambato, Ecuador. From <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/33d55623-3b27-475c-98508cccd5bd84b1/content>
- Cros, E., Villeneuve, F., & Vincent, J. (1082). Busque un índice de fermentación del cacao. I. Evolución de taninos y fenoles totales del grano. *Chemistry*. From <https://www.semanticscholar.org/paper/Recherche-d%27un-indice-de-fermentationdu-cacao.-I.-Cros-Villeneuve/bc706558212f54bc82dcd8bc07749812b1ca5883>
- Dadu, L. (2022, 09 30). *Escuela superior de cerveza y malta*. From Las principales materias primas de la cerveza: <https://www.escym.com/las-principales-materias-primas-de-lacerveza/>
- Díaz, Á. (2024). Certezas e incertidumbres sobre la oportunidad del cáñamo. *Tax legal advisory review: La revista para el mundo económico-empresarial*(8), 20-32. Retrieved 02 03, 2025 from <https://tlarev.com/wp-content/uploads/2024/04/0028-2024-EST.pdf>
- Díaz, E. (2023). *Determinación de bacterias ácido lácticas en jamones e identificación de la fuente de contaminación dentro de la cadena de producción*. CUENCA .

- Díaz, M. (2023, 02-07). *Codimg*. From ¿Para qué sirve la observación?: <https://www.codimg.com/education/blog/es/para-que-sirve-la-observacion>
- Distrines Insumos de Cerveza*. (n.d.). From Lúpulo Cascade: <https://distrines.com/lupulos/28/lupulo-cascade>
- Domene, A. (2022). *Maestro Cervecerero*. In G. p. *cerveza*. Edhasa. Retrieved 02-03, 2025 from [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=7SibEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8&dq=Cerveza+English+IPA&ots=fFG\\_g2NMfo&sig=4-8u9dDQGI61EDOmWA\\_WuICV0qM#v=onepage&q=Cerveza%20English%20IPA&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=7SibEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8&dq=Cerveza+English+IPA&ots=fFG_g2NMfo&sig=4-8u9dDQGI61EDOmWA_WuICV0qM#v=onepage&q=Cerveza%20English%20IPA&f=false)
- Durango, J. (2022). *Diseño de un proceso para la elaboración de una bebida energética y nutritiva a base de harina de amaranto (Amaranthus caudatus L.), maracuyá (Passiflora Edulis) y panela*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Echeverría, O. A. (2019). *El uso del chaguarmishqui en la chocolatería fina para personas con diabetes*. Quito: Universidad de las Américas, 2019.
- Escerveza*. (n.d.). From Las cerveza artesana, su origen y características.: [https://escerveza.com/pages/artesanas?srsltid=AfmBOoqN9gdYXuBX4my1mUG5u9kenNHfi\\_8twa888jFAOmXM-7XFtNR4](https://escerveza.com/pages/artesanas?srsltid=AfmBOoqN9gdYXuBX4my1mUG5u9kenNHfi_8twa888jFAOmXM-7XFtNR4)
- Escerveza*. (n.d.). From Cervezas de Trigo o Weissbier: <https://escerveza.com/collections/trigo#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20las%20cervezas%20de,de%20cerveza%20de%20trigo%20salada>.
- Escerveza*. (2024). From Las cerveza artesana, su origen y características. : [https://escerveza.com/pages/artesanas?srsltid=AfmBOoojEBJe8YsmjpVzNkOZS9xera06wIWGiblZ\\_BWKS9tQqvtJHxh](https://escerveza.com/pages/artesanas?srsltid=AfmBOoojEBJe8YsmjpVzNkOZS9xera06wIWGiblZ_BWKS9tQqvtJHxh)
- Espejel, A., Barrera, A., Ledesma, L., & Ledesma, H. (2021). *Atributos de identidad y valoración de una bebida tradicional mexicana*.
- Espín, S., & Samaniego, I. (2016). *Manual para el análisis de parámetros químicos asociados a la calidad del cacao*. Quito, Ecuador. From <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4072>
- Fajardo, D. (2020). *La cebada*. From *Cereales: La cebada*: <https://es.scribd.com/document/461722909/Unidad-5>

- Feliu, X. (2023, 03 30). *The Tree*. From Flor de cáñamo: propiedades beneficiosas: <https://thetreecbd.com/es/blog/flor-de-canamo-propiedades-beneficiosas>
- Fermentis. (2015, 10). *Fermentis Lesaffre for beverages*. From Safale US-05: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Safale%20US-05-sp.pdf
- Fermentis. (2015, 10). *Fermentis Lesaffre for beverages*. From SafAle WB-06: <https://www.masmalta.com/img/cms/WB-06.pdf>
- Fermentis. (2015, 10). *Fermentis Lesaffre for Beverages*. From Safale S-04: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Safale%20S-04-sp.pdf
- Fernández Benites, K. I. (2021). Impacto de la aplicación de tres variedades de levaduras (*S. cerevisiae*, *S. pastorianus*, *S. bayanus*) en la producción de cerveza artesanal tipo lager. Retrieved 01 25, 2025 from <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/17106/EUTB-FACIAG-%20AGROINDUSTRIA-000040.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fernández Robin, C., Yáñez Martínez, D., Santander Astorga, P., Cea Valencia, J., & Mery Medel, R. (2016). Comportamiento del Consumidor de Cerveza Artesana . *Gobal de Negocios*, 5(1), 17-23. Retrieved 02 03, 2025 from [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2803464](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2803464)
- Fernández, P. H., & Morales, P. (2020). *Propiedades funcionales de hongos comestibles*. *Agro sur*, 48(1), 11-24.
- Ferreira, C., Giménez , N., Matilla, A., & Pascual , P. (2023). Elaboración de una cerveza IPA 0,0 tostada mediante una fermentacion interrumpida con *Saccharomyces Cerevisiae Chevalieri*. 20-30. From <https://aetcm.es/wp-content/uploads/2024/09/2023-237ELABORACION-DE-UNA-CERVEZA-IPA-00-TOSTADA-.pdf>
- Ferreira, L. (2021). Elaboración de cerveza: Historia y evolución, desarrollo de actividades e implementación de mejoras tecnológicas para productores artesanales. In F. Leonel. La plata. From <https://lipa.agro.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/sites/29/2020/03/TrabajoFinal-Leonel-Ferreira-.pdf>
- Ferrovial*. (2023, 02 19). From Qué es el método científico: <https://www.ferrovial.com/es/stem/que-es-el-metodo-cientifico/#:~:text=Se%20conoce%20como%20m%C3%A9todo%20cient%C3%ADfico,y%20reproducibilidad%20de%20los%20resultados.>

- Flores, J., Corral, B., Ávila, P., & Hernández, J. (2021). Respuesta de variedades de trigo harinero en tres tipos de suelo del norte de México. *Revista Terra Latinoamericana*, 39, [En línea]. Retrieved 02 03, 2025 from <https://www.redalyc.org/journal/573/57366066041/>
- Fontana, U. (2020). Cerveza artesanal estilo sour con agregado de frutos patagónicos: efecto sobre la calidad organoléptica y fisicoquímica. La Plata, Argentina. From <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/106098>
- Franco, A., Naranjo, G., & Moreira, V. (2021). Educational analysis on sensory evaluation in wine tasting. *Conrado*, 17(78). From [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S199086442021000100178&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S199086442021000100178&script=sci_arttext)
- Fuentes Pérez, E. M., & Acurio Arcos, L. P. (2020). El cáñamo (*Cannabis sativa* L.) para uso industria y farmacéutico: una visión desde la industria alimentaria. *CienciAmérica*. Retrieved 01 16, 2025 from <https://cienciamerica.edu.ec/index.php/uti/article/view/350/673>
- Galaz Galaz, V. N. (2021). *Potencial fermentativo de levaduras aisladas de insectos para la elaboración de cerveza artesanal*. Santiago de Chile. From <https://www.proquest.com/openview/316050f6405dd343a569410237419095/1?pqorigsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>
- Galvañ Valdés, J. (2016). La malta: el alma de la cerveza. Retrieved 02 03, 2025 from <https://aetcm.es/wp-content/uploads/2021/10/LA-MALTA-EL-ALMA-DE-LACERVEZA.pdf>
- Galvañ Valdés, J. (2017). Malta caramelo: un toque de distinción. Retrieved 02 03, 2025 from <https://aetcm.es/wp-content/uploads/2021/10/MALTAS-CARAMELO-UN-TOQUEDE-DISTINCION.pdf>
- Garcinuño Santamaría, C., Gutiérrez Expósito, A., & Pérez Angulo, F. (2020, 01 28). *El Santuario de la Cerveza*. From Tipo de cerveza Ale: <https://elsantuariodelacerveza.com/tipo-de-cerveza-ale/>
- Gimenez , A., Rodriguez, S., & Locatelli, D. (2019). Cuantificar el ingrediente mágico: alfaácido. *Experticia*(10). From [https://experticia.fca.uncu.edu.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=190:cuantificar-el-ingrediente-magico-alfa-acido&catid=44&Itemid=101](https://experticia.fca.uncu.edu.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=190:cuantificar-el-ingrediente-magico-alfa-acido&catid=44&Itemid=101)

- Giménez, V. M. (2023, 05 12). *Geoenciclopedia*. From <https://www.geoenciclopedia.com/densidad-que-es-tipos-como-se-calcula-y-ejemplos648.html>
- Godas, G., Gómez, J., Ruiz Díaz, M., Gómez Galli, J., Malara, K., & Touza, G. (2019). Connotaciones Negativas en el discurso visual identitario del Cannabis Medicinal. La Plat, Argentina. Retrieved 02 03, 2023 from [https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/88857/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/88857/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gómez Díaz, Á. L. (2024, 03). Certezas e Incertidumbres sobre la oportunidad del cáñamo. *La revista para el mundo económico-empresarial*(8). Retrieved 02 03, 2025 from <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9422687.pdf>
- Gómez, L. E., Navas, F. D., Aponte, M. G., & Betancourt, B. L. (2014). *Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización*. *Dyna*, 81(184), 158-163. From <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49630405022>
- González, E. Z., & Placeres, I. B. (2023). *Saberes ancestrales para la conservación del patrimonio cultural inmaterial de la comunidad Cofán Dureno, Ecuador Ancestral knowledge for the conservation of the intangible cultural heritage of the Cofan Dureno community, Ecuador*. Uniandes EPISTEME. Revista digital de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- Guamán, P. R. (2023). *Elaboración de una bebida alcohólica a base de Chaguarmishqui con pulpa de maracuyá*.
- Guerberoff, G., Agostina, M., Lopez, P., & Olmedo, R. (2020). El perfil sensorial de la cerveza como criterio de calidad y aceptación. *Nexo Agropecuario*, 8(1), 52-59. Retrieved 02 03, 2025 from <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/nexoagro/article/view/28926>
- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163–173. From El proyecto de investigación: <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/860>

- Guía de la cerveza.* (2023, 12 14). From La relación entre el lúpulo y el cannabis: Similitudes y conexiones botánicas: <https://www.guiadelacerveza.com/la-relacion-entre-el-lupulo-y-el-cannabis-similitudes-y-conexiones-botanicas/>
- Hacer cerveza artesanal. (2020, 08 10). *Hacer cerveza artesanal.* From Lúpulo para cerveza: <https://hacercervezaartesanal.com/ingredientes-cerveza-artesanal/lupulo-en-la-cerveza/>
- Hatfield, J. (2021, 04 14). *Delilah Home: Sustainable living.* From 5 tipos asombrosos de productos elaborados con cáñamo: [https://delilahhome.com/es/blogs/delilahsblog/best-products-made-from-hemp?srsId=AfmBOorvOj\\_P6lADX4vBWHQAQFO5hsfvbS\\_dAnbGLVuuG3wJPw2PSZLm2](https://delilahhome.com/es/blogs/delilahsblog/best-products-made-from-hemp?srsId=AfmBOorvOj_P6lADX4vBWHQAQFO5hsfvbS_dAnbGLVuuG3wJPw2PSZLm2)
- Hernandez Flores, R. C. (2018). Cerveza Riher Trigo. Lima, Perú. From <https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/a3f60380-3df4-42e3-8710e03d7818019e/content>
- Hobby, J. (2023, 01 25). *Czapp.* From ¿Qué es el trigo?: <https://www.czapp.com/es/analystinsights/que-es-el-trigo/>
- Hurtado, J. B. (2021). Agregado de frutos patagónicos de *Berberis microphylla* G. Forst "Calafate" en cerveza artesanal: Efecto sobre la capacidad antioxidante. Buenos Aires, Argentina : Universidad Nacional de la Plata. Retrieved 01 25, 2025 from [https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/116048/Documento\\_completo.pdfP DFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/116048/Documento_completo.pdfP DFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Igartua Arregui, E., Ciudad Baustista, F. J., Gracia Gimeno, M. P., & Casas Cendoya, A. M. (2015, 01 12). ¿Cebadas de invierno, de primavera, o hay otra? *Interempresas.net.* Retrieved 12 29, 2024 from <https://www.interempresas.net/Grandescultivos/Articulos/131499-Cebadas-de-invierno-de-primavera-o-hay-otras.html>
- Janeta, C. D. (2019). *Janeta Cunduri, D. A. (2020). Estudio de factibilidad para la elaboración y comercialización de chocolate con miel de chaguarmishqui en Riobamba.* Universidad Nacional de Chimborazo, 2019.
- Jaramillo Orozco, H., & Jaramillo Castillo, A. D. (2023). La exportación de cultivos de cáñamo a Suiza desde la parroquia Torata, provincia de El Oro en el 2023. 8, 970-990. Retrieved 02 03, 2023 from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9252212>

- Jaramillo, A. M. (2020). *Evaluación de vida útil en quesos producidos en Cayambe*. Quito: Universidad de las Américas, 2020.
- Jaramillo, V. (2019). *Elaboración de harina de cebada (*Hordeum vulgare L.*) para la utilización de poolish en pan común*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- Ji, A., Jia, L., Kumar, D., & Geun Yoo, C. (2021). Avances recientes en la conversión biológica del cáñamo industrial para biocombustibles y productos de valor añadido. *Facultad de Ciencias Ambientales y Forestales de la Universidad Estatal de Nueva York*. doi:<https://doi.org/10.3390/fermentation7010006>
- Jimenez, M. (2020). *De Pata Verde*. From La flor de cáñamo: todo lo que debes saber: <https://depataverde.es/flor-de-canamo>
- Karas, J. A., M. Wong, L. J., A. Paulin, O. K., C. Maze, A., Hussein, M. H., Li, J., & Velkov, T. (13 de 07 de 2020). The antimicrobial activity of cannabinoids. *Antibiotics*, 9 (7). Obtenido de <https://doi.org/10.3390/antibiotics9070406>
- La buena Cheve* . (2022, 04 04). From Diferencia entre maltas base y maltas de especialidad: <https://labuenacheve.com/blog/diferencia-entre-maltas-base-y-maltas-de-especialidad/#:~:text=Las%20maltas%20base%20son%20el,sea%20m%C3%A1s%20claro%20que%20otras>.
- La Buena Cheve. (2020, 07 16). *La Buena Cheve*. From Los 7 tipos de lúpulos más populares : <https://labuenacheve.com/blog/los-7-tipos-de-lupulos-mas-populares/>
- Lallemand*. (2024, 05 29). From WildBrew Sour Pitch: <https://www.lallemandbrewing.com/es/south-america/productos/wildbrew-sour-pitch/>
- Lawless, H., & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and practices* . From <https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=yLfrVgU6CsC&oi=fnd&pg=PR6&dq=lawless+y+heymann+2010+sensory&ots=hvKMFkd5X2&sig=Q3YzWkkX1729hDeGVPfC1m6WYt8#v=onepage&q=lawless%20y%20heymann%202010%20sensory&f=false>
- Linneo, C. (2013, 11 28). *Biblioteca virtual en salud mental y adicciones*. From Cannabis Sativa:

[http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/Planta1.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/Planta1.pdf)

- López Cantos, M. Á., Mora Villafuerte, A. N., Palacios Castro, C. R., & García-Loor, G. (2023). Proceso de Producción de Cerveza Artesanal. Explorando dos Formulaciones: IPA al Estilo Británico y Tripel Belga. *Revista Científica y Arbitrada del Observatorio Territorial, Artes y Arquitectura: FINIBUS*, 6(11). From <https://publicacionescd.ulead.edu.ec/index.php/finibus/article/view/606>
- López, M., Mora, A., Palacios, C., & García, G. (2023). Proceso de Producción de Cerveza Artesanal. Explorando dos Formulaciones: IPA al Estilo Británico y Tripel Belga. *Revista Científica y Arbitrada del Observatorio Territorial, Artes y Arquitectura: FINIBUS*(11), 1-14. From <https://publicacionescd.ulead.edu.ec/index.php/finibus/article/view/606>
- López, R. P., & Fachelli, S. (2021). *La encuesta*.
- Losada, C. (2013). *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA*. Colombia : Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).
- Luna Maldonado, S. M. (2007). *Vibmai*. From Manual práctico para el diseño de la Escala Likert: <https://revistas.lasallep.edu.mx/index.php/xihmai/article/view/101>
- Madrigal, H., & Samanta, T. (2006). *Estudio de la composición química de cebada cultivada en Zapotlan, Villa de Tezontepec y Tultengo, Hidalgo*.
- Malba. (2020). From CARAPILS MALTEAR: <https://www.malbainsumos.com/tienda/insumos-categoria/maltas-insumoskits/carapils-maltear/>
- Malta Cervecera. (2017, 02 27). *Tecnología*. From MALTA CERVECERA\_CHARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: <https://studylib.es/doc/2357758/14-16-tecn-matprim.pdf>
- Mancipe, E., Vásquez, J., Castillo, J., Ortiz, R., Avellaneda, Y., & Vargas, J. (2021). Productivity and nutritional value of barley and wheat forage from Colombian's highlands. *Revista de Agronomía Mesoamericana*, 32(1), 271-292. From <https://www.redalyc.org/journal/437/43765068020/html/>

- Manero, P. (2024, 05 28). *estudio10contar*. From Escalas de medición en investigación de mercados: que són y sus 4 tipos : <https://blog.estudiocontar.com/2023/07/28/escalas-demedicion-queson/#:~:text=Las%20escalas%20de%20medici%C3%B3n%20son,as%C3%AD%20su%20an%C3%A1lisis%20y%20comprensi%C3%B3n>.
- Mannise, N., Schinca, C., Boido, E., Carrau, F., & Medina, K. (2022). Aplicación industrial de levaduras nativas para la producción de cervezas artesanales. *INNOTEC*, [En línea]. From Aplicación industrial de levaduras nativas para la producción de cervezas artesanales: <https://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC/article/view/605>
- Martínez - Flórez, M., González - Gallego, J., Culebras, M., & Tuñón, J. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes . *Nutrición Hospitalaria* . From [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65031469/flavonoides\\_3\\_libre.pdf?1606332405=&response-contentdisposition=inline%3B+filename%3DLos\\_flavonoides\\_propiedades\\_y\\_acciones\\_a.pdf&Expires=1738932587&Signature=Y0taDwjLTMePp2htifpHbvJmtcHqK2cIhoVjW2gPFvm7hZk](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65031469/flavonoides_3_libre.pdf?1606332405=&response-contentdisposition=inline%3B+filename%3DLos_flavonoides_propiedades_y_acciones_a.pdf&Expires=1738932587&Signature=Y0taDwjLTMePp2htifpHbvJmtcHqK2cIhoVjW2gPFvm7hZk)
- Martínez Gómez, C. A. (2015). *Universidad Andina Simón Bolívar*. From Repositorio Institucional del Organismo de la Comunidad Andina, CAN: <https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/5024>
- Martínez Muñoz, A. (2015). Análisis comparativo de compuestos bioactivos en cerveza artesanal y cerveza Industrial. Lérida, España. Retrieved 02 03, 2025 from <https://repositori.udl.cat/server/api/core/bitstreams/d34f7037-c901-4ada-bee4275e2294bae0/content>
- Martínez, D. V. (2022). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos en investigación*. . TEPEXI boletín científico de la escuela superior tepeji del río, 9(17), 38-39.
- Mastle Malting*. (2021). From CHÂTEAU CARA RUBY®: <https://www.castlemalting.com/CastleMaltingMaltSpecification.asp?Command=SpecificationShow&SpecificationID=178&CropYear=2021&Language=Spanish&FileType=HTML>

- Medina, M. C., Roldán, C. E., & Vázquez, J. M. (2022). *Caracterización fisicoquímica, microbiológica y organoléptica del aguamiel y pulque del Alto Mezquital, Hidalgo*. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* <https://doi.org/10.22231/asyd.v19i4.1412>.
- Mendoza, B., Mercedes, J., Pihuave Calderón, L. F., & Velásquez Campozano, M. R. (2022). Análisis comparativo del valor nutricional de la cerveza artesanal y la cerveza industrial. *Revista Ciencia UNEMI*, 15(38), 61-72. Retrieved 02 03, 2025 from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8374921>
- Mendoza, C. M., & Jahuey, M. V. (2022). Caracterización fisicoquímica, microbiológica y organoléptica del aguamiel y pulque del Alto Mezquital, Hidalgo. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 19(4), 448-462.
- Mentactiva. (2021, 06 15). From Derivados del cáñamo para la formulación cosmética : <https://www.mentactiva.com/derivados-del-canamo-para-la-formulacion-cosmetica/>
- Montesdeoca, T. E. (2021). *Micología predictiva en la industria alimentaria*.
- Mora Huaman, J. X. (2021). *Studocu*. From Diagrama de flujo de la elaboración de cerveza artesanal: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-cesar-vallejo/procesosindustriales-ii/diagrama-de-flujo-de-la-elaboracion-de-cerveza-artesanal/19758095>
- Morales, E. I., & Tetreault, D. (2020). *Reconversión agrícola a la cebada para la producción de cerveza en Zacatecas*. . *Carta Económica Regional*, (126), 133-156.
- Morales, J. (2023, 07 07). *Mundo Cervezas*. From ¿Qué tipos de Maltas existen en el mundo cervecero?: <https://mundocervezas.com/que-tipos-de-maltas-existen-en-el-mundocervecero/#:~:text=un%20sabor%20acaramelado.-,Maltas%20Caramelo,algo%20como%20caramelo%20y%20miel>.
- Morales, J. M., Hernández, M. V., Espinoza, A. D., & Cruz, D. M. (2024). *Aguamiel y pulque: más que bebidas tradicionales*. *Perspectivas de la Ciencia y la Tecnología*, 7(12), 40-51.
- Moreno, B. (2024, 05 17). *bodecall*. From ¿Cuántas variedades de IPA existen? Una guía de estilos: [https://www.bodecall.com/blog/cuantas-variedades-de-ipa-existen-una-guiadeestilos/?srsltid=AfmBOoobiojo\\_D6NQnknNQau\\_PJ1pjLr4Lz4RbUWXc5aH3HQuW9mPs8J](https://www.bodecall.com/blog/cuantas-variedades-de-ipa-existen-una-guiadeestilos/?srsltid=AfmBOoobiojo_D6NQnknNQau_PJ1pjLr4Lz4RbUWXc5aH3HQuW9mPs8J)

- Moreno, B. (2024, 09 17). *Bodecall*. From Cerveza Sour, el lado salvaje de la cerveza artesana: [https://www.bodecall.com/blog/cervezas-sour-el-lado-salvaje-de-la-cervezaartesana/?srslid=AfmBOopF5OCbhvlli\\_KRHfkaYuCbunuPCLwIemqM3UyQhcKNWWN35ky](https://www.bodecall.com/blog/cervezas-sour-el-lado-salvaje-de-la-cervezaartesana/?srslid=AfmBOopF5OCbhvlli_KRHfkaYuCbunuPCLwIemqM3UyQhcKNWWN35ky)
- Morocho, P. M. (2021). Obtención de bioplástico a partir del trigo (*Triticum*) y cebada (*Hordeum vulgare*) para uso como envolturas biodegradables de alimentos. Riobamba, Riobamba, Ecuador. From <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16840>
- Muñoz Almeida, P. I. (2022). *Space.UTB*. From Situación actual para la producción del cultivo Cábano (*Cannabis sativa*) en Ecuador: <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13299>
- Muñoz Pinela, A. G., Rodríguez Cobeña, M. E., Intriago Vélez, I. E., Vines Vélez, N. E., & Bravo Tuarez, J. O. (2024). Elaboración de cerveza artesanal roja tipo ale con adición de infusión de la Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdarifa*) para mejorar sus características organolépticas. *Revista Científica Internacional*. doi:<https://www.uticvirtual.edu.py/revista.ojs/index.php/revistas/article/view/368>
- Naranjo Oñate, N. E. (2024). Producción de cerveza Estilo India Pale Ale con tres cepas de Levaduras *Saccharomyces Cerevisiae*. Riobamba, Ecuador. Retrieved 01 25, 2025 from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/22883/1/27T00775.pdf>
- Naranjo, N. (2024). *PRODUCCIÓN DE CERVEZA ESTILO INDIA PALE ALE CON*. [Tesis de Pregrado], Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Retrieved 01 12, 2025 from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/22883/1/27T00775.pdf>
- Narvaez, M. (2023, 06 19). *QuestionPro*. From Método deductivo: Qué es y cuál es su importancia: <https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-deductivo/>
- Narvez, M. (2023, 06 26). *QuestionPro*. From Método inductivo: Qué es, características y ejemplos: <https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-inductivo/#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20inductivo%20es%20un,o%20tendencias%20en%20esos%20datos.>
- Navarrete-Torres, M. D., & Cecilia, G. M. (n.d.). *EL PULQUE LA BEBIDA DE LOS DIOSES CON VALOR Y TRADICIÓN MILENARIA*.
- Nicaragua, E. (2018). *Metodología de la investigación e investigación aplicada para Ciencias Económicas y Administrativas*. . Revista de La Universidad Autónoma, 1(1), 1-89.

- Nicomedes Teodoro, E. N. (2018). Tipos de Investigación. From <https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>
- NMX-V-022-1970. (n.d.). *AGUAMIEL. HYDROMEL. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.*
- NTE INEN 2262:2013. (2013). Bebidas Alcohólicas. Cerveza. Requisitos. From <https://odaninkasiquito.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/08/inen-2-262cerveza.pdf>
- NTE INEN, 2. (2017). *NTE INEN 2304 TÉCNICA ECUATORIANA.*
- Oddone, S. (2021). Homebrewer Expert. In *Grupo de estilos 4: Americanas*. Argentina. From <https://capacitacioneselmolino.com/wp-content/uploads/2021/04/Homebrewer-ExpertGrupo-de-Estilos-4-Americanas-PARTE-1-1.pdf>
- Oddone, S. (2022). Lúpulo y Lupuladas. Argentina. From <https://capacitacioneselmolino.com/wp-content/uploads/2022/03/Lupulo-y-Lupuladas-1.pdf>
- Ordoñez Amoroso, A. (2020). Estudio de factibilidad de la importación de materias prima para cerveceros artesanales a través de la asociación de cerveceros del Ecuador. Azuay, Ecuador. Retrieved 02 03, 2025 from <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9681>
- Orellana, D. (2022). *Propuesta de aplicación de la cerveza artesanal 'Golden Prague Premium Czech Lager'*. [Tesis de Pregrado], Universidad de Cuenca. From <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/a6695da7-092d-4e02-89ec-027fd29ca860>
- Ortega, C. (2023, 06 16). *QuestionPro*. From Investigación cuantitativa. Qué es y cómo realizarla : <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-investigacioncuantitativa/#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20cuantitativa%20consiste%20en%20resultados%20generales%20de%20poblaciones%20grandes.>
- Ortega, C. (2023, 02 23). *QuestionPro*. From ¿Qué es la investigación documental?: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-documental/#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20documental%20es%20una,%20C%20peri%C3%B3dicos%20bibliograf%C3%ADas%20etc.>

- Ortega, M. S. (2021). *Implementación de buenas prácticas de manufactura en el proceso de recepción de materias primas en el catering simple Food Services de la ciudad de Quito*. QUITO: Universidad de las Américas, 2021.
- Pardo, S. (2023, 05 12). *Descorcha*. From Cerveza lager ¿Qué es y cuáles son sus características?: <https://descorcha.com/blog/que-es-una-cerveza-lager/>
- Paredes Espinoza, C. A. (2017). *Mejorar la extracción de azúcares y características de calidad de la cerveza durante la maceración de las cervezas red ale y blonde ale producidas en Andes Brewing Co.* From <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ac4b78e8-0a39-49e5-9f055c8300c00d58/content>
- Paredes, J., Barrigas, D., Muñoz , F., Pineda, J., & Pineda, C. (2021). Desarrollo de un bioproceso para la producción de malta a partir de maíz. *Revista Biorrefinería*, 4(4), 1-5. From <https://www.cebaecuador.org/wp-content/uploads/2022/01/18.pdf>
- Peña, T. (2022). Etapas del análisis de la información documental. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 45(3), [En línea]. From [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-09762022000300004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-09762022000300004&script=sci_arttext)
- Peralta Bustamante, L. I. (2020). Efecto sensorial de la aplicación de Nibs de Cacao y Café tostado en la elaboración de cerveza artesanal. Guayaquil, Ecuador. Retrieved 01 25, 2025
- Pereyra, D., Bucci, S., G. Scholz, F., Cavallaro, A., Askenazi, J., Carbonell, L., . . . Burek, A. (2020). Capítulo 15. Estudiando alternativas económicas sustentables para regiones australes y áridas de la Argentina. Cultivo de lúpulo. Argentina. From [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/249508/CONICET\\_Digital\\_Nro.f8878f5b-0565-4f5a-ae8b-71686977a689\\_B-242-261.pdf?sequence=8&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/249508/CONICET_Digital_Nro.f8878f5b-0565-4f5a-ae8b-71686977a689_B-242-261.pdf?sequence=8&isAllowed=y)
- Pihuave, L., Mendoza, J., & Velásquez, M. (2022). Análisis comparativo del valor nutricional de la cerveza artesanal y la cerveza industrial. *UNEMI*, 15(38), 61-72. Retrieved 01 16, 2025 from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8374921>
- Pintxobeer. (2023, 11 20). *Pintxobeer*. From Lúpulo I. Constitución del Lúpulo.: <https://pintxobeer.com/lupulo-i-constitucion-del->



- Quiroz Rincón, F., & Useche Alarcón, C. A. (2021). Evaluación Técnico Financiera de la Incorporación de Citrus Paradis (Pomelo) en una Cerveza Artesanal tipo Sour Ale para la Empresa Slava. Bogota, Colombia. Retrieved 02 03, 2025 from <https://repository.uamerica.edu.co/server/api/core/bitstreams/0abd92c7-92ab-4b52871c-90b4de833bd6/content>
- Quiroz Rincón, F., & Useche Alarcón, C. A. (2021). Evaluación técnico financiera de la incorporación de citrus paradisi (pomelo) en una cerveza artesanal tipo sour ale para la empresa Slava. From <https://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/8642>
- Quishpe Solari, B. G. (2022). *Repositorio Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle*. From Formulación de cerveza artesanal a partir de la quinua y maíz fermentado: <https://repositorio.une.edu.pe/server/api/core/bitstreams/88771b82-80ac4dc1-b1ec-0ea5e1998f8d/content>
- Re, R., Pellegrini, N., Yang, M., & C., R. E. (199). Actividad antioxidante aplicando un ensayo mejorado de decoloración catiónica radical ABTS. *Biol Med*, 26. doi:doi: 10.1016/s0891-5849(98)00315-3.
- Realpe, M. (2022). *Evaluación de las variedades mejoradas de cebada (hordeum vulgare l.) del INIAP bajo las condiciones agroecológicas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Salache UTC 2021-2022*. [Tesis de Pregrado], Universidad Técnica de Cotopaxi. From <https://repositorio.utc.edu.ec/items/bd41129a-5f1e-4571-9f2ea8a22dfcddb>
- Renteria Sernaque, F. (2019). Elaboración y caracterización de cerveza Ale Artesanal a base de Maracuyá y Almidón de Olluco en la Región Piura, Perú 2019. Perú. Retrieved 02 03, 2025 from <https://core.ac.uk/download/pdf/389268478.pdf>
- Revistagestión.ec*. (2017, 10 20). From Cerveza artesanal con historia: <https://www.revistagestion.ec/empresas/cerveza-artesanal-con-historia>
- Rodríguez, N., Germán, G., Rodríguez, G., Zzussy, B., Pineda, M., Huamán, C., . . . Villanueva, E. (2023). Capacidad antioxidante de la cerveza artesanal red ale con la adición de extracto de maíz morado (*Zea mays* L) y zumo de fruta de maracuyá (*Passiflora edulis*). *Qantu Yachay*, 763, [En línea]. From <https://revistas.une.edu.pe/index.php/QantuYachay/article/view/58>
- SALVADOR, C. (2015). *Cebada*.





- Villacrés, P. P. (2018). *Cuantificación de la biomasa residual y caracterización del Chaguarmishqui*.
- VILLAMAR, S. D. (2021). *INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE UN PROBIÓTICO Y PREBIÓTICO EN LA VIDA ÚTIL DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE MANZANA (Malus domestica) Y KIWI (Actinidia deliciosa)*. UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR).
- Viteri, J., Párraga, R., García, J., Barre, R., & Romero, J. (2022). Calidad fisicoquímica y sensorial de cerveza artesanal estilo blonde ale con infusión de flor deshidratada de. *Manglar*, 19(4), 331-339. From <http://www.scielo.org.pe/pdf/mang/v19n4/2414-1046manglar-19-04-331.pdf>
- Vittar, C. (2022, 08 09). *Cervecistas*. From Los ingredientes de la cerveza: 4 partes de un todo: <https://www.loscervecistas.es/cultura-cervecista/4-ingredientes-basicos-de-la-cerveza/>
- Vittar, C. (2023, 02 03). *Cervecistas*. From 4 tipos de lúpulo para conocer en el mundo cervecero: <https://www.loscervecistas.es/cultura-cervecista/4-tipos-de-lupulo-paraconocer-en-el-mundo-cervecero/>
- Vizcaíno, P., Cedeño, R., & Maldonado, I. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723-9762. From <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/7658>
- Wikifarmer. (2024, 11 18). *Wikifarmer Library*. From Información, historia y valor nutricional de la planta de trigo: <https://wikifarmer.com/library/es/article/informacion-historia-yvalor-nutricional-de-la-planta-de-trigo>
- YARA. (2019, 02 27). From Nutrición vegetal: Trigo : <https://www.yara.com.mx/nutricionvegetal/trigo/tipos-de-trigo/>
- Zamora Sarmiento, H. A. (2024). *Evaluación de la adición de hierbabuena Mentha Spicata como sustituto parcial del lúpulo en una cerveza artesanal estilo ale*. Babahoyo, Los Ríos, Ecuador. From <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/16383/PI-UTBFACIAG-ING%20AGROINDUSTRIA-000013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zarate, D., Franco, M., & Cárdenas, K. (2024). El cáñamo (Cannabis sativa L.): la planta de los mil y un usos y su aprovechamiento en la producción animal. *Revista De Ciencias Agroalimentarias Y Biotecnología*, 1(3), 13–20. doi:<https://doi.org/10.29105/rcab1.317>

- Zeas Bernal, D. A. (2021). *Repositorio Universidad Agraria del Ecuador*. From Elaboración de una cerveza artesanal tipo Ale sustituyendo parcialmente la malta por lenteja (*Lens culinaris*) y el lúpulo por Hierbabuena (*Mentha spicata*): [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ZEAS%20BERNAL%20DIEGO%20ARMAND O.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ZEAS%20BERNAL%20DIEGO%20ARMAND%20O.pdf)
- Zhang, J., Deng, H., Bai, J., Zhou, X., Yansheng, Z., Zhu, Y., . . . Quancai, S. (2022). Propiedades beneficiosas para la salud de la cebada: una revisión de la composición nutricional y nutracéutica, la funcionalidad, el bioprocesamiento y los beneficios para la salud. *Publimed*, 115 - 1169. doi:10.1080/10408398.2021.1972926
- Zhishen, J., Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999). Determinación del contenido de flavonoides en la morera y sus efectos eliminadores de radicales superóxido. *El Sevier*, 64(4), 555-559. doi:[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2)
- Zúñiga Orellana, M. L. (2013). *Proceso Productivo para la elaboración de cerveza tipo Ale*. Cuenca, Ecuador. Retrieved 01 22, 2025 from <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3264/1/10038.pdf>