

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: “Evaluación del poder floculante de la planta cadillo (*Genus triumfetta*) en la clarificación de una cerveza artesanal tipo APA (American Pale Ale)”

Trabajo de titulación previa la obtención del  
título de Ingeniero en Alimentos

AUTOR: Guaranda Chancay Edward Fabricio

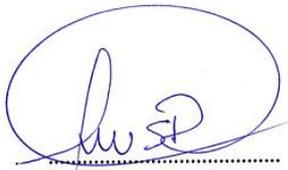
TUTOR: Rivas Rosero Carlos

Tulcán, 2021

## CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

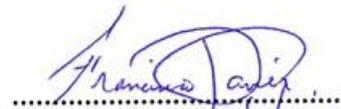
Certificamos que el estudiante Guaranda Chancay Edward Fabricio con el número de cédula 2400172231 ha elaborado el trabajo de titulación: “Evaluación del poder floculante de la planta cadillo (*Genus triumfetta*) en la clarificación de una cerveza artesanal tipo APA (American Pale Ale)”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



MSc. Rivas Rosero Carlos

**TUTOR**



PhD. Domínguez Rodríguez Francisco

**LECTOR**

Tulcán, 08 de noviembre de 2021.

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniero** en la Carrera de alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Guaranda Chancay Edward Fabricio con cédula de identidad número 2400172231 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

..........

Guaranda Chancay Edward Fabricio  
AUTOR

Tulcán, 08 de noviembre de 2021.

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Guaranda Chancay Edward Fabricio declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Evaluación del poder floculante de la planta cadillo (*Genus triumfetta*) en la clarificación de una cerveza artesanal tipo APA (American Pale Ale)” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



Guaranda Chancay Edward Fabricio  
AUTOR

Tulcán, 08 de noviembre de 2021.

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero expresar mi gratitud a Dios por bendecirme y guiarme a lo largo de este camino, siendo mi apoyo y fortaleza en los momentos de dificultad y debilidad.*

*Agradezco de todo corazón a mis padres Edwar y Janni que estuvieron siempre a mi lado en las buenas y más que todo en las malas, guiándome, aconsejándome e inculcándome valores fundamentales para encarar la vida y no darme por vencido.*

*De igual manera agradezco a los docentes de la carrera de Alimentos por haber compartido sus conocimientos a lo largo de mi preparación profesional, de manera especial, al MSc. Carlos Rivas, PhD. Francisco Domínguez y MSc. Freddy Torres porque fueron mis guías en el presente trabajo de integración curricular. Gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo y amistad.*

## DEDICATORIA

*El presente trabajo va dedicado a:*

*Mis padres Edwar y Janni, mis abuelos Alberto y Dilia, mis hermanos Edward y Greisly, mi pareja Julisa y toda mi familia quienes con su amor, paciencia, esfuerzo y apoyo incondicional me han permitido llegar a cumplir una de mis grandes metas.*

*Finalmente quiero dedicar este proyecto a todos los docentes de la carrera de Alimentos de la UPEC por guiarme en el transcurso de este camino y brindarme sus sabios conocimientos que me ayudarán a ser un profesional exitoso.*

*Hoy que concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro y no me queda más que dar gracias por ser quienes son y por creer en mí.*

## ÍNDICE

I. PROBLEMA .....	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	17
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	18
<b>1.4.1. Objetivo General</b> .....	18
<b>1.4.2. Objetivos Específicos</b> .....	18
<b>1.4.3. Preguntas de Investigación</b> .....	18
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	19
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	19
2.2. MARCO TEÓRICO .....	22
<b>2.2.1. Cerveza</b> .....	22
<b>2.2.2. Cerveza artesanal</b> .....	22
<b>2.2.3. American Pale Ale (APA)</b> .....	22
<b>2.2.4. Turbidez</b> .....	22
<b>2.2.5. Lúpulo</b> .....	22
<b>2.2.6. Proceso de elaboración de la cerveza (Brewing)</b> .....	22
<b>2.2.6.1. Malteado</b> .....	22
2.2.6.1.1 Germinación .....	23
2.2.6.1.2 Secado.....	23
2.2.6.1.3 Tostado .....	23
<b>2.2.6.2. Mezcla de maltas</b> .....	23
<b>2.2.6.3. Maceración o mashing</b> .....	24
2.2.6.3.1. Maceración simple .....	24
2.2.6.3.2. Maceración escalonada.....	24
<b>2.2.6.4. Cocción</b> .....	25

<b>2.2.6.5. Fermentación</b> .....	25
2.2.6.5.1. <i>Inoculación o siembra</i> .....	25
2.2.6.5.2. <i>Fermentación primaria y secundaria</i> .....	26
2.2.6.5.3. <i>La atenuación</i> .....	26
2.2.6.5.4. <i>Alcohol producido</i> .....	26
<b>2.2.6.6. Clarificación</b> .....	27
2.2.6.6.1. <i>Tipos de clarificantes</i> .....	27
2.2.6.6.2. <i>Tiempo de sedimentación</i> .....	28
<b>2.2.6.7. Carbonatación</b> .....	28
2.2.6.7.1. <i>Por adición de azúcar (Priming)</i> .....	28
2.2.6.7.2. <i>Por disolución de CO<sub>2</sub> (Kegging)</i> .....	28
<b>2.2.6.8. Maduración</b> .....	28
<b>2.2.6.9. Embotellado</b> .....	29
<b>2.2.7. Coagulación</b> .....	29
<b>2.2.7. Floculación</b> .....	29
<b>2.2.8. Mucílago</b> .....	29
<b>2.2.9. Cadillo</b> .....	30
<b>2.2.9.1. Descripción botánica</b> .....	30
III. METODOLOGÍA.....	31
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO .....	31
<b>3.1.1. Enfoque</b> .....	31
<b>3.1.2. Tipo de investigación</b> .....	31
3.2. HIPÓTESIS .....	31
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	32
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS .....	34
<b>3.4.1. Análisis Estadístico</b> .....	34
<b>3.4.2. Proceso de Obtención del Floculante Natural</b> .....	35

3.4.2.1 <i>Extracción del gel de cadillo</i> .....	35
3.4.3. <b>Proceso de Elaboración de la Cerveza estilo APA</b> .....	37
3.4.4. <b>Características Fisicoquímicas de la Cerveza APA</b> .....	39
3.4.4.1 <i>Grado alcohólico</i> .....	39
3.4.4.2 <i>Acidez total</i> .....	39
3.4.4.3 <i>pH</i> .....	39
3.4.4.4 <i>Turbidez</i> .....	39
3.4.5. <b>Características Microbiológicas de la Cerveza APA</b> .....	40
3.4.5.1 <i>Microorganismos anaerobios</i> .....	40
3.4.5.2 <i>Mohos y levaduras</i> .....	40
3.4.6. <b>Características Sensoriales de la Cerveza APA</b> .....	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1. RESULTADOS .....	41
4.1.1 <b>Evaluación del parámetro turbidez en el proceso de clarificación</b> .....	41
4.1.2 <b>Evaluación sensorial</b> .....	42
4.1.2.1 <i>Color</i> .....	42
4.1.2.2 <i>Olor</i> .....	43
4.1.2.3 <i>Sabor</i> .....	43
4.1.2.4 <i>Aceptación general</i> .....	44
4.1.3 <b>Análisis fisicoquímico y microbiológico</b> .....	45
4.2. DISCUSIÓN.....	46
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	49
5.1. CONCLUSIONES.....	49
5.2. RECOMENDACIONES .....	50
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51
V. ANEXOS .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama de flujo del proceso de extracción del mucílago de cadillo .....	36
<b>Figura 2.</b> Diagrama de flujo del proceso de elaboración de cerveza.....	38
<b>Figura 3.</b> Limpieza del tallo del cadillo.....	56
<b>Figura 4.</b> Machaque del tallo .....	56
<b>Figura 5.</b> Obtención de la corteza del cadillo .....	56
<b>Figura 6.</b> Maceración de la corteza con agua .....	56
<b>Figura 7-</b> Tamizado del mucilago del cadillo.....	57
<b>Figura 8.</b> Pasteurizado del mucilago .....	57
<b>Figura 9.</b> Almacenado del mucilago.....	57
<b>Figura 10.</b> Recepción de la materia prima.....	58
<b>Figura 11.</b> Molienda de la cebada malteada .....	58
<b>Figura 12.</b> Maceración de la malta .....	58
<b>Figura 13.</b> Cocción del mosto.....	58
<b>Figura 14.</b> Envasado del mosto cervecero.....	59
<b>Figura 15.</b> Inicio de fermentación .....	59
<b>Figura 16-</b> Trasvase de la cerveza .....	59
<b>Figura 17-</b> Maduración en frío .....	59
<b>Figura 18.</b> Pesado del azúcar para carbonatación.....	59
<b>Figura 19-</b> Embotellado de la cerveza .....	59
<b>Figura 20.</b> Medición de turbidez de los tratamientos .....	60
<b>Figura 21.</b> Medición de acidez de los tratamientos .....	60
<b>Figura 22.</b> Medición del pH de los tratamientos .....	60
<b>Figura 23.</b> Medición de la densidad final de la cerveza .....	60
<b>Figura 24.</b> Placas Petrifilm anaerobios, mohos y levaduras.....	61
<b>Figura 25.</b> Incubación de las placas Petrifilm .....	61
<b>Figura 26.</b> Conteo de colonias .....	61
<b>Figura 27.</b> Ficha de evaluación sensorial de la cerveza artesanal tipo American Pale Ale.....	63
<b>Figura 28.</b> Ordenamiento del aula de evaluación sensorial .....	64
<b>Figura 29.</b> Tratamientos en sus respectivos vasos.....	64
<b>Figura 30.</b> Panel de jueces no entrenado .....	64
<b>Figura 31.</b> Resultados de las pruebas de evaluación sensorial .....	64
<b>Figura 32.</b> Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos. ....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de variables .....	32
<b>Tabla 2.</b> Arreglo factorial A*B para definir el mejor tratamiento de clarificación de la cerveza artesanal tipo APA.....	34
<b>Tabla 3.</b> Análisis de varianza del parámetro turbidez de los tratamientos en la clarificación de la cerveza artesanal tipo APA.....	41
<b>Tabla 4.</b> Prueba de Tukey al parámetro turbidez con un nivel de significancia del 95% .....	41
<b>Tabla 5.</b> Análisis de varianza del atributo color de los tratamientos de la cerveza artesanal ..	42
<b>Tabla 6.</b> Prueba de Tukey del atributo color con un nivel de significancia del 95% .....	42
<b>Tabla 7.</b> Análisis de varianza del atributo olor de los tratamientos de la cerveza artesanal ....	43
<b>Tabla 8.</b> Prueba de Tukey del atributo olor con un nivel de significancia del 95% .....	43
<b>Tabla 9.</b> Análisis de varianza del atributo sabor de los tratamientos de la cerveza artesanal .	43
<b>Tabla 10.</b> Prueba de Tukey del atributo sabor con un nivel de significancia del 95% .....	44
<b>Tabla 11.</b> Análisis de varianza del atributo de aceptación general de los tratamientos de la cerveza artesanal.....	44
<b>Tabla 12.</b> Prueba de Tukey del atributo aceptación general con un nivel de significancia del 95% .....	45
<b>Tabla 13.</b> Resultado de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los mejores tratamientos de la cerveza artesanal en comparación con la norma INEN 2262. ....	45

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Certificado o Acta del Perfil de Investigación.....	53
<b>Anexo 2.</b> Certificado del abstract por parte de idiomas .....	54
<b>Anexo 3.</b> Proceso de obtención del mucilago de la planta cadillo .....	56
<b>Anexo 4.</b> Proceso de elaboración de la cerveza artesanal tipo American Pale Ale .....	58
<b>Anexo 5.</b> Análisis fisicoquímico y microbiológico.....	60
<b>Anexo 6.</b> Análisis sensorial.....	62
<b>Anexo 7.</b> Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos. ....	65

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la actividad floculante del cadillo (*Genus triumfetta*) en el proceso de clarificación de una cerveza artesanal tipo APA (American Pale Ale). Para ello, se empleó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo bifactorial A\*B, con tres niveles para el factor A (A<sub>1</sub>: 3%, A<sub>2</sub>: 4%, A<sub>3</sub>: 5%) y dos niveles para el factor B (B<sub>1</sub>: Maceración, B<sub>2</sub>: Cocción). La cerveza fue elaborada en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Se evaluó la variable turbidez utilizando el programa InfoStat y aplicando ANOVA se detectaron los tratamientos que diferían significativamente. Mediante la prueba de Tukey con un p-valor < 0.05 se evidenció estadísticamente que el tratamiento T6 (5% gel de cadillo + etapa de cocción) tuvo un menor grado de turbidez con un valor de 27.07 NTU. Con la caracterización sensorial del producto, aplicando una prueba hedónica a un panel de 50 jueces no entrenados en los atributos de color, olor, sabor y aceptación general, se identificó las mejores experimentaciones del agrado de las personas, T6 y T3. A estos dos tratamientos incluido el testigo se le realizó un análisis fisicoquímico (grado alcohólico, pH, acidez total) y microbiológico (anaerobios, mohos y levaduras) que estuvieron dentro del rango de resultados presentados en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos, a excepción de mohos y levaduras que presentaron resultados muy altos, debido a que la bebida alcohólica no pasó por un proceso de pasteurización.

**Palabras clave:** Cadillo, mucílago, cerveza artesanal, agua, malta, lúpulo, levadura.

## ABSTRACT

This research aimed to evaluate the flocculent activity of Cadillo (Genus *triumfetta*) in the process of clarification of a craft beer type APA (American Pale Ale). To do this, a completely randomized experimental design was used with a bifactorial arrangement A\*B, with three levels for factor A (A1: 3%, A2: 4%, A3: 5%) and two levels for factor B (B1: Maceration, B2: Cooking). The beer was made in the laboratories of Carchi State Polytechnic University. The turbidity variable was evaluated using the InfoStat program and treatments that differed significantly were detected using ANOVA. The Tukey test with a p-value < 0.05 showed statistically that the T6 treatment (5% cadillo gel + cooking stage) had a lower degree of turbidity with a value of 27.07 NTU. With the sensory characterization of the product, applying a hedonic test to a panel of 50 untrained judges in the attributes of color, smell, taste and general acceptance, the best experiments to the liking of the people, T6 and T3, were identified. A physicochemical (alcoholic degree, pH, total acidity) and microbiological analysis (anaerobes, molds and yeasts) were carried out on these two treatments, including the control, which were within the range of results presented in the Ecuadorian Technical Standard NTE INEN 2262. Alcoholic beverages. Beer. Requirements, except for molds and yeasts which presented very high results, because the alcoholic beverage did not go through a pasteurization process.

**Keywords:** Cadillo, mucilage, craft beer, water, malt, hops, yeast.

## INTRODUCCIÓN

La cerveza artesanal es una bebida alcohólica elaborada a partir de agua, cebada, lúpulo y levadura, cuatro ingredientes que deben interactuar por varios días y en muchas ocasiones meses hasta llegar a un equilibrio de sabores y aromas. En Ecuador, el consumo de este líquido ha alcanzado una gran demanda y se ve reflejado en el aumento de cervecerías y establecimientos que ofertan este producto.

La cerveza depende de varios parámetros que en la elaboración son claves para la obtención de un producto con altos estándares de calidad, donde la clarificación se encuentra dentro de las etapas a tener en cuenta, sin embargo, muchas personas pasan por alto este proceso, debido al costo de adquisición de los distintos clarificantes cerveceros que se encuentran a disposición en el mercado.

En busca de mejores alternativas para la clarificación de la cerveza artesanal, se ha propuesto evaluar el efecto del mucilago del cadillo como un floculante natural con la finalidad de ayudar a mejorar las características de la bebida alcohólica, reduciendo costos y ofreciendo al mercado una nueva opción de utilización de esta planta, que tiene una mala reputación al ser considerada una plaga que afecta los terrenos de agricultores y ganaderos.

Además, proporcionamos a la industria cervecera alternativas sustentables que permiten ser más amigable con el medio ambiente, aprovechando y estableciendo porcentajes óptimos de utilización de esta variedad de planta perteneciente al grupo de las malas hierbas que no se le han encontrado una utilidad significativa que destaque en el campo de alimentos.

## **I. PROBLEMA**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La industria cervecera artesanal a nivel mundial se encuentra en constante auge gracias a la demanda que tienen estas bebidas por los consumidores. Calvillo (2017) indica que en 2015, el mercado de la cerveza artesanal se valoró en \$ 84 mil millones y se estima que para 2025 el valor alcanzará los \$ 503 mil millones con una tasa de crecimiento anual del 19,9%. Esto genera que los clientes de hoy en día sean más exigentes en el ámbito de variedad y calidad de la cerveza, por lo que piden emprendimientos innovadores que satisfagan sus paladares.

La cerveza artesanal ha evidenciado un impresionante crecimiento en el mercado ecuatoriano de bebidas alcohólicas por su alto consumo, sin embargo, son muchos los obstáculos que atraviesan las pequeñas industrias cerveceras para la elaboración de esta magnífica bebida. Jaramillo (2016) indica que uno de los principales problemas que tienen los cerveceros son los altos costos de impuestos y aranceles, debido a que el país no produce su propia materia prima, lo que conlleva a importar estos productos e impide competir con el dominio de las grandes industrias cerveceras por su bajo costo que adquisición de sus bebidas.

La elaboración de cerveza se basa en métodos básicos que se identifican a menudo en el proceso de alimentos, que van desde la recolección de la materia prima, maceración, filtración, fermentación, envasado, almacenamiento, entre las principales, y la turbidez es un punto calificador que al final sirve como un control de calidad del producto. Para ello, se utilizan clarificantes, aglutinantes y productos químicos que permiten obtener una cerveza clara y brillante.

En los últimos años se ha comprobado que el proceso de filtración no elimina el turbio por completo, por lo que es necesario utilizar clarificantes como una alternativa viable por su efectividad. La mayoría de los cerveceros artesanales no aplican este paso por los altos precios de adquisición de esta materia prima en el mercado, corriendo el riesgo de tener pérdidas económicas por contaminación de la cerveza. Fernández (2018) menciona que los procesos de decantación o filtración no son lo suficientemente efectivos para alcanzar los parámetros exigidos de turbidez, por lo que es necesario recurrir a otras opciones.

El uso de floculantes naturales de plantas consideradas como malas hierbas que contienen en su estructura mucílago han ganado terreno en el campo de la clarificación de bebidas y además de darle un valor agregado a estas vegetaciones, los beneficios al cervecero son indiscutibles al no tener que utilizar clarificantes y maquinarias costosas.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo incide la aplicación del mucílago en el proceso de clarificación en la elaboración de una cerveza artesanal tipo APA?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La clarificación es un método tradicional que se ha usado para dar un mejor aspecto a nuestras bebidas alcohólicas, mediante la suspensión de partículas que pueden ser un problema en la calidad del producto si no se las controla adecuadamente. Una alternativa para realizar este procedimiento es la de adicionar sustancias naturales que proporcionen resultados semejantes sin tener que adquirir equipos u otros productos costosos que cumplen la misma función.

El cadillo es una planta mucilaginoso considerada como mala hierba y en muchos lugares como una plaga, pero el hombre con la experiencia que ha adquirido a través del tiempo la ha utilizado con fines medicinales y clarificantes. Oliva, Rimachi y Oliva (2017) mencionan que los mucílagos vegetales poseen una gran capacidad floculante que permiten clarificar de una manera eficiente las bebidas, además que son sustancias que se las puede obtener del tallo, hojas y frutos de la planta.

La cerveza es una bebida tradicional y muy típica en la actualidad que al ser consumida modernamente proporciona beneficios a nuestra salud. En la industria cervecera la clarificación es un proceso esencial en su elaboración, que al final sirve como un control de calidad de la bebida. Fernández (2018) indica que las distintas partículas en suspensión de la cerveza en la última etapa de fermentación hacen que se vuelva turbia y la clarificación permite reducir la turbidez, dándole un aspecto brillante y agradable.

Por lo tanto, el actual estudio brinda una alternativa al cervecero mediante el uso del mucílago como un floculante natural en la elaboración de cerveza artesanal, ya que es un producto que suele ser oscuro y turbio, según la cerveza a elaborar, y necesita de una clarificación previa para evitar problemas de sanidad o de aspecto final que puedan perjudicar al producto, logrando de esta manera sustituir los clarificantes costosos utilizados por las cervecerías.

## **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Objetivo General**

Evaluar la actividad floculante del cadillo en el proceso de clarificación de una cerveza artesanal tipo APA (American Pale Ale).

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Determinar el poder clarificante del mucílago del cadillo en la cerveza artesanal.
- Establecer el porcentaje óptimo del mucílago a utilizar en la clarificación de una cerveza tipo APA.
- Identificar mediante una prueba de caracterización sensorial, el tratamiento de mayor aceptación por los panelistas.

### **1.4.3. Preguntas de Investigación**

¿Cuáles son las diferencias comerciales entre la cerveza artesanal y la cerveza industrial?

¿Cuál es la producción de cerveza artesanal en el Ecuador?

¿Cómo se elabora una cerveza artesanal tipo APA?

¿Qué tipos de clarificantes son usados en la producción cervecera?

¿Qué procesos se realiza en la extracción del mucilago del cadillo?

¿Cómo incide el uso de floculantes naturales en la calidad de la cerveza?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Strong y England (2015) en su trabajo titulado “Guía de estilos de cerveza” realizaron una nueva revisión de los principales estilos de cerveza artesanal que se encuentran en los mercados locales alrededor del mundo, donde describen las principales características sensoriales y atributos que se asumen de forma predeterminada deben estar presentes o ausentes en una cerveza artesanal según su estilo. Esto con el objetivo de mantener una actualización de los nuevos estilos que se han elaborado, así como también la reaparición de otros que se han dividido en varias categorías o simplemente se las conoce con otro nombre. Además, se agregó orientaciones adicionales sobre el uso de las directrices para reducir el mal uso que se ha observado en ediciones pasadas.

Demera et al. (2015) afirman:

El objetivo de esta investigación fue evaluar el empleo de mucílagos naturales tales como el mucílago de corteza de cacao y mucílago de muyuyo (*Cordia Lutea*) durante el proceso de clarificación del jugo de caña de azúcar. Se empleó un Diseño Completamente al azar en arreglo bifactorial AXB con tres réplicas por cada tratamiento, tomando como unidad experimental 10L de jugo de caña de azúcar. Para ello, se manipularon los siguientes factores. A: tipos de mucílagos naturales (mucílago de corteza de cacao y mucílago de muyuyo) y B: concentración de mucílagos naturales expresado en mg/L (10000, 11000, 12000 y 13000). Se evaluaron las siguientes variables: residuo de cachaza generada (durante el proceso de clarificación), sólidos en suspensión y colorimetría (luminosidad, tono, croma, eje de coordenada a y b) al jugo de caña de azúcar clarificado. El ANOVA detectó altas significancias para tratamientos y mediante la prueba de Tukey (HSD) con un  $P < 0,05$  demostró estadísticamente que el tratamiento 4 (mucílago de corteza de cacao a una cantidad de 13000 mg/L) removió la mayor cantidad de sólidos en suspensión con un valor de 0,019 kg/L, mientras que para la variable residuo de cachaza y colorimetría quedó demostrado que los factores en estudio no incidieron sobre las mismas. De esta forma se concluye que la variable que presentó cambios significativos fue la de sólidos en suspensión dando como mejor tratamiento al T4 (mucílago de corteza de cacao a una cantidad de 13000 mg/L) (p.1).

Molina (2009) en su trabajo de graduación final titulado “Determinación y optimización de la eficiencia de filtración en el proceso de producción de bebidas alcohólicas en embotelladora Azuaya S.A., a través de la medición de la turbidez” menciona:

En la Embotelladora Azuaya S.A., un proceso de vital es el de filtración, ya que del mismo depende la buena calidad de las bebidas alcohólicas que se ofertan al consumidor. El objetivo principal de este trabajo fue mejorar la eficiencia de filtración de tres productos que se elaboran en la empresa. En primer lugar se realizó un diagnóstico de la situación actual (con tierras filtrantes utilizadas actualmente), tomando muestras y midiendo la turbidez, para determinar la eficiencia de filtración. En segundo lugar se utilizaron otras tierras filtrantes, nuevamente se tomaron muestras para medir la turbidez y determinar la eficiencia de filtración. Se obtuvo una notable mejora en todos los productos, a la vez que se redujeron costos (p.13).

Quezada y Gallardo (2014) indican:

La agroindustria panelera juega un papel importante en el desarrollo económico del Ecuador. Después de la cosecha de la caña, se llevan a cabo una serie de etapas en fábrica para obtener la panela y otros productos derivados. Dentro de estas etapas una de las más importantes para garantizar la calidad del producto final, en cuanto a textura, color y sabor entre otras propiedades está la clarificación. La clarificación de jugos de caña consiste en coagular los no azúcares por calentamiento a temperaturas muy cercanas a la de ebullición y mediante la adición de algún agente clarificador. Dentro de estos agentes y para sustituir productos químicos en Colombia y Ecuador se han empleado plantas mucilaginosas. En el estudio para las pruebas de clarificación en el jugo, se utilizaron los extractos de catorce especies vegetales con características mucilaginosas. La solución mucilaginosa se extrae al utilizar en la solución, 100 g de material/L de agua (100 g/L) y 100 g/1,5 L de agua (66,66 g/L), incorporadas en un 6 % en jugo y cuando el jugo alcanza 90 °C. Los resultados de los extractos se evaluaron mediante la determinación de la viscosidad y densidad de los mismos y en la clarificación de los jugos mediante la turbidez, donde se aprecia durante la experimentación en la clarificación del jugo valores de turbidez bajos y adecuados en la mayoría de las plantas, pero especialmente en seis de ellas, la Yausa, Cadillo, Yausabara, Falso Joaquín, Nieve y Malva rosada (párr.1).

Ortiz, Solano, Villada, Mosquera y Velasco (2011) afirman:

La clarificación en jugos de caña se realiza por la adición de mucílagos vegetales. El objetivo fue evaluar la clarificación de tres floculantes naturales (balso, cadillo y guácimo) en jugos de caña. Se caracterizó fisicoquímicamente y se evaluó la retención de sólidos insolubles versus un floculante sintético. Fue usado un modelo estadístico de bloques completamente al azar y la muestra de control fue el Profloc 985. Se obtuvo un

mucilago de mayor calidad al desfibrar en agua destilada, secar a 38°C por 11 horas y reducir a un tamaño de partícula de 212µm. La clarificación ideal fue a una concentración 0,03% p/v. el cadillo fue el floculante seco que presentó mayor eficiencia en la precipitación de sólidos solubles con un 93,6% seguido del balso con un 90% y el guácimo con un 89,7%, frente al 100% de la muestra de control. Los tres floculantes modificados están compuestos principalmente de carbohidratos (fructosa, glucosa y maltosa), saponinas y fenoles, además de hierro, calcio y fosfatos. Al comparar los contenidos de calcio y los fosfatos se encontró que los mayores valores correspondían a los floculantes modificados cadillo y balso, estos valores influyeron en su mejor desempeño en el proceso de clarificación de jugo de caña (p.32).

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Cerveza**

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2013) indica que la cerveza es una bebida de bajo contenido alcohólico, elaborada mediante un proceso de fermentación natural controlado, a través del cultivo puro de levadura de cerveza, en un extracto de agua con las características físicas, químicas y bacteriológicas adecuadas, malta sola o mezclada con adjuntos y añadida con lúpulo y sus derivados.

### **2.2.2. Cerveza artesanal**

Deloitte (2017) afirma que la industria mundial de la cerveza artesanal se basa en la Ley de Pureza alemana, que según la Asociación de Cerveceros requiere que la bebida se considere artesanal si está hecha solamente de agua, malta, lúpulo y levadura. Asimismo, su producción total debe ser menor a 7 millones de barriles por año, operada de forma independiente.

### **2.2.3. American Pale Ale (APA)**

González (2017) asevera:

En 1980 la cervecería Sierra Nevada Brewing Company, de Estados Unidos, crea la categoría APA, la cual viene a ser una adaptación americana de las pale ale inglesa pero en ella se han sustituidos los ingredientes originales, como el lúpulo, la malta y la levadura, por componentes que proceden de Norteamérica (p.13).

### **2.2.4. Turbidez**

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2013) menciona que la turbidez es la falta de transparencia de un líquido, debido a la presencia de partículas en suspensión. La turbidez se expresa en unidades de atenuación de formacina (NTU).

### **2.2.5. Lúpulo**

Román, Valls y Villarino (2007) afirman que el lúpulo (*Humulus lupulus L.*) se utiliza para dar sabor a la cerveza y el característico sabor amargo. Se encuentra en la familia de las Cannabaceae, planta herbácea con flores pequeñas. El lúpulo se ha utilizado desde el siglo IX para obtener "lupulin", utilizado en la elaboración de cerveza.

### **2.2.6. Proceso de elaboración de la cerveza (Brewing)**

Para la elaboración de la cerveza artesanal se deben realizar varios procesos que van desde la recepción de la materia prima hasta la obtención del producto final. González (2017) menciona:

#### **2.2.6.1. Malteado**

El malteado es un procedimiento que pocas cervecerías industriales realizan, y mucho menos las artesanales. Las grandes empresas generalmente compran la malta a otras que la manufacturan o crean una división especial que se encarga de producirla (...) El

proceso de malteado consta de tres etapas básicas: la germinación, el secado y el tostado (p.101).

#### *2.2.6.1.1 Germinación*

Es la primera etapa en la elaboración de toda malta. Consiste en inducir el brote del germen de los granos de cebada para permitir la activación las enzimas que convierten el almidón en azúcar fermentable, o enzimas amilolíticas (...) Para maltear la cebada se comienza por limpiar y lavar los granos. Posteriormente ésta es colocada en agua siguiendo una proporción de 1 parte de granos por 3 partes de agua, permitiendo sobrepasarlos en unos 5 cm. Luego de 48 horas se escurre, se lava, se vuelve a escurrir y finalmente se mantiene tapada en lugar oscuro a temperatura ambiente por unos 6 días. Si es necesario, se puede rociar un poco de agua para mantener las semillas húmedas. Cuando el brote alcanza el mismo tamaño que el grano, se habrá conseguido el estado ideal de la malta. El tiempo total varía dependiendo de las condiciones ambientales (pp.101, 102).

#### *2.2.6.1.2 Secado*

El objetivo de esta etapa es detener la germinación eliminando el agua que contienen las semillas hasta un nivel aproximado al 3 % empleando calor. Para no destruir las enzimas amilolíticas, la temperatura de secado no debe sobrepasar los 60 °C. Puede ser realizado al sol cuando las condiciones climáticas lo permitan, pero también puede ser efectuado al horno. El producto así obtenido es la llamada «malta verde» (p.102).

#### *2.2.6.1.3 Tostado*

Es el procedimiento usado con la finalidad de obtener las denominadas maltas especiales. Consiste en hornear la malta verde a temperaturas ascendentes y progresivas para producir maltas con diferentes grados de caramelización. Entre 60 y 80 °C se obtiene una gama de maltas que va desde las muy activas —hablando en términos enzimáticos— y pálidas, hasta las que carecen totalmente de actividad enzimática pero aportan mucho color y sabor por estar a fondo caramelizadas. Por encima de 80 °C prácticamente no existe actividad enzimática y sólo se obtienen maltas útiles para dar ciertas características sensoriales a la cerveza (p.102).

#### **2.2.6.2. Mezcla de maltas**

La utilización de solo malta verde para elaborar cerveza es factible pero casi siempre se la usa combinada con otras maltas tostadas en diferente grado para darle al producto sus típicas características de color y sabor. De esta manera, una mezcla bien lograda de maltas permite disponer de un alto poder enzimático pero también de una buena carga

de elementos de sabor y color que le den cuerpo y personalidad a la cerveza. La proporción de las diferentes maltas en la mezcla va a depender, obviamente, del perfil que se quiere impartir a la bebida (p.104).

### **2.2.6.3. Maceración o mashing**

La maceración consiste fundamentalmente en el proceso de someter una mezcla de agua y granos a una temperatura determinada y durante un tiempo específico con el objetivo de lograr que las enzimas de la malta (diastasas) actúen sobre los cereales y adjuntos no malteados transformando su almidón en azúcar fermentable (p.104).

#### **2.2.6.3.1. Maceración simple**

La mezcla es sometida a solo un rango de temperatura. Ésta debe ser mantenida entre 65 y 68 °C durante una hora. Finalmente se retira el grano agotado y se tiene el líquido azucarado llamado mosto. La mayoría de los cerveceros caseros y muchos artesanales, ante el hecho de carecer de tanques termorregulados, optan por emplear una heladera portátil playera o «cava» para mantener la temperatura del proceso. En ella agregan los granos y el agua a una temperatura de 75 °C, de esta manera se logra que la mezcla se estabilice alrededor de 67 °C (p.105).

#### **2.2.6.3.2. Maceración escalonada**

Otros fabricantes prefieren «hilar fino» y realizan la maceración en varias etapas, a través de las cuales someten la mezcla a rangos de temperaturas específicos para activar así de manera selectiva las diversas enzimas involucradas en el proceso. Aunque la gama de enzimas capaces de ser manipuladas para lograr una maceración óptima es bastante amplia, se comentarán a continuación las principales desde el punto de vista del fabricante artesanal.

##### **-- Proteasas**

Ejerce su mayor acción dentro del rango 45 a 57 °C. Se recomienda mantener esta temperatura por unos 15 o 30 minutos. De esta manera se rompen las grandes cadenas de proteínas que producen turbiedad y se libera nitrógeno asimilable por la levadura.

##### **-- Beta-amilasas (amilasas $\beta$ )**

Con un óptimo de temperatura entre 60 y 65 °C, degrada las cadenas de almidón secuencialmente desde sus extremos libres hasta los puntos de ramificación. En el proceso se liberan grandes cantidades de moléculas de azúcar fermentable (maltosa). El tiempo recomendado para la acción de las beta-amilasas es de aproximadamente 30 minutos.

-- Alfa-amilasas (amilasas  $\alpha$ )

Rompe al azar cadenas interiores de la molécula de almidón. No es altamente productora de azúcares fermentables pero sí contribuye con la beta-amilasa produciendo nuevos puntos para que ésta ejerza su acción. Posee una temperatura óptima de 67 a 75 °C, y requiere un tiempo de acción entre 45 y 60 minutos (pp.105, 106).

#### **2.2.6.4. Cocción**

Con este procedimiento se esteriliza el mosto, se acentúa el color y sobre todo se coagulan las proteínas, lo cual favorece la obtención de una cerveza más transparente. Además, es en este proceso cuando es agregado el lúpulo. Para realizar correctamente la cocción, el mosto debe ser mantenido en ebullición durante una hora. El lúpulo es agregado en una proporción aproximada de 6 gramos por cada 10 litros de mosto. Si solo se usa lúpulo para amargor, deberá agregarse al inicio de la cocción, pero si además se usa lúpulo aromático se recomienda proceder así: 3 g/l del amargo al inicio y 3 g/l del aromático cinco minutos antes de terminar la cocción. Esta es una regla de carácter general y puede ser reformulada en función de la variedad de lúpulo, estilo, etc. Finalizada la cocción, se tiene un líquido a 100 °C que debe ser llevado a una temperatura entre 25 y 30 °C para que las levaduras puedan actuar, de lo contrario morirán. El enfriamiento debe ser rápido para no dar tiempo al desarrollo de microorganismos contaminantes y permitir una mejor coagulación de las proteínas que pueden causar turbidez (p.108).

#### **2.2.6.5. Fermentación**

La fermentación requiere aproximadamente entre 7 y 10 días y debe ser realizada a una relativa baja temperatura que ronda los 20 °C, pero con permitir que se lleve a cabo en un ambiente fresco es suficiente. Por supuesto, este rango de temperaturas varía claramente en función de la levadura empleada, del estilo y del tipo de cerveza que se desea elaborar. Cuando ya no hay un evidente desprendimiento de gas puede considerarse que ha culminado el proceso. No obstante, para mayor seguridad, es recomendable medir la gravedad específica con un hidrómetro. Si la lectura ha descendido a un valor cercano a 1,015, indicará que la fermentación probablemente ha terminado (p.109).

##### **2.2.6.5.1. Inoculación o siembra**

Es el proceso de agregado de la levadura al mosto. Suele ser realizado de diferentes maneras, según las preferencias del cervecero y del tipo y estilo que se elabora. No

obstante, la principal incógnita que éste debe resolver en esta etapa de la fabricación es cuánta levadura debe agregar (p.109).

#### *2.2.6.5.2. Fermentación primaria y secundaria*

La fermentación primaria es el proceso que lleva a cabo la levadura los días subsiguientes a la inoculación. Durante este proceso la mayoría de los azúcares son transformados en alcohol y gas carbónico. Se caracteriza por una gran turbulencia y un profuso burbujeo. En general, se considera finalizada cuando la gravedad específica del mosto registra el mismo valor durante tres días consecutivos.

La fermentación secundaria, por otro lado, es la que transcurre luego de culminada la agitación de los primeros días. Con frecuencia, es realizada en un recipiente diferente - o fermentador secundario- una vez se ha extraído parte del poso de levaduras mediante decantación (racking).

Algunos técnicos, además, definen un tercer tipo de fermentación o «fermentación terciaria» como aquella que se lleva a cabo en la botella con la finalidad de producir el gas típico de la cerveza (pp.118, 119).

#### *2.2.6.5.3. La atenuación*

También conocida como «atenuación aparente», es un concepto creado por los cerveceros con el objetivo de medir el decrecimiento del azúcar durante la fermentación. Sustituye la medición directa del azúcar por una estimación más o menos precisa basada en el porcentaje de reducción de la densidad o de la gravedad específica del mosto. La atenuación es expresada como porcentaje y representa la disminución de densidad del mosto como resultado de la fermentación. Es un parámetro multifactorial que depende de variables como la calidad de la levadura, pH del macerado, composición del mosto y temperatura, entre otros (pp.120, 121).

#### *2.2.6.5.4. Alcohol producido*

El alcohol que contiene una cerveza puede ser determinado mediante el análisis químico utilizado en las grandes plantas industriales. Este análisis la mayoría de las veces consiste en una titulación a la llama donde varios reactivos están involucrados. El fabricante artesanal, en oposición a ello, rara vez dispone de los equipos y productos para realizar dicho ensayo, por lo que se vale de cálculos matemáticos para hacer una estimación a partir de la disminución de la densidad del mosto. Para realizar la estimación mencionada se utiliza la siguiente ecuación empírica (p.121).

$$Alcohol = \frac{1000 \times (DI - DF)}{7,4}$$

Donde

DI = Densidad inicial

MDF = Densidad final

7,4 = Constante

#### **2.2.6.6. Clarificación**

La turbidez no deseada es un problema común en muchas elaboraciones, el cual surge como consecuencia de prácticas inadecuadas de manufactura (...) Los clarificantes han sido agrupados, de manera empírica en clarificantes «de olla», «de fermentador» y «de botella», según la fase de elaboración en la cual son agregados. A continuación se describen algunos de los más importantes (pp.122, 123).

##### *2.2.6.6.1. Tipos de clarificantes*

###### *2.2.6.6.1.1. Irish Moss*

Conocido también como musgo irlandés, es un carraganato elaborado a partir de un alga que prolifera en la costa atlántica de Irlanda. Actúa aglutinando y precipitando las proteínas suspendidas. Es un clarificante «de olla», ya que es agregado durante la etapa de la cocción, generalmente en los últimos 15 minutos. Su dosis de uso está en el rango de los 0,10 a 0,15 gramos por litro de mosto. Como muchos clarificantes, actúa enlazándose a las cargas positivas de las moléculas proteicas produciendo su precipitación (p.123).

###### *2.2.6.6.1.2. Isinglass*

El Isinglass es un colágeno obtenido a partir de la vejiga natatoria de ciertos peces, por lo que también se le conoce como «colapez». Su mayor efectividad reside en la precipitación de las células de levadura. Está enmarcado dentro del grupo de los clarificantes «de fermentador», ya que debe ser agregado al final del proceso fermentativo, típicamente en el fermentador secundario (p.124).

###### *2.2.6.6.1.3. Polyclar*

Polyclar es la denominación comercial del polímero sintético polivinilpirrolidona o PVPP, clarificante usado en cervecería y en enología. Respecto a la cerveza, es especialmente efectivo contra el enturbiamiento por frío o chill haze (...) Pertenece al grupo de clarificantes denominados «de botella», ya que es común agregarlo a la cerveza terminada antes del embotellado, aunque no directamente en la botella. No debe ser

añadido a una cerveza ya carbonatada por cuanto actúa como elemento de «nucleación» que propicia el desprendimiento súbito e incontrolado de gas (p.124).

#### *2.2.6.6.2. Tiempo de sedimentación*

Luego del agregado de los agentes clarificantes, la cerveza es mantenida en reposo por unas 24 horas con el objetivo de permitir la completa precipitación de las impurezas. Una gran parte de los fabricantes artesanales prefiere sustituir la clarificación con agentes floculantes por una sedimentación espontánea a baja temperatura y por tiempo prolongado, en especial cuando el estilo y tipo de cerveza lo permiten. No obstante, este procedimiento puede resultar bastante lento y por tanto, poco eficaz (p.125).

#### *2.2.6.7. Carbonatación*

Al finalizar la fermentación la cerveza ya ha perdido casi completamente el gas generado, por lo que debe ser restituido para que el producto ofrezca su espuma característica. Existen dos métodos clásicos de carbonatación que los cerveceros artesanales suelen emplear para dar a sus productos el típico contenido de gas carbónico. El primero consiste en inducir una breve fermentación en la botella mediante el agregado de azúcar. El segundo, más complejo y técnico, se basa en la disolución de CO<sub>2</sub> directamente en el seno de la cerveza utilizando cilindros presurizados (p.126).

##### *2.2.6.7.1. Por adición de azúcar (Priming)*

Es el más popular de los métodos en el ámbito artesanal, también conocido como «cebado» o «carbonatación natural». El azúcar puede ser añadido de una vez a todo el lote (batch) para luego ser inmediatamente embotellado o puede ser agregado de manera directa a cada botella durante el llenado. Cualquiera sea el método elegido, debe llevarse a efecto en frío ya que la retención de CO<sub>2</sub> es mayor a bajas temperaturas (p.126).

##### *2.2.6.7.2. Por disolución de CO<sub>2</sub> (Kegging)*

Recibe también el nombre de carbonatación forzada. Consiste en disolver el gas carbónico, proveniente de un cilindro dispensador a alta presión, en el seno de la cerveza. El equipo de carbonatación del fabricante artesanal consiste fundamentalmente de un tanque receptor contentivo de la cerveza que ha de carbonatarse, un cilindro que provee el gas carbónico y un regulador de presión (p.132).

#### *2.2.6.8. Maduración*

La maduración o lagering es el proceso mediante el cual se somete a una cerveza recién elaborada (llamada también cerveza verde) a un período de reposo con la finalidad de equilibrar su sabor y afinar sus atributos. Con ello se eliminan ciertos compuestos como

el diacetilo, sulfuro de hidrógeno y algunos aldehídos que suelen causar su típica aspereza. Puede ser realizada a temperatura ambiente -conocida también como maduración en «caliente» -con una duración de unos pocos días, o en frío (0-4 °C) con una duración de 3 o 4 semanas y en algunos casos hasta meses (p.134).

#### **2.2.6.9. Embotellado**

Al pensar en el envasado de la cerveza debe considerarse que, por ser una bebida gaseosa, resulta imperativo colocarla en el recipiente correcto para ese tipo de producto. Éste debe tener una conformación tal que resista altas presiones así como guardar una hermeticidad perfecta, la cual impida fugas del gas. En el mundo de la cerveza artesanal, sin duda, el principal y casi universal recipiente utilizado es la botella de vidrio con tapa tipo corona. Aunque algunos artesanos se aventuran a envasar su producto en barriles de acero presurizados, es la botella la que se ha consolidado como el contenedor número uno en el craftbrewing (p.136).

#### **2.2.7. Coagulación**

Carrera y Infante (2015) afirman que es un proceso de desestabilización química de partículas disueltas que se produce al agregar coagulantes químicos y aplicar energía de mezcla para neutralizar la fuerza que las separa.

#### **2.2.7. Floculación**

Carrera y Infante (2015) mencionan que la floculación es el proceso posterior a la coagulación, que consiste en agitar el material coagulado para que crezca y coagule los flóculos recién formados para aumentar el tamaño y el peso necesarios para un asentamiento fácil. La mezcla lenta es buena para la floculación, ya que permite que los flóculos se agreguen poco a poco; una mezcla demasiado fuerte los destruirá y rara vez se volverán a formar al tamaño y la fuerza óptimos. La floculación no solo hace que las partículas de flóculos sean más grandes, sino que también aumenta su peso.

#### **2.2.8. Mucílago**

Villa, Osorio y Villacis (2020) afirman que los mucílagos son soluciones líquidas que tienen características viscosas y espesas que se producen mediante la dispersión de gomas en agua o de sustancias vegetales en presencia de agua. Los mucílagos se descomponen y presentan una disminución en su viscosidad y no se debe producir en cantidades mayores a las que son necesarias, salvo que se agregue un conservante.

### **2.2.9. Cadillo**

Nombre científico: *Genus triumfetta*

Washington State Noxious Weed Control Board (s.f.) indica que el cadillo se localiza en lugares áridos o rocosos como bordes de caminos, lugares desiertos y vías del tren. Crece en áreas agrícolas como pastizales y huertos. Proviene del sur de Europa y se extiende por el suelo formando esteras de talluelos.

#### **2.2.9.1. Descripción botánica**

Mejía y Rengifo (2000) afirman que es una hierba de aproximadamente 1 m de alto de tallo angulado con hojas compuestas de 3 a 5 folioladas, sutiles en la cima, achatados en la base de 5 cm de largo, 1,7 cm ancho. La cabezuela puede ser de hasta 1,5 cm de largo con flores amarillas y un fruto con cerdas puntiagudas.

#### **2.2.8.2. Usos**

Mejía y Rengifo (2000) mencionan que la planta entera hervida sirve de estimulante para el parto, para las infecciones urinarias y para adelgazar. La planta entera sin raíces en decocción o en forma de infusión ayuda como antiinflamatorio. Las hojas estrujadas colocadas en la piel son prácticas para los abscesos y conjuntivitis.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

##### 3.1.1. Enfoque

Sampieri, Fernández y Baptista (2014) afirman “El enfoque cualitativo busca principalmente la dispersión o expansión de los datos e información, mientras que el enfoque cuantitativo pretende acotar intencionalmente la información (medir con precisión las variables del estudio, tener foco)” (p.10).

La investigación tendrá un enfoque mixto, debido a que las variables de estudio arrojarán datos que se procesarán mediante un análisis estadístico. Los resultados obtenidos entre los tratamientos de experimentación podrán describir el comportamiento y evidenciar si existen diferencias significativas entre sí. Por medio de las evaluaciones sensoriales, la cerveza artesanal logrará establecerse en una ubicación en la escala hedónica.

##### 3.1.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación se basará en un estudio experimental, el cual, permitirá identificar los mejores tratamientos de clarificación en la elaboración de la cerveza artesanal tipo APA, mediante la aplicación de un floculante natural, además, es necesario una revisión bibliográfica con el fin de recolectar y analizar la información de diversas fuentes secundarias para apoyar y fundamentar la tesis de grado.

#### 3.2. HIPÓTESIS

**Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):** La actividad floculante del cadillo no incide significativamente en el proceso de clarificación de la cerveza artesanal tipo APA.

**Hipótesis Alternativa (H<sub>1</sub>):** La actividad floculante del cadillo incide significativamente en el proceso de clarificación de la cerveza artesanal tipo APA.

### 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 1.** Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Independiente Floculante natural (cadillo)	Extracción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gel</li> </ul>	Método de maceración	Artículo de investigación: Extracción, propiedades y beneficios de los mucilagos.
	Cantidad	Formulación de la cerveza	Prueba experimental	Hoja de registro  NTE INEM 2322: Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de alcohol. NTE INEN 2323: Bebidas alcohólicas. Cerveza.
Dependiente Cerveza tipo American Pale Ale	Características fisicoquímicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grado alcohólico</li> <li>• Acidez total</li> <li>• pH</li> <li>• Turbidez</li> </ul>	Método del densímetro Método por titulación Método potenciométrico de pH Método por nefelometría	Determinación de la acidez total. NTE INEN 2325: Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación del pH. NTE INEN-ISO 7023: Determinación de turbiedad.

---

			NTE INEN 1529-17: Microbiológico de los alimentos. Bacterias anaerobias mesófilas. Recuento en tubo por siembra. NTE INEN 1529-10: Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras. Recuento en placa por siembra en profundidad.
Características microbiológicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microorganismos anaerobios</li> <li>• Mohos y levaduras</li> </ul>	<p>Método de recuento, en tubo, por siembra en masa</p> <p>Método de recuento, en placa, por siembra en profundidad</p>	
Características sensoriales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olor</li> <li>• Color</li> <li>• Sabor</li> </ul>	<p>Escala hedónica</p>	<p>Hoja de evaluación sensorial</p>

---

### 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

#### 3.4.1. Análisis Estadístico

A la investigación se le aplicará un diseño experimental completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial A\*B (Factor A: Cantidad de floculante a utilizar en la cerveza; Factor B: Etapa de agregación del floculante en la elaboración de la cerveza), con tres niveles para el factor A (A<sub>1</sub>: 3%, A<sub>2</sub>: 4%, A<sub>3</sub>: 5%) y dos niveles para el factor B (B<sub>1</sub>: Maceración, B<sub>2</sub>: Cocción). Además, se realizará un análisis de varianza ANOVA y posteriormente una prueba de rangos de Tukey al 5% para determinar si existe discrepancias significativas entre los tratamientos de experimentación. Los datos obtenidos serán analizados mediante el programa InfoStat.

**Tabla 2.** Arreglo factorial A\*B para definir el mejor tratamiento de clarificación de la cerveza artesanal tipo APA

Nº	Símbolo	Combinación de tratamientos
1	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	3% de gel de cadillo + Etapa de maceración
2	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	3% de gel del cadillo + Etapa de cocción
3	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	4% de gel de cadillo + Etapa de maceración
4	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	4% de gel del cadillo + Etapa de cocción
5	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	5% de gel de cadillo + Etapa de maceración
6	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	5% de gel del cadillo + Etapa de cocción

**Nota:** A: Cantidad de floculante a utilizar en la cerveza (A<sub>1</sub>: 3%; A<sub>2</sub>: 4%; A<sub>3</sub>: 5%) B: Etapa de adición del floculante en la elaboración de la cerveza (B<sub>1</sub>: Maceración; B<sub>2</sub>: Cocción).

#### Diseño experimental

El diseño experimental será la obtención del gel del cadillo. Se consideró como muestras las cantidades de gel a utilizar en la clarificación de la cerveza de estilo APA.

El arreglo factorial realizado dependió de lo siguiente:

Numero de tratamientos: 6

Numero de repeticiones: 3

Número de unidades experimentales: 18

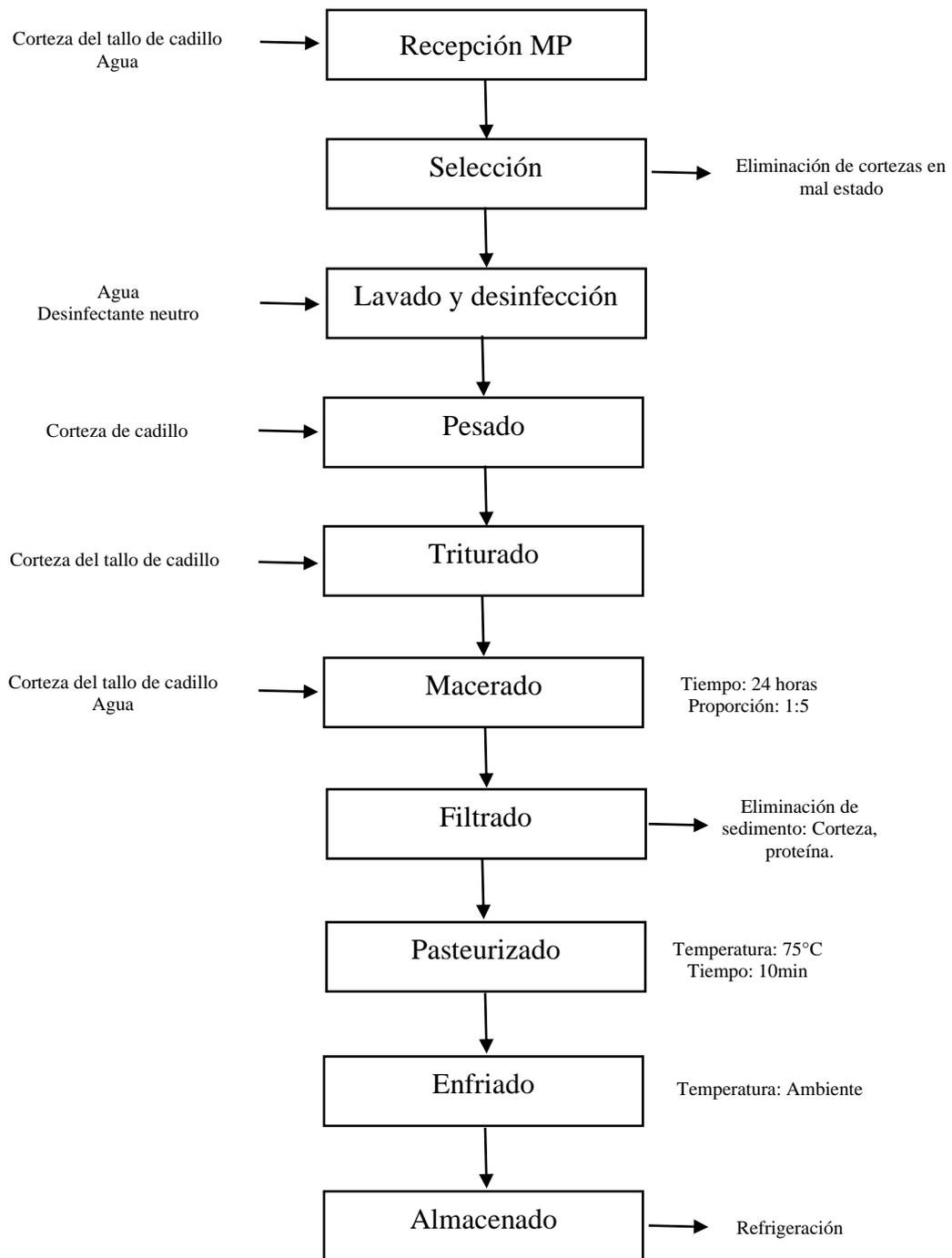
Unidad experimental: 5 litros de cerveza tipo APA

Para la comparación de los resultados de la experimentación se utilizará como testigo el clarificante Irish moss, que es el más utilizado por los cerveceros artesanales.

### **3.4.2. Proceso de Obtención del Floculante Natural**

#### ***3.4.2.1 Extracción del gel de cadillo***

La metodología a usar será una similar empleada por Caicedo y Saa (2011), denominado método de maceración. El proceso empieza con la elección y recepción de la materia prima (corteza del tallo del cadillo), seguido de la maceración, la cual, consiste en machacar la corteza y colocarla en un recipiente con agua en una relación 1:5, es decir, por cada kilogramo de corteza de cadillo se le agregará cinco veces la cantidad de agua, para posteriormente dejar en reposo por 24 horas. Pasado este tiempo se filtra el mucilago con el fin de separar las partículas de mayor tamaño y se pasteuriza por 10 minutos a 75 °C para asegurar de esta forma un gel aséptico. El diagrama de flujo se muestra en la Figura 1.

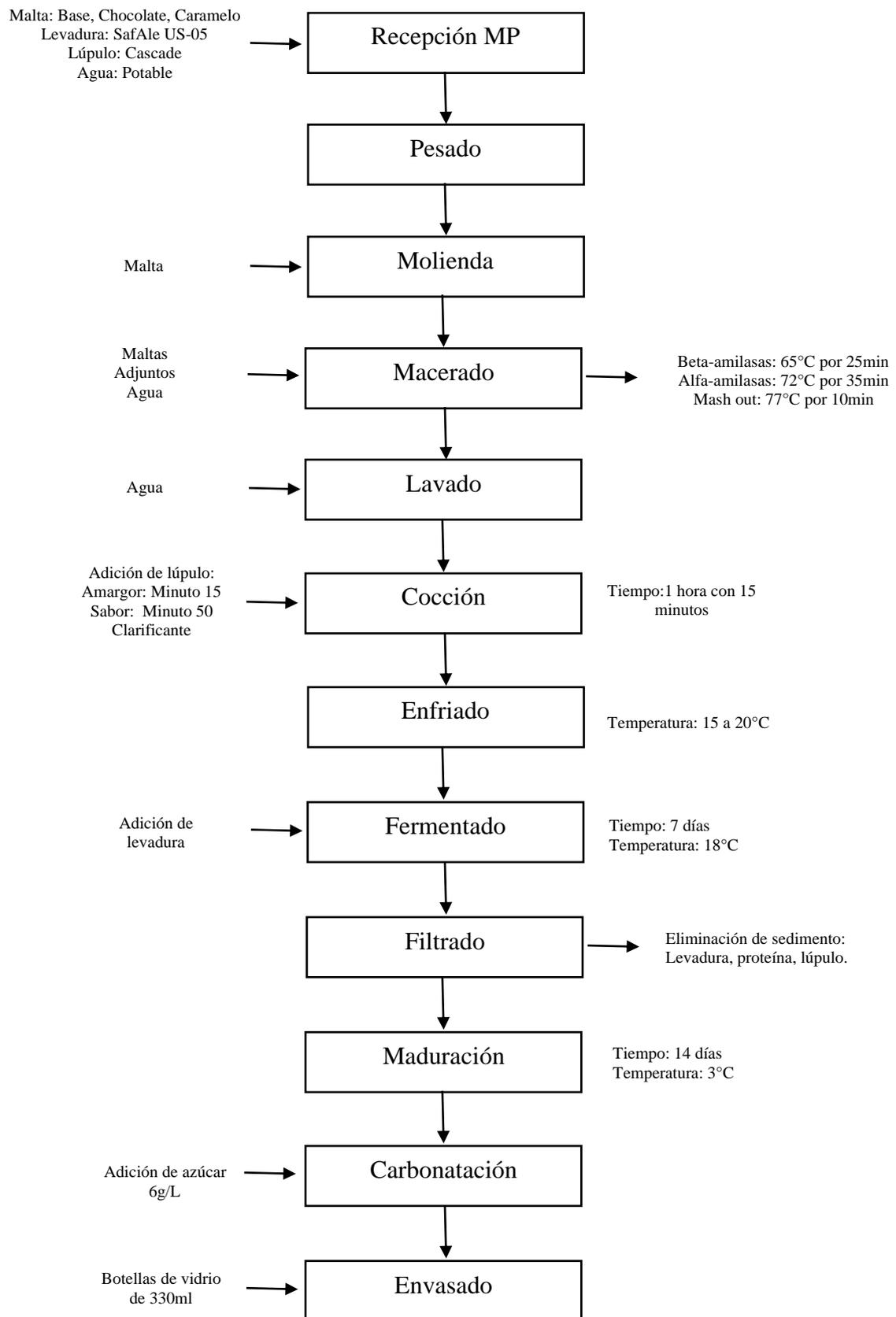


**Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso de extracción del mucílago de cadillo

### **3.4.3. Proceso de Elaboración de la Cerveza estilo APA**

Para la elaboración de cerveza se tomará como guía una metodología similar descrita por González (2017), donde, la formulación de las cantidades de los ingredientes a utilizar será propia. El diagrama de flujo del proceso se presenta en la Figura 2.

Como primer paso tenemos la recepción de la materia prima (malta, lúpulo, levadura, agua), posteriormente la malta pasará por una molienda con el fin de reducir el tamaño de las partículas y aprovechar de mejor manera los azúcares de estos granos en etapa de maceración. El tipo de maceración a utilizar será la escalonada, que consiste en aplicar al mosto varias temperaturas a un determinado tiempo (50 °C por 20 min, 65 °C por 25 min, 72 °C por 35 min, 76 °C por 10 min). Culminado este procedimiento se realiza un lavado al mosto y se desecha para obtener solo el líquido, el cual se someterá a una cocción por 1 hora. En este paso se agrega el lúpulo en diferentes tiempos, esta hierva le dará sabor y amargor a nuestra cerveza. Faltando 10min de la cocción se adicionan los tratamientos de experimentación para clarificar la bebida. Acabada la cocción, se enfría rápidamente el mosto a 28 °C, se traspasa al fermentador, se coloca la levadura y se tapa. En este punto se toma la densidad del líquido para conocer al final los grados alcohólicos obtenidos. Continuando con la elaboración, el mosto pasa al proceso de fermentación por aproximadamente dos semanas a temperatura ambiente, lo que permitirá que nuestra cerveza madure y mediante una filtración se elimine la biomasa producida en la fermentación. En este paso se toma nuevamente la densidad y mediante la aplicación de una formula se conocerá la cantidad de grados alcohólicos de nuestro producto final. Para envasar la bebida, se agrega al líquido 6 g de azúcar por cada litro obtenido, con el propósito de que exista una gasificación natural en la botella. Una vez envasado la cerveza se deja por una semana más al ambiente, se la enfría y se consume. El diagrama de flujo se presenta a continuación.



**Figura 2.** Diagrama de flujo del proceso de elaboración de cerveza

### **3.4.4. Características Fisicoquímicas de la Cerveza APA**

#### **3.4.4.1 Grado alcohólico**

La determinación del grado alcohólico será de acuerdo con la NTE INEM 2322: Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de alcohol por el método del densímetro, el cual se basa en comparar la densidad del líquido antes (inicial) y después (final) de la fermentación. En una probeta se colocarán 250 ml del mosto frío y por medio del densímetro se tomará el primer dato. Acabada la fermentación en una probeta se pondrán nuevamente 250 ml de cerveza y con el densímetro se tomará el segundo dato. Mediante la aplicación de la fórmula se conoció la cantidad de alcohol en la cerveza.

$$\text{Alcohol} = \frac{1000x(\text{Densidad inicial} - \text{Densidad final})}{7,4}$$

La experimentación se realizó por triplicado para obtener un valor promedio.

#### **3.4.4.2 Acidez total**

La acidez total se determinará mediante la NTE INEN 2323: Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de la acidez total por el método por titulación con fenolftaleína. La cerveza se desgasificará y en un Erlenmeyer de 500 ml se colocarán 250 ml de agua destilada y se lleva a ebullición por 2 minutos. Posteriormente se agregan 25 ml de cerveza desgasificada y se continúa calentando por otro minuto más. Se enfría la muestra y se procede a la titulación con hidróxido de sodio 0,1 N y fenolftaleína como indicador. La muestra a analizar se tornará de una coloración rosada. Mediante la aplicación de la fórmula se conocerá la acidez total expresada como ácido láctico.

$$\text{Acidez total} = \frac{\text{ml NaOH} \times 0,9}{\text{ml de la muestra} \times \text{gravedad específica de la muestra}}$$

La experimentación se realizó por triplicado para obtener un valor promedio.

#### **3.4.4.3 pH**

La determinación del pH será de acuerdo con la NTE INEN 2325: Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación del pH por potenciómetro. Para ello, se desgasificará la cerveza, se calibrará con las soluciones buffer el potenciómetro y se procederá a medir la muestra previamente atemperada a 20 °C a 25 °C. La experimentación se realizó por triplicado para obtener un valor promedio.

#### **3.4.4.4 Turbidez**

La turbidez se determinará mediante la NTE INEN-ISO 7023: Determinación de turbiedad por el método nefelométrico. Se calibrará el turbidímetro con celdas patrones y se tomarán 10 ml de cerveza desgasificada para realizar una dilución, la cual se coloca en el

turbidímetro y se registra los datos. La experimentación se realizó por triplicado para obtener un valor promedio.

### **3.4.5. Características Microbiológicas de la Cerveza APA**

#### ***3.4.5.1 Microorganismos anaerobios***

La determinación de microorganismos anaerobios será de acuerdo con la NTE INEN 1529-17: Microbiológico de los alimentos. Bacterias anaerobias mesófilas. Recuento en tubo por siembra. La cerveza se desgasificará y se colocará en un tubo de ensayo que contendrá el agar triptonado fundido y temperado a 47 °C, se colocará el tubo en agua fría y luego en una jarra anaeróbica y se incubará entre 30 °C y 35 °C por alrededor de 24 a 72 horas. Pasado este tiempo se hará el recuento de las colonias. La experimentación se realizó por triplicado para obtener un valor promedio.

#### ***3.4.5.2 Mohos y levaduras***

La determinación de mohos y levadura será de acuerdo con la NTE INEN 1529-10: Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras. Recuento en placa por siembra en profundidad. La cerveza se desgasificará y se realizará varias disoluciones con agua peptona. En cajas Petri se adicionará 1ml de las diferentes disoluciones y 15ml de los medios de cultivo preparados, se agitarán y se incubarán durante 5 días a una temperatura de 25 °C. Pasado este tiempo se hará el recuento de las colonias. La experimentación se realizó por triplicado para obtener un valor promedio.

### **3.4.6. Características Sensoriales de la Cerveza APA**

La caracterización sensorial de la cerveza de estilo APA se realizará mediante una prueba hedónica que nos permitirá conocer el tratamiento de mayor aceptación. Para ello, se contará con 50 panelistas no entrenados que evaluarán los atributos de olor, color y sabor de la cerveza en un nivel de cinco puntos, en donde 1 significa “Me disgusta mucho” y 5 significa “Me gusta mucho”

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

#### 4.1.1 Evaluación del parámetro turbidez en el proceso de clarificación

Los valores arrojados por el programa estadístico InfoStat del parámetro turbidez se presentan a continuación:

**Tabla 3.** Análisis de varianza del parámetro turbidez de los tratamientos en la clarificación de la cerveza artesanal tipo APA

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	85190.84	6	14198.47	48879.99	<0.0001
Tratamiento	85190.84	6	14198.47	48879.99	<0.0001
Error	4.07	14	0.29		
Total	85194.90	20			

El análisis de varianza del parámetro turbidez con un nivel de significancia de 0.05, obtuvo un p-valor menor al nivel de significancia nominal de la prueba. Esto rechaza la hipótesis nula, debido a que existen diferencias estadísticamente significativas en las medias de los tratamientos.

La aplicación de la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.05 permite identificar que todos los tratamientos experimentales varían estadísticamente como se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Prueba de Tukey al parámetro turbidez con un nivel de significancia del 95%

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>Agrupación</b>
T0	25.30	3	A
T6	27.07	3	B
T4	32.23	3	C
T2	39.17	3	D
T3	154	3	E
T1	158.73	3	F
T5	165	3	G

#### 4.1.2 Evaluación sensorial

En la Tabla 5 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de los atributos de olor, color, sabor y aceptación general hacia los tratamientos de la cerveza artesanal, aplicando una prueba hedónica a un panel de 50 jueces no entrenados.

##### 4.1.2.1 Color

**Tabla 5.** Análisis de varianza del atributo color de los tratamientos de la cerveza artesanal

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	28.54	6	4.76	5.81	<0.0001
Tratamiento	28.54	6	4.76	5.81	<0.0001
Error	280.86	343	0.82		
Total	309.40	349			

El cálculo de la varianza del atributo color con un nivel de significancia de 0.05, obtuvo un p-valor menor al de la prueba. Esto rechaza la hipótesis nula, debido a que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

La prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.05 permite identificar que el tratamiento T6 tuvo una diferencia altamente significativa con respecto a las otras experimentaciones como se evidencia en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Prueba de Tukey del atributo color con un nivel de significancia del 95%

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>Agrupación</b>
T6	4.16	50	A
T0	3.64	50	A B
T3	3.48	50	B
T4	3.38	50	B
T2	3.38	50	B
T1	3.30	50	B
T5	3.28	50	B

#### 4.1.2.2 Olor

**Tabla 7.** Análisis de varianza del atributo olor de los tratamientos de la cerveza artesanal

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	29.35	6	4.89	5.66	<0.0001
Tratamiento	29.35	6	4.89	5.66	<0.0001
Error	296.24	343	0.86		
Total	325.59	349			

El análisis de varianza del atributo olor obtuvo un p-valor menor al nivel de significancia nominal de la prueba (0.05). Esto rechaza la hipótesis nula, debido a que existen discrepancias estadísticamente significativas en las medias de los tratamientos.

La aplicación de la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.05 permite identificar que los tratamientos T3 y T0 no presentan diferencias significativas entre sus medias como se evidencia en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Prueba de Tukey del atributo olor con un nivel de significancia del 95%

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>Agrupación</b>
T6	3.98	50	A
T3	3.56	50	A B
T0	3.50	50	A B
T2	3.30	50	B
T4	3.16	50	B
T1	3.16	50	B
T5	3.10	50	B

#### 4.1.2.3 Sabor

**Tabla 9.** Análisis de varianza del atributo sabor de los tratamientos de la cerveza artesanal

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	21.70	6	3.62	4.91	0.0001
Tratamiento	21.70	6	3.62	4.91	0.0001
Error	252.42	343	0.74		
Total	274.12	349			

Mediante el cálculo de la varianza del atributo sabor con un nivel de significancia de 0.05 se obtuvo un p-valor menor al de la prueba. Esto rechaza la hipótesis nula, debido a que existen discrepancias estadísticamente significativas entre los tratamientos de experimentación.

La prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.05 permite identificar que el T6 tuvo una diferencia altamente significativa que las otras experimentaciones como se muestra en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Prueba de Tukey del atributo sabor con un nivel de significancia del 95%

Tratamiento	Medias	n	Agrupación	
T6	4.10	50	A	
T3	3.66	50	A	B
T0	3.62	50	A	B
T2	3.48	50	B	
T4	3.40	50	B	
T5	3.34	50	B	
T1	3.34	50	B	

#### 4.1.2.4 Aceptación general

**Tabla 11.** Análisis de varianza del atributo de aceptación general de los tratamientos de la cerveza artesanal

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	26.30	6	4.38	4.93	0.0001
Tratamiento	26.30	6	4.38	4.93	0.0001
Error	304.80	343	0.89		
Total	331.10	349			

El análisis de varianza del atributo olor obtuvo un p-valor menor al nivel de significancia nominal de la prueba (0.05). Esto rechaza la hipótesis nula, debido a que existen discrepancias estadísticamente significativas en las medias de los tratamientos.

Con la aplicación de la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.05 se pudo identificar que las experimentaciones T3 y T0 no presentaron diferencias significativas entre sus medias como se evidencia en la Tabla 12.

**Tabla 12.** Prueba de Tukey del atributo aceptación general con un nivel de significancia del 95%

Tratamiento	Medias	n	Agrupación	
T6	4.18	50	A	
T3	3.68	50	A	B
T0	3.64	50	A	B
T2	3.46	50	B	
T4	3.44	50	B	
T1	3.38	50	B	
T5	3.30	50	B	

#### 4.1.3 Análisis fisicoquímico y microbiológico

En la Tabla 13 se muestran los resultados fisicoquímicos y microbiológicos de los dos mejores tratamientos incluido el testigo, obtenidos del análisis estadístico de la evaluación sensorial. Para ello, se obtuvo un promedio de los valores arrojados de tres repeticiones. Estos datos se compararán con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos.

**Tabla 13.** Resultado de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los mejores tratamientos de la cerveza artesanal en comparación con la norma INEN 2262.

Tratamientos	Fisicoquímico			Microbiológico	
	°Alcohol (%)	pH	Acidez total (%)	Anaerobios ufc/cm <sup>3</sup>	Mohos y levaduras ufc/cm <sup>3</sup>
T6	5,4	4,32	0,16	6	30
T3	5,3	4,21	0,20	9	46
T0	5,4	4,40	0,18	5	25
<b>INEN 2262</b>	<b>1,0 - 10,0</b>	<b>3,5 - 4,8</b>	<b>0,3</b>	<b>10</b>	<b>10</b>

**Nota:** Los datos de la Norma INEN 2262 de color azul representan valores mínimos y los de color rojo valores máximos

## 4.2. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos por los distintos análisis estadísticos, sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos, permiten aceptar la hipótesis alternativa, la cual indica que la actividad floculante del cadillo es significativo en el proceso de clarificación de la cerveza artesanal tipo APA.

### **Análisis sensorial**

**Olor:** El tratamiento T6 (5% gel de cadillo + etapa de cocción) obtuvo la mayor media en este atributo con un valor de 3,98. Esto se debe a que fue la experimentación que más se acercó a las características aromáticas del estilo. Strong y England (2015) indican que el aroma de la Ale Americana Pálida debe tener un moderado olor a lúpulo con pequeñas notas cítricas, frutales y con una baja maltosidad. Palmer (2006) menciona que el lúpulo Cascade es la insignia del estilo American Pale Ale, debido al aroma característico a cítrico que es muy distinto a las variedades de lúpulos europeos.

**Color:** La formulación del T6 (5% gel de cadillo + etapa de cocción) alcanzó un mayor grado de aceptación por los panelistas con una media de 4,16. Estos datos tienen relación con lo descrito por González (2017) quien menciona que el estilo American Pale Ale se caracteriza por tener un color ámbar ligero que da como resultado un líquido claro y transparente, aunque existen versiones que pueden ser levemente turbias según su proceso de elaboración. Por otro lado, Daniels (2016) indica que la malta utilizada para el estilo American Pale Ale pasa por un proceso de horneado de corto tiempo, lo que permite tener una cerveza clara, brillante y poco turbia si existe una buena clarificación.

**Sabor:** De la misma forma el tratamiento T6 (5% gel de cadillo + etapa de cocción) evidenció la mayor media de aceptación por los panelistas en este atributo con un valor de 4,10. Strong y England (2015) señalan que el sabor de la cerveza Ale Americana Pálida debe tener un balance entre el lúpulo y la malta, de cuerpo ligero a medio, con una carbonatación moderada y sin astringencia al final. Palmer (2006) menciona que en este estilo también se pueden encontrar pequeñas notas a caramelo dulce debido a las maltas acarameladas y de chocolate que suelen utilizarse.

El tratamiento de mayor agrado para los panelistas fue el T6 (5% gel de cadillo + etapa de cocción), obteniendo la mayor media en los atributos de color (4.16), olor (3.98), sabor (4.10) y aceptación general (4.18). Estos resultados se deben principalmente a que la bebida alcohólica tuvo una buena clarificación con el mucilago de la planta cadillo, sin afectar el olor, ni el sabor característico de la cerveza artesanal.

## **Características fisicoquímicas**

**Grados alcohólicos:** La obtención de los grados alcohólicos de la cerveza se obtuvieron mediante la medición de la densidad inicial y final del mosto antes y después de la fermentación. Los tratamientos presentaron valores de 5,3 a 5,4°GL, los que se encuentra en el rango de 4,5 a 6,2°GL, establecido por González (2017) para los estilos de cervezas American Pale Ale. Strong y England (2015) también concuerdan que el estilo American Pale Ale debe de estar en un rango de 4,5 a 6,5°GL, pero el cervecero puede variar estos valores de acuerdo a su conveniencia.

**Acidez total:** La acidez total se determinó como ácido láctico. La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos, indica que el valor máximo de acidez total debe ser de 0,3%. Chávez (2019) obtuvo en su proyecto de investigación una cerveza con una acidez entre 0,1 a 0,2%. Los datos de los tratamientos de experimentación no sobrepasaron estos resultados, ya que se mantuvieron en los porcentajes de 0,16 a 0,20, ubicándolos en el rango establecido por la normativa.

**pH:** La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos, menciona que el pH de la cerveza artesanal debe encontrarse entre 3,5 a 4,8. Rodríguez (2003) en su experimentación comprobó que el pH de su cerveza no excedió los 4,5. Al observar los datos obtenidos de los análisis experimentales de la tesis, se evidenció que los tratamientos presentaron resultados entre 4,21 a 4,40, los mismos, que se encuentran en el rango de la normativa.

**Turbidez:** En la experimentación el mejor tratamiento en el proceso de clarificación de la cerveza artesanal fue el T6 (5% gel de cadillo + etapa de cocción) con 27.07 NTU, seguido del T4 (4% gel de cadillo + etapa de cocción) con 32.27 NTU y el T2 (3% gel de cadillo + etapa de cocción) con 39.17 NTU. Los valores arrojados tienen relación con lo que sustenta Quezada y Gallardo (2014) quienes indican en su investigación que existe una mejor clarificación si se utilizan concentraciones altas de extractos de mucilagos de plantas consideradas como malas hierbas, donde el cadillo se destaca en este grupo con un valor de 90 NTU. Por otro lado, Angamarca y Morales (2011) mencionan en su proyecto que el cadillo obtuvo 84 NTU en la clarificación de un jugo de caña, realizando un macerado en una proporción 1:6.

### **Características microbiológicas**

**Microorganismos anaerobios:** La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262, indica que el valor máximo de microorganismos anaerobios en la cerveza es de 10 ufc/cm<sup>3</sup>. Chávez (2019) en su trabajo encontró en su bebida alcohólica un total de 7 ufc/cm<sup>3</sup>. Los mejores tratamientos de la experimentación presentaron resultados entre 5 a 9 ufc/cm<sup>3</sup>, encontrándose en el rango establecido por la normativa correspondiente gracias a que la elaboración de este producto se realizó asépticamente de inicio a fin para disminuir al mínimo las probabilidades de contaminación microbiana.

**Mohos y levaduras:** Los resultados de mohos y levaduras de los mejores tratamientos de la cerveza se encontraron entre 25 a 46 ufc/cm<sup>3</sup>, lo que sobrepasa el máximo permitido por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262, que menciona que no debe excederse de los 10 ufc/cm<sup>3</sup>. Chávez (2019) en su experimentación evidenció un total de 27 ufc/cm<sup>3</sup>. Esto se debe a que la norma ecuatoriana solo tiene requisitos microbiológicos para cerveza pasteurizada y al ser un producto elaborado de una forma artesanal, quedan pequeños restos de malta, levadura y lúpulo en el líquido, además la carbonatación se realiza de forma natural en botella, lo que ocasiona que en el fondo quede una pequeña capa de sedimento.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos por el parámetro turbidez de los distintos tratamientos de experimentación en el proceso de clarificación de la cerveza, produjeron una mejor actividad floculante aplicando 5% de gel del cadillo en la etapa de cocción, dando un valor de 27.07 NTU. Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizado a los mejores tratamientos de la cerveza artesanal se encontraron en el rango permitido por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262, sin embargo, el valor de mohos y levaduras se excedió, debido a que el producto no pasa por un proceso de pasteurización, quedando así pequeñas partículas de los ingredientes y del azúcar al realizar una carbonatación natural en el líquido.

El análisis sensorial realizado mediante una prueba de escala hedónica a un panel de jueces no entrenado permitió identificar que los dos mejores tratamientos del agrado de las personas fueron el T6 (5% gel de cadillo + etapa de cocción) y el T3 (4% de gel de cadillo + etapa de maceración) con medias de 4.18 y 3.68 respectivamente.

Se determinó que el mucilago del cadillo posee un excelente poder floculante en el proceso de clarificación de la cerveza artesanal tipo American Pale Ale. El producto final no fue afectado por el uso del gel, ya que las propiedades características de la bebida alcohólica se mantuvieron intactas, en donde, se destacó el equilibrio entre la malta y el lúpulo que es algo propio de este estilo de cerveza.

## 5.2. RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos, se recomienda:

- Seguir con más estudios utilizando una mayor cantidad del mucilago de la planta cadillo en la clarificación de cerveza artesanal, para determinar si existe algún cambio en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas.
- En la etapa de fermentación se recomienda tener controlada la temperatura entre 18 °C y 22 °C, con el fin de evitar aromas y sabores a levadura en la cerveza. De igual manera, para que se produzca una mejor clarificación, la bebida alcohólica se debe mantener en frío, en un rango de 1 °C a 5 °C en la etapa de maduración.
- Se debe realizar el proceso de pasteurización al producto final para asegurar la inocuidad de la cerveza y de esta forma alargar la vida de consumo de la bebida alcohólica.
- Respecto a la gasificación de la cerveza artesanal es recomendable realizar una carbonatación forzada en barril con CO<sub>2</sub>, debido a que la carbonatación natural con azúcar deja una pequeña capa de sedimento en el fondo de la botella.

#### IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calvillo, E. (2017). Cerveza artesanal. Una experiencia multisensorial. Recuperado de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/consumer-business/2017/Cerveza-Artesanal-Mexico-2017.pdf>
- Carrera, G. y Infante, E. (2015). INFLUENCIA DEL PH, CONCENTRACIÓN DE COAGULANTE Y FLOCULANTE EN LA REMOCIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO Y TURBIDEZ EN EFLUENTE DE LAVADO DE PULPA DE LA PLANTA PAPELERA TRUPAL S.A. (Tesis de grado). Recuperado de [https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3254/CarreraGarcia\\_G%20-%20InfanteTorres\\_E.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3254/CarreraGarcia_G%20-%20InfanteTorres_E.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Deloitte. (2017). La Cerveza Artesanal. Una experiencia multisensorial. Recuperado de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/consumer-business/2017/Cerveza-Artesanal-Mexico-2017.pdf>
- Demera, F., Almeida, A., Moreira, J., Zambrano, L., Loor, K. y Cedeño, D. (2015, 24 de diciembre). CLARIFICACIÓN DEL JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Sacharum officinarum* L.) MEDIANTE EL EMPLEO DE MUCÍLAGOS NATURALES. *Alimentos hoy*. Recuperado de <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/344/294>
- Villa, D., Osorio, A. y Villacis, N. (2020). Extracción, propiedades y beneficios de los mucílagos. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7398459.pdf>
- Fernández, X. (2018). *Diseño de una planta de fabricación de cerveza artesanal* (Tesis de grado). Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/120435/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, M. (2017). *Principios de Elaboración de las Cervezas artesanales*. North Carolina, USA: Lulu Enterprises.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. INEN. (2013). Bebidas alcoholicas. Cerveza. Requisitos. [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_2262-1.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2262-1.pdf)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. INEN. (2013). Calidad de agua - Determinación de turbiedad. (IDT). Recuperado de [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_iso\\_7027extracto.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_7027extracto.pdf)

- Jaramillo, P. (2016, 14 de noviembre). Cervezas artesanales, un mercado que emerge bien. *Gestion Digital*. Recuperado de <https://www.revistagestion.ec/empresas/cervezas-artesanales-un-mercado-que-emerge-bien>
- Mejía, K. y Rengifo, E. (2000). Plantas medicinales de uso popular en la Amazonía Peruana. Recuperado de <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/L017.pdf>
- Molina, M. (2009). *Determinación y optimización de la eficiencia de filtración en el proceso de producción de bebidas alcohólicas en embotelladora Azuaya S.A., a través de la medición de la turbidez*. (Tesis de pregrado). Recuperado <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6965>
- Oliva, M., Rimachi, S. y Oliva, J. (2017, 8 de mayo). Especies vegetales mucilaginosas aplicadas como fuentes clarificantes en la obtención de panela granulada. Recuperado de <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/download/367/419y> ninguna fuente en el documento actual.
- Ortiz, C., Solano, D., Villada, H., Mosquera, S. y Velasco, R. (2011, 27 de febrero). Extracción y secado de floculantes naturales usados en la clarificación de jugos de caña. *Scielo*. Recuperado de <https://worldwidescience.org/www/desktop/es/results.htm>
- Román, J., Valls, V. y Villarino, A. (2007). El lúpulo contenido en la cerveza, su efecto antioxidante en un grupo controlado de población. Recuperado de [http://www.cervezaysalud.es/wp-content/uploads/2015/05/Estudio\\_16.pdf](http://www.cervezaysalud.es/wp-content/uploads/2015/05/Estudio_16.pdf)
- Quezada, W. y Gallardo, I. (2014, agosto). Obtención de extractos de plantas mucilaginosas para la clarificación de jugos de caña. *Scielo*. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-61852014000200001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852014000200001)
- Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGRAW-HILL
- Strong, G. y England, K. (2015). Guía de estilos de cerveza. Recuperado de [https://www.copacervezasdeamerica.com/files/2015\\_Guidelines\\_Beer\\_ESNEIPACatharinaSour.pdf](https://www.copacervezasdeamerica.com/files/2015_Guidelines_Beer_ESNEIPACatharinaSour.pdf)
- Washington State Noxious Weed Control Board. (s.f.). Control de Abrojo o Cadillo. Una Maleza Nociva en Washington. Recuperado de [https://www.nwcb.wa.gov/pdfs/puncturevine\\_spanish.pdf](https://www.nwcb.wa.gov/pdfs/puncturevine_spanish.pdf)



Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

<b>ABSTRACT- EVALUATION SHEET</b>				
<b>NAME:</b> Edward Fabricio Guaranda Chancay				
<b>DATE:</b> 15 de noviembre de 2021				
<b>TOPIC:</b> "Evaluación del poder floculante de la planta cadillo (Genus triumfetta) en la clarificación de una cerveza artesanal tipo APA (American Pale Ale)"				
<b>MARKS AWARDED</b> <span style="float: right;"><b>QUANTITATIVE AND QUALITATIVE</b></span>				
<b>VOCABULARY AND WORD USE</b>	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>WRITING COHESION</b>	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs. <input checked="" type="checkbox"/>	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>	Some progression of ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>	Inadequate Ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>ARGUMENT</b>	The message has been communicated very well and identify the type of text <input checked="" type="checkbox"/>	The message has been communicated appropriately and identify the type of text <input type="checkbox"/>	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing <input type="checkbox"/>	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>CREATIVITY</b>	Outstanding flow of ideas and events <input type="checkbox"/>	Good flow of ideas and events <input checked="" type="checkbox"/>	Average flow of ideas and events <input type="checkbox"/>	Poor flow of ideas and events <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>SCIENTIFIC SUSTAINABILITY</b>	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement <input type="checkbox"/>	Minor errors when supporting the thesis statement <input checked="" type="checkbox"/>	Some errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>	Lots of errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>TOTAL/AVERAGE</b>	<b>9 - 10: EXCELLENT</b> <b>7 - 8,9: GOOD</b> <b>5 - 6,9: AVERAGE</b> <b>0 - 4,9: LIMITED</b>			
	<b>TOTAL 9</b>			



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL  
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE  
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.**

**Autor:** Edward Fabricio Guaranda Chancay

**Fecha de recepción del abstract:** 15 de noviembre de 2021

**Fecha de entrega del informe:** 15 de noviembre de 2021

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

**Observaciones:**

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Firmado digitalmente por:  
EDISON BOANERGES  
PENAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc  
Coordinador del CIDEN

### Anexo 3. Proceso de obtención del mucilago de la planta cadillo



**Figura 3.** Limpieza del tallo del cadillo



**Figura 5.** Obtención de la corteza del cadillo



**Figura 4.** Machaque del tallo



**Figura 6.** Maceración de la corteza con agua



**Figura 7-** Tamizado del mucilago del cadillo



**Figura 9.** Almacenado del mucilago



**Figura 8.** Pasteurizado del mucilago

**Anexo 4.** Proceso de elaboración de la cerveza artesanal tipo American Pale Ale



**Figura 10.** Recepción de la materia prima



**Figura 12.** Maceración de la malta



**Figura 11.** Molienda de la cebada malteada



**Figura 13.** Cocción del mosto



**Figura 14.** Envasado del mosto cervecero



**Figura 17-** Maduración en frío



**Figura 15.** Inicio de fermentación



**Figura 18.** Pesado del azúcar para carbonatación



**Figura 16-** Traslase de la cerveza



**Figura 19-** Embotellado de la cerveza

## Anexo 5. Análisis fisicoquímico y microbiológico



Figura 20. Medición de turbidez de los tratamientos



Figura 22. Medición del pH de los tratamientos



Figura 21. Medición de acidez de los tratamientos

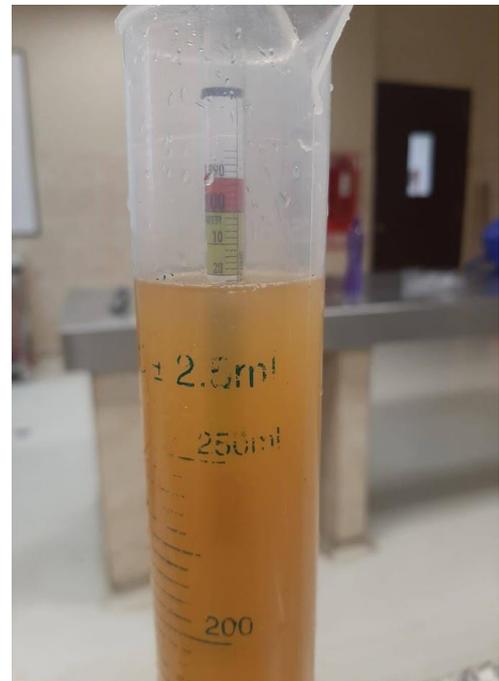


Figura 23. Medición de la densidad final de la cerveza



**Figura 24.** Placas Petrifilm anaerobios, mohos y levaduras



**Figura 25.** Incubación de las placas Petrifilm



**Figura 26.** Conteo de colonias

## Anexo 6. Análisis sensorial



Universidad Politécnica Estatal del Carchi  
Facultad de Industrias Agropecuaria y Ciencias Ambientales

### Carrera de Alimentos

Ficha de análisis sensorial de la cerveza artesanal tipo APA (American Pale Ale) usando como floculante natural la planta cadillo (*Genus triumfetta*) en el proceso de clarificación.

#### Instrucciones:

Las muestras presentadas de cerveza artesanal deben ser analizadas según el orden establecido. Primero analice el color, luego proceda a percibir el olor, y posteriormente degustar la bebida para calificar el sabor.

#### Importante:

Después de cada degustación enjuague su boca con agua, de igual manera registre sus resultados. Recuerde que es obligatorio llenar todos los apartados de la siguiente manera:

Con una puntuación de 1 a 5 siendo:

5 Me gusta mucho

4 Me gusta levemente

3 No me gusta ni me disgusta

2 Me disgusta levemente

1 Me disgusta mucho

Atributo	Código de la muestra						
	75	154	321	579	747	905	1012
Color							
Olor							
Sabor							
Aceptación General							

**Recomendaciones:**

---

---

---

**¡Gracias por su colaboración!**

**Figura 27.** Ficha de evaluación sensorial de la cerveza artesanal tipo American Pale Ale



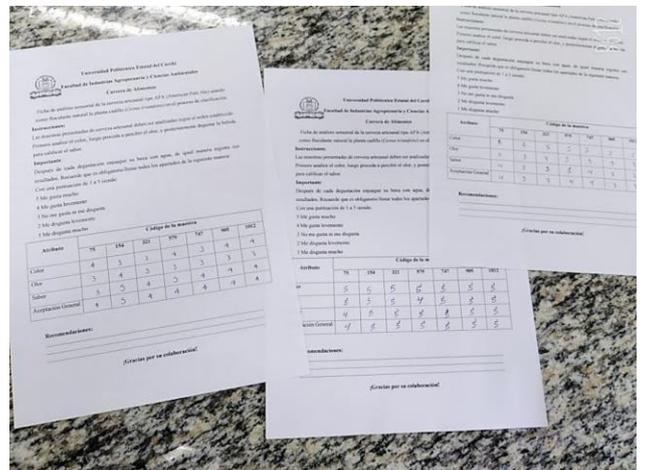
**Figura 28.** Ordenamiento del aula de evaluación sensorial



**Figura 30.** Panel de jueces no entrenado



**Figura 29.** Tratamientos en sus respectivos vasos



**Figura 31.** Resultados de las pruebas de evaluación sensorial

**Anexo 7.** Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos.



Quito – Ecuador

**NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA**

**NTE INEN 2262**

Primera revisión  
2013-11

**BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS**

ALCOHOLIC BEVERAGES. LIQUORS. REQUIREMENTS

---

Correspondencia:

---

DESCRIPTORES: Bebidas alcohólicas, cerveza, requisitos  
ICS: 67.160.10

9  
Páginas

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

## 1. OBJETO

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

## 2. DEFINICIONES

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

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

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

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

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

En donde:

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

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

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

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

## 3. DISPOSICIONES GENERALES

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

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

### 3.3 Prácticas Permitidas

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

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

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

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

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

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

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

#### **3.4 Prácticas no permitidas.**

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

**3.4.1.1** Alcoholes.

**3.4.1.2** Agentes edulcorantes artificiales.

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

**3.4.1.4** Saponinas.

**3.4.1.5** Colorantes artificiales.

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

**3.4.1.7** Medios filtrantes constituidos por asbesto.

### **4. CLASIFICACIÓN**

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

**4.1.1** Por su grado alcohólico:

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

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

**4.1.2** Por su extracto original:

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

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

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

El extracto original se calcula usando la siguiente fórmula:

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

En donde:

$p$  = extracto original en % Plato.

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

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

**4.1.3** Por su color:

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

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

**4.1.4** Por su tipo de fermentación:

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

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

**4.1.4.3** Cervezas de fermentación mixta.

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

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

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

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

## 5. REQUISITOS

### 5.1 Requisitos específicos

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

**TABLA 1. Requisitos físicos y químicos**

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

**TABLA 2. Requisitos microbiológicos**

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

## **6. INSPECCIÓN**

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

## **7. ENVASADO**

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

## **8. ROTULADO**

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