



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA
Y VETERINARIA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo De Integración Curricular, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención de título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TEMA:

Evaluación de la adición de hierbabuena *Mentha Spicata* como sustituto parcial del lúpulo en una cerveza artesanal estilo ale.

AUTOR:

Henry Alexander Zamora Sarmiento

TUTORA:

Ing. Sheyling Segobia Muñoz, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	II
ÍNDICE DE TABLAS	III
ÍNDICE DE GRAFICO	IV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	IV
Resumen	V
Summary	VI
CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN.	1
1.1. Contextualización de la situación problemática.....	1
1.2. Planteamiento del problema.	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos de investigación	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	4
CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes.....	6
2.2. Bases teóricas.....	6
CAPÍTULO III.- METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación	15
3.2. Operacionalización de variables	17
3.3. Población y muestra de investigación.....	18
3.3.1. Población	18
3.3.2. Muestra	18
3.4. Técnicas e instrumentos de medición.....	20
3.4.1. Técnicas.....	20
3.4.2. Instrumentos	20

3.5. Procesamiento de datos	22
3.6 Aspectos éticos	23
CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1. Resultados.....	24
4.2 Discusión.....	32
CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
5.1. Conclusiones	34
5.2. Recomendaciones.....	34
REFERENCIAS	35
Anexos.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la <i>Mentha spicata</i>	11
Tabla 2. Taxonomía del lúpulo.....	13
Tabla 3. Planteamiento del diseño experimental.....	15
Tabla 4. Operacionalización de variables.....	17
Tabla 5. Interacción de tratamientos	18
Tabla 6. Réplicas de cada tratamiento analizar	19
Tabla 7. Técnicas de Medición	20
Tabla 8. Instrumentos de elaboración de cerveza.....	21
Tabla 9. Instrumento análisis fisicoquímicos pH	21
Tabla 10. Instrumentos análisis fisicoquímico densidad	21
Tabla 11. Instrumentos análisis fisicoquímico Acidez titulabe	22
Tabla 12. Análisis estadístico ANOVA de pH por cada tratamiento	24
Tabla 13. Análisis TUKEY de sub conjuntos homogéneos	25
Tabla 14. Análisis estadístico ANOVA de acidez por cada tratamiento ..	25
Tabla 15. Análisis TUKEY de sub conjuntos homogéneos	26
Tabla 16. Análisis estadístico ANOVA de densidad por cada tratamiento	27
Tabla 17. Análisis TUKEY de sub conjuntos homogéneos	28

ÍNDICE DE GRAFICO

Gráfico 1. Resultados del análisis organoléptico correspondiente a la característica de aroma.....	29
Gráfico 2. Resultados del análisis organoléptico correspondiente a la característica de sabor.	30
Gráfico 3. Resultados del análisis organoléptico correspondiente a la característica de color.	31

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cocción del mosto.....	40
Anexo 2. Fermentación del mosto.....	40
Anexo 3. Maduración.....	41
Anexo 4. Análisis de panel sensorial.....	41
Anexo 5. Desgasificación y filtrado de la muestra	42
Anexo 6. Análisis fisicoquímicos	43

Resumen

El propósito de esta investigación es evaluar la adición de hierbabuena *Mentha spicata* como sustituto parcial del lúpulo en una cerveza artesanal estilo Ale. Las variables a evaluar fueron las características fisicoquímicas y organolépticas en una cerveza artesanal estilo Ale. Esta investigación será de carácter experimental donde se realizara un diseño experimental AxB, donde A serán los porcentajes de Hierbabuena a suministrar y B será los porcentajes del lúpulo a suministrar, en los cuales se realizaran un total de 9 tratamientos con 3 repeticiones aplicando la prueba de significancia TUKEY a través del software estadístico SPSS Statitics; mientras que para los resultado de aceptabilidad por panel sensorial se empleara grafico radial para contrastar los atributos evaluados. Todas las técnicas se regirá bajo lo estipulado en la NTE INEN 2 262:2003, el análisis organoléptico se realizara con 30 panelistas no entrenados.

Palabras claves: Bebida fermentada, menta, acidez, densidad, pH.

Summary

The purpose of this research is to evaluate the addition of peppermint *mentha spicata* as a partial substitute for hops in a craft ale style beer. The variables to be evaluated were the physicochemical and organoleptic characteristics in a craft ale style beer. This research will be of an experimental nature where an AxB experimental design will be carried out, where A will be the percentages of peppermint to be supplied and B will be the percentages of hops to be supplied, in which a total of 9 treatments with 3 repetitions will be carried out applying the TUKEY significance test through the SPSS Statitics statistical software; while for the acceptability results by sensory panel, radial graphs will be used to contrast the attributes evaluated. All techniques will be governed under the stipulations of NTE INEN 2 262:2003, the organoleptic analysis will be carried out with 30 untrained panelists.

Key words: *Mentha spicata*, hops, craft beer, physicochemical and organoleptic analysis.

CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN.

1.1. Contextualización de la situación problemática.

En la actualidad las cervezas artesanales han llevado a cabo un experimento social muy grande de producción , esto incluyendo a Ecuador, donde la apertura económica ha permitido al pequeño productor adquirir insumos indispensables para la elaboración dicha bebida, en especial del lúpulo, el cual imparte amargor, aroma y estabilidad en las cervezas, de tal forma que este no se da en zonas trópicas como tenemos en nuestro entorno según Caicedo Manrique, (2019)

El mayor problema son los altos costos de materia prima, los aranceles de nuestro país están causando que nuestros productores de cerveza no desarrollen (González Viejo & Fuentes, 2020). Por ello nuestro propósito de este es la utilización de una planta perenne en nuestro medio, tomando en cuenta sus propiedades organolépticas para obtener el sustituto parcial del lúpulo capaz de otorgar una caracterización única y versátil óptima para elaborar una cerveza artesanal con características deferentes al resto y transferir sus propiedades a dicha bebida.

Por ende, esta investigación se ha enfocado en la búsqueda de alternativas, para la sustitución del lúpulo en la cerveza artesanal, puesto a su alto costo de importación y su delicado trato a la hora de manipular y almacenar. Por ello, la utilización de la hierbabuena como sustituta parcial del lúpulo, es nuestro factor de investigación puesto a que es muy poco industrializada, más económica, y la encontramos en nuestro entorno.

1.1.1. Contexto internacional.

El lúpulo es un cultivo costoso de cultivar, pero con un alto valor de mercado en comparación con otros cultivos. Los dos mayores productores de lúpulo son Estados Unidos y Alemania, que en conjunto representan aproximadamente el 75% de la producción mundial, entre otros productores importantes son República Checa, Eslovenia, Reino Unido. , España, China, Australia, Nueva Zelanda y Sudáfrica de acuerdo con Guimarães, (2021).

La transformación de hierbas aromáticas y de particularmente el cultivo de menta *Mentha spicata* L. Baja california Sur es uno de los estados destacados en productores de esta especie, que se exporta y cumple con protocolos de buenas prácticas agrícolas o algunas certificaciones orgánicas (Rojo-Zavala et al., 2023).

1.1.2 Contexto Nacional

En contexto nacional, en el Ecuador la hierbabuena *Mentha spicata* no registra fuentes estadísticas oficiales sobre superficie sembrada y producción, por el cual el motivo de la escasa producción de esta planta puede ser debido ah el poco conocimiento industrial de este cultivo (Lucas & Humberto, 2023).

Por lo general, donde existen pequeñas extensiones de este cultivo en su gran mayoría se dan en patios de casa, lo cual se comercializan en mercados, tienda de abastos o a su vez en la calle. Según Guerrero Baque (2021), este cultivo a pesar que tiene un gran potencial que tiene dentro de la agroindustria, en la mayoría de los casos solo acuden a él para satisfacer sus necesidades en el uso medicinal.

El Ecuador, un país mega diverso lleno de flora y fauna, el cual no es aprovechado al 100% por la carencia de recursos dentro del campo investigativo, por el cual no existen datos específicos; tenemos en frente un cultivo el cual es una alternativa de explotación formal para el pequeño agricultor, el cual tiene poca atención y desconocimiento de mercado, también afecta la falta de capacitación de manejo de este cultivo a los productores y el buen manejo de esta especie, no contribuye para su explotación dentro de las industrias Ecuatorianas.

1.2. Planteamiento del problema.

¿Qué efecto organoléptico genera la adición de hierbabuena como sustituto parcial del lúpulo en una cerveza artesanal estilo ale?

1.3. Justificación.

Con la presente investigación se estima obtener, una alternativa poco convencional para la adición de lúpulo en una cerveza artesanal, puesto que la elaboración de cervezas artesanales está creciendo en diferentes zonas de nuestro país, hemos visto investigaciones de adiciones de Cidroón y cáñamo, entre otros.

Sin embargo, hay variedades de plantas aromáticas con propiedades únicas para demostrar un perfil nuevo y diferente, como es el caso de la familia Lamiaceae de las cuales se pueden utilizar albahaca, mentha piperita, toronjil, romero y *Mentha spicata* en las cuales debemos someter a procesos físico químicos para ver la viabilidad que tienen para conveniencia de los productores y consumidores.

La hierbabuena *Mentha spicata* es nuestro factor potencial como alternativa convincente para industrialización dirigidas a bebidas alcohólicas como es el caso de la cerveza , dado a su accesibilidad y propiedad aromáticas como tal. La hierba buena *Mentha spicata* contiene una gran cantidad de nutrientes y minerales que contiene entre ellos se encuentran la fibra, vitamina A, magnesio, hierro y folato. Muy poco comercializada y con mucho poder de intermedio en el perfil de sabores y aromas (Bardaweel& Boulanouar, 2018.).

Puesto que la hierba buena y el lúpulo tiene características organolépticas similares , cada cual tiene su perfil idóneo de sabor , pero el cual resulta más accesible a la hora de la adquisición será menos costosa la producción a la hora de agregarla; y al ser factible lo podemos encontrar en una gran cantidad en diferentes puntos del Ecuador , ya que soporta la exposición al sol y a climas templados su propagación es muy rápida y la encontramos fácilmente casi en toda la costa Ecuatoriana y por lo general se cultivan bastante de manera ornamental en las casas citado por Rivero Guerra, (2021).

1.4. Objetivos de investigación

1.4.1. Objetivo general.

Evaluar de la adición de hierbabuena *Mentha Spicata* como sustituto parcial del lúpulo en una cerveza artesanal estilo Ale.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Diseñar una cerveza artesanal estilo Ale aplicando 3 niveles de concentración de hierbabuena *Mentha spicata* como sustituto parcial del lúpulo.
- Determinar los parámetros fisicoquímicos (pH, acidez titulable, densidad) de todos los prototipos basados en la NTE INEN 2262.
- Establecer un análisis sensorial para la aceptabilidad de los diferentes tratamientos.

1.5. Hipótesis

a. Hipótesis Nula

- Ho: La adición parcial de la Hierbabuena (*Mentha Spicat*) no influyen en la característica organoléptica y fisicoquímicas de la cerveza artesanal.

b. Hipótesis Alternativa

- Ha: La adición parcial de la Hierbabuena *Mentha Spicata* si influyen en la característica organoléptica y fisicoquímicas de la cerveza artesanal.

Señalamientos de variables

- **Variables Dependientes**

Características fisicoquímicas y organolépticas en la cerveza artesanal

- **Variables Independientes**

Adición de la hierbabuena

Indicadores

- pH
- Acidez titulable
- Densidad

CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Un estudio anterior publicado en el 2017, se investigó la evaluación de la sustitución parcial de lúpulo por cedrón en la elaboración de una cerveza artesanal, comenzando desde la fabricación de la malta y la caracterización de esta. Se tuvieron en cuenta tres tratamientos: 100% (T1), 70% (T2) y 50% (T3). Detrás a cada uno de los tratamientos se les realizó una caracterización fisicoquímica para los parámetros de grado alcohólico, color, acidez, densidad y pH (Torres Rodríguez & Castaño, 2017), lo cual ya tiene antecedentes para buscar sustituto parcial.

En un estudio más reciente de 2019, se evaluó la sustitución parcial del lúpulo por café tostado y molido sobre algunas características fisicoquímicas y sensoriales de cervezas elaboradas artesanalmente, para esto hubo la necesidad de realizar tres tratamientos y una muestra control (Mc) con las siguientes especificaciones: donde en el T1 se adiciona 25%, T2 el 50% y T3 el 75 % y Mc: (100% lúpulo). Estas muestras fueron sofisticadas bajo las mismas condiciones siendo el factor de diferencia la concentración de café (Caicedo Manrique, 2019).

Zeas Diego (2021) propuso brevemente la adición de hierbabuena (*Mentha spicata*) como sustituto parcial del lúpulo en una cerveza artesanal, el cual pretendía reducir costos de producción e innovación dentro de la industria de cervecerías artesanales, el cual busca ingredientes nativos, el cual pueda a portar para ambas partes tanto el cervecero como el agricultor ecuatoriano.

2.2. Bases teóricas

La cerveza se define como una bebida de fermentar mediante levaduras seleccionadas, el mosto procedente de la cebada malteada los cuales son transformados en azúcares por digestión enzimática, cocción y aromatizado con flores de lúpulo según Poveda, (2018.).

La primera fabricación de cerveza se remonta al año 4000 a. C. en Mesopotamia por los sumerios constituye una de las actividades humanas más antiguas. Ya entonces la cerveza tenía un aspecto socioeconómico importante. La cerveza era utilizada durante las comidas, por los faraones como moneda de cambio y como ofrenda religiosa. El mercado de la cerveza está creciendo y también la producción en todo el mundo (Coulibaly et al., 2023).

La cerveza es una bebida alcohólica fermentada a base de malta, lúpulo y levadura. En nuestro medio actual a nivel global, muchos de los productores de cervezas artesanales recurren en añadir nuevos ingredientes para generar una nueva mezcla de sabores (Muñoz et al., 2021). En la actualidad el consumo de cerveza siempre está creciendo y hoy en día la cerveza es la tercera bebida más consumida después del agua y el té (Melewar & Skinner, 2020).

En la actualidad, las micro-cervecerías han adoptado una nueva estrategia de mercado en diferencia a la de fábricas industriales, ofreciendo productos que tienen una mejor calidad, sabor y diversidad, en lugar de precios sumamente bajos y marketing publicitario Calvillo, (2017).

La cerveza artesanal ha ganado popularidad en las últimas décadas, destacándose por su calidad y diversidad en comparación con la cerveza industrial. En la ciudad de San Carlos de Bariloche, Argentina, la cultura de la cerveza artesanal es un elemento distintivo de su semejanza local, con una historia que data desde los años 90 según lo menciona Kaderian, (2018). A nivel mundial, el movimiento de cerveceros artesanales y la expansión de fábricas comerciales de cerveza artesanal se exaltan a los años 70 en Estados Unidos. La elaboración de cerveza es un proceso de varias etapas, que incluye malteado, macerado y formación de mosto ajustado con la adición de lúpulo Kaczyński, (2024).

De manera global el mundo de la cervecería artesanal lo lidera Estado Unidos y Europa con el 86%, en el año 2015 la lista estaba encabezada por países en Latinoamérica como es Brasil, Argentina y México, seguidos de lejos por Venezuela, Chile y Ecuador (Viteri Borja et al., 2022). Según la Asociación de Cervecerías Artesanales del Ecuador, gremio que agrupa a 55 cervecerías, existen cerca de 150 cerveceros de este tipo, y a pesar que solo cuenta con un 0,52% de participación a nivel de mercado, en 2017 la actividad generó alrededor de 13 millones en ventas, registrando un aumento del 10% en el 2018, entre los tipos de cervezas con mayor interés se encuentran el tipo Ale, Ipa y Lager (Montalván & Hinojosa, 2021).

Tipos de cervezas según su fermentación

Cervezas lager, las de mayor consumo:

El proceso de fermentación en este tipo de cervezas se lleva a cabo a temperaturas más bajas que en las de tipo ale, y cuando las levaduras han consumido los azúcares por completo, terminan depositándose en el fondo de los tanques. A estas condiciones sucedieron dos grandes hitos: la cerveza se mantuvo en óptimas condiciones en los meses de verano y la levadura se adaptó (Navarro et al., 2007).

Cervezas de fermentación ale, cada vez más en auge:

Las cervezas tipo Ale son caracterizadas por sus matice más afrutado de las cervezas ale son uno de las características más útiles del proceso específico. La actual American Pale Ale (APA) se parece poco a sus predecesoras inglesas, y comparte un perfil seco similar y un final duradero. Son cervezas ligeramente carbonatadas y con una graduación alcohólica moderada. 4,5-2,2% mencionado por Viana, (2021).

Cervezas de fermentación espontanea:

Las cervezas ácidas o sour son de fermentación espontánea. Es decir, no se les ha añadido ningún tipo de levadura para elaborar cerveza. Son las cervezas recién salidas de la barrica, no tienen carbónico ni espuma, y solo se pueden encontrar en barril, son cervezas que maduran durante varios años en barricas de madera que han contenido vinos u otras bebidas como whisky o coñac según lo menciona Burini, (2021).

Cerveza: La cerveza una bebida alcohólica originada del fermento de las azucares encontrados en malta produciendo su propio alcohol. El azúcar para la solución que se somete a fermentación se obtiene generalmente de cereales malteados (Gonzalez Viejo & Fuentes, 2020).

Cebada: La cebada malteada es el grano más comúnmente utilizado en la elaboración de cerveza y es conocido por su sabor dulce y a cereal, y su consistencia seca. La malta de cebada contiene proteínas, almidón y enzimas, muy necesarios en el proceso de cervecería (Castorena & García, 2020).

Lúpulo: El lúpulo (*Humulus lupulus L.*) es una planta trepadora dioica de la familia Cannabácea y es uno de los principales ingredientes para la elaboración de cerveza. Sin embargo, su composición fisicoquímica está relacionada con las condiciones de cultivo y cosecha, especialmente el clima árido, semiárido y seco (González-Salitre et al., 2023).

Lúpulo cascade: Ingrediente encargado de aportar el amargor característico de una cerveza al igual que su de sabor y aroma de pomelo picante con altos niveles de aceite mirceano. Presenta un agradable y equilibrado amargor, pero se utiliza idealmente en las adiciones las cuales se dan en tres etapas, en la cual la última adición del lúpulo es responsable de maximizar ese sabor y aroma. El cítrico está respaldado por algunos tonos florales suaves y especiados que completan el perfil del lúpulo según el citado (Castro et al., 2021).

Levadura: Las levaduras son el ingrediente más activo en términos generales respecto de su influencia en el flavor, ya que pueden producir numerosos compuestos que inciden tanto de manera positiva como negativa en la calidad de la cerveza. Entre ellos se destacan los ésteres, los alcoholes superiores, los fenoles, los compuestos sulfurados, los aldehídos, las cetonas y los ácidos orgánicos, entre otros (Burini et al., 2021).

Hierbabuena (*mentha spicatha*): *Mentha spicata* (L.), equivalente a *Mentha viridis* (L.) ordinaria conocida como menta verde, es una planta perenne rastrera, rizomatosa, glabra y herbácea, de olor acre. Hoy en día existe una considerable actividad y demanda creciente en el cultivo de *Mentha* debido al interés comercial de su aceite esencial, que se encuentra entre los 10 más comercializados en el mundo (Chrysargyris et al., 2017a).

Irish moss: Ayuda a los cerveceros a conseguir una cerveza limpia, cristalina y libre de impurezas, esta alga contiene ciertas sustancias que se unen a las proteínas que crean la turbidez en la cerveza, de esta forma, hace que precipiten cayendo al fondo del fermentador y, por consiguiente, lograr una mayor clarificación de la cerveza (Craigie et al., 2019).

Procedimiento de la elaboración de cerveza artesanal

Maceración del mosto: En la maceración, se procede a macerar en un depósito con agua caliente entre 60°C y 75°C, durante una hora y treinta minutos, Una vez separado del cereal, el mosto se traslada en un recipiente de acero inoxidable en la que se macera durante una hora y treinta minutos. Conviene destapar el recipiente cuando el mosto empiece a burbujear. Así se eliminan los compuestos indeseables Garduño García (2014).

Posterior a la maceración se pasa al proceso de filtrado donde se filtra la malta macerada, para convertirse en mosto listo para el proceso de ebullición y adición de lúpulo.

Durante la ebullición se introducirá el lúpulo, el lúpulo responsable del amargor se agrega al principio de la ebullición. El que proporciona sabor, quince minutos antes del final. En esta etapa se realizará la adición del lúpulo con el objetivo de dar el aroma y sabor cítrico de la cerveza. Después, en el proceso de enfriamiento se enfriará la mezcla lo más rápido posible, para evitar contaminaciones o alteraciones de sabor, con el uso de serpentines metálicos por Mastrangelo (2023).

Posterior a esto se filtra el mosto, el cual deben ser llevados a fermentadores, los cuales deben estar reposando en un lugar fresco y oscuro, para que las levaduras hagan sus trabajo, luego de 7 días de fermentado se hace el trasvase (Santacruz Salas et al., 2023).

Después del trasvase se procede a poner 5 g de dextrosa para el embotellado y maduración de la cerveza en su botella, esto se hace durante 10 días para la carbonatación natural, para luego poder ser degustada (Loviso y Libkind 2018).

Hierbabuena

La hierbabuena (*Mentha spicata*), es una planta la cual se puede cultivar en una gran variedad de suelos, es una especie perenne de habito herbáceo que puede medir de 43 a 84 cm de altura, este cultivo prefiere ricas ligeras ricas de en materia orgánicas, con buen recubrimiento para mantener un pH de 6 a 7(Choudhary et al., 2024).

Las hojas de hierbabuena se pueden utilizar frescas, secas o congeladas. La hierba buena en diferentes partes del mundo se considera un cultivo industrial debido al uso generalizado de su aceite volátil en productos farmacéuticos, alimentos, bebidas, confitería, pasta de dientes, ambientadores bucales y cosméticos (Alsaraf et al., 2021).

Hoy en día existe una considerable actividad y demanda creciente en el cultivo de hierbabuena (*Mentha spicata*) debido al interés comercial de su aceite esencial, que se encuentra entre los 10 más comercializados en el mundo, la menta verde como se la conoce a la hierbabuena a nivel mundial es uno de los sabores más valiosos, después de la vainilla y los cítricos (Chrysargyris et al., 2017b).

Tabla 1. Taxonomía de la *mentha spicata*.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Lamiales
Familia:	Lamiaceae
Subfamilia:	Nepetoideae
Tribu:	Mentheae
Género:	Mentha
Especie:	<i>Mentha spicata</i>

Fuente: (Mahboubi, 2021)

Las hojas, flores y tallos de la hierbabuena se utilizan actualmente como saborizantes para bebidas, preparaciones alimenticias, confitería y chicles. Las flores de la hierbabuena se utilizan para dar sabor a salsas, helados, ensaladas, sopas, bebidas de frutas, postres, aderezos y platos de verduras o como guarnición (Saba 2024).

Lúpulo (*Humulus lupulus* L)

El cultivo de conos de lúpulo (*Humulus lupulus* L), se cultivan casi exclusivamente para la industria cervecera. Alrededor del 97% del lúpulo cultivado a nivel mundial se destina a la elaboración de cerveza.

La producción mundial de lúpulo está dominada por Alemania y Estados Unidos, la producción de lúpulo de ambos países representa entre el 75% al 80% de la producción total de lúpulo en todo el mundo. El cultivo exitoso de la planta de lúpulo requiere condiciones óptimas de crecimiento, la temperatura del verano, las precipitaciones anuales y la fertilidad del suelo (Luo et al., 2024).

El género *Humulus lupulus* está conformado por enredaderas dioicas, perennes y trepadoras. Este género pertenece a la familia *Cannabaceae* del orden Urticales que en el año 2003 fue incorporado al orden natural de Rosales. El único otro género de la familia es el *Cannabis* representado únicamente por *C. sativa* es decir, cáñamo indio y marihuana (Keskin et al., 2019).

Las propiedades organolépticas se derivan de un sinnúmero de ácidos orgánicos amargos diferentes, aceites esenciales, resinas y compuestos polifenólicos. Además de en la industria cervecera, en la medicina tradicional y complementaria desde la antigüedad el lúpulo se utilizaba para controlar la ansiedad, los espasmos, la tos, la fiebre, la inflamación y el dolor de muelas (Abram et al., 2015). Las plantas femeninas tienen flores inflorescencias y cuando maduran se llaman conos.

El ácido del lúpulo denominados ácido alfa, tiene un efecto antibiótico contra bacterias, y esto lo hizo notorio en la producción de la cerveza desde la edad media. Estos ácidos alfa son los responsables de añadir amargor a la cerveza, así que un lúpulo con 20% de estos ácidos tiene capacidad de brindar más amargor que otro lúpulo con 5% de ácidos alfa.

Tabla 2. Taxonomía del lúpulo

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Hamamelidae
Orden:	Urticales
Familia:	<i>Cannabaceae</i>
Género:	<i>Humulus</i>
Especie	<i>Humulus lupulus</i>

: Fuente: Zamora, 2024

Tipos de lúpulos

Alrededor de todo el mundo existen una gran variedad de lúpulos, los cuales se clasifican en 3 grandes grupos: lúpulos amargos, lúpulos aromáticos y variable. Cada uno tiene diferentes funciones, ciertos lúpulos agregan amargor; otros sabor, amargor y otros sabor, aroma e amargor.

Clasificación de lúpulos:

Lúpulos amargos: Se utiliza principalmente para sabor, luego aroma y luego para dar sabor amargo a la cerveza. Estos lúpulos son los que aportan más elementos amargos que aromáticos. Los representantes más conocidos de esta categoría son el brewer's gold y el northern brewer o nordbrauer, aunque también existen especies más simples en aceites aromáticos pero que aportan un gran amargor como es el cascade (Spies, 2019).

Lúpulos aromáticos: Los lúpulos aromáticos son aquellos cuyas propiedades son más útiles para proporcionar el aroma deseado en la cerveza. Algunos de estos lúpulos podrían también ejercer funciones tanto aromáticas como amargantes. Por ejemplo, el Ahtanum es un lúpulo de origen estadounidense con un toque mentolado, herbal y floral, mientras que el Amarillo, también de origen estadounidense, es una mutación de otra variedad y tiene una flor muy redondeada. Ambos son considerados lúpulos aromáticos (Gómez, 2014).

Lúpulos variables: Es conocidos por su perfil versátil y distintas propiedades juntas que aportan ambas características juntas aunque menos acentuadas, incluyen el Ahtanum, un lúpulo estadounidense apreciado por su perfil mentolado, herbal y floral. Otro ejemplo es el Amarillo, también de origen estadounidense, que se destaca por su forma redondeada y su versatilidad en el uso.

CAPÍTULO III.- METODOLOGÍA.

3.1. Tipo y diseño de investigación

Se aplicó una investigación de modelo cuantitativo, por lo cual, se empleará un diseño factorial AxB, donde se realizará múltiples ensayos en laboratorio, porque se pretende analizar cada tratamiento con el fin de obtener resultados que permitan vincularlo a las hipótesis y objetivos establecidos. Además, se realiza un estudio de manipulación de variables independientes para observar qué efecto tiene sobre las variables dependientes.

Diseño de investigación

La presente investigación se evaluó la adición hierbabuena (*Mentha spicata*) en la elaboración de una cerveza artesanal estilo ale sustituyendo parcialmente el lúpulo, por lo cual, se estableció un diseño factorial AxB, siendo el Factor A: (% de hierbabuena) y Factor B: (% lúpulo Cascade), con un total de 9 tratamientos con 3 repeticiones posteriormente se realizará el tratamiento de datos aplicando la prueba TUKEY en el software estadístico SPSS Statitics; mientras que para el tratamiento de los resultados del análisis sensorial se empleó el gráfico radial para contrastar los atributos evaluados.

Tabla 3. Planteamiento del diseño experimental

Factor A: % de adición de hierbabuena	Factor B: Lúpulo Cascade
a0: 10%	b0: 0,9 g/l
a1: 25%	b1: 0,7 g/l
a2: 50%	b2: 0,5 g/l

Fuente: Zamora, 2024

Análisis de Laboratorio

Para la evaluación de los parámetros fisicoquímicos de cerveza artesanal estilo ale con la adición de hierbabuena se realizó a escala de laboratorio bajo la NTE INEN NTE INEN 2262

- ❖ Determinación de pH por método potenciómetro (NTE INEN 2325)
- ❖ Determinación de densidad para grados alcohólicos (NTE INEN 2322:2002)
- ❖ Determinación de Acidez titulable expresada como ácido láctico (NTE INEN 2323:2002)

Análisis sensorial

Se realizó a través de encuestas a 30 panelistas no entrenados para evaluar mediante escala hedónica los siguientes atributos: sabor, aroma, textura, color. Los panelistas recibirán las muestras en un vaso transparente de 5.5 onzas codificado. Los criterios de la escala hedónica fueron los siguientes: color, olor, sabor, aceptabilidad; las cuales estarán en una escala del 1 al 5, siendo 1: Muy desagradable, 2: Desagradable, 3: Poco agradable, 4: Agradable, 5: Muy agradable

3.2. Operacionalización de variables

VARIABLE	TIPO	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
DEPENDIENTE	Adición de la hierbabuena	Sustitución parcial del lúpulo, para reducir costos en la fabricación.	3 prototipos	10%de hierbabuena 25%de hierbabuena 50%de hierbabuena		Datos en comparación
INDEPENDIENTE	Características fisicoquímicas y organolépticas	Determinación de acidez, densidad y pH.	9 tratamientos en 3 repeticiones	Ausente	Cuantitativa	Identificación -Registro de datos

Tabla 4. Operacionalización de variables

3.3. Población y muestra de investigación.

3.3.1. Población

En la presente investigación experimental tiene como población la cantidad de hierbabuena adicionada en nuestro trabajo experimental, además de análisis fisicoquímicos y organolépticos.

Tabla 5. Interacción de tratamientos

Código	Tratamiento	Descripción
T1	a0b0	10% hierba buena + 0,9 g/l Lúpulo cascade
T2	a0b1	10% hierba buena + 0,7 g/l Lúpulo cascade
T3	a0b2	10% hierba buena + 0,5 g/l Lúpulo cascade
T4	a1b0	25% hierba buena + 0,9 g/l Lúpulo cascade
T5	a1b1	25% hierba buena + 0,7 g/l Lúpulo cascade
T6	a1b2	25% hierba buena + 0,5 g/l Lúpulo cascade
T7	a2b0	50% hierba buena + 0,9 g/l Lúpulo cascade
T8	a2b1	50% hierba buena + 0,7 g/l Lúpulo cascade
T9	a2b2	50% hierba buena + 0,5 g/l Lúpulo cascade

Fuente: Zamora, 2024

3.3.2. Muestra

La muestra de esta investigación se conformó por 9 muestras de cerveza con tres repeticiones de los diferentes prototipos. Este enfoque científico se da para comparar similitudes fisicoquímicas y organolépticas comparadas con una cerveza del 100% del lúpulo. Cada muestra será tratada mediante normas técnicas.

Tabla 6. Réplicas de cada tratamiento analizar

Factores		Análisis			
Código	% Hierbabuena + % de lúpulo	hierba	pH	Densidad	Acidez titulable
T1	10%	hierba buena+90% Cascade	3	3	3
T2	10%	hierba buena+75% Cascade	3	3	3
T3	10%	hierba buena+50% Cascade	3	3	3
T4	25%	hierba buena+90% Cascade	3	3	3
T5	25%	hierba buena+75% Cascade	3	3	3
T6	25%	hierba buena+50% Cascade	3	3	3
T7	50%	hierba buena+90% Cascade	3	3	3
T8	50%	hierba buena+75% Cascade	3	3	3
T9	50%	hierba buena+50% Cascade	3	3	3

Fuente: Zamora, 2024

3.4. Técnicas e instrumentos de medición.

3.4.1. Técnicas

Para análisis fisicoquímico

Para la evaluación de los parámetros fisicoquímicos de cerveza artesanal estilo ale con la adición de hierbabuena se realizó a escala de laboratorio bajo la NTE NTE INEN 2262

Para análisis organoléptico

Se realizará a través de encuestas a panelistas no entrenados para evaluar mediante escala hedónica los siguientes atributos: sabor, aroma, color.

Tabla 7. Técnicas de Medición

Dimensión	Indicador	Técnicas
Fisicoquímicos	pH	NTE INEN 2325
	Densidad	NTE INEN 2322
	Acidez titulable	NTE INEN 2323
	Sabor	
Organolépticos	Aroma	
	Color	Encuesta

Fuente: Zamora, 2024

3.4.2. Instrumentos

En la tabla 8,9 y 10 se mencionan los instrumentos que se utilizaron para la elaboración de la cerveza y análisis fisicoquímicos.

Tabla 8. Instrumentos de elaboración de cerveza

Elaboración de cerveza
<ul style="list-style-type: none"> • Recipientes de acero inoxidable <ul style="list-style-type: none"> • Fermentador
<ul style="list-style-type: none"> • Termómetro
<ul style="list-style-type: none"> • Filtro o malla de maceración <ul style="list-style-type: none"> • Airlock • Densímetro • Probeta • Botellas
<ul style="list-style-type: none"> • Tubo para envasar • Tapador de botella

Fuente: Zamora, 2024

Tabla 9. Instrumento análisis fisicoquímicos pH

Equipos	Reactivos
Potenciómetro	Solución buffer, de pH 4,00
Vaso de precipitación de 250cm³	Solución buffer, de pH 7,00
Agitador	
Termómetro.	

Fuente: Zamora, 2024

Tabla 10. Instrumentos análisis fisicoquímico densidad

Equipos
Probeta
Densímetro
Erlenmeyer
Papel de filtro
Embudo

Fuente: Zamora, 2024

Tabla 11. Instrumentos análisis fisicoquímico Acidez titulabe

Equipos	Reactivos
Potenciómetro	Solución buffer, de pH 4,00
Vaso de titulación	Solución buffer, de pH 7,00
Bureta	Fenolftaleína
Termómetro	solución de hidróxido de sodio 0,1 N

Fuente: Zamora, 2024

3.5. Procesamiento de datos

Recolección de datos

Con el diseño mostrado “diseño factorial”, gracias a ello se lograra recopilar todas las combinaciones del experimento, analizando todos los niveles establecido (fisicoquímico y organolépticos)

Organización de datos

Para su organización se llevará a cabo gracias a cada código de cada tratamiento donde se empleará una base de datos para dar a reconocer como se llevarán a cabo los análisis.

Análisis de datos

Se realizó el tratamiento de datos aplicando la prueba TUKEY en el software estadístico SPSS Statitics; mientras que para el tratamiento de los resultados del análisis sensorial se empleó el gráfico radial para contrastar los atributos evaluados.

3.6 Aspectos éticos

Los datos obtenidos serán legales, de validez científica y eficaz, información reflejada licita con veracidad científica, apegados estrictamente a nuestra ética profesional.

Entre los aspectos éticos de esta investigación estarán las cuestiones que deben ser estimadas en todas las etapas de nuestra investigación que deben ser estimadas en todas las etapas de elaboración desde el proceso de maceración hasta el embotellado.

CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Resultados

En el presente estudio se evaluó la adición de hierbabuena sustituyendo parcialmente al lúpulo en la elaboración de una cerveza artesanal tipo Ale, con el fin de conocer como la adición de hierbabuena puede influir en las propiedades fisicoquímicas y organolépticas.

Análisis fisicoquímicos

Análisis de pH

La siguiente tabla presenta los resultados de análisis de varianza de pH de la cerveza en su sustentación parcial.

Tabla 12. Análisis estadístico ANOVA de pH por cada tratamiento

	Suma de cuadrados	g l	Medi a cuadrática	F	S ig.
Entre grupos	1,527	8	,191	7,132	,000
Dentro de grupos	,127	18	,007		
Total	1,654	26			

Fuente: Zamora, 2024

Interpretación: De acuerdo con los resultados estadísticos ANOVA en la tabla se puede lograr observar que, el parámetro de pH existe una diferencia significativa entre cada tratamiento, por lo cual, se acepta la hipótesis alternativa, es decir que, la hierbabuena si influyo sobre el pH de la cerveza

La prueba TUKEY permitió determinar las comparaciones de las medias, existe 3 grupos homogéneos, evidenciando que el valor alto se encontró en T9 (50% hierbabuena + 0.5 g/l lúpulo) (4,8), mientras que el valor más bajo se encontró situado en T3 (10% hierbabuena + 0.5% lúpulo).

Tabla 13. Análisis TUKEY de sub conjuntos homogéneos

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
3,00	3	3,9000		
4,00	3		4,5000	
5,00	3		4,5000	
7,00	3		4,5000	
6,00	3		4,5333	
1,00	3		4,6000	4,6000
2,00	3		4,6000	4,6000
8,00	3		4,7000	4,7000
9,00	3			4,8000

Fuente: Zamora, 2024

Análisis de acidez

La siguiente tabla presenta los resultados de análisis de varianza de Acidez de la cerveza en su sustentación parcial.

Tabla 14. Análisis estadístico ANOVA de acidez por cada tratamiento

	Suma de cuadrados	gl	Mediana cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,027	8	,003	8,547	,000
Dentro de grupos	,002	18	,000		
Total	,029	26			

Fuente: Zamora, 2024

Interpretación: Interpretación: De acuerdo con los resultados estadísticos ANOVA en la tabla puede lograr observar que, el parámetro de acidez existe una diferencia significativa entre cada tratamiento, por lo cual, se acepta la hipótesis alternativa, es decir que, la hierbabuena si influyo sobre el valor de acidez de la cerveza.

La prueba TUKEY permitió determinar las comparaciones de las medias, existe 5 grupos homogéneos, evidenciando que el valor alto se encontró en T3 (10% hierbabuena + 0.5g/l lúpulo) (0,31), mientras que el valor más bajo se encontró situado en T2 (10% hierbabuena + 0.75 g/l lúpulo) (0,20).

Tabla 15. Análisis TUKEY de sub conjuntos homogéneos

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
2,00	3	2000				
1,00	3	2100				
4,00	3	2200	2200			
7,00	3	2300	2300	2300		
8,00	3		2467	2467	2467	
5,00	3		2500	2500	2500	
9,00	3			2533	2533	
6,00	3				2700	
3,00	3					3100

Fuente: Zamora, 2024

Análisis de Densidad (obtención de grados alcohólicos)

La siguiente tabla presenta los resultados de análisis de varianza de Densidad de la cerveza en su sustentación parcial.

Tabla 16. Análisis estadístico ANOVA de densidad por cada tratamiento

	Suma de cuadrados	g l	Medi a cuadrática	F	S ig.
Entre grupos	12,45 4	8	1,557	1 91,319	, 000
Dentro de grupos	,146	1 8	,008		
Total	12,60 1	2 6			

Fuente: Zamora, 2024

Interpretación: Interpretación: De acuerdo con los resultados estadísticos ANOVA en la tabla se puede lograr observar que, el parámetro de grados alcohólicos existe una diferencia significativa entre cada tratamiento, por lo cual, se acepta la hipótesis alternativa, es decir que, la hierbabuena si influyo sobre el valor de densidad de la cerveza para la obtención de grados alcohólicos.

La prueba TUKEY permitió determinar las comparaciones de las medias, existe 1 grupo homogéneos, evidenciando que el valor bajo se encontró en T3 (10% hierbabuena + 0,5 g/l lúpulo) (2,89), mientras que el valor más alto se encontró situado en T4 (25% hierbabuena + 0,5% lúpulo) (5,12), mientras que el valor más alto se encontró situado en T6 (25% hierbabuena + 0,5% lúpulo) (5,12)

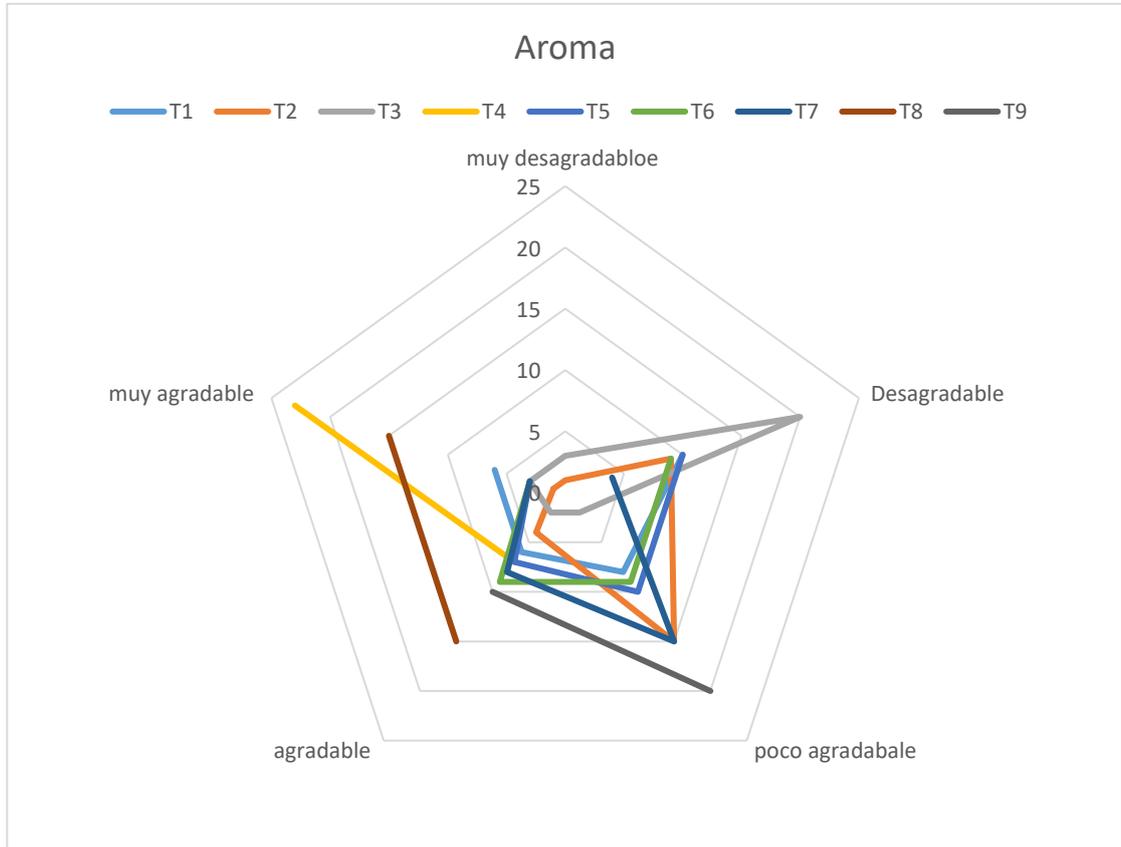
Tabla 17. Análisis TUKEY de sub conjuntos homogéneos

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
3,00	3	2 ,8900			
7,00	3		4 ,3300		
2,00	3			4 ,7733	
8,00	3			4 ,8167	
5,00	3			4 ,9900	4 ,9900
1,00	3				5 ,0767
4,00	3				5 ,0767
6,00	3				5 ,1200
9,00	3				5 ,1200

Fuente: Zamora, 2024

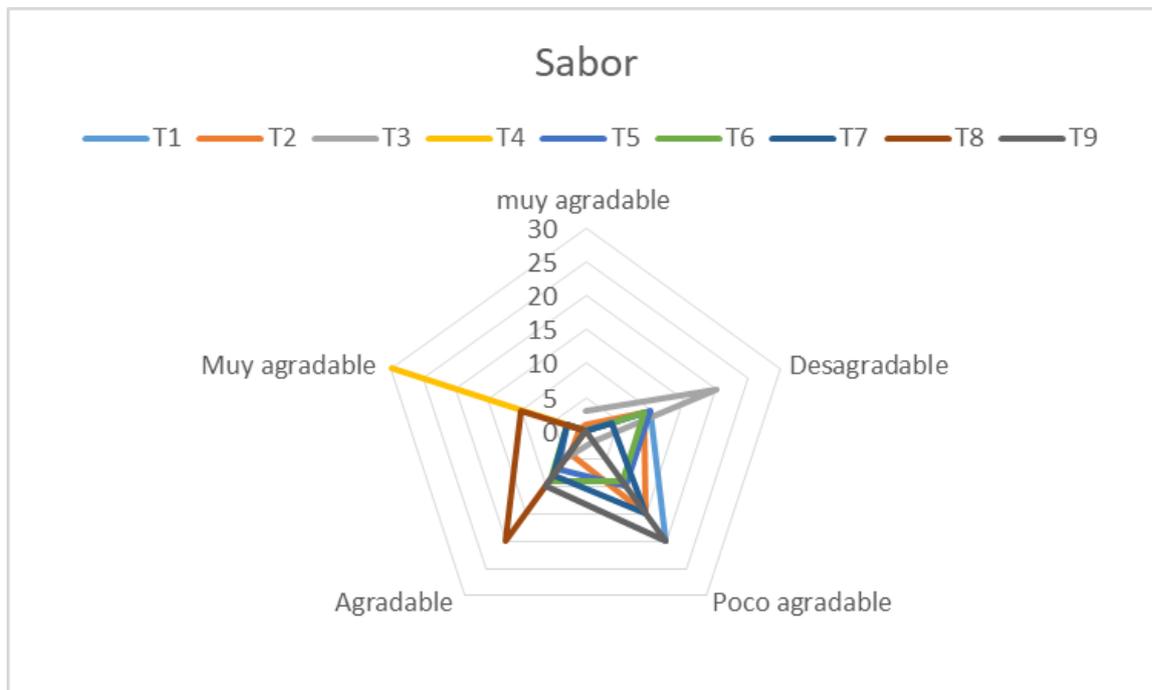
Análisis sensorial

Gráfico 1. Resultados del análisis organoléptico correspondiente a la característica de aroma.



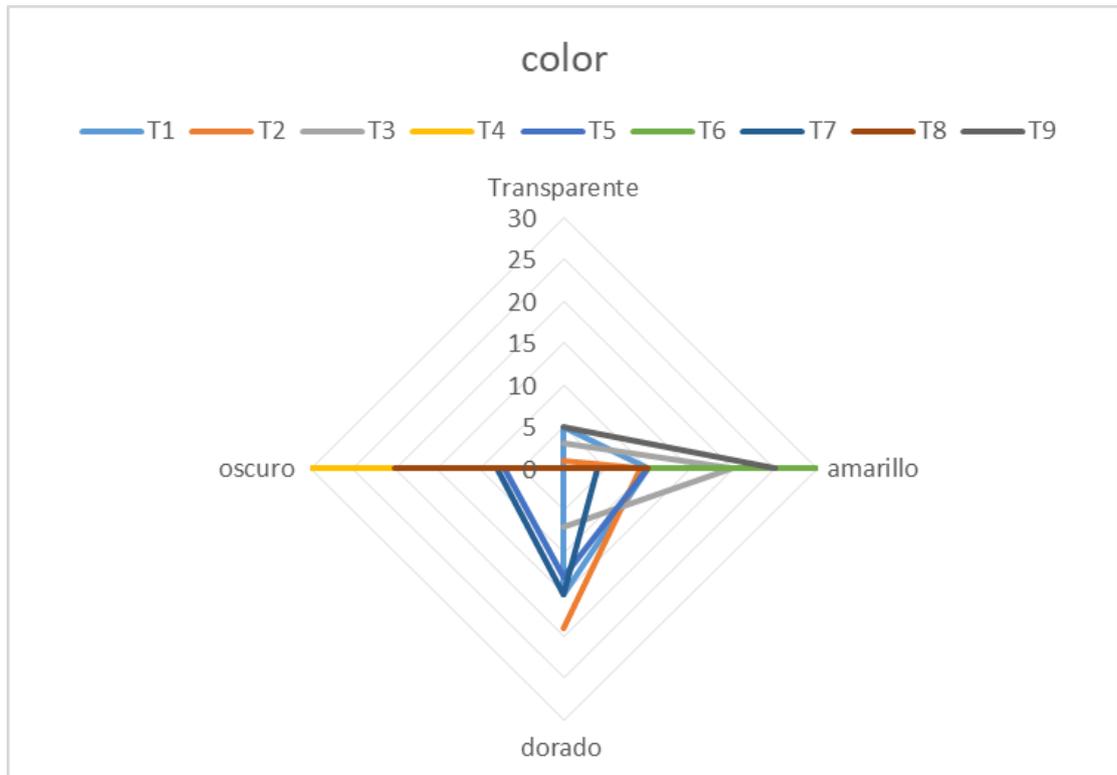
Interpretación: En cuanto a características de Aroma, los datos más altos fueron: como desagradable el tratamiento T3 (10% de hierba buena + 0.50 g/l de lúpulo cascade) por 20 veces; poco agradable el T9 (50% de hierbabuena + 0.50 g/l de lúpulo cascade) 20 veces; agradable el tratamiento T8 (50% hierbabuena + 0,75 g/l de lúpulo cascade) 15 veces; y muy agradable el T4 (25% de hierbabuena y 0.90 g/l de lúpulo cascade) resulto ser el mejor por 23 ocasiones.

Gráfico 2. Resultados del análisis organoléptico correspondiente a la característica de sabor.



Interpretación: En cuanto a características de Aroma, los datos más altos fueron: como desagradable el tratamiento T3 (10% de hierba buena + 0.50 g/l de lúpulo cascade) por 20 veces; poco agradable el T9 (50% de hierbabuena + 0.50 g/l de lúpulo cascade) 20 veces; agradable el tratamiento T8 (50% hierbabuena + 0,75 g/l de lúpulo cascade) 20 veces; y muy agradable el T4 (25% de hierbabuena + 0.90 g/l de lúpulo cascade) resulto ser el mejor por 30 ocasiones.

Gráfico 3. Resultados del análisis organoléptico correspondiente a la característica de color.



Interpretación: En cuanto a características de color, los datos más altos fueron: como amarillo al tratamiento T6 (25 % de hierbabuena + 0.50 g/l de lúpulo cascade) con 30 veces; como dorado el T2 (10% de hierbabuena+ 0,75 g/l de lúpulo cascade) con 20 veces; y oscuro el T4 (25% de hierbabuena + 0.90 g/l 90% de lúpulo cascade) resulto ser el mejor por 30 ocasiones.

4.2 Discusión

En cuanto a los resultados obtenidos en la evaluación de la adición de hierbabuena (*Mentha Spicata*) en cerveza se determinó parámetros fisicoquímicos y organolépticos. Para la formulación de pH en el presente proyecto se obtuvieron valores 3,9 y 4,8, entre los 9 tratamientos; entre los cuales son reportados por Borja & Leonardo (2022) que estuvo dentro de 3,95 el más alto el cual es sumamente ácido.

Según Fuentes Cruz (2023), menciona que se observa que la disminución de pH se ven influenciados por la acción de la levadura, siempre que esta tenga el medio recomendable para su progreso, teniendo la capacidad de fermentar altas cantidades de azúcares cuando el medio en el que se encuentran es neutro o poco ácido, siendo los valores más favorables los comprendidos entre 3.5 y 5.0.

De la misma manera Bazante & Arguello (2015.), determinaron parámetros similares de pH que oscilan dentro del rango establecido (3,5) & (4,8), por otro parte su investigación su resultados de acidez total varían pero no sobrepasa lo estipulado por la normativa (0,30).

Nuestra acidez logro un valor de (0,20 %) a (0,31%), en concordancia con Vera & Rosado (2018.), señalo que obtuvo valores que no sobrepasaron lo estipulado en la NTE INEN 2262 puesto que tuvieron valores equivalentes a (0,25%) de acidez total expresada como ácido láctico.

En otro campo similar según Chacón Guerra & Chingal Ortiz (2023.), determino la obtención de valores dentro de lo estipulado por la NTE INEN 2262, 0,3% expresado como ácido láctico, también estipulo que el aumento de la acidez dentro de una cerveza artesanal se debe a la presencia de residuos de mohos y levaduras.

La densidad es la cantidad de azúcares en un volumen líquido, nuestros análisis fisicoquímico dieron como resultado rangos de 2,89 a 5,12% de lo cual tuvimos un porcentajes similares a las muestras de ellos Vera & Rosado (2018) en cual su investigación nos arrojó similitud de densidad dentro del rango de densidad están entre 1005 & 1028.

Por otra parte Aveiga (2022), obtuvo una densidad inicial de 1048 y una final 1010 la cual se encuentra una muy buena similitud nuestras densidades densidad encontrada en nuestra investigación de campo los cuáles nos arrojan 1051 de inicial y un cambio en la final, por el cual podemos medir nuestro porcentaje de alcohol, lo cual se asemeja a nuestro % de alcohol en de nuestra cerveza .

Por consiguiente la baja cantidad de alcohol en el tratamiento T3 se dio en el momento de la fermentación, un mal manejo de fermentación no dejo a las levaduras al desarrollar este proceso .Referentes aquello Párraga Maquilón & Zapata Zambrano (2022) manifiesta que son muchos factores que pueden inferir uno factor fundamental el ambiente, una levadura de acción no muy rápida, entre otras.

Con respecto a los análisis sensoriales fueron excelente acogida, debido a que después del procesamiento de datos se obtuvo las aceptaciones siguientes:

Resaltando en las diferentes pruebas de aroma, color y sabor destacando el tratamiento T4 (25% hierbabuena + 0,9 g/l de lúpulo) el cual sobresalió en todas las pruebas sensoriales .El que le sigue a la par es el tratamiento T8 (50% hierbabuena + 0,75 g/l lúpulo) el cual estuvo un poco a la par del primero

El tratamiento T3 (10% de hierba buena + 0,50 g/l de lúpulo) fue el tratamiento de menos aceptación cabe corroborar que fue el peor tratamiento diseñado.

Por otro lado haciendo énfasis el tratamiento T1 (10% de hierbabuena + 0,90 g/l de lúpulo) tuvo un cuerpo no deseado, el cual tuvo más espuma que líquido, tuvo demasiada turbidez el cual podría ser un defecto de movilidad o temperatura, el cual no afecto su sabor; pero si su textura.

Cabe recalcar que los consumidores para determinar localidad de la cerveza lo más importante es la formación de espuma por que transmite la primera impresión al consumidor.

Lo que cabe corroborar es que la hierbabuena si tuvo efecto tanto en el perfil fisicoquímico y organoléptico, apegándose en la mayoría de sus tratamientos a lo estipulado por la NTE INEN 2262.

CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones

Se determinó la cantidad adecuada de hierbabuena (*Mentha spicata*) para la sustitución parcial del lúpulo en una cerveza artesanal tipo Ale, ya que el tratamiento con mejor aceptabilidad fue el T4 (35 % de hierbabuena + 90% de lúpulo cascade), realizando prueba de análisis fisicoquímicos (densidad, pH y Acidez) los cuales estuvieron dentro del rango establecido por la NTE INEN 2262- 2013.

Se comprobó el nivel de aceptabilidad de la cerveza artesanal luego de la sustitución parcial del lúpulo por la hierbabuena; en la cual fueron 30 panelistas no entrenados los cuales realizaron la evaluación sensorial donde determinaron el color, aroma y sabor, donde la sustitución (25%de hierbabuena + 90% de lúpulo cascade) tuvo la mayor aceptación por los panelistas.

El presente trabajo de investigación acepta la hipótesis alterna por la razón que existe diferencias estadísticas significativas en pH, acidez titulable y densidad aplicando la prueba TUKEY en todas las variables que se estudia en cada análisis de formulación, con diferentes niveles de porcentaje de adición de hierbabuena en la cerveza.

La adición de la hierbabuena tuvo su efecto organoléptico donde se encontró un perfil idóneo de sabor para la elaboración de la cerveza artesanal estilo ale.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda el continuar con estos tipos de investigaciones con variables distintas para mitigar el aprovechamiento de la hierbabuena *Mentha spicata*.
- Emplear el uso como hierbabuena como aditivo la en otros tipos de bebidas alcohólicas para mejoramiento y mayor investigación de la misma.
- Sobre el cultivo de hierbabuena, se podría implementar más estudios acerca del cultivo, zonas cultivadas entre otras, porque carece de información en el medio lo cual desfavorece la industrialización y aprovechamiento de la misma.

REFERENCIAS

- 119- CHACÓN GUERRA CARLA ISABEL- CHINGAL ORTÍZ CAMILA STEFANIA.pdf. (s. f.). Recuperado 6 de marzo de 2024, de [http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/2046/3/119-%20CHAC%
c3%93N%20GUERRA%20CARLA%20ISABEL-%20CHINGAL%20ORT%c3%8dZ%20CAMILA%20STEFANIA.pdf](http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/2046/3/119-%20CHAC%c3%93N%20GUERRA%20CARLA%20ISABEL-%20CHINGAL%20ORT%c3%8dZ%20CAMILA%20STEFANIA.pdf)
- Abram, V., Čeh, B., Vidmar, M., Hercezi, M., Lazić, N., Bucik, V., Možina, S. S., Košir, I. J., Kač, M., Demšar, L., & Poklar Ulrih, N. (2015). A comparison of antioxidant and antimicrobial activity between hop leaves and hop cones. *Industrial Crops and Products*, 64, 124-134. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.11.008>
- Alsaraf, S., Hadi, Z., Akhtar, M. J., & Khan, S. A. (2021). Perfil químico, actividad citotóxica y antioxidante del aceite volátil aislado de la menta (*Mentha spicata* L.) cultivada en Omán. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 34, 102034. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102034>
- Armando, Z. B. D., & Gustavo, B. M. V. (s. f.). *INGENIERO AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL*.
- Borja, V., & Leonardo, A. (2022). *Efecto de la albahaca (Ocimum basilicum) en sustitución al lúpulo en la elaboración de una cerveza artesanal*. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6878>
- Burini, J. A., Eizaguirre, J. I., Loviso, C., & Libkind, D. (2021). Levaduras no convencionales como herramientas de innovación y diferenciación en la producción de cerveza. *Revista Argentina de Microbiología*, 53(4), 359-377. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.01.003>
- Caicedo Manrique, E. H. (2019a). *Sustitución parcial del LÚPULO (HUMULUS LUPULUS) por café tostado y molido en la elaboración de*

cerveza

artesana.

<http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/4683>

Caicedo Manrique, E. H. (2019b). *Sustitución parcial del LÚPULO (HUMULUS LUPULUS) por café tostado y molido en la elaboración de cerveza artesana.*

<http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/4683>

Castro, P., Luz, E., & Moreira, G. (2021). Dataset for Hop varieties classification. *Data in Brief*, 38, 107312. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2021.107312>

Choudhary, A., Salar, R. K., & Thakur, R. (2024). Síntesis, caracterización y actividad insecticida de nanopartículas poliméricas cargadas de aceite esencial de *Mentha spicata*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 55, 102989. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102989>

Chrysargyris, A., Xylia, P., Botsaris, G., & Tzortzakis, N. (2017a). Actividad antioxidante y antibacteriana, composición mineral y de aceites esenciales de menta verde (*Mentha spicata* L.) afectada por los niveles de potasio. *Industrial Crops and Products*, 103, 202-212. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.04.010>

Chrysargyris, A., Xylia, P., Botsaris, G., & Tzortzakis, N. (2017b). Actividad antioxidante y antibacteriana, composición mineral y de aceites esenciales de menta verde (*Mentha spicata* L.) afectada por los niveles de potasio. *Industrial Crops and Products*, 103, 202-212. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.04.010>

- Craigie, J. S., Cornish, M. L., & Deveau, L. E. (2019). Commercialization of Irish moss aquaculture: The Canadian experience. *Botanica Marina*, 62(5), 411-432. <https://doi.org/10.1515/bot-2019-0017>
- Fuentes Cruz, V. (2023). *Sustitución parcial de Lúpulo (Humulus lupulus) por cascarilla de cacao (Theobroma cacao) en cerveza de malanga (Xanthosoma sagittifolium)*. <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/5022>
- Gonzalez Viejo, C., & Fuentes, S. (2020). Beer Aroma and Quality Traits Assessment Using Artificial Intelligence. *Fermentation*, 6(2), 56. <https://doi.org/10.3390/fermentation6020056>
- González-Salitre, L., Guillermo González-Olivares, L., & Antobelli Basilio-Cortes, U. (2023). Humulus lupulus L. a potential precursor to human health: High hops craft beer. *Food Chemistry*, 405, 134959. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134959>
- Guerrero Baque, D. M. (2021). *Distribución espacial de plantas medicinales y su uso tradicional en la Parroquia Pedro Pablo Gómez* [bachelorThesis, Jipijapa.UNESUM]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2795>
- Guimarães, B. P., Nascimento, P. G. B. D., & Ghesti, G. F. (2021). Propiedad intelectual y protección de variedades vegetales: Estudio prospectivo sobre cultivares de lúpulo (*Humulus lupulus* L.). *World Patent Information*, 65, 102041. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2021.102041>
- Keskin, Ş., Şirin, Y., Çakir, H. E., & Keskin, M. (2019). Una investigación de *Humulus lupulus* L.: Composición fenólica, capacidad antioxidante y propiedades inhibitoras de enzimas clínicamente importantes. *South*

African Journal of Botany, 120, 170-174.

<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.04.017>

Lucas, S. S., & Humberto, F. (2023). *Evaluación del aprovechamiento de los productos forestales no madereros en las comunidades de Andil y Joa Jipijapa, Manabí, Ecuador* [bachelorThesis, Jipijapa-Unesum].

<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5321>

Luo, J., Pan, Q., Chen, Y., Huang, W., Chen, Q., Zhao, T., Guo, Z., Liu, Y., & Lu, B. (2024). Estabilidad durante el almacenamiento y mecanismo de degradación del xantohumol en *Humulus lupulus L.* y cerveza. *Food Chemistry*, 437, 137778. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137778>

Mahboubi, M. (2021). *Aceite esencial de Mentha spicata L.*, fitoquímica y su eficacia en las flatulencias. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 11(2), 75-81. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2017.08.011>

Panta, J. R. A. (s. f.). *Se autoriza la reproducción total o parcial con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.*

Párraga Maquilón, J. S., & Zapata Zambrano, C. E. (2022). *Evaluación de cerveza artesanal tipo ale con dos tipos de lúpulo y uso de mucílago de cacao (Theobroma cacao L.) como sustituto parcial de la levadura.*

<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6696>

Rivero-Guerra, A. O. (2021). Uso tradicional de especies de plantas en trece provincias de Ecuador. *Collectanea Botanica*, 40, e002-e002.

<https://doi.org/10.3989/collectbot.2021.v40.002>

Saba, I., Anwar, F., Ahmad, N., Iqbal, M., Abbas, A., Iqbal, S., Nazir, A., & Al-Mijalli, S. H. (2024). Aceite esencial de hojas de menta verde (*Mentha spicata* L.): Atributos biológicos y de composición comparativos en función de diferentes regiones agroclimáticas. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 56, 102984. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102984>

Santacruz Salas, A. P., Pereira Antunes, M. L., Gomez Herrera, S., Vélez, J. A., & Mancini, S. D. (2023). Sostenibilidad en la industria cervecera: Una revisión crítica de los residuos generados y su gestión. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 21(2 (Julio-Diciembre)), 161-177. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9138824>

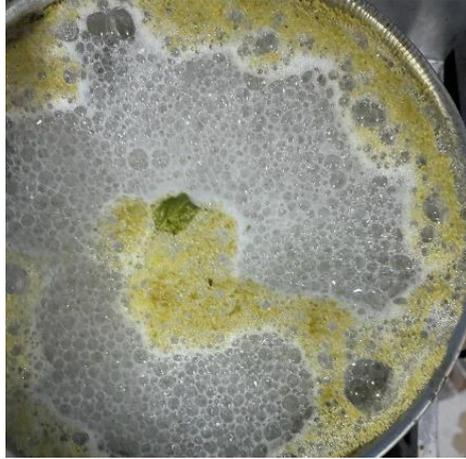
Spies, J. A. (2019). *Estudo sobre a isomerização de alfa-ácidos de lúpulo na produção de cerveja artesanal em diferentes condições de processo*. <http://hdl.handle.net/10737/2312>

Torres Rodríguez, D., & Castaño, D. B. (2017). Sustitución parcial del lúpulo (*Humulus lupulus*) por cidrón (*Aloysia citrodora*) en la elaboración de cerveza artesanal. *Ingeniería de Alimentos*. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/54

Vera, J. W. T., & Rosado, G. M. Z. (2018). *TUTOR: ING. DAVID MOREIRA VERA, Mg.*

Anexos

Anexo 1. Cocción del mosto



Anexo 2. Fermentación del mosto



Anexo 3. Maduración



Anexo 4. Análisis de panel sensorial





Anexo 5. Desgasificación y filtrado de la muestra



Anexo 6. Análisis fisicoquímicos





Anexo 7. Requisitos de la NTE INEN 2262

TABLA 1. Requisitos fisicoquímicos

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Contenido alcohólico a 20°C	% (v/v)	2,0	5,0	NTE INEN 2 322
Acidez total, expresado como ácido láctico	% (m/m)	-	0,3	NTE INEN 2 323
Carbonatación	Volúmenes de CO ₂	2,2	3,5	NTE INEN 2 324
pH	-	3,5	5,0	NTE INEN 2 325
Contenido de hierro	mg/dm ³	-	0,2	NTE INEN 2 326
Contenido de cobre	mg/dm ³	-	1,0	NTE INEN 2 327
Contenido de zinc	mg/dm ³	-	1,0	NTE INEN 2 328
Contenido de arsénico	mg/dm ³	-	0,1	NTE INEN 2 329
Contenido de plomo	mg/dm ³	-	0,1	NTE INEN 2 330