



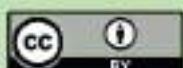
Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

[Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Tesis

Elaboración de cerveza artesanal a partir de frutas tropicales

Para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autores:

Segundo Arturo Cornejo López

<https://orcid.org/0000-0002-2040-5625>

Albert Moacyr Tapullima Marreros

<https://orcid.org/0000-0002-1066-1166>

Asesor:

Ing. Dr. Manuel Fernando Coronado Jorge

<https://orcid.org/0000-0002-3263-6869>

Tarapoto, Perú

2024



FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Tesis

Elaboración de cerveza artesanal a partir de frutas tropicales

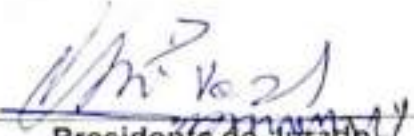
Para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial

Presentado por:

Segundo Arturo Cornejo López

Albert Moacyr Tapullima Marreros


Sustentado y aprobado el 04 de diciembre del 2024, por los siguientes jurados:



Presidente de Jurado
Ing. M. Sc. Ángel Chávez Salazar



Secretario de Jurado
Ing. M. Sc. Arbel Dávila Rivera



Vocal de Jurado
Ing. Dr. Víctor Hugo Muñoz Delgado



Asesor
Ing. Dr. Manuel Fernando Coronado Jorge

Tarapoto, Perú
2024



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN CONDUCENTE A GRADOS
Y TÍTULOS N° 035-2024

Jurado reconocido con Resolución N° 042-2024-UNSM/FIAI-D/NLU.

A las 08:30 horas del cuatro de diciembre de 2024, en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial – Ciudad Universitaria, inició el acto público de sustentación del trabajo de tesis “ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A PARTIR DE FRUTAS TROPICALES”, para optar el título profesional de INGENIERO AGROINDUSTRIAL, presentado por los Bach. SEGUNDO ARTURO CORNEJO LÓPEZ y Bach. ALBERT MOACYR TAPULLIMA MARREROS.

Instalada la Mesa Directiva conformada por Ing. M. Sc. Ángel CHAVEZ SALAZAR (presidente), Ing. Mtro. Arbel DÁVILA RIVERA (secretario), Ing. Dr. Víctor Hugo Muñoz García (vocal), acompañado por el Ing. Dr. Manuel Fernando CORONADO JORGE (asesor); el presidente del jurado dirigió brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la Resolución N° 042-2024-UNSM/FIAI-D/NLU.

Seguidamente los autores expusieron el trabajo de investigación y el jurado evaluador realizó las preguntas pertinentes, respondidas por los sustentantes y eventualmente, con la venia del jurado, y aclaraciones del asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas, el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia de los sustentantes y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG-CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue Dieciocho (18).

De acuerdo con el Artículo 40° del RG-CTI, la nota obtenida es Dieciocho y correspondiente a la calificación de MUY BUENO. Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que los autores deberán corregir y alcanzar al jurado en un plazo máximo de treinta (30) días calendario.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de Sustentaciones N° 001-2024 de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

Firman los integrantes del jurado calificador y los autores del trabajo de investigación en señal de conformidad, dando por concluido el acto de sustentación a las 09:30 horas, el mismo día 04 de diciembre de 2024.


Ing. M. Sc. Ángel Chávez Salazar
Presidente


Ing. Mtro. Arbel Dávila Rivera
Secretario


Ing. Dr. Víctor Hugo Muñoz García
Vocal


Ing. Dr. Manuel Fernando Coronado Jorge
Asesor


Bach. Segundo Arturo Cornejo López
Autor


Bach. Albert Moacyr Tapullima Marrer
Autor

Declaratoria de Autenticidad




Segundo Arturo Cornejo López, con DNI N° 75935875 y Albert Moacyr Tapullima Marreros con DNI N° 75394986, egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, autores de la tesis titulada: **Elaboración de cerveza artesanal a partir de frutas tropicales.**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas, siguiendo las normas APA actuales
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 4 de diciembre de 2024.

			
Segundo Arturo Cornejo López DNI N° 75935875		Albert Moacyr Tapullima Marreros DNI N° 75394986	

Ficha de identificación

<p>Título del proyecto Elaboración de cerveza artesanal a partir de frutas tropicales</p>	<p>Área de investigación: Ingeniería Agroindustrial Línea de investigación: Productos agroindustriales Sublínea de investigación: Desarrollo de tecnología de productos agroindustriales Grupo de investigación: (indicar Resolución) Tipo de investigación: Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autor: Segundo Arturo Cornejo López Albert Moacyr Tapullima Marreros</p>	<p>Facultad de Ingeniería Agroindustrial Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial https://orcid.org/0000-0002-2040-5625 https://orcid.org/0000-0002-1066-1166</p>
<p>Asesor: Ing. Dr. Manuel Fernando Coronado Jorge</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ingeniería Agroindustrial Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial Unidad o Laboratorio Ingeniería Agroindustrial https://orcid.org/0000-0002-3263-6869</p>

Dedicatoria

Primeramente a mi familia por el constante apoyo incondicional y a las personas que me apoyaron y encaminaron por la correcta senda hasta lograr mis objetivos.

Arturo

A mis padres, hermanos y personas que me apoyaron y dieron ánimos a seguir encaminando en lograr a llegar mis objetivos.

Albert

Agradecimientos

A los docentes por formarnos y apoyarnos a ser mejores profesionales y superar las dificultades que puedan presentarse

Al Ing. Dr. Manuel Fernando Coronado Jorge, por su apoyo incondicional en la elaboración de esta investigación.

Índice general

Ficha de identificación	6
Dedicatoria	7
Agradecimientos.....	8
Índice general.....	9
Índice de tablas	11
Índice de figuras	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN.....	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes de la investigación	17
2.2. Fundamentos teóricos	19
2.2.1.Generalidades de la cerveza	19
2.2.2.Cerveza artesanal.....	20
2.2.3.Clasificación de la cerveza	20
2.2.4.Insumos de la cerveza artesanal	21
2.2.5.Procedimiento de elaboración de cerveza artesanal.....	22
2.2.6.Naranja.....	24
2.2.7.Mandarina	26
2.2.8.Piña	26
2.3. Definición de términos básicos	27
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación.....	29
3.1.1.Contexto de la investigación	29
3.1.2.Periodo de ejecución	29
3.1.3.Autorizaciones y permisos.....	29
3.1.4.Control ambiental y protocolos de bioseguridad	30
3.1.5.Aplicación de principios éticos internacionales	30

	10
3.2. Sistema de variables	30
3.2.1. Variables independientes.....	30
3.2.2. Variables dependientes	30
3.3. Procedimiento de la investigación	31
3.3.1. Caracterización física química de cada tratamiento de cerveza artesanal ..	31
3.3.2. Realizar un análisis sensorial de cada uno de los 6 tratamientos	37
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1. Caracterización físico química de cada tratamiento de cerveza artesanal	38
4.1.1. Caracterización de los sólidos solubles	38
4.1.2. Caracterización de la densidad.....	40
4.1.3. Caracterización del pH	42
4.1.4. Caracterización de la acidez.....	43
4.1.5. Caracterización de los grados de alcohol	44
4.2. Evaluación sensorial de cada uno de los tratamientos de cerveza artesanal	47
4.2.1. Evaluación sensorial del atributo acidez	47
4.2.2. Evaluación sensorial del atributo color.....	48
4.2.3. Evaluación sensorial del atributo olor.....	49
4.2.4. Evaluación sensorial del atributo sabor.....	50
4.2.5. Evaluación sensorial del atributo amargor	51
CONCLUSIONES.....	53
RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
ANEXOS	59

Índice de tablas

Tabla 1 Descripción de variables por objetivo específico	30
Tabla 2 Proporciones de insumos de los tratamientos 1 y 2	34
Tabla 3 Proporciones de insumos de los tratamientos 3 y 4	34
Tabla 4 Proporciones de insumos de los tratamientos 5 y 6	35
Tabla 5 Tratamientos del proyecto de investigación	36
Tabla 6 Determinación de código para cada muestra	37
Tabla 7 Caracterización fisicoquímica de la cerveza artesanal y sus tratamientos.....	38
Tabla 8 Análisis de varianza de los sólidos solubles.....	38
Tabla 9 Diferencia de medias de los sólidos solubles	39
Tabla 10 Análisis de varianza de la densidad	40
Tabla 11 Diferencia de medias de la densidad.	41
Tabla 12 Análisis de varianza del pH.....	42
Tabla 13 Diferencia de medias del pH de la cerveza artesanal.....	42
Tabla 14 Análisis de varianza de la acidez de la cerveza artesanal	43
Tabla 15 ANOVA grados de alcohol	44
Tabla 16 Cuadro tukey de porcentaje de alcohol de la cerveza artesanal.....	44
Tabla 17 Diferencia de medias del alcohol por la prueba DMS.....	45
Tabla 18 Análisis de varianza del análisis sensorial del atributo acidez	48
Tabla 19 Análisis de varianza del análisis sensorial del atributo color.....	49
Tabla 20 Análisis de varianza del análisis sensorial del atributo olor	50
Tabla 21 Análisis de varianza del análisis sensorial del atributo sabor	51
Tabla 22 Análisis de varianza del análisis sensorial del atributo amargor	52

Índice de figuras

Figura 1	Flujograma de elaboración de cerveza artesanal.....	31
Figura 2	Ficha de análisis sensorial.....	37
Figura 3	Grado de aceptación del atributo acidez.....	47
Figura 4	Grado de aceptación del atributo color.	48
Figura 5	Grado de aceptación del atributo olor.	50
Figura 6	Grado de aceptación del atributo sabor.	51
Figura 7	Grado de aceptación del atributo amargor	52

RESUMEN

Elaboración de cerveza artesanal a partir de frutas tropicales

En la presente investigación, el objetivo principal fue elaborar seis tratamientos de cerveza artesanal mediante la adición de pericarpios de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y piña (*Ananas comosus*). Se analizaron las propiedades físico-químicas de cada uno de los tratamientos y, posteriormente, se realizó un análisis sensorial para determinar el mejor tratamiento de cerveza. Para ello, se aplicó una metodología mixta, tanto cualitativa como cuantitativa, con un diseño experimental. Los resultados mostraron que se lograron elaborar los seis tratamientos de cerveza artesanal y que existieron diferencias significativas en las propiedades físico-químicas, como los sólidos solubles, la densidad, el grado de alcohol y el pH. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en la acidez. En el análisis sensorial, se determinó que el tratamiento preferido por los panelistas fue el tratamiento 5, correspondiente a la cerveza artesanal con la adición de 100 g de pericarpio de piña, destacándose en atributos como acidez, sabor, olor y amargor. Se concluye que, se encontraron diferencias significativas en las propiedades físico-químicas en los 6 tratamientos de la cerveza artesanal, y el tratamiento con 100 g de pericarpio de piña fue el preferido en el análisis sensorial.

Palabras clave: Análisis sensorial, *Ananas comosus*, Cerveza artesanal, *Citrus reticulata* y *Citrus sinensis*.

ABSTRACT

Craft beer brewing using tropical fruits

The main objective of this research was to develop six craft beer treatments by adding pericarp from orange (*Citrus sinensis*), mandarin (*Citrus reticulata*), and pineapple (*Ananas comosus*). The physicochemical properties of each treatment were analyzed, followed by a sensory analysis to determine the best beer treatment. A mixed methodology, both qualitative and quantitative, with an experimental design, was applied. The results showed that all six craft beer treatments were successfully developed, with significant differences in physicochemical properties such as soluble solids, density, alcohol content, and pH. However, no significant differences were observed regarding acidity. The sensory analysis determined that the preferred treatment among the panelists was treatment 5, corresponding to the craft beer with the addition of 100 g of pineapple pericarp, standing out in attributes such as acidity, flavor, aroma, and bitterness. In conclusion, significant differences in physicochemical properties were found among the six craft beer treatments, with the treatment containing 100 g of pineapple pericarp being the most preferred in the sensory analysis.

Keywords: Sensory analysis, *Ananas comosus*, Craft beer, *Citrus reticulata*, *Citrus sinensis*.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

La producción de cerveza artesanal ha experimentado un crecimiento significativo a nivel mundial en los últimos años. Este sector ha experimentado un resurgimiento debido al interés creciente de los consumidores en sabores más diversos, productos locales y la apreciación de la calidad y la artesanía.

En nuestro país, encontramos una gran cantidad de cervecerías artesanales distribuidas en diversas regiones del Perú, como por ejemplo en Lima, la capital, es especialmente conocida por que alberga una gran cantidad de cervecerías artesanales, sin embargo, también hay un crecimiento significativo en otras ciudades importantes como Arequipa, Cusco y Trujillo, así como en las regiones rurales.

El consumo de cervezas artesanales ha ganado popularidad tanto en Latinoamérica como en todo el mundo, ya que brinda a las personas una experiencia enriquecedora que involucra aspectos tanto racionales como emocionales. Al disfrutar de estas cervezas, se tiene la oportunidad de descubrir una amplia variedad de sabores, aromas y texturas. En la actualidad, el mercado de la cerveza artesanal peruana en Lima Moderna ha experimentado un crecimiento notable. Cada vez es más común encontrar anuncios y conversaciones sobre nuevas marcas, sabores, estilos y lugares donde se puede disfrutar de esta bebida de calidad (De Lama, 2019).

Cabe resaltar que, según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2022), la región San Martín cuenta con un área de 51 253,31 km², se encuentra en la faja de la selva del Perú, de la cual su capital es Moyobamba, sin embargo, la ciudad mas poblada es Tarapoto.

Además, Tarapoto es considerada una de las ciudades donde existe una mayor cantidad de turistas, los cuales disfrutan de las diversidades culturales y culinarias propias de la zona, por lo tanto, la elaboración de cerveza artesanal contribuiría de manera positiva tanto al turismo como a generar mayores ingresos a la región.

La naranja es una fruta cítrica ampliamente cultivada en San Martín, puesto que existen zonas con condiciones climáticas ideales para su desarrollo, lo que resulta en naranjas jugosas y sabrosas. Además de ser una fuente importante de vitamina C, la naranja es apreciada por su sabor refrescante y sus propiedades antioxidantes, lo cual resultaría atractivo al momento de adicionar su esencia en la cerveza artesanal.

Asimismo, San Martín cuenta con variedades de mandarinas de excelente calidad, que son apreciadas por su sabor dulce y aromático, la mandarina es una fuente de vitamina C y fibra, y se consume tanto fresca como en jugos y postres. También se resalta que la piña, es fuente de vitamina C, manganeso y bromelina.

Aunque lo que se espera de estos frutales, es el uso del pericarpio para la elaboración de cerveza artesanal, puesto que son frutales con gran consumo por su dulzor y aroma, además de sus propiedades benéficas para el organismo, logrando de esta manera que tengan un mejor recibimiento en el mercado.

Este trabajo de investigación tuvo por objetivo general:

- Elaborar 6 tratamientos de cerveza artesanal con la adición del pericarpio de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y piña (*Ananas comosus*).

Tuvo como objetivos específicos:

- Caracterizar física y químicamente cada tratamiento de cerveza artesanal.
- Realizar un análisis sensorial de cada uno de los 6 tratamientos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Guerrero (2022), en su investigación titulada “Elaboración de cerveza artesanal con pulpa de naranjilla (*Solanum quitoense lam.*) y maracuyá (*Pasiflora edulis*)”, el objetivo principal de este estudio fue proponer una opción alternativa de consumo para la cerveza artesanal American IPA, mediante la incorporación de pulpas de naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*) y maracuyá (*Pasiflora edulis*). Se realizaron cuatro tratamientos con diferentes concentraciones de pulpa, seguidos de análisis físico-químicos y microbiológicos para cada uno. Además, se llevó a cabo una evaluación sensorial. Al finalizar la investigación, se llegó a la conclusión de que el tratamiento 3 (T3: 25% de pulpa de naranjilla, 75% de pulpa de maracuyá) presentaba las características más adecuadas para su consumo. Este tratamiento destacó por su apariencia, cuerpo, color, aroma, sabor, amargor y frescura, lo que lo convierte en un producto de calidad y seguro para su disfrute.

Correa et al. (2020), en su artículo denominado “Implementación de pulpa de mango en la elaboración de una cerveza artesanal”, el objetivo principal de este estudio fue evaluar cómo la adición de pulpa de mango afecta la formulación de una cerveza artesanal Pale Ale, específicamente del estilo Golden Light, fermentada con levadura de baja fermentación. Se compararon diferentes concentraciones de pulpa de mango, incluyendo 0%, 2.5% y 5% en peso, para determinar su efecto. Los resultados de la evaluación sensorial de las cervezas elaboradas indicaron que la adición de pulpa de mango al 5% generó una mayor aceptación en comparación con la cerveza sin mango e incluso en comparación con una cerveza comercial utilizada como referencia.

Castillo y Lozano (2020), en su investigación nombrada “Evaluación de la adición de gulupa como ingrediente adjunto, para la producción de una cerveza artesanal tipo ale”, su objetivo consistió en evaluar los efectos de la inclusión de gulupa (*Passiflora pinnatistipula*) como ingrediente adicional en una cerveza artesanal tipo Ale producida en la microcervecería "La Verónica". El propósito era establecer una receta para esta bebida, lo cual se logró mediante la realización de un análisis físico y antimicrobiano que resultó exitoso al demostrar la eficacia en la reducción de la carga microbiana sin perjudicar las características organolépticas de la fruta, además, se determinó que la etapa óptima para incorporar la gulupa al proceso cervecero era durante la fase de maduración, respaldado por un panel sensorial, concluyeron que, se comprobó que la

adición de gulupa durante la etapa de maduración de la cerveza proporciona las mejores cualidades organolépticas, según la evaluación realizada por el panel sensorial.

León (2019), en su tesis designada como “Evaluación de la concentración de lúpulo y miel de abeja en la elaboración de cerveza artesanal a base de malta de quinua (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus*)”, El objetivo principal de la investigación fue evaluar la influencia de la concentración de lúpulo y miel de abeja en la elaboración de una cerveza artesanal utilizando mal de quinua y amaranto como ingredientes base. Para lograrlo, se emplearon cebada y adjuntos cerveceros, como malteados tipo caramelo de quinua (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus*), respectivamente, para producir una cerveza en el estilo Pale Ale. Se realizaron pruebas para determinar cómo dos factores clave, el lúpulo y la miel de abeja, afectaban las características del producto final. Al finalizar el estudio, se llegó a la conclusión de que la mezcla T7, compuesta por 0,5 g/L de lúpulo y 9 g/L de miel de abeja, fue la más aceptada en términos de sabor y preferencia, según la evaluación realizada por un panel de catadores con cierta experiencia.

Galarza (2018), en su tesis denominada “Elaboración de cerveza Amber Ale de alta fermentación saborizada y aromatizada con frutas y plantas aromáticas ecuatorianas”, el objetivo principal de este estudio fue desarrollar una cerveza tipo Amber Ale con sabores y aromas mejorados a través de la inclusión de frutas y plantas aromáticas, asegurando al mismo tiempo la seguridad alimentaria y la aceptación por parte de los consumidores; la experimentación se llevó a cabo en tres etapas, al finalizar el proceso, se concluyó que la formulación más exitosa consistía en una combinación de un 45% de uvilla, un 45% de naranjilla, un 5% de hierba luisa y un 5% de cedrón, en una presentación de 330 ml de la bebida, esta formulación logró satisfacer tanto los gustos como los estándares de seguridad requeridos.

Agudelo y Vargas (2018), en su investigación titulada “Evaluación de la producción de cerveza artesanal "Tawala" usando kiwi como fruta adicional”, el objetivo principal fue evaluar la producción de la cerveza artesanal "Tawala" mediante la adición de kiwi como fruta adicional, realizaron una descripción detallada de las etapas esenciales del proceso de elaboración, como la maceración, lupulización y fermentación, y se determinó el momento óptimo para incorporar el kiwi a la cerveza base, buscando realzar su sabor y aroma. Se llevaron a cabo dos experimentos para ajustar el producto, evaluando meticulosamente su color, sabor y aroma, con el fin de satisfacer el paladar de los catadores seleccionados. Como resultado, concluyeron que la etapa más adecuada para agregar el kiwi es durante la fermentación, decisión respaldada por

pruebas sensoriales que demostraron una mejora notable en los atributos de sabor y aroma de la fruta, sin afectar la estructura principal de la cerveza.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Generalidades de la cerveza

De acuerdo con Zúñiga (2013), la cerveza es una bebida con un nivel moderado de alcohol que se produce a través de un proceso de fermentación controlada, este proceso implica el uso de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, que actúa sobre un mosto preparado con agua que cumple con las características físico-químicas y bacteriológicas adecuadas; el mosto se compone principalmente de malta de cebada, ya sea de forma exclusiva o mezclada con otros ingredientes llamados adjuntos. Además, se agrega lúpulo y/o sus derivados para añadir sabor y aroma característicos a la cerveza.

Soria (2017), añade que la cerveza, se trata de una bebida con un nivel reducido de alcohol, obtenida mediante un proceso de fermentación natural controlada, este proceso se lleva a cabo utilizando levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, el mosto utilizado para la fermentación se elabora con agua que cumple con las características físico-químicas y bacteriológicas adecuadas. Además, se utiliza cebada malteada, ya sea sola o en combinación con otros ingredientes, y se añade lúpulo y/o sus derivados.

En cambio, Correa et al. (2020), señalan que, la producción de cerveza es una actividad de larga tradición que ha evolucionado considerablemente en las últimas décadas, especialmente en lo que concierne a la selección de ingredientes utilizados. Estos cambios, junto con modificaciones en el proceso de fermentación, han generado una amplia diversidad de cervezas con perfiles de sabor y características únicas. Estas cervezas artesanales, elaboradas por pequeñas empresas, han tenido un impacto relevante en la economía de numerosas comunidades.

Toledo y López (2020), menciona que, la cerveza es una bebida alcohólica no destilada, de sabor amargo, que se produce a partir de granos de cebada u otros cereales. Estos granos son sometidos a modificaciones y luego fermentados en agua, siendo comúnmente aromatizados con lúpulo. La diversidad de la cerveza es amplia, presentando una variedad de tonalidades que van desde el ámbar hasta el amarillo oro o el negro, pasando por tonos marrones rojizos. Esto se debe a las diferentes técnicas de elaboración y los ingredientes utilizados en su producción.

2.2.2. Cerveza artesanal

La cerveza artesanal se rige por la Ley de Pureza Alemana de 1516, que establece que solo se puede utilizar malta de cebada en su producción, esto la diferencia de las cervezas industriales, las cuales suelen incorporar mezclas de malta de cebada con cereales adjuntos como arroz o maíz para reducir costos, a diferencia de las cervezas industriales, la cerveza artesanal se considera saludable debido a su valor nutricional y se destaca por su alta calidad; en cambio, las cervezas industriales suelen contener aditivos como antioxidantes y estabilizantes, sin prestar suficiente atención a la calidad del producto y alejándose de la autenticidad de una verdadera cerveza artesanal. Además, las cervezas industriales no suelen recibir el tiempo de maduración adecuado debido a la alta demanda, lo que afecta su calidad, ya que se embotellan rápidamente y se ponen a la venta (Zúñiga, 2013).

Galarza (2018), indica que en general, las cervezas artesanales se distinguen por estar elaboradas con malta de cebada, lúpulo y agua. Sin embargo, a nivel internacional, se han introducido variedades de cerveza que incorporan otros ingredientes como cereales, hierbas aromáticas y frutas, lo que les brinda un carácter único y novedoso.

2.2.3. Clasificación de la cerveza

De acuerdo con Tucumbi (2022), las diferentes variedades de cerveza pueden ser categorizadas según el método de fermentación empleado, tales como la fermentación alta (conocida como Ale), la fermentación baja (conocida como Lager) y la fermentación espontánea (conocida como Lambic).

Así mismo lo mencionan Camelo-Díaz et al. (2022), quienes indican que la cerveza se clasifica en:

Lager: Las cervezas lager se distinguen por utilizar levaduras que se depositan en el fondo del tanque al final del proceso de fermentación. Tienen un contenido de alcohol que varía entre 4 y 13 grados, con sabores y colores menos intensos. Por esta razón, son las cervezas más populares a nivel mundial.

Ale: Las cervezas ale se elaboran utilizando levaduras que, al concluir la fermentación, se acumulan en la parte superior de los tanques. Tienen un contenido de alcohol que oscila entre 2.5 y 10 grados, y presentan sabores y colores más intensos en comparación con las cervezas lager.

Lambic: Las cervezas lambic se caracterizan por exponerse al ambiente, permitiendo que las levaduras y bacterias presentes realicen la fermentación de manera no controlada, a diferencia de las lagers y ale.

2.2.4. Insumos de la cerveza artesanal

Según Páez (2019), indica que, en términos generales, la producción de cerveza artesanal se basa en el uso de ingredientes naturales como agua, malta, lúpulo, levadura y azúcar.

2.2.4.1. Agua

El agua juega un papel fundamental en el proceso de elaboración de la cerveza, ya que constituye el ingrediente más abundante, representando más del 95% en peso de la cerveza. Debido a esta proporción, su influencia en la calidad del producto final es de vital importancia (Páez, 2019).

Los productores de cerveza son conscientes de la relevancia de los minerales presentes en el agua para la elaboración de la bebida, sin embargo, son capaces de adaptar el proceso de producción en función de los minerales presentes en cualquier tipo de agua que cumpla con los estándares de calidad requeridos para el consumo humano (García, 2015).

2.2.4.2. Cebada

En todo el mundo, la cebada es el cereal más utilizado en la fabricación de cerveza artesanal debido a su alta aceptación. Su nombre biológico, *Hordeum vulgare*, provee el almidón esencial necesario para la producción de cerveza, el cual se transforma en extracto fermentable en la sala de maceración durante el proceso de elaboración (Páez, 2019).

García (2015), manifiesta que, la malta es un ingrediente fundamental en la producción de cerveza, ya que aporta características de sabor y color, así como la mayoría de los componentes proteicos solubles que contribuyen a la estabilidad de la espuma. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo controles precisos de temperatura y tiempo durante el proceso de malteado.

Según Páez (2019), dentro de la cebada existen los tipos de malta los cuales se clasifican en:

- **Maltas Base:** Son las maltas más claras utilizadas en la elaboración de cerveza, gracias a su exposición a bajas temperaturas, tiempos cortos y horneado breve.

➤ **Maltas Caramelo:** También conocidas como maltas Cristal en inglés y Caramel en América. Estas maltas se obtienen sin secar la malta verde, sino que se someten directamente a un tostado después de la germinación para lograr el carácter caramelizado deseado.

➤ **Maltas Tostadas o Torrefacta:** Estas maltas se producen al hornear maltas base completamente secas a temperaturas superiores a 170°C. A medida que la temperatura aumenta, la reacción de Maillard se intensifica en detrimento de la caramelización, lo que resulta en granos con colores oscuros y sabores que evocan notas de tostado, nueces o galletas.

2.2.4.3. Lúpulo

Según García (2015), alega que, el lúpulo, extraído de la planta *Humulus lupulus*, es un componente natural que aporta el amargor y parte del aroma a la cerveza. Puede utilizarse en forma de flores vegetales o en forma de extracto.

El lúpulo es un componente esencial en la producción de cerveza artesanal, según lo establecido por la Ley de Pureza Alemana de la Cerveza. Su nombre biológico es *Humulus lupulus L.*, "estas variedades contienen resinas amargas y aceites volátiles que aportan a la cerveza los componentes amargos y aromáticos" (Páez, 2019).

2.2.4.4. Levadura

En el ámbito de la fabricación de cerveza artesanal, existen diferentes tipos de levadura utilizados. Estas levaduras se distinguen por su amplia variedad de cepas y, en general, se dividen en dos grupos principales: levaduras de fermentación alta y levaduras de fermentación baja (Páez, 2019).

2.2.5. Procedimiento de elaboración de cerveza artesanal

De acuerdo con Mantell (2013), el proceso general de producción de cerveza consta de varias etapas, todas ellas esenciales e indispensables, lo cual se muestra a continuación:

2.2.5.1. Recepción

Comienza con la recepción de los granos, como la malta y otros cereales no malteados llamados adjuntos, ya sea a granel o en sacos, en la planta cervecera.

2.2.5.2. Molienda

La cebada malteada se muele previamente para romper el endospermo, procurando causar el menor daño posible a la cáscara del grano. Al mismo tiempo, el agua utilizada en la elaboración de la cerveza se somete a diferentes procedimientos de tratamiento.

2.2.5.3. Maceración

Después de la molienda, la harina resultante (llamada sémola, harina gruesa o harina fina, según su paso por distintos tamices y la cáscara desprendida del grano) se mezcla con agua a temperaturas específicas durante el proceso de maceración. Esto permite liberar un extracto fermentable mediante la acción enzimática, que servirá como sustrato para las levaduras durante la fase de fermentación, también se pueden agregar adjuntos, como maíz o arroz, como fuente adicional de carbohidratos tanto en la caldera de maceración como en la cuba de cocción, donde se añaden sacarosa o jarabe de glucosa/maltosa.

2.2.5.4. Cocción

Durante la etapa de filtración del mosto, este se separa del residuo sólido llamado bagazo, que puede ser utilizado como alimento para el ganado. A continuación, el mosto se lleva a ebullición junto con el lúpulo en la etapa de cocción. Durante esta fase, se producen diversas reacciones complejas, entre las que se encuentra la solubilización e isomerización de las sustancias amargas y los aceites presentes en el lúpulo.

2.2.5.5. Clarificado

Posteriormente, se separa un grueso coágulo de materia proteínica conocido como "turbios calientes" del mosto debido al efecto del calor. El mosto se clarifica en un recipiente llamado remolino o whirlpool, donde se separa el precipitado proteínico.

2.2.5.6. Enfriado

Luego, el mosto se enfría hasta alcanzar la temperatura adecuada para la inoculación de la levadura, que dependerá del tipo de levadura utilizada.

2.2.5.7. Fermentado

El mosto ingresa a la fase de fermentación, donde la levadura se encarga de convertir los azúcares fermentables en alcohol y dióxido de carbono (CO₂).

Según Gómez (2021), la cerveza se clasifica en diferentes tipos de fermentación: las variedades de fermentación alta y las de fermentación baja. Cada una de estas categorías tiene su propia temperatura de fermentación y características únicas que las diferencian de las demás.

- Fermentación alta: Se refieren como cervezas de fermentación alta o Ales a aquellas que exhiben claridad visualmente turbia, sin embargo, poseen fragancias complejas y sabores intensos. Estas cervezas emplean la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, la cual fermenta a temperaturas comprendidas entre 15 y 25 °C durante un período de 3 a 5 días. En general, estas cervezas se destacan por ser más gustosas, intrincadas y aromáticas.
- Fermentación baja: Las cervezas de fermentación baja, también conocidas como Lager, son aquellas que muestran una apariencia generalmente cristalina, sin presentar opacidad. En estas cervezas, los aromas a menudo son dominados por los lúpulos y ofrecen un sabor refrescante. Un aspecto destacado de las cervezas Lager es su capacidad para ser almacenadas durante extensos lapsos sin perder calidad.

2.2.5.8. Maduración y gasificación

Antes de que todos los azúcares se consuman por completo, la cerveza resultante de la fermentación se traslada a los tanques de guarda, donde se llevan a cabo procesos de clarificación, pasteurización y envasado.

Finalmente, la cerveza se embotella, etiqueta y está lista para su distribución.

2.2.6. Naranja

Como lo mencionan Angulo-Arias et al. (2018), la naranja es una fruta cítrica popular y sabrosa, pertenece a la familia Rutaceae y es conocida científicamente como "*Citrus sinensis*", es originaria de Asia y se cultiva en muchas partes del mundo debido a su sabor refrescante y sus beneficios para la salud.

De acuerdo con MIDAGRI (2022), la producción de naranja en el año 2022 en San Martín, es de 129 449,20 toneladas, con una superficie cosechada de 4 434,00 hectáreas cosechadas, cuenta con un total de 1 083 productores y su rendimiento promedio es de 29.19 toneladas por hectárea.

Variedades de la naranja:

Según Yances (2018), hay numerosas variedades de naranjas en todo el mundo, cada una con sus propias características distintivas en cuanto a sabor, color y temporada de cosecha, a continuación, se presenta algunas de las variedades:

- Naranja Navel: Es una de las variedades más populares y ampliamente cultivadas. Tiene un ombligo en el extremo opuesto al tallo, de ahí su nombre "navel" (ombligo en inglés). Las naranjas Navel son grandes, jugosas, fáciles de pelar y tienen

un sabor dulce y ligeramente ácido. Son excelentes para comer frescas y para hacer jugo.

- Naranja Valencia: Esta variedad es muy apreciada por su alta cantidad de jugo. Las naranjas Valencia tienen una pulpa jugosa, un sabor más ácido que las Navel y son ideales para hacer jugo fresco. Suelen ser más delgadas de piel y tienen una temporada de maduración más tardía.
- Naranja Jaffa: Originaria de Israel, la naranja Jaffa es una variedad dulce y jugosa. Tiene una piel fácil de pelar y se utiliza tanto para comer fresca como para hacer jugos.
- Naranja Sanguina Moro: Es una variedad de naranja sanguina que se caracteriza por su pulpa de color rojo intenso. La Moro es conocida por su sabor dulce y ligeramente ácido, y se utiliza en postres, ensaladas y jugos para agregar un toque de color.
- Naranja de Sevilla: Es una variedad de naranja amarga, también conocida como naranja agria. Tiene un sabor amargo y se utiliza principalmente para la producción de mermeladas, licores y en la cocina para preparar platos agridulces.

Características físico químicas de la cáscara de naranja

Tejada-Benítez et al. (2010), aducen que, la cáscara de naranja posee una serie de características físico-químicas que le confieren sus propiedades únicas. A continuación, se detallan algunas de estas características:

- Composición química: La cáscara de naranja contiene una amplia variedad de compuestos químicos, incluyendo aceites esenciales, flavonoides, terpenos, polifenoles, vitamina C, pectina, fibra dietética y antioxidantes.
- Aceites esenciales: La cáscara de naranja contiene aceites esenciales, como el d-limoneno, que le proporcionan su aroma distintivo. Estos aceites también tienen propiedades antimicrobianas y pueden ser utilizados en la producción de aceites esenciales comerciales.
- Acidez: La cáscara de naranja es ácida debido a la presencia de ácido cítrico. Esto le confiere su sabor característico y también puede actuar como conservante natural.
- Colorantes naturales: La cáscara de naranja contiene pigmentos naturales, como los carotenoides, que le dan su color naranja brillante. Estos pigmentos también tienen propiedades antioxidantes y pueden tener beneficios para la salud.
- Propiedades antioxidantes: La cáscara de naranja es rica en antioxidantes, que ayudan a neutralizar los radicales libres en el cuerpo y proteger las células contra el

estrés oxidativo. Estos antioxidantes pueden tener efectos beneficiosos para la salud y la prevención de enfermedades.

2.2.7. Mandarina

La mandarina según lo menciona Aguagüiña (2014), La mandarina es un cítrico muy consumido a nivel global debido a su valor nutricional y características físicas distintivas. Especialmente, la variedad Clementina es altamente demandada en los mercados internacionales por su fácil pelado, ausencia de semillas, tamaño compacto y sabor muy dulce. Suele ser utilizada como un snack tanto para niños como para adultos.

2.2.7.1. Características físico químicas de la cáscara de mandarina

Respecto a las características físico químicas de la cascara de mandarina, Orduz-Rodríguez et al. (2012), señala que, la cáscara de mandarina, también conocida como piel o zest, posee varias características físico-químicas que la hacen interesante desde diferentes perspectivas; las cuales se presentan a continuación:

- **Composición química:** La cáscara de mandarina contiene una variedad de compuestos químicos, como aceites esenciales, flavonoides, terpenos, limoneno, hesperidina y antioxidantes, entre otros. Estos componentes le confieren propiedades aromáticas, sabor amargo y potencial beneficio para la salud.
- **Aroma y sabor:** La cáscara de mandarina emana un aroma cítrico distintivo, característico de los aceites esenciales presentes en ella. También tiene un sabor amargo debido a la presencia de flavonoides y otros compuestos. Estas características se utilizan en la industria alimentaria para realzar el sabor y aroma de diversos productos.
- **Propiedades antioxidantes:** La cáscara de mandarina contiene antioxidantes naturales, como la hesperidina y los flavonoides, que ayudan a neutralizar los radicales libres y proteger las células del daño oxidativo. Estas propiedades antioxidantes pueden contribuir a la salud general y tener efectos protectores contra enfermedades crónicas.
- **Potencial uso en productos naturales:** Los compuestos presentes en la cáscara de mandarina han despertado interés en la industria de productos naturales, como cosméticos y productos de cuidado personal. Se utilizan en la elaboración de aceites esenciales, jabones, cremas y productos de belleza debido a sus propiedades aromáticas y beneficios para la piel.

2.2.8. Piña

Rodríguez et al. (2016), alegan que, la piña es una fruta tropical deliciosa y refrescante que se caracteriza por su sabor dulce y jugoso, es originaria de América del Sur, la piña

se ha cultivado en todo el mundo debido a su popularidad y versatilidad en la cocina; además, una de las características más destacadas de la piña es su contenido de bromelina, una enzima que puede ayudar en la digestión de proteínas y tiene propiedades antiinflamatorias.

2.2.8.1. Características físico químicas de la cáscara de piña

Según Murcia-Gutiérrez et al. (2015), la cáscara de piña, también conocida como piel o corteza, tiene varias características físico-químicas las cuales se describen a continuación:

- **Composición química:** La cáscara de piña contiene una variedad de compuestos químicos, como bromelina, enzimas proteolíticas, antioxidantes, fibra dietética, ácidos orgánicos (como el ácido cítrico y el ácido málico) y aceites esenciales.
- **Bromelina:** La cáscara de piña es conocida por su alto contenido de bromelina, una enzima proteolítica que puede ayudar en la digestión de las proteínas y tiene propiedades antiinflamatorias, la bromelina se utiliza en la industria alimentaria y en la medicina natural por sus posibles beneficios para la salud.
- **Potencial uso en productos naturales:** Los compuestos presentes en la cáscara de piña han despertado interés en la industria de productos naturales y cosméticos. Se utilizan en la elaboración de extractos y aceites esenciales de piña, que se utilizan en productos para el cuidado de la piel y el cabello debido a sus propiedades hidratantes y refrescantes.
- **Fibra dietética:** La cáscara de piña contiene fibra dietética, lo que puede ayudar a promover una buena digestión y contribuir a la salud del sistema gastrointestinal.

2.3. Definición de términos básicos

Análisis sensorial: Según Lawless y Heymann (2010), indican que “el análisis sensorial es una disciplina científica que evalúa, interpreta y comprende las características y propiedades de los productos a través de la percepción sensorial, involucrando los sentidos humanos como el gusto, el olfato, la vista, el tacto y el oído”.

Cerveza: De acuerdo con Rodríguez (2018), “la cerveza es una bebida alcohólica obtenida mediante la fermentación de cereales malteados, principalmente cebada, con agua y levadura, a la que se le añade lúpulo para conferir sabor, aroma y amargo”.

Levadura: Tsegaye (2016), señala que, “la levadura es un tipo de hongo unicelular que pertenece al género *Saccharomyces*. Es ampliamente utilizada en la industria alimentaria para la fermentación de productos como el pan, donde convierte los

azúcares en dióxido de carbono y alcohol, lo que resulta en la expansión y la textura deseada del pan”.

Lúpulo: Shellhammer (2018), define el lúpulo como "la flor femenina de la planta *Humulus lupulus*, es utilizado en la producción de cerveza para aportar amargor, aroma y sabor característicos”.

Pericarpio: Según Acosta (2016), “el pericarpio es el tejido del fruto que rodea las semillas y se origina a partir del desarrollo del ovario”.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. **Ámbito y condiciones de la investigación**

3.1.1. **Contexto de la investigación**

El trabajo de investigación se desarrollará en el laboratorio de química general de la Universidad Nacional de San Martín, sede Morales, en el laboratorio se obtendrán los datos fisicoquímicos de los tratamientos de cerveza artesanal, además de llevar a cabo el análisis sensorial de dichos tratamientos en el mismo lugar.

Ámbito de estudio: Morales

Ubicación política:

Lugar : Universidad Nacional de San Martín

Distrito : Morales

Provincia : San Martín

Región : San Martín

Ubicación geográfica:

Latitud Sur : 6°29'05"S

Longitud Oeste : 76°22'40"O

Altitud : 380 msnm

Factores climáticos:

Precipitación pluvial : 1200 mm

Temperatura máxima : 33°

Temperatura mínima : 19°

Humedad relativa : 75%

3.1.2. **Periodo de ejecución**

El proyecto de investigación cuenta con un lapso de duración de 9 meses

3.1.3. **Autorizaciones y permisos**

En este proyecto no aplica alguna autorización o permiso.

3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

No aplica para control ambiental, pero con los protocolos de bioseguridad se tendrá en cuenta los protocolos para la COVID-19.

3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales

El proyecto respetará los principios éticos internacionales. Sin embargo, para la ejecución de este proyecto no se va a contemplar las consideraciones especiales de los tratados internacionales.

3.2. Sistema de variables

3.2.1. Variables independientes

- Proporción de malta
- Proporción de pericarpio (naranja, mandarina y piña)

3.2.2. Variables dependientes

- Propiedades fisicoquímicas (pH, grados Brix, %acidez, grado alcohólico, densidad)
- Características sensoriales (acidez, amargor, olor, sabor, color)

Tabla 1

Descripción de variables por objetivo específico

Objetivo específico 1: Caracterizar física y químicamente cada tratamiento de cerveza artesanal.

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Caracterización física química de cerveza artesanal	- pH.	- Potenciómetro	- Escala 0-14
	- Sólidos solubles	- Refractómetro	- °Brix
	- % Acidez	- Medidor de acidez	- %
	- Grado de alcohol	- Alcohómetro	- % abv
	- Densidad	- Densímetro	- SG

Objetivo específico 2: Realizar un análisis sensorial de cada uno de los 6 tratamientos

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Análisis sensorial de cada tratamiento de cerveza	- Acidez	- Panelistas	- Escala hedónica
	- Amargor		
	- Olor	- Hoja de registro	
	- Sabor		

3.3. Procedimiento de la investigación

3.3.1. Caracterización física química de cada tratamiento de cerveza artesanal

Elaboración de cerveza artesanal

En la elaboración de la cerveza artesanal se tiene una cantidad de información respecto a sus procesos. Para poder realizarlo, se seguirá el flujograma mostrado en la Figura 1.

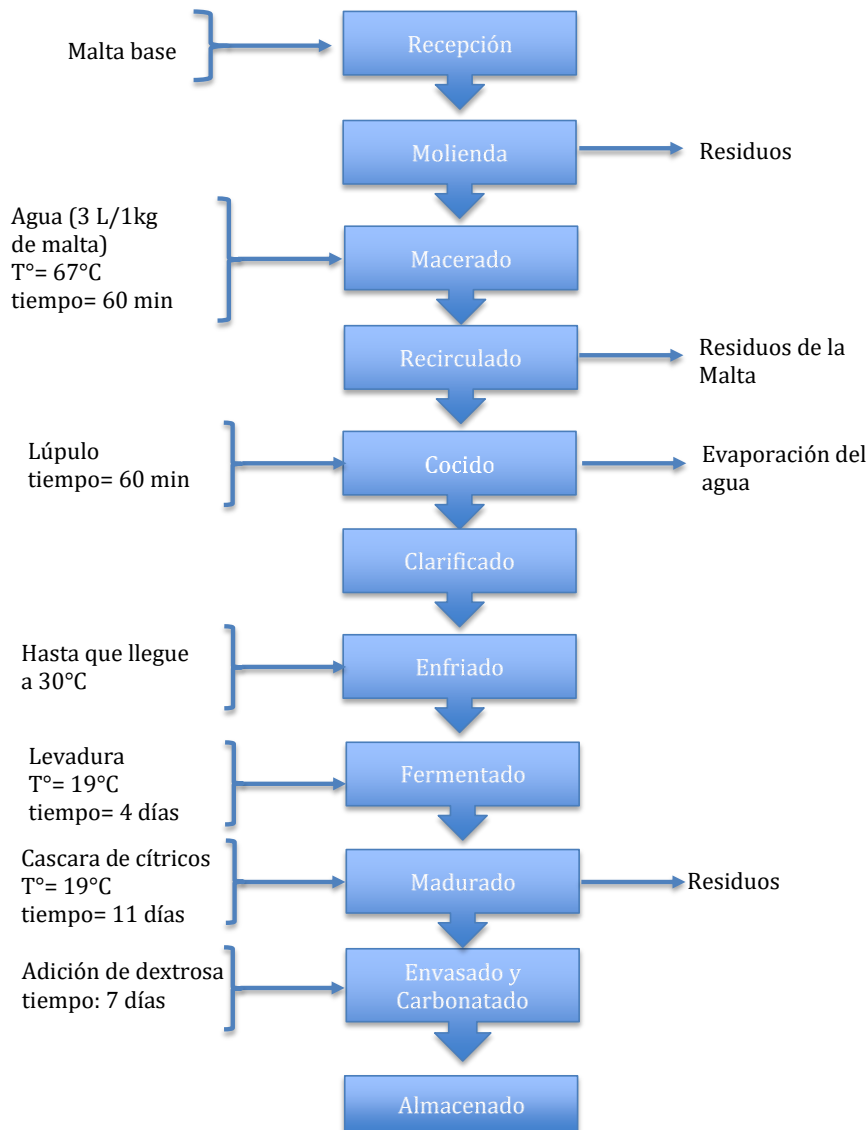


Figura 1

Flujograma de elaboración de cerveza artesanal.

Recepción de la materia prima

Se recepciona la malta, lo cual ya viene preparada, separada y pesada por cada tipo de malta a utilizar. Se mezcla cada tipo de malta y se pasa al siguiente proceso.

Molienda

Este proceso consiste en romper la cáscara de la malta para que así se pueda tener contacto con los almidones que contiene. Se tiene en cuenta que se debe romper, mas no reducir su tamaño, pues si se hace polvo todo el grano se pueden obtener sabores amargos y no característicos de la cerveza.

Macerado

Es un proceso importante dentro de la elaboración. En este pasan situaciones en las que determinan el color y el sabor que se obtendrá en la cerveza. Consiste en la mezcla de los granos de malta molidos significativamente y agua hirviendo. Se vierte agua en una olla, de preferencia una olla de acero inoxidable y con un caño puesto, y también poner una tela fina, para hacer como colador al grano. El agua se pone a calentar a 73°C, una vez llegado a esa temperatura se agrega la malta molida, poco a poco y evitando que se formen grumos. Se remueve constantemente hasta llegar a una temperatura de 67°C, que es propicio para el inicio del proceso asegurando que se mantenga a esa temperatura alrededor de 1 hora.

Recirculado

Después de una hora, se abre el caño para verificar el color de lo que resulta conocido como mosto. Al ver una coloración característica, se procede a realizar una aspersion suave del mosto por encima de la entrada de la olla, se puede usar una espumadera o un aspersor tipo ducha como apoyo en este proceso.

Cocción

Una vez recirculado el mosto, se retira la tela que contiene el bagazo (residuo dejado con las cáscaras de la malta) y dejando el mosto en la olla. Se debe aumentar el volumen de agua para así poder obtener un equilibrio de azúcares de las maltas con el agua. Se hierve el mosto, y al notar la presencia de burbujas de hervor se procede a tener tiempo de una hora. En este procedimiento, se realiza también el agregado del lúpulo. Este agregado se hace de acuerdo al tipo de amargor que se quiere obtener.

Clarificado

Después de una hora de cocción, se debe remover el mosto para así concentrar el residuo proteínico que contiene. Se utiliza un remo o cucharón para hacer eso y luego se deja reposar por 30 minutos.

Enfriado

Utilizando un serpentín de cobre acompañado en una tina con agua y hielo, se remueve el mosto para bajarlo a una temperatura de 22-25°C para así proceder a fermentar.

Fermentado

Una vez enfriado el mosto a la temperatura adecuada, se procede a agregar la levadura respectiva para así comenzar la fermentación. Se puede activar la levadura aparte, ya sea en 200 ml de agua hervida o directamente agregar en el mosto. Luego se tiene que esperar 4 días para ver cómo resulta la fermentación. Dejar el recipiente a una temperatura de 19°C.

Madurado

Se conoce también como acondicionado o madurado. Se trasvasa el mosto fermentado en otro para así separarlo del sedimento que se forma. Se tiene en cuenta que prosigue la fermentación, solo que se está dejando consistente el sabor y amargor de la cerveza como producto final. se mantiene la temperatura a 19°C por un tiempo de 15 días.

Carbonatado

Una vez fermentado y ya convertido en cerveza, se procede a carbonatarlo. Se agrega una cantidad proporcional de azúcar conocida como dextrosa a la cerveza para que así pueda formarse el gas dentro de ella y obtener la espuma característica. Se puede agregar la dextrosa de forma directa, pero lo más sugerible es hacer un tipo almíbar (mezcla de agua y dextrosa, en este caso) hervido.

Envasado

Se procede a envasar la cerveza ya carbonatada en las respectivas botellas. Se tiene en cuenta el nivel permisivo de llenado y tener cierta fuerza para poner las chapas en cada botella.

Almacenamiento

Una vez embotellada se almacena en un lugar a temperatura ambiente, pero que sea fresco. Se deja almacenado por 2 o 3 semanas y luego se procede a consumirlo.

Proporciones a utilizar en cada tratamiento de cerveza artesanal

Para la elaboración de cerveza artesanal con el pericarpio de naranja, se utilizaron las siguientes proporciones:

Tabla 2

Proporciones de insumos de los tratamientos 1 y 2

Tratamiento 1	Cantidad	%	Tratamiento 2	Cantidad	%
Malta	2 kg	11,5	Malta	2 kg	11,5
Agua	15 kg	86,4	Agua	15 kg	85,8
Cascara de naranja	100 gr	0,6	Cascara de naranja	200 gr	1,1
Lúpulo	15 gr	0,1	Lúpulo	15 gr	0,1
Levadura	5 gr	0,03	Levadura	5 gr	0,03
Dextrosa	250 gr	1,4	Dextrosa	250 gr	1,4
Total	17.37 kg	100	Total	17,47	100

Para la elaboración de cerveza artesanal con el pericarpio de mandarina, se utilizaron las siguientes proporciones:

Tabla 3

Proporciones de insumos de los tratamientos 3 y 4

Tratamiento 3	Cantidad	%	Tratamiento 4	Cantidad	%
Malta	2 kg	11,5	Malta	2 kg	11,5
Agua	15 kg	86,4	Agua	15 kg	85,8
Cascara de mandarina	100 gr	0,6	Cascara de mandarina	200 gr	1,1
Lúpulo	15 gr	0,1	Lúpulo	15 gr	0,1
Levadura	5 gr	0,03	Levadura	5 gr	0,03
Dextrosa	250 gr	1,4	Dextrosa	250 gr	1,4
Total	17.37 kg	100	Total	17,47	100

Para la elaboración de cerveza artesanal con el pericarpio de piña, se utilizaron las siguientes proporciones:

Tabla 4*Proporciones de insumos de los tratamientos 5 y 6*

Tratamiento 5	Cantidad	%	Tratamiento 6	Cantidad	%
Malta	2 kg	11,5	Malta	2 kg	11,5
Agua	15 kg	86,4	Agua	15 kg	85,8
Cascara de piña	100 gr	0,6	Cascara de piña	200 gr	1,1
Lúpulo	15 gr	0,1	Lúpulo	15 gr	0,1
Levadura	5 gr	0,03	Levadura	5 gr	0,03
Dextrosa	250 gr	1,4	Dextrosa	250 gr	1,4
Total	17.37 kg	100	Total	17,47	100

Caracterización física química de cada tratamiento

Una vez concluida la elaboración de la cerveza artesanal con cada uno de los tratamientos se procede a realizar su respectivo análisis físico químico de cada uno de los tratamientos para lo cual se utilizarán los siguientes equipos:

- Potenciómetro
- Refractómetro
- Medidor de acidez
- Alcohómetro
- Densímetro

Tabla 5

Tratamientos del proyecto de investigación

Repetición	1					2					3				
Tratamiento	S	Densidad	pH	Acidez	Grado de alcohol	S	Densidad	pH	Acidez	Grado de alcohol	S	Densidad	pH	Acidez	Grado de alcohol
Fn P1															
Fn P2															
Fm P1															
Fm P2															
Fp P1															
Fp P2															

3.3.2. Realizar un análisis sensorial de cada uno de los 6 tratamientos

Una vez concluido la elaboración de la cerveza artesanal con cada uno de los tratamientos, se procederá a realizar un análisis sensorial de escala hedónica de 5 puntos, en la cual intervendrán 12 panelistas para que evalúen la acidez, el amargor, el olor, sabor y el color de cada tratamiento, al final se realizara los procedimientos estadísticos.

Nombre: _____
 fecha: _____

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan seis muestras de Cerveza Artesanal. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique al grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/ categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta poco
3	No me disgusta ni me gusta
4	Me gusta poco
5	Me gusta mucho

Código	Calificación para cada atributo				
	Acidez	Color	Olor	Sabor	Amargor
405					
267					
153					
804					
645					
109					

Comentario: _____

Gracias por su colaboración

Figura 2

Ficha de análisis sensorial.

En la cual las muestras están sujetas al siguiente código:

Tabla 6

Determinación de código para cada muestra

MUESTRA	CODIGO
M1: Cerveza con adición de naranja 100 gr.	804
M2: Cerveza con adición de naranja 200 gr.	645
M3: Cerveza con adición de mandarina 100 gr.	109
M4: Cerveza con adición de mandarina 200 gr.	405
M5: Cerveza con adición de piña 100 gr.	267
M6: Cerveza con adición de piña 200 gr.	153

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización físico química de cada tratamiento de cerveza artesanal

A continuación se muestran las medias de los resultados obtenidos de las caracterizaciones fisicoquímicas de la cerveza artesanal por cada tratamiento (Tabla 7).

Tabla 7

Caracterización fisicoquímica de la cerveza artesanal y sus tratamientos.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
PARÁMETRO						
ROS	Fn P1	Fn P2	Fm P1	Fm P2	Fp P1	Fp P2
SS	6.89 ± 0.07	6.96 ± 0.05	5.9 ± 0.03	5.88 ± 0.03	6.66 ± 0.12	6.67 ± 0.08
	1.028 ±	1.028 ±	1.024 ±	1.024 ±	1.027 ±	1.027 ±
Densidad	0.0003	0.0002	0.0001	0.0001	0.0005	0.0003
pH	4.83 ± 0.08	5.02 ± 0.09	4.66 ± 0.03	4.74 ± 0.06	4.6 ± 0.04	4.6 ± 0.04
	0.1516 ±	0.1545 ±	0.1616 ±	0.1594 ±	0.1647 ±	0.1579 ±
Acidez	0.004	0.005	0.001	0.002	0.001	0.0129
% ABV	3.68 ± 0.23	3.68 ± 0.23	3.76 ± 0.08	3.76 ± 0.08	3.28 ± 0.23	3.28 ± 0.23

De cada uno de estos, se realizó el análisis de varianza para identificar si existe diferencia significativa entre los tratamientos respecto a cada parámetro.

4.1.1. Caracterización de los sólidos solubles

A continuación se muestra el análisis de varianza de los sólidos solubles por tratamiento (Tabla 8).

Tabla 8

Análisis de varianza de los sólidos solubles.

Fuente de variación	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	VALOR p
TRATAMIENTO	5	3.49538	0.699076	137.82	0.000
ERROR	12	0.06087	0.005072		
TOTAL	17	3.55624			

Como se muestra en el anexo 11, se presentan los datos analizados correspondientes a los sólidos solubles de cada tratamiento. A partir de estos datos, se realizó un análisis de varianza (ANOVA), cuyos resultados se observan en la (Tabla 8). El análisis arrojó un valor de p inferior a 0.05, lo que indica que existe diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Ante esto, se muestra en la tabla 9 la diferencia de medias utilizando la prueba de Tukey.

La diferencia de medias que se realizó a los sólidos solubles de la cerveza artesanal por cada tratamiento mediante la prueba de Tukey, y se aprecia que el Tratamiento 1 (T1) y el Tratamiento 2 (T2) no tienen diferencia significativa, al igual que la T3, T4, T5 y T6 (Tabla 9).

Tabla 9

Diferencia de medias de los sólidos solubles

<i>grupo 1</i>	<i>grupo 2</i>	<i>Media</i>	<i>Valor p</i>	<i>Media crítica</i>	<i>Diferencia significativa</i>
Fn P1 (T1)	Fn P2 (T2)	0.077	0.77	0.195	NO
Fn P1 (T1)	Fm P1 (T3)	0.987	1.12E-08	0.195	SI
Fn P1 (T1)	Fm P2 (T4)	1.007	8.88E-09	0.195	SI
Fn P1 (T1)	Fp P1 (T5)	0.223	0.02	0.195	SI
Fn P1 (T1)	Fp P2 (T6)	0.213	0.03	0.195	SI
Fn P2 (T2)	Fm P1 (T3)	1.063	4.68E-09	0.195	SI
Fn P2 (T2)	Fm P2 (T4)	1.083	3.76E-09	0.195	SI
Fn P2 (T2)	Fp P1 (T5)	0.3	0.003	0.195	SI
Fn P2 (T2)	Fp P2 (T6)	0.29	0.003	0.195	SI
Fm P1 (T3)	Fm P2 (T4)	0.02	0.999	0.195	NO
Fm P1 (T3)	Fp P1 (T5)	0.763	2.12E-07	0.195	SI
Fm P1 (T3)	Fp P2 (T6)	0.773	1.83E-07	0.195	SI
Fm P2 (T4)	Fp P1 (T5)	0.783	1.58E-07	0.195	SI
Fm P2 (T4)	Fp P2 (T6)	0.793	1.37E-07	0.195	SI
Fp P1 (T5)	Fp P2 (T6)	0.01	0.999	0.195	NO

Muchos autores no mencionan mucho respecto de este parámetro de los sólidos solubles respecto a la cerveza, Sin embargo, el Blog República cervecera (2021), comentan que muchos no dan importancia a la concentración de azúcares al momento de la elaboración. En esto, menciona que es importante tener en cuenta este parámetro, pues también en cierta forma no todos los azúcares que hay en el mosto de la cerveza son fermentables y que la forma de medirlo es por los °Brix en sistema internacional o en la inglesa en °P. No se define un rango aceptable de la concentración de azúcares, pero se tiene en cuenta que antes y después de la fermentación se puede medir la diferencia de °Brix. En este caso solo se tomó en cuenta los °Brix del producto final, y aún así se puede presenciar diferencia entre los tratamientos, el tratamiento 1 (T1) y tratamiento 2 (T2) son iguales, al igual que los tratamientos 3 (T3) y tratamiento 4 (T4) y por último el tratamiento 5 (T5) y tratamiento 6 (T6). Sin embargo, podemos notar en la tabla 7 que, en los pares mencionados existen diferencias donde el tratamiento 3 (T3) y tratamiento 4 (T4) tienen 5.9°Brix y 5.88°Brix, siendo los valores más bajos que al resto de los tratamientos, dando cuenta que en los dos tratamientos mencionados hubo una buena concentración de azúcares fermentables. Para Pérez et al (2021), consideraron

a los °Brix como parte de la densidad. No se concuerda con estos autores en este aspecto, sin embargo, toman un punto crucial a la hora de, que los °Brix dependen del grado de molienda, y a raíz de esto, en la elaboración de la cerveza que se realizó utilizamos un molino convencional, lo cual podemos comparar con los estudios realizados por estos autores que, en sí, la molienda ha influido en el resultado de los °Brix de los tratamientos respectivos.

Al tratarse de la adición de cáscara en la cerveza, solo implica en la obtención de su sabor y no afecta directamente a los sólidos solubles. Solo tomar la referencia de diferenciación de la cerveza antes de la adición de las cáscaras.

4.1.2. Caracterización de la densidad

Respecto a la caracterización de la densidad se muestra el análisis de varianza de la densidad de la cerveza artesanal por tratamiento (Tabla 10).

Tabla 10

Análisis de varianza de la densidad

Fuente de variación	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	VALOR p
TRATAMIENTO	5	0.000056	0.000011	137.82	0.000
ERROR	12	0.000001	0.000000		
TOTAL	17	3.55624			

Como se muestra en el anexo 12, se presentan los datos analizados correspondientes a la densidad de cada tratamiento. A partir de estos datos, se realizó un análisis de varianza (ANOVA), cuyos resultados se observan en la (Tabla 10). El análisis arrojó un valor de p inferior a 0.05, lo que indica que existe diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Ante esto, se muestra en la tabla 9 la diferencia de medias utilizando la prueba de Tukey.

La diferencia de medias que se realizó a la densidad de la cerveza artesanal por cada tratamiento mediante la prueba de Tukey, y se aprecia que el Tratamiento 1 (T1) y el Tratamiento 2 (T2) no tienen diferencia significativa, al igual que la T3 y T4, T5 y T6 no tienen diferencia significativa (Tabla 11).

Tabla 11*Diferencia de medias de la densidad.*

Grupo 1	Grupo 2	media	Valor p	Media crítica	Diferencia significativa
Fn P1 (T1)	Fn P2 (T2)	0.00030667	0.77038658	0.00078125	NO
Fn P1 (T1)	Fm P1 (T3)	0.00394667	1.1236E-08	0.00078125	SI
Fn P1 (T1)	Fm P2 (T4)	0.00402667	8.8811E-09	0.00078125	SI
Fn P1 (T1)	Fp P1 (T5)	0.00089333	0.02219453	0.00078125	SI
Fn P1 (T1)	Fp P2 (T6)	0.00085333	0.02968198	0.00078125	SI
Fn P2 (T2)	Fm P1 (T3)	0.00425333	4.6749E-09	0.00078125	SI
Fn P2 (T2)	Fm P2 (T4)	0.00433333	3.7627E-09	0.00078125	SI
Fn P2 (T2)	Fp P1 (T5)	0.0012	0.00250623	0.00078125	SI
Fn P2 (T2)	Fp P2 (T6)	0.00116	0.00330341	0.00078125	SI
Fm P1 (T3)	Fm P2 (T4)	8E-05	0.9991848	0.00078125	NO
Fm P1 (T3)	Fp P1 (T5)	0.00305333	2.1161E-07	0.00078125	SI
Fm P1 (T3)	Fp P2 (T6)	0.00309333	1.8285E-07	0.00078125	SI
Fm P2 (T4)	Fp P1 (T5)	0.00313333	1.5825E-07	0.00078125	SI
Fm P2 (T4)	Fp P2 (T6)	0.00317333	1.3719E-07	0.00078125	SI
Fp P1 (T5)	Fp P2 (T6)	4E-05	0.99997271	0.00078125	NO

Respecto a la densidad, se toma referencia a partir del estilo de cerveza escogido para el proyecto. El estilo utilizado fue Pale Ale Americana, del cual según la BJCP (2021) la densidad o gravedad específica final deseada para este estilo está entre 1.010 a 1.015, a lo cual ninguno de los tratamientos se encuentra dentro del rango. Observando la tabla 7, respecto a las medias de la densidad, los tratamientos con bajo valor son el tratamiento 3 (T3) y tratamiento 4 (T4) con 1.024 en densidad final promedio, lo que nos daría a entender que estos tratamientos estarían cercanos al rango de lo que exige la BJCP. Sin embargo, se tiene en cuenta algunos aspectos como, los parámetros puestos por la BJCP, lo cual en cierta forma nos conlleva a ser parte de las cervezas experimentales (ítem 34C dentro de la guía de estilos de la BJCP (2021)) pues al experimentar con insumos o fermentables no convencionales, los parámetros pueden verse similares o puede conllevar a estimar nuevos. Aparte, para llegar a los valores sugeridos por la BJCP se deben tener precisos los procesos, pues desde ese punto de vista podemos analizar que la molienda de los granos de cebada malteada con un molino convencional nos pudo haber dado un resultado mucho mayor en la densidad, al igual que con los sólidos solubles pues micraje de la molienda no fue exacta y ahí se libraron azúcares no fermentables.

Según la NTP 213.014 puesta por el INACAL (2016), menciona que las cervezas mayores a 9°P (8.65°Brix o 1.033 en densidad) son cervezas 100% con extracto original.

En este punto, el tratamiento 1 (T1) y el tratamiento 2 (T2) se encuentran cerca del límite permisible según la norma técnica peruana.

Al tratarse de la adición de cáscara en la cerveza, solo implica en la obtención de su sabor y no afecta directamente a la densidad de la cerveza. Solo tomar la referencia de diferenciación de la cerveza antes de la adición de las cáscaras.

4.1.3. Caracterización del pH

A continuación se muestra el análisis de varianza del pH de la cerveza artesanal (Tabla 12).

Tabla 12

Análisis de varianza del pH

Fuente de variación	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	VALOR p
TRATAMIENTO	5	0.39071	0.078142	21.44	0.000
ERROR	12	0.04373	0.003644		
TOTAL	17	0.43444			

Como se muestra en el anexo 13, se presentan los datos analizados correspondientes al pH de cada tratamiento. A partir de estos datos, se realizó un análisis de varianza (ANOVA), cuyos resultados se observan en la (Tabla 12). El análisis arrojó un valor de p inferior a 0.05, lo que indica que existe diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Ante esto, se muestra en la (Tabla 13) la diferencia entre medias utilizando la prueba de Tukey.

Tabla 13

Diferencia de medias del pH de la cerveza artesanal

Grupo 1	Grupo 2	Media	Valor p	Media crítica	Diferencia significativa
Fn P1 (T1)	Fn P2 (T2)	0.187	0.024	0.166	SI
Fn P1 (T1)	Fm P1 (T3)	0.17	0.043	0.166	SI
Fn P1 (T1)	Fm P2 (T4)	0.09	0.486	0.166	NO
Fn P1 (T1)	Fp P1 (T5)	0.23	0.006	0.166	SI
Fn P1 (T1)	Fp P2 (T6)	0.23	0.006	0.166	SI
Fn P2 (T2)	Fm P1 (T3)	0.357	0.0001	0.166	SI
Fn P2 (T2)	Fm P2 (T4)	0.277	0.001	0.166	SI
Fn P2 (T2)	Fp P1 (T5)	0.417	2.47E-05	0.166	SI
Fn P2 (T2)	Fp P2 (T6)	0.417	2.47E-05	0.166	SI
Fm P1 (T3)	Fm P2 (T4)	0.08	0.6	0.166	NO
Fm P1 (T3)	Fp P1 (T5)	0.06	0.821	0.166	NO
Fm P1 (T3)	Fp P2 (T6)	0.06	0.821	0.166	NO
Fm P2 (T4)	Fp P1 (T5)	0.14	0.117	0.166	NO
Fm P2 (T4)	Fp P2 (T6)	0.14	0.117	0.166	NO
Fp P1 (T5)	Fp P2 (T6)	0	1	0.166	NO

La diferencia de medias que se realizó al pH de la cerveza artesanal por cada tratamiento mediante la prueba de Tukey, y se aprecia que el tratamiento 1 (T1) con el tratamiento 4 (T4) no tienen diferencia significativa, al igual que el tratamiento 3 (T3) con los tratamientos 4 (T4), tratamiento 5 (T5) y tratamiento 6 (T6), también el tratamiento 4 (T4) con el tratamiento 5 (T5) y tratamiento 6 (T6), y por último el tratamiento 5 (T5) con el tratamiento 6 (T6).

En cuestión del pH, según Hanna Instruments (2019), el pH adecuado de la cerveza está entre 4.1 a 4.6. Otros autores como Bamforth (2001), menciona que a medida que el rango de pH de la cerveza decrece de 4.5 a 3.9 el deterioro microbiano aumenta, hay estabilidad coloidal, la espuma es estable y hay buen gusto en el paladar y que es más bebible. En la NTP 213.014 de INACAL (2016), no menciona nada acerca del pH. Entonces, haciendo un comparativo de estos autores o comentarios citados, visualizando la tabla 7, los tratamientos 5 (T5) y 6 (T6) con 4.6 en pH promedio cada uno, tienen los valores cerca de los rangos mencionados como seguros, pero que a vista experimental mencionada por Bamforth (2001) no cumplen con la estabilidad de la espuma en sí.

4.1.4. Caracterización de la acidez

A continuación, se muestra el análisis de varianza de la acidez de la cerveza artesanal (Tabla 14).

Tabla 14

Análisis de varianza de la acidez de la cerveza artesanal

Fuente de variación	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	VALOR p
TRATAMIENTO	5	0.000337	0.000067	1.92	0.164
ERROR	12	0.000421	0.000035		
TOTAL	17	0.000758			

Como se muestra en el Anexo 14, se presentan los datos analizados correspondientes a la acidez de cada tratamiento. A partir de estos datos, se realizó un análisis de varianza (ANOVA), cuyos resultados se observan en la (Tabla 14). El análisis arrojó un valor de p mayor a 0.05, lo que indica que no existe diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

La NTP 213.014 con versión del 2014 mencionaba que, la acidez permitida para la elaboración de cerveza era mínimo de 0.3%, lo cual al pasar el tiempo dejaron de utilizar. Aún así, tomando como parámetro y comparando con las medias obtenidas de la caracterización, ninguno de los parámetros está dentro del límite mínimo. Sin embargo, con las novedades actuales de las cervezas, se está presenciando cervezas que tienen

más acidez o menos acidez de acuerdo con la naturaleza de los ingredientes y de los procesos que utilicen, lo cual queda válido los resultados obtenidos de los tratamientos de la cerveza artesanal, aunque estadísticamente no haya diferencias significativas. Aún así, el tratamiento con una cantidad considerable de acidez es el tratamiento 5 (T5) y el que le precede es el tratamiento 3 (T3), y esto se debe al contenido de las cáscaras, pues en el caso del T3 se usó cáscara de mandarina y en la T5 se utilizó cáscara de piña, y como utilizamos una piña pintona, hay posibilidad de que la parte verdosa estuvo dentro de esta.

4.1.5. Caracterización de los grados de alcohol

A continuación, se muestra el análisis de varianza de los grados de alcohol de la cerveza artesanal (Tabla 15).

Tabla 15

ANOVA grados de alcohol

Fuente de variación	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	VALOR p
TRATAMIENTO	5	0.7969	0.15939	4.32	0.018
ERROR	12	0.4423	0.03686		
TOTAL	17	1.2392			

Como se muestra en el Anexo 15, se presentan los datos analizados correspondientes a los sólidos solubles de cada tratamiento. A partir de estos datos, se realizó un análisis de varianza (ANOVA), cuyos resultados se observan en la (Tabla 15). El análisis arrojó un valor de p inferior a 0.05, lo que indica que existe diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Ante esto, se muestra en la (Tabla 16) la diferencia entre medias utilizando la prueba de Tukey.

Tabla 16

Cuadro tukey de porcentaje de alcohol de la cerveza artesanal

Grupo 1	Grupo 2	Media	Valor p	Media crítica	Diferencia significativa
Fn P1 (T1)	Fn P2 (T2)	0	1	0.527	NO
Fn P1 (T1)	Fm P1 (T3)	0.087	0.992	0.527	NO
Fn P1 (T1)	Fm P2 (T4)	0.087	0.992	0.527	NO
Fn P1 (T1)	Fp P1 (T5)	0.397	0.19	0.527	NO
Fn P1 (T1)	Fp P2 (T6)	0.397	0.19	0.527	NO
Fn P2 (T2)	Fm P1 (T3)	0.087	0.992	0.527	NO
Fn P2 (T2)	Fm P2 (T4)	0.087	0.992	0.527	NO
Fn P2 (T2)	Fp P1 (T5)	0.397	0.190	0.527	NO
Fn P2 (T2)	Fp P2 (T6)	0.397	0.19	0.527	NO
Fm P1 (T3)	Fm P2 (T4)	0	1	0.527	NO
Fm P1 (T3)	Fp P1 (T5)	0.48	0.079	0.527	NO
Fm P1 (T3)	Fp P2 (T6)	0.48	0.079	0.527	NO

Fm P2 (T4)	Fp P1 (T5)	0.48	0.079	0.527	NO
Fm P2 (T4)	Fp P2 (T6)	0.48	0.079	0.527	NO
Fp P1 (T5)	Fp P2 (T6)	0	1	0.527	NO

No se encuentran diferencias significativas entre las muestras en las comparaciones por pares. No obstante, el resultado del ANOVA es significativo. Esto se debe, según Vladimir y Mariya (2021), a que, aunque el ANOVA indique significancia, el tamaño del efecto puede ser pequeño. Esto implica que las diferencias entre las medias de los grupos no son lo suficientemente grandes como para ser detectadas como significativas en las comparaciones individuales entre pares. Ante esto, se propuso realizar la comparación de medias con la prueba de la Diferencia mínima significativa (DMS), teniendo en cuenta las mismas diferencias de medias.

En esto, se obtuvo el valor de $t_{\frac{\alpha}{2}, N-k}$ en la tabla de T student, teniendo α igual 0.05 y N-k igual a 15, teniendo $t_{\frac{0.05}{2}, 15} = 2.131$. habiendo calculado la DMS igual a 0.334 se realizó la comparación de medias mostrados en la (Tabla 17).

Tabla 17

Diferencia de medias del alcohol por la prueba DMS.

Grupo 1	Grupo 2	Media	DMS	Diferencia Significativa
Fn P1 (T1)	Fn P2 (T2)	0.000	0.334	NO
Fn P1 (T1)	Fm P1 (T3)	0.087	0.334	NO
Fn P1 (T1)	Fm P2 (T4)	0.087	0.334	NO
Fn P1 (T1)	Fp P1 (T5)	0.397	0.334	SI
Fn P1 (T1)	Fp P2 (T6)	0.397	0.334	SI
Fn P2 (T2)	Fm P1 (T3)	0.087	0.334	NO
Fn P2 (T2)	Fm P2 (T4)	0.087	0.334	NO
Fn P2 (T2)	Fp P1 (T5)	0.397	0.334	SI
Fn P2 (T2)	Fp P2 (T6)	0.397	0.334	SI
Fm P1 (T3)	Fm P2 (T4)	0.000	0.334	NO
Fm P1 (T3)	Fp P1 (T5)	0.483	0.334	SI
Fm P1 (T3)	Fp P2 (T6)	0.483	0.334	SI
Fm P2 (T4)	Fp P1 (T5)	0.483	0.334	SI
Fm P2 (T4)	Fp P2 (T6)	0.483	0.334	SI
Fp P1 (T5)	Fp P2 (T6)	0.000	0.334	NO

Se realizó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS), por la razón de encontrar la diferencia significativa mínima en una parte más rigurosa para determinar diferencias pequeñas, pues la prueba Tukey no lo pudo contrastar. En esto, en la tabla 17 se muestra que, los tratamientos 1 (T1), 2 (T2), 3 (T3) y 4 (T4) son significativamente diferentes a los tratamientos 5 (T5) y 6 (T6). Visualizando la tabla 7, podemos ver que,

a grandes proporciones, con la prueba de Tukey no se pudo identificar las diferencias significativas entre los tratamientos, pero con la prueba DMS se pudo notar que desde el tratamiento 1 (T1) hasta el tratamiento 4 (T4) son iguales en el sentido estadístico.

La NTP 213.014 puesta por INACAL (2016), que hasta el día de hoy sigue vigente, menciona dos clasificaciones respecto al grado alcohólico de la cerveza: las cervezas sin alcohol que van menor o igual al 0.5% en volumen y las cervezas con alcohol que van de 0.5% a más. La cerveza elaborada de este proyecto es considerada como una cerveza con alcohol pues, los tratamientos superan ese límite mínimo. En cuanto al rango de alcohol por volumen según lo dictado por la BJCP (2021) para el estilo Pale Ale Americano que es de 4.5% a 6.2% de alcohol por volumen, los tratamientos no están dentro del rango pedido por esta asociación, dando aún así a entender que el estilo hecho es considerado una cerveza experimental dentro de estos estilos de cerveza por el agregado de cáscaras de frutas. Se considera adecuado el grado alcohólico promedio de los tratamientos 3 (T3) y 4 (T4) por el mayor contenido de alcohol, y esto se comprueba también con el contenido de sólidos solubles y también de la densidad que cuenta, pues esto indicaría que en estos dos tratamientos ocurrió una buena fermentación.

4.2. Evaluación sensorial de cada uno de los tratamientos de cerveza artesanal

Para escoger cuál de los tratamientos de cerveza artesanal con frutas tropicales sobresale en comparación con los demás, se efectuó un test sensorial con una escala hedónica de 5 puntos, a 12 panelistas semi entrenados, en la cual se midió los atributos tales como acidez, color, olor, sabor y amargor, a los cuales se procedió a realizar sus respectivos análisis estadísticos.

4.2.1. Evaluación sensorial del atributo acidez

En cuanto al grado de aceptación del atributo de acidez, el tratamiento 5 alcanzó el nivel más alto de preferencia, obteniendo un total de 46 puntos. Esto representa una diferencia de 12 puntos respecto al segundo tratamiento más aceptado, lo que indica que el tratamiento 5 (cerveza pale ale con adición de 100 gramos de piña) fue el más valorado en términos de acidez por los panelistas (Figura 3).

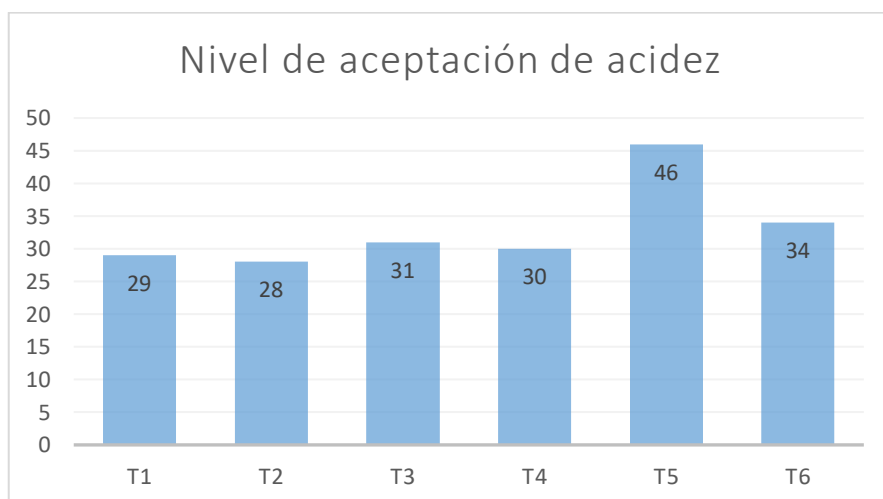


Figura 3

Grado de aceptación del atributo acidez.

Asimismo, se realizó un análisis de varianza (ANOVA), cuyos resultados se presentan en la (Tabla 18). Este análisis determinó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, con un valor de $p = 0.003$. Al ser menor a 0.05, este resultado confirma que hay una diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Tabla 18

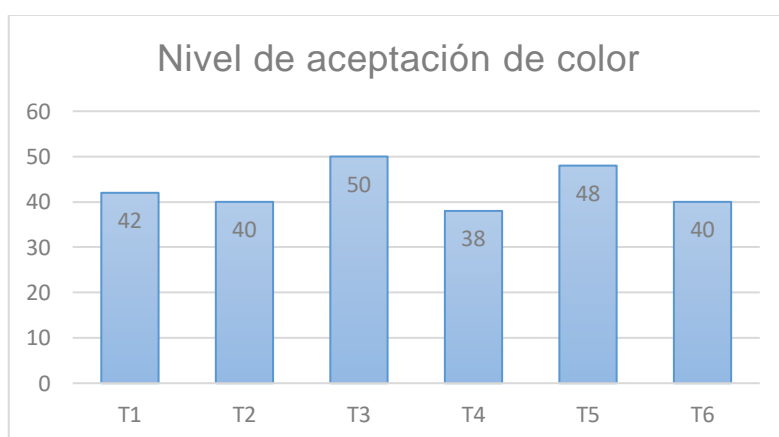
Análisis de varianza del análisis sensorial del atributo acidez

Fuente de variación	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	VALOR p
TRATAMIENTO	5	18.07	3.6139	4.16	0.003
PANELISTA	11	35.15	3.1957	3.68	0.001
ERROR	55	47.76	0.8684		
TOTAL	71	100.99			

El tratamiento 5, correspondiente a la cerveza pale ale con adición de 100 gramos de piña, fue el más valorado en cuanto a acidez, alcanzando un total de 46 puntos, este resultado tiene coherencia con lo reportado por Guerrero (2022) y Galarza (2018), quienes también encontraron que la adición de frutas cítricas como la naranjilla y el kiwi mejora las características sensoriales de la cerveza, en particular la frescura percibida. Asimismo, la diferencia significativa observada en el análisis ANOVA ($p = 0.003$) respalda la influencia de la piña como un elemento clave para realzar este atributo.

4.2.2. Evaluación sensorial del atributo color

En cuanto al grado de aceptación del atributo de color, el tratamiento 3 alcanzó el nivel más alto de preferencia, obteniendo un total de 50 puntos. Esto representa una diferencia de 2 puntos respecto al segundo tratamiento más aceptado, aunque la diferencia sea mínima, esto indica que el tratamiento 3 (cerveza pale ale con adición de 100 gramos de mandarina) fue el más valorado en términos de color por los panelistas (Figura 4).

**Figura 4**

Grado de aceptación del atributo color.

Asimismo, se realizó un análisis de varianza (ANOVA), cuyos resultados se presentan en la (Tabla 19). Este análisis determinó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, con un valor de $p = 0.008$. Al ser menor a 0.05, este resultado confirma que hay una diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Tabla 19

Análisis de varianza del análisis sensorial del atributo color

Fuente de variación	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	VALOR p
TRATAMIENTO	5	10.28	2.0556	3.53	0.008
PANELISTA	11	38.28	3.4798	5.97	0.000
ERROR	55	32.06	0.5828		
TOTAL	71	80.61			

El tratamiento 3, con 100 gramos de mandarina, obtuvo la mayor preferencia en cuanto al atributo de color, con 50 puntos. Aunque la diferencia con el segundo tratamiento más aceptado fue mínima, el análisis ANOVA ($p = 0.008$) confirma la existencia de diferencias significativas, esto coincide con lo señalado por Castillo y Lozano (2020), quienes destacaron cómo las frutas de colores vivos, como la gulupa, aportan un atractivo visual notable sin alterar negativamente otras características del producto.

4.2.3. Evaluación sensorial del atributo olor

En cuanto al grado de aceptación del atributo de olor, el tratamiento 5 alcanzó el nivel más alto de preferencia, obteniendo un total de 45 puntos. Esto representa una diferencia de 4 puntos respecto al segundo tratamiento más aceptado, aunque la diferencia sea poca, esto indica que el tratamiento 5 (cerveza pale ale con adición de 100 gramos de piña) fue el más valorado en términos de olor por los panelistas (Figura 5).

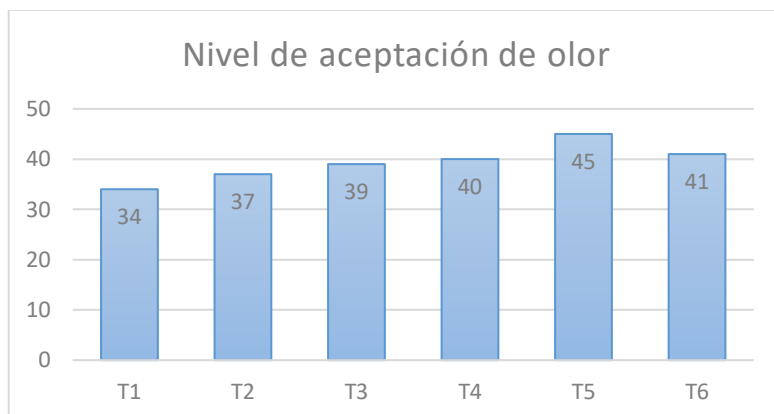


Figura 5

Grado de aceptación del atributo olor.

Asimismo, se realizó un análisis ANOVA, cuyos resultados se presentan en la (Tabla 20). Este análisis determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, con un valor de $p = 0.717$. El cual al ser mayor a 0.05, este resultado confirma que no hay una diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Tabla 20

Análisis de varianza del análisis sensorial del atributo olor

Fuente de variación	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	VALOR p
TRATAMIENTO	5	3.069	0.6139	0.58	0.717
PANELISTA	11	30.819	2.8018	2.64	0.009
ERROR	55	58.431	1.0624		
TOTAL	71	92.319			

Aunque el tratamiento 5 fue el más preferido en cuanto a olor (45 puntos), el análisis ANOVA indicó que no existen diferencias significativas ($p = 0.717$). Este hallazgo sugiere que, aunque los panelistas percibieron un impacto positivo en este atributo, la adición de frutas no genera una variabilidad tan marcada en comparación con los demás tratamientos. Resultados diferentes fueron observados por Agudelo y Vargas (2018), quienes concluyeron que la adición de frutas potencia el aroma de la cerveza. Sin embargo, los panelistas no diferenciaron un aroma distintivo entre cada uno de los tratamientos.

4.2.4. Evaluación sensorial del atributo sabor

En cuanto al grado de aceptación del atributo de sabor, el tratamiento 5 alcanzó el nivel más alto de preferencia, obteniendo un total de 46 puntos. Esto representa una

diferencia de 12 puntos respecto al segundo tratamiento más aceptado, el cual deja una diferencia significativa, esto indica que el tratamiento 5 (cerveza pale ale con adición de 100 gramos de piña) fue el más valorado en términos de sabor por los panelistas (Figura 6).

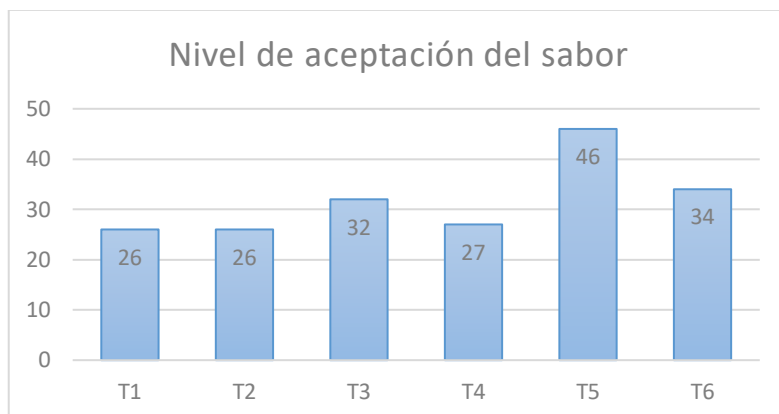


Figura 6

Grado de aceptación del atributo sabor.

Asimismo, se realizó un análisis ANOVA, cuyos resultados se presentan en la (Tabla 21). Este análisis determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, con un valor de $p = 0.001$. El cual al ser mayor a 0.05, este resultado confirma que si hay una diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Tabla 21

Análisis de varianza del análisis sensorial del atributo sabor

Fuente de variación	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	VALOR p
TRATAMIENTO	5	23.83	4.767	4.72	0.001
PANELISTA	11	32.67	2.970	2.94	0.004
ERROR	55	55.50	1.009		
TOTAL	71	112.00			

El sabor fue uno de los atributos más destacados, obteniendo el primer lugar el tratamiento 5, con 46 puntos y diferencias significativas ($p = 0.001$). Este resultado refuerza la afirmación de León (2019), quien evidenció que la inclusión de miel de abeja mejora la percepción de dulzura y cuerpo, al igual que lo hace la piña en este estudio, al proporcionar la mejor característica de sabor.

4.2.5. Evaluación sensorial del atributo amargor

En cuanto al grado de aceptación del atributo de amargor, el tratamiento 5 alcanzó el nivel más alto de preferencia, obteniendo un total de 45 puntos. Esto representa una diferencia de 9 puntos respecto al segundo tratamiento más aceptado, el cual deja una

diferencia significativa, esto indica que el tratamiento 5 (cerveza pale ale con adición de 100 gramos de piña) fue el más valorado en términos de amargor por los panelistas (Figura 7).

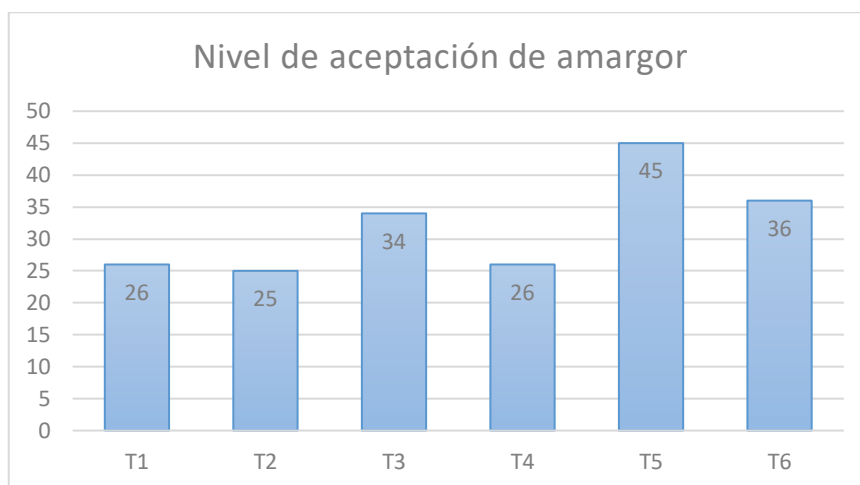


Figura 7

Grado de aceptación del atributo amargor

Asimismo, se realizó un análisis ANOVA, cuyos resultados se presentan en la (Tabla 22). Este análisis determinó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, con un valor de $p = 0.000$. Al ser menor a 0.05, este resultado confirma que hay una diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Tabla 22

Análisis de varianza del análisis sensorial del atributo amargor

Fuente de variación	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	VALOR p
TRATAMIENTO	5	24.90	4.9806	6.33	0.000
PANELISTA	11	35.49	3.2260	4.10	0.000
ERROR	55	43.26	0.7866		
TOTAL	71	103.65			

El amargor del tratamiento 5 obtuvo 45 puntos, siendo también el más valorado. El análisis ANOVA ($p = 0.000$) confirmó diferencias significativas entre los tratamientos. Este hallazgo es consistente con lo descrito por Correa et al. (2020), quienes observaron que frutas como el mango pueden equilibrar el perfil amargo característico de las cervezas artesanales, aumentando su aceptación.

CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas del presente trabajo son las siguientes:

1. Se logró elaborar los seis tratamientos de cerveza artesanal mediante la adición de pericarpio de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y piña (*Ananas comosus*), obteniendo diferencias significativas en las propiedades físico-químicas y sensoriales analizadas.
2. Se identificaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la mayoría de las propiedades físico-químicas evaluadas, tales como sólidos solubles, densidad, grados de alcohol y pH. Sin embargo, no se observó diferencia significativa en la acidez, ya que el valor de p fue mayor a 0.05. En los sólidos solubles, T3 y T4 son los que más resaltan por sus valores de 5.9°Brix y 5.88°Brix, al igual que en la densidad de estos dos tratamientos con densidad promedio de 1.024 cada uno debido a que ocurrió una buena fermentación, y en cuanto a pH el T5 y T6 son más notorios con 4.6 en promedio cada uno, y en cuanto a la acidez, a pesar de no haber diferencias significativas las que resaltaron con un valor alto son el T3 y el T5.
3. En cuanto a los grados de alcohol, el análisis mostró diferencias significativas. Sin embargo, la prueba de Tukey indicó que estas diferencias no eran significativas, lo cual se atribuye a la mínima magnitud de las variaciones, dificultando su discriminación por dicho método estadístico. Para esto, se realizó la comparación de medias con la prueba DMS en la cual el T1, T2, T3 y T4 son diferentes del T5 y T6. El T3 y T4 fueron los tratamientos resaltantes por haber obtenido el mayor porcentaje de alcohol con 3.76 en promedio cada uno y que todos los tratamientos según la NTP 213.014 el alcohol de cada uno de ellos es el adecuado para considerarlo dentro de ser una cerveza consumible.
4. La evaluación sensorial reveló que el tratamiento más preferido por los panelistas fue el tratamiento 5, correspondiente a la cerveza artesanal con la adición de 100 g (equivalentes al 0.6% del total de 10 litros de cerveza elaborada) de pericarpio de piña, destacándose en atributos como acidez, sabor, olor y amargor. Por otro lado, el tratamiento 3, con 100 g (equivalentes al 0.6% del total de 10 litros de cerveza elaborada) de pericarpio de mandarina, obtuvo la mayor puntuación en el atributo de color.

RECOMENDACIONES

Concluido el trabajo se brinda las siguientes recomendaciones:

1. Continuar explorando la incorporación de otros tipos de frutas y cantidades de pericarpio para diversificar las opciones de cerveza artesanal, considerando tanto las propiedades físico-químicas como las sensoriales.
2. Evaluar el impacto del almacenamiento y las condiciones de conservación en las propiedades físico-químicas para asegurar la calidad del producto a lo largo del tiempo.
3. Implementar análisis más detallados que permitan esclarecer las discrepancias entre los resultados estadísticos obtenidos con el análisis ANOVA y la prueba de Tukey, como el uso de técnicas analíticas más precisas.
4. Desarrollar estrategias para mejorar el atributo de color en el tratamiento 5, tomando como referencia las características del tratamiento 3 (100 g de mandarina), que obtuvo la mayor puntuación en este aspecto.
5. Realizar análisis más detallados en cada operación que se realiza en la elaboración de la cerveza, pues hay posibilidades de que estas también influyen en el producto final.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, J. R. (2016). *Morphological and Genetic Characterization of Pericarp in Tomato*. Tesis.
- Aguagüña, S. C. (2014). *Efecto del grado de maduración y zona de cultivo en las características físicas y químicas de la mandarina (citrus reticulata)*. Tesis. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/8428>
- Agudelo, L. F., & Vargas, M. A. (2018). *Evaluación de la producción de cerveza artesanal "Tawala" usando kiwi como fruta adicional*. Tesis. Obtenido de <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/6835>
- Angulo-Arias, L. V., Viviane de Souza, S., De Oliveira, R. A., & Farayde, M. F. (2018). Caracterización de subproductos agroindustriales: naranja y maracuyá. *Ingeniería y región*, 20(1), 59-66. doi:<https://doi.org/10.25054/22161325.1916>
- Bamforth, C. (2001). pH in Brewing: An Overview. *Technical Quartely*, 1-9.
- Beer Judge Certification Program. (2021). *2021 Style Guidelines*.
- Camelo Diaz, M. E., Cortega Jurado, C., González de la ossa, J., & González Amaya, J. (2022). *Elaboración de cerveza artesanal tipo lager mediante la infusión de pitaya y reutilización de la biomasa como fuente de aprovechamiento*. Obtenido de <https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/11831>
- Castillo Larrarte, S., & Lozano Escorcía, N. (2020). *Evaluación de la adición de gulupa como ingrediente adjunto, para la producción de una cerveza artesanal tipo ale*. Tesis. Obtenido de <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/8106>
- Correa, J., Amores Muñoz, I. D., Barría Núñez, J. V., Biendicho Melgar, C. E., & Medina Herrera, Y. K. (2020). Implementación de pulpa de mango en la elaboración de una cerveza artesanal. *Iniciación Científica*, 6(4), 123-127. Obtenido de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/3136>
- De Lama, M. A. (2019). *Análisis de beneficios valorados en cervezas artesanales en Lima moderna*. Tesis. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625898/DeLamaA_M.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Galarza, A. E. (2018). *Elaboración de cerveza Amber Ale de alta fermentación saborizada y aromatizada con frutas y plantas aromáticas ecuatorianas*. Tesis. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/15790>

- García, K. B. (2015). *Elaboración de cerveza artesanal a partir de almidón extraído de tubérculos Andinos*. Tesis. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3949>
- Gómez, N. L. (2021). *Obtención de cerveza artesanal utilizando dos tipos de miel de abeja en la fermentación de la malta*. Tesis. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10955>
- Guerrero, F. A. (2022). *Elaboración de cerveza artesanal con pulpa de naranjilla (solanum quitoense lam.) y maracuyá (pasiflora edulis)*. Tesis. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10061>
- Hanna Instruments. (24 de Julio de 2019). *pH, cerveza y usted; La importancia del pH en la elaboración de cerveza*.
- Instituto Nacional de la Calidad. (2016). *Norma Técnica Peruana 213.014: Cerveza. Requisitos*.
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: Principles and practices*. Springer.
- León, J. P. (2019). *Evaluación de la concentración de lúpulo y miel de abeja en la elaboración de cerveza artesanal a base de malta de quinua (Chenopodium quinoa) y amaranto (Amaranthus)*. Tesis. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/879>
- Mantell, C. (2013). *Diseño de una planta de elaboración de cerveza artesanal para consumo directo, microcervecería*. Tesis. Obtenido de <https://rodin.uca.es/bitstream/handle/10498/15570/b3636485x.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Marconi, E. D., & Restrepo, K. (2019). *Consumo moderado de cerveza artesanal como cuestión socialmente viva : una propuesta desde la indagación científica*. Tesis. Obtenido de <http://upnblib.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/11793>
- MIDAGRI. (15 de Agosto de 2022). *Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego*. Obtenido de Caracterización del departamento de san Martín: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/lquitos/san-martin-caracterizacion.pdf>
- Murcia Gutiérrez, D. Y., Tovar Guerra, M. V., & Tovar Pinzón, M. (2015). Propiedades físicas, químicas y mecánicas de la piña Golden y Mayanés utilizada para la indumentaria en Bogotá. *Teoría Y Praxis Investigativa*, 8(2), 32 - 43.

- Ordúz-Rodríguez, J. O., Monroy, J., Barrera, S., Núñez, V., & Ligarreto, G. (2012). Caracterización morfo-agronómica y molecular de mandarina Arrayana en el piedemonte del Meta (Colombia). *Fitomejoramiento*, 13(1), 5-12.
- Páez, N. A. (2019). *Establecer condiciones de operación del nuevo proceso de elaboración de cerveza artesanal tipo APA en la micro cervecería Dope D.C.* Tesis. Obtenido de <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/7584>
- Pérez, J., & Ramos, R. (2021). *Estudio de parámetros físicos en una microcervecería.* Universidad Pablo de Olavide Sevilla, Biología Molecular e ingeniería Bioquímica.
- República cervecera. (23 de Septiembre de 2021). *República cervecera.* Obtenido de <https://www.republicacervecerashop.com.mx/blogs/news/grados-brix-plato-y-gravedad-especifica-por-que-es-importante-conocerlos>
- Rodríguez, L. M. (2018). *Estudio de la cerveza artesanal en el mercado español.* Tesis, Universidad de Zaragoza.
- Rodríguez, R., Becquer, R., Pino, Y., López, D., Rodríguez, R. C., Lorente, G. Y., . . . González, J. L. (2016). Producción de frutos de piña (Ananas comosus (L.) Merr.) MD-2 a partir de vitroplantas. *Cultivos tropicales*, 37(1), 40-48.
- Shellhammer, T. H. (2018). *Hop Aroma and Flavor. In K. A. Smart (Ed.), Brewing Science: A Multidisciplinary Approach.*
- Soria, J. A. (2017). *Diseño de un proceso industrial para la elaboración de cerveza artesanal a base de cebada (Hordeum Vulgare) y cacao de fino aroma (Theobroma Cacao).* Tesis. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6593>
- Tejada Benítez, L., Tejada Tovar, C., Ángel, V. O., & Tarón Dunoyer, A. A. (2010). Producción de bioetanol a partir de la fermentación alcohólica de jarabes glucosados derivados de cáscaras de naranja y piña. *Educación en ingeniería*, 5(10), 120-125. doi:<https://doi.org/10.26507/rei.v5n10.104>
- Toledo, M. E., & López, J. A. (2020). *Elaboración de cerveza artesanal con sustitución parcial de Malta (Hordeum Vulgare) por Jora de Maíz (Zea Mays Var. Saccharata).* Tesis. Obtenido de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/5190>

- Tsegaye, A. (2016). *Characterization of Baker's Yeast Saccharomyces cerevisiae Isolates from Ethiopia for Bread Making* .
- Tucumbi, C. I. (2022). *Diseño de un proceso de elaboración de cerveza artesanal tipo Lambic sabor a capulí (Prunus serotina var. capuli (Cav.) McVaugh)*. Tesis. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/35867>
- Vladimir, G., & Mariya, N. (2021). Contradicciones lógicas en el ANOVA de una vía y en las pruebas de comparaciones múltiples de Tukey-Kramer. *Symmetry*, 13(8), 1387. doi:<https://doi.org/10.3390/sym13081387>
- Yances, S. (2018). *Importancia de la producción de naranja en Caluma y el impacto que tiene en los festivales del cantón : análisis cultural turístico*. Tesis. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7935>
- Zúñiga, M. L. (2013). *Proceso productivo para la elaboración de cerveza artesanal tipo Ale*. Tesis. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3264/1/10038.pdf>

ANEXOS



Anexo 1. Molienda de la cebada malteada



Anexo 2. Maceración de la cebada malteada con agua caliente.



Anexo 3. Cocción del mosto de cerveza.



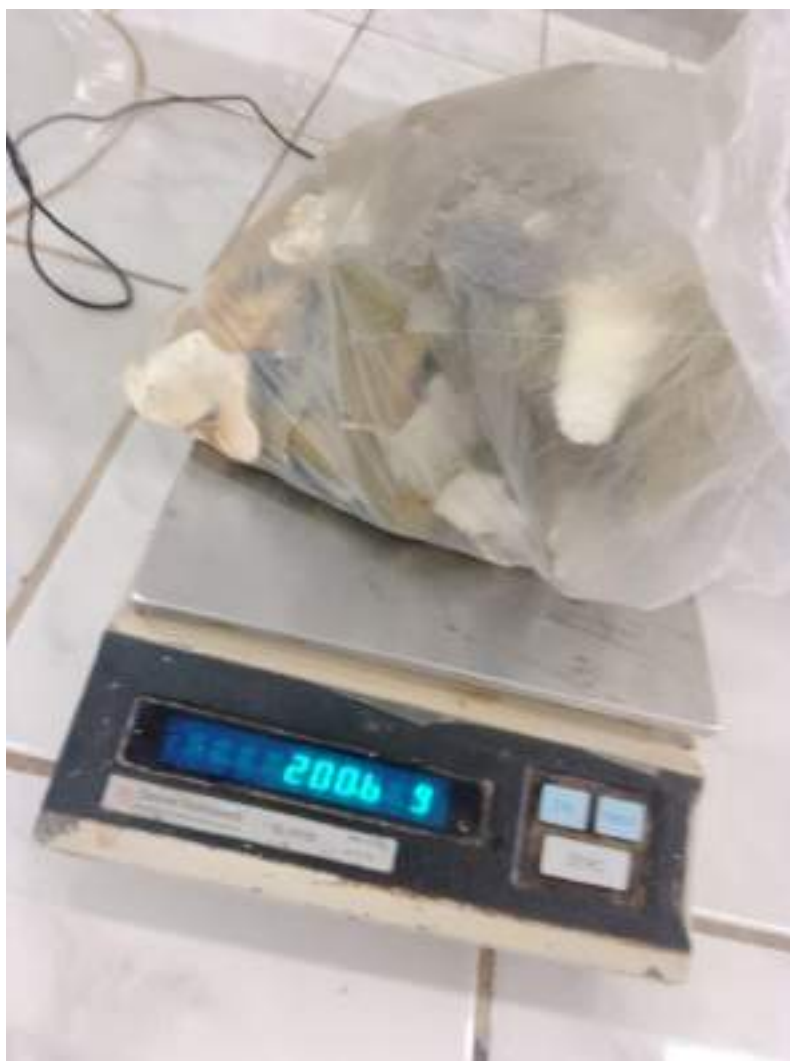
Anexo 4. Activación de la levadura para la fermentación.



Anexo 5. Inoculación de la levadura en el mosto enfriado.



Anexo 6. Medición de la densidad después de la fermentación.



Anexo 7. Pesado de las cáscaras.



Anexo 8. Titulación de las muestras de cerveza para determinar la acidez.



Anexo 9. Preparación de las muestras de cerveza artesanal para el análisis sensorial.



Anexo 10. Realización del análisis sensorial de la cerveza artesanal.

Anexo 11. Resultados obtenidos de los sólidos solubles de la cerveza artesanal.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
REPETICIONES	Fn P1	Fn P2	Fm P1	Fm P2	Fp P1	Fp P2
1	6.97	7.01	5.93	5.91	6.77	6.73
2	6.83	6.96	5.88	5.86	6.53	6.58
3	6.86	6.92	5.89	5.87	6.69	6.71
SUMA	20.66	20.89	17.7	17.64	19.99	20.02
PROMEDIO	6.89	6.96	5.90	5.88	6.66	6.67

Anexo 12. Resultados obtenidos de la densidad de la cerveza artesanal.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
REPETICIONES	Fn P1	Fn P2	Fm P1	Fm P2	Fp P1	Fp P2
1	1.028	1.028	1.024	1.024	1.027	1.027
2	1.027	1.028	1.024	1.023	1.026	1.026
3	1.027	1.028	1.024	1.023	1.027	1.027
SUMA	3.083	3.084	3.072	3070.56	3.080	3.080
PROMEDIO	1.028	1.028	1.024	1.024	1.027	1.027

Anexo 13. Resultados obtenidos del pH de la cerveza artesanal.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
REPETICIONES	Fn P1	Fn P2	Fm P1	Fm P2	Fp P1	Fp P2
1	4.8	5.1	4.65	4.72	4.56	4.56
2	4.78	4.92	4.64	4.7	4.64	4.64
3	4.92	5.04	4.7	4.81	4.61	4.61
SUMA	14.5	15.06	13.99	14.23	13.81	13.81
PROMEDIO	4.83	5.02	4.66	4.74	4.60	4.60

Anexo 14. Resultados obtenidos de la acidez de la cerveza artesanal.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
REPETICIONES	Fn P1	Fn P2	Fm P1	Fm P2	Fp P1	Fp P2
1	0.1530	0.1602	0.1611	0.1608	0.1633	0.1431
2	0.1476	0.1538	0.1625	0.1597	0.1657	0.1657
3	0.1541	0.1496	0.1613	0.1576	0.1650	0.1650
SUMA	0.4547	0.4636	0.4849	0.4781	0.494	0.4738
PROMEDIO	0.1516	0.1545	0.1616	0.1594	0.1647	0.1579

Anexo 15. Resultados obtenidos del alcohol de la cerveza artesanal.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
REPETICIONES	Fn P1	Fn P2	Fm P1	Fm P2	Fp P1	Fp P2
1	3.41	3.41	3.67	3.67	3.15	3.15
2	3.81	3.81	3.81	3.81	3.54	3.54
3	3.81	3.81	3.81	3.81	3.15	3.15
SUMA	11.03	11.03	11.29	11.29	9.84	9.84
PROMEDIO	3.68	3.68	3.76	3.76	3.28	3.28

Anexo 16. Resultados obtenidos del análisis sensorial del atributo acidez.

Panelista	Acidez					
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
1	1	1	1	3	5	2
2	2	3	2	4	5	3
3	1	1	1	1	3	3
4	3	2	3	2	4	3
5	2	3	2	2	3	3
6	4	4	5	5	4	4
7	3	2	4	2	3	3
8	4	1	3	2	4	3
9	3	2	4	1	4	4
10	1	1	1	2	4	1
11	4	5	2	4	3	2
12	2	3	3	2	4	3

Anexo 17. Resultados obtenidos del análisis sensorial del atributo color.

Panelista	Color					
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
1	4	4	4	3	5	3
2	5	4	5	5	5	4
3	4	2	5	2	4	2
4	4	4	5	4	4	5
5	3	3	3	2	3	4
6	5	4	5	5	5	4
7	4	4	4	3	2	4
8	4	2	4	2	4	3
9	4	4	4	3	3	3
10	1	1	4	1	4	1
11	4	4	4	4	4	4
12	4	4	3	4	5	3

Anexo 18. Resultados obtenidos del análisis sensorial del atributo olor.

Panelista	Olor					
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
1	5	4	3	4	5	5
2	1	1	5	2	5	2
3	2	3	3	5	3	1
4	3	3	3	2	3	4
5	2	3	4	4	4	4
6	5	4	4	4	5	5
7	5	4	2	4	2	4
8	3	3	3	3	4	4
9	4	3	3	2	4	4
10	1	1	4	2	3	2
11	4	4	2	3	3	2
12	4	4	3	5	4	4

Anexo 19. Resultados obtenidos del análisis sensorial del atributo sabor.

Panelista	Sabor					
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
1	1	1	1	3	5	2
2	1	1	3	2	4	2
3	1	1	1	3	5	4
4	3	2	4	2	4	2
5	2	3	3	2	3	3
6	3	5	5	3	4	5
7	4	2	2	2	2	3
8	1	1	2	1	4	3
9	3	2	4	1	4	4
10	1	1	1	2	3	1
11	4	4	2	4	3	2
12	3	3	4	2	5	3

Anexo 20. Resultados obtenidos del análisis sensorial del atributo amargor.

Panelista	Amargor					
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
1	1	1	1	3	5	2
2	2	2	3	1	4	4
3	2	1	1	3	5	3
4	3	2	4	2	3	2
5	2	2	3	1	2	3
6	3	4	5	4	5	5
7	4	3	3	2	3	3
8	1	1	2	1	3	3
9	2	2	3	1	4	4
10	1	1	2	2	3	1
11	4	4	3	4	3	3
12	2	2	4	2	5	3

Tesis-Segundo Arturo Cornejo Lopez y Albert Moacyr Tapullima Marreros-30.12.24 (1).docx

por Segundo Arturo Cornejo López

Fecha de entrega: 29-abr-2025 09:33a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2660910050

Nombre del archivo: Tesis-Segundo_Arturo_Cornejo_Lopez_y_Albert_Moacyr_Tapullima_Marreros-30.12.24_1_.docx (3.47M)

Total de palabras: 14692

Total de caracteres: 75476

Tesis-Segundo Arturo Cornejo Lopez y Albert Moacyr Tapullima Marreros-30.12.24 (1).docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repository.uamerica.edu.co Fuente de Internet	1%
4	docplayer.es Fuente de Internet	1%
5	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Ekmeel Geçer, Hakkı Bağcı. " Examining students' attitudes towards online education	1%