UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: Desarrollo de una bebida de hidromiel a base de pera piña (*Pyrus communis*)

Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, previo la obtención del Título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología

Autor: José Ricardo Sánchez Ojeda

Tutor: Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar

Ambato – Ecuador

Febrero - 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar

CERTIFICA:

Que el presente Informe Final del Trabajo de Titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, ya que responde a todo lo estipulado en la normativa correspondiente a la titulación de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, 20 de Enero de 2025



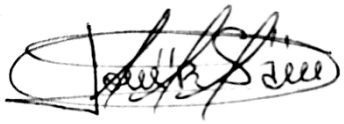
Dra. Jaqueline de las Mercedes Ortiz Escobar

1802171353

TUTORA

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, José Ricardo Sanchez Ojeda, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



José Ricardo Sánchez Ojeda

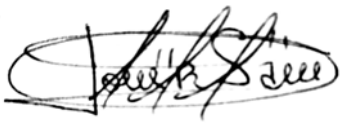
1805283239

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Informe Final del Trabajo de Titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final del Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



José Ricardo Sánchez Ojeda

1805283239

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingenieria en Alimentos y Biotecnologia de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Firmado electrónicamente por:
LANDER VINICIO PEREZ ALDAS

…….

Presidente del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
JOSE HOMERO VARGAS LOPEZ

…….

Dr. José Homero Vargas López

1801978048

Firmado electrónicamente por:
LILIANA PATRICIA ACURIO ARCOS

…….

Mg. Liliana Patricia Acurio Arcos

1804067088

Ambato,30 de febrero del 2025

DEDICATORIA

A mis padres, José Sánchez y Clelia Ojeda por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme con su ejemplo que con esfuerzo y perseverancia los sueños se hacen realidad.

A mis maestros, quienes con su conocimiento y paciencia me guiaron a lo largo de este camino, dejando en mí huellas imborrables.

A mis hermanos, amigos y seres queridos, por su compañía, palabras de aliento y por estar presentes en cada etapa de este proceso.

Y, sobre todo, a Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y las bendiciones necesarias para alcanzar este logro.

Esta tesis es un reflejo de todo el esfuerzo, amor y dedicación que ustedes han depositado en mí.
¡Gracias por creer en mí!

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios, quien me ha dado la vida, la fortaleza y la sabiduría para llegar hasta aquí. Sin su guía, este logro no habría sido posible.

A mis padres, por su amor incondicional, sacrificios y apoyo inquebrantable a lo largo de mi vida. Gracias por ser mi inspiración y mi mayor motivación.

A mis maestros y en especial a mi tutora la Dra. Jaqueline de las Mercedes Ortiz Escobar, quienes compartieron su conocimiento, paciencia y guía durante este proceso académico. Su dedicación y compromiso dejaron en mí enseñanzas que llevaré siempre conmigo.

A mis hermanos, compañeros y amigos, por su apoyo, compañía y por ser parte de esta etapa de mi vida. Su presencia hizo de este camino uno más llevadero y especial.

Finalmente, a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron con sus palabras de ánimo, tiempo y esfuerzos a la realización de esta tesis. Cada uno de ustedes ha dejado una huella importante en este logro. ¡Gracias de corazón!

ÍNDICE GENERAL DE LOS CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN iii
DERECHOS DE AUTOR iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO v
DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO vii
ÍNDICE DE TABLAS xi
ÍNDICE DE FIGURAS xii
RESUMEN EJECUTIVO xiii
ABSTRACT xiv
CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO 1
1.1 Antecedentes Investigativos 1
1.1.1 Planteamiento del problema y justificación 1
1.1.2 Generalidades de la pera 2
1.1.2.1 Caracterización botánica 2
1.1.2.2 Características nutricionales 3
1.1.2.3 Distribución de la pera piña en el Ecuador 3
1.1.2.4 Usos de la pera piña 4
1.1.3 Miel 5
1.1.3.1 Contenido químico y nutricional de la miel 5
1.1.3.2 Productos elaborados a partir de la miel 5
1.1.4 El hidromiel 6
1.1.4.1 Proceso para la obtención de hidromiel 6
1.1.4.2 Características sensoriales del hidromiel 7
1.1.5 Fermentación 8
1.1.5.1 Tipos de fermentación 9
1.1.5.2 Factores que afectan en la fermentación 9
1.1.6 Levaduras empleadas en bebidas alcohólicas 10
1.1.6.1 Levadura Fermivin 4F9 11
1.1.6.2 Levadura Fervimin 7013 11
1.1.7 Normativas para las bebidas alcohólicas 12

1.2 Objetivos 14
1.2.1 Objetivo General 14
1.2.2 Objetivos Específicos 14
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA 15
2.1 Materiales 15
2.2 Métodos 16
2.2.1 Desarrollo de cuatro formulaciones utilizando 2 tipos de levaduras y 2 mezclas de pera y miel 16
2.2.1.1 Obtención de la materia prima 16
2.2.1.2 Preparación del mosto 16
2.2.1.3 Fermentación 17
2.2.1.4 Trasiego 17
2.2.1.5 Maduración 17
2.2.1.6 Envasado 17
2.2.2 Selección de la mejor formulación de hidromiel de pera mediante evaluación sensorial 17
2.2.2.1 Evaluación sensorial 17
2.2.2.2 Análisis estadístico 18
2.2.3 Análisis fisicoquímicos del mejor tratamiento 18
2.2.3.1 Determinación de la acidez total, la acidez fija y la acidez volátil 18
2.2.3.2 Grado alcohólico 19
2.2.3.3 Contenido de Metanol 19
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSION 20
3.1 Análisis y discusión de los resultados 20
3.1.1 Desarrollo de cuatro formulaciones utilizando 2 tipos de levaduras y 2 mezclas de pera y miel 20
3.1.2 Selección mediante evaluación sensorial la mejor formulación 23
3.1.2.1 Olor 24
3.1.2.2 Sabor 25
3.1.2.3 Color 25
3.1.2.4 Aceptabilidad 26
3.1.2.5 Índice de Aceptabilidad 26
3.1.3 Análisis fisicoquímicos del mejor tratamiento 27

3.1.3.1 Determinación de la acidez total, acidez volátil y acidez fija 27
3.1.3.2 Grado alcohólico 29
3.1.3.3 Contenido de metanol 29
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **31**
4.1 Conclusiones 31
4.2 Recomendaciones 31
MATERIALES DE REFERENCIA **32**
ANEXOS **47**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica 2
Tabla 2. Características fisicoquímicas del hidromiel 8
Tabla 3. Tipos de procesos fermentativos 9
Tabla 4. Características metabólicas de la levadura Fermivin 4F9 11
Tabla 5. Características metabólicas de la levadura Fermivin 7013 12
Tabla 6. Materiales de laboratorio empleados 15
Tabla 7. Equipos de laboratorio empleados 15
Tabla 8. Reactivos de laboratorio empleados 16
Tabla 9. Componentes principales en la Producción de Hidromiel 16
Tabla 10. Concentraciones para el proceso de elaboración del hidromiel 17
Tabla 11. Variaciones en el pH y grados Brix en los tratamientos fermentados 22
Tabla 12. Evaluación sensorial realizada a los cuatro tratamientos de hidromiel 24
Tabla 13. Resultados de los análisis fisicoquímicos del Tratamiento T2 28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variación de los Grados Brix en los Cuatro Tratamientos. 23
Figura 2. Índice de aceptabilidad de los diferentes tratamientos de hidromiel elaborado con pera piña. 26
Figura 3. Perfil sensorial de los cuatro tratamientos del hidromiel de pera. 27

RESUMEN EJECUTIVO

El hidromiel, una bebida fermentada que combina miel y agua, presenta un interesante potencial en la industria de las bebidas artesanales, especialmente cuando se le añaden ingredientes como hierbas, especias y frutas. En este estudio, se exploró la incorporación de pera para enriquecer sus características organolépticas. Se emplearon dos cepas de levadura, Fermivin 4F9 y Fermivin 7013, y dos concentraciones de jugo de pera y miel ajustado a 15 y 20 grados Brix, con el objetivo de identificar la formulación más aceptada. Tras un periodo de fermentación de diez días a 24 grados centígrados, los hidromieles tuvieron entre 6 y 8 grados Brix. Para evaluar las preferencias participaron 25 catadores semientrenados que valoraron aspectos tales como color, sabor, aroma y aceptabilidad general de las diferentes muestras de hidromiel. Los hallazgos indicaron que la mezcla de jugo de pera y miel de 20 grados Brix con la levadura Fermivin 4F9 obtuvo la mayor calificación entre los evaluadores. En el mejor tratamiento se realizaron análisis fisicoquímicos que determinaron que el hidromiel tuvo una acidez total de 1.53, acidez volátil de 0.77, acidez fija de 1.353 gramos por centímetro cúbico, 8 grados Brix, un grado alcohólico de 10 grados Gay-Lussac y un contenido de metanol de 8.11 miligramos por cada cien centímetros cúbicos, valores que cumplen con los estándares establecidos en la Normativa NTE INEN 374 para bebidas alcohólicas.

Palabras clave: hidromiel, pera, análisis sensorial, Fermivin 4F9, Fervimin 7013.

ABSTRACT

Mead, a fermented beverage combining honey and water, exhibits significant potential in the artisanal beverage industry, particularly when infused with ingredients such as herbs, spices, and fruits. This study explored the incorporation of pear to enhance its organoleptic characteristics. Two yeast strains, Fermivin 4F9 and Fermivin 7013, were used alongside two concentrations of pear juice and honey adjusted to 15 and 20 degrees Brix, aiming to identify the most accepted formulation. After a ten-day fermentation period at 24 degrees Celsius, the meads reached between 6 and 8 degrees Brix. Twenty-five semi-trained tasters evaluated the samples, assessing aspects such as color, flavor, aroma, and overall acceptability. The findings indicated that the mixture of pear juice and honey at 20 degrees Brix with Fermivin 4F9 yeast received the highest ratings from the evaluators. Physicochemical analyses of the best-performing treatment revealed that the mead had a total acidity of 1.53, volatile acidity of 0.77, fixed acidity of 1.353 grams per cubic centimeter, 8 degrees Brix, an alcohol content of 10 degrees Gay-Lussac, and a methanol content of 8.11 milligrams per 100 cubic centimeters, meeting the standards established by NTE INEN 374 regulations for alcoholic beverages.

Key words: mead, pear, sensory analysis, Fermivin 4F9, Fervimin 7013.

CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

1.1.1 Planteamiento del problema y justificación

La miel es un líquido viscoso y dulce elaborado por las abejas (*Apis mellifera*) a partir del néctar floral de diversas plantas que ha sido fundamental para la humanidad desde tiempos pasados hasta la actualidad, por sus usos en la medicina tradicional y la gastronomía mundial **(García-Chaviano y Armenteros-Rodríguez, 2022)**. En Ecuador se genera alrededor de 600 toneladas de miel anuales aproximadamente y solo el 69% de su producción total se encuentra en la región Sierra, siendo Tungurahua una de las provincias destacadas en su producción al generar alrededor de 20 toneladas de este producto apícola **(Armijos, 2021; Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019; Miranda et al., 2022).** A pesar de la abundante producción de miel que existe en el país, uno de los inconvenientes que enfrenta es su falta de diversificación industrial, pues se limita en gran medida a ser transformada en turrones y algunos otros productos básicos, situación que no solo afecta las oportunidades económicas de los apicultores locales, sino que también subestima su potencial como ingrediente valioso en una amplia variedad de productos alimenticios **(Rojas, 2022).**

Uno de los potenciales productos que puede ser elaborado empleando este derivado apícola es el hidromiel, una bebida ancestral que se prepara mediante la fermentación de agua y miel a la cual se le puede incluir hierbas, especias y frutas **(Quicazán et al., 2019).** Esta bebida, considerada por muchos como una alternativa saludable y sabrosa, ha sido disfrutada por diversas culturas a lo largo de la historia, tales como la cultura egipcia y vikinga **(Zimmerman, 2021).** Su popularidad se ha mantenido a lo largo de los siglos, y hoy en día, experimenta un renacimiento en varias partes del mundo como Europa y Estados Unidos con la esencia de las bebidas artesanales y gourmet **(Montezuma, 2020).**

Entre las frutas que se pueden incorporar en las bebidas de hidromiel para mejorar su aroma y sabor se encuentra la pera, misma que en el país cuenta con una producción de 3.166 toneladas aproximadamente, siendo la provincia de Tungurahua la que presenta la mayor concentración **(FAO, 2024; Iglesias et al., 2014; Zambrano, 2023).** A menudo, la pera llega a su estado de madurez sin recibir ningún tipo de tratamiento que prolongue su vida útil o mejore su comercialización, provocando así el desperdicio de esta fruta **(Salazar, 2023).** A su vez, **Parra-Coronado et al. (2006)** indica que otros motivos por los cuales las peras son desechadas es debido a la percepción que presenta el consumidor hacia la fruta, además de problemas logísticos relacionados con su almacenamiento, transporte y disponibilidad. Pese a todos estos inconvenientes, es importante mencionar que la pera posee cualidades significativas que la convierten en un activo valioso, debido a la fibra, vitaminas y

antioxidantes que presenta, pues los mismos contribuyen en la alimentación y salud integral de sus consumidores **(Angulo y Cruz, 2023).**

En base a todo lo mencionado, la presente investigación propone el desarrollo de una bebida de hidromiel a base de pera piña (*P. communis*) con la finalidad de aprovechar los atributos que presentan por separado estos alimentos de origen natural y convertirlos en un nuevo producto alimenticio que sea de interés para las personas.

1.1.2 Generalidades de la pera

Las peras son ampliamente reconocidas como una de las frutas más empleadas a nivel mundial, pues se caracterizan por su jugosidad y delicioso sabor; además dichas características las convierten en un ingrediente versátil para la producción de vinos de frutas, pures, jaleas, mermeladas y otros derivados **(Li et al., 2016).**

Esta fruta típica prospera en climas templados y se cultiva a altitudes de entre 1.700 a 2.400 metros sobre el nivel del mar **(Silva et al., 2014)**. A continuación, en la **Tabla 1** se indica la clasificación taxonómica de la pera piña.

Tabla 1.

Clasificación taxonómica

Categoría taxonómica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Género	Pyrus
Especie	Communis

Nota: Información obtenida de Hussain et al., (2021).

1.1.2.1 Caracterización botánica

La pera (*P. communis*) es un árbol caducifolio que puede presentar un tamaño de hasta 10 metros de altura con un tronco canónico, el cual contiene pequeñas ramas de color marrón rojizo **(Orwa et al., 2009)**. Sus hojas elípticas capaces de medir entre 2,5 a 10 centímetros de largo y 3 a 5 centímetros de ancho, cuentan con una coloración verde brillante **(Schuyler, 2019)**. Por otro lado, sus flores poseen una tonalidad blanca, mientras que sus frutos en forma de ápice o redondeados pueden registrar una

coloración verde hasta amarillo con tintes rojizos cuando se encuentra en estado de madurez **(International Dendrology Society, 2024).** A su vez, los mismos podrían registrar un peso que oscila entre 150 a 200 gramos, por lo que requiere un manejo cuidadoso durante su cosecha y transporte para evitar daños **(Schuyler, 2019)**.

1.1.2.2 Características nutricionales

La pera piña (*P. communis*) desempeña un papel esencial en la salud humana debido a su destacado valor nutritivo, especialmente por su contenido elevado de fibra y vitaminas, además, es reconocida como una opción alimentaria que puede integrarse en una dieta equilibrada y saludable, siendo una alternativa deliciosa y nutritiva a otras frutas **(Li et al., 2016).** Esta fruta ayuda a la prevención de enfermedades cardiovasculares, mejora la digestión, fortalece el sistema inmunológico y contribuye al control del peso, entre otros aspectos positivos para la salud humana **(Angulo y Cruz, 2022).**

Por otra parte, la composición nutricional de la pera piña se caracteriza por un alto contenido de agua (84%), carbohidratos (15%), fibra dietética (3.1%), proteínas (0.3%) y grasas (0.2%). Además, contiene vitaminas esenciales como la vitamina C (4.3 mg por 100 g), vitamina K y folato, junto con minerales como potasio (119 mg por 100 g), calcio y magnesio en cantidades significativas. Otros nutrientes como hierro, fósforo y zinc están presentes en cantidades menores **(Dar et al., 2015)**. En un estudio de composición nutricional de *P. communis,* se determinó que la fruta contiene de sólidos solubles totales (13.58%), el contenido de cenizas (3.94%) y los lípidos (3,39%) **(Hussain et al., 2015)**.

Según **Singh, Verma y Sharma (2024),** algunos compuestos bioactivos presentes en la pera incluyen polifenoles como triterpenos, glucósidos, ácidos fenólicos y flavonoides. Otros compuestos fenólicos como el ácido clorogénico, la arbutina y la epicatequina actúan como antioxidantes y colorantes naturales de la fruta, además contribuyen en la prevención de enfermedades crónicas como el cáncer, enfermedades cardiovasculares y mejora el sistema inmunológico **(Öztürk et al., 2015)**.

Es importante destacar que aproximadamente el 60% de los carbohidratos de la pera está en forma de azúcares, con una concentración de 10.4 g/100 g, siendo la fructosa el azúcar predominante **(Hussain et al., 2021)**.

1.1.2.3 Distribución de la pera piña en el Ecuador

Es la quinta fruta más producida a nivel mundial, cultivada principalmente en Asia y Europa, reconocida por su sabor dulce y jugoso, así como por su versatilidad en la cocina y su valor nutritivo **(Angulo y Cruz, 2022)**. En la actualidad se ha podido observar que Estados Unidos también ha desarrollado un

notable crecimiento en la producción y comercialización de esta fruta **(Fadón et al., 2023; Silva, Souza, Barbieri, y Oliveira, 2014).**

En 2016, se reportó que Asia fue capaz de producir el 79% de esta fruta, Europa el 10%, América el 7%, África tan solo el 3% y Oceanía menos del 1% **(FAO, 2018)**. En Ecuador, la producción de peras ha aumentado significativamente en los últimos años, impulsada por las condiciones favorables del clima y el suelo **(Zambrano, 2023).** Las provincias clave para el cultivo de peras en Ecuador son Imbabura, Cotopaxi, Tungurahua y Pichincha, que desempeñan un papel crucial en la producción nacional **(Angulo y Cruz, 2023).**

1.1.2.4 Usos de la pera piña

Actualmente las peras tienen un impacto positivo en la nutrición y la salud , ya que aportan vitaminas y minerales, además, se las emplean en áreas industriales para la producción de vinos, tartas, jaleas, entre otros **(Cyril et al., 2023).**

En este sentido, **Matei (2017)** asegura que existen diversos vinos de frutas, los cuales son bebidas alcohólicas elaboradas especialmente a partir de frutas, flores y hierbas. Sin embargo, en Europa predominan las bebidas fermentadas a base de manzana y pera, empleadas en la industria para producir sidras y destilados, conocidos como brandis. Hoy en día, existe una bebida alcohólica de peras fermentadas conocida como Perry, popular en Inglaterra; esta bebida se caracteriza por su contenido de azucares naturales, con una concentración de fructosa aproximadamente de 7 % (p/v), glucosa de 2 y 2,5% (p/v), y sacarosa alrededor de 1% (p/v) **(Joshi et al., 2017).**

Por otro lado, en el ámbito de la agricultura la pera posee propiedades antimicrianas, debido a que un estudio realizado por **Kiran, Garg, y Dhiman (2020),** aseguran que los residuos de *P. communis* presentan un potencial antimicrobiano contra diversos microorganismos como: *Staphylococcus. aureus, Bacillus cereus, Bacillus subtilis y Escherichia coli ,* teniendo como resultado que dichos residuos se pueden utilizar para la prevención de diversas enfermedades causadas por estos patógenos.

Del mismo modo, la pera al ser rica en compuestos secundarios como taninos, vitaminas, arbutina, y un antioxidante ayuda en la cicatrización de heridas, además actúa como una fuente de blanqueamiento de la piel y mejora la digestión **(Abbas y Bano, 2020).** Asimismo, **Khiljee y Akhtar (2019)** sostienen que la pera piña se utiliza tradicionalmente para mejorar el color y la textura de la piel, es por ello, que se realizó una formulación de emulgel presentando una vida útil de 12 semanas, dando como resultado un potencial antienvejecimiento con la mejora de tono y la elasticidad de la piel.

1.1.3 Miel

La miel es un alimento natural producido por las abejas a partir del néctar de las flores, conocida por su sabor dulce y sus múltiples beneficios para la salud, pues debido a los compuestos bioactivos que contienen generan actividad antimicrobiana, antioxidante y antiinflamatoria **(Samarghandian et al., 2017).** La miel puede variar en color, sabor y consistencia dependiendo de las flores de las que proviene el néctar, y su peso específico y densidad requieren un manejo cuidadoso durante su recolección y procesamiento para mantener su calidad **(García-Chaviano y Armenteros-Rodríguez, 2022).**

La producción de miel es una actividad importante en varios países, incluyendo México, Argentina, España y China, donde se ha observado un crecimiento significativo en la apicultura y la comercialización de miel **(Samarghandian et al., 2017)**. En Ecuador, la apicultura ha aumentado considerablemente en los últimos años, favorecida por las condiciones climáticas y la biodiversidad del país **(Armijos, 2021).** A nivel nacional, Ecuador produce alrededor de 600 toneladas de miel al año, siendo las provincias de Imbabura, Loja, Pichincha, Azuay y Tungurahua en donde existe la mayor producción **(Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2020).**

1.1.3.1 Contenido químico y nutricional de la miel

La miel es un tipo de alimento que contiene alrededor de 200 sustancias, compuesta principalmente por azúcares simples (70 a 80%) como: fructosa y glucosa. También contiene pequeñas cantidades de proteínas (menos del 1%), ácidos orgánicos, vitaminas (B6, niacina, tiamina, acido pantoténico y riboflavina), minerales, enzimas (invertasa, lactasa, α- y β-amilasa, catalasa, fosfatasa y glucosaoxidasa), además de compuestos fenólicos, pigmentos y algunos compuestos volátiles **(Da Silva et al., 2016; Kunat-Budzyńska et al., 2023).**

El agua es el segundo componente principal de la miel, con una proporción que suele variar entre el 15 y el 22%, asimismo, se encuentran minerales totales como potasio (K), sodio (Na), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn), cloro (Cl), y otros en menor cantidad como boro (B), fósforo (P), silicio (Si), bario (Ba) y niquel (Ni), además el contenido de cenizas oscila entre el 0,1 y el 0,6 % **(Ortega y Currián, 2021).**

1.1.3.2 Productos elaborados a partir de la miel

La miel es utilizada como ingrediente para la creación de caramelos que presenten mejores niveles de nutrición **(Sahlan et al., 2019**). También suele ser empleado para la elaboración de untables, los cuales

combinan frutas, azúcar, ácido y pectina bajo condiciones controladas **(Raziuddin et al., 2021)**. Otros productos destacados son las bebidas fermentadas, pues la miel además de otorgar un sabor más dulce, mejora el contenido nutricional debido a la inclusión de vitaminas, compuestos bioactivos, minerales y sustancias químicas que son nutricionalmente superiores que las presentadas por el azúcar y los edulcorantes, siendo en la actualidad el hidromiel una de las bebidas que ha despertado interés **(Babbar et al., 2022)**.

1.1.4 El hidromiel

El hidromiel, es una bebida alcohólica fermentada es una mezcla de miel de abeja y agua **(Ramalhosa et al. 2011).** También se la conoce como vino de miel, la cual se caracteriza por tener un grado alcohólico comprendido entre el 8 % y el 18% **(Gomes et al., 2015).**

Dicha bebida se produce en varios países como Polonia, Eslovenia, Inglaterra y Alemania, donde en ocasiones se condimenta con especias (clavo, nuez moscada y canela) y hierbas (manzanilla, lavanda y orégano) **(Gupta y Sharma, 2009).** Existen variaciones del hidromiel, puede contener frutas como mora, fresa y frambuesa se lo conoce como "melomel", cuando se elabora con cebada malteada se conoce como "braggot" y aquel que es elaborado con especies o hierbas lleva el nombre de "metheglin" **(Iglesias et al., 2014; Makwana y Hati 2019)**.

Se considera que el hidromiel es una de las bebidas alcohólicas más antiguas, incluso anterior al vino y posiblemente la precursora de la cerveza, pues tiene una larga tradición de más de 5000 años, y los primeros vestigios de hidromiel fueron encontrados en vasijas de cerámica que contenían mezclas de hidromiel, arroz y frutas **(Pereira et al., 2017).**

1.1.4.1 Proceso para la obtención de hidromiel

En cuanto al proceso de obtención, esta bebida atraviesa por varias etapas como la preparación del mosto, el ajuste del pH, la pasteurización del mosto, la inoculación de la levadura, la fermentación y la posfermentación **(Iglesias et al., 2014)**. La fermentación del hidromiel se encuentra afectada principalmente por la cepa de levadura seleccionada, la nutrición, el control del pH y la inclusión de aditivos como pulpas, jugos de frutas, ácido cítrico o polen **(Ramalhosa et al., 2011; Roldán et al., 2011)**. A su vez, dependiendo del tiempo designado para llevar a cabo su proceso fermentativo, que

puede durar de semanas hasta meses, esta bebida puede registrar diferentes niveles de alcohol, así como sabores **(Zimmerman, 2021)**.

En la preparación del mosto básicamente se combina agua y miel seguido de una mezcla de nutrientes, sin embargo, la proporción de agua puede ser sustituida por zumo de frutas de acuerdo al tipo de hidromiel que se desea elaborar **(Pereira et al., 2013)**. Posteriormente, se agrega un buffer con el propósito de mantener el pH dentro de un rango de 3,7 a 4,0 en la fermentación, siendo los más utilizados, carbonato de calcio, carbonato de potasio, bicarbonato de potasio y ácido tartárico **(Iglesias et al., 2014)**. A continuación, se reduce la carga microbiana existente en el medio, para lo cual se emplea la ebullición en el mosto, no obstante, para evitar ese método drástico, se suele emplear de igual manera metabisulfito **(Roldán et al., 2011)**. Luego de la pasteurización del mosto, el mismo es inoculado con las levaduras, se produce un monitoreo de los parámetros de fermentación y crecimiento, y finalmente el hidromiel obtenido se centrifuga para eliminar materiales no deseados **(Iglesias et al., 2014; Ramalhosa et al., 2011)**.

1.1.4.2 Características sensoriales del hidromiel

Es fundamental evaluar los atributos sensoriales de los alimentos, debido a que permiten identificar la calidad y las preferencias del consumidor, algunas de las características más importantes para las bebidas son a través del olor, sabor, color y la apariencia **(Pereira et al., 2019).**

Según **Ramalhosa et al. (2011),** algunos factores que afectan la calidad del hidromiel incluyen el sabor, que depende de la fuente floral de la miel utilizada, además el proceso de fermentación varía según la levadura empleada, ya que esta debe ser resistente tanto a la acidez como la concentración del alcohol. Por otro lado, la temperatura de fermentación debe mantenerse entre 16 a 25°C, puesto que las altas temperaturas disminuyen la calidad del producto. En la **Tabla 2** se indica las diferentes características fisicoquímicas del hidromiel.

Tabla 2.

Características fisicoquímicas del hidromiel

Compuesto	Mínimo	Máximo
Alcohol (%)	12,2	20,8
azúcar residual (%)	2,50	27,8
Cenizas (%)	0,046	0,520
Calcio (%)	0,41	5,11
Magnesio (%)	0,43	2,03
Potasio (%)	8,62	74,19
Sodio (%)	1,24	14,02

Nota: Información obtenida de Garg (2017).

1.1.5 Fermentación

La fermentación es un método de conservación y transformación de alimentos que ha sido empleado durante siglos y sigue siendo uno de los enfoques más relevantes en la actualidad **(Mannaa et al., 2021)**. En tiempos antiguos, nuestros antepasados utilizaban la fermentación para conservar alimentos como lácteos, vegetales, cereales y carnes, aprovechando la acción de microorganismos naturales **(Siddiqui et al., 2023)**.

La fermentación es un proceso biológico en el que microorganismos como bacterias, levaduras y hongos descomponen los carbohidratos en ausencia de oxígeno, produciendo ácidos, gases y alcohol como subproductos **(Andreu et al., 2022).** Este método no solo conserva los alimentos, sino que también enriquece su perfil nutricional, mejorando la biodisponibilidad de nutrientes y generando compuestos bioactivos que pueden beneficiar la salud humana **(Liang et al., 2022).** Además, la fermentación puede modificar los atributos sensoriales de los alimentos, como el sabor, el aroma y la textura, dependiendo de los microorganismos y las condiciones del proceso utilizados **(Siddiqui et al, 2023)**.

Por otra parte, los alimentos fermentados pueden contribuir significativamente a la salud intestinal, fortaleciendo el sistema inmunológico y mejorando la digestión **(Mannaa et al., 2021)**. La fermentación también puede reducir la presencia de anti nutrientes y alérgenos, haciendo que los alimentos sean más seguros y fáciles de digerir **(Andreu et al., 2022).**

Existen 2 etapas del proceso de fermentación:

La fermentación primaria se basa en ser la fase inicial, los microorganismos trabajan rápidamente para transformar los azucares presenten en los ingredientes, como frutas o verduras, en alcohol y dióxido de

carbono **(Liu et al., 2023).** En la fermentación secundaria, se caracteriza por durar varios días o incluso semanas, debido a que existe una disminución en la actividad de las levaduras, que comienzan a morir pues existe un aumento del contenido alcohólico y una reducción de nutrientes disponibles, en esta etapa se refinan los sabores y se aclara el producto **(Liang et al., 2022).**

1.1.5.1 Tipos de fermentación

Existen cuatro tipos de procesos fermentativos descritos a continuación en la **Tabla 3:**

Tabla 3.

Tipos de procesos fermentativos

Tipo de fermentación	**Vía biosintética**	**Microorganismos**	**Ejemplos**
Alcohólica	Los azucares se convierten en alcoholes (etanol) y dióxido de carbono (CO_2).	Levaduras (*Saccharomyces cerevisae)*	Vinos, hidromiel y cerveza
Ácido Láctico	Los azúcares se transforman en ácido láctico.	Bacterias del ácido láctico (*Lactobacillus y Streptococcus*)	Productos lácteos (yogurt, queso y kéfir)
Ácido Acético	El alcohol se transforma en ácido acético por exceso de oxígeno.	*Acetobacter*	Vinagre de sidra de manzana y el kombucha
Alcalina	Las proteínas se transforman en péptidos amoniaco y aminoácidos.	Bacilo y especies de estafilococos	Condimentos

Nota: Información obtenida de (Kaur, Ghoshal, y Banerjee 2019; Mannaa et al. 2021; Taveira et al. 2021)

1.1.5.2 Factores que afectan en la fermentación

La fermentación puede ser afectada por factores como la temperatura, el pH y la concentración del sustrato **(Mengesha et al., 2022).**

- **Temperatura**

La temperatura permite el crecimiento y la actividad de diferentes cepas microbianas **(Bordoloi y Ganguly, 2014)**. Temperaturas altas provocan que la fermentación se lleve a cabo en un menor tiempo,

sin embargo, a su vez, también pueden inhibir el crecimiento microbiano, perjudicando el proceso fermentativo, por tal motivo, se debe establecer rangos adecuados según el tipo de fermentación y microorganismo seleccionado **(Lin et al., 2012).** Para fermentaciones alcohólicas el intervalo óptimo de temperatura oscila entre 20 a 35°C **(Vieira et al., 2020).**

- **Influencia del pH**

En base a un estudio realizado por **Lin et al. (2012)** se determinó que el rango adecuado de pH debe ser de 4,0 a 5,0 para el proceso anaeróbico de producción de etanol.

- **Concentración del sustrato**

La influencia que tiene la concentración del sustrato en la fermentación se encuentra vinculada de igual manera con el pH **(Bordoloi y Ganguly, 2014)**. Generalmente, a mayor concentración de sustrato se puede alcanzar una mayor producción de etanol, sin embargo, cuando el pH no se encuentra controlado, las altas concentraciones de sustrato pueden llegar a inhibir el proceso de fermentación (**Lin et al. 2012).**

1.1.6 Levaduras empleadas en bebidas alcohólicas

Las levaduras son microorganismos eucariotas que viven en distintos nichos ecológicos como agua, suelo, aire, superficies de plantas y frutas **(Maicas, 2020).** Estos microorganismos son capaces de participar en el proceso de fermentación, debido a que disponen de nutrientes y sustratos necesarios para llevar a cabo esta actividad, pues la presencia de azúcares fermentables, aminoácidos, vitaminas, minerales y oxigeno favorecen su crecimiento **(Walker y Stewart, 2016).** En cuanto a su nivel metabólico, las levaduras son hábiles para fermentar azúcares como fructosa, glucosa, sacarosa maltosa y maltotriosa **(Maicas, 2020).**

La especie de levadura que más se destaca en la producción de bebidas alcohólicas es *S. cerevisiae* y según las cepas empleadas en la fermentación, las bebidas presentan distintos aromas y sabores **(Walker y Stewart, 2016).** *S. cerevisae* es utilizada para la elaboración de vinos, cervezas, ron, whisky, ginebra, además de hidromiel **(Fu et al., 2023; Maicas y Mateo, 2023).**

1.1.6.1 Levadura Fermivin 4F9

La levadura Fermivin 4F9, perteneciente a la especie *S. cerevisiae,* variable *bayanus* es esencial en la producción de vinos de alta calidad, utilizada por vinicultores para lograr fermentaciones eficientes y consistentes **(Oenobrands, 2016).** Esta cepa se destaca por su capacidad para fermentar a bajas temperaturas, preservando aromas frescos y frutales, y por su alta tolerancia al alcohol, asegurando una fermentación completa incluso en vinos con alto contenido alcohólico **(Institut Français de la Vigne et du Vin, 2019)**. Fermivin 4F9 contribuye al desarrollo de un perfil organoléptico equilibrado, mejorando el sabor, aroma y textura del vino, además de facilitar el manejo del proceso fermentativo, proporcionando resultados reproducibles y fiables, consolidándose como una herramienta indispensable para los productores que buscan excelencia en sus vinos **(Oenobrands 2022).**

Esta levadura se caracteriza por presentar un proceso de fermentación acelerado al requerir un nivel promedio de nutrientes necesarios para su desarrollo con un rango de temperatura que oscila entre 14 a 28°C y contar con una tolerancia al alcohol del 15,5% **(Oenobrands, 2016)**. Con respecto a sus propiedades metabólicas, las mismas se detallan en la **Tabla 4.**

Tabla 4.

Características metabólicas de la levadura Fermivin 4F9

Producción de glicerol	$5 - 7\ g/L$
Producción de ácidos volátiles	$< 0{,}24\ g/L$
Producción de acetaldehído	$< 25\ mg/L$
Producción de H_2S	Baja

Nota: Información obtenida de (Oenobrands 2022)

1.1.6.2 Levadura Fervimin 7013

La levadura Fermivin 7013, una cepa de *S. cerevisiae*, de la variedad *cerevisiae* es reconocida por su eficiencia y rapidez en el proceso de fermentación, siendo especialmente adecuada para la elaboración de vinos blancos y tintos jóvenes **(Oenobrands 2024).** Esta levadura es apropiada para la producción de una amplia variedad de vinos, incluidos aquellos con características afrutadas y los vinos base destinados a la destilación, debido a su baja producción de alcoholes superiores y acetaldehído **(Oenobrands, 2021).** Además, su capacidad para preservar el aroma varietal y la estructura del vino la convierte en una elección destacada para los productores que buscan elaborar vinos frescos y frutales **(Oenobrands 2022).**

La levadura 7013 se caracteriza por tener una fase de latencia corta, cinética rápida y es constante, referente al rendimiento de azúcar/ etanol es 16,5 g por 1% alcohólico y sus temperaturas óptimas es de

15 a 35°C **(Flemingham, 2022).** En la siguiente **Tabla 5,** se indican las diferentes características metabólicas de la cepa 7013.

Tabla 5.

Características metabólicas de la levadura Fermivin 7013

Producción de glicerol	$6 - 8\ g/L$
Producción de ácidos volátiles	$< 0{,}18\ g/L$
Producción de acetaldehido	$< 20\ mg/L$
Producción de H_2S	Bajo
Actividad de la hidroxicinamato descaboxilasa	80 %

Nota: Información obtenida de (Oenobrands 2022).

1.1.7 Normativas para las bebidas alcohólicas

El objetivo de las normativas es garantizar y proteger la salud de los consumidores, asegurando el cumplimiento de los estándares de seguridad. Para ello se realizan diversas pruebas organolépticas, como la evaluación del olor, sabor, color y aceptabilidad **(Batara y Wahyuningrum, 2023; Pang et al., 2017).** En el Ecuador las normativas técnicas enfocadas en garantizar la seguridad y la salud de las personas son las INEN, pues cuentan con diferentes parámetros y características que deben tener las bebidas alcohólicas **(INEN, 2024).** Algunas de las normas empleadas para el estudio de las bebidas alcohólicas se detallan a continuación:

- **Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 341:1978**

La norma **INEN 341:1978** establece el método para determinar la acidez total, fija y volátil en las bebidas alcohólicas. La acidez volátil corresponde a la sumatoria de los ácidos que pueden ser eliminados mediante destilación al vapor, la acidez fija se refiere a los compuestos poco volátiles y la acidez total es la combinación de ambas categorías **(Vidigal y Rangel, 2017).**

- **Normativa NTE INEN 340:2016**

Por su parte, la norma **INEN 340:2016** describe el método que se emplea en las bebidas alcohólicas para determinar el contenido de alcohol etílico, el mismo que se define como la relación entre el volumen del alcohol etílico (etanol) contenido en una mezcla hidroalcohólica, medido a temperatura de 2°C y el volumen total de la mezcla medido a la misma temperatura, expresado en fracción volumétrica (%).

- **Normativa NTE INEN 2014:2015/ CG-FID**

La norma **INEN 2014:2015** describe el método que se emplea para determinar productos congéneres como el metanol (alcohol metílico) en bebidas alcohólicas utilizando cromatografía de gases.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Elaborar un hidromiel a partir de pera piña (*Pyrus communis*) y miel.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar cuatro formulaciones utilizando 2 tipos de levaduras y 2 mezclas de pera y miel.
- Seleccionar mediante evaluación sensorial la mejor formulación.
- Realizar análisis fisicoquímicos del mejor tratamiento.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

En el presente trabajo de investigación se utilizaron los materiales, equipos, reactivos y componentes empleados para la elaboración del hidromiel de pera descritos a continuación, los cuales se enlistan en las **Tablas 6** al **9**.

Tabla 6.

Materiales de laboratorio empleados

Material de laboratorio	Cantidad
Vasos de precipitación (250 mL, 600 mL)	4
Matraz Erlenmeyer (250 mL)	4
Probeta (100 mL)	2
Varilla de agitación	2
Tubos Falcon	4
Gotero	2
Bureta	2
Soporte universal	1
Termómetro	1

Tabla 7.

Equipos de laboratorio empleados

Equipos de laboratorio	Cantidad
pH metro (HANNA)	1
Balanza Analítica (Citizen)	1
Refrigerador	1
Refractómetro (Atago)	1
Extractor centrífugo (Omega)	1
Procesador de vegetales (ROBOT COUPE NO4E6U)	1

Tabla 8.

Reactivos de laboratorio empleados

Reactivos de laboratorio	Cantidad
Fenolftaleína ($C_{20}H_{14}O_4$)	10 mL
Hidróxido de sodio ($NaOH$)	80 mL

Tabla 9.

Componentes principales en la Producción de Hidromiel

Componentes	Cantidad
Materia prima (pera)	60 kg
Fervimin 4F9	8.5 g
Fermivin 7013	8.5 g
Miel	5 kg

2.2 Métodos

2.2.1 Desarrollo de cuatro formulaciones utilizando 2 tipos de levaduras y 2 mezclas de pera y miel

2.2.1.1 Obtención de la materia prima

La pera de buen estado de maduración fue obtenida en el Mercado Mayorista de la ciudad de Ambato en la Provincia de Tungurahua.

2.2.1.2 Preparación del mosto

Para la preparación del mosto se siguió el procedimiento descrito por **Charnock et al. (2022)**, con ciertas modificaciones. Las frutas fueron adecuadamente lavadas y trituradas utilizando un procesador de vegetales (ROBOT COUPE NO4E6U). A continuación, se extrajo el jugo en un extractor centrífugo (Omega) y posteriormente utilizando un pH metro (HANNA) se ajustó su pH de 3,7 a 4. Se llevaron a cabo cuatro tratamientos para la elaboración de hidromiel **(Tabla 10)**, los mismos que se centraban en los grados Brix y el tipo de levadura inoculada. Para alcanzar los grados Brix estipulados en cada tratamiento, se procedió a agregar miel en el mosto y con la ayuda de un refractómetro se llegó a la medida requerida.

Tabla 10.

Concentraciones para el proceso de elaboración del hidromiel

Tratamiento	ºBrix del mosto	Tipo de levadura
T1	15	Fermivin 4F9
T2	20	Fermivin 4F9
T3	15	Fermivin 7013
T4	20	Fermivin 7013

2.2.1.3 Fermentación

La fermentación que fue la encargada de medir el consumo de azúcares, se la realizó según lo estipulado por **Bonassa et al. (2015)**, con algunos cambios. Se tomó 0,5 g de levadura por cada litro de mosto y se procedió a activar con agua y azúcar para posteriormente agregar al mosto. El proceso se llevó a cabo en cuatro tanques de fermentación correspondientes a cada tratamiento, con una temperatura de 24°C durante 10 días.

2.2.1.4 Trasiego

Una vez concluido el proceso de fermentación se procedió a trasegar las bebidas para retirar el concho precipitado, siguiendo lo descrito por **Simão et al. (2023)**. Se dejó reposar el hidromiel tras la fermentación para que los sedimentos se asienten en el fondo del recipiente. Posteriormente con la ayuda de una manguera se transfirió cuidadosamente el hidromiel del recipiente original a uno nuevo sin arrastrar los sedimentos.

2.2.1.5 Maduración

Las muestras fueron sometidas a un proceso de maduración durante un período de 15 días con el objetivo de mejorar su perfil organoléptico.

2.2.1.6 Envasado

Para el envasado del hidromiel, se emplearon botellas de vidrio de 700 mL de tipo ámbar con un tapón de corcho, las cuales fueron almacenadas en un ambiente seco y fresco.

2.2.2 Selección de la mejor formulación de hidromiel de pera mediante evaluación sensorial

2.2.2.1 Evaluación sensorial

El análisis sensorial se llevó a cabo en una sala de cata, equipada con cabinas individuales e iluminación controlada, conforme a las directrices **ISO 8589, (2007).** Las muestras fueron evaluadas sensorialmente

por 25 panelistas semientrenados de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Las muestras fueron presentadas en recipientes plásticos etiquetados con códigos. A los panelistas se les pidió evaluar el olor, el sabor, el color y la aceptabilidad general según el método descrito por **Pérez-Herrera et al. (2020)**, para lo cual se utilizó una escala hedónica de cinco puntos (donde 1 indicaba "no me gusta mucho" y 5 señalaba "me gusta mucho"). A través de la evaluación sensorial se calculó el Índice de Aceptabilidad, conforme a lo señalado por **Dutcosky (2019)**, que afirma que un valor superior al 70% representa una aceptación positiva del producto por parte de los catadores.

2.2.2.2 Análisis estadístico

Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) para cada atributo sensorial (olor, sabor, color y aceptabilidad) con el fin de identificar posibles diferencias significativas entre los tratamientos. Debido a que el ANOVA reveló significancia, se procedió a realizar la prueba de Tukey para determinar el mejor tratamiento.

2.2.3 Análisis fisicoquímicos del mejor tratamiento

El mejor tratamiento fue sometido a análisis fisicoquímicos donde se determinó: acidez total, volátil y fija siguiendo la normativa **INEN 341:1978** (Volumetría), grado alcohólico en base a la normativa **INEN 340: 2016** (Método Alcoholímetro de Vidrio) y el contenido de metanol empleando la norma **INEN 2024:2015** (CG-FID), empleando la metodología que se detalla a continuación:

2.2.3.1 Determinación de la acidez total, la acidez fija y la acidez volátil

Para la determinación de la acidez total, acidez fija y acidez volátil que presentaba la bebida de hidromiel, se siguió lo establecido por la norma **INEN 341:1978,** en donde se aplicaron varios pasos de titulación utilizando una solución de hidróxido de sodio ($NaOH$) 0.1 N **(Cevallos-Mendoza et al., 2022).** Para cuantificar la acidez total (AT) la muestra fue titulada hasta que alcanzó un pH de 7 y posteriormente se utilizó la ecuación 1:

$$AT = 2{,}4\frac{V_1}{G} \qquad \textbf{Ecuación 1}$$

En donde:

AT: Acidez total, indicada como ácido acético, en gramos por 100 cm^3.

V_1: Volumen de la solución de $NaOH$ utilizada.

G: Grado alcohólico de la muestra.

Por otra parte, para medir la acidez fija (AF), se tituló una porción de la muestra, aplicando la ecuación 2:

$$AF = 2{,}4\frac{V_2}{G} \qquad \textbf{Ecuación 2}$$

En donde:

AF: acidez fija, indicada como ácido acético, en gramos por 100 cm^3.

V_2: Volumen de la solución de $NaOH$ utilizada.

G: Grado alcohólico de la muestra.

Mientras que la acidez volátil (AV) se determinó como la diferencia entre la acidez total y la acidez fija, aplicando la ecuación 3:

$$AV = AT - AF \qquad \textbf{Ecuación 3}$$

En donde:

AV: Acidez volátil.

AT: Acidez total.

AF: Acidez fija.

2.2.3.2 Grado alcohólico

La determinación del grado alcohólico se realizó en el Laboratorio de Análisis y Aseguramiento de Calidad Multianalítyca S.A. aplicando la norma **NTE INEN 340:2016**. Según la normativa, se utiliza el método del alcoholímetro vidrio, que incluye la toma de muestras para realizar una destilación simple y una medición del grado alcohólico.

2.2.3.3 Contenido de Metanol

El contenido de metanol se analizó en el Laboratorio de Análisis y Aseguramiento de Calidad Multianalítyca S.A, bajo la aplicación de la normativa **NTE INEN 2014:2015/CG-FID**, la cual menciona el uso y la relación del alcohol destilado en un detector de ionización de llama (FID por un sistema de cromatografía de gases) en presencia de patrones internos para la detección de congéneres volátiles como el metanol.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Desarrollo de cuatro formulaciones utilizando 2 tipos de levaduras y 2 mezclas de pera y miel

El hidromiel fue elaborado empleando pera de adecuado grado de maduración la cual fue sometido a un proceso de extracción por centrifugación para la obtención de jugo. Se le agregó miel hasta alcanzar un Brix de 15 y 20 según el tratamiento propuesto. **Starowicz y Granvogl (2020)**, y **Lima et al. (2021)** mencionan que cuando esta bebida se encuentra elaborada con jugo de fruta, se debe tomar en cuenta el contenido de azúcares que contiene las frutas utilizadas.

El hidromiel fue preparado utilizando 7,7 L (8,90 kg) de jugo de pera, junto con 1,17 kg de miel, proporcionando un volumen final de hidromiel de 8,54 L. Considerando que la cantidad de pulpa fue obtenida a partir de 14,8 kg de pera, se puede decir que se obtuvo un adecuado rendimiento por parte de la fruta empleada, ya que se aprovechó alrededor del 60% de la misma para elaborar la bebida fermentada.

A los mostos preparados se les inoculo cepas Fermivin 4F9 y 7013 las cuales se caracterizan por producir vinos con aromas de frutas exóticos, además tienen una fermentación rápida con un requerimiento moderado de nutrientes **(Scott, 2020). Barbosa et al. (2014)**, realizó un estudio sobre los caracteres fenotípicos y metabólicos de diversas cepas comerciales de *S. cerevisae*, con el objetivo de evaluar su aptitud potencial para la fermentación alcohólica, dando como resultado que las levaduras FERMIVIN, UCD522, XL, XLD, T73, W3, VIN13 Y VL1 son las óptimas para la producción de vinos, debido a su alta resistencia a las variaciones de temperatura, su capacidad para soportar el choque oxidativo y su resistencia media al ácido acético.

El mosto fue fermentado a 24º C por 10 días. El hidromiel fue trasegadas y almacenadas por 15 días para la posterior evaluación sensorial. Referente al tiempo de maduración de las peras varía según la variedad, pero cuando se mantienen a temperatura y a una humedad relativa superior al 90% el tiempo de maduración es de 3 a 6 años, pero si la maduración se extiende la calidad de la pulpa se ve afectada **(Saquet, 2017)**. Según **Akhavan y Wrolstad (2017),** afirman que las peras al tener una mayor maduración alcanzan el máximo contenido de azúcar de 13,5% y con una pulpa firme para las industrias. Sin embargo, el desarrollo de esta investigación impidió completar la maduración total del hidromiel. Como resultado, los sabores y características organolépticas no llegaron a su expresión plena lo que podría haber influido en los resultados obtenidos en cuanto a la calidad final de la bebida.

El hidromiel de pera recién fermentada presenta sabores indeseables, derivados de los subproductos generados durante la fermentación y los compuestos volátiles presentes **(Ramalhosa et al., 2011)**.

Ortiz (2022), asegura que la maduración facilita la dispersión o transformación de estos compuestos, lo que contribuye a una mejora en el sabor. Adicionalmente, durante este proceso, la bebida experimenta un proceso de clarificación, lo que favorece una mejora en su apariencia visual **(Van Doorn et al., 2019)**. Este periodo de maduración puede variar, con duraciones que van desde meses hasta años **(Pereira et al., 2019).**

La bebida de hidromiel fue envasada en botellas de color ámbar debido a su capacidad para proteger mejor el contenido de la luz ultravioleta, lo que ayuda a preservar la calidad del producto por más tiempo **(Arena et al., 2021).** Es importante indicar que, las botellas fueron almacenadas en un ambiente seco y fresco. Esto se debe a que factores como la temperatura y la humedad son cruciales para la conservación del producto, ya que las fluctuaciones térmicas pueden afectar la bebida y la humedad favorecer el crecimiento de microorganismos indeseables que alteran sus características sensoriales y fisicoquímicas del hidromiel **(Gidado et al., 2024)**.

En la **Tabla 11** se puede observar que el pH presentado por los cuatro tratamientos analizados osciló entre 3,6 a 3,9 respectivamente, siendo superior al reportado por otros autores como **Pereira et al. (2015)**, pues en su estudio obtuvieron hidromiel con pH de 3,5, mientras que **Cavalcante da Silva et al. (2018)** registraron un valor de 3,2. La diferencia de valores puede estar vinculado principalmente con el tipo de levadura empleada. **Maicas (2020)**, afirma que *S. cerevisae* es la más empelada para la preparación de bebidas fermentadas debido a cuenta con un fácil crecimiento y fácil adaptación, además de tolerar concentraciones de óxido de azufre que otras especies de levaduras no resisten, sin embargo, las características de *S. cerevisae* pueden variar según la cepa comercial empleada **(Walker y Stewart, 2016)**.

Por otro lado, al comparar estos resultados con otras bebidas fermentadas como el vino, se pudo apreciar valores inferiores al reportado en el presente estudio, pues **Toldam-Andersen et al. (2024)** elaboró un vino de uva con pH de 3,5, mientras que **Liang et al. (2022)** obtuvo un vino de durazno con un pH de 3,3. La diferencia de valores registrados entre la presente investigación y los estudios mencionados se debe principalmente a la composición química de la materia prima utilizada en cada bebida fermentada, no obstante, se puede mencionar que guardan similitud **(Forino et al., 2020; Satav y Pethe, 2016).**

Es relevante mencionar que, una vez finalizada la fermentación el pH no tuvo variaciones en los tratamientos. Según la literatura, esto ocurre debido a la disminución de la actividad metabólica por parte de la levadura, ya que alcanza su capacidad máxima para convertir los azúcares en alcohol **(Lin et al., 2012).** A su vez, **Bordoloi y Ganguly (2014)**, corroboran lo indicado con anterioridad y añade que la estabilización del pH también se puede producir debido a que la mayoría de los azúcares han sido convertidos en alcohol, provocando la finalización de la fermentación.

Willa, Nyambo, y Sam (2021), indican que el proceso de la fermentación en las bebidas alcohólicas es fundamental, ya que las levaduras convierten los azúcares presentes en el mosto en alcohol etílico, lo cual es crucial para el desarrollo de las características organolépticas del producto final.

Los grados Brix del mosto inicial y final se indican en la **Tabla 11**. En cuanto al proceso de fermentación, se realizaron diferentes tratamientos para la cepa Fermivin 4F9 con concentraciones de 15 y 20 º Brix, mientras que para la levadura Fermivin 7013 se utilizaron 15 y 20 º Brix. En cuanto a los grados Brix de la pera, estos varían entre 12 a 17º Brix, aunque pueden presentarse diferencias dependiendo de las variedades de la fruta y su estado de madurez **(Guerra y Casquero, 2005).**

Según **Jaywant et al. (2022)**, el control de los grados Brix es esencial para el análisis de calidad de los productos como bebidas alcohólicas y agrícolas, pues permite obtener un balance en la dulzura y la estabilidad microbiológica para obtener un producto de alta calidad. No obstante, si no se controla adecuadamente puede generar valores elevados con acidez irregular, pero si los grados Brix son muy bajos existe una baja eficiencia en el proceso de fermentación, ya que el azúcar es la principal fuente de alimento para la levadura **(Lima et al. 2021).**

Tabla 11.

Variaciones en el pH y grados Brix en los tratamientos fermentados

Tratamientos	pH	Grados Brix	
		Inicial	Final
T1	3,9	15	6
T2	3,6	20	8
T3	3,9	15	6
T4	3,9	20	6

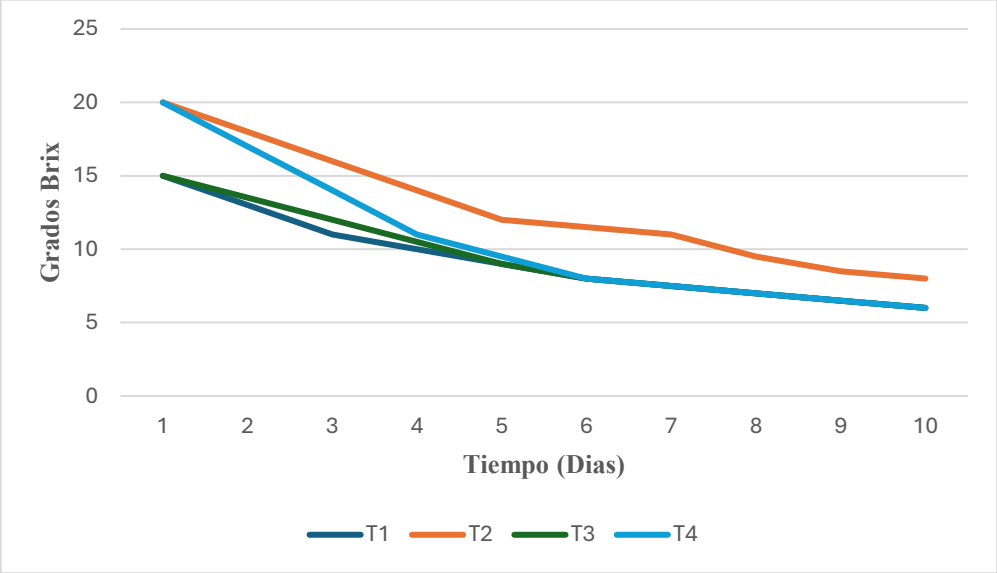


Figura 1. Variación de los Grados Brix en los Cuatro Tratamientos.

El proceso de fermentación de los cuatro tratamientos tuvo una duración de 10 días, como se indica en la **Figura 1**, los grados Brix finales fueron de 6 y 8. Según **Ramalhosa et al. (2011) y Sroka y Tuszyński (2007),** las altas concentraciones de azúcar pueden causar estrés osmótico en las levaduras, ralentizando el proceso de fermentación, lo que requiere que se mantenga temperaturas y pH adecuados para un rendimiento óptimo de las levaduras.

Blanco, Quicazán, y Cuenca (2012), afirman que el tiempo de fermentación del hidromiel es reducido con el uso de fuentes nitrogenadas que disminuye notablemente el tiempo de fermentación etanólica. **Starowicz y Granvogl (2020),** indica que la fermentación completa del hidromiel es de 24 días, pero para la reducción del periodo de fermentación se emplean diferentes compuestos como: bitartrato de potasio, fosfato de hidrógeno diamónico y bitartrato de potasio. Sin embargo, el progreso de la fermentación depende de varios factores como la cepa, el control de pH, la nutrición, los nutrientes, los minerales y la mezcla durante el proceso **(Iglesias et al. 2014)**.

3.1.2 Selección mediante evaluación sensorial la mejor formulación

Yang y Boyle (2016), asegura que la evaluación sensorial es fundamental para apoyar el desarrollo de un nuevo producto, para ello se utilizan los sentidos de los panelistas, como: vista, olfato y gusto, este tipo de proceso permite determinar la aceptación o el rechazo de los productos según las preferencias del catador **(Ruiz-Capillas y Herrero, 2021).**

En la **Tabla 12** se pueden observar los resultados obtenidos en la presente investigación, con respecto a la evaluación sensorial realizadas a los cuatro tipos de hidromiel elaborados.

Tabla 12.

Evaluación sensorial realizada a los cuatro tratamientos de hidromiel

Tratamiento	T1	T2	T3	T4
Olor	$3{,}00 \pm 1{,}15^{bc}$	$4{,}04 \pm 0{,}68^{a}$	$3{,}16 \pm 0{,}90^{b}$	$2{,}32 \pm 0{,}95^{c}$
Sabor	$2{,}48 \pm 1{,}16^{b}$	$4{,}12 \pm 0{,}73^{a}$	$3{,}08 \pm 0{,}76^{b}$	$2{,}8 \pm 1{,}35^{b}$
Color	$4{,}08 \pm 0{,}81^{a}$	$3{,}32 \pm 1{,}07^{b}$	$3{,}52 \pm 1{,}05^{ab}$	$3{,}44 \pm 0{,}96^{ab}$
Aceptabilidad	$2{,}88 \pm 1{,}20^{b}$	$4{,}08 \pm 0{,}76^{a}$	$3{,}12 \pm 0{,}97^{b}$	$2{,}48 \pm 1{,}22^{b}$

Nota: Los resultados obtenidos representan la media $\pm$ desviación estándar $(n = 25)$. Los tratamientos que no comparten la misma letra en la misma columna son significativamente diferentes en base a la prueba de Tukey $(p < 0{,}05)$.

3.1.2.1 Olor

Para analizar las diferencias estadísticas en el atributo "olor" entre los tratamientos de hidromiel, se realizó un análisis de varianza (ANOVA), que indica que existen diferencias significativas entre los grupos evaluados. Para lo cual se realizó una prueba de comparación de medias post hoc (Tukey), la cual determino que el Tratamiento T2 (20° Brix y levadura Fermivin 4F9) fue significativamente superior a los demás tratamientos **(Anexo 2).** En la **Tabla 12** se presentan los resultados del atributo "olor", donde se observó que, este destacó por su calidad olfativa, obteniendo una calificación de 4,12 $\pm$ 0,73, siendo la más alta, lo que sugiere que su perfil olfativo es más agradable. Por lo contrario, el tratamiento T4 (20° Brix y levadura Fermivin 7013) obtuvo la calificación más baja, con un valor de 2,32 ± 0,95. De acuerdo con los datos mostrados en la **Figura 3** sobre el perfil sensorial evaluado por los 25 catadores, se evidencia que el Tratamiento T2 recibió la calificación más alta, lo que respalda su destacada calidad olfativa.

Zhang et al (2023), menciona que los compuestos aromáticos volátiles presentes en la pera, como los ésteres, aldehídos, alcoholes y otros compuestos volátiles, juegan un papel clave en la calidad de las bebidas. Estos compuestos son responsables de la percepción del aroma y de las sensaciones en la boca, ya que influyen directamente en el perfil sensorial del producto final, proporcionando características frescas, afrutadas y agradables que enriquecen la experiencia del consumidor **(Pereira et al. 2015)**.

3.1.2.2 Sabor

Con la finalidad de conocer si existe diferencia significativa entre los tratamientos con respecto a su sabor, se realizó un ANOVA con un nivel de confianza del 95% **(Anexo 3)**, en donde se evidenció que los grupos fueron significativamente diferentes ($p < 0,05$). En base a este resultado se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de Tukey, la misma que señaló que el mejor tratamiento fue T2, que a su vez fue significativamente diferente con respecto a los tratamientos T1, T3 y T4 **(Tabla 12)**. Como se observa en la **Figura 3** el tratamiento T2 (20° Brix y levadura Fermivin 4F9) fue el que presentó el sabor más agardable para los catadores, pues registró una puntuación de $4,12 \pm 0,73$.

Jaywant et al. (2022), indica que este atributo sensorial se encuentra relacionado con la dulzura y el aroma que presentan los productos alimenticios, siendo importante para la aceptación o el rechazo de los mismos. **Resende et al. (2018)** y **Ofoedu et al. (2022)**, mencionan que la variación de sabor puede estar relacionado con las diferentes concentraciones de azúcares residuales y compúestos ácidos, existentes en la bebida, así como sus posibles interacciones. Por su parte, **Maicas (2020)**, atribuye que las levaduras también pueden influir sobre este atriuto sensorial, pues algunas producen metabolitos secundarios capaces de preservar aromas frescos y frutales en las bebidas fermentadas, como es el caso de la levadura Fermivin 4F9 **(Institut Français de la Vigne et du Vin, 2019)**.

3.1.2.3 Color

En el análisis de color del hidromiel, primero se realizó una prueba de varianza ANOVA, obteniendo un p-value fue $< 0,05$, lo que indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Posteriormente, se aplicó la prueba de Tukey, cuyos resultados confirmaron que el Tratamiento T1, con una calificación promedio de 4,08 difiere significativamente de los demás tratamientos **(Anexo 4).** De acuerdo con la **Tabla 12,** de los cuatro tratamientos evaluados, el tratamiento T1 (15° Brix y levadura Fermivin 4F9) destacó por tener una mejor tonalidad, obteniendo una calificación de $4,08 \pm 0,81$, siendo el más adecuado para el consumo. En comparación, el tratamiento T2 (20° Brix y levadura Fermivin 4F9) obtuvo una calificación de $3,32 \pm 1,07$, lo que indican que su tonalidad fue aceptable, pero no alcanzó la calidad visual que presentó el tratamiento T1. En la **Figura 3** se muestra que el Tratamiento T1 recibió una mayor aceptación por parte de los catadores, lo que refuerza la idea de que la apariencia es un factor determinante en la percepción general de los consumidores.

Spence (2015) menciona que, el color es un elemento sensorial más relevante en la percepción de un producto, ya que tiene la capacidad de influir directamente en las expectativas sensoriales y hedónicas de los consumidores, además dicha característica genera una respuesta positiva al consumidor, debido

a que establece sus preferencias y emociones. Por otro lado, es relevante señalar que el hidromiel de pera presentó una coloración verde claro **(Anexo 1).** De acuerdo con el estudio de **Guéguen (2023)**, los colores de las bebidas y alimentos tienen un efecto significativo sobre la percepción de la calidad e intensidad del producto, dando como resultado que las tonalidades verde y azul generan una sensación de frescura e hidratación, mientras que las tonalidades rojo y amarillo provocan una percepción de saciedad menor.

3.1.2.4 Aceptabilidad

En cuanto a la aceptabilidad, se procedió a realizar el ANOVA con un nivel de confianza de 95% para determinar si existía diferencia significativa entre los tratamientos estudiados, en el cual se pudo apreciar que diferían significativamente, pues su valor p fue menor a 0,05 **(Anexo 5)**. En base a este resultado se procedió a realizar un análisis de comparación de medias de Tukey, en el cual se determinó que el mejor tratamiento fue T2 (20° Brix y levadura Fermivin 4F9), el mismo que fue estadísticamente diferente en relación con los demás (T1, T3 y T4). En la **Figura 2** se puede visualizar que el tratamiento T2 que fue el que presentó la mayor aceptabilidad por parte de los catadores, registró una puntuación de 4,08 $\pm$ 0,76, mientras que el tratamiento T3 (15°Bix y levadura Fermivin 7013) fue el que presentó menor preferencia con un valor de 2,88 $\pm$ 1,20 **(Tabla 12)**.

3.1.2.5 Índice de Aceptabilidad

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, el mejor tratamiento T2 (20° Brix y levadura Fermivin 4F9) reportó un índice de aceptabilidad del 81,6%, siendo considerado como una aceptación positiva por parte del producto; mientras que el tratamiento T4 (20° Brix y levadura Fermivin 7013) fue el menos apreciado por los catadores, pues registró una aceptación del 49,6% respectivamente, mismas cifras que pueden ser visualizadas en la **Figura 2**.

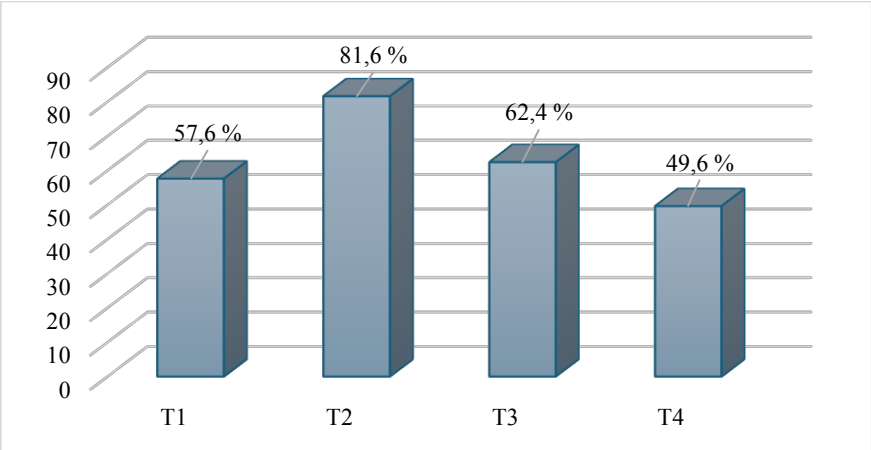


Figura 2. Índice de aceptabilidad de los diferentes tratamientos de hidromiel elaborado con pera piña.

Según el resultado final obtenido, en el presente estudio se puede observar que los atributos sensoriales que primaron por parte de los catadores para la elección de la mejor formulación de hidromiel fueron el olor y el sabor, puesto que en ambos análisis el tratamiento T2 fue el que obtuvo la mayor puntuación.

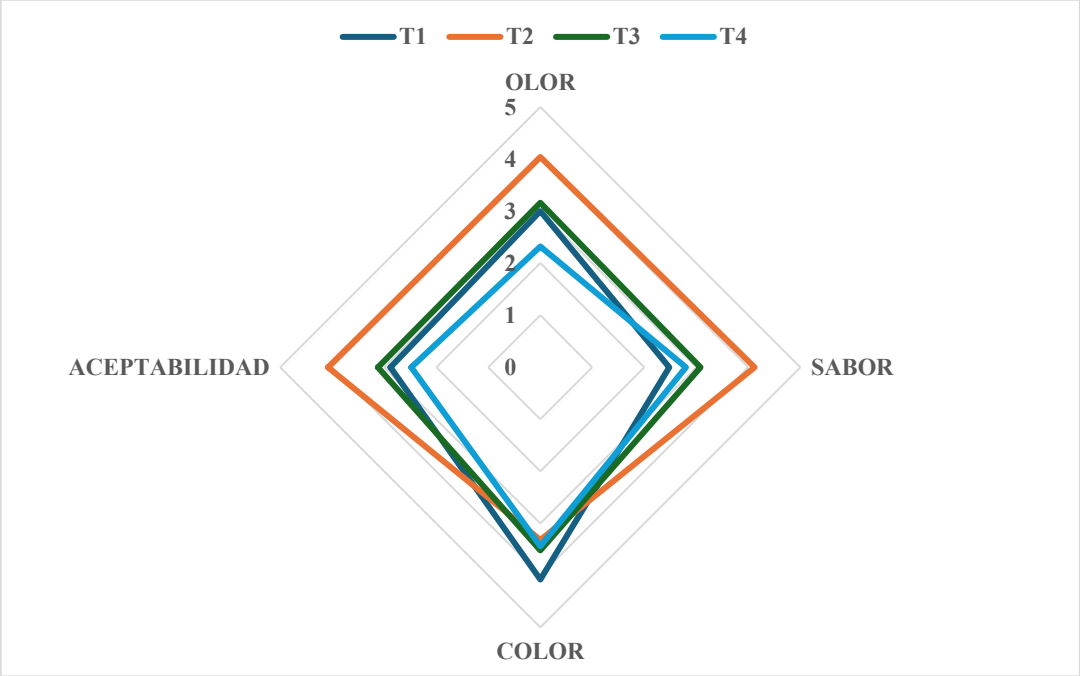


Figura 3. Perfil sensorial de los cuatro tratamientos del hidromiel de pera.

3.1.3 Análisis fisicoquímicos del mejor tratamiento

3.1.3.1 Determinación de la acidez total, acidez volátil y acidez fija

En relación con los resultados obtenidos del análisis sensorial del hidromiel, el Tratamiento T2 (20° Brix y levadura Fermivin 4F9) se destacó como el más apreciado por los catadores. En el tratamiento 2 se realizaron diferentes análisis fisicoquímicos como la acidez total, la acidez fija, la acidez volátil, el grado alcohólico y el contenido de metanol, según lo indicado por la norma **INEN 374, (2022).**

Tabla 13.

Resultados de los análisis fisicoquímicos del Tratamiento T2

Parámetro	Resultado	Unidad	Método de Referencia
Acidez	1,53	g/100 cm^3 AA	NTE INEN 341:1978
Acidez volátil	0,177	g/100 cm^3 AA	NTE INEN 341:1978
Acidez fija	1,353	g/100 cm^3 AA	NTE INEN 341:1978
Grado alcohólico	10	º GL	NTE INEN 340:2016
Metanol	8,11	mg/100 cm^3 AA	NTE INEN 2014:2015

Nota: Los resultados obtenidos con respecto al grado alcohólico y metanol fueron proporcionados por el Laboratorio de Análisis y Aseguramiento de Calidad Multianalityca S.A.

La acidez total del hidromiel fue de 1.53 g/100 cm^3 evaluado mediante la **INEN 341:1978** como se indica en la **Tabla 13.** El valor obtenido se encuentra dentro de los límites establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana **NTE 374** para bebidas alcohólicas **(Anexo 6).** Según **Tyl y Sadler (2017)** la acidez total sirve para determinar la concentración total de un alimento donde los ácidos orgánicos más comunes son el cítrico, málico, láctico y acético, cabe mencionar que dichos ácidos orgánicos pueden influir en el sabor, el color, la estabilidad microbiana y la calidad del producto.

Comparando con un estudio de **Jose-Salazar et al (2024).**, que obtuvo 0,2812 ± 0,014 g/100 cm^3 de acidez total del hidromiel fermentado con *Pichia kudriavnevii* 4A, este proceso resultó en un hidromiel agradable al paladar, con un aroma único y una concentración de etanol superior al 8 %. En bebidas energéticas como cafeína, dan como resultado que la acidez titulable varía entre 5,1 y 15,6 g/ 100 cm^3, **(Ogbeide et al., 2021)**.

Se utilizó la norma **INEN 341:1978** para determinar la acidez volátil del hidromiel, obteniendo un valor de 0,177 g/100 cm^3 como se observa en la **Tabla 13**. El resultado se encuentra dentro de los límites establecidos por la normativa nacional **(Anexo 6).** La acidez volátil es uno de los parámetros clave en el almacenamiento del vino, ya que permite verificar que la fermentación se haya llevado a cabo correctamente, además su medición ayuda a detectar niveles elevados de ácido acético, lo cual puede indicar la presencia de bacterias acéticas que pueden afectar la calidad del producto **(Paluch et al. 2021; Vilela et al. 2013).** En un estudio realizado por **Akalın, Bayram y Anlı (2017),** obtuvieron valores de acidez volátil del hidromiel que oscilaban entre 0,0024 g/100 cm^3 a 0,00764 g/100 cm^3, lo que indica que dichas cantidades son inferiores al límite legal de 0,011 g/100 cm^3 establecido por la legislación europea para vinos.

Con respecto a la acidez fija, en la **Tabla 13** se muestra que la bebida de hidromiel tiene un valor de 1,353 g/100 cm^3 (13,53 g/L), siendo superior a la acidez volátil. El resultado obtenido guarda relación con lo reportado por **Roldán et al. (2011**) luego **Hranilovic et al. (2021)**, quienes en sus estudios

determinaron en sus bebidas fermentadas valores de 2,81 y 3,36 g/L para la acidez fija, mientras que para la acidez volátil obtuvieron cantidades de 0,48 y 0,99 g/L respectivamente. Se puede apreciar en todos los casos mencionados, la acidez fija fue superior a la volátil, esto es debido a que los compuestos que contribuyen con dicha acidez mejoran las propiedades sensoriales de las bebidas fermentadas, a diferencia de los compuestos volátiles que generan problemas de calidad **(Payan et al. 2023; Vilela et al. 2013)**.

3.1.3.2 Grado alcohólico

En la **Tabla 13** se observa que la bebida de hidromiel elaborada con pera piña presentó un grado alcohólico de 10 °GL. Tomando en cuenta que la norma **INEN 338, (1992)** define a las bebidas alcohólicas fermentadas como aquellas que han sido obtenidas a partir de mostos fermentados, es correcto atribuir al hidromiel dentro de este grupo. En base a esto se procedió a emplear la normativa **INEN 373, (1987)** utilizada para bebidas alcohólicas, para conocer si el resultado obtenido con respecto al grado alcohólico que presentaba el hidromiel fue adecuado. De acuerdo con esto, se pudo apreciar que el resultado obtenido se encontraba dentro del rango reportado por la norma, pues la misma indica un valor mínimo de 5 °GL y máximo de 16°GL.

El valor presentado por parte del grado alcohólico en la presente investigación fue levemente inferior al reportado por **Pereira et al. (2015)**, pues su hidromiel registró un grado alcohólico de 11 °GL al utilizar *S. cerevisiae* Lalvin QA23, mientras que **Roldán et al. (2011)** al emplear *S. cerevisae* ENSIS-LE5 obtuvo hidromiel con 12 °GL La ligera variación que existe entre los valores presentados, puede estar relacionado con el uso de las distintas levaduras comerciales de *S. cerevisiae* **(Ramalhosa et al., 2011; Starowicz y Granvogl, 2020).**

3.1.3.3 Contenido de metanol

En el análisis de metanol del hidromiel, se obtuvo una concentración de 8,11 mg/100 cm^3como se indica en la **Tabla 13**, dicho resultado se encuentra dentro de los límites permitidos según la Normativa INEN 347 de Bebidas Alcohólicas vigente para el metanol **(INEN 347, 2015).**

Navianti, Tarmizi, y Holifah (2018), en su estudio destacó la importancia de analizar la cantidad de metanol en las bebidas alcohólicas para garantizar la seguridad del consumidor y cumplir con las regulaciones de calidad, ya que la ingesta de 10 mL de metanol puede causar ceguera y 30 mL puede provocar la muerte. Al comparar con el estudio de **Felipe et al. (2019),** se obtuvo un valor de 27,1 mg/L de metanol, resultado que se atribuye a la presencia de pectina en la fruta. **Gürler y Bayram (2023),**

afirman que las concentraciones elevadas del metanol en el hidromiel de pera podrían haberse visto influenciadas principalmente por el contenido a la pectina, ya que las frutas maduras suelen estar asociadas con mayores niveles de metanol en el producto final. **Blumenthal et al (2021),** para evitar que las pectinas afecten el producto final, se recomienda eliminar la piel de la fruta antes de la fermentación, lo que podría reducir el nivel de metanol en aproximadamente un 50 % de la producción de bebidas alcohólicas.

Ecuador adoptó la etiqueta de autorización en el 2017, a fin de eliminar el comercio ilícito de las bebidas adulteradas, que causan graves riesgos para la salud de los consumidores, pérdida de ingresos y degradación de la marca para los fabricantes legítimos **(Euromonitor International, 2018).** De hecho, en el 2011 existieron alrededor de 50 personas que han muerto tras beber alcohol contaminado y otras 14 quedaron ciegas **(Caselli, 2011).** Cabe destacar que, cada sociedad y país tiene un marco jurídico particular para la toma de decisiones políticas para proteger la salud y el bienestar de las personas **(Koning, 2017).**

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se elaboró un hidromiel a base de pera piña (*Pyrus communis*) y miel, de buenas características sensoriales que cumple con la normativa nacional vigente.
- Se desarrollaron cuatro formulaciones de hidromiel mediante una tecnología artesanal, con un rendimiento del 60% en el mejor tratamiento.
- De la evaluación sensorial realizada se obtuvo que el mejor tratamiento fue el elaborado con la levadura Fermivin 4F9 y la mezcla de jugo de pera y miel de 20° Brix, que tuvo un nivel de aceptabilidad del 81,6%.
- El mejor tratamiento de hidromiel cumplió con todos los parámetros establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 374.

4.2 Recomendaciones

- Se sugiere considerar un estudio para determinar las condiciones óptimas de almacenamiento del hidromiel.
- Realizar un análisis comparativo de la pera con y sin cáscara durante el proceso de fermentación del hidromiel, con el objetivo de determinar el impacto de la cáscara tiene sobre la cantidad de metanol presente en el producto final.
- Realizar pruebas experimentales con distintas variedades de pera para identificar y evaluar nuevas características organolépticas que puedan mejorar el atractivo sensorial del hidromiel.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias bibliográficas

Abbas, S. Bano, S. (2020). Significance of Pyrus communis as a medicinal plant. *Journal of Natural Sciences*, *8*(2), 35-40. https://www.researchgate.net/publication/344571203

Akalın, H., Bayram, M. y Anlı, R. E. (2017). Determination of some individual phenolic compounds and antioxidant capacity of mead produced from different types of honey: Properties of mead from different types of honey. *Journal of the Institute of Brewing*, *123*(1), 167-174. https://doi.org/10.1002/jib.396

Akhavan, I. y Wrolstad, R. E. (2017). Variation of sugars and acids during ripening of pears and in the production and storage of pear concentrate. *Journal of Food Science*, *45*(3), 499-501. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1980.tb04085.x

Andreu, M. y Saavedra-Coutado, C. (2022). El rol de los fermentos en la sostenibilidad alimentaria. *Nutrición Hospitalaria*, *39*(3), 56-59. https://doi.org/10.20960/nh.04313

Angulo, N. y Cruz, K. (2023). *Caracterización de dos variedades de pera: Pera uvilla y pera piña, aplicando deshidratación osmótica* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e59bd6f4-96cd-4651-a482-488b52f042b6/content

Arena, E., Rizzo, V., Licciardello, F., Fallico, B. y Muratore, G. (2021). Effects of Light Exposure, Bottle Colour and Storage Temperature on the Quality of Malvasia delle Lipari Sweet Wine. *Foods*, *10*(8), 1-14. https://doi.org/10.3390/foods10081881

Armijos, S. (2021). *La producción de miel de abeja en Ecuador atrae a más participantes*. https://www.vistazo.com/enfoque/la-produccion-de-miel-de-abeja-en-ecuador-atrae-mas-participantes-NGVI223806

Babbar, N., Bansal, P., Aggarwal, P., Singh, K. y Kaur, S. (2022). *Utilisation of Honey in Processed Food Products*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.107091

Barbosa, C., Lage, P., Vilela, A., Mendes-Faia, A. y Mendes-Ferreira, A. (2014). Phenotypic and metabolic traits of commercial *Saccharomyces cerevisiae* yeasts. *AMB Express*, *4*(1), 1-14. https://doi.org/10.1186/s13568-014-0039-6

Batara, M. y Wahyuningrum, E. R. (2023). Consumer Protection Against the Production and Distribution of Traditional Liquor. *Daengku: Journal of Humanities and Social Sciences Innovation*, *3*(5), 720-728. https://doi.org/10.35877/454RI.daengku1872

Blanco, A., Quicazán, M., y Cuenca, M. (2012). Efecto de algunas fuentes de nitrógeno en la fermentación alcohólica de miel. *Vitae*, *19*(1), 234-236. https://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914069.pdf

Blumenthal, P., Steger, M., Einfalt, D., Rieke-Zapp, J., Quintanilla Bellucci, A., Sommerfeld, K., Schwarz, S. y Lachenmeier, D. (2021). Methanol Mitigation during Manufacturing of Fruit Spirits with Special Consideration of Novel Coffee Cherry Spirits. *Molecules*, *26*(9), 1-16. https://doi.org/10.3390/molecules26092585

Bonassa, G., Schneider, L. T., Cremonez, P. A., Oliveira, C. D. J. D., Teleken, J. G. y Frigo, E. P. (2015). Optimization of first generation alcoholic fermentation process with Saccharomyces cerevisiae. *Acta Scientiarum. Technology*, *37*(3), 313-320. https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v37i3.25794

Bordoloi, R., y Ganguly, S. (2014). Physical, Biological and Chemical Regulatory Factors Influencing the Process of Biofermentation of Food: A Review. *Journal Of Biological and Chemical Research (Society For Advancement Of Sciences, Lucknow, India)*, *31*(1), 6-11. https://www.researchgate.net/publication/263544215_Physical_Biological_and_Chemical_Regulatory_Factors_Influencing_the_Process_of_Biofermentation_of_Food_A_Review

Caselli, I. (2011). *Ecuador tackles bootleg alcohol after wave of deaths*. https://www.bbc.com/news/world-latin-america-14819253

Cavalcante da Silva, S. M. P., de Carvalho, C. A. L., Sodré, G. da S. y Estevinho, L. M. (2018). Production and characterization of mead from the honey of stingless bees. *Journal of the Institute of Brewing*, *124*(2), 194-200. https://doi.org/10.1002/jib.485

Cevallos-Mendoza, M. J., Chompoy-Salazar, S. M. y Barre-Zambrano, R. (2022). Propiedades fisicoquímicas y sensoriales del vino del pseudofruto de marañón (anacardium occidentale).

Revista Científica Ingeniar: Ingeniería, Tecnología e Investigación, 5(9), 8-24. https://doi.org/10.46296/ig.v5i9.0043

Charnock, H. M., Cairns, G., Pickering, G. J, y Kemp, B. S. (2022). Production Method and Wine Style Influence Metal Profiles in Sparkling Wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, *73*(3), 170-182. https://doi.org/10.5344/ajev.2022.21051

Cyril, K., Rahman, M., Singh, G., Joseph, A. y Mathew, M. (2023). *The impact of pear on nutrition and health: A review*. https://www.thepharmajournal.com/archives/2023/vol12issue5/PartAH/12-5-216-646.pdf

Da Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O. y Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, *196*(1), 309-323. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051

Dar, M. A., Wani, J. A., Raina, S. K., Bhat, M. Y. y Malik, M. A. (2015). Relationship of leaf nutrient content with fruit yield and quality of pear. *Journal of Environment Biology, 36*(3), 649-653. https://www.researchgate.net/publication/282202740_Relationship_of_leaf_nutrient_content_with_fruit_yield_and_quality_of_pear

Dutcosky, S. D. (2019). *Análise Sensorial de Alimentos*. Editora Universitária Champagnat.

Euromonitor International. (2018). *Size and Shape of the Global Illicit Alcohol Market*. https://www.tracit.org/uploads/1/0/2/2/102238034/illicit_alcohol__-_white_paper.pdf

Fadón, E., Espiau, M. T., Errea, P., Segura, J. M. A. y Rodrigo, J. (2023). *Necesidades de frío e impacto del cambio climático en el cultivo del peral*. https://citarea.cita-aragon.es/bitstream/10532/6782/1/Necesidades%20cultivo%20del%20peral.pdf

FAO. (2018). *FAOSTAT*. https://www.fao.org/faostat/en/#home

FAO. (2024). *Producción de pera por país 2024*. https://worldpopulationreview.com/country-rankings/pear-production-by-country

Felipe, A. L. D., Souza, C. O., Santos, L. F. y Cestari, A. (2019). Synthesis and characterization of mead: From the past to the future and development of a new fermentative route. *Journal of*

Food Science and Technology, *56*(11), 4966-4971. https://doi.org/10.1007/s13197-019-03968-3

Flemingham, A. (2022). *Fermivin*. https://www.vintessential.com.au/data-new/datasheets/Fermivin.pdf

Forino, M., Picariello, L., Rinaldi, A., Moio, L. y Gambuti, A. (2020). How must pH affects the level of red wine phenols. *LWT*, *129*(1), 1-7. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109546

Fu, Y., Shi, X., Li, F., Yan, X., Li, B., Luo, Y., Jiang, G., Liu, X. y Wang, L. (2023). Fermentation of mead using *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus paracasei*: Strain growth, aroma components and antioxidant capacity. *Food Bioscience*, *52*(1), 102402. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102402

García-Chaviano, M. E y Armenteros-Rodríguez, E. (2022). Composición química de la miel de abeja y su relación con los beneficios a la salud. *Revista Médica Electrónica, 44*(1), 155-167. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242022000100155

Garg, N. (2017). Technology for the Production of Agricultural Wines. Science and Technology of Fruit Wine Production (pp. 463-486). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800850-8.00008-9

Gidado, M. J., Gunny, A. A. N., Gopinath, S. C. B., Ali, A., Wongs-Aree, C. y Salleh, N. H. M. (2024). Challenges of postharvest water loss in fruits: Mechanisms, influencing factors, and effective control strategies – A comprehensive review. *Journal of Agriculture and Food Research*, *17*(1), 101249. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101249

Gomes, T., Dias, T., Cadavez, V., Verdial, J., Morais, J., Ramalhosa, E. y Estevinho, L. (2015). Influence of Sweetness and Ethanol Content on Mead Acceptability. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, *65*(2), 137-142. https://doi.org/10.1515/pjfns-2015-0006

Guéguen, N. (2003). The Effect of Glass Colour on the Evaluation of a Beverage's Thirst-Quenching Quality. *Current psychology letters*, *11*2(2), 1-6. https://doi.org/10.4000/cpl.398

Guerra, M. y Casquero, P. A. (2005). Evolución de la Madurez de Variedades de Manzana y Pera en Almacenamiento Frigorífico Conjunto con Absorbedor de Etileno. *Información Tecnológica*, *16*(4), 11-16. https://doi.org/10.4067/S0718-07642005000400003

Gupta, J. y Sharma, R. (2009). Production technology and quality characteristics of mead and fruit-honey wines: A review. *Natural Product Radiance, 8*(4), 345-355. https://nopr.niscpr.res.in/bitstream/123456789/5987/1/NPR%208(4)%20345-355.pdf

Gürler, M. y Bayram, B. (2023). Estimation of ethanol and methanol exposure through jarred fruit purees. *Ann Ist Super Sanita*, *59*(4), 260-266. https://doi.org/DOI: 10.4415/ANN_23_04_04

Hranilovic, A., Albertin, W., Capone, D. L., Gallo, A., Grbin, P. R., Danner, L., Bastian, S. E. P., Masneuf-Pomarede, I., Coulon, J., Bely, M. y Jiranek, V. (2021). Impact of Lachancea thermotolerans on chemical composition and sensory profiles of Merlot wines. *Food Chemistry*, *349*(1), 1-12. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129015

Hussain, S., Masud, T., Bano, R., Wang, H., Ali, S. y Ali, A. (2015). Comparative Study of Two Pear (Pyrus communis L.) Cultivars in Terms of Nutritional Composition. *Food Science and Quality Management, 36*(1), 48-54. https://www.researchgate.net/publication/272885472_Comparative_Study_of_Two_Pear_Pyrus_communis_L_Cultivars_in_Terms_of_Nutritional_Composition

Hussain, S. Z., Naseer, B., Qadri, T., Fatima, T. y Bhat, T. A. (2021). Pear (Pyrus Communis)—Morphology, Taxonomy, Composition and Health Benefits. En S. Z. Hussain, B. Naseer, T. Qadri, T. Fatima, y T. A. Bhat, *Fruits Grown in Highland Regions of the Himalayas* (pp. 35-48). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75502-7_3

Iglesias, A., Pascoal, A., Choupina, A. B., Carvalho, C. A., Feás, X. y Estevinho, L. M. (2014). Developments in the Fermentation Process and Quality Improvement Strategies for Mead Production. *Molecules*, *19*(8), 12577-12590. https://doi.org/10.3390/molecules190812577

INEN. (2024). *Normas técnicas enfocadas en garantizar la salud y seguridad de las personas*. https://www.normalizacion.gob.ec/inen-fortalece-la-infraestructura-de-la-calidad-a-traves-de-acercamientos-con-entidades-internacionales-2/

INEN 374. (2022). *Bebidas alcohólicas. vino de frutas. Requisitos*. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana.

INEN 340. (2016). *Bebidas alcohólicas. Determinación del contenido de alcohol etílico. Método del alcoholímetro de vidrio*. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana.

INEN 347. (2015). *Bebidas alcohólicas. Determinación de Metanol.* Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana

INEN 2014. (2015). *Bebidas alcohólicas. Determinación de productos congéneres por cromatografía de gases*. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana.

INEN 338. (1992). *Bebidas alcohólicas. Definiciones*. https://docs.bvsalud.org/leisref/2018/03/291/alcohol-inen-338.pdf

INEN 341. (1978). *Bebidas alcohólicas. Determinación de la acidez*. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana.

INEN 374. (1987). Bebidas alcohólicas. Vino de frutas. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana.

Institut Français de la Vigne et du Vin. (2019). *Fermivin 4F9*. https://www.vignevin.com/outils/fiches-levures/fermivin-4f9/

International Dendrology Society. (2024). *Pyrus communis*. https://www.treesandshrubsonline.org/articles/pyrus/pyrus-communis/

ISO 8589. (2007). *Sensory analysis. General guidance for the design of test rooms*. https://www.iso.org/standard/36385.html

Jaywant, S. A., Singh, H. y Arif, K. M. (2022). Sensors and Instruments for Brix Measurement: A Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, *22*(6), 1-20. https://doi.org/10.3390/s22062290

Jose-Salazar, J. A., Ballinas-Cesatti, C. B., Hernández-Martínez, D. M., Cristiani-Urbina, E., Melgar-Lalanne, G. y Morales-Barrera, L. (2024). Kinetic Evaluation of the Production of Mead from a Non-Saccharomyces Strain. *Foods*, *13*(12), 1-25. https://doi.org/10.3390/foods13121948

Joshi, V., Attri, B., Panesar, P., Abrol, G., Sharma, S., Thakur, A. y Selli, S. (2017). *Specific Features of Table Wine Production Technology* (pp. 295-461). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800850-8.00007-7

Kaur, P., Ghoshal, G. y Banerjee, U. C. (2019). *Traditional Bio-Preservation in Beverages: Fermented Beverages*. Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816685-7.00003-3

Khiljee, T. y Akhtar, N. (2019). Investigation of antiaging and skin rejuvenation potential of phyto-constituents from Pyrus communis loaded topical emulgel. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, *32*(1), 293-300. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30829206/#:~:text=From%20findings%20it%20is%20concluded,and%20showed%20skin%20whitening%20potential

Kiran, Garg, V. y Dhiman, A. (2020). Evaluation of Antimicrobial Activity of Peel and Fruits of *Pyrus communis*. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, *13*(1), 293-296. https://doi.org/10.5958/0974-360X.2020.00059.1

Koning, H. W. de (Ed.). (2017). *Setting environmental standards: Guidelines for decision-making*. World Health Organization. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/37172/9241542144-eng.pdf

Kunat-Budzyńska, M., Rysiak, A., Wiater, A., Grąz, M., Andrejko, M., Budzyński, M., Bryś, M. S., Sudziński, M., Tomczyk, M., Gancarz, M., Rusinek, R. y Ptaszyńska, A. A. (2023). Chemical Composition and Antimicrobial Activity of New Honey Varietals. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *20*(3), 1-21. https://doi.org/10.3390/ijerph20032458

Li, X., Li, X., Wang, T y Gao, W. (2016). *Nutritional Composition of Pear Cultivars (Pyrus spp.).* Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408117-8.00024-6

Liang, H., Gao, D., Wang, C., Gao, H., Guo, Y., Zhao, Z. y Shi, H. (2022). Effect of Fermentation Strategy on the Quality and Aroma Characteristics of Yellow Peach Wines. *Fermentation*, *8*(11), 1-13. https://doi.org/10.3390/fermentation8110604

Lima, L. F. F. D. S., Alves, T. C. L., Souza, A. Q. L. D. y Santos, W. G. D. (2021). Kinetic analysis of the fermentative process of mead with the addition of cupuaçu (Theobroma grandiflorum) pulp. *Research, Society and Development*, *10*(14), 1-14. https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21685

Lin, Y., Zhang, W., Li, C., Sakakibara, K., Tanaka, S. y Kong, H. (2012). Factors affecting ethanol fermentation using *Saccharomyces cerevisiae* BY4742. *Biomass and Bioenergy*, *47*(1), 395-401. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.09.019

Liu, X., Zubair, M., Kong, L., Shi, Y., Zhou, H., Tong, L., Zhu, R., Lv, Y. y Li, Z. (2023). Shifts in bacterial diversity characteristics during the primary and secondary fermentation stages of bio-

compost inoculated with effective microorganisms agent. *Bioresource Technology*, *382*(1), 129163. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.129163

Maicas, S. (2020). The Role of Yeasts in Fermentation Processes. *Microorganisms*, *8*(8), 1-8. https://doi.org/10.3390/microorganisms8081142

Maicas, S. y Mateo, J. J. (2023). The Life of Saccharomyces and Non-Saccharomyces Yeasts in Drinking Wine. *Microorganisms*, *11*(5), 1-14. https://doi.org/10.3390/microorganisms11051178

Makwana, M. y Hati, S. (2019). Fermented Beverages and Their Health Benefits. En *Fermented Beverages* (pp. 1-29). https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815271-3.00001-4

Mannaa, M., Han, G., Seo, Y.-S y Park, I. Evolution of Food Fermentation Processes and the Use of Multi-Omics in Deciphering the Roles of the Microbiota. *Foods*, *10*(11), 1-19. https://doi.org/10.3390/foods10112861

Matei, F. (2017). Technical Guide for Fruit Wine Production. En *Science and Technology of Fruit Wine Production* (pp. 663-703). https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800850-8.00014-4

Mengesha, Y., Tebeje, A. y Tilahun, B. (2022). A Review on Factors Influencing the Fermentation Process of Teff (Eragrostis teff) and Other Cereal-Based Ethiopian Injera. *International Journal of Food Science*, *2022*(1), 1-10. https://doi.org/10.1155/2022/4419955

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2019). *Sector apícola se potencia en la provincia de Tungurahua* https://www.agricultura.gob.ec/sector-apicola-se-potencia-en-la-provincia-de-tungurahua/

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2020). *Exportaciones impulsan a Ecuador como potencia agropecuaria*. https://www.agricultura.gob.ec/exportaciones-impulsan-a-ecuador-como-potencia-agropecuaria/

Miranda, M. F. M., Campoverde, D. K. C. y Velasco, L. A. V. (2022). Proposal for the Production and Marketing of Beekeeping Products. *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.*, *2*(1), 196-214. https://doi.org/10.18502/espoch.v2i2.11194

Montezuma, Z. E. S. (2020). *Evaluación físico química y organoléptica de una bebida hidromiel sabor a mora* [Tesis de posgrado, Universidad de las Américas]. https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/12793

Navianti, D., Tarmizi, M. I. y Holifah, S. N. (2018). The Presence of Methanol in Alcoholic Beverages Analyzed Using Qualitative Method. *Jurnal Teknologi Laboratorium*, *7*(2) 46-52. https://doi.org/10.29238/teknolabjournal.v7i1.117

Oenobrands. (2016). *Fermivin 4F9*. https://www.menasa.es/wp-content/uploads/2022/07/FERMIVIN_ADS_4F9_ES.pdf

Oenobrands. (2021). *7013 Saccharomyces cerevisiae var. Cerevisiae*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.corimpex.it/uploads/MediaGalleryProdotti/19_FERMIVIN_ADS_7013_2018_EN_21x29,7_CORIMPEX.pdf

Oenobrands. (2022). *Advanced wineamaking solutions*. https://www.infowine.com/wp-content/uploads/2024/03/OENOBRANDS_Oenobook-2022_ES-2.pdf

Oenobrands. (2024). *Fermivin 7013*. https://oenobrands.com/product/yeast/fermivin-yeast/fermivin-7013/

Ofoedu, C. E., Ofoedu, E. O., Chacha, J. S., Owuamanam, C. I., Efekalam, I. S. y Awuchi, C. G. (2022). Comparative Evaluation of Physicochemical, Antioxidant, and Sensory Properties of Red Wine as Markers of Its Quality and Authenticity. *International Journal of Food Science*, *2022*(1), 1-17. https://doi.org/10.1155/2022/8368992

Ogbeide, U. M., Irene, D. E., Okeri, H. A. y Department of Pharmaceutical Chemistry, Faculty of Pharmacy, University of Benin, PMB 1154, Benin City, 300001, Nigeria. (2021). Assessment of pH, titratable acidity, and caffeine content of some brands of energy drinks. *Journal of Science and Practice of Pharmacy*, *8*(1), 441-446. https://doi.org/10.47227/jsppharm.v8i1.4

Ortega, I. L. y Currián, M. (2021). *Composición Nutricional y calidad de la Miel producida en el territorio Patagonia Verde*. https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/67894/Capitulo%206.pdf?sequence=7

Ortiz, G. C. (2022). *Evaluación fisicoquímica de bebida fermentada obtenida con mieles de diferente procedencia y adición de tuna (amarilla y púrpura) inoculadas con dos cepas de levadura*.

[Tesis, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1195/T_827.pdf?sequence=1yisAllowed=y

Orwa, C, Matua, A, Kindt, R. y Jamnadass, R. (2009). *Agroforestree Database:a tree reference and selection guide version 4.0*. https://apps.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Pyrus_communis.PDF

Öztürk, A., Demirsoy, L., Demirsoy, H., Asan, A. y Gül, O. (2015). Phenolic Compounds and Chemical Characteristics of Pears (*Pyrus Communis* L.). *International Journal of Food Properties*, *18*(3), 536-546. https://doi.org/10.1080/10942912.2013.835821

Paluch, J., Kozak, J., Mermer, K., Molęda, I., Wieczorek, M., Kalinowski, S y Kościelniak, P. (2021). Novel Integrated Flow-Based Steam Distillation and Titration System for Determination of Volatile Acidity in Wines. *Molecules*, *26*(24), 1-13. https://doi.org/10.3390/molecules26247673

Pang, X.., Li, Z., Chen, Y., Gao, J. y Han, B. (2017). A Comprehensive Review of Spirit Drink Safety Standards and Regulations from an International Perspective. *Journal of Food Protection*, *80*(3), 431-442. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-319

Parra-Coronado, A., Hernández Hernández, J. E. y Camacho-Tamayo, J. H. (2006). Comportamiento fisiológico de la pera variedad Triunfo de Viena (Pyrus communis L.) durante el período poscosecha. *Revista Brasileira de Fruticultura*, *28*(1), 46-50. https://doi.org/10.1590/S0100-29452006000100015

Payan, C., Gancel, A. L., Jourdes, M., Christmann, M y Teissedre, P. L. (2023). Wine acidification methods: A review. *OENO One*, *57*(3), 1-16. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2023.57.3.7476

Pereira, A. P., Mendes-Ferreira, A., Dias, L. G., Oliveira, J. M., Estevinho, L. M. y Mendes-Faia, A. (2019). Volatile Composition and Sensory Properties of Mead. *Microorganisms*, *7*(10), 1-16. https://doi.org/10.3390/microorganisms7100404

Pereira, A. P., Mendes-Ferreira, A., Estevinho, L. M., y Mendes-Faia, A. (2015). Improvement of mead fermentation by honey-must supplementation. *Journal of the Institute of Brewing*, *121*(3), 405-410. https://doi.org/10.1002/jib.239

Pereira, A. P., Mendes-Ferreira, A., Oliveira, J. M., Estevinho, L. M. y Mendes-Faia, A. (2013). High-cell-density fermentation of Saccharomyces cerevisiae for the optimisation of mead production. *Food Microbiology*, *33*(1), 114-123. https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.09.006

Pereira, A. P., Oliveira, J. M., Mendes-Ferreira, A., Estevinho, L. M. y Mendes-Faia, A. (2017). Mead and Other Fermented Beverages. En *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering* (pp. 407-434). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63666-9.00014-5

Pérez-Herrera, A., Martínez-Gutiérrez, G. A., León-Martínez, F. M y Sánchez-Medina, M. A. (2020). The effect of the presence of seeds on the nutraceutical, sensory and rheological properties of *Physalis* spp. Fruits jam: A comparative analysis. *Food Chemistry*, *302*(1), 1-7. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125141

Quicazán, M. C., Cuenca, M. M. y Paz, A. B. (2019). *Producción de hidromiel en el contexto de la apicultura en Colombia*. Editorial UNAL. https://portaldelibros.unal.edu.co/gpd-producciy-n-de-hidromiel-en-el-contexto-de-la-apicultura-en-colombia-9789587836028.html

Ramalhosa, E., Gomes, T., Pereira, A. P., Dias, T. y Estevinho, L. M. (2011). Mead Production. En *Advances in Food and Nutrition Research* (pp. 101-118). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384927-4.00004-X

Raziuddin, M., Babu, R. N., Rao, V. A., Ramesh, S. y Karunakaran, R. (2021). Quality of Value Added Goat Meat Spread Enriched with Honey. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, *Of, 40* (4), 461 - 465. https://doi.org/10.18805/ajdfr.DR-1654

Resende, É., Caliari, M., Soares Soares Júnior, M., Ribeiro Oliveira, A., Cristina Marques Duarte, R. y Valério de Barros Vilas Boas, E. (2018). Assessment of chemical and sensory quality of sugarcane alcoholic fermented beverage. *Journal of Food Science and Technology*, *55*(1), 72-81. https://doi.org/10.1007/s13197-017-2792-4

Rojas, C. (2022). *Plan de marketing con énfasis en el desarrollo de estrategias competitivas digitales, para mejorar la comercialización de miel de abeja en el cantón Ibarra, Imbabura* [Tesis de posgrado, Universidad Técnica del Norte]. https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11955/2/PG%20999%20TRABAJO%20GRADO.pdf

Roldán, A., Van Muiswinkel, G. C. J., Lasanta, C., Palacios, V. y Caro, I. (2011). Influence of pollen addition on mead elaboration: Physicochemical and sensory characteristics. *Food Chemistry*, *126*(2), 574-582. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.11.045

Ruiz-Capillas, C y Herrero, A. M. (2021). Sensory Analysis and Consumer Research in New Product Development. *Foods*, *10*(3), 1-4. https://doi.org/10.3390/foods10030582

Sahlan, M., Ridhowati, A., Hermansyah, H., Wijanarko, A., Rahmawati, O. y Pratami, D. K. (2019). Formulation of hard candy containes pure honey as functional food. *AIP Conference Proceedings*, *2092*(1), 1-6. https://doi.org/10.1063/1.5096743

Salazar, Y. (2023). *Una realidad incómoda: La comida que se desperdicia en los hogares*. https://www.primicias.ec/noticias/firmas/comida-desperdicio-fao-alimentos/

Samarghandian, S., Farkhondeh, T. y Samini, F. (2017). Honey and Health: A Review of Recent Clinical Research. *Pharmacognosy Research*, *9*(2), 121-126. https://doi.org/10.4103/0974-8490.204647

Saquet, A. A. (2017). *Physiology and Biochemistry of «Rocha» pear during ripening and log-term controlled atmosphere storage* [Tesis, Universidad de Lisboa]. https://repositorio.ulisboa.pt/bitstream/10400.5/14943/1/Thesis%20Uni%20Lisbon%20-%20Adriano%20Saquet%20-%2017%20Nov%202017.pdf

Satav, P. D. y Pethe, A. S. (2016). Effect of pH on Physicochemical Parameters of Wine Produced from Banana. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, *5*(2), 608-614. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2016.502.068

Schuyler, S, M. (2019). *Botany and Taxonomy of Pear.* En S, Korban (eds), The Pear Genome. (pp. 1-33). Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11048-2_1

Scott, L. (2020). *Winemaking Hanbook*. https://scottlabsltd.com/content/files/Documents/SLL/Handbooks/Scott%20Canada%202020%20Handbook%20Web%20(1).pdf

Siddiqui, S. A., Erol, Z., Rugji, J., Taşçı, F., Kahraman, H. A., Toppi, V., Musa, L., Giacinto, G. D., Bahmid, N. A., Mehdizadeh, M. y Castro-Muñoz, R. (2023). An overview of fermentation in

the food industry. Looking back from a new perspective. *Bioresources and Bioprocessing*, *10*(1), 85. https://doi.org/10.1186/s40643-023-00702-y

Silva, G. J., Souza, T. M., Barbieri, R. L. y Oliveira, A. (2014). Origin, Domestication, and Dispersing of Pear (Pyrus spp.). *Advances in Agriculture*, *2014*(1), 1-8. https://doi.org/10.1155/2014/541097

Simão, L., Wanderley, B. R. da S. M., Tavares Vieira, M. P., da Silva Haas, I. C., Amboni, R. D. de M. C. y Fritzen-Freire, C. B. (2023). How Do Different Ingredients and Additives Affect the Production Steps and the Bioactive Potential of Mead? *Food Technology and Biotechnology*, *61*(2), 179-190. https://doi.org/10.17113/ftb.61.02.23.7622

Singh, S., Verma, R. y Sharma, H. (2024). Exploring the therapeutic potential and bioactive compounds in Pyrus species. *Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine*, *10*(1), 1-9. https://doi.org/10.1016/j.prmcm.2023.100342

Spence, C. (2015). On the psychological impact of food colour. *Flavour*, *4*(1), 1-16. https://doi.org/10.1186/s13411-015-0031-3

Sroka, P. y Tuszyński, T. (2007). Changes in organic acid contents during mead wort fermentation. *Food Chemistry*, *104*(3), 1250-1257. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.046

Starowicz, M. y Granvogl, M. (2020). Trends in food science y technology an overview of mead production and the physicochemical, toxicological, and sensory characteristics of mead with a special emphasis on flavor. *Trends in Food Science y Technology*, *106*(1), 402-416. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.09.006

Taveira, I. C., Nogueira, K. M. V., Oliveira, D. L. G. D. y Silva, R. D. N. (2021). Fermentation: Humanity's Oldest Biotechnological Tool. *Frontiers for Young Minds*, *9*(1), 1-7. 568656. https://doi.org/10.3389/frym.2021.568656

Toldam-Andersen, T. B., Zhang, S., Liu, J., Bredie, W. L. P. y Petersen, M. A. (2024). Sulfite Management during Vinification and Impact on the Flavor of Solaris Wine. *Fermentation*, *10*(4), 1-13. https://doi.org/10.3390/fermentation10040210

Tyl, C y Sadler, G. D. (2017). pH and Titratable Acidity. En S. S. Nielsen (Ed.), *Food Analysis* (pp. 389-406). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45776-5_22

Van Doorn, G., Timora, J., Watson, S., Moore, C. y Spence, C. (2019). The visual appearance of beer: A review concerning visually-determined expectations and their consequences for perception. *Food Research International*, *126*(1), 1-11. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108661

Vidigal, S. y Rangel, S. (2017). A flow-based platform for measuring the acidity parameters in wine. *Talanta*, *168*(1), 313-319. https://doi.org/10.1016/j.talanta.2017.03.029

Vieira, P., Ribeiro, C., Pinto, C. A., Saraiva, J. A. y Barba, F. J. (2020). Application of HPP in food fermentation processes. En F. J. Barba, C. Tonello-Samson, E. Puértolas, y M. Lavilla (Eds.), *Present and Future of High Pressure Processing* (pp. 329-351). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816405-1.00015-7

Vilela, A., Schuller, D., Mendes-Faia, A. y Côrte-Real, M. (2013). Reduction of volatile acidity of acidic wines by immobilized Saccharomyces cerevisiae cells. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *97*(11), 4991-5000. https://doi.org/10.1007/s00253-013-4719-y

Walker, G. M. y Stewart, G. G. (2016). Saccharomyces cerevisiae in the Production of Fermented Beverages. *Beverages*, *2*(4), 1-12. https://doi.org/10.3390/beverages2040030

Willa, V., Nyambo, D. G. y Sam, A. (2021). Brix and Alcohol Content Monitoring using Wireless Sensor Network. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, *07*(07), 34-39. https://doi.org/10.31695/IJASRE.2021.34048

Yang, X. y Boyle, R. A. (2016). Sensory Evaluation of Oils/Fats and Oil/Fat–Based Foods. En *Oxidative Stability and Shelf Life of Foods Containing Oils and Fats* (pp. 157-185). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-1-63067-056-6.00003-3

Zambrano, L. (2023). *El Ecuador que debemos conocer. La pera: Deliciosa y saludable*. https://www.elheraldo.com.ec/el-ecuador-que-debemos-conocer-la-pera-deliciosa-y-saludable-luis-alfredo-silva-zambrano/

Zhang, W., Yan, M., Zheng, X., Chen, Z., Li, H., Mao, J., Qin, H., Zhu, C., Du, H. y Abd El-Aty, A. M. (2023). Exploring the Aroma Fingerprint of Various Chinese Pear Cultivars through Qualitative and Quantitative Analysis of Volatile Compounds Using HS-SPME and GC×GC-TOFMS. *Molecules*, *28*(12), 1-16. https://doi.org/10.3390/molecules28124794

Zimmerman, J. (2021). Make Mead Like a Viking. En *Fermentology*, NC State University Libraries. https://doi.org/10.52750/849852

ANEXOS

Anexo 1

Bebida de Hidromiel final con una tonalidad verde-amarilla



Anexo 2

ANOVA del olor del Hidromiel de los cuatro tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor p
Tratamiento	37,55	3	12,52	14,35	0,00
Error	83,76	96	0,87		
Total	121.31	99			

Comparaciones en parejas de Tukey del olor a una confianza del 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación		
T2	25	4,04	A		
T3	25	3,16		B	
T1	25	3,00		B	C
T4	25	2,32			C

Anexo 3

ANOVA del sabor del Hidromiel de los cuatro tratamientos

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón-F	Valor p
Tratamiento	38,56	3	12,85	11,68	0,00
Error	105,68	96	1,10		
Total	144,24	99			

Comparaciones en parejas de Tukey del sabor a una confianza del 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
T3	25	4,00	A	
T2	25	3,68	A	
T4	25	2,80		B
T1	25	2,48		B

Anexo 4

ANOVA del color del Hidromiel de los cuatro tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor p
Tratamiento	8,51	3	2,83	2,97	0,036
Error	91,68	96	0,95		
Total	100,19	99			

Comparaciones en parejas de Tukey del color a una confianza del 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
T1	25	4,08	A	
T3	25	3,52	A	B
T4	25	3,44	A	B
T2	25	3,32		B

Anexo 5

ANOVA de la aceptabilidad del Hidromiel de los cuatro tratamientos

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón-F	Valor p
Tratamiento	34,68	3	11,560	10,95	0,000
Error	101,36	96	1,056		
Total	136,04	99			

Comparaciones en parejas de Tukey de la aceptabilidad a una confianza del 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
T2	25	4,080	A	
T3	25	3,120		B
T1	25	2,880		B
T4	25	2,480		B

Anexo 6

Normativa Técnica Ecuatoriana para Bebidas alcohólicas

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de Ensayo
Grado alcohólico	ºGL	5	18	INEN 360
Acidez volátil, como ácido acético	g/L	-	2,0	INEN 341
Acidez total, como ácido málico	g/L	4,0	16	INEN 341
Cenizas	g/L	1,4		INEN 348
Alcalinidad de las cenizas	meg/L	1,4		INEN 1547
Cloruros, como cloruro de sodio	g/L	-	2,0	INEN 353
Glicerina	--	1,0	10	INEN 355
Anhídrido sulfuroso total	g/L	-	0,32	INEN 356
Anhídrido sulfuroso libre	g/L	-	*0,04*	INEN 357

*cm^3 por 100 cm^3 de alcohol anhidro.

**g por 100 g de alcohol anhidro.

Nota: Información obtenida de INEN (1987).

Anexo 7

Hoja de cata de los diferentes tipos de hidromiel elaborado con pera

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

Tema: Evaluación sensorial de una bebida de hidromiel a base de pera piña (*Pyrus communis*).

Nombre:…… Fecha: ……

INSTRUCCIONES:
Por favor evalué cada una de las muestras, marque con una X la respuesta que considere más conveniente.

			Muestras			
Características	**Valoración**	**Evaluación**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
Olor	5	Me gusta mucho				
	4	Me gusta				
	3	Ni me gusta ni me disgusta				
	2	No me gusta				
	1	No me gusta mucho				
Sabor	5	Me gusta mucho				
	4	Me gusta				
	3	Ni me gusta ni me disgusta				
	2	No me gusta				
	1	No me gusta mucho				
Color	5	Me gusta mucho				
	4	Me gusta				
	3	Ni me gusta ni me disgusta				
	2	No me gusta				
	1	No me gusta mucho				

Aceptabilidad	5	Me gusta mucho				
	4	Me gusta				
	3	Ni me gusta ni me disgusta				
	2	No me gusta				
	1	No me gusta mucho				

Observaciones:……

Gracias por su colaboración

Anexo 8

Cálculos demostrativos de la determinación de la acidez total, la acidez fija y la acidez volátil

Acidez total:

$$AT = 2{,}4\frac{V_1}{G}$$

$$AT = 2{,}4\frac{6{,}37\ mL}{10\ GL}$$

$$AT = 1{,}53\ g/100\ cm3$$

Acidez fija:

$$AF = 2{,}4\frac{V_2}{G}$$

$$AF = 2{,}4\frac{5{,}63\ mL}{10\ GL}$$

$$AF = 1{,}353\ g/100\ cm3$$

Acidez volátil

$$AV\ =\ AT - AF$$

$$AV\ =\ 1{,}53\ g/100\ cm3 - 1{,}353\ g/100\ cm3$$

$$AV\ =\ 0{,}177\ g/100\ cm3$$

Anexo 9

Multianalítyca S.A.
Laboratorio de Análisis y Aseguramiento de Calidad

CERTIFICADO DE CONTROL DE CALIDAD

SA. 7536a

Cliente:	SÁNCHEZ OJEDA JOSÉ RICARDO		
Dirección:	QUERO, JUAN BENIGNO VELA Y A		
Descripción:	**HIDROMIEL DE PERA**	**Fecha de elaboración:**	2024/12/23
		Fecha de Vencimiento:	2025/12/23
		Lote:	001
		Fecha de Análisis:	2024/12/30

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Color: Característico	**Olor:** Característico	**Estado:** Líquido
Contenido Declarado: 750 mL	**Contenido Encontrado:** 750 mL	
Material de envase:	Vidrio ámbar con tapa de corcho	
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.	

RESULTADO INSTRUMENTAL

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO REFERENCIA
Grado alcohólico	10	°GL	MIN-06	NTE INEN 340:2016 / Método alcoholímetro vidrio
°⁹Metanol	8.11	mg/100 cm³ AA	MIN-24	NTE INEN 2014:2015/ CG-FID

Nota 1: °⁹ Los ensayos/ la información, no forman parte del alcance de acreditación de Multianalityca S.A., y fueron suministrados por LABPARREÑO, que no está acreditado para realizar dicha actividad.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio para ensayos Físico-Químicos e Instrumentales partir de la fecha de ingreso será de 15 días calendario para muestras perecibles, 30 días calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para ensayos microbiológicos será de 5 días laborables para muestras perecibles, 10 días laborables para muestras medianamente perecibles y estables a partir de la fecha de análisis. Posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Ing. José Carrera Z.
GERENTE GENERAL

Multianalítyca
Av. Jorge Erazo N50-109 y Homero Salas.
Sector Bicentenario. Quito / Ecuador

info@multianalityca.com
02 3300 247 / 02 3300 674
095 885 0928 / 095 885 0754

@multianalityca
@multianalityca
multianalityca.com