



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS
CARRERA DE INGENIERIA EN AGROINDUSTRIAS**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

MODALIDAD:

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES EN UNA BEBIDA
FERMENTADA (HIDROMIEL) A PARTIR DE MIEL DE ABEJA.**

AUTORES:

JOHANA MARIA BAZURTO PALLAROSO

EVELYN JULIANA CEDEÑO MUÑOZ

TUTOR:

ING. WAGNER ANTONIO GOROZABEL MUÑOZ, Mg.

CHONE, 2022

DEDICATORIA

A Dios por siempre prestarme salud y sabiduría por darme las fuerzas necesarias para seguir adelante en este largo camino.

A mi madre Leonor Pallaroso por ser mi pilar fundamental en este proceso por siempre apoyarme en los momentos más difíciles por nunca dejarme desmayar. A mi padre Ramón Bazurto por saber guiarme día a día y darme las fuerzas necesarias en cada batalla que se me presentó a lo largo de esta trayectoria.

A mi hermana Ramona Bazurto por siempre confiar en mí por brindarme sus palabras de aliento para no renunciar a mis sueños.

A mi pareja Cristhián Mendoza por apoyarme incondicionalmente en el transcurso de esta trayectoria. A mi Bebé quien ha estado conmigo desde en mi vientre dándome las fuerzas necesarias para seguir adelante.

A mis amistades por creer en mí infinitas gracias.

JOHANA MARIA BAZURTO PALLAROSO

DEDICATORIA

A Dios, por toda la sabiduría puesta en cada una de las etapas mi formación académica.

A mis padres Juan Cedeño y María Muñoz, quienes con su amor y paciencia me guiaron siempre por los mejores senderos de la vida, encaminándome a nunca desmayar por cumplir mis objetivos y luchar por mis sueños. A mis hermanos Alejandro e Iris, por ser mi apoyo en los momentos más difíciles de mi vida.

EVELYN JULIANA CEDEÑO MUÑOZ

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Zootécnicas, por darnos la oportunidad de formarnos dentro de la institución. Al cuerpo de docentes, quienes con su paciencia y dedicación nos impartieron sus conocimientos.

Al Ing. Wagner Gorozabel Muñoz, Mg, por apoyarnos y ser nuestro tutor durante el desarrollo de nuestro trabajo de investigación.

A nuestros familiares y amigos, porque siempre nos brindaron su apoyo.

LAS AUTORAS

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Ing. Wagner Antonio Gorozabel Muñoz, Msc. catedrático de la Facultad de Ciencias Zootécnicas, extensión Chone de la Universidad Técnica de Manabí CERTIFICO, que la presente tesis titulada: **“EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES EN UNA BEBIDA FERMENTADA (HIDROMIEL) A PARTIR DE MIEL DE ABEJA”**, ha sido realizada por las egresadas de la Carrera de Agroindustrias: Johana María Bazurto Pallaroso y Evelyn Juliana Cedeño Muñoz bajo la dirección del suscrito habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Chone, Diciembre del 2022

Ing. Wagner Antonio Gorozabel Muñoz, Msc
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DE LA COMISIÓN DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN.**TESIS DE GRADO**

Sometida a consideración del Tribunal de Revisión y Evaluación designado por: el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Zootécnicas, extensión Chone de la Universidad Técnica de Manabí, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERA EN AGROINDUSTRIA**TEMA:**

EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES EN UNA BEBIDA FERMENTADA (HIDROMIEL) A PARTIR DE MIEL DE ABEJA.

REVISADA Y APROBADA POR:

Ing. José Patricio Muñoz Murillo, PhD.
REVISOR DE TESIS

Ing. Manolo Mera Carbo, Mg.
PRIMER MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Cecilia Parraga Álava, PhD.
**SEGUNDO MIEMBRO DEL
TRIBUNAL**

Ing. Rudyar Arteaga Solórzano, PhD.
**TERCER MIEMBRO DEL
TRIBUNAL**

DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR

Yo Johana María Bazarro Pallaroso y Evelyn Juliana Cedeño Muñoz declaramos que el presente trabajo de graduación es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas contenidas en este documento.

La Universidad Técnica de Manabí puede hacer uso de los derechos de publicación correspondiente a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa Institucional vigente.

Johana María Bazarro Pallaroso

Evelyn Juliana Cedeño Muñoz

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	v
CERTIFICACIÓN DE LA COMISIÓN DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN.	vi
DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR.....	vii
ÍNDICE.....	viii
INDICE DE TABLAS	xi
INDICE DE FIGURAS	xii
INDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
1. INTRODUCCIÓN/PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	3
3. OBJETIVOS.....	4
3.1. Objetivo General.....	4
3.2. Objetivos Específicos	4
4. HIPOTESIS	4
5. MARCO REFERENCIAL	4
5.1. Fermentación alcohólica.....	5
5.2. Hidromiel.....	5
5.2.1. Importancia del hidromiel	6
5.2.2. Procesos fermentativos del hidromiel.....	7
5.2.3. Utilización de levaduras para la producción de hidromiel	8
5.2.4. Aspectos fisicoquímicos	9

5.2.4.1. °Brix (Bx)	9
5.2.4.2. pH	9
5.3. Miel de abeja	10
5.3.1. Composición química de la miel	10
5.3.1.1. Agua.....	11
5.3.1.2. Proteínas	11
5.3.1.3. Cenizas.....	12
5.3.1.4. Minerales	12
5.3.1.5. Enzimas	12
5.3.1.6. Vitaminas.....	13
5.4. Evaluación sensorial	13
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
6.1. Ubicación.....	15
6.2. Tipo de investigación.....	15
6.3. Diseño experimental	15
6.3.1. Formulaciones	16
6.4. Factor en estudio:.....	16
6.5. Caracterización de la materia prima	17
6.6. Proceso de elaboración de la bebida fermentada (Hidromiel).....	17
6.6.1. Diagrama de flujo para la obtención del hidromiel	18
6.6.2. Descripción del proceso de obtención del hidromiel.....	19
6.7. Análisis fisicoquímico del hidromiel.....	20
6.8. Comportamiento fermentativo de los tratamientos propuestos mediante una curva de fermentación.	20
6.9. Análisis sensorial de los tratamientos en estudio	21
6.9.1. Evaluación organoléptica	21
6.10. Análisis estadístico	21

7.1. Caracterización de la miel de abeja (<i>Apis mellifera</i>).....	22
7.2. Determinación del efecto de tres concentraciones de sólidos solubles en las características fisicoquímicas de la bebida fermentada.....	24
7.2.1. °Brix	24
7.2.2. Densidad (g/cm ³)	25
7.2.2. pH	26
7.2.3. Acidez expresada en gramos de ácido cítrico/100 mL de hidromiel y g de ácido tartárico /100 ml de hidromiel.....	27
7.2.4. Grado alcohólico (°GL)	28
7.2.4. Turbidez (NTU)	29
7.3. Estudio del comportamiento fermentativo de los tratamientos propuestos mediante una curva de fermentación	31
7.4. Evaluación sensorial de los tratamientos en estudio	32
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
8.1. Conclusiones.....	35
8.2. Recomendaciones	36
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
10. ANEXOS	45

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de la miel	11
Tabla 2. Tratamiento de estudios	16
Tabla 3. Formulaciones de los tratamientos en estudio	16
Tabla 4. Categoría de aceptación	21
Tabla 5. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la miel de abeja.	22
Tabla 6. Evaluación colorimétrica de los tratamientos en estudio.	23
Tabla 7. Análisis de varianza ANDEVA de los °Brix de los tratamientos en estudio.	24
Tabla 8. Comparación de medias de los °Brix de la hidromiel.	24
Tabla 9. Análisis de varianza ANDEVA de la densidad de los tratamientos en estudio ...	25
Tabla 10. Comparación de medias de la densidad del hidromiel.	25
Tabla 11. Análisis de varianza ANDEVA del pH de los tratamientos en estudio.....	26
Tabla 12. Comparación de medias del contenido de pH del hidromiel.	26
Tabla 13. Análisis de varianza ANDEVA de la acidez de los tratamientos en estudio	27
Tabla 14. Comparación de medias de la acidez del hidromiel.	27
Tabla 15. Análisis de varianza ANDEVA de los °GL de los tratamientos en estudio	28
Tabla 16. Comparación de medias del grado alcohólico (°Gl) del hidromiel.	29
Tabla 17. Análisis de varianza ANDEVA de la turbidez de los tratamientos en estudio...	29
Tabla 18. Comparación de medias de la turbidez del hidromiel.	30
Tabla 19. Comparación de medias por medio de la prueba de Kruskal Wallis para los atributos sensoriales del hidromiel.	32
Tabla 20. Análisis de varianza ANDEVA de las coordenadas a* y b* de los tratamientos en estudio.....	34
Tabla 21. Comparación de medias de las coordenadas a* y b* de la hidromiel.	34

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estimación de las diferencias del color en el espacio CieLab.	14
Figura 2. Ubicación de laboratorio de procesos agroindustriales de la Facultad de Ciencias Zootécnicas	15
Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración del hidromiel.....	18
Figura 4. Evaluación de la curva de fermentación de los tratamientos en estudio.....	31

INDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Recolección y caracterización de la materia prima.....	45
Anexos 2. Reporte de la caracterización fisicoquímica y microbiológica de la miel de abeja	46
Anexos 3. Elaboración de la hidromiel con las diferentes concentraciones de los °Brix. .	47
Anexos 4. Evaluación del proceso fermentativo de los tratamientos en estudio.	48
Anexos 5. Base de datos del proceso de fermentación del hidromiel	49
Anexos 6. Caracterización fisicoquímica de los tratamientos en estudio.	50
Anexos 7. Reporte de los análisis fisicoquímica del hidromiel	51
Anexos 8. Evaluación sensorial de los tratamientos en estudio	52
Anexos 9. Norma INEN 374	53

RESUMEN

El hidromiel ha sido denominado como una de las bebidas más antiguas a nivel mundial, no obstante su desarrollo dentro del medio ha sido limitado y poco conocida. La presente investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de la concentración de los sólidos solubles en una bebida fermentada a partir de miel de abeja. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA), en el que se estudiaron tres concentraciones con tres repeticiones, dando un total de 9 tratamientos. La investigación involucró la caracterización fisicoquímica y microbiológica de la materia prima utilizada (miel de abeja). Se efectuó un control del proceso fermentativo de los tratamientos en estudio por un periodo de 20 días, Se evaluaron los parámetros fisicoquímicos, sensoriales e instrumentales mediante análisis de laboratorio. Los resultados fueron procesados en el programa estadístico InfoStat utilizando un intervalo de confianza del 95%. El comportamiento de los parámetros fisicoquímicos del hidromiel presentó diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre los tratamientos en estudio, siendo superior el tratamiento T3 en los parámetros °Brix (20,02%), densidad ($1,06 \text{ g/cm}^3$), pH (3,75), acidez (0,29 %) y turbidez (42,10 NTU), mientras que el contenido de alcohol fue superior en el tratamiento T2 (10,48 °Gl). Los valores de curva de fermentación hasta los 20 días fueron de 10, 15, y 20 °Brix, en los tratamientos T1, T2 y T3. La aceptación sensorial de los tratamientos en estudio fue estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en los atributos color y sabor siendo T3 el de mejor aceptación (1,52 y 1,48). El análisis de colorimetría en los tratamientos en estudio se encontraron dentro de las coordenadas que indican a rojo y amarillo. Se concluye que la elaboración del hidromiel presentó resultados favorables en la fermentación alcohólica de acuerdo con la norma NTE INEN 374.

Palabras claves: atributos sensoriales, fermentación, hidromiel, miel.

ABSTRACT

Mead has been called one of the oldest beverages worldwide, however its development within the environment has been limited and little known. The present investigation was developed with the objective of evaluating the effect of the concentration of soluble solids in a fermented drink from honey. A completely randomized experimental design (DCA) was used, in which three concentrations with three repetitions were studied, giving a total of 9 treatments. The research involved the physicochemical and microbiological characterization of the raw material used (honey). A control of the fermentative process of the treatments under study was carried out for a period of 20 days. The physicochemical, sensory and instrumental parameters were evaluated by means of laboratory analysis. The results were processed in the InfoStat statistical program using a 95% confidence interval. The behavior of the physicochemical parameters of the mead presented statistical differences ($p < 0.05$) between the treatments under study, with treatment T3 being superior in the parameters °Brix (20.02%), density (1.06 g/cm³), pH (3.75), acidity (0.29%) and turbidity (42.10 NTU), while the alcohol content was higher in the T2 treatment (10.48 °Gl). Fermentation curve values up to 20 days were 10, 15, and 20 °Brix, in treatments T1, T2, and T3. The sensory acceptance of the treatments under study was statistically significant ($p < 0.05$) in the color and flavor attributes, with T3 being the one with the best acceptance (1.52 and 1.48). The colorimetry analysis in the treatments under study were found within the coordinates that indicate red and yellow. It is concluded that the elaboration of the mead presented favorable results in the alcoholic fermentation in accordance with the NTE INEN 374 standard.

Keywords: sensory attributes, fermentation, mead, honey.

1. INTRODUCCIÓN/PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ecuador es un país privilegiado por su ventaja climática, que es óptima para la producción de la miel, sin embargo, el sector apícola nacional no ha obtenido la atención necesaria para su crecimiento e industrialización. A nivel local, la producción apícola se centra principalmente en pequeños y medianos agricultores, el mayor producto que producen es la venta de miel pura, pocos productores prestan atención al valor agregado de los productos, resultando en productos con baja eficiencia productiva (Vivanco et al. 2020).

De acuerdo con lo expuesto por Granda (2017), la apicultura se ha convertido en una actividad que se ha venido desarrollando en todos los países del mundo debido a su gran adaptabilidad a diferentes climas, lo cual ha sido apropiado para el asentamiento y reproducción de apiarios, razón por la cual la actividad apícola es realizada en diversas provincias del país, se ha venido desarrollando a baja escala lo cual ha ocasionado un retraso en el desarrollo del sector y un desaprovechamiento de la apicultura. Esto debido a una precaria industrialización de los modos de producción y del desarrollo de nuevas tecnologías para mejorar la efectividad por colmena y los procesos productivos apícolas.

La composición de la miel depende de diversos factores tales como la contribución de la planta, suelo, clima y condiciones ambientales, principalmente. Los sólidos de la miel incluyen al menos otros 25 azúcares complejos, pero algunos de ellos están presentes en niveles muy bajos y todos están formados por la unión de la fructosa y glucosa en diferentes combinaciones. Desde este aspecto, también se ha asociado que la miel posee otras funciones de la alimenticia, sobre todo algunas relacionadas para el tratamiento de afecciones de la salud (Ulloa, 2010).

El vino de miel conocido como hidromiel, es considerado como una de las bebidas más antiguas, inventada hace miles de años, quizás más antigua que el vino y probablemente el precursor de la cerveza, y se obtiene la fermentación de una mezcla de miel y agua potable (Díaz, 2020). Se obtiene con una graduación alcohólica que oscila sobre los 14 °GL. Actualmente existen muchas variaciones en la preparación y se comercializa como cerveza artesanal en diferentes países (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, [SAGARPA], 2017).

La escala Brix se utiliza de forma rutinaria en el sector alimentario para cuantificar la cantidad aproximada de azúcares en diferentes tipos de bebidas como zumos de fruta, vino

o bebidas suaves y en la industria azucarera, miden la cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo o pulpa expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta. Se determinan empleando un refractómetro calibrado y a 20 °C. Si la pulpa o jugo se hallan a diferente temperatura se podrá realizar un ajuste en °Brix, según la temperatura en que se realice la lectura (Marejón y Viznay, 2018).

La demanda de productos apícolas en el Ecuador se ha incrementado en los últimos años, y para competir en el mercado y mejorar los ingresos se trata de generar valor agregado a los productos obtenidos de origen apícola. Desde este enfoque se debe fomentar a los apicultores a no ser productores de materias primas, sino también hacer un mayor uso de los recursos y convertir la miel en un producto de valor agregado atractivo que genere ingresos. Una alternativa interesante e innovadora a la producción y venta de productos apícolas es la producción de hidromiel (Llerena, 2016).

La miel es una sustancia naturalmente dulce, extraída, transportada, transformada, combinada con otras sustancias, deshidratada, concentrada y almacenada por las abejas o diferentes subespecies de abejas a partir del néctar y otras secreciones extraflorales (Ulloa, 2010). Es el producto que mayor representación tiene en la apicultura ecuatoriana con un 85%, la cera de abeja se produce en un 5%, polen en un 3%, propóleo 6%, jalea real 1%, y Apitoxina 0.1%. El 100% de las explotaciones apícolas aproximadamente el 90% ocurre en sectores rurales es propicio para la agricultura y el 10% restante en zonas urbanas (Granda, 2017).

La hidromiel se conoce como cerveza vikinga porque se sabía que los vikingos la bebían de los cuernos de sus toros. Su consumo era cotidiano y se utilizaba comúnmente para celebraciones, y en ocasiones estas tenían distintas variaciones en su elaboración. También se puede encontrar en escritos griegos antiguos y fue consumido por las culturas romana, maya, celta, india y sajona. Se dice que en el siglo XVI comenzó a prevalecer la tradición de que los recién casados bebieran hidromiel durante el ciclo lunar posterior a la boda para obtener un bebé varón. De allí nació la actual tradición popular de luna de miel, que aún hoy se mantiene (SAGARPA, 2017). Aunque el hidromiel es una bebida alcohólica conocida desde la antigüedad, su producción ha disminuido en los últimos años debido, en parte, a la falta de progreso científico en este campo (Pereira et al. 2014).

Conocido como hidromiel compuesto o hidromiel de frutas, puede entenderse como producto obtenido por la fermentación alcohólica de un cocimiento de la miel, agua potable y lúpulo, adicionado con jugo de frutas. Al hidromiel se le pueden agregar sabores sintéticos, de los cuales existen las siguientes clasificaciones: seco, caracterizado por un bajo contenido de azúcar; dulce, alto en azúcar; espumoso, por su efervescencia propia y gasificada, gasificación proporcionada artificialmente (Camacho, 2019).

Es por ello que la investigación se plantea la siguiente formulación del problema:

¿Qué efecto tienen los sólidos solubles sobre la hidromiel determinadas a través de sus características físicas y químicas, su comportamiento fermentativo, y sus características sensoriales?.

2. JUSTIFICACIÓN

La bebida fermentada a partir de miel de abeja conocida como hidromiel hoy en día tiene gran aceptación y demanda en algunos países del mundo; la formulación de esta bebida aporta una gran variedad de vitaminas que proviene de la fermentación de los microorganismos y de las levaduras, es el producto de la fermentación alcohólica de la miel y el agua potable. Se caracteriza por una buena estabilidad, por su alto contenido de azúcares naturales, también es un nutriente que ayuda al cuerpo humano a digerir y metabolizar. Se produce de forma manual y limitada (Milijaš et al., 2022; Sotil et al., 2018).

Teniendo en cuenta lo anteriormente planteado, con el desarrollo de la presente investigación se busca formular una bebida fermentada a partir de miel de abeja y consigo evaluar el efecto de la concentración de los sólidos solubles presentes en el producto final durante el proceso fermentativo, además de sus efectos sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la hidromiel, aprovechando de la mejor manera la presencia de azúcares y compuestos biológicos que se encuentran presentes en la miel. Adicional a ello, se busca aprovechar las propiedades antibióticas debido a que durante el proceso de fermentación las bacterias de ácido láctico en la miel se mezclan con las levaduras silvestres, eliminando agentes patógenos entre los que se encuentran aquellos que favorecen la resistencia a los antibióticos.

Además, con la investigación se busca caracterizar las principales propiedades fisicoquímicas de la miel de abeja, la misma que ha sido considerada como un producto de

interés medicinal para el tratamiento de diversos problemas de salud como digestión, sirve como tratamiento para heridas y quemaduras, alivia tos, antiinflamatorios, contiene proteínas.

Es una idea de interés e innovación para la industrialización y comercialización apícola y de bebida alcohólicas en el país, aprovechando los recursos y transformar la miel en productos novedosos en la localidad dándole el respectivo valor agregado y consigo beneficiar a las familias dedicadas a la actividad apícola, siendo una de las actividades que se desarrollan en el entorno productivo del cantón Chone.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de la concentración de los sólidos solubles en una bebida fermentada (Hidromiel) a partir de miel de abeja.

3.2 Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de tres concentraciones de sólidos solubles en las características fisicoquímicas de la bebida fermentada.
- Estudiar el comportamiento fermentativo de los tratamientos propuestos mediante una curva de fermentación.
- Evaluar las características sensoriales de los tratamientos mediante análisis organoléptico.

4. HIPOTESIS

La estandarización de tres concentraciones de sólidos solubles durante el proceso de fermentación de un hidromiel influye sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la bebida.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica, es un proceso que tiene como finalidad proporcionar energía anaeróbica a las levaduras y algunas clases de bacterias, que se encargan de procesar los hidratos de carbono, es decir azúcares de tipo hexosa, que por lo general son glucosa, fructosa y sacarosa, con la que se obtiene alcohol en forma de etanol, dióxido de carbono en forma de gas y algunas moléculas de ATP (Adenosín Trifosfato o Trifosfato de Adenosina), que por consiguiente lo clasifica como un proceso de carácter exergónico (espontáneo, dado que libera energía). Donde la energía sintetizada como ATP se obtiene mediante un proceso de glicólisis, posteriormente se da el metabolismo del piruvato, hasta que la fermentación complementa la glucólisis y hace posible producir energía en ausencia de oxígeno (López y Rangel, 2017).

La fermentación alcohólica es un proceso biológico generado por una oxidación incompleta bajo condiciones anaerobias, es un proceso de transformación o descomposición química de hidratos de carbonos (por lo general azúcares: como la glucosa, la fructosa, la sacarosa, el almidón, etc.), Los sustratos orgánicos se oxidan por completo por las bacterias, pero producen suficiente energía para el crecimiento microbiano. La glucosa es la hexosa más común utilizada para estudiar las reacciones de fermentación. Por lo que se puede definir que las fermentaciones ocurren cuando los microorganismos consumen sustrato orgánico susceptible como parte de sus propios procesos metabólicos (Herrera et al, 2019).

5.2. Hidromiel

El hidromiel es una bebida alcohólica obtenida a través de un proceso de fermentación de una mezcla denominada mosto, el mosto de hidromiel contiene miel de abeja, agua y levaduras que al someterse a un ambiente anaerobio se fermenta hasta que las levaduras conviertan los azúcares en alcohol, es una solución hidroalcohólica, con su aroma, fragancia intensa de las flores y agradable sabor, valorado desde la antigüedad por su contenido nutritivo y aportes a la salud del ser humano (Natividad et al, 2015)

De hecho, el hidromiel, bebida considerada el néctar de los dioses, solo se usaba en ceremonias debido a sus propiedades milagrosas y curativas. La hidromiel ahora es reconocida como la bebida nacional de Europa del Este, el Cercano Oriente y el Este de

Asia; no solo se mantienen las regiones tradicionales, sino que los procesos industriales estandarizados utilizan mieles diferenciadas y cepas específicas para obtener un producto más refinado (Cajas, 2019).

Desde hace varios años la producción de hidromiel está resurgiendo, debido a los estudios realizados cada vez más productores se animan a realizarla, a la vez dicho producto, va ganando adeptos entre los consumidores curiosos por disfrutar nuevos sabores. Este proceso que lleva mucho tiempo para poder dar un valor agregado de excelencia a la miel, la fermentación primaria es de un mes y la secundaria, de seis a ocho meses, para luego continuar con su clasificación y envasado (Cajas, 2019).

Martínez et al, (2019), investigó sobre la existencia de las variedades de hidromiel sobre la tierra como tipos de néctar que producen las flores, cada variedad tiene su característica distintiva de sabor y aroma que constituye su esencia, existen varios tipos que van desde el tradicional, producto de la fermentación de la levadura sobre la miel, el agua, las sales minerales y los estabilizantes químicos. Hay muchas variedades diferentes de hidromiel para diferentes paladares, se puede beber como aperitivo, con pescados, carnes, quesos, postres y frutas. Según Martínez (2019), el hidromiel posee entre 10 y 12° de alcohol.

Según Cuellar et al. (2017), señala que el hidromiel es una bebida tradicional que contiene 8-18% (v/v) de etanol y se produce por la fermentación alcohólica de la miel con levadura en presencia de agua.

Soto (2014), evaluó el efecto de tres mieles de distinto origen floral, una monofloral de ulmo y dos multiflorales de zona costera y de bosque nativo, sobre las características químicas, físicas y sensoriales de hidromieles elaborados con ellas. Se realizó la fermentación del mosto obtenido con cada miel, haciendo un seguimiento al proceso fermentativo. Una vez terminado dicho proceso, se procedió a dejar almacenado el hidromiel durante un mes en garrafas y tres meses en botella. Al término del período de almacenaje, se efectuaron los análisis químicos y físicos, como también la evaluación sensorial de calidad y aceptabilidad de los tipos de hidromiel.

5.2.1. Importancia del hidromiel

La importancia del hidromiel se basa en el establecimiento de una sólida alternativa a las bebidas alcohólicas, además se suma a las ganancias de la industria de la miel, es una bebida que data de la antigüedad y es considerada una de las bebidas alcohólicas elaboradas por el

ser humano según Mitología nórdica, miel Por primera vez, el vino se convirtió en el único alimento del dios Odín y se consideró una bebida energética (Medina, 2019).

Las características del hidromiel, tales como color, sabor, turbidez, etc. dependerán de numerosos factores. Entre estos se pueden contar el tipo de miel del que proviene. La temperatura a la que se realiza la mezcla, a la que se produce la fermentación inicial y la temperatura de la fermentación lenta. La presencia de oxígeno molecular en los gases en contacto con el mosto (ya que si esto ocurre produce sabores indeseados). La proporción de agua en la mezcla. La presencia de aditivos o la exposición a la luz y la presencia o no de tratamiento posterior, entre los que se pueden contar el envejecimiento del hidromiel en una barrica o la adición de floculante y posterior filtración (Domínguez, 2021).

5.2.2. Procesos fermentativos del hidromiel

Durante el desarrollo de la fermentación alcohólica del hidromiel, también se produce la degradación del ácido acético debido a la oxidación del etanol producida por bacterias del género *Acetobacter*, lo que no presenta ningún problema si se tiene cuidado de mantener el producto en condiciones anaeróbicas, además estas bacterias son inhibidas por concentración de SO₂ y Etanol por encima de 14°G.L (Campos y Lapa, 2014).

La hidromiel se define como la base inicial, una dilución de miel en agua, utilizando una dilución con un contenido de sólidos de 19 a 21 °Brix. El pH es otro factor que hay que ajustar, normalmente en torno a 3,8, y se consigue añadiendo ácidos como el cítrico o el tartárico, aunque la miel no suele tener inconveniente ya que su pH oscila entre 3,5 y 4,2. Después de acondicionar el mosto, se debe esterilizar para asegurar que el normal funcionamiento de la levadura sea inocuo, añadiéndose la levadura cuando la temperatura del sustrato esté en torno a los 30 °C. (Lujan, 2017).

La producción de hidromiel es un proceso que toma tiempo para consumir azúcar de miel, formar productos como acidez y convertir compuestos como etanol y dióxido de carbono (CO₂). El objetivo principal de muchos productores de esta bebida es la de reducir el tiempo de fermentación sin atender con las características finales del producto (Tapiero et al. 2017).

La hidromiel es el producto resultante de la fermentación de miel diluida que alcanza una concentración entre el 8% y el 18 % v/v de etanol, esta bebida se elabora normalmente de manera artesanal, por lo tanto, la información disponible sobre sus condiciones de

producción es limitada y existen vacíos de conocimiento para formular adecuadamente y optimizar su proceso (Martínez et al, 2016).

La fermentación alcohólica de la miel produce vitamina B12, la calidad del producto incluye el desarrollo de una correcta formulación de aditivos y una optimización de las condiciones de fermentación, este proceso debe transcurrir a una temperatura entre 19°C y 23°C, temperaturas superiores generan fermentaciones no deseadas y la posibilidad de que las bacterias crezcan y afecten el proceso, durante la fermentación alcohólica la formación de metabolitos secundarios pueden producir a un sabor agradable o desagradable a la hidromiel (Medina, 2019).

5.2.3. Utilización de levaduras para la producción de hidromiel

Las levaduras pueden conseguirse comercialmente secas y con diferentes características, como su capacidad de tolerancia a diferentes porcentajes de alcohol, la forma en que se sedimentan y de acuerdo con el producto que se desea obtener. Las levaduras también pueden encontrarse de manera natural en la miel de abejas y realizar un proceso de fermentación en el producto sin embargo al ser propias del ambiente y al no conocer sus características, el control del proceso va a ser más difícil y es posible que se produzcan sabores y aromas no esperados, así como turbidez en el producto, lo cual es indeseable (Rodríguez y Rubiano, 2019).

Saccharomyces cerevisiae, Es una levadura heterótrofa que obtiene su energía de la glucosa y tiene una alta capacidad fermentativa. Es un producto del proceso de elaboración del alcohol, que a su vez constituye una valiosa fuente de proteínas y vitaminas en los alimentos y es más utilizada en la industria de panadería y elaboración de cerveza, vino y alcohol, esta levadura es una de las especies consideradas microorganismos GRAS, motivo por el cual está aprobado como aditivo alimentario (Suárez et al, 2016).

La mayoría de los fermentados, ya sea vinos, panificados o cervezas, se producen utilizando alguna cepa más o menos específica de *Saccharomyces* spp. Estas bebidas pueden tener diferentes grados de dulzor de acuerdo a la concentración inicial de azúcares y la tolerancia al alcohol de la cepa, resultando en hidromieles diferentes. El comportamiento de las cepas de fermentos respecto de la concentración inicial de nutrientes (azúcar y nitrógeno) varía generando diferentes tiempos de fermentación y de resultados a nivel sensorial (Basilio et al. 2020).

5.2.4. Aspectos fisicoquímicos

5.2.4.1. •Brix (Bx)

Los grados brix indican el nivel de azúcar que contiene una solución acuosa, la medición de estos es muy empleada en la industria de alimentos y bebidas, para esto se utiliza diferentes instrumentos y técnicas de medición tales como, el hidrómetro, picnómetro, refractómetro óptico (portátil y ABBE), densímetro digital (portátil y de sobremesa) y el refractómetro digital (portátil y de sobremesa) (Ardilla y Cuadros, 2021).

Los °Bx miden la cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo o pulpa expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta, Se miden con diferentes instrumentos, dentro de los cuales, el más utilizado es el refractómetro calibrado y a 20 ° C. Si la pulpa o jugo se hallan a diferente temperatura se podrá realizar un ajuste en Brix, según la temperatura en que se realice la lectura (López, 2018).

Los grados Brix (símbolo °Bx) tienen como finalidad efectuar una medición sobre el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Bx tiene 25 g de azúcar (sacarosa) por 100 g de líquido o, dicho de otro modo, hay 25 g de sacarosa y 75 g de agua en los 100 g de la solución. Existe una escala de valores para diferentes concentraciones de 0 a 20 Brix en jugos de frutas no concentrados, vino, almíbar ligero, remolacha roja. De 20 a 55 Brix en salsas y de 55 a 90 Brix para jarabes y salsas densas, pulpas concentradas de azúcar, zumos de frutas concentrados (Medina, 2022).

5.2.4.2. pH

El pH es otro factor que hay que ajustar antes del proceso de fermentación del hidromiel, normalmente alrededor de 3,8, esto se hace añadiendo un ácido como el ácido cítrico o tartárico, aunque la miel no suele tener inconvenientes ya que su pH oscilará entre 3,5 a 4.2. Así mismo, mostos con pH inferiores a 3,2 pueden resultar no tan favorables para este tipo de fermentación, puesto que eso se relaciona con la presencia de bacterias ácido lácticas, que junto con la presencia de azúcares residuales, glicerol o el mismo láctico pueden formar ácido acético; y un elevado contenido de acidez inicial genera una baja velocidad de fermentación que detendría la producción, reduciendo los rendimientos del proceso y la calidad sensorial del vino final (Acosta, 2012).

5.3. Miel de abeja

Los beneficios de la miel se conocen desde hace miles de años y ha sido utilizada en la antigüedad por su valor nutritivo y medicinal. Las primeras evidencias del consumo de la miel aparecen en pinturas rupestres del Mesolítico, unos 6.000 años A.C. y su uso como medicamento unos 2.500 años A.C. por los sumerios en Mesopotamia (Schencke et al, 2016).

Desde la aparición del hombre la miel ha sido uno de los productos que han formado parte de su evolución, los pobladores han descubierto rápidamente sus beneficios, cumpliendo con diversas funciones como alimento y reemplazando a la caña de azúcar para endulzar bebidas. Existen diversas citas bíblicas en las que relatan su origen señalando a los griegos y egipcios como referencia ya que era un producto considerado como sagrado. Hace más de 2000 años se encontró varias vasijas con miel en algunas excavaciones egipcias, del mismo modo se registraron rastros en varias pinturas de los usos de la miel (Vicuña, 2019).

Constituye uno de los alimentos más primitivos que el hombre aprovechó para nutrirse. Su composición es compleja y los carbohidratos representan la mayor proporción, dentro de los que destacan la fructosa y glucosa, pero contiene una gran variedad de sustancias menores dentro de los que destacan las enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, antioxidantes, vitaminas, aromas y minerales (Ulloa et al, 2010).

La miel es un buen ungüento para los ojos y las heridas, efectiva también para tratar los problemas intestinales como las úlceras putrefactas y cóncavas, también considerada para el tratamiento de inflamación de garganta. La miel de abeja juega un rol importante en la medicina antigua de muchos, fue redescubierta por la medicina moderna debido a su importante poder bactericida en heridas infectadas con bacterias muy resistentes a los antibióticos, mostrando un efecto antibacteriano, antioxidante que reduce la concentración de radicales libres que se desarrollan en la fase inflamatoria (Gastulo y Quevedo, 2021).

5.3.1. Composición química de la miel

La miel es una rica fuente de antioxidantes enzimáticos y no enzimáticos que son responsables de sus propiedades antioxidantes. Estos antioxidantes son el ácido ascórbico; tocoferoles, catalasa (CAT), superóxido dismutasa (SOD), glutatión reducido (GSH) y flavonoides como pinocembrina, quercetina, kaempferol y otros compuestos incluyen ácidos fenólicos. Además, por medio de numerosos estudios se ha confirmado que las mieles más

oscuras tendrían mayor poder antioxidante por ser más ricas en compuestos fenólicos como flavonoides y taninos (Mera et al. 2022).

Tabla 1. Composición química de la miel

Parámetro	Unidad	Total
Humedad	g	15-20
Azúcares	g	75-80
Proteínas	g	0,4-0,5
Grasas	g	0,1-0,2
Sales minerales	g	0,2-0,6

Fuente: Madrid et al. (2013).

5.3.1.1. Agua

Es un factor importante relacionado con la calidad de la miel. Algunas propiedades de la miel, como el color, cristalización, peso específico, viscosidad, estabilidad y características sensoriales, se ven afectadas por el contenido de agua. Las mieles con baja humedad son muy difíciles de manejar y procesar, por el contrario, las mieles con humedad alta (>18%) son propensas a fermentación (Machado et al, 2017; Lobos y Currián, 2020).

5.3.1.2. Proteínas

Proceden tanto de las abejas (glándulas salivales) como de las plantas (néctar, melaza y polen). Se han identificado unas 20 proteínas no enzimáticas diferentes en la miel, muchas de las cuales son comunes en todas las mieles, como las albúminas, globulinas, proteasa y nucleoproteínas. Su contenido puede variar entre 0,1-0,5% (Machado et al, 2017).

La miel contiene aproximadamente 0,5% de proteínas, principalmente como enzimas y aminoácidos. los niveles de aminoácidos en la miel son el reflejo del contenido de nitrógeno, el cual es variable y no supera el 0,04%. En la miel se han encontrado entre 11 y 21 aminoácidos libres, de los cuales la prolina representa alrededor de la mitad del total. Además de la prolina, el ácido glutámico, alanina, fenilalanina, tirosina, leucina e isoleucina se presentan en niveles mayores (Santacruz, 2016).

5.3.1.3. Cenizas

Las cenizas son el resultado de la descomposición de la materia orgánica por calcinación de la miel y es un parámetro de calidad que se considera adecuado para identificar el origen botánico de la miel de abejas debido a que las mieles florales poseen un contenido de cenizas menor que las mieles de mielato (Julio y Rodelo, 2018).

Representan el contenido de minerales en la miel. Es un criterio de calidad para evaluar el origen botánico de la miel de abejas. Siendo este parámetro muy variable con valores inferiores a 0,1-0,6% para mieles de origen floral, y mayores a 1% para mieles de mielada (Bogdanov et al. 2015).

5.3.1.4. Minerales

Su contenido depende de la absorción natural de minerales por las plantas del suelo y el medio ambiente. Los minerales más importantes que se encuentran en la miel son el potasio (K), representado el 80% del total, seguido del sodio (Na), calcio (Ca) y magnesio (Mg). Los elementos menos abundantes son el hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn), cloro (Cl) y en menor cantidad, oligoelementos como Apicultura en el Territorio Patagonia Verde, el boro (B), fósforo (P), azufre (S), silicio (Si), bario (Ba) y níquel (Ni). Además, el contenido mineral contribuye al color, mieles más oscuras contienen un mayor contenido de minerales que mieles claras (Lobos et al. 2020; Ortega et al. 2021).

El aporte de minerales es variable, hasta de 1 g/100 g, siendo el potasio la tercera parte de ese contenido -excede 10 veces al sodio, calcio y magnesio. En mieles argentinas se han encontrado valores de hasta 5 mg% de sodio, 26 mg% de potasio, 5 mg% de calcio, y 1-4 mg% de magnesio (García et al. 2022).

5.3.1.5. Enzimas

La miel contiene pequeñas cantidades de diferentes enzimas, en particular, diastasa (α - y β -amilasa), invertasa (glucosidasa), glucosaoxidasa, catalasa y fosfatasa ácida. La diastasa es la encargada de hidrolizar el almidón en maltosa. La invertasa (α – glucosidasa), es la responsable de la hidrólisis de la sacarosa en glucosa y fructosa y la oxidasa, actúa sobre la glucosa proveniente del ácido glucónico (Lobos et al, 2020).

Las enzimas de la miel son añadidas principalmente por las mismas abejas para lograr convertir el néctar en miel con un proceso de maduración, la enzima más importante es la glucosidasa o también conocida como invertasa o sucrasa, ya que esta se hace responsable de cambios en el proceso de la elaboración de la miel puesto que puede convertir el di sacarosa en monosa-cáridos fructosa y glucosa. Otras de las enzimas que componen la miel es la glucosa oxidasa, la cual le da a la miel las propiedades antibacterianas, la catalasa, que convierte el peróxido de hidrógeno a oxígeno y agua; la ácido fosfatasa, que degrada el almidón; la diastasa que se usa indicador de aplicación de calor a la miel (Cabiativa, 2022).

5.3.1.6. Vitaminas

Proceden principalmente del polen de las flores que visitan las abejas, así como del néctar o melaza. Destacan las vitaminas A, C, D, E, K y el complejo de Vitamina B (tiamina, B1; riboflavina, B2; niacina, B3; ácido pantótenico, B5 y piroxidina, B6; aunque en concentraciones menores al 1%. Una de las vitaminas más destacadas en la miel es la C, también conocido como ácido ascórbico; perteneciente al grupo de las vitaminas hidrosolubles por lo que no se almacena en el cuerpo por un largo período de tiempo, no siendo sintetizada por el organismo debiendo ser ingerida en la dieta (Machado, 2017).

5.4. Evaluación sensorial

Los métodos sensoriales son empleados fundamentalmente en dos direcciones: la primera consiste en analizar, describir y cuantificar las características necesarias y suficientes de aspecto, textura y aroma del producto, o en evaluar diferencias entre productos; la segunda tiene la finalidad de establecer las reacciones de los consumidores a los productos que presentan caracteres previamente definidos. Entre estas reacciones se miden dos aspectos fundamentales: aceptabilidad y preferencia. En ellas intervienen componentes derivados de la propia fisiología individual, sensaciones que experimenta el individuo en contacto con el alimento, condicionamientos culturales, disponibilidad y factores económicos (Chávez, 2010).

En el caso de los alimentos, la percepción de los estímulos debe revisarse de forma independiente porque son fuentes complejas de estímulos. La presencia de estímulos como el color en los alimentos afecta a la percepción de otros estímulos, como el aroma o el sabor.

En cuanto al tipo de prueba a aplicar, debe decidir si necesita usar una escala y sus propiedades; si desea características sensoriales (los atributos sensoriales que presenta un determinado alimento), debe definir cuidadosamente los atributos sensoriales y cómo evaluarlos (Osorio, 2018).

5.8. Evaluación colorimétrica

El color es la primera percepción importante, apreciada junto con la turbidez. Son las características propias de un determinado vino y tienen un impacto significativo en los parámetros de calidad que los consumidores aplican a la hora de elegir un producto. El espacio de color L^* , a^* y b^* (también referido como CIELAB) es uno de los espacios de color más usados para medir la composición cromática de un objeto y es ampliamente utilizado en todos los campos. Es un espacio de color definido por la CIE en 1976 con el fin de reducir uno de los principales problemas del espacio original en color Yxy (Lujan, 2017).

CIELAB (Commission internationale de l'éclairage) forma un espacio tridimensional para describir todos los colores descritos por el ojo humano. El espacio CIELAB, definido por 3 vectores que son la luminosidad (L^*) $L^*=0$ negro, $L^*=100$ blanco, la posición entre el verde y el rojo o cromaticidad rojo/verde, definida por a^* ($a^*=0$ rojo) y b^* , cromaticidad amarillo/azul que se refiere a la posición entre amarillo y el azul ($b^*<0$ azul, $b^*>0$ amarillo). Es muy utilizado porque correlaciona los valores de color con la percepción visual humana. Es utilizado por investigadores y fabricantes para evaluar las propiedades del color, identificar inconsistencias y establecer tolerancias de color (Alcívar, 2021).

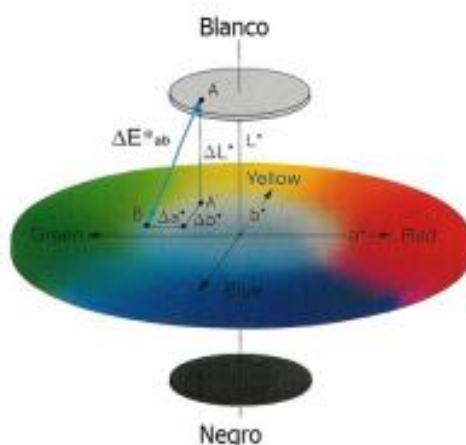


Figura 1. Estimación de las diferencias del color en el espacio CieLab.

Fuente: Talens, (2017).

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Ubicación

La investigación se desarrolló en el área del Laboratorio de Procesos Agroindustriales de la carrera de Industrias Agropecuarias, de la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí, ubicada en el sitio Animas, de la ciudad de Chone, de la provincia de Manabí, situada geográficamente en las coordenadas latitud sur $0^{\circ}41' y 17''$, longitud oeste $80^{\circ} 7' 25.60''$. Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Microbiología, Bromatología, Química y Biología de la misma institución.



Figura 2. Ubicación de laboratorio de procesos agroindustriales de la Facultad de Ciencias Zootécnicas

6.2. Tipo de investigación

La investigación es de carácter experimental y descriptiva, que se llevó a cabo en análisis de laboratorio, recolectando datos, manipulando algunas variables, en la parte descriptiva, parte de la caracterización de la evaluación de los sólidos solubles en sus diferentes niveles en un análisis sensorial en la cual se aplicó una evaluación organoléptica (utilizando jueces semi-entrenados) para determinar el grado de aceptabilidad entre los tratamientos estudiados mediante la utilización de una escala hedónica de 5 puntos.

6.3. Diseño experimental

Para el desarrollo de la investigación se utilizó un Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA) cuyo factor de estudio es la concentración de sólidos solubles iniciales, estandarizando tres concentraciones (20, 25 y 30° Brix). Cada uno de los tratamientos estuvo compuesto por un total de tres réplicas y una unidad experimental por cada una de ellas, como se describe en la tabla

Tabla 2. Tratamiento de estudios

Trata.	Código	Factor	Replicas	Unidad experimental	Total
1	T1	20° Brix	3	1 (3000 ml)	3
2	T2	25° Brix	3	1 (3000 ml)	3
3	T3	30° Brix	3	1 (3000 ml)	3

6.3.1. Formulaciones

Para la obtención del hidromiel se utilizó la siguiente formulación:

Tabla 3. Formulaciones de los tratamientos en estudio

Insumos	Unidad	T1	T2	T3
Miel de abeja	G	2307	2885	3462
Agua	G	6693	6115	5538
Levadura	G	2,7	2,7	2,7
Total		9002,7	9002,7	9002,7

6.4. Factor en estudio:

El desarrollo de la investigación estuvo conformada por un factor de estudio, el mismo que corresponde a las tres concentraciones de °Brix:

- 20° Brix
- 25° Brix
- 30° Brix.

6.5. Caracterización de la materia prima

Previo al desarrollo de la investigación se efectuó una caracterización de la miel de abeja considerando los siguientes parámetros:

- **Sólidos solubles (°Brix):** Se determinó mediante la utilización de equipo potenciómetro (Brixómetro).
- **pH:** Se determinó por el método en la norma INEN 325 (2002), utilizando un potenciómetro.
- **Viscosidad (Mpa/S):** Se la midió mediante la utilización de un viscosímetro rotacional siguiendo los procedimientos descritos por (Chasiloa, 2021; Sosa y Vertiz, 2021).
- **Densidad:** La densidad se determinó mediante los métodos de ensayo de la norma NTE INEN 1632:1989.
- **Acidez libre:** La acidez libre se determinó mediante el método de ensayo de la norma 236:2013.
- **Hongos y levaduras:** mediante el método de ensayo de la norma NTE INEN 1529-10.
- **Humedad:** mediante el método de ensayo de la norma NTE INEN 1632.
- **Análisis colorimétrico:** Mediante la utilización de un equipo colorimétrico utilizando la modelación del espacio CieLab, siguiendo los procedimientos descritos por (Soto et al., 2021). En este parámetro se evaluó la Luminosidad y las coordenadas del color a^* y b^* .

6.6. Proceso de elaboración de la bebida fermentada (Hidromiel)

Previo a la preparación del mosto para la obtención del hidromiel se verificó el cumplimiento de las normas de inocuidad de las materias primas, materiales y utensilios a utilizar durante cada una de las etapas de producción descritas en el diagrama de flujo (Figura 3).

6.6.1. Diagrama de flujo para la obtención del hidromiel

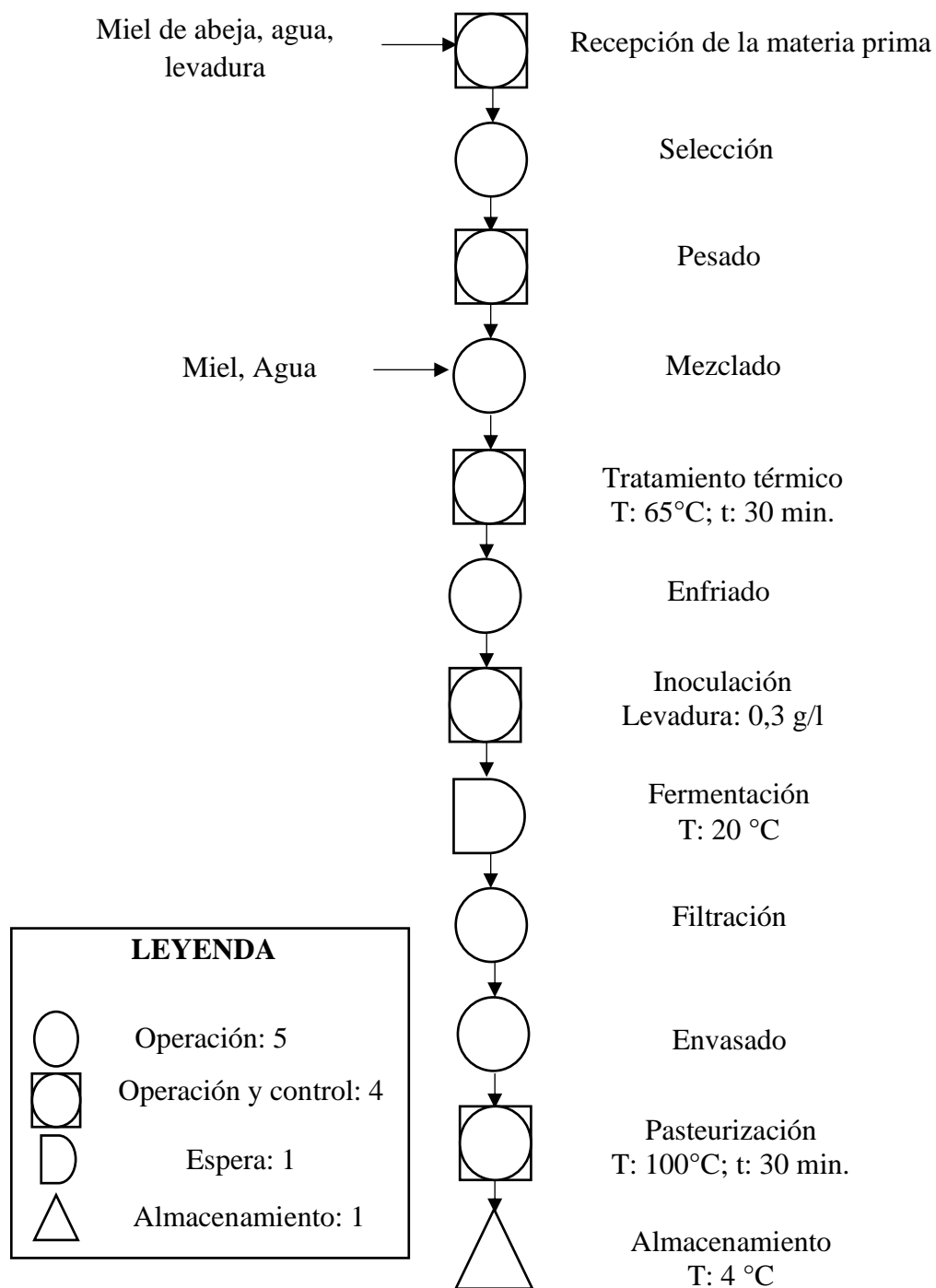


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración del hidromiel.

6.6.2. Descripción del proceso de obtención del hidromiel

Recepción de la materia prima: Se recibió las materias primas y se verifica el cumplimiento de los estándares de calidad, que no presenten olores, sabores o aromas extraños de la materia prima. Se controló los parámetros fisicoquímicos e instrumentales de la miel de abeja.

Pesado: Se pesan los insumos mediante la utilización de una balanza digital de la marca Camry con capacidad de peso de 10000 g.

Mezclado: Se mezclan los insumos (miel y agua) de acuerdo a las formulaciones hasta lograr una mezcla homogénea.

Tratamiento térmico: Se efectuó con la finalidad de eliminar la posible presencia de microorganismos que pudiesen estar presentes en la mezcla final y generar fermentaciones no deseadas. Se aplicó una temperatura de 65 °C por un periodo de 30 minutos.

Enfriado: Las diluciones de miel y agua se enfrían hasta obtener una temperatura ideal para efectuar el proceso de inoculación.

Inoculación: Se inoculó mediante la utilización de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Previo a la inoculación se coloca la levadura en sobre el mosto preparado hasta lograr la activación mediante proceso de hidratación. Para cada litro de las diluciones de agua y miel de abeja se utilizó una concentración de 0,3 g de *S. cerevisiae*.

Fermentación: Se envasa el mosto en los recipientes previamente rotulados se colocaron los envases a fermentación a una temperatura de 20 °C por un periodo de 20 días. La técnica o el proceso de fermentación se realizó mediante la utilización de una válvula airlock en la tapa de los recipientes el cual tiene como función principal evitar la entrada de aire a la mezcla y evitar la contaminación del mosto.

Filtración: Cumplido el periodo de 20 días se procedió a efectuar la filtración del hidromiel mediante la utilización de un trasiego, esto con la finalidad de separar los sedimentos constituidos por levaduras muertas y materia orgánica derivada del proceso de fermentación.

Envasado: La bebida fue envasada en recipientes de vidrio transparente con capacidad de 300 mL y sellados herméticamente con una selladora manual.

Pasteurización: Posterior al envasado se procedió a pasteurizar cada uno de los tratamientos en estudio con la finalidad de paralizar el proceso fermentativo del hidromiel. Se aplicó una temperatura de 100 °C por un periodo de tiempo de 30 minutos.

Almacenamiento: El hidromiel se almacenó en refrigeración a una temperatura de 4°C.

6.7. Análisis fisicoquímico del hidromiel

- **pH:** Se determinó por el método en la norma INEN 325 (2002), utilizando un potenciómetro.
- **Sólidos solubles (°Bx):** Los sólidos solubles en el hidromiel corresponden al contenido de azúcares provenientes de la miel, por lo que su medición es útil para determinar el grado de fermentación, el cual se utilizó un refractómetro de escala baja con lecturas de 0-35 °Bx.
- **Grados de alcohol:** Se determinó mediante el método según la norma INEN 340 2016 por medio de una destilación simple.
- **Acidez volátil.** Se determinó mediante el método de la norma INEN 341 1978 por medio de titulación de hidróxido.
- **Turbidez (NTU):** Se determinó por medio de la utilización de un turbidímetro que es un instrumento nefelométrico que mide la turbidez causada por partículas suspendidas en un líquido. Haciendo pasar un rayo de luz a través de la muestra se mide la luz reflejada por las partículas en un ángulo de 90° con respecto al rayo incidente. Las lecturas de cada una de las muestras fueron representadas en NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez).
- **Viscosidad:** se determinó mediante la utilización de un viscosímetro digital de rotación siguiendo los procedimientos descritos por (Chasiloa, 2021; Sosa y Vertiz, 2021).

6.8. Comportamiento fermentativo de los tratamientos propuestos mediante una curva de fermentación.

Se efectuó un seguimiento de las variaciones del contenido de °Brix para cada uno de los tratamientos en estudio mediante la utilización de un refractómetro por un periodo de 20 días. En cada uno de los tratamientos se tomaron muestras por triplicado una vez cumplida las 24 horas. Previo a cada evaluación se efectuó una limpieza del lente de lectura del

refractómetro mediante la utilización de agua destilada. Los datos fueron representados mediante una curva de fermentación en la que se muestra el comportamiento de la fermentación durante el periodo fermentativo.

6.9. Análisis sensorial de los tratamientos en estudio

6.9.1. Evaluación organoléptica

Para la respectiva evaluación sensorial de los tratamientos, se contó con la participación de 60 catadores semi-entrenados, los cuales evaluaron la calidad de los parámetros del sabor, color, olor y apariencia general. Se utilizó una escala hedónica del 1 al 5, siendo uno el valor con mayor aceptación y 5 el valor de menor aceptación, como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Categoría de aceptación

Valor	Categoría de aceptación
1	Me gusta mucho
2	Me gusta ligeramente
3	Ni me gusta, ni me disgusta.
4	Me disgusta moderadamente
5	Me disgusta mucho

Adicional a ello se realizó una evaluación colorimétrica de la bebida mediante la utilización de un equipo colorimétrico, en la que se expresa el color usando coordenadas $L^*a^*b^*$, descritas en el espacio CIELab, en donde L^* indica la luminosidad y a^* y b^* son las coordenadas cromáticas. En el caso de la coordenada a^* = indica las coordenadas rojo/verde (+ a indica rojo, - a indica verde) y en el lado b^* = las coordenadas amarillo/azul (+ b indica amarillo, - b indica azul).

6.10. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante la utilización del programa estadístico InfoStat con ANOVA al 95 % de nivel de confianza. Para determinar las diferencias entre las medias se utilizó un test de Tukey al 95 %. Los resultados de las características fisicoquímicas de la miel se lo efectuó mediante la utilización de una estadística descriptiva en donde se obtuvo la media y desviación estándar.

Los resultados obtenidos del panel sensorial fueron evaluados mediante la aplicación de análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis, con un intervalo de confianza del 95%.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Caracterización de la miel de abeja (*Apis mellifera*)

Previo al desarrollo de la investigación se efectuó una caracterización de la composición fisicoquímica y microbiológica de la miel de abeja utilizada para la obtención de hidromiel, dando los siguientes resultados:

Tabla 5. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la miel de abeja

Parámetros	Total $\bar{x} \pm D.E.$	NTE INEN 1572
Acidez libre*	30,80±0,21	<40
Humedad	13,43±0,01	<20
Sólidos solubles (°Brix)	78,33±0,29	-
pH	3,96±0,26	-
Viscosidad (Mpa/S)	4292,07±203	-
Densidad	1,43±0,06	-
Hongos y levaduras**	4,093e+1±4,55e+0	-

\bar{x} : media; D.E: Desviación estándar; *meq/Kg de hidromiel; ** UFC/ g

De acuerdo con los resultados expuestos en la tabla 5 se puede apreciar que los resultados del contenido de acidez libre expresada en meq/Kg de hidromiel y humedad se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma NTE INEN 1572 de 1988, en las que se detalla como resultado un promedio de 30,80±0,21y 13,43±0,01%.

Por su parte la presencia de sólidos solubles de la miel alcanzó un promedio de 78,33±0,29 °Brix, con un contenido de pH de 3,96±0,26, densidad de 1,43±0,06 y una viscosidad 4292,07±203 Mpa/S. La presencia de Hongos y levaduras dio como resultado un total de 4,093e+1±4,55e+0 UFC.

Estudios realizados por Mera et al. (2022), al efectuar una caracterización de la miel de abeja documentan como resultados un contenido de humedad de 18,22%, acidez de 0,46%, °Brix

de 79% y una densidad de 1,418g/ml, encontrándose cercanos a los reportados en la investigación.

No obstante, Alcívar (2020), al caracterizar las propiedades físico-químicas de la miel de abeja de tres zonas de estudio en el Cantón Chone, obtuvo como resultado un contenido de humedad de 16,08 a 18,69%, densidad de 1,409 a 1,424 g.mL⁻¹, pH de 3,35 a 3,42 y °Brix de 78 a 81. En tanto que para los parámetros microbiológicos se reporta un contenido de máximo de 34 UFC/g y mínimo de 19 UFC/g, resultados que se encuentran cercanos a los reportados en la investigación.

Tabla 6. Evaluación colorimétrica de la miel de abeja

	L*	a*	b*
Miel de abeja	$\bar{x} \pm D.E$	$\bar{x} \pm D.E$	$\bar{x} \pm D.E$
	-	36,71±0,52	9,51±0,17

\bar{x} : media; D.E: Desviación estándar.

Al analizar las variaciones del color de la miel de abeja (Tabla 6), se obtuvo como resultado que la Luminosidad (L) no mostró valoraciones de cero en cada una de las réplicas estudiadas. En tanto que en la coordenada a* se obtuvo un promedio de 36,71±0,52 el mismo que indica hacia las coloraciones rojas (+a*), por su parte la coordenada b* alcanzó un promedio de 9,51±0,17 (+b*) el mismo que se encuentra dentro de las coloraciones que tienden a amarillo, siendo en ambos casos tonalidades características de la miel de abeja.

Estudios desarrollado por López et al. (2019), al efectuar una caracterización de miel de abejas por medio de los métodos descritos por el espacio CIELAB mostró valores de la luminosidad L* comprendidos entre 36,96 y 42,90 unidades CIELAB, mientras que para la intensidad del color rojo-verde (a*) y amarillo-azul (b*) estuvieron entre 5.01 ± 0.11 a 8.52 ± 0.03 y 16.36 ± 0.75 a 26.07 ± 0.17 unidades CIELAB, respectivamente, los cuales difieren de los resultados documentados en la investigación.

Desde este aspecto Ulloa et al. (2010), menciona que las coloraciones de la miel de abeja varía de extra-clara, pasando por tonos ámbar y llegando a ser casi negra, en muchos de los casos con una luminosidad amarilla típica, verdosa o de tono rojizo. Cada uno de estos elementos está relacionado con contenido de minerales, polen y compuesto fenólicos.

7.2. Determinación del efecto de tres concentraciones de sólidos solubles en las características fisicoquímicas de la bebida fermentada

7.2.1. °Brix

Tabla 7. Análisis de varianza ANDEVA de los °Brix de los tratamientos en estudio.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	149,50	2,00	74,75	44850,17	0,0001**
Tratamiento	149,50	2,00	74,75	44850,17	0,0001**
Error	0,01	6,00	0,00		
Total	149,51	8,00			

F.V. = fuente, SC= suma de cuadrados, gl= grados de libertad, CM= cuadrado medio, F. cal.= F de Fisher, P-tab.= tabla F. C.V.= coeficiente de variación.

**Diferencias altamente significativas al 0,05%

Al analizar los contenidos de °Brix de la hidromiel se puede apreciar que se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre los valores promedios de cada uno de los tratamientos en estudio como se expone en la tabla 5.

Tabla 8. Comparación de medias de los °Brix de la hidromiel.

Tratamientos	°Brix \bar{x}
T1	10,03 c
T2	15,02 b
T3	20,02 a

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Como se puede apreciar en la tabla 8, el comportamiento de los °Brix fue presentando un aumento significativo entre los promedios de cada tratamientos en función al aumento de la concentración de la miel de abeja utilizada para la obtención de la hidromiel, en este caso el tratamiento T3 alcanzó los promedios más altos con un total de 20,02 °Brix, seguido del tratamiento T2 con un promedio de 15,02 y T1 con un 10,03 °Brix.

Ensayos realizados por Tapiero et al. (2017), al caracterizar los sólidos totales de una bebida hidromiel con la inclusión de tres porcentajes de levadura documenta como resultados hasta los 11 días una reducción hasta $10,5 \pm 0,45$ (0,30%), $10,3 \pm 0,14$ (0,40%) y $10,1 \pm 0,08$ (0,60%), documentando como punto de partida de 22 °Brix.

7.2.2. Densidad (g/cm^3)

Tabla 9. Análisis de varianza ANDEVA de la densidad de los tratamientos en estudio

Densidad inicial					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	0	2,00	0,001	166,32	0,0001**
Tratamientos	0	2,00	0,001	166,32	0,0001**
Error	0	6,00	0,00		
Total	0	8,00			
Densidad Final					
Modelo	0	2,00	0,0015	264,88	0,0001**
Tratamientos	0	2,00	0,0015	264,88	0,0001**
Error	0	6,00	0,00		
Total	0	8,00			

F.V. = fuente, SC= suma de cuadrados, gl= grados de libertad, CM= cuadrado medio, F. cal.= F de Fisher, P-tab.= tabla F. C.V.= coeficiente de variación.

**Diferencias altamente significativas al 0,05

Al analizar el comportamiento de la densidad inicial y final de la hidromiel (tabla 9) se puede apreciar que los resultados mostraron un comportamiento altamente significativos ($p < 0,05$) entre los tratamientos en estudio.

Tabla 10. Comparación de medias de la densidad del hidromiel

Tratamientos	Densidad inicial	Densidad final
	\bar{x}	\bar{x}
T1	1,09 c	1,02 c
T2	1,12 b	1,04 b
T3	1,13 a	1,06 a

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

La tabla 10 muestra la representación de la comparación de medias por medio de la utilización de las pruebas de Tukey en la que se documenta una tendencia de aumento en los valores promedios de ambas etapas, asociado al aumento de la concentración de la miel de abeja lo que da origen a una mayor presencia de compuestos sólidos en las formulaciones. Como se puede apreciar los resultados son superiores en el tratamiento T3 con promedios de 1,13 y 1,06 g/cm^3 en tanto que para el tratamiento T1 los valores fueron de 1,09 y 1,02 g/cm^3 , respectivamente en cada una de las etapas.

Herrera et al. (2019), al evaluar el proceso fermentativo de la miel para obtención de hidromiel con la utilización de tres tipos de levaduras obtuvo como resultado valores de densidad de 0,9757 a 0,9875 g/ml documentando un periodo de fermentación de 21 días, los cuales se encuentran por debajo de los valores descritos en la investigación.

7.2.2. pH

Tabla 11. Análisis de varianza ANDEVA del pH de los tratamientos en estudio

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,07	2,00	0,03	627,20	0,0001**
Tratamientos	0,07	2,00	0,03	627,20	0,0001**
Error	0,00	6,00	0,00		
Total	0,07	8,00			

F.V. = fuente, SC= suma de cuadrados, gl= grados de libertad, CM= cuadrado medio, F. cal.= F de Fisher, P-tab.= tabla F. C.V.= coeficiente de variación.

**Diferencias altamente significativas al 0,05

El comportamiento de los resultados del pH de los tratamientos en estudio muestran un comportamiento altamente significativo ($p < 0,05$) entre los tratamientos en estudio, utilizando como intervalo de confianza del 95% para el análisis de ADEVA.

Tabla 12. Comparación de medias del contenido de pH del hidromiel.

Tratamientos	pH \bar{x}
T1	3,56 b
T2	3,56 b
T3	3,75 a

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

En la tabla 12 se muestran los resultados derivados del contenido del pH de los tratamientos que incluyeron las concentraciones de miel de abeja para la obtención de la hidromiel, en este caso se puede observar una similitud estadística entre los valores promedios del tratamiento T1 con el tratamiento T2, los cuales muestran un promedio de 3,56 para ambos casos. En tanto que para el tratamiento T3 se registró un promedio de 3,75.

Natividad et al. (2015), al evaluar la incidencia de la concentración de *Saccharomyces cerevisiae* del hidromiel elaborado con Camu camu (*Myrciaria dubia*) y Aguaymanto

(*Physalis peruviana*) obtuvo valores de pH de 3,21 a 3,12, los cuales se encuentra cercanos a los reportados en la investigación.

Por su parte Cajas (2019), al efectuar la medición del pH durante la fermentación de hidromiel con levapan y lalvin documenta como resultado que a los 26 días los valores del pH lograron estabilizarse con valores de pH de 3,5 y 3,2.

7.2.3. Acidez expresada en gramos de ácido cítrico/100 mL de hidromiel y g de ácido tartárico /100 ml de hidromiel

Tabla 13. Análisis de varianza ANDEVA de la acidez de los tratamientos en estudio

Acidez (g de ácido cítrico/100 mL de hidromiel)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	2,00	0,01	78,17	0,0001**
Tratamientos	0,02	2,00	0,01	78,17	0,0001**
Error	0,00	6,00	0,00		
Total	0,02	8,00			
Acidez (g de ácido tartárico /100 ml de hidromiel)					
Modelo	0,02	2	0,01	78,17	0,0001**
Tratamientos	0,02	2	0,01	78,17	0,0001**
Error	0,00	6	0,00		
Total	0,03	8			

F.V. = fuente, SC= suma de cuadrados, gl= grados de libertad, CM= cuadrado medio, F. cal.= F de Fisher, P-tab.= tabla F. C.V.= coeficiente de variación.

**Diferencias altamente significativas al 0,05

La tabla 13 describe el análisis de ANDEVA de la variables acidez g de ácido cítrico/100 mL de hidromiel y acidez g de ácido tartárico /100 ml de hidromiel, en la misma se puede apreciar que se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0,05$), entre los valores promedios de cada a uno de los tratamientos en estudio para las dos variables en estudio.

Tabla 14. Comparación de medias de la acidez del hidromiel

Tratamientos	Acidez (g de ácido cítrico/100 mL de hidromiel)	Acidez (g de ácido tartárico /100 ml de hidromiel)
	\bar{x}	\bar{x}
T1	0,21 c	0,25 c
T2	0,23 b	0,27 b
T3	0,25 a	0,29 a

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Como se muestra en la tabla 13, el comportamiento de la acidez expresada en ácido cítrico dio como resultado una mayor presencia de este compuesto en el tratamiento T3 con un promedio de 0,25 g/100 mL de la hidromiel, en tanto que al expresar los resultados por medio de la acidez mediante la titulación del ácido tartárico se obtuvo como resultado un promedio de 0,29 (T3), por su parte para los tratamientos T1 y T2 se puede apreciar una disminución del contenido de acidez al disminuir las concentraciones de la miel de abeja, inferiores a los valores mínimos de la NTE INEN 374 (2016), donde se describe un valor mínimo de 3,5 g/L expresado en ácido tartárico.

Resultados expuestos por Natividad et al. (2015), al evaluar la incidencia de tres concentraciones de *Saccharomyces cerevisiae* en la elaboración del hidromiel obtuvo como resultado un mayor contenido de acidez total expresada en ácido tartárico (g/l) describe como resultado que a mayor concentración de la levadura los niveles de acidez presentaron una tendencia de aumento documentando un total de 0,42 % al incluir el 0,20 % de *S. cerevisiae*.

De acuerdo con los criterios expuestos por Medina (2019), los valores de la acidez y el pH son factores importantes en la producción de hidromiel, debido a que en efecto permiten el desarrollo de las levaduras y por ende conlleva a un buen desarrollo de las levaduras utilizadas en el proceso.

7.2.4. Grado alcohólico (°GL)

Tabla 15. Análisis de varianza ANDEVA de los °GL de los tratamientos en estudio

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,12	2	3,56	19,05	0,0025**
Tratamientos	7,12	2	3,56	19,05	0,0025**
Error	1,12	6	0,19		
Total	8,24	8			

F.V. = fuente, SC= suma de cuadrados, gl= grados de libertad, CM= cuadrado medio, F. cal.= F de Fisher, P-tab.= tabla F. C.V.= coeficiente de variación.

**Diferencias altamente significativas al 0,05

Al efectuar el análisis de varianza ANDEVA del contenido alcohólico (°GL) de la hidromiel obtenida a partir de la combinación de tres concentraciones de miel de abeja se muestran diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre los valores promedios de los tratamientos en estudio.

Tabla 16. Comparación de medias del grado alcohólico (°Gl) del hidromiel

Tratamientos	°GL \bar{x}
T1	8,82 b
T2	10,48 a
T3	8,43 b

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Los resultados de la comparación de medias por medio de las pruebas de Tukey para el contenido alcohólico de la bebida se puede apreciar que se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre los promedios del tratamiento T2 con el tratamiento T1 y T3, siendo superior con un promedio de 10,48 °GL, en tanto que para los demás tratamientos se obtuvo un promedio de 8,82 y 8,43, respectivamente en cada uno de los tratamientos, los cuales son superiores al valor mínimo descrito en la norma NTE INEN 374 (2016), donde se especifica un valor de 6,00%.

Estos resultados se encuentran cercanos a los reportados por Herrera et al. (2019), al evaluar el comportamiento fermentativo de la hidromiel, documenta un contenido alcohólico de 10 %v/v al utilizar levadura Safoeno VR44 como inóculo para el desarrollo del proceso fermentativo.

Por su parte Vicuña (2019), obtuvo como resultado un grado alcohólico de la bebida con una fracción volumétrica de 13,5%, se encuentra dentro del rango que exige la Norma INEN 2802. Para ser considerada una bebida de baja graduación alcohólica debe tener un máximo de 15% de alcohol.

7.2.4. Turbidez (NTU)

Tabla 17. Análisis de varianza ANDEVA de la turbidez de los tratamientos en estudio

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	2488,97	2	1244,49	5791,30	0,0001**
Tratamientos	2488,97	2	1244,49	5791,30	0,0001**
Error	1,29	6	0,21		
Total	2490,26	8			

F.V. = fuente, SC= suma de cuadrados, gl= grados de libertad, CM= cuadrado medio, F. cal.= F de Fisher, P-tab.= tabla F. C.V.= coeficiente de variación.

**Diferencias altamente significativas al 0,05

Los resultados del análisis de varianza ANDEVA efectuado para la variable turbidez mostró un comportamiento altamente significativo ($p < 0,05$) entre los tratamientos, mostrando la influencia de las tres concentraciones de la miel en la elaboración de la hidromiel.

Tabla 18. Comparación de medias de la turbidez del hidromiel.

Tratamientos	Turbidez (NTU) \bar{x}
T1	3,57 c
T2	11,39 b
T3	42,10 a

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Como se puede apreciar en la tabla 18, los resultados de la turbidez muestran un comportamiento significativo entre cada uno de ellos, dando como resultado que a mayor concentración de la miel los promedios de la turbidez presentaron un aumento en los valores finales de los parámetros evaluados, documentando en el tratamiento T3 un promedio de 42,10. En tanto que para el tratamiento T1 los valores de turbidez alcanzaron un promedio de 3,57 NTU.

Campos et al. (2014), al analizar el comportamiento de la turbidez de las muestras de hidromiel con la inclusión de mucilago de nopal registran valores de 10 NTU, concluyendo que con la aplicación de mucilago de nopal resulta un mecanismo de gran utilidad para obtener hidromiel con mejores características físicos y químicos.

7.3. Estudio del comportamiento fermentativo de los tratamientos propuestos mediante una curva de fermentación

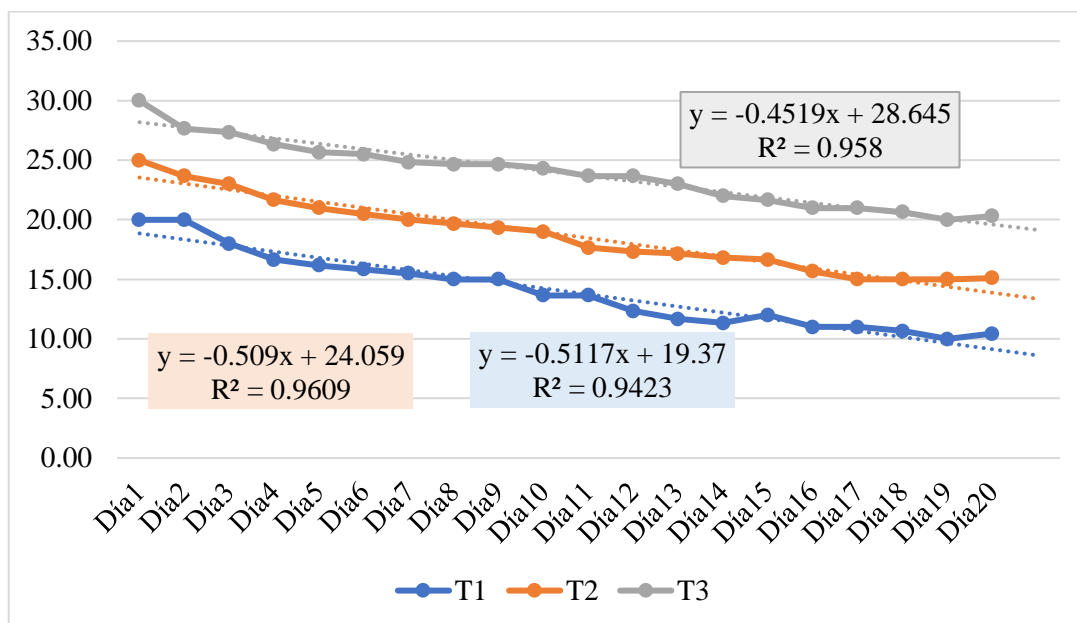


Figura 4. Evaluación de la curva de fermentación de los tratamientos en estudio

En la figura 4 se describe el comportamiento de la curva fermentativa de los tratamientos en estudio durante el periodo de 20 días. Como se puede apreciar, desde las primeras 24 horas se presenta un comportamiento fermentativo en cada uno de ellos, evidenciando la conversión de los azúcares (sustrato) por parte de las levaduras en etanol y dióxido de carbono.

Al evaluar el comportamiento de la fermentación se pudo apreciar que los valores promedios del T1 presentó un comportamiento lineal con una tendencia negativa con un valor de R^2 0,9436. En este caso se puede apreciar un valor inicial de 20 °Brix alcanzando un promedio de 10,43 °Brix.

Por su parte, al evaluar el comportamiento del T2 se puede apreciar que mostró una tendencia negativa debido al comportamiento fermentativo que se presentó durante los 20 días, con un valor de R^2 de 0,9534 siendo este indicador de una correlación alta entre cada uno de los promedios obtenidos del tratamiento, mostrando en el día 1 un total del 25°Brix y al finalizar un total de 15,11 °Brix.

Estudios reportados por Cajas (2019), al evaluar el proceso fermentativo del hidromiel con la inclusión de dos tipos de levaduras Levapan 0.15% y Lalvin 0.15% muestra como

resultado contenido de °Brix de 22 y 20,00 a los 5 días de efectuada la fermentación, los cuales se muestran cercanos a los reportados durante el inicio de la investigación.

Los resultados del comportamiento T3 muestran como resultados una mayor correlación entre los valores promedios obtenidos durante el periodo de fermentación (20 días) con un valor de R2 de 0,9606, posiblemente asociado a una mayor presencia de sólidos solubles al iniciar la investigación el mismo que presentó un valor promedio de 30 °Brix, en tanto que al finalizar la fermentación se obtuvo un promedio de 20 °Brix.

En contraste a los resultados expuestos anteriormente Herrera et al. (2019), al evaluar el comportamiento de los grados Brix a lo largo de la fermentación para las tres levaduras por un periodo de 17 días obtuvo un comportamiento similar entre los tratamientos, evidenciando el descenso de los °Brix a lo largo de la fermentación, en este caso el autor documenta un contenido de °Brix inicial de 24 a 25, el mismo que al finalizar la investigación se estandarizó a valores que oscilaron entre 9 y 10 °Brix.

7.4. Evaluación sensorial de los tratamientos en estudio

En la tabla 19 se muestran los resultados de la evaluación sensorial efectuada para los tratamientos en estudio mediante los análisis de varianza no paramétrica por medio de las pruebas de Kruskal Wallis.

Tabla 19. Comparación de medias por medio de la prueba de Kruskal Wallis para los atributos sensoriales del hidromiel

Variable	Tratamiento	Medias	D.E.	Medianas	H	p-valor
Color	T1	2,57 b	1,33	2,00	8,04	0,0099**
	T2	1,86 ab	0,79	2,00		
	T3	1,52 a	0,68	1,00		
Olor	T1	2,43 a	1,08	2,00	3,43	0,1482ns
	T2	1,90 a	0,89	2,00		
	T3	1,86 a	0,79	2,00		
Sabor	T1	2,57 b	0,98	2,00	12,63	0,0008**
	T2	1,90 a	1,04	2,00		
	T3	1,48 a	0,68	1,00		
Apariencia General	T1	2,33 a	1,24	2,00	4,60	0,0714*
	T2	1,62 a	0,92	1,00		
	T3	1,76 a	0,70	2,00		

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Los resultados obtenidos por medio de las pruebas de Kruskal Wallis para el atributo sensorial color se presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los valores promedios

de los tratamientos en estudio. En este caso se puede apreciar que el T3 mostró una mejor calificación con promedio de 1,52, sin embargo, se encontró una igualdad estadística con el T2 con un promedio de 1,86, dando como resultado una categoría de aceptación de me gusta ligeramente.

Estudios realizado por Natividad et al. (2015), al evaluar la incidencia de los atributos sensoriales del hidromiel elaborado con Camu camu (*Myrciaria dubia*) y Aguaymanto (*Physalis peruviana*), obtuvo como resultado valoraciones de 5,40 a 5,53, mostrando un buen nivel de aceptación en cada una de las formulaciones.

Al evaluar la aceptación del olor, los resultados muestran que los tratamientos en estudio presentaron igualdad estadística ($p > 0,05$) entre los valores promedios de las calificaciones dadas por los panelistas. De la misma manera, los resultados del atributo apariencia general no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$), mostrando un mismo nivel de aceptación para cada una de las formulaciones.

Cajas (2019), al evaluar al atributo olor de los tratamientos en estudio del hidromiel con la inclusión de dos tipos de levaduras documenta como resultados puntuaciones de 4,30 al utilizar levapan al 0,15 %.

Al analizar la aceptación del atributo sabor, se puede apreciar que se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos estudiados, en este caso se puede apreciar que el tratamiento T1 presentó diferencias con los tratamientos T2 y T3, siendo estos últimos los que muestran un mayor nivel de aceptación con un promedio de 1,90 y 1,48, el cual indica que se encuentra dentro de las categorías de aceptación de me gusta mucho y me gusta ligeramente.

Estudios reportados por Natividad et al. (2015), destacan que la inclusión de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la elaboración del hidromiel destaca una mejora aceptación en el atributo sabor al incluir concentraciones del 15%, con puntuaciones de 5,73.

Tabla 20. Análisis de varianza ANDEVA de las coordenadas a* y b* de los tratamientos en estudio

Coordenada a*					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,66	2	1,33	6,20	0,0347
Tratamientos	2,66	2	1,33	6,20	0,0347
Error	1,28	6	0,21		
Total	3,94	8			
Coordenada b*					
Modelo	5,85	2	2,93	4,72	0,0586
Tratamientos	5,85	2	2,93	4,72	0,0586
Error	3,72	6	0,62		
Total	9,57	8			

F.V. = fuente, SC= suma de cuadrados, gl= grados de libertad, CM= cuadrado medio, F. cal.= F de Fisher, P-tab.= tabla F. C.V.= coeficiente de variación.

**Diferencias altamente significativas al 0,05

Los resultados del análisis de varianza efectuado para las coordenadas a* y b* de los tratamientos arrojaron diferencias estadísticas entre los valores de los tratamientos en estudio, el mismo que muestra variabilidad entre los resultados obtenidos para los parámetros colorimétricos de la hidromiel.

Tabla 21. Comparación de medias de las coordenadas a* y b* de la hidromiel.

Tratamientos	L*	a*	b*
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}
T1	-	35,31 a	14,35 a
T2	-	36,55 ab	13,45 ab
T3	-	36,35 b	12,38 b

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

En la tabla 21 se muestran los resultados de la comparación de medias de las coordenadas a* y b* de los tratamientos en estudio. Como se puede apreciar los resultados presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los promedios de los tratamientos T1 y T3, respectivamente en cada una de las coordenadas.

De acuerdo con los valores de las coordenadas a* los resultados se encontraron dentro del diagrama de color +a* los cuales indican a rojo. En tanto que para las coordenadas b* los resultados se mostraron dentro del espacio +b* el mismo que indica a color amarillo, los cuales denotan las características propias del producto.

Estudios reportados por Lujan (2017), al evaluar el color (L^* , a^* y b^*) del hidromiel clarificado con bentonita mediante las ecuaciones del espacio Cielab encontró diferencias significativas entre los valores promedios de las coordenadas del color, el hidromiel clarificado con bentonita al 1 % tuvo mayor valor de 42.74 de luminosidad L^* , 1.307 de coordenada a^* y 21.437 de coordenada b^* , los cuales difieren de los resultados obtenidos debido a los procesos de clarificación aplicados en el producto.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

- Se determinó que las características fisicoquímicas de los tratamientos en estudio mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos en estudio, alcanzando un mayor contenido de $^{\circ}$ Brix, densidad inicial y final, pH, acidez y turbidez en el T3 asociado a una mayor concentración de la miel de abeja la cual aportó una mayor cantidad de azúcares y ácidos orgánicos que influyen sobre los parámetros fisicoquímicos del hidromiel, en tanto que el contenido alcohólico fue superior en el T2 (10,48 $^{\circ}$ Gl) siendo indicador de una mejor fermentación.
- El comportamiento de la curva de fermentación de los tratamientos en estudio arrojó un comportamiento lineal decreciente con una correlación alta en cada uno de los tratamientos, demostrando que existió la conversión de los azúcares del mosto en etanol y dióxido de carbono, lo que se pudo evidenciar con los cambios presente en el contenido de $^{\circ}$ Brix inicial y final los cuales alcanzaron una conversión de 10 $^{\circ}$ Brix en cada tratamiento.
- Al evaluar el comportamiento de la aceptación sensorial se obtuvo una mayor aceptación en el T3 con respecto a los atributos color y sabor, debido a que obtuvo una mayor acidez, mayor concentración de azúcares en el producto final. Por su parte los atributos olor y apariencia general no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre cada uno de ellos, mostrando un mismo nivel de aceptación. El análisis colorimétricos presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos en estudio con respecto a las coordenadas a^* y b^* , encontrándose dentro

de las fijaciones del color rojo y amarillo, asociado a una alta presencia de compuestos orgánicos e inorgánicos que se encuentran en el hidromiel.

8.2. Recomendaciones

- Que se evalúe el efecto de la inclusión de diferentes materias primas en la elaboración del hidromiel utilizando miel producida en las parroquias del Cantón Chone.
- Que se analice el comportamiento de la fermentación incluyendo diferentes tipos de inóculos (levaduras) y concentraciones en la elaboración del hidromiel.
- Que se estudie el comportamiento de la vida anaquel del hidromiel mediante la evaluación de los parámetros fisicoquímicos.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, C. (2012). *Evaluación de la fermentación alcohólica para la producción de hidromiel*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/12251>
- Alcívar, J. (2021). *Evaluación del color Ciel*a*b* y sensometría de una bebida alcohólica macerada con Theobroma cacao L. y miel de abeja*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6464/1/T-UTEQ-133.pdf>
- Alcívar, L. (2020). *Flora predominante y producción de miel de abejas (Apis Mellifera) en tres localidades del cantón Chone*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1306/1/TTMV08D.pdf>
- Ardilla, J., y Cuadros, E. (2021). *Evaluación de la concentración de azúcares totales, reductores y grados brix durante la fermentación de pulpa de café para la obtención de ácido láctico*. [Tesis de pregrado, Universidad Libre Seccional Socorro]. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/19903/Trabajo%20de%20grado%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Basilio, A., Prieto, J., López, V., Mellado, L., Pascual, G., Pedraza, F., y Gurini, L. (2020). El Proceso de Fermentación en la producción artesanal de hidromiel y su evaluación sensorial. *Agronomía & Ambiente*, 40(1), 1-12. <http://agronomiayambiente.agro.uba.ar/index.php/AyA/article/view/106/106>
- Bogdanov, S., Lüllmann, C., Martin, P., y Von der Ohe, W. (2015). Honey quality and international regulatory standards: review by the international honey commission. *Bee world*, 80(2), 61-69.
- Cabiativa, A. (2022). Desarrollo de bebidas carbonatas a partir de frutas endulzadas con miel de abejas. *Revista Expresiones*, 9(17), 60-64. <https://ojsuniag.sciocorp.org:8443/index.php/expresiones/article/view/201/212>

- Cajas, J. (2019). *Efecto de tres diluciones y dos tipos de levaduras sobre los parámetros sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos en la elaboración de hidromiel*. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://181.198.35.98/Archivos/CAJAS%20TORAL%20JORGE%20AUGUSTO.pdf>
- Camacho, C. (2019). *Guía de elaboración de Hidromiel y licor de miel*. <https://silo.tips/download/guia-de-elaboracion-de-hidromiel-y-licor-de-miel>
- Campos, C., & Lapa, E. (2014). *Determinación de los parámetros óptimos en la elaboración de hidromiel, utilizando dos tipos de aglutinantes naturales, como clarificantes*. [Tesis de pregrado, Universidad del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1936/Campos%20Cavez%20-%20Lapa%20Carrera.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chasiloa, V. (2021). *Evaluación reológica de la Chicha de jora estabilizada con un aditivo natural mucílago de linaza (*linum usitatissimum*)*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8158>
- Chávez, M. (2010). *Caracterización de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la miel de abeja (*Apis mellifera*) del estado de Veracruz y su cambio durante el almacenamiento*. [Tesis de pregrado, Universidad Veracruzana]. <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/51312/ChavezValleMaria.pdf?sequence=1>
- Cuellar, J., Soleno, R., Marín, C., y Salamanca, G. (2017). Cinética de la fermentación de hidromiel monofloral elaborada a partir de miel de Acacia mangium Willd colectada en Villanueva, Casanare. *Alimentos Hoy*, 25(40), 43-58. <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/430>
- Díaz, C. (2020). *Plan de negocios para empresa de Hidromiel (MEADERY)*. [Tesis de Maestría, Universidad de Chile]. [https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/177296/Plan-de-negocios-para-empresa-Hidromiel-\(MEADERY\).pdf?sequence=1](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/177296/Plan-de-negocios-para-empresa-Hidromiel-(MEADERY).pdf?sequence=1)
- Domínguez, J. (2021). *Estudio técnico-económico de una planta de producción de 70.000 L/año de hidromiel*. [Tesis de pregrado, Universidad de Sevilla].

<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/126544/TFG-3628-DOMINGUEZ%20GARCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- García, M., Armenteros, E., Escobar, M., García, J., Méndez, J., y Ramos, G. (2022). Composición química de la miel de abeja y su relación con los beneficios a la salud. *Revista Médica Electrónica*, 44(1), 155-167. https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242022000100155#:~:text=El%20aporte%20de%20minerales%20es,%2D4%20mg%25%20de%20magnesio.
- Gastulo, J., y Quevedo, T. (2021). *Elaboración de una barra alimenticia funcional de kiwicha (Amaranthus caudatus linnaeus), polen y miel de abeja (Apis mellifera)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/9653/Gastulo_Malca_Juan_Alexis_Ricardo_y_Quevedo_Rojas_Tito_Daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Granda, R. (2017). *Análisis del potencial de la actividad apícola como desarrollado socioeconómico en sectores rurales*. [Tesis de pregrado, Universidad De San Francisco de Quito]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7106/1/135301.pdf>
- Herrera, J., León, L., Torres, Y., Cano, N., Herrera, A., y Cuenca, M. (2019). Evaluación y selección de levadura comercial para el proceso de fermentación alcohólica de hidromiel. *Publicaciones e Investigación*, 13(2), 23-30. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/article/view/3651/3690>
- Herrera, J., León, L., Torres, Y., Cano, N., Herrera, A., y Cuenca, M. (2019). Fermentación de la miel para obtención de hidromiel. *Infometric@-Serie Ingeniería, Básicas y Agrícolas*, 13(2), 23-29. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/article/view/3651/3690>
- Julio, C., y Rodelo, A. (2018). *Caracterización de la composición y calidad fisicoquímica de miel de abejas (apis mellifera) comercializada en la ciudad de Sincelejo-Sucre*. [Tesis de pregrado, Universidad de Sucre].

<https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/handle/001/770/T638.16%20J94.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Llerena, G. (2016). *Caracterización de los sistemas apícolas en la zona centro del Ecuador*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6975/1/17T1436.pdf>

Lobos, I., y Currián, M. (2020). Composición nutricional y calidad de la miel producida en el territorio patagonia Verde. En *Apicultura en el Territorio Patagonia Verde, Región de Los Lagos*. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/67894/Capitulo%206.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

López, M. (2018). *Diseño del proceso industrial para la obtención de alcohol a partir de Eugenia Stipitata*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8658/1/96T00460.pdf>

López, M., Moo, V., Sauri, E., y Zaldívar, J. (2019). Determinación del Color de las Mielles Tabasqueñas. *Tecnologico Nacional de México*, 97, 97-103. https://www.researchgate.net/profile/Marco-Antonio-Cuestas/publication/359207901_Uso_de_residuos_agroindustriales_y_pecuarios_en_la_produccion_de_plantula_de_jitomate_Lycopersicon_esculentum_Mill/links/6230186be32d2203ab4133c3/Uso-de-residuos-agroindustri

López, O., y Rangel, J. (2017). *Evaluación de la adición de un fruto rojo en la producción de una bebida fermentada a base de miel (hidromiel) en la empresa Apiario los cítricos a nivel laboratorio*. [Tesis de pregrado, Fundación Universidad de América]. <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6570/1/6111608-2017-2-IQ.pdf>

Lujan, A. (2017). *Influencia de la concentración de bentonita sobre las propiedades físicoquímicas en la elaboración de hidromiel*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José María Arguedas]. https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/275/Abdiel_Tesis_Bachiller_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Machado, A., Almeida, L., y Sancho, M. (2017). Composition and properties of Apis mellifera honey: A review. *Journal of Apicultural Research*, 57(1), 5-37.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00218839.2017.1338444?cookieSet=1>

Madrid, J., Madrid, E., y Madrid, C. (2013). *Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos*. Service Point S.A.

Marejón, A., y Viznay, A. (2018). *Control microbiológico y determinación de pH, acidez y grados brix de jugos expendidos en los espacios públicos de la ciudad de Cuenca-Ecuador*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30388/1/trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>

Martínez, A., Vivas, G., y Quicazán, M. (2016). Evaluación del proceso fermentativo utilizando células libres e inmovilizadas para la elaboración de hidromiel. 1-3. https://editorial.unal.edu.co/fileadmin/recursos/direcciones/investigacion_bogota/documentos/enid/2015/memorias2015/ingenieria_tecnologias/evaluacion_del_proceso_fermentativo_utilizan.pdf

Martínez, W., Arias, E., Baez, C., Higuera, J., Duque, O., y Rodríguez, J. (2019). *La Bebida de los Dioses: Hidromiel Del Bosque–Apiarios Del Bosque*. https://www.researchgate.net/profile/Orlando-Martinez-Bojaca/publication/268803663_LA_BEBIDA_DE_LOS_DIOSES_HIDROMIEL_DEL_BOSQUE_-_APIARIOS_DEL_BOSQUE/links/547626fa0cf29afed6141e56/LA-BEBIDA-DE-LOS-DIOSES-HIDROMIEL-DEL-BOSQUE-APIARIOS-DEL-BOSQUE.pdf

Medina, A. (2019). Fermentación de la miel para obtención de hidromiel. *Infometric@-Serie Ingeniería, Básicas y Agrícolas*, 2(1), 1-10. <http://infometrica.org/index.php/syh/article/view/63/62>

Medina, R. (2022). *Productos de obrador* (1ra ed.). Ediciones Paraninfo, SA.

Mera, E., Cuadros, F., García, J., y Parraga, C. (2022). Efecto de miel de abeja (*Apis mellifera*) en la conservación de la pasta de macadamia (*Macadamia integrifolia*). *Manglar*, 19(1), 107-115. <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/308>

Milijaš, M., Cvetković, D., Savić, A., Velemir, A., Topalić, L., y Papuga, S. (2022). Effects of adding different quantities of yeast and chokeberry juice on fermentation of mead.

Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly, 1-28.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2298/CICEQ220325022M>

Natividad, A., Rojas, R., y Muñoz, S. (2015). Determinación de las propiedades funcionales y sensoriales del hidromiel elaborado con Camu camu (*Myrciaria dubia*) y Aguaymanto (*Physalis peruviana*). *investigación Valdizana*, 10(4), 161-170.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/1995-445X_5b19676daa3122bfc300418a3d1c4d70

Ortega, R., Morales, C., y Chito, D. (2021). Evaluación de características fisicoquímicas, compuestos fenólicos, contenido de minerales y color de mieles comerciales del Cauca (Colombia). *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 22(2), 1-19.
https://doi.org/https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num2_art:1894

Osorio, M. (2018). *Técnicas modernas en el análisis sensorial de los alimentos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina].
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3230>

Pereira, A., Mendes, A., Estevinho, L., y Mendes. (2014). Mead production: fermentative performance of yeasts entrapped in different concentrations of alginate. *Journal Citation Reports*, 120(4), 575-580. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jib.175>

Rodríguez, N., y Rubiano, M. (2019). Proceso de elaboración de hidromiel. *Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA*, 1-62.
https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/7441/Proceso_elaboracion_hidromiel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Santacruz, E., Benavidez, J., y Gámez, H. (2016). Identificación de flora y análisis nutricional de miel de abeja para la producción apícola. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 14(1), 37-44.
<https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/455/601>

Schencke, C., Vásquez, B., Sandoval, C., y del Sol, M. (2016). El rol de la miel en los procesos morfofisiológicos de reparación de heridas. *International Journal of Morphology*, 34(1), 385-395. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v34n1/art56.pdf>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. ([SAGARPA], 2017). *Hidromiel la bebida de los dioses*. Gobierno de México:
<https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/hidromiel-la-bebida-de-los-dioses>

- Sosa, A., y Vertiz, V. (2021). *Diseño y validación de un viscosímetro rotacional para fluidos no newtonianos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Perú]. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7667/T010_7007772_0_T%20y%20T010_70078437_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sotil, C., Salor, M., Moreno, J., Peinado, J., Mauricio, J., Moreno, J., y García. (2018). Using *Torulaspora delbrueckii*, *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces bayanus* wine yeasts as starter cultures for fermentation and quality improvement of mead. *European Food Research and Technology*, 245, 2705–2714. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00217-019-03384-z>
- Soto, F. (2014). *Caracterización física, química y sensorial de hidromieles de distinto origen floral*. [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/149039/Soto-%20Caracterizaci%C3%B3n%20hidromiel%20%282014%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Soto, J., Charry, S., y Amoroch, C. (2021). Evaluación del comportamiento del color del vino artesanal decuruba “Son del Alba”. *Ingeniería y Región*, 26, 4-19. <https://doi.org/10.25054/22161325.2915>
- Suárez, M., Garrido, N., y Guevara, C. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúca*, 50(1), 20-28. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>
- Talens, P. (2017). *Evaluación del color y tolerancia de color en alimentos a través del espacio CIELAB*. Universitat Politècnica de València. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/83392/Talens%20-%20Evaluaci%C3%B3n%20del%20color%20y%20tolerancia%20de%20color%20en%20alimentos%20a%20trav%C3%A9s%20del%20espacio%20CIELAB.pdf?sequence=1>
- Tapiero, J., Soleno, R., Marín, C., y Salamanca, G. (2017). Cinética de la fermentación de hidromiel monofloral elaborada a partir de miel de *Acacia mangium* Willd colectada en Villanueva, Casanare. *Alimentos Hoy*, 25(40), 43-58. https://acta.org.co/acta_sites/alimentoshoy/index.php/hoy/article/view/430/354

- Ulloa, A., Mondragan, P., Rodríguez, R., Reséndiz, J., y Rosas, P. (2010). La miel de abeja y su importancia. *Revista Fuente*, 2(4), 11-19. <http://aramara.uan.mx:8080/bitstream/123456789/437/1/La%20miel%20de%20abeja%20y%20su%20importancia.pdf>
- Vicuña, A. (2019). *Elaboración de una bebida artesanal de baja graduación alcohólica a base de la miel de abeja (Apis Mellífera) y fruta capulí (Prunus Salicifolia)*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11828/1/84T00636.pdf>
- Vivanco, I., Rosillo, W., Villavicencio, B., y Macías, V. (2020). El mercado de la producción de miel de abeja en la provinciaEl mercado de la producción de miel de abeja en la provincia del Guayas (Ecuador). *Revista ESPACIOS*, 41(29), 318-329. <http://asesoresvirtualesalala.revistaespacios.com/a20v41n29/a20v41n29p23.pdf>

10. ANEXOS

Anexos 1. Recolección y caracterización de la materia prima.



Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)



Miel de abeja



Determinación de la viscosidad de la miel de abeja



Evaluación del contenido de °Brix de la miel de abeja



Evaluación del pH de la miel de abeja



Evaluación colorimétrica de la miel de abeja

Anexos 2. Reporte de la caracterización fisicoquímica y microbiológica de la miel de abeja



FCZ-LAB

Investigamos para cambiar el sector Agropecuario

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS
EXTENSIÓN CHONE

Cliente	Evelyn Juliana Cedeño Muñoz Johana Maria Bazaruto Pallaraso	Nº de análisis: 10
Dirección	Santa Rita Tablada de Sanchez	Fecha de recibido
Teléfono	0980494350-	09/05/2022
Muestra	Hidromiel /Miel de abeja	Fecha del análisis
Cantidad recibida	200 ml/ botella	
Objetivo del análisis	Realizar un análisis - Fisicoquímico y Microbiológica del jugo de Hidromiel y Miel	Fecha de reporte. 26/07/2022

Tratamiento	Acidez (g de ácido tartarico/100 mL de hidromiel)		
	1	2	3
T1	0,2601	0,2448	0,2448
T2	0,3213	0,306	0,306
T3	0,3978	0,3672	0,3672

Método: NTE INEN-ISO 750:2013

MIEL DE ABEJA.**Acidez Libre**

Tratamiento	Acidez libre (meq/Kg de hidromiel)		
	1	2	3
Miel	30,59	31,01	30,81

Hongos y Levaduras

Tratamiento	Hongos y Levaduras (UPC/mL)		
	1	2	3
Miel	4,55E+01	4,09E+01	3,64E+01

*Método: NTE INEN 1529-10

Humedad

Tratamiento	Humedad (%)		
	1	2	3
Miel	13,432	13,421	13,436

*Método: NTE INEN 1632



MARIO JAVIER
BONILLA LOOR

Dr. Mario Bonilla Loor

Jefe de los Laboratorios de la FCZ - LAB

Anexos 3. Elaboración de la hidromiel con las diferentes concentraciones de los °Brix.

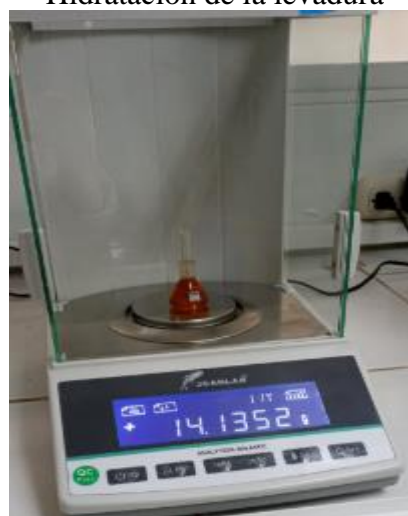
Pesado de la levadura



Hidratación de la levadura



Pesado de la miel de abeja



Mezclado de la materia prima e insumos



Pasteurización del mosto



Envasado del producto



Enfriado del producto

Anexos 4. Evaluación del proceso fermentativo de los tratamientos en estudio.



Evaluación del proceso fermentativo del hidromiel



Trasiego de la bebida



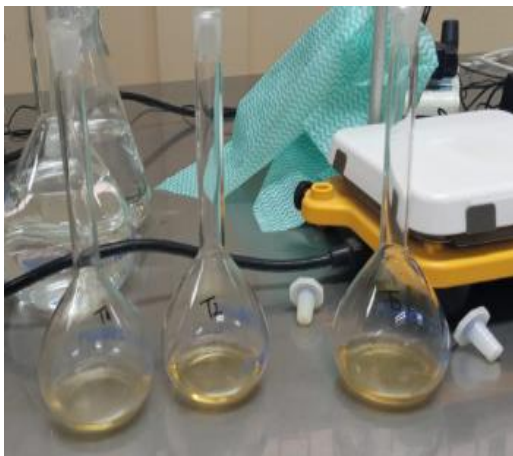
Sellado de las botellas



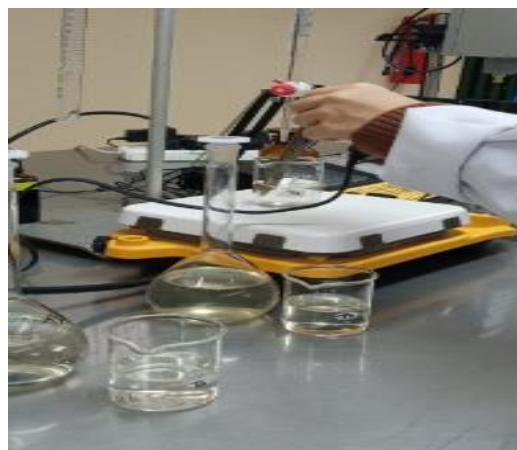
Pasteurización de los tratamientos en estudio

Anexos 5. Base de datos del proceso de fermentación del hidromiel

DIAS	TRATAMIENTO 1			TRATAMIENTO 2			TRATAMIENTO 3		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
DIA 0	20,00	20,00	20,00	25,00	25,00	25,00	30,00	30,00	30,00
DIA 1	20,00	20,00	20,00	23,00	24,00	24,00	27,00	28,00	28,00
DIA 2	18,00	18,00	18,00	23,00	23,00	23,00	28,00	27,00	27,00
DIA 3	16,00	17,00	17,00	22,00	21,00	22,00	26,00	26,00	27,00
DIA 4	15,50	16,50	16,50	21,50	20,50	21,00	25,50	25,50	26,00
DIA 5	15,50	16,00	16,00	21,00	20,00	20,50	25,00	25,50	26,00
DIA 6	15,00	15,50	16,00	20,50	19,50	20,00	24,50	25,00	25,00
DIA 7	15,00	15,00	15,00	20,00	19,00	20,00	24,00	25,00	25,00
DIA 8	15,00	15,00	15,00	19,00	19,00	20,00	24,00	25,00	25,00
DIA 9	13,00	14,00	14,00	19,00	19,00	19,00	24,00	25,00	24,00
DIA 10	15,00	14,00	12,00	17,00	17,00	19,00	23,00	24,00	24,00
DIA 11	13,00	12,00	12,00	17,00	17,00	18,00	23,00	24,00	24,00
DIA 12	12,50	11,50	11,00	17,00	17,00	17,50	22,50	23,00	23,50
DIA 13	12,00	11,00	11,00	17,00	16,50	17,00	21,00	22,50	22,50
DIA 14	12,00	12,00	12,00	17,00	16,00	17,00	21,00	22,00	22,00
DIA 15	11,00	11,00	11,00	16,00	15,00	16,00	21,00	21,00	21,00
DIA 16	11,00	11,00	11,00	15,00	15,00	15,00	21,00	21,00	21,00
DIA 17	10,00	11,00	11,00	15,00	15,00	15,00	20,00	21,00	21,00
DIA 18	10,00	10,00	10,00	15,00	15,00	15,00	20,00	20,00	20,00
DIA 19	10,00	10,00	10,00	15,00	15,00	15,00	20,00	20,00	20,00
DIA 20	10,20	10,60	10,50	15,00	15,30	15,04	20,00	20,40	20,60

Anexos 6. Caracterización fisicoquímica de los tratamientos en estudio.

Preparación de las muestras



Evaluación de la acidez



Evaluación del pH de los tratamientos en estudio



Determinación del contenido alcohólico



Evaluación de la turbidez en los tratamientos



Evaluación del color de la hidromiel

Anexos 7. Reporte de los análisis fisicoquímica del hidromiel



FCZ-LAB

Investigamos para cambiar el sector Agropecuario

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS
 EXTENSIÓN CHONE

Ciente	Evelyn Juliana Cedeño Muñoz Johana María Bazurto Pallaraso	N° de análisis: 10
Dirección	Santa Rita Tablada de Sanchez	Fecha de recibido
Teléfono	0980494350-	09/05/2022
Muestra	Hidromiel /Miel de abeja	Fecha del análisis
Cantidad recibida	200 ml/ botella	
Objetivo del análisis	Realizar un análisis Físicoquímico y Microbiológica del jugo de Hidromiel y Miel	Fecha de reporte. 26/07/2022

Turbidez

Tratamiento	TURBIDEZ (NTU)		
	1	2	3
T1	3,64	3,58	3,48
T2	11,06	11,1	11,8
T3	41,4	42,9	42,0

*Método: Instrumental/ Turbidímetro

Potencial de Hidrógeno

Tratamiento	pH		
	1	2	3
T1	3,56	3,56	3,57
T2	3,56	3,56	3,57
T3	3,76	3,74	3,75

Método: NTE INEN-ISO 1842

Acidez

Tratamiento	Acidez (g de ácido cítrico/100 mL de hidromiel)		
	1	2	3
T1	0,221952	0,208896	0,208896
T2	0,274176	0,26112	0,26112
T3	0,339456	0,313344	0,313344

Método: NTE INEN-ISO 750:2013



MARIO JAVIER
 BONILLA LOOR

Dr. Mario Bonilla Loor
 Jefe de los Laboratorios de la FCZ - LAB

Anexos 8. Evaluación sensorial de los tratamientos en estudio

Anexos 9. Norma INEN 374

Quito – Ecuador

**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN 374

Tercera revisión
2015-XX

BEBIDAS ALCOHOLICAS. VINO DE FRUTAS. REQUISITOS

ALCOHOLICS BEVERAGES. WINE OF FRUITS. REQUIREMENTS

NTE INEN 374

Norma Técnica Ecuatoriana	BEBIDAS ALCOHÓLICAS. VINOS DE FRUTAS. REQUISITOS	NTE INEN 374:2015 Tercera revisión
---------------------------------	---	---

1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos para el vino de frutas.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son referidos y son indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN 339, *Bebidas alcohólicas. Muestreo.*

NTE INEN 341, *Bebidas alcohólicas. Determinación de la acidez.*

NTE INEN 347, *Bebidas alcohólicas. Determinación de metanol.*

NTE INEN 348, *Bebidas alcohólicas. Determinación de las cenizas.*

NTE INEN 353, *Bebidas alcohólicas. Determinación de cloruros en vinos.*

NTE INEN 354, *Bebidas alcohólicas. Determinación de sulfato en vinos.*

NTE INEN 355, *Bebidas alcohólicas. Determinación de glicerina en vinos.*

NTE INEN 356, *Bebidas alcohólicas. Determinación de anhídrido sulfuroso total en vinos.*

NTE INEN 357, *Bebidas alcohólicas. Determinación de anhídrido sulfuroso libre en vinos.*

NTE INEN 360, *Bebidas alcohólicas. Determinación del grado alcohólico en vinos.*

NTE INEN 1933, *Bebidas alcohólicas. Rotulado. Requisitos.*

NTE INEN 1547, *Determinación de la alcalinidad de las cenizas.*

NTE INEN ISO 11037, *Análisis sensorial. Guía general para la evaluación sensorial del color de los productos.*

NTE INEN ISO 13301, *Análisis sensorial. Metodología. Guía general para la medición del olor, de la sensación olfato-gustativa y del gusto mediante el procedimiento de elección forzosa de una entre tres alternativas (EFA-3).*

ISO 15141-1, *Productos alimenticios. Determinación de ocratoxina A en cereales y productos derivados. Parte 1: Método por cromatografía líquida de alta resolución con lavado en gel de sílice*

ISO 8128-1, *Jugo de manzana, jugos concentrados de manzana y bebidas que contienen jugo de manzana. Determinación del contenido de patulina. Parte 1: Método por cromatografía líquida de alta resolución*

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones que a continuación se detallan:

NTE INEN 374

Vino de frutas. Bebida alcohólica obtenida por la fermentación alcohólica de mostos de frutas frescas y sanas que ha sido sometido a las mismas prácticas de elaboración que el vino de uva.

Mosto. Líquido de origen vegetal estrujado, escurrido o prensado que contiene sustancias amiláceas o azucaradas susceptibles de transformarse en alcohol etílico (etanol) por fermentación.

4. REQUISITOS

4.1 Generalidades

Para la fabricación de vino de frutas debe considerarse las prácticas enológicas permitidas para la elaboración de vino de uvas. (Ver apéndice Y).

4.2 Requisitos organolépticos

4.2.1 El vino de frutas debe ser translúcido y de varios colores de acuerdo a la clase de fruta utilizada. La evaluación sensorial del color se debe hacer utilizando la NTE INEN ISO 11037

4.2.2 El vino de frutas debe tener un sabor y olor característico a la clase de fruta utilizada. La evaluación sensorial del olor y sabor se debe hacer utilizando la NTE INEN ISO 13301

4.3 Requisitos físicos y químicos

El vino debe cumplir con los requisitos físicos y químicos establecidos en la Tabla 1.

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Alcohol, fracción volumétrica	%	5,0	18,0	INEN 360
Acidez volátil, como ácido acético	g/l	-	1,5	INEN 341
Acidez volátil, como ácido málico	g/l	4,0	16,0	INEN 347
Metanol	*	-	0,5	INEN 348
Cenizas	meq/l	1,4	-	INEN 1547
Alcalinidad de las cenizas	g/l	14	-	INEN 353
Cloruros, como cloruro de sodio	g/l	-	2,0	INEN 354
Glicerina	**	1	10,0	INEN 355
Anhidrido sulfuroso total	g/l	-	0,32	INEN 356
Anhidrido sulfuroso libre	g/l	-	0,04	INEN 357

* cm³ por 100 cm³ de alcohol anhidro.
** g por 100 g de alcohol anhidro.

4.4 Contaminantes

Los vinos de frutas deben cumplir con los niveles máximos de micotoxinas indicados en la Tabla 3.

Tabla 3. Contaminantes en vinos de frutas

Micotoxinas	Nivel máximo µg/kg	Método de ensayo
Patulina	50	ISO 8128-1
Ocratoxina A	2	ISO 15141-1

NTE INEN 374

5. INSPECCIÓN

5.1 Muestreo

El muestreo debe realizarse de acuerdo a la NTE INEN 339

6. ROTULADO

El rotulado debe realizarse de acuerdo a la NTE INEN 1933.

PROYECTO A2

APENDICE Y
PRÁCTICAS ENOLÓGICAS

Pueden efectuarse las prácticas enológicas siguientes:

1. Frutas

a) El vino debe provenir de frutas maduras, sanas y limpias.

2. Mostos

- a) la fermentación del mosto debe realizarse con levaduras seleccionadas;
- b) mezcla de mostos entre sí;
- c) concentración del mosto;
- d) adición de mostos concentrados;
- e) adición de vinos a los mostos;
- f) adición de ácidos tartárico y cítrico;
- g) adición de ácido L-ascórbico;
- h) uso de calor o frío;

3. Vinos de frutas

- a) adición de ácido tartárico, metatartárico, málico, tánico y cítrico;
- b) adición de anhídrido carbónico (solo en vino de frutas gasificado)
- c) adición de anhídrido sulfuroso o sus sales;
- d) neutralización con carbonato de calcio;
- e) adición de alcohol etílico rectificado (sólo para la elaboración de vino de frutas compuestos y extra-licorosos);
- f) adición del ácido L-ascórbico;
- g) la mezcla de dos o más vinos provenientes de distintas elaboraciones o frutas (no se deberán mezclar vinos de frutas no aptos para el consumo humano);
- h) adición de clarificantes y secuestrantes; y
- i) filtración o centrifugación.