



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
QUÍMICA INDUSTRIAL

## MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN QUÍMICA INDUSTRIAL

### TÍTULO:

Bebida alcohólica fermentada a base de fruta de tigüilote (*Cordia dentata Poir*), Laboratorio de Análisis Físico-Químico de Alimentos (LAFQA), UNAN-Managua, marzo – noviembre 2021.

### Autores:

Bra. María Antonia Peña Gill.

Br. José Daniel Marengo Vásquez.

### Tutor y asesor:

Lic. Yader Esmir Mairena.

Managua, diciembre, 2021

# ASPECTOS GENERALES



## **TÍTULO**

Bebida alcohólica fermentada a base de fruta de tigüilote (Cordia dentata Poir), Laboratorio de Análisis Físico-Químico de Alimentos (LAFQA), UNAN-Managua, marzo – noviembre 2021.

## **DEDICATORIA**

A Dios todopoderoso, por darme la bendición cada día, la vida, la salud, la sabiduría y las fuerzas para luchar por este proyecto de vida.

A mi familia por su apoyo incondicional en este proyecto y por siempre motivarme a seguir adelante.

A todos los docentes que formaron parte de mi desarrollo profesional.

***María Peña***

A **DIOS**, por darme vida y salud,

A mis padres, **MARÍA MAGDALENA VASQUEZ SAMURIA** y **JOSÉ DANIEL MARENCO BERMÚDEZ**, por darme la vida y siempre apoyarme incondicionalmente.

A mis primos por siempre apoyarme cuando lo necesitaba.

***Daniel Marengo***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos principalmente a dios quien es dador de vida, creador del universo y nos dota de conocimientos.

A nuestros familiares por sus consejos, por ser fuentes de motivación y por su apoyo incondicional a lo largo de nuestra formación profesional.

A nuestro tutor Yader Esmir Mairena, por su apoyo en el desarrollo de esta tesis. Gracias por sus orientaciones.

A todos aquellos docentes que formaron parte de nuestra formación universitaria compartiendo sus conocimientos y también a aquellos que de una u otra forma ayudaron a llevar a cabo esta investigación.

Muchas Gracias

***María Peña y Daniel Marengo***

## CARTA AVAL DEL TUTOR

Managua, 02 de diciembre del 2021.

**MSc. Sara Negaresh**  
**Directora del Departamento de Química**  
**Facultad de Ciencias e Ingeniería**  
**UNAN-Managua**  
**Su despacho.**

Estimada Maestra Negaresh:

Saludos cordiales.

Mediante la presente comunico a su autoridad, que el trabajo de grado denominado Bebida alcohólica fermentada a base de fruta de tigüilote (Cordia dentata Poir), Laboratorio de Análisis Físico-Químico de Alimentos (LAFQA), UNAN-Managua, marzo – noviembre 2021., *presentado por los estudiantes: Br(a): María Antonia Peña Gill y el Br (a): José Daniel Marengo Vásquez*, para optar al título de Licenciado en Química Industria, cumple con los requisitos mínimos para la defensa de grado.

Por este medio hago constar que se han cumplido los objetivos especificados, se realizaron las correspondientes revisiones gramaticales, ortográficas y técnicas, por lo tanto, otorgo mi AVAL DE APROBACION correspondiente como tutor, para que este trabajo sea presentado ante un comité evaluador.

***Agradeciendo la atención a la presente, me despido de usted deseándole el éxito que merece.***

**Atentamente:**



---

Lic. Yader Esmir Mairena Mairena  
Docente  
Departamento de Química de la UNAN-Managua  
UNAN–Managua  
Departamento de Química  
Telf.: 00(505) – 2278 6769  
Extensión: 155

## RESUMEN

Este trabajo consiste en la elaboración de una bebida fermentada a base del fruto de tigüilote (*Cordia dentata Poir*), donde, para el proceso de elaboración se llevaron a cabo diferentes etapas las cuales son: Selección (según criterios de inclusión y exclusión) lavado en caliente (80°), pesado (materia prima 908 g, sacarosa 1225g, levadura 1g) cocción (1 hora, 100°C), adición de componentes, maceración, enfriamiento (30 °C), adición de levadura, fermentación alcohólica (29 días), trasiego (Día 15 y 21), filtrado y embotellado.

Se realizó la caracterización de la materia prima, presentando los siguientes resultados: humedad 91,72%, cenizas totales 1,41%, proteína 1,37%, Materia grasa 0%, y extracto seco 8,28%. El producto final posee las siguientes características físico-químicas: 13 % Alc., 13,5 °Brix, pH 3,9, acidez total 3,67g/L, acidez volátil 0,08 g/L, humedad 91,76 %, cenizas totales 2,22 %, proteína 0,25 %, NaCl 779 mg/L, CE 1061 mg/L. En cuanto a las propiedades microbiológicas caracterizadas (Hongos y levaduras) presentó un resultado de <10 UFC/ml.

Para Fischer y Espejo, la etiqueta "es una parte fundamental del producto que contiene la información escrita sobre el artículo; una etiqueta puede ser parte del embalaje (impresión) o simplemente una hoja adherida directamente al producto", por lo que, se elaboró una etiqueta comercial para la bebida fermentada, la cual contiene las siguientes especificaciones sobre el producto: Nombre de la bebida, marca, % de alcohol, lugar de producción, volumen de la botella y año de elaboración.

**Palabras claves:** *Fermentación, Tigüilote (Cordia dentata poir), análisis físico-químicos y microbiológicos.*

## INDICE

### CAPITULO I

1.1. Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos .....	4

### CAPITULO II

2.1. Marco teórico .....	6
2.1.1. Tigüilote ( <i>Cordia dentata poir</i> ) .....	6
2.1.1.1. Propiedades físicas. ....	7
2.1.1.2. Factores ambientales. ....	9
2.1.2. Proceso de elaboración de bebidas fermentadas.....	11
2.1.2.1. Bebida alcohólica fermentada.....	11
2.1.2.2. Vino.....	12
2.1.2.3. Clasificación de los vinos .....	13
2.1.2.4. Clasificación de los vinos por su color. ....	14
2.1.2.5. Clasificación de los vinos por su contenido de azúcar.....	15
2.1.2.6. Clasificación de los vinos según los 4 sabores percibidos por el sentido del gusto. 15	
2.1.2.7. Clasificación de los vinos según su edad.....	16
2.1.2.8. Clasificación de los vinos según el grado alcohólico.....	18
2.1.2.9. Elaboración De Vinos.....	20
2.1.3. Las levaduras y la fermentación .....	23
2.1.3.1. Las levaduras.....	23
2.1.3.2. La levadura como microorganismos. ....	24
2.1.3.3. La levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	24
2.1.3.4. La levadura responde a las distintas temperaturas.....	25
2.1.4. Fermentación.....	25
2.1.4.1. Tipos de fermentación.....	25
2.1.4.2. Condiciones necesarias para la fermentación alcohólica.....	28



2.1.5.	Control de calidad.....	29
2.1.5.1.	Grados Brix.....	29
2.1.5.2.	pH.....	29
2.1.5.3.	Acidez total.....	29
2.1.5.4.	Acidez volátil.....	30
2.1.5.5.	Grado de alcohol.....	30
2.1.5.6.	Características de un buen vino.....	31
2.1.5.7.	Análisis Sensorial.....	31
2.1.5.8.	Tres aspectos que se debe tener en cuenta para apreciar un vino de calidad.	32
2.1.5.9.	Defectos que puede presentar el vino.....	32
2.1.6.	Microbiología del vino.....	33
2.1.6.1.	Microorganismo que se deben de controlar.....	34
2.1.7.	Etiquetado del vino.....	36
2.2.	Antecedentes.....	37
2.3.	Hipótesis.....	38
<b>CAPITULO III</b>		
3.1.	Diseño metodológico.....	40
3.1.1.	Tipo de estudio.....	40
3.1.2.	Área de estudio.....	40
3.2.	Población y muestra.....	41
3.2.1.	Población.....	41
3.2.2.	Muestra.....	41
3.2.2.1.	Criterios de inclusión.....	41
3.2.2.2.	Criterios de exclusión.....	41
3.3.	Variables y Operacionalización.....	42
3.3.1.	Variables independientes.....	42
3.3.2.	Variables dependientes.....	42
3.3.3.	Operacionalización de las variables.....	43
3.4.	Material y método.....	46
3.4.1.	Materiales para recolectar información.....	46
3.4.2.	Materiales para procesar información.....	46
3.4.3.	Equipos, reactivos y materiales de laboratorio.....	46

3.4.4. Método.....	48
3.4.4.1. Procedimiento experimental.....	49
3.4.4.2. Métodos de análisis físico-químicos.....	49
3.4.4.3. Diseño experimental. ....	50
CAPITULO IV	
4.1. Análisis y discusión de los resultados .....	55
4.1.1. Análisis proximal de la fruta de tigüilote ( <i>Cordia dentata Poir</i> ). ....	55
4.1.2. Análisis del proceso de elaboración de la bebida fermentada.....	56
4.1.3. Análisis físico-químicos y microbiológicos del producto final.....	57
4.1.3.1. Análisis microbiológicos. ....	64
4.1.4. Etiqueta del vino. ....	65
CAPITULO V	
5.1. Conclusiones.....	67
5.2. Recomendaciones .....	68
5.3. Bibliografía .....	69
Anexos.....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Clasificación botánica del tigüilote .....	10
<b>Tabla 2</b>	Clasificación de las bebidas alcohólicas fermentadas. ....	11
<b>Tabla 3</b>	Clasificación del vino por su contenido de azúcares.....	15
<b>Tabla 4</b>	Instrumentos de medida con dispositivo indicador.....	46
<b>Tabla 5</b>	Instrumentos de medida materializada. ....	47
<b>Tabla 6</b>	Aparatos.....	47
<b>Tabla 7</b>	Reactivos. ....	48
<b>Tabla 8</b>	Métodos de análisis físico-químicos de la fruta de tigüilote. ....	50
<b>Tabla 9</b>	Métodos de análisis físico-químicos de la bebida fermentada de tigüilote.....	50
<b>Tabla 10</b>	Variables operacionales con distintos niveles.....	51
<b>Tabla 11</b>	Matriz del diseño experimental. ....	51
<b>Tabla 12</b>	Composición proximal de la fruta de tigüilote.....	55
<b>Tabla 13</b>	Caracterización físico-química de las ocho corridas experimentales.....	57
<b>Tabla 14</b>	Resultados obtenidos del análisis sensorial de 0 a 100%. ....	61
<b>Tabla 15</b>	Porcentajes obtenidos de las ocho corridas experimentales. ....	61
<b>Tabla 16</b>	Caracterización físico-química de la bebida fermentada de tigüilote. ....	63
<b>Tabla 17</b>	Análisis microbiológicos del producto final.....	64

## INDICE DE ILUSTRACION

Ilustración 1. Madera del árbol de tiguilote (Cordia dentata poir). .....	7
Ilustración 2. Hojas del árbol de tiguilote (Cordia dentata poir). .....	8
Ilustración 3. Flores del árbol de tiguilote (Cordia dentata poir). .....	8
Ilustración 4. Frutos del árbol de tiguilote (Cordia dentata poir). .....	8
Ilustración 5 Sensaciones gustativas. ....	16
Ilustración 6 Diagrama de flujo de una bebida fermentada a base de flor de Jamaica. 19	
Ilustración 7 Diagrama de variables que intervienen en el proceso de elaboración de la bebida fermentada a base de fruta de tiguilote (Cordia dentata poir). .....	51
Ilustración 8 Diagrama de flujo de la bebida fermentada a base de fruta de tiguilote. ...	52
Ilustración 9 Corridas experimentales vs pH. ....	58
Ilustración 10 Corridas experimentales vs Grados de alcohol. ....	58
Ilustración 11 Corridas experimentales vs °Brix. ....	59
Ilustración 12 Corridas experimentales vs Salinidad. ....	59
<i>Ilustración 13</i> Corridas experimentales vs Conductividad. ....	59
Ilustración 14 Porcentaje de aceptación de los resultados del análisis sensorial. ....	62
Ilustración 15 Etiqueta del producto final. ....	65

## **TERMINOS Y DEFINICIONES**

**CE:** Corrida experimental

**°C:** Grados Celsius

**AOAC:** Asociación de Químicos Analíticos Oficiales

**Mg/L:** Miligramos por litro

**ISO:** Organización Internacional de Normalización

**UFC:** Unidades Formadoras de Colonias

**g:** Gramos

**Alc:** Alcohol

**°Bx:** Grados Brix

**%:** Porcentaje

**<:** Menor que

**L:** Litros

**C1:** Corrida 1

**C2:** Corrida 2

**C3:** Corrida 3

**C4:** Corrida 4

**C5:** Corrida 5

**C6:** Corrida 6

**C7:** Corrida 7

**C8:** Corrida 8

**NOM:** Norma Oficial Mexicana

# CAPITULO I



## **1.1. Introducción**

Tigüilote (*Cordia dentata* Poir) es un árbol caducifolio del género *Cordia* en la familia Boraginaceae, la especie es nativa de América central, es una especie muy común en Nicaragua ya que su cultivación se da por medio de la polinización natural. El fruto de tigüilote (*Cordia dentata* Poir) es comúnmente desperdiciado debido a la escasa información documentada acerca de las propiedades que posee.

Los vinos de frutas son los productos resultantes de la fermentación alcohólica normal de mostos de frutas frescas y sanas distintas a las uvas, mostos, concentrados de frutas sanas, que han sido sometidos a las mismas prácticas que los vinos de uva y cuya graduación alcohólica mínima es de 8% (Pettravic et al., 2013).

Esta investigación consiste en la elaboración de una bebida alcohólica fermentada a base del fruto de tigüilote (*Cordia dentata* Poir), teniendo como propósito la caracterización fisicoquímica del fruto, la descripción del proceso de elaboración, el análisis fisicoquímicos y microbiológicos del producto obtenido y por último elaborar una etiqueta comercial donde se indique la información pertinente de una bebida alcohólica fermentada.

## **1.2. Planteamiento del problema**

El tigüilote (*Cordia dentata poir*) es un árbol común que tiene una gran población en Nicaragua, y solamente se utiliza por sus hojas y madera, para la elaboración de pienso y cercas para ganado.

El fruto de tigüilote generalmente se desperdicia y únicamente es utilizado como alimento por iguanas, murciélagos y aves. En Nicaragua este fruto no se ha considerado como fuente de materia prima para elaboración de productos industriales, esto se debe principalmente a la falta de información científico técnica acerca de las propiedades del fruto, por lo tanto, el sector alimentario no se ha interesado en explotar este recurso.

En Nicaragua no se han encontrado información documentada que indiquen la elaboración de un producto alimenticio a base de la fruta de tigüilote, por lo cual, se decidió realizar esta investigación con el fin de obtener una bebida fermentada a base del fruto de tigüilote, dándole así un valor agregado a este fruto. Con esto se potencia el uso de materia prima nacional y se aporta a la investigación científica de los recursos del país.



### **1.3. Justificación**

Observando la falta de aprovechamiento del fruto de tigüilote (*Cordia dentata poir*) en la mayor parte del país, así como también la escasa información de aplicación tecnológica de conservación para el aprovechamiento del fruto, surge la propuesta de elaborar una bebida fermentada a base de fruta de tigüilote, aprovechando su contenido de azúcares, que la convierte en materia prima potencial para la producción de bebidas fermentadas, bajo el proceso de fermentación anaeróbica, además, este proceso resulta factible en cuanto al factor tiempo, la producción de vinos blancos tarda de 15 a 21 días aproximadamente (Ramos, 2011).

Con esta investigación se pretende compartir información acerca del fruto de tigüilote mediante su transformación a una bebida fermentada que cumpla con los estándares de calidad requeridos y al ser introducido al mercado tenga un costo al alcance del consumidor, y así causar un impacto sobre la gastronomía en el ámbito de bebidas fermentadas para la sociedad en general.

La investigación se centra en la elaboración del producto, como también en explicar el proceso productivo y las técnicas adecuadas para su elaboración, por otra parte, se caracterizarán las propiedades físico-químicas del fruto y del producto final, además se le realiza a la bebida análisis microbiológico para garantizar la calidad del mismo.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Elaborar una bebida alcohólica fermentada a base de fruta de tigüilote (*Cordia dentata poir*) mediante una fermentación anaeróbica en el laboratorio de análisis físico-químico de alimentos (LAFQA - UNAN) de la UNAN-Managua.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

1. Caracterizar la materia prima (*Cordia dentata Poir*) mediante un análisis proximal en el laboratorio de análisis físico-químico de alimentos (LAFQA - UNAN).
2. Describir el proceso de elaboración de la bebida alcohólica fermentada a base de fruta de tigüilote (*Cordia dentata Poir*).
3. Realizar análisis físico-químicos y microbiológicos del producto final en base a la NTON 03 038-06.
4. Elaborar una etiqueta comercial del producto final conforme la norma NTON 03 070 – 06.



## CAPITULO II



## 2.1. Marco teórico

### 2.1.1. Tigüilote (*Cordia dentata* Poir)

*Cordia dentata* es una especie que crece en las zonas secas desde México, Nicaragua hasta Panamá, en las Antillas, Colombia, Venezuela. Especie de los estratos bajos e intermedios de los bosques húmedos, tropicales y subtropicales. Se adaptan a una amplia variedad de hábitats, desde el nivel del mar hasta cerca de 1,400 m de altitud. Es un árbol de pequeño a mediano tamaño, de 2 a 17 metros de altura y de 20 a 60 cm de diámetro a la altura del pecho, perennifolio, fuste irregular, tronco corto sencillo o múltiple, frecuentemente torcido, copa amplia muy ramificada e irregular (Palma y González, 2018).

**Nombre científico:** *Cordia dentata*  
Poir

**Sinonimia:**

- *Cordia alba* (Jacq.) Roem. & Schult.
- *Cordia calyptrata* Bert. ex Spreng.
- *Cordia calyptrata* (Bert.) DC.
- *Cordia tenuifolia* Bert.
- *Cordia leptopoda* Krause.
- *Cordia ovata* Brandegee.
- *Cordia diversifolia* Pav. Ex. DC.
- *Veronia calyptrata* DC.
- *Calyptracordia alba* DC. (Jacq.) Britton.

**Nombre común:**

- Zazamil, gulabere, uavos (Mexico)
- Upay, supay, upayol (Guatemala)
- Jack Wood (Belice)
- Chachalaco (Honduras)
- Tihuilote, cebito, tigüilote negro (El Salvador)
- Tigüilote, jiguilote (Costa Rica)
- Uva gomosa, uvita (Cuba)
- Tigüilote (Nicaragua)

**Familia:** Boraginaceae.

**Relevancia biológica:** Especie secundaria encontrada en lugares secos y pedregosos en los claros del bosque tropical caducifolio entre 0 y 900 m de altitud

(mayormente en las partes bajas, planas con pH básico con drenajes ligeramente impedidos). (Palma & Gonzalez , 2018)

**Estado de amenaza:** Requiere de acciones.

**Estado de conservación:** Protección y reforestación.

**Servicios eco sistémicos asociados:**

*Conservación de suelo / Control de la erosión.*

*Ofrece opciones para la restauración ecológica del bosque seco.*

*Barrera rompevientos.*

*Cerca viva en los agrohábitats, es una de las especies muy usada como cerca viva en las zonas tropicales de México y de recomendación ancestral para construir cercas “perpetuas”. (Palma & Gonzalez , 2018)*

#### **2.1.1.1. Propiedades físicas.**

**Tamaño:** Alcanza alturas de 2 a 17 m.

**Diámetro:** De hasta 60 cm.

**Corteza:** La externa es de color gris a pardo grisáceo y muy fisurada. Su corteza interna es blancuzca y de sabor ligeramente dulce. (Cordero y Boshier, 2003).

**Madera:** Color café claro a anaranjado, moderadamente pesada, densidad mediana a alta (0,47 a 0,7 g/ cm<sup>3</sup>) y buena durabilidad, tiene grano recto y textura fina (Ver Ilustración 1). Quema rápidamente con mucho humo y raja difícilmente. El secado es de velocidad mediana (4 semanas) y es aceptable para trabajar (Cordero y Boshier, 2003).

**Ilustración 1. Madera del árbol de tigüilote (Cordia dentata poir).**



**Fuente:** Autores.

**Hojas:** Son simples, alternas de 3 a 18 cm de largo y de 3 a 11 de ancho, elípticas a elíptico-ovadas, borde entero, ápice agudo, base cuneada, haz verde oscuro y áspero, envés verde claro (ver *Ilustración 2*). Contienen pequeños dientes en el borde (de ahí el nombre científico dentata), los cuales son una continuación de los nervios secundarios. (Cordero y Boshier, 2003).

**Ilustración 2. Hojas del árbol de tigüilote (Cordia dentata poir).**



Fuente: Autores.

**Flores:** Su inflorescencia en panículas terminales de hasta 30 cm de ancho con numerosas flores fragantes. Flores de color amarillo pálido a blancas, muy vistosas, cáliz de 2,5 a 4,5 mm de largo, con pequeños surcos y dentados; corola de 1 a 1,5 cm de largo con cinco lóbulos; cinco estambres, pistilos de 6 mm de largo, ovario bifurcado y cuatro estigmas (ver *ilustración 3*).

**Ilustración 3. Flores del árbol de tigüilote (Cordia dentata poir).**



Fuente: Autores.

Esta especie florece durante casi todo el año en su rango de distribución natural. En Nicaragua florece de febrero a diciembre. Producen néctar y son polinizadas por abejas y otros insectos. (Palma & Gonzalez , 2018)

**Frutos:** Ovoide, 1 – 1,5 cm de largo, 0,6 cm de diámetro, blanco y casi transparente cuando maduro. Es comido por aves, monos, murciélagos e iguanas, atraídas por la pulpa jugosa y muy dulce (ver *ilustración 4*). En Nicaragua la época de fructificación se extiende de febrero a junio y de octubre a diciembre. La dispersión de los frutos es realizada principalmente por aves. (Cordero y Boshier, 2003).

**Ilustración 4. Frutos del árbol de tigüilote (Cordia dentata poir).**



Fuente: Autores.

**Semillas:** Son blancas de 5 a 8 mm de largo, con dos cotiledóneos foliáceos y carnosos. Una vez recolectados los frutos directamente del árbol cuando están casi transparentes, se requiere extraer la semilla del fruto y secarla bien (6 - 8% de humedad). Se almacena herméticamente sellada en un lugar fresco (5 °C), y así puede mantener su viabilidad hasta por dos años. Cada kg contiene 50,000- 80,000 semillas. La germinación se inicia a los 11 días de la siembra. Se puede mejorar la germinación con un tratamiento pregerminativo-inmersión en agua a temperatura ambiente por 12 horas. (Palma & Gonzalez , 2018).

#### **2.1.1.2. Factores ambientales.**

**Suelo:** En condiciones naturales se le encuentra en suelos tropicales y subtropicales de tipo arenoso y silíceo arenosos con un pH entre 6 - 7. (Palma y González, 2018).

**Temperatura:** En condiciones naturales, esta especie se desarrolla con éxito con una temperatura media anual entre 24 - 28 °C.

**Humedad:** Soporta entre cuatro a siete meses de estación seca, con una pluviometría anual entre 600 a 2,000 mm. También soporta inundación temporal. Aspectos de cultivo: La siembra se realiza en germinadores, utilizando como sustrato arena desinfectada, posteriormente son trasplantadas a bolsas. Las plántulas están listas para ser llevadas al campo de cuatro a seis meses después, cuando alcancen una altura de 25 a 30 cm

**Fertilización:** No reportado.

**Poda:** Requiere limpiezas al inicio para evitar la competencia y de podas para controlar la sombra y la producción oportuna de forraje y leña. Con poda produce follaje aún durante toda la época seca.

**Suceptibilidad:** Daño por viento, suelos con pH ácidos y pendientes muy pronunciadas.

**Temporalidad:** A los 20 meses de edad tiene un crecimiento entre 0,8 y 2,0 metros de altura en bosque seco tropical, en suelo franco y pH neutro. (Cordero & Boshier, 2003).

**Cosecha:** El periodo óptimo para la recolección de los frutos se da entre los meses de julio a agosto en América Central, cuando estos presentan una coloración casi transparente, los cuales deben ser colectados directamente del árbol. Luego de recolectados, los frutos deben ser transportados en sacos de yute a un lugar techado, donde puedan ser extendidos a la sombra por un día para que se abran. La semilla debe separarse manualmente.

**Asociación vegetal:** Esta especie forma parte del subdosel del bosque tropical y subtropical, bosque espinoso y hoy en día, de la vegetación secundaria derivada. Es característica de charrales, frecuentemente en asocio con *Crescentia alata* y *C. cujete*, así también de áreas perturbadas como las orillas de caminos y carreteras. Ocasionalmente también se encuentra a las orillas de manglares o en terrenos temporalmente inundados. (Palma & Gonzalez , 2018)

En la tabla 1 se muestra la clasificación botánica del tigüilote.

**Tabla 1**

*Clasificación botánica del tigüilote*

Clasificación botánica del tigüilote			
Nombre común	<i>Tigüilote</i>	Subclase	<i>Asteridae</i>
Nombre científico	<i>Cordia dentata poir</i>	Orden	<i>Lamiales</i>
Reino	<i>Plantae</i>	Familia	<i>Boraginaceae</i>
Subreino	<i>Tracheobionta</i>	Subfamilia	<i>Cordioideae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>	Genero	<i>Cordia</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>	Especie	<i>Cordia alba</i>

**Fuente:** (Herbario Nacional de México (MEXU), *Plantas Vasculares.*, 2011)

**Usos:** La madera se utiliza para pequeños trabajos de carpintería, fabricación de culatas para escopetas, construcción local de viviendas, carrocería de carretas, vigas, para postes en cercas muertas y vivas, mangos para herramientas, fabricación de sillas para montar y para leña. (Palma & Gonzalez , 2018)



En algunos lugares se usa como sombra y ornato, en parques y jardines por la belleza de sus flores. Sus frutos son comestibles. Otras son cultivadas como arbustos decorativos. También son utilizadas para obtener tinte (rojo y púrpura), para forraje y como ornamentales. Es considerado un árbol productor de néctar y polen, con especial importancia en la industria mielera.

Las hojas se utilizan en medicina casera como emolientes y las flores para la tos y como sudorífico. Los frutos de color blanco son dulces y comestibles, con un jugo mucilaginoso que se emplea como pegamento. Por su abundancia en épocas de sequía, puede considerarse una especie con potencial forrajero para la alimentación de rumiantes en pastoreo. (Palma & Gonzalez , 2018)

## **2.1.2. Proceso de elaboración de bebidas fermentadas.**

### **2.1.2.1. Bebida alcohólica fermentada.**

Es el producto resultante de la fermentación principalmente alcohólica de materias primas. El cual puede adicionarse de ingredientes y aditivos permitidos. Su contenido alcohólico es de 2% a 20% Alc. Vol. (NOM-199-SCFI-2017, 2017).

#### *2.1.2.1.1. Clasificación.*

#### **Tabla 2**

*Clasificación de las bebidas alcohólicas fermentadas.*

CLASIFICACION DE BEBIDAS ALCOHOLICAS FEMENTADAS	
BEBIDAS ALCOHOLICAS FERMENTADAS	Contenido de alcohol (% Alc. Vol.)
Cerveza	2 a 20
Ale	2 a 20
Pulque	4 a 7,5
Sake	2 a 20
Sidra	3 a 20
Vino	8 a 16

*Fuente: NORMA Oficial Mexicana NOM-199-SCFI-2017, Bebidas alcohólicas-Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.*

**Cerveza:** La cerveza es toda bebida fermentada a base de malta (cebada germinada), lúpulo, agua y levaduras (Garcia, 2013, citado por Suarez, 2013). Puede adicionarse con infusiones de cualquier semilla farinácea procedente de gramíneas o leguminosas, raíces o materia prima vegetal feculenta y/o

carbohidratos de origen vegetal susceptibles de ser hidrolizados o, en su caso, azúcares que son adjuntos de la malta, con adición de lúpulos o sucedáneos en éstos. Su contenido alcohólico es de 2% a 20% Alc. Vol. (NOM-199-SCFI-2017, 2017).

**Ale:** Bebida alcohólica fermentada elaborada con lúpulo, levadura, agua potable y azúcares provenientes de algún producto vegetal feculento (con excepción de la malta y la cebada), tales como, maíz, jengibre, agave, entre otros, o con infusiones de cualquier semilla farinácea procedente de gramíneas o leguminosas, raíces o materia prima vegetal feculenta y/o carbohidratos de origen vegetal susceptibles de ser hidrolizados. Con la adición de lúpulos o sucedáneos en éstos. Su contenido alcohólico es de 2% a 20% Alc. Vol.

**Pulque:** Es la bebida alcohólica obtenida del maguey o agave, el cual al ser castrado y raspado emana los azúcares contenidos en el corazón del mismo (conocidos como aguamiel), y que por procesos microbiológicos y fisicoquímicos de forma natural fermentan, teniendo lugar durante su permanencia en recipientes sanitariamente adecuados.

**Sake:** Es la bebida alcohólica obtenida de la fermentación del arroz, usando una técnica de pulido de la materia prima.

Esta bebida es susceptible de ser alcoholizada con bebidas alcohólicas destiladas de la misma materia prima; puede ser seco, semisecco o semidulce y dulce. Su contenido alcohólico es de 2% a 20% Alc. Vol.

**Sidra:** Es la bebida alcohólica que resulta de la fermentación de mostos preparados a partir del jugo o concentrado de manzanas, peras, o mezclas de los mismos sin la adición de otros azúcares y prohibiéndose la adición de alcohol, pudiendo ser gasificada con CO<sub>2</sub>. Su contenido alcohólico es de 3% a 6% Alc. Vol. (NOM-199-SCFI-2017, 2017).

#### **2.1.2.2. Vino.**

El vino es una bebida alcohólica elaborada por fermentación del jugo, fresco o concentrado de una variedad de frutas, flores entre otras materias primas. La graduación de los vinos varía entre un 8 y un 16 % de alcohol por volumen, aunque

la mayoría de los vinos embotellados oscilan entre 10 y 14 grados. Los vinos dulces tienen entre un 15 y 22% de alcohol por volumen.

El vino es una bebida milenaria de la uva y sin lugar a duda la más importante de todas, es la única para la cual se acepta comúnmente la denominación de vino. Bebidas procedentes de otras frutas se denominan con la palabra vino seguida del nombre de la fruta. (López *et al.*, 2002).

### **2.1.2.3. Clasificación de los vinos**

Una clasificación primaria es aquella que los divide como Vinos Calmos o Naturales, Vinos Fuertes o Fortificados y Vinos Espumantes. Esta clasificación se basa en la técnica de producción llamada vinificación.

- **Vinos Calmos o Naturales:** Son aquellos que se hacen desde el mosto, y que es fermentado en forma natural, o con algún aditivo en cantidades controladas como levaduras, azúcar o cantidades muy pequeñas de sulfuros. Estos vinos son de una graduación alcohólica que va desde el 10% al 15%, ya que se les detiene la fermentación alcanzando estos valores. Son los habitualmente conocidos como blancos, tintos y rosados. (Gutiérrez, 2015).
- **Vinos Fortificados o Fuertes:** Reciben alguna dosis de alcohol, usualmente un brandy de uvas, en alguna etapa de su vinificación. Las interferencias controladas tipifican la producción y características de los vinos fuertes resultando el Vermouth, Jerez, Marsala, Madeira y Oporto. El contenido alcohólico de estas variedades va desde los 16° a los 23° (grados por volumen). Champagne, los cuales tienen dos fermentaciones. La primera que es la habitual del vino natural, y una segunda que tiene lugar en la botella. Algunos vinos naturales tienen cierta efervescencia llamada pétillance, pero esta es muy suave y no es causada como resultado de interferencias en el proceso de fermentación. Si se trata de vino espumoso, este se elabora según distintos métodos, siendo el más barato el de carbonatación forzada usando dióxido de carbono.

Los de calidad son aquellos que no cuentan con aditivos y su segunda fermentación es alcanzada por añejamiento. En todos los casos los vinos espumantes presentan cierta sedimentación, donde los de calidad son des sedimentados utilizando distintas técnicas que pueden incluir auxilios mecánicos y reapertura de las botellas, previo a su comercialización. (Rodríguez, 2010).

- **Vinos Espumantes:** Son aquellos del tipo del Champagne, los cuales tienen dos fermentaciones. La primera que es la habitual del vino natural, y una segunda que tiene lugar en la botella. Si se trata de vino espumoso, este se elabora según distintos métodos, siendo el más barato el de carbonatación forzada usando dióxido de carbono. Los de calidad son aquellos que no cuentan con aditivos y su segunda fermentación es alcanzada por añejamiento. En todos los casos los vinos espumantes presentan cierta sedimentación; para obtener vinos de mayor calidad, se remueve el sedimento utilizando distintas técnicas que pueden incluir auxilios mecánicos y reapertura de las botellas, previo a su comercialización. (Mariela, 2015).

#### **2.1.2.4. Clasificación de los vinos por su color.**

- **Vinos Tintos:** El color del vino proviene de la coloración de la piel de la fruta de donde se obtiene el extracto, aunque puede prevenir del tipo de colorante que ésta posea. Para hacer vino tinto, se utilizan frutas que contengan colorantes rojos y así obtener el color deseado. (Macias, 2019)
- **Vinos Blancos:** Los vinos blancos son aquellos producidos a partir de frutas de coloración verdes o blancas. El color obtenido en los vinos blancos es de tono verdoso o amarillento.
- **Vinos Rosados:** El rosado es producido dejando el mosto en contacto por un tiempo breve con la piel de las frutas. Suele producirse utilizando frutas rojas que permanecen en contacto por breves períodos con la piel de las frutas. (Macias, 2019).

### **2.1.2.5. Clasificación de los vinos por su contenido de azúcar.**

**Tabla 3**

*Clasificación del vino por su contenido de azúcares.*

Clase	Azúcares reductores totales (g/L)
Seco	Menos de 4
Semi seco	De 4,1 a 12
Semi dulce	De 12,1 a 50
Dulce	Más de 50

*Fuente: NORMA Oficial Mexicana NOM-199-SCFI-2017, Bebidas alcohólicas-Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.*

### **2.1.2.6. Clasificación de los vinos según los 4 sabores percibidos por el sentido del gusto.**

- **Sabor dulce:** Es el primero que se percibe y llega directo a la punta de lengua. Todos los vinos tienen algún grado de dulzor, por lo que el azúcar es un elemento presente en la fruta y en la vinificación. Mientras menos dulzor tenga un vino se habla de que es más seco. (Bodega Valduero Ribera del Duero, 2014)
- **Sabor ácido:** Se percibe en los costados de la lengua y es muy fácil de identificar. Es el elemento que da la sensación de frescura. Si un vino presenta sabor ácido, potenciaría ese gusto de alimentos como el tomate, el limón y otros. Por otra parte, disminuye la sensación oleosa de preparaciones con crema o queso. En general un vino con buena acidez resalta los sabores de las comidas.
- **Sabor amargo:** Se siente en el interior de la lengua, casi al final. El vino tinto, especialmente, presenta esta característica principalmente por los taninos que posee. Estos elementos se llevan bien con los sabores fuertes de la carne asada o los sabores ahumados. También se complementan bien con los ingredientes naturalmente amargos como la rúcula o espinaca.
- **Sabor salado:** Se percibe en la parte central y media de la lengua. Está presente en el vino, pero es casi imperceptible. Si se desea disminuir la sensación de salado, utilice vinos ácidos, pues lo disminuye. Por otra parte,

hay que tener en cuenta que la sal acentúa el sabor de los taninos y el alcohol. (ver ilustración 5).

### Ilustración 5

Sensaciones gustativas.



**Fuente:** (Bodega Valduero Ribera del Duero, 2014)

#### 2.1.2.7. Clasificación de los vinos según su edad.

- **Vinos Jóvenes:** Son vinos que no pasan por un tiempo de crianza en madera o han pasado un tiempo mínimo. De esta forma, conservan casi intactas las características varietales de las uvas de las que proceden. Sin embargo, no todos los vinos mejoran con la crianza. Los vinos jóvenes han sido elaborados con la intención de que estén listos para consumirse lo antes posible. (Medina, 2019).

Lo ideal es que se consuman entre los 12 y 24 meses después de la vendimia, por lo que no se deben conservar en casa más de un año, sino tomarlos poco después de comprarlos. Se pueden encontrar en los tres tipos: blanco, rosado y tinto.

- **Vinos de Crianza generalidades.**

Son los que han pasado un tiempo de crianza en madera y/o botella. Son vinos que obtienen, las características varietales de las uvas de las que

proceden, y otras características organolépticas de este período de envejecimiento. (Medina, 2019).

Se consumen preferentemente dependiendo de varios factores, pero generalmente es de más largo plazo que los vinos jóvenes (habitualmente entre 3 y 10 años, aunque algunos aguantan hasta 20 años). El vino de crianza, en su mayoría, es tinto, pero también encontraremos muchos blancos.

En los vinos de crianza hay tres subtipos: Cada Consejo regulador de cada denominación de origen establece unos tiempos para cada una de estas categorías. Estos períodos, se mueven entre:

**Vinos de crianza:** El envejecimiento del método de crianza parte de dos años, de los cuales los primeros seis meses el vino se almacena en barricas de roble. Este tipo de técnica también determina el rojo intenso del vino tinto o la tonalidad casi dorada de los vinos blancos. (Medina, 2019).

**Reserva:** Los vinos de reserva son aquellos con un envejecimiento mínimo de 3 años de los cuales un año se mantiene en barrica roble. De esta manera este tipo de vino se distinguen principalmente por su aspecto, ya que tienden a perder el color característico de un vino joven.

**Gran reserva:** Los vinos de gran reserva tienen un envejecimiento mínimo de 5 años de los cuales los primeros dos años se almacenan en barricas de roble, mientras que los últimos tres años terminan en botellas. En este punto la tonalidad y espesor del vino cambia por completo, notándose claramente en el tono anaranjado de los vinos tintos o en el dorado oscuro de los vinos blancos. (Medina, 2019).

Como dato curioso la D.O le da un nombre distinto a cada tipo de vino de acuerdo al envejecimiento del mismo: **Pálido:** Envejecimiento de hasta seis meses. **Noble:** De dos a tres años aproximadamente. **Añejo:** De tres a cinco años. **Trasañejo:** Más de cinco años. (Medina, 2019).

#### **2.1.2.8. Clasificación de los vinos según el grado alcohólico.**

##### **En tintos:**

**Vinos entre 8-14°:** El grado alcohólico oscilara entre los 8 y 14 grados, excepcionalmente 15 grados.

**Vinos entre 14 y 23°:** Son vinos generosos tratados mediante la adición de alcohol, como el Jerez, Fino, Manzanilla y Amontillado.

##### **En blancos:**

**Blancos ligeros 8-11°:** Ribeiro, Chacolí, blancos catalanes.

**Blancos con cuerpo 12°:** Los blancos con cueros rondaran los 12 grados, igual que los rosados. (Medina, 2019).

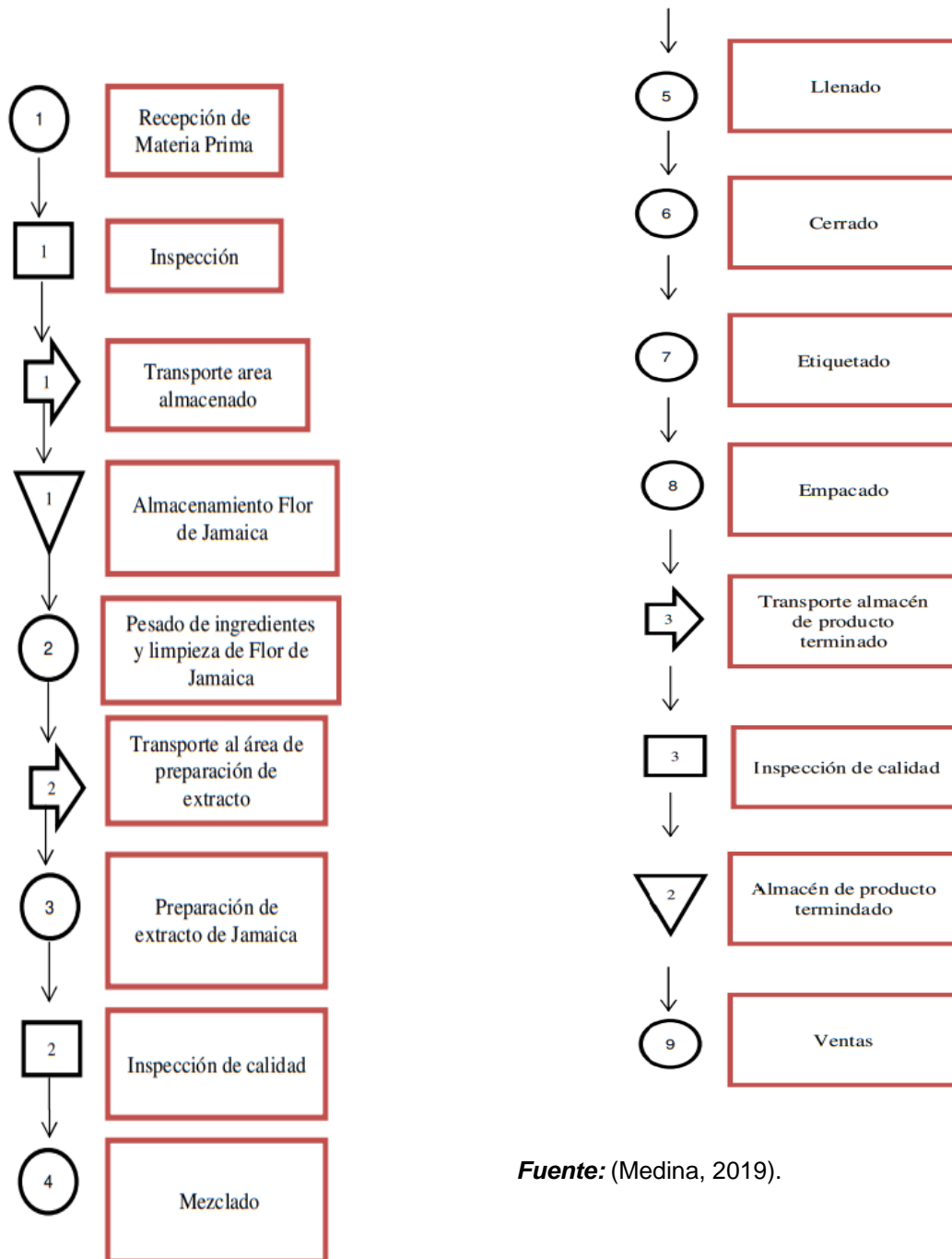
En la ilustración 6 se muestra el diagrama de flujo de elaboración de una bebida fermentada a base de flor de Jamaica.

*Nota: Se tomó como referencia el diagrama de una bebida fermentada a base de Flor de Jamaica debido a que es el que presenta mayor semejanza con el proceso que se llevará a cabo en la elaboración de la bebida fermentada a base de fruta de tigüilote.*



## Ilustración 6

Diagrama de flujo de una bebida fermentada a base de flor de Jamaica.



Fuente: (Medina, 2019).

## **2.1.2.9. Elaboración De Vinos**

### **2.1.2.9.1. Corrección de azúcar o chaptalización.**

La adición de azúcar se llama chaptalización. Fue Chaptal quien concibió en 1802 esta idea en su libro “Arte de hacer los Vinos”. Chaptal buscaba aumentar la “fuerza” del vino y asegurar su conservación. El exceso de azúcar produce una fermentación difícil y hay peligro de procesos patogénicos. Un mosto con alrededor de 10 grados brix, contiene aproximadamente 10% de azúcar, considerando que dos grados brix produce aproximadamente 1° de alcohol, se deben hacer las correcciones necesarias para lograr alcanzar la cantidad deseada de alcohol en el vino. La corrección del mosto se hace con cualquier fuente natural de sacarosa o fructosa; dentro de estos tenemos el dulce de panela, el azúcar de caña, el azúcar de remolacha. (González y Sandoval, 2015).

### **2.1.2.9.2. Corrección de la acidez.**

La medición del pH en el vino tiene un marcado interés. Es importante por su efecto sobre, microorganismos, matiz del color, sabor, potencial redox, relación entre el dióxido de azufre libre y combinado. El pH excesivo en el vino resulta en problemas de diferentes tipos, pero si pudiéramos destacar uno de ellos, sería el de los riesgos microbianos. Un pH bajo hace que el riesgo de alteraciones debido microorganismos se eleve notablemente en los vinos. A parte de los problemas microbianos existen otros inconvenientes que también inducen los pH altos, como puede ser una mayor oxidación de los mostos o de vinos y problemas de clarificación. (González y Sandoval, 2015).

El pH reportado para una buena iniciación de los vinos es de 3.4 a 3.5 como máximo y en acidez total un máximo de 0,067%, expresados como ácido málico. Para aumentar la acidez de los vinos, se usa principalmente al ácido tartárico y el cítrico; y para disminuirla se utiliza el carbonato de calcio o el bicarbonato de sodio. (González y Sandoval, 2015).

#### **2.1.2.9.3. Rol del dióxido de azufre en el vino.**

El anhídrido sulfuroso (llamado dióxido de azufre, antioxidante E – 220 o SO<sub>2</sub>), es el aditivo más ampliamente utilizado en el proceso de vinificación. Los efectos antioxidantes y antimicrobianos del anhídrido sulfuroso lo convierten en una herramienta prácticamente imprescindible, no solo en la elaboración de vinos, sino también en la de otros productos alimentarios. Los problemas causados por la falta de SO<sub>2</sub> son proporcionales al aumento de la temperatura de almacenaje. Vinos de frutas, incluidos los sin alcohol, no deben contener más de 200 mg/L de SO<sub>2</sub>. (Guerrero, Cantos, Puertas y Ortiz, 2015)

Una alta concentración de dióxido de azufre puede alterar el aroma y el sabor del vino, puede provocar una excesiva formación de sulfuro de hidrógeno y mercaptanos, e incluso puede ser nociva para la salud del consumidor. El SO<sub>2</sub> es efectivo para controlar la presencia de microorganismos no deseados y los cambios de color en el vino al reaccionar con el acetaldehído y bloquearlo bajo la forma de combinación sulfúrica estable, proporciona un mejor gusto, conservando la frescura y el aroma (Guerrero, Cantos, Puertas y Ortiz, 2015)

#### **2.1.2.9.4. Proceso de fermentación.**

La fermentación para la obtención de un vino es un proceso microbiológico complejo, donde las levaduras juegan un papel importante. En el proceso de fermentación, las levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) transforman los azúcares presentes en el mosto, en etanol y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). (Guerrero, Cantos, Puertas y Ortiz, 2015)

#### **2.1.2.9.5. Proceso de clarificación.**

Después del proceso fermentativo los vinos se muestran turbios, debido a que contienen en suspensión diversas materias naturales como levaduras muertas, bacterias, mosto, etc., que sedimentaran si el vino está en reposo. Sin embargo, las transferencias de masa de estos componentes no disueltos dependen del diámetro de partícula. (Guerrero, Cantos, Puertas y Ortiz, 2015)

La clarificación espontánea (estática) demanda cierto tiempo, para completar el proceso de sedimentación, y después del trasegado (cambiando el vino de envase) sólo se obtiene un producto con el 95% libre de materia extraña. En teoría, este proceso dura aproximadamente 6 meses, quedando un vino relativamente claro y brillante. En la práctica, los cambios de presión atmosférica, pueden revertir el proceso de sedimentación, principalmente las bajas presiones. Debido a estos inconvenientes y el no poder esperar meses con el vino en bodega, se recurre a forzar la caída de las materias en suspensión. Para ello se utiliza coagulante que reduce el potencial z de las partículas y acelera su caída.

Los clarificantes en contacto con el vino, por su alcohol, su acidez o por sus taninos; floculan ("se cuajan") y aceleran la caída de las partículas del vino. (González y Sandoval, 2015).

Pueden utilizarse diversos tipos de clarificantes:

*De origen animal: albúminas.*

*De origen marino: alginatos.*

*De origen mineral: bentonita.*

*De naturaleza química: anhídrido silícico.*

La bentonita sirve para vinos tintos, rosados y blancos. La albúmina de huevo sólo para vinos tintos. Además de la clarificación, la bentonita mejora los vinos blancos y rosados, puesto que retira proteínas que podrían enturbiarlo. La clarificación da brillo a los vinos, pero este brillo garantiza un consumo de 2 meses. Para embotellados que vayan a estar en mercado más tiempo se precisa filtrar también. (González y Sandoval, 2015).

#### *2.1.2.9.6. Limpidez y clarificación de los vinos.*

La limpidez es una de las cualidades que el consumidor exige de un vino, tanto en botella como en copa. No basta que el vino sea bueno, tiene que ser límpido y transparente. (González y Sandoval, 2015).

La clarificación es distinta a la estabilización, que se utiliza para la conservación de dicha limpidez; ya que la clarificación no es siempre un medio de estabilización, pues un vino una vez filtrado puede volver a enturbiarse si es atacado por la quiebra férrica (alteración a la que están expuestos tanto los vinos blancos como tintos, se debe al resultado del fenómeno de oxidación del hierro presente en el vino, es decir que el ion  $Fe^{+2}$  pasa a ion  $Fe^{+3}$ , formándose cuerpos insolubles. (González y Sandoval, 2015).

#### **2.1.2.9.7. Color en los vinos.**

El color es uno de los parámetros principales de la calidad del vino, y es la primera característica sensorial que percibe el consumidor. El análisis de rutina del color del vino es realizado generalmente utilizando medidas de absorbancia, o usando los métodos Somers o Glories, o por los valores de transmitancia. El análisis de color permite la evaluación el efecto de las variables de la fermentación en el color de vino. Una vez se establece un valor de control o de referencia este análisis puede ser comparado de una fermentación a otra. Los factores como el pH, el nivel de anhídrido sulfuroso, la temperatura, el nivel de oxígeno, la presencia de etanal o acetaldehído, de ácido glioxílico y vinilfenoles, entre otros, afectarán la estabilidad y coloración presente en el mismo (Peña, 2006).

### **2.1.3. Las levaduras y la fermentación**

#### **2.1.3.1. Las levaduras.**

Se denomina levadura o fermento a cualquiera de los diversos organismos eucariotas, clasificados como hongos microscópicos unicelulares, que son importantes por su capacidad para realizar la descomposición mediante fermentación de diversos cuerpos orgánicos, principalmente los azúcares o hidratos de carbono, produciendo distintas sustancias. (Salgado, 1975).

Las levaduras por medio de un proceso bioquímico denominado fermentación alcohólica transforman los azúcares del mosto en etanol, dióxido de carbono y otros compuestos químicos y con ello se transforma el mosto en vino. Hay ciertas

propiedades que muestran las levaduras y que nos llevan a tomar la decisión de emplearlas o no en la elaboración de un vino en particular.

### **2.1.3.2. La levadura como microorganismos.**

La definición clásica de microorganismo, considera que es un organismo microscópico constituido por una sola célula o agrupación de células. Se consideran como tales a las bacterias (levaduras y hongos filamentosos muy pequeños), e incluye también a los virus, aunque la estructura de ellos es más simple y no llega a conformar una célula. Las levaduras para los procesos fermentativos *Saccharomyces cerevisiae* y la *Saccharomyces ellipsoideus*. Con estas se produce el pan, el vino y la mayoría de las demás bebidas alcohólicas, aunque la más utilizada actualmente es la *Saccharomyces cerevisiae* (Salgado, 1975).

### **2.1.3.3. La levadura *Saccharomyces cerevisiae*.**

Es un nombre genérico que agrupa a una variedad de hongos, incluyendo tanto especies patógenas para plantas y animales, como especies no solamente inocuas sino de gran utilidad. De hecho, las levaduras constituyen el grupo de microorganismos más íntimamente asociado al progreso y bienestar de la humanidad. (Salgado, 1975).

Algunas especies de levaduras del género *Saccharomyces* son capaces de llevar a cabo el proceso de fermentación, propiedad que se ha explotado desde hace muchos años en la producción de pan y de bebidas alcohólicas, y que a su vez ha inspirado un sin número de obras de arte que ensalzan al dios del vino y a aquellos que disfrutan su consumo. Desde el punto de vista científico, el estudio de las levaduras como modelo biológico ha contribuido de manera muy importante a elucidar los procesos básicos de la fisiología celular.

Dentro del género *Saccharomyces*, la especie *cerevisiae* constituye la levadura y el microorganismo eucarionte más estudiado. Este organismo se conoce también como la levadura de panadería, ya que es necesario agregarla a la masa que se utiliza para preparar el pan para que este esponje o levante; de hecho, el término levadura proviene del latín *levare*, que significa levantar. (Salgado, 1975).

#### **2.1.3.4. La levadura responde a las distintas temperaturas.**

- Hasta 1°C permanece inactiva. Es la temperatura para su conservación.
- De 1°C a 20°C permanece activa, pero su progreso es lento. De 20°C 32°C es la temperatura ideal para su máxima actividad.
- Por encima de los 38°C sobrevive, pero su capacidad disminuye.
- Por encima de los 50°C muere.

#### **2.1.4. Fermentación**

La fermentación es un proceso natural que ocurre en determinados compuestos o elementos a partir de la acción de diferentes actores y que se podría simplificar como un proceso de oxidación incompleta. (Garcés, 2013).

La fermentación es el proceso que se da en algunos alimentos tales como el pan, las bebidas alcohólicas, el yogurt, etc., y que tiene como agente principal a la levadura o a diferentes compuestos químicos que suplen su acción. (Salgado, 1975). La fermentación es realizada por diferentes bacterias y microorganismos en medios anaeróbicos, es decir, en los que falta aire, por eso es un proceso de oxidación incompleta. Las bacterias o microorganismos, así como también las levaduras, se alimentan de algún tipo de componente natural y se multiplican, cambiando la composición del producto inicial.

##### **2.1.4.1. Tipos de fermentación.**

###### **Fermentación láctica:**

Es el proceso celular donde se utiliza glucosa para obtener energía y donde el producto de desecho es el ácido láctico. Este proceso lo realizan muchas bacterias (llamadas bacterias lácticas, algunos protozoos y ocurre en los tejidos animales, en ciertos protozoarios, hongos y bacterias. Un ejemplo de este tipo de fermentación es la acidificación de leche. Ciertas bacterias (lacto bacillus), al desarrollarse en la leche, utilizan la lactosa (azúcar de la leche) como fuente de energía. La lactosa al fermentar produce energía que es producida por las bacterias y el ácido láctico es eliminado. (Garcés, 2013).

La coagulación de la leche (cuajada) resulta de la precipitación de las proteínas de la leche, y ocurre por el descenso del pH debido a la presencia de ácido láctico. En ausencia de oxígeno, las células animales convierten el ácido pirúvico en ácido láctico. El ácido láctico puede ser veneno celular. Cuando se acumula en las células musculares produce síntomas asociados con la fatiga muscular.

El ácido láctico tiene excelentes propiedades conservantes de los alimentos. El ácido láctico se produce mediante la fermentación alcohólica y fermentación láctica. En condiciones de ausencia de oxígeno (anaerobias), la fermentación responde a la necesidad de la célula de generar la molécula de NAD<sup>+</sup>, que ha sido consumida en el proceso energético del glicolisis. (Garcés, 2013).

### **Fermentación alcohólica:**

La fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico, realizado por las levaduras (Hongos) principalmente del género *Saccharomyces* (Días, s.f) De la fermentación alcohólica se obtienen muchos productos como: vino, cerveza, alcohol, cigarrillos, chocolate, pan, etc.

Las levaduras son hongos unicelulares, que pueden vivir en ausencia de oxígeno, consiguiendo su energía por medio de la fermentación alcohólica, en la que rompen las moléculas de glucosa para obtener energía para sobrevivir. Cuando el medio es rico en azúcar, la transformación de la misma en alcohol hace que llegada una cierta concentración las levaduras no puedan sobrevivir en tal medio, aunque hay distintos tipos de levaduras con diferente tolerancia, el límite suele estar en torno a los 14 grados de alcohol para las levaduras del vino.

La fermentación alcohólica produce gran cantidad de anhídrido carbónico, el cual desplaza el aire, pudiendo llegar a crear bolsas sin oxígeno. Por ello es necesario ventilar bien los espacios dedicados a tal fin. En las bodegas de vino, por ejemplo, se suele ir con una vela, en caso de que se apague la vela, se sale inmediatamente de la bodega. (Garcés, 2013).



### **Fermentación butírica:**

Se produce a partir de la lactosa o del ácido láctico con formación de ácido butírico y gas. Es característica de las bacterias del género *Clostridium* y se caracteriza por la aparición de olores pútridos y desagradables. La fermentación butírica es la conversión de los glúcidos en ácido butírico por acción de bacterias de la especie *Clostridium butyricum* en ausencia de oxígeno. Se puede producir durante el proceso de ensilado si la cantidad de azúcares en el pasto no es lo suficientemente grande como para producir una cantidad de ácido láctico que garantice un pH inferior a 5. (Garcés, 2013).

### **Fermentación de la glicerina:**

La glicerina ( $C_3H_8O_3$ ) es un alcohol con tres grupos hidroxilo (OH). El glicerol es uno de los principales productos de la degradación digestiva de los lípidos, se produce también como un producto intermedio de la fermentación alcohólica. El glicerol, junto a los ácidos grasos, es uno de los componentes de los lípidos simples; un lípido simple está formado por una molécula de glicerol al que se unen por enlaces lipídicos tres moléculas de ácidos grasos. (Garcés, 2013).

Los ácidos grasos que forman un lípido simple o triglicéridos pueden estar saturados de átomos de hidrógenos, por ejemplo, cuando no pueden contener más de estos átomos, de modo que todos los enlaces formados son simples. Normalmente se asocia un ácido graso saturado con enfermedades circulatorias y con un origen animal. Los ácidos grasos que contienen menos hidrógenos, se llaman ácidos grasos insaturados y se caracterizan por presentar en su estructura uno o más dobles enlaces, son de origen vegetal. (Garcés, 2013).

### **Fermentación acética:**

Es la fermentación bacteriana por acedobacter, un género de bacterias aeróbicas, que transforman el alcohol en ácido acético; la transformación acética del vino provoca el vinagre. Para alcanzar un óptimo proceso de fermentación, es fundamental controlar el proceso de conversión a alcohol, para favorecer la producción de componentes favorables del aroma y al mismo tiempo, minimizar la formación de los componentes desfavorables (Garcés, 2013).

#### **2.1.4.2. Condiciones necesarias para la fermentación alcohólica.**

- **Temperatura:** Las levaduras son microorganismos mesófilos, esto hace que la fermentación pueda tener lugar en un rango de temperaturas desde los 13 – 14 °C hasta los 33 – 35 °C, dentro de este intervalo, cuanto mayor sea la temperatura mayor será la velocidad del proceso fermentativo siendo también mayor la proporción de productos secundarios. (Garcés, 2013).

La temperatura más adecuada para realizar la fermentación alcohólica está en el rango de 18 – 23 °C y es la que se emplea generalmente en la elaboración de vinos. Por encima de 33 – 35 °C el riesgo de paro de la fermentación es muy elevado, al igual que el de alteración bacteriana ya que a estas elevadas temperaturas las membranas celulares de las levaduras dejan de ser tan selectivas, emitiendo substratos muy adecuados para las bacterias.

- **Aireación:** Esta oxigenación se consigue en los procesos previos a la fermentación, habitualmente se realizan una aireación antes de arrancar la fermentación en un tiempo de 24 horas. Después se procede a la fermentación en condición anaeróbica). Una aireación excesiva no produce alcohol, sino que agua y anhídrido carbónico debido a que las levaduras cuando viven en condiciones aeróbicas, no utilizan los azúcares por vía fermentativa sino oxidativa para obtener con ello mucha más energía.
- **pH:** El pH ideal del vino oscila entre 2,8 – 4, 2, valores inferiores a estos no son los más adecuados para la vida de las levaduras, ni para las bacterias. Cuanto menor es el pH más difícil será para las levaduras fermentar, aunque más protegida se encuentra la bebida fermentada ante posibles ataques bacterianos. Además, más elevada será la fracción de sulfuroso que se encuentra libre. (Garcés, 2013).

## **2.1.5. Control de calidad**

### **2.1.5.1. Grados Brix.**

Los grados brix se analizan con la finalidad de cuantificar los sólidos residuales presentes en el vino, ya que estos son un indicativo de cuanto porcentaje de alcohol presentará el producto final, además que, a partir de estos se clasifica el vino según el contenido de azúcares que presenten (ítem 2.1.2.5.). En la técnica analítica se utiliza un refractómetro, es de uso óptico y permite medir el azúcar de la bebida. (Prádena, et al., 2014).

### **2.1.5.2. pH.**

El pH (pondus hydrogenii, peso de hidrógeno) es el cologaritmo de la actividad (concentración) de iones hidrógeno:  $\text{pH} = -\log_{10} a_{\text{H}^+}$ . La determinación del pH en el mosto y el vino es una medida complementaria de la acidez total. La estabilidad de un vino, la fermentación maloláctica, el sabor ácido, el color, el potencial REDOX y la relación de dióxido de azufre libre y total están estrechamente relacionados con el pH del vino. (Prádena, et al., 2014).

La acidez es una característica de los vinos, es un atributo, ya que, de su nivel, depende gran parte el equilibrio gustativo. El nivel de acidez de cada vino, depende de dos parámetros, la llamada acidez fija debida a los ácidos orgánicos presentes en la fruta, el tartárico, el málico y el cítrico, y por otro a la llamada acidez volátil originada durante la vinificación, donde se forman cantidades limitadas de ácido acético, y en la fermentación maloláctica que transforma el ácido málico en ácido láctico, mejorando la sensación gustativa.

La acidez se puede expresar en forma de concentración de los ácidos presentes, tartárico (acidez total) o acético (acidez volátil) o en forma de pH. Su medida se realiza por potenciometría, mediante un pHmetro que es un voltímetro de alta impedancia que mide la diferencia de potencial en mV (voltaje) generada entre el interior del electrodo de pH y el electrodo de referencia que está en contacto con la muestra analizada. (Prádena, et al., 2014).

### **2.1.5.3. Acidez total.**

Las uvas contienen cantidades significativas de ácidos orgánicos. Los ácidos orgánicos mayoritarios en el mosto son tartárico, málico y cítrico. De estos tres, los ácidos tartárico y málico representan alrededor del 90% de los constituyentes ácidos del zumo. La acidez total es la suma total de todos los ácidos orgánicos, a excepción del dióxido de carbono y juega un papel fundamental ya que influye directa y positivamente en la conservación del vino, inhibiendo el desarrollo de microorganismos, y es gran responsable de la forma, ya que de la acidez depende en parte la mayor o menor redondez de un vino, y el mayor o menor peso de los tonos rojos del mismo. (Prádena, et al., 2014).

#### **2.1.5.4. Acidez volátil.**

La acidez volátil está constituida por los ácidos grasos de cadena corta pertenecientes a la serie acética (acético, fórmico, propiónico y butírico) en estado libre o en forma de sal, formados durante la fermentación por *Saccharomyces cerevisiae* o como consecuencia de fermentaciones bacterianas (*Lactobacillus*). Los ácidos láctico y succínico, el ácido carbónico y el anhídrido sulfuroso libre y combinado se excluyen de esta determinación.

La importancia de la analizar la acidez volátil es que estos ácidos deben de presentarse en las proporciones adecuadas para obtener un producto equilibrado, los valores normales van de 0,30 a 0,60 g/l. Cuando un vino está picado (debido a una alteración o a un envejecimiento excesivo en barricas de roble) presenta una acidez volátil por encima de 1 g/l y aromas que recuerdan al vinagre y al barniz. (Prádena, et al., 2014).

#### **2.1.5.5. Grado de alcohol.**

La proporción de alcohol de una bebida, para un volumen dado de la misma, se denomina grado alcohólico. La graduación de los vinos varía entre un 7 y un 16% de alcohol por volumen, aunque la mayoría de los vinos embotellados oscilan entre 10 y 14 grados. Los vinos dulces tienen entre un 15 y 22% de alcohol por volumen. (Prádena, et al., 2014).

#### **2.1.5.6. Características de un buen vino.**

La apariencia del vino es el parámetro de calidad más importante, y para los consumidores potenciales es la característica organoléptica, son fundamentales para que este parámetro se cumpla. Para lograr una alta calidad en el color del vino, es importante realizar el proceso de clarificación, el que tiene como fin obtener un líquido limpio, transparente y brillante. Esta limpidez del vino debe ser una propiedad permanente, es decir, que la clarificación debe asegurar la estabilidad del producto con el tiempo.

En la actualidad, el agente clarificante más utilizado en la industria enológica es la bentonita entre otros compuestos (carbón activado, albúmina de huevo, ácido silícico, gelatina, etc.) y métodos físicos (centrifugación, filtración, percolación). (Goñi, 2013).

#### **2.1.5.7. Análisis Sensorial**

Es una valoración cualitativa que se realiza sobre una muestra, la cual se basa exclusivamente en la utilización de los sentidos (vista, gusto, olfato, etc.) Para llevar a cabo una buena cata, es necesario contar con experiencia (para poder distinguir las sutilezas de los distintos sentidos) y un buen estado físico (si el catador está acatarrado no podrá saborear ni oler correctamente).

A pesar de que este análisis persigue la determinación objetiva de una serie de cualidades organolépticas (color, olor, sabor, etc.), la valoración global será siempre subjetiva debido a las distintas percepciones que puedan recibir los catadores y que no siempre serán las mismas.

#### **Pruebas afectivas**

Las pruebas afectivas se llevan a cabo mediante el test de aceptación preferencia y el test hedónico de 9 puntos. Estas pruebas sensoriales tratan de evaluar el grado de aceptación y preferencia de un producto determinado. Tienen como finalidad determinar el grado de aceptación o preferencia que el consumidor tiene por un conjunto de vinos, por un concepto o una característica específica. (Guerrero, 2012).

### **2.1.5.8. Tres aspectos que se debe tener en cuenta para apreciar un vino de calidad.**

*Su apariencia*

*El aroma*

*El sabor y la sensación que deja en la boca.*

#### **Apariencia**

Lo primero que verás será el color del vino, si es rosado, rojo o blanco, luego dentro de éstos hay diversas tonalidades como, salmón, púrpura o negro. Distingue si es denso o transparente, claro o turbio, debes visualizar estos aspectos con el vino dentro de una copa en un sitio en donde haya buena luz. Un vino de calidad no debe ser turbio ni contener partículas extrañas. (Arauz, 2012).

#### **El aroma**

Se comienza agitando el vino dentro de la copa para evaporar los aromas y airearlo, luego se coloca la nariz dentro de la copa y se inhala para sentir su olor; así podrás percibir si es afrutado y huele a, por ejemplo, frutos rojos, melón o pera entre otros; también puedes encontrar que huele a especias como pimienta o posee notas terrosas o a madera. Todas las fragancias que puedas distinguir deben ser agradables, no puede haber olor a humedad o a moho. (Arauz, 2012).

#### **El sabor**

Este es el último paso, y es aquí en donde debes observar qué sientes cuando el vino acaricia tu paladar, sabrás si es intenso o suave y casi imperceptible; si coincide con los olores antes percibidos, y también sentirás su textura, si te deja la boca suave o áspera. Una vez que has tragado el sorbo de vino entonces podrás dar el visto bueno o malo al producto. (Arauz, 2012).

### **2.1.5.9. Defectos que puede presentar el vino.**

El vino ácido o agrio es descartado como vino, o también es considerado como vino malo, también como vinagre. (Arauz, 2012).

- La acidez de un vino puede estar causada por dos factores:

*Inmadurez de la fruta al momento de producir el vino. Esta se detecta a través de un sabor a tártaro (ácido), este defecto puede ser remediado dejando añejar la botella, la acidez causada por una mala vinificación no puede ser remediada, y se detecta por un gusto a vinagre (que en definitiva es la utilización que se le da a ese tipo de vinos defectuosos).*

- Un vino pasado es reconocido por un cambio en su color y por tornarse acuoso.
- Los vinos rosados tienen un período en el que generan un olor nauseabundo, llamado período de mareo de la botella, el que desaparece pasado cierto tiempo (semana o meses).
- El último defecto que puede presentar el vino, se origina en malos corchos, donde estos degeneran el sabor de la bebida. (Arauz, 2012).

#### **2.1.6. Microbiología del vino.**

La transformación del jugo de la fruta en vino es un proceso microbiológico en sí mismo. En este proceso se suceden diferentes microorganismos, ya que el jugo de la fruta tiene sus propias levaduras y bacterias. Además, en las bodegas suelen adicionarse levaduras comerciales para acelerar el proceso de fermentación.

Durante la vinificación, se producen situaciones microbianas complejas, donde diferentes factores determinan que tipo de microorganismos se desarrollara y las consecuencias de su metabolismo sobre la composición final de un vino. Estos factores pueden incluir el origen y la sanidad de la fruta, la temperatura de fermentación, la acidez del mosto-vino y la higiene de la bodega, entre las más importantes. (Mendoza, 2016).

Las levaduras y bacterias juegan un papel fundamental en la fabricación de vino realizando la fermentación y otorgándole una parte importante de sus propiedades organolépticas. También representan el mayor riesgo para su calidad y estabilidad, pudiendo producir metabolitos no deseables y alteraciones de la calidad. Una correcta selección de levaduras y bacterias, junto con una detección temprana de posibles alterantes, puede ofrecer a un vino características mejoradas y diferenciadoras con la consecuente ventaja competitiva. (Ferrer, 2012).

El vino, por sus características químicas, resulta bastante estable desde un punto de vista microbiológico. El elevado contenido de alcohol y la alta acidez, acompañados de un bajo contenido de nutrientes, hacen que solo un reducido grupo de microorganismos se puedan desarrollar en él. Sin embargo, algunas levaduras, bacterias lácticas y acéticas pueden causar importantes pérdidas de calidad en el vino ya embotellado. Debido a que varias bodegas están incorporando el control microbiológico durante el fraccionamiento, es importante conocer estos microorganismos y adquirir el criterio para interpretar cuáles serán las consecuencias de su presencia, en un determinado momento de la elaboración.

No existen límites legales para microorganismos en vinos. Los límites tolerables dependerán del tipo de vino y del microorganismo. Es importante considerar su pH, la presencia o no de azúcares residuales, la concentración de etanol y si ha sido filtrado o no. Vinos con azúcares y con pH por encima de 4 son más susceptibles a contaminaciones y por ello los límites deben ser más estrictos. Con respecto al tipo de microorganismo, se debe tener en cuenta que algunos representan mayor riesgo que otros y por lo tanto los límites tolerables en la bodega serán diferentes. Es necesario que cada bodega realice sus análisis de rutina y establezca sus propios niveles normales de microorganismos; desviaciones en los mismos, indican una contaminación que debe controlarse. (Ferrer, 2012).

#### **2.1.6.1. *Microorganismo que se deben de controlar.***

**Hongos y Levaduras:** Los hongos no pueden crecer en el vino, pero producen compuestos volátiles que rápidamente se transfieren a él otorgando aromas a “tierra” o “bodega vieja”. Un elevado recuento de hongos filamentosos en un vino terminado, indica suciedad en las piletas o barricas, muchas veces debido a grietas o rajaduras en el epoxy. Por otro lado, un recuento elevado de levaduras en un vino, debe dar una alerta. Siempre que un microorganismo esté en elevado número indica contaminación activa.

El mayor riesgo lo representan las levaduras re-fermentadoras de los géneros *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces* y *Schizosaccharomyces*, las cuales son capaces de fermentar los azúcares residuales y sobreponerse a las



concentraciones normales de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), produciendo gas y turbidez en vinos embotellados. (Combina, et al., 2018).

**Bacterias ácido acéticas:** Este grupo de bacterias productoras de ácido acético, ya no son tan frecuentes en la industria del vino debido a la incorporación de las Buenas Prácticas de Higiene y la buena gestión del oxígeno (O<sub>2</sub>). Son estrictamente aerobias, por lo tanto, si el O<sub>2</sub> es eliminado durante el embotellamiento no podrán crecer. Las superficies sucias con restos de mostos y vinos que quedan expuestas al aire permiten su desarrollo y luego pueden incorporarse a los vinos.

Para poder detectarlas deben utilizarse medios específicos y es muy importante confirmar que se trata de estas bacterias antes de informar un recuento positivo, es decir deben cumplir con las dos características de su grupo: bacilos cortos de pares Gram negativo y catalasa positiva. (Combina, et al., 2018).

**Bacterias ácido lácticas:** Dentro de este grupo se incluyen diferentes especies de bacterias que producen ácido láctico, pero presentan diferentes metabolismos (Oenococcus, Pediococcus, Lactobacillus). Dependiendo de la especie de la que se trate y de las características del vino pueden utilizar diferentes compuestos como: los azúcares residuales (hexosas y pentosas), el ácido cítrico, el ácido tartárico, el glicerol y los polifenoles, entre otros. (Combina, et al., 2018).

Las consecuencias de su metabolismo incluyen el incremento de la acidez volátil, la disminución de la acidez total, producción de gas, turbidez, amargor, pérdida de color y aumento de la viscosidad del vino. Además, participan en la producción de compuestos perjudiciales para la salud como aminas biógenas y etil carbamatos. En general, es frecuente encontrar algunas bacterias lácticas en los vinos durante el fraccionamiento. Cuando se observan pocas células puede considerarse normal (el vino no es un sustrato estéril), pero cuando hay elevados recuentos y con un grupo dominante, indica que existe una población activa que está creciendo a expensas de algo que se encuentra en el vino y hace necesario controlar su desarrollo.

Es importante destacar que no crecen en los medios para bacterias mesófilas (recuento de totales), ni en los medios de cultivo para levaduras. Para evidenciar su

presencia debe sembrarse en un medio específico e incubarse en ausencia de O<sub>2</sub> durante al menos cinco a siete días. (Combina, et al., 2018).

**Recuento de bacterias mesófilas aerobias:** En la industria se lo denomina erróneamente “Recuento Total”, pero justamente con este análisis solo se detectan bacterias mesófilas aerobias que generalmente no incluyen a los microorganismos que representan un riesgo para la alteración de los vinos (como bacterias lácticas y acéticas). El resultado de este análisis permite conocer la higiene con la que se está trabajando y detectar desvíos importantes como, por ejemplo: contaminación de aguas, mala higiene de botellas y rotura de filtros. No indica nada acerca de la estabilidad microbiológica del vino. Estos recuentos pueden ser elevados en vinos recién embotellados, pero van disminuyendo con el tiempo. (Combina, et al., 2018).

#### **2.1.7. Etiquetado del vino**

**Etiqueta:** Toda ficha, marca, imagen u otra materia descriptiva, escrita, impresa, estampada, adherida, grabada o aplicada sobre el embalaje (recipiente) de un vino o adjunta a este último. (O.I.V. ,2015).

#### **Especificaciones que debe contener la etiqueta de un vino:**

- Nombre del vino.
- Denominación de origen o zona de producción.
- Grado alcohólico.
- Cantidad de líquido en la botella o volumen.
- Bodega que lo embotella.
- Año de cosecha.
- Marca.

## **2.2. Antecedentes**

Haciendo revisión de antecedentes a nivel nacional e internacional, no se han encontrado investigaciones sobre la elaboración de una bebida fermentada a base de fruta de tigüilote. Puesto que se desconoce de las propiedades del fruto, debido a limitaciones de material publicado, se obtuvieron antecedentes sobre personas que han elaborado vino de forma artesanal.

Calixto Vásquez, una persona originaria de Nandaime, departamento de Granada, elabora vino de tigüilote desde hace 7 años, donde el proceso de fermentación es totalmente natural (sin levadura), Vásquez afirma que él elabora vino de tigüilote solamente para consumirlo en épocas de diciembre. Sin embargo, no cuenta con registro de las actividades o documento donde establezca método, parámetros de elaboración y control, es decir, lo realiza empíricamente.

### **2.3. Hipótesis**

Implementando un proceso de fermentación anaeróbica y optimizando variables operacionales como: tiempo de fermentación, temperatura de fermentación y concentración de sacarosa, se obtiene una bebida fermentada a base de fruta de tigüilote que cumpla con estándares de calidad.



## CAPITULO III



### **3.1. Diseño metodológico**

#### **3.1.1. Tipo de estudio**

Esta investigación es de tipo experimental ya que se harán ensayos de laboratorio fisicoquímico y microbiológico, se implementarán corridas experimentales, y se manipulan variables independientes: tiempo de fermentación, temperatura de fermentación y concentración de sacarosa.

Además, según Sampieri, Collado y Lucio (2006) es una investigación correlacional, puesto que tiene como propósito conocer la relación que existe entre dos o más variables, es decir, consiste en la manipulación de variables independiente, que corresponde a la variable principal del estudio, sometiendo a condiciones de control a variables dependientes. Las variables respuesta son: pH, °Brix, acidez volátil, acidez total y grado de alcohol.

#### **3.1.2. Área de estudio**

Esta investigación pertenece al área del conocimiento de la ciencia y la tecnología de los alimentos, debido a los análisis fisicoquímicos y microbiológicos y al proceso de elaboración de la bebida fermentada a base de fruta de tigüilote (*Cordia dentata Poir*).

El área académica de estudio pertenece al área académica “Procesos Industriales”, dentro de la línea de investigación “Agroindustria”, específicamente en el tema de interés “Formulación y caracterización de bebidas energizantes, alcohólicas y no alcohólicas a partir de la combinación de frutas, plantas ornamentales y vegetales”.

Esta investigación se realizó en el Laboratorio de Análisis Físico-Químico de Alimentos (LAFQA-UNAN) de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), facultad de Ciencias e Ingeniería, departamento de Química.

## **3.2. Población y muestra**

### **3.2.1. Población**

La población corresponde a 21 hectáreas de tigüilote ubicadas en la comunidad El Arroyo, Municipio de Nandaime, Departamento de Granada. Se utilizó esta población para la elaboración de una bebida fermentada a base de fruta de tigüilote (*Cordia dentata Poir*).

### **3.2.2. Muestra**

Mediante un muestreo aleatorio se seleccionaron 20 libras de tigüilote, que provienen del lugar antes mencionado en el ítem 3.2.1., utilizando la misma técnica de muestreo y según los criterios de inclusión y exclusión, se utilizaron 500 g para análisis proximal, 7 264 g para realizar las 8 corridas (908 g por cada corrida).

#### **3.2.2.1. Criterios de inclusión.**

- Fruto maduro.
- Fruto fresco.
- Fruto libre de pudrición y daños causados por insectos.
- Fruto en buen estado.

#### **3.2.2.2. Criterios de exclusión.**

- Fruto verde.
- Fruto con presencia de hongos.
- Fruto seco.
- Fruto afectado por plagas.
- Fruto en exceso de maduración.

### **3.3. Variables y Operacionalización**

#### **3.3.1. Variables independientes.**

- Calidad de materia prima.
- Concentración de sacarosa.
- Tiempo de fermentación.
- Temperatura de fermentación.

#### **3.3.2. Variables dependientes.**

- Propiedades organolépticas.
- Propiedades físicas.
- Propiedades químicas.



### 3.3.3. Operacionalización de las variables.

Tabla 4

**Matriz de operacionalización de las variables**

Variable Conceptual	Variable Operativa ó Indicador	Técnicas de Recolección de Datos e Información y Actores Participantes			Tipo de Variable Estadística	Categorías Estadísticas
		<u>Fase de campo</u>	<u>Experimento</u>	<u>Encuesta</u>		
<b>Materia prima (Fruto de tigüilote)</b>	<p>Aceptación: Fruto maduro, fresco, libre de pudrición y daños causados por insectos, en buen estado.</p> <p>Rechazo: Fruto verde, con presencia de hongos, seco, afectado por plagas o en exceso de maduración.</p>	X			Nominal	Dicotómica: Si o No.
<b>Propiedades físicas y químicas de la materia prima.</b>	<p>Humedad</p> <p>Cenizas Totales</p> <p>Proteína</p> <p>Materia Grasa</p> <p>Carbohidratos Totales</p> <p>Extracto seco</p> <p>pH</p> <p>Grados Brix</p>		X		Continuas	%  Escala de pH  Unidades Brix

<b>Condiciones de elaboración de la bebida fermentada.</b>	Concentración de sacarosa Tiempo de fermentación Temperatura de fermentación		X		Continua	[Sacarosa] Días °C
<b>Propiedades físicas, química y microbiológicas de la bebida fermentada.</b>	Grado de alcohol °Brix pH Acidez Total Acidez Volátil Humedad Cenizas Totales Proteínas Salinidad Conductividad Hongos Levadura		X		Continua	% Escala de pH Unidades Brix Grados de alcohol mg/L UFC/ml
<b>Propiedades organolépticas de la bebida fermentada.</b>	Intensidad de color Limpidez Claridad Intensidad del aroma				Ordinal	Escala Likert: Excelente Muy Bueno Bueno Aceptable

*Bebida alcohólica fermentada a base de fruta de tigüilote (Cordia dentata Poir), Laboratorio de Análisis Físico-Químico de Alimentos (LAFQA), UNAN-Managua, marzo – noviembre 2021.*

	Calidad del aroma					
	Textura en boca					
	Equilibrio en boca					
	Persistencia					

### **3.4. Material y método**

#### **3.4.1. Materiales para recolectar información.**

Para la recolección de información de la presente investigación se emplearon múltiples técnicas como lo son:

La técnica documental o bibliográfica en donde se recurrió a la literatura, monografías, guías técnicas, revistas científicas y publicaciones en sitios web. La técnica de campo “observación”, donde se recolectaron los resultados directamente de la experimentación. También se optó como otra técnica de recolección de datos las guías de encuestas aplicadas a la población seleccionada.

#### **3.4.2. Materiales para procesar información.**

Para procesar los datos obtenidos durante la investigación se utilizaron las siguientes herramientas:

- Microsoft Office Word 2016.
- Microsoft Office Excel 2016.
- Microsoft Office Power Point 2016.

#### **3.4.3. Equipos, reactivos y materiales de laboratorio.**

Los equipos utilizados en la presente investigación, tanto de dispositivo indicador como de medida materializada, se describen en la tabla 5 y 6; los aparatos en la tabla 7 y reactivos en la tabla 8.

**Tabla 5**

***Instrumentos de medida con dispositivo indicador.***

<b>Instrumentos de medida con dispositivo indicador</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Resolución</b>
Balanza analítica	OHAUS	ADVENTUR AR0640	0,0001g
Balanza semianalítica	SNUG III	Jadever	0,05g
Balanza semianalítica	OHAUS	Pioneer	

Balanza semianalítica	Fisher Science Education	SLF152	0,01g
Bloque digestor	J.P. Selecta	4,000,508	1 °C
Bomba de membrana para vacío	P. Selecta	Vacum-pres	0,1 bar
Estufa de convección	J.P. Selecta		
Frigorífico	P. Selecta	STOCKLOW-G	0,1 °C
Horno de mufla	Ivymen	FD 1535M	1 °C
Hidrómetro	Fisherbrand		0,2
Rotaevaporador RapidStill II	Heidolph LABCONCO		
Pipeta automática	THERMO SCIENTIFIC	F1	5 µL
Pipeta graduada	PYREX		
Plato caliente	CORNING	PC-620D	0,01 °C
Termómetro	NSF	THDP-450	0,1 °C
Termohigrómetro	HANNA	HI 93640N	HR 0,1%, °C 0,1
Termobalanza	GIBETINI	EUROTHERM	0,001g
pH-Metro	Milwaukee	PH55	
Campana de gases	Burtinola	OR-ST 1200	

**Tabla 6**

***Instrumentos de medida materializada.***

<b>Instrumentos de medida materializada</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo/clase</b>	<b>Resolución</b>
Beaker (600, 1000mL)	PYREX, SIMAX	A	100mL
Beaker (10, 25, 50, 100mL)	PYREX, SIMAX	A	10mL
Buretas (25, 50 y 100mL)		A	0,1mL
Pipeta (10mL)		A	
Matraz Erlenmeyer (250mL)	PYREX	STOPPER N° 6	1mL
Matraz aforado (250, 500mL)			
Probeta (10, 50, 100, 250 y 500mL)	PYREX, SIMAX		

**Tabla 7**

***Aparatos.***

<b>Aparatos</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Marca o Especificación</b>
Espátula	De acero inoxidable
Platos calientes	Marca Busen

Recipientes	De acero inoxidable, Polietileno
Colador	De polietileno
Embudo	De polietileno
Perlas de ebullición	Vidrio
Pinzas para crisoles	Metálica
Crisoles	Porcelana
Capsulas	Porcelana
Desecador	Con agente desecante de CaCl <sub>2</sub>
Mortero	Porcelana
Soporte universal	Metálico
Sistema de destilación simple	De vidrio Marca PYREX
Varilla de vidrio	Vidrio
Encorchadora	Acero inoxidable
Papel filtro	Papel
Tubos de ensayo	De vidrio
Frascos de muestras	Polietileno

**Tabla 8**

**Reactivos.**

Reactivos		
Nombre	Formula	Grado
Ácido Bórico	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	ACS
Ácido Nítrico	HNO <sub>3</sub>	ACS
Ácido Sulfúrico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ACS
Agua destilada	H <sub>2</sub> O	Analítico
Hidróxido de Sodio	NaOH	ACS
Indicador de Fenolftaleína	C <sub>20</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub>	Analítico
Indicador de Almidón	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	Analítico
Dicromato de potasio	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	ACS
Yodo	I	Analítico
Catalizador Kjeldahl	CuSO <sub>4</sub>	ACS
Yoduro de potasio	KI	ACS
Indicador de Tashiro	C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub> Na+C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> N <sub>3</sub> SCl.3H <sub>2</sub> O+C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	Analítico

**3.4.4. Método**

Para la obtención de la bebida fermentada a base de fruta de tigüilote se implementó un proceso de fermentación anaeróbico con presencia de levaduras, cuyos microorganismos unicelulares transforman los azúcares en alcohol.

#### **3.4.4.1. Procedimiento experimental.**

Se parte desde la selección de la materia prima (Fruto de tigüilote) según los criterios de inclusión y exclusión mencionados anteriormente (ítems 3.2.2.1. y 3.2.2.2.), posteriormente se le realiza análisis proximal, para determinar los valores nutricionales que presenta.

Una vez seleccionada la materia prima se procede a realizarle un lavado en caliente a 80°C, luego se pesa la fruta de tigüilote, sacarosa y levadura, posteriormente se somete al fruto a cocción a 100 °C durante 1 hora aproximadamente, en esta etapa se adicionan los gramos de sacarosa.

Después de la cocción, se realiza la maceración, con el fin de que la cascara del fruto aporte aromas, taninos y color al mosto, además de facilitar la homogenización. Posteriormente se deja enfriar el mosto durante 30 minutos hasta que alcance una temperatura óptima de 32 °C para la adición de la levadura. De forma paralela, se lleva a cabo la activación de la levadura, utilizando agua a temperaturas de 33 y 36 °C, una vez que se hidrata se le adiciona al mosto.

Una vez realizado todo este procedimiento, el mosto se traslada a un fermentador de polietileno de grado alimenticio con una capacidad de 2 galones. La fermentación alcohólica se lleva a cabo durante 29 días.

Transcurridos 15 días de la fermentación alcohólica se realiza el primer trasiego, con el fin de separar los sedimentos del jugo, luego se repite este proceso a los 21 días de fermentación. Una vez terminado el proceso de fermentación, se procede a la etapa de filtrado, para la clarificación de la bebida y para eliminar partículas dispersas. Por último, se procede al embotellamiento y etiquetado del producto terminado.

#### **3.4.4.2. Métodos de análisis físico-químicos.**

En la tabla 9 y 10 se muestran los diferentes métodos de análisis físico-químicos que se utilizaron en la materia prima (fruta de tigüilote) y producto terminado.

**Tabla 9**

**Métodos de análisis físico-químicos de la fruta de tigüilote.**

Mensurando	Método	Código
Cenizas	A.O.A.C./ ISO	923.03/ 2171:1993
pH	A.O.A.C./ ISO	981.12/ 11289:1993
Humedad	A.O.A.C./ TERMOBALANZA	23.003:2003
Proteína	A.O.A.C.	16.036, 7.025 – 7.032, 24.038 – 24.040:1990
Grasas	A.O.A.C.	948.22:2005
Grados Brix	A.O.A.C.	931.12:2005

**Tabla 10**

**Métodos de análisis físico-químicos de la bebida fermentada de tigüilote.**

Mensurando	Método	Código
pH	A.O.A.C./ ISO	981.12/ 11289:1993
Acidez Total	NTE INEN	2 323:2022-12
Acidez volátil	A.O.A.C.	11.043/84.964.08/90
Cenizas	A.O.A.C./ ISO	923.03/ 2171:1993
Humedad	A.O.A.C./ TERMOBALANZA	23.003:2003
Alcalinidad	NTE INEN	2 325:2002
Proteínas	A.O.A.C.	16.036, 7.025 – 7.032, 24.038 – 24.040:1990
Grasas	A.O.A.C.	948.22:2005
Grados de alcohol	NTE INEN	2322:2010
Salinidad	NTE INEN	2 325:2002
Grados Brix	A.O.A.C.	931.12:2005

**3.4.4.3. Diseño experimental.**

Se ha decidido implementar un diseño experimental mixto bajo las condiciones del método de Taguchi, con dos niveles y tres factores, para un total de ocho corridas experimentales, los factores a tomar en cuenta son: Temperatura de fermentación, concentración de sacarosa y tiempo de fermentación.

En la ilustración 7 se presentan las variables que influyen en el proceso de elaboración de una bebida fermentada a base de Tigüilote.



### Ilustración 7

Diagrama de variables que intervienen en el proceso de elaboración de la bebida fermentada a base de fruta de tigüilote (*Cordia dentata Poir*).



En la tabla 11 Se presentan las variables operacionales del estudio y sus respectivos niveles de experimentación bajo las especificaciones del método Taguchi.

**Tabla 41**

**Variables operacionales con distintos niveles.**

Variables Independientes			
Variables independientes	Unidad SI	Nivel Bajo	Nivel Alto
Tiempo de Fermentación	Días	21 - 30	40 - 49
Temp. de Fermentación	°C	20 ± 2	30 ± 2
Concentración de Sacarosa	g	235	245

En la tabla 12 se muestra la matriz del diseño experimental según Taguchi.

**Tabla 12**

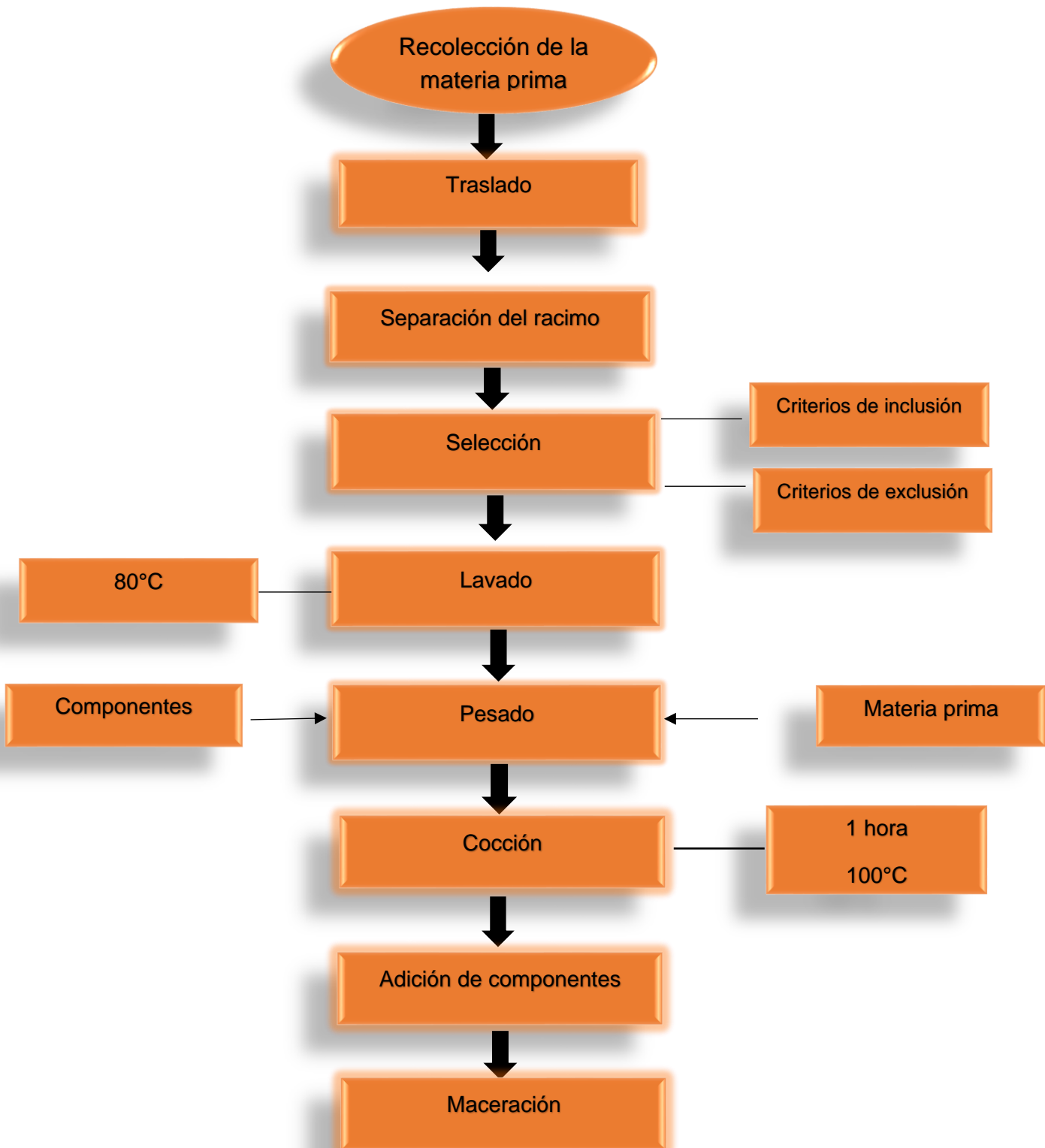
**Matriz del diseño experimental.**

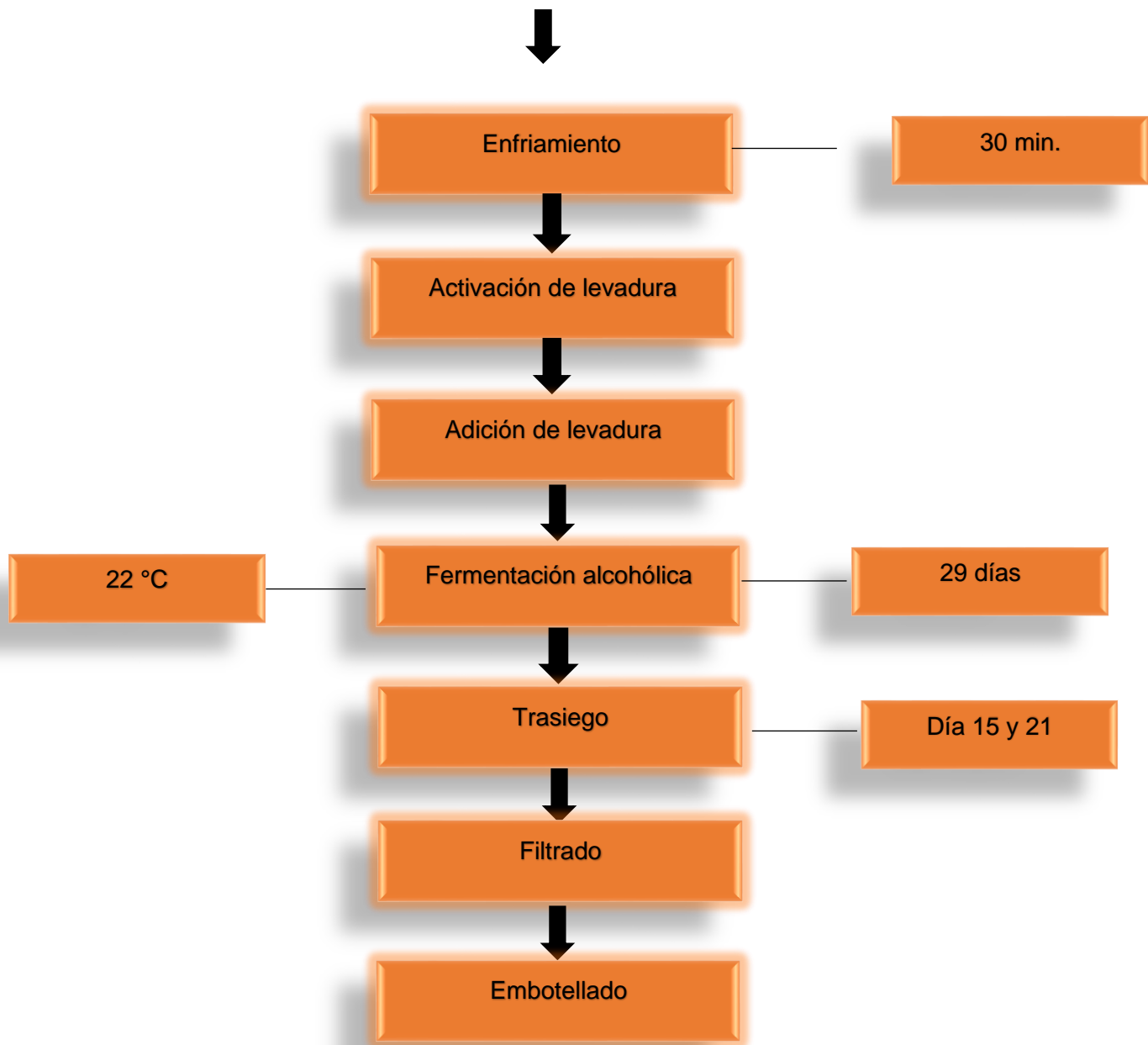
CE	Temperatura (°C)	Tiempo (Días)	Trasiegos (Días)	Concentración (Gramos)
1	20 ± 2	29	15 y 21	245
2	20 ± 2	29	15 y 21	235
3	20 ± 2	49	35 y 41	245
4	20 ± 2	49	35 y 41	235
5	30 ± 2	29	15 y 21	245
6	30 ± 2	29	15 y 21	235
7	30 ± 2	49	35 y 41	245
8	30 ± 2	49	35 y 41	235

En la ilustración 8 se describe el proceso de elaboración de la bebida fermentada a base de futa de tigüilote (*Cordia dentata Poir*).

### Ilustración 8

Diagrama de flujo de la bebida fermentada a base de fruta de tigüilote.





# CAPITULO IV



## 4.1. Análisis y discusión de los resultados

### 4.1.1. Análisis proximal de la fruta de tigüilote (*Cordia dentata Poir*).

En la tabla 13 se muestran los resultados de la composición proximal de la fruta de tigüilote (*Cordia dentata Poir*) utilizadas en el proceso de elaboración de una bebida fermentada.

**Tabla 53**

#### ***Composición proximal de la fruta de tigüilote.***

Mensurando	Resultados promedio %m/m	Composición teórica %m/m
Humedad	91,72	-
Cenizas Totales	1,41	-
Proteína	1,37	-
Materia Grasa	0	-
Carbohidratos Totales	5,5	-
Extracto seco	8,28	-
pH	4,4	-
Grados Brix	12	-

***Nota: No se encontraron datos de la composición teórica de la fruta de tigüilote.***

En la tabla 13 se observa que el contenido de humedad de la materia prima es del 91,76%, esto es indicativo de que el fruto es susceptible a la presencia de insectos y contaminación por hongos y bacterias, según Catalán (2021), un fruto que presente un porcentaje de humedad mayor del 8% aumenta el riesgo de plagas y si es mayor del 14% puede causar alteraciones en la microbiota. Esto nos da un indicativo que el fruto debe ser sometido a un proceso de cocción para eliminar la presencia de microorganismos patógenos.

Por otro lado, el porcentaje de proteínas es de 1,37%, lo cual es un dato despreciable, indica que la fruta no aportará proteínas a la bebida fermentada. En cuanto al pH, esta presentó un valor de 4,4 lo cual indica que el fruto es de carácter ácido, y esto favorece al no crecimiento de una gran cantidad de microorganismos que pueden influir en la calidad del fruto, proceso de deterioro, etc. Esto contribuye con la acidez de la bebida fermentada y evita el uso de otros agentes químicos para lograr un equilibrio en los niveles ácidos.

Respecto al contenido de azúcares residuales (Grados Brix), este contiene un valor de 12 °Brix, lo cual resulta óptimo para la bebida fermentada ya que la concentración de azúcares indica el grado alcohólico potencial que se obtendrá de la fruta, así, mayores concentraciones de azúcar garantizan, en condiciones óptimas de fermentación, un mayor grado alcohólico.

#### **4.1.2. Análisis del proceso de elaboración de la bebida fermentada**

El proceso de elaboración de bebida fermentada mediante fermentación anaeróbica se inició con la selección del fruto según criterios de inclusión y exclusión como se muestra en el *ítem 3.2.2.1 y 3.2.2.2.*, esto con la finalidad de recolectar únicamente aquellos frutos que presenten la mejor calidad. Posteriormente se realizó el análisis proximal para conocer las propiedades que esta presenta (*Tabla 8*).

Después de seleccionar la fruta, se realizó un lavado en caliente a una temperatura de 80 °C durante 15 min, para la eliminación de posibles contaminantes ambientales que puede contener esta, principalmente microorganismos patógenos.

Luego se procedió a realizar el pesaje de los componentes los cuales son: Levadura (1 g), H<sub>2</sub>O (2 L), fruto de tigüilote (1/2 lb), en cuanto a la concentración de sacarosa se eligieron dos niveles como se muestra en la tabla 10, esto con el fin de observar las variaciones que esta puede ocasionar en ciertos aspectos del producto final tales como: pH, %Alc y °Brix.

Una vez realizado el proceso de pesado se inició la etapa de cocción, la cual se realiza a una temperatura de 100°C durante 1 hora aproximadamente, de esta manera se logra la eliminación de posibles microorganismos restantes que puede contener el fruto, además, de permitir la extracción de las propiedades que el fruto posee y mejorar la consistencia de este.

Transcurridos 25 min de la etapa de cocción se añaden los gramos de sacarosa según los niveles de la CE a realizar. Terminado el proceso de cocción, se realiza la maceración, con el fin de que el fruto aporte taninos, color y aromas al mosto. Luego se deja enfriar aproximadamente por 30 min, hasta llegar a una temperatura ambiente (32 °C). Durante transcurrir el tiempo de enfriamiento se procede a la activación de levadura,

esta se realiza con agua tibia (40 °C) durante 15 minutos, una vez enfriado el mosto se adiciona la levadura.

Posteriormente se procede a trasvasar el mosto a un fermentador de polietileno con una capacidad de 2 galones, donde se llevará a cabo la fermentación alcohólica a diferentes niveles tanto de tiempo como de temperatura (*Tabla 11*), con la finalidad de observar las variaciones que estas condiciones pueden ocasionar en la bebida fermentada.



Luego se llevan a cabo los trasiegos, en el orden como se muestra en la *Tabla 10*, con el fin de separar los sedimentos de los jugos y obtener una mejor clarificación. Por último, se procede a realizar la etapa de filtrado para eliminación de partículas dispersas en el líquido, obteniendo una mayor clarificación de la bebida fermentada ya lista para su embotellamiento y etiquetado.

#### **4.1.3. Análisis físico-químicos y microbiológicos del producto final.**

En la tabla 14 se observan los resultados obtenidos de la caracterización físico-química de las 8 corridas experimentales.

**Tabla 14**

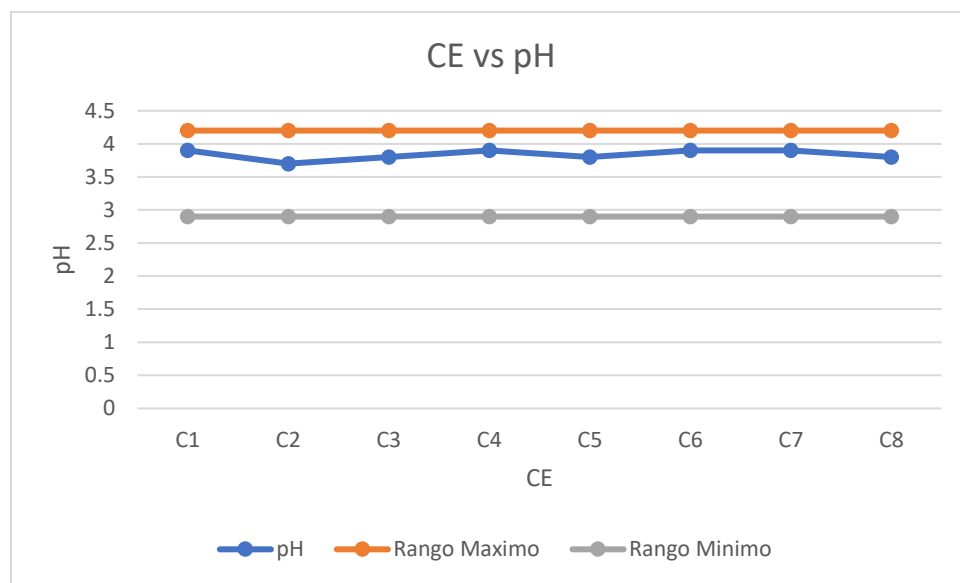
#### ***Caracterización físico-química de las ocho corridas experimentales.***

Mensurando	Resultados							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
pH	3,9	3,7	3,8	3,9	3,8	3,9	3,9	3,8
°Brix	13,5	10,2	9	14	13	7	13,5	11
Grados de Alcohol	13	14	14	12	14	12	12	12
Conductividad (mg/L)	1061	1167	1212	1143	1186	1093	1109	1140
Salinidad	779	848	888	844	864	822	816	843

En la ilustración 9, 10, 11, 12 y 13 se muestran las diferentes variaciones de análisis físico-químico que se les realizaron a las ocho corridas experimentales de la bebida fermentada a base de fruta de tigüilote.

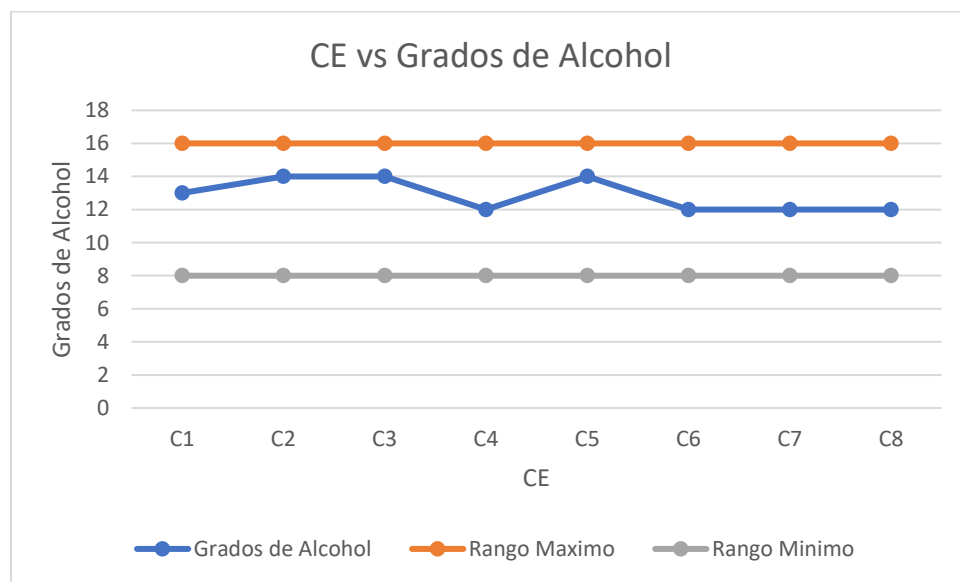
### Ilustración 9

*Corridas experimentales vs pH.*



### Ilustración 10

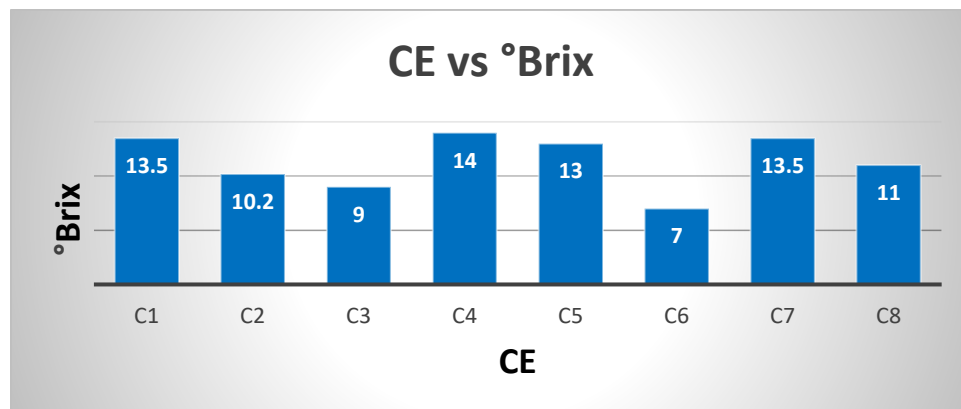
*Corridas experimentales vs Grados de alcohol.*





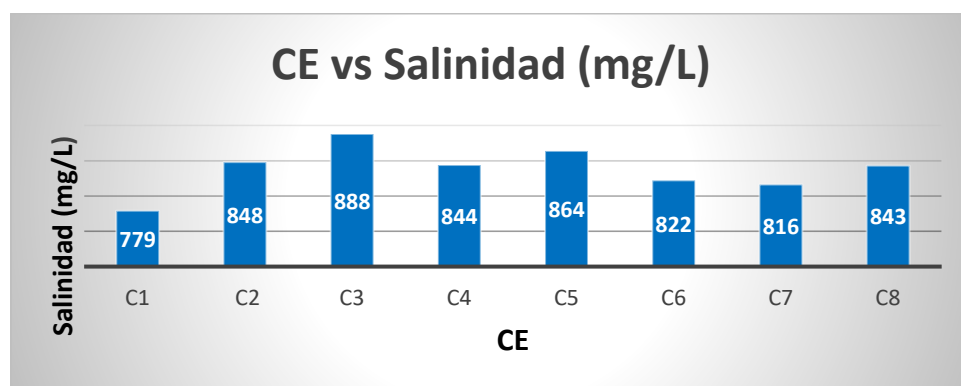
### Ilustración 11

Corridas experimentales vs °Brix.



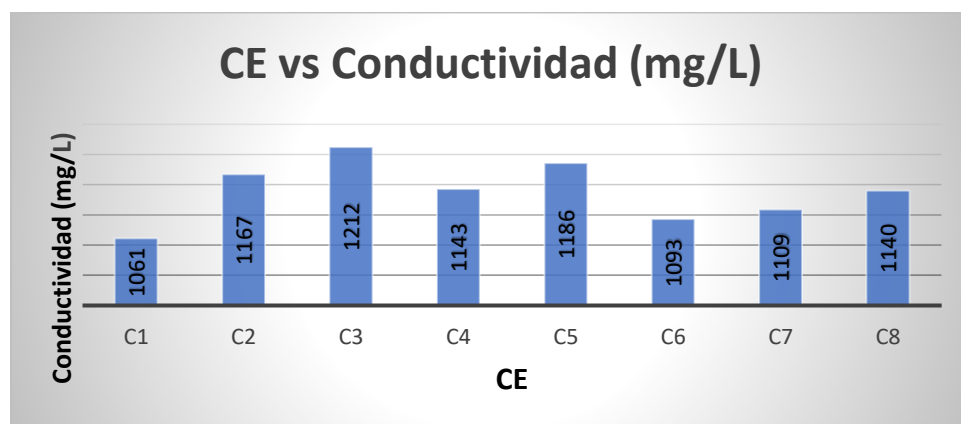
### Ilustración 12

Corridas experimentales vs Salinidad.



### Ilustración 13

Corridas experimentales vs Conductividad.



En la ilustración 9 y 10, se observa que los valores de pH y grados de alcohol se encuentran dentro de los rangos permitidos según la NOM-199-SCFI-2017, lo cual es indicativo de que las bebidas fermentadas son aptas para consumo humano.

En el caso de los grados de alcohol se observan variaciones, debido a las diferentes temperatura de fermentación y concentraciones de azúcares; ya que a temperaturas medias (18 – 28°C), se logra completar la etapa de fermentación, en este rango de temperatura las levaduras trabajan de una forma más eficiente, a temperaturas excesivamente altas (mayores a 30 °C) o bajas (menores a 16°C), el crecimiento o la viabilidad de la levaduras decrece, deteniendo o alterando la fermentación del proceso, obteniendo porcentajes de alcohol bajos, respecto a las diferentes concentraciones de sacarosa añadidas al mosto, influyen en el porcentaje de alcohol de forma proporcional.

Por otro lado, en la ilustración 11 se muestra variaciones de grados brix, estas se clasifican según como se indica en la tabla 3, por lo tanto, las ocho corridas presentaron diferencias significativas, esto debido a las diferencias en las condiciones operacionales con que fueron elaboradas cada una de ellas (tabla 12), se puede observar que los grados brix son indicativos de los grados de alcohol potencial que se producirán en la bebida fermentada, es decir, a menor grados brix, mayor grado de alcohol se obtendrá.

En cuanto a C6 se puede observar una variación ya que presenta un bajo nivel tanto de grados brix (7 °Brix) como de porcentaje de alcohol (12% Alc), esto debido a las condiciones operacionales a las que fue sometida, ya que al contener una baja concentración de sacarosa (235 g) y al estar a temperaturas altas (30 ± 2 °C) se pudo producir una multiplicación desmesurada de levaduras, conocida como “hipermultiplicación de biomasa”, lo que ocasiona que las levaduras utilicen el azúcar en mayor cantidad para multiplicarse que para transformarlo en alcohol etílico, con lo que disminuye el rendimiento de azúcar/alcohol y se obtienen vinos de menor grado alcohólico y menor °Brix.

En cuanto a la ilustración 12 y 13 se muestran los diferentes resultados de salinidad y conductividad que se le realizaron a las ocho corridas experimentales, se observa que cada una de ellas no presentan variaciones significativas entre sí. Debido a que no se encontraron datos de rangos establecidos de salinidad y conductividad, no se pudieron comparar los resultados.

Mediante los resultados obtenidos en los análisis realizados (Tabla 15) se pudo constatar que estos están dentro de los rangos permitidos según la NOM-199-SCFI-2017, y no se pudo determinar mediante las corridas experimentales que niveles de las variables son los mejores para un vino de mejor calidad puesto que todos las variables repuestas están dentro de los rangos especificados, por lo tanto, se decidió realizar un análisis sensorial, con el objetivo de seleccionar la mejor corrida experimental mediante una encuesta (*Ver anexo 31*), esta se elaboró tomando como referencia la ficha descriptiva de degustación del libro “ENOLOGÍA, Enfoques científicos y técnicos sobre la vid y el vino”

En la tabla se muestra la valoración de 0 a 100% que dieron los encuestados a cada una de las muestras de la bebida alcohólica fermentada y en la tabla 16 el porcentaje de cada una de las corridas experimentales y en la ilustración 14 se muestran los porcentajes mediante un diagrama de pastel.

**Tabla 15**

**Resultados obtenidos del análisis sensorial de 0 a 100%.**

Encuestados	Muestra							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
1	100	70	30	70	70	70	40	40
2	90	60	40	40	46	45	40	30
3	100	40	70	50	30	40	20	30
4	90	50	20	70	60	30	60	70
5	100	95	91	90	85	95	93	95
6	90	60	40	45	40	40	30	20
7	100	90	80	85	75	80	94	80
8	100	95	100	70	85	90	70	88
9	90	60	40	50	40	30	40	30
10	95	80	85	70	80	60	55	88
11	98	70	90	75	80	88	60	85

**Tabla 16**

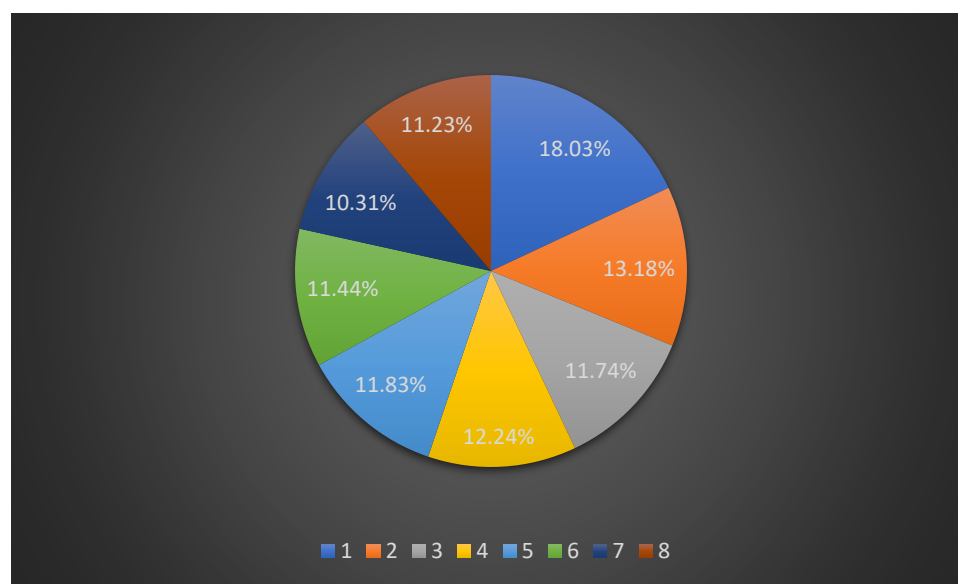
*Porcentajes obtenidos de las ocho corridas experimentales.*

CE	TOTAL	%
1	1053	18,02773498
2	770	13,1826742
3	686	11,74456429

4	715	12,24105461
5	691	11,83016607
6	668	11,43639788
7	602	10,30645437
8	656	11,2309536
<b>TOTAL</b>	<b>5841</b>	<b>100</b>

#### **Ilustración 14**

*Porcentaje de aceptación de los resultados del análisis sensorial.*



En la ilustración 14 se puede observar que en base al 100% el 18,03% de aceptación la tiene C1, lo cual es indicativo de que, de las 8 muestras, C1 es la que presenta las mejores propiedades organolépticas según los encuestados, por lo tanto, se tomó C1 como la muestra indicada para analizar a mayor profundidad.

La calidad del vino, depende de una serie de factores tales como: Grado de alcohol, pH y Acidez. Para determinar las propiedades químicas de la bebida fermentada, se utilizaron los métodos de ensayo mencionados en la tabla 8. Para el análisis proximal se analizó la muestra por duplicado más un ensayo en blanco.

En la tabla 17 se presentan los resultados obtenidos de la caracterización físico química de la bebida fermentada obtenidos de la C1.

**Tabla 67**

**Caracterización físico-química de la bebida fermentada de tigüilote.**

<b>Mensurando</b>	<b>Resultados C1</b>	<b>Valores permitidos</b>
Grado de alcohol	13	8 - 16
°Brix	13,5	<4 - >50
pH	3,9	2,8 - 4,2
Acidez Total	3,67	3,5 - 8
Acidez Volátil	0,08	1 Max.
Humedad	91,76	-
Cenizas Totales	2,22	1 - 5
Proteínas	0,25	-
Salinidad	779	-
Conductividad	1061	-

Se observa que los parámetros calculados se encuentran dentro de los rangos permitidos en las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-199-SCFI-2017, sin embargo, para los análisis de Humedad, Proteína, Salinidad y Conductividad, no se encontraron rangos teóricos establecidos.

En la tabla 15 se observa que los análisis de pH, acidez volátil y total están por debajo del rango máximo permitido según la NOM-199-SCFI-2017, lo cual demuestra que la bebida cumple con estos estándares de calidad. Un vino que se encuentre por encima de los valores permitidos puede llegar a ser más susceptible a contaminación por microorganismos, además de presentar variaciones en cuanto a su color ya que la falta de acidez provoca un fuerte enturbiamiento en este y un sabor desagradable. En cuanto a aquellos vinos que presenten valores por debajo de los límites establecidos indican una oxidación de este.

El pH de la bebida fue de 3,9., según *Tenorio et al., 2014*, los vinos blancos deben de tener un pH de 3,0 – 3,3. La bebida fermentada presento 13,5 de grados brix, lo que lo clasifica como un vino semidulce (*Tabla 4*), el grado de alcohol fue de 13%, esto quiere decir que posee una buena calidad y estabilidad, por lo tanto, esto ayudara a la conservación del mismo. Según *Serres, 2019*, los vinos blanco denominados ligeros presentan una graduación alcohólica de 8 a 11, mientras los vinos blancos con cuerpos no suelen superar una graduación alcohólica de 13%.

Por otro lado, se obtuvo un resultado de proteína de 0,25% lo cual es un valor despreciable y es indicativo de calidad, ya que, un exceso de proteína en una bebida no solo hace que sea turbio si no también puede aportar malos sabores y afectar negativamente la vida útil del producto.

#### **4.1.3.1. Análisis microbiológicos.**

**Tabla 18**

***Análisis microbiológicos del producto final.***

No.	Parámetro	Resultados	Límite de detección	Unidades
1	Hongos	<10	1	UFC/ml
2	Levadura	<10	1	UFC/ml

En la tabla 18 se muestran los resultados analíticos obtenidos de los estudios microbiológicos realizados a la bebida fermentada (Hongos y levaduras), los cuales fueron realizados por el laboratorio de biotecnología de la UNAN-Managua, estos dieron resultados menores a 10 (<10) lo que indica que no hubo crecimientos de UFC en ninguna de las placas inoculadas, esto es indicativo de que no hay presencia significativa de hongos y levaduras. Dichos estudios se realizaron mediante el método United States Food and Drug Administration (FDA, 2001). Bacteriological Analytical Manual (BAM) Capítulo 18. Levaduras, hongos y micotoxinas.

#### 4.1.4. Etiqueta del vino.

##### Ilustración 15

Etiqueta del producto final.



En la ilustración 15 se observa la etiqueta comercial elaborada para la bebida fermentada, la cual se realizó tomando como referencia las pautas básicas especificadas por la NTON 03 070 – 06. Dicha etiqueta contiene las siguientes especificaciones: Nombre del producto, marca, país de origen, contenido de alcohol, contenido neto, fecha de elaboración.



# CAPITULO V





## **5.1. Conclusiones**

1. El análisis proximal de la fruta de tigüilote (*Cordia dentata Poir*), dio como resultado: Humedad 91,72%, Cenizas Totales 1,41%, Proteína 1,37%, Materia Grasa 0%
2. El proceso de elaboración de la bebida alcohólica fermentada se realizó mediante una fermentación anaeróbica y consta de las siguientes etapas: Selección de la materia prima, lavado, pesado, cocción, adición de componentes, maceración, enfriamiento, activación de levadura, adición de levadura, fermentación alcohólica, trasiego, filtrado y embotellado.
3. Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del producto final dieron como resultados los siguientes valores: Grados de alcohol 13%, Grados Brix 13,5%, pH 3,9, Acidez Total 3,67g/L, Acidez Volátil 0,08g/L, Humedad 91,76%, Cenizas Totales 2,22, Proteína 0,25%, Salinidad 779ml/L, Conductividad 1071ml/L. En cuanto a los análisis microbiológicos dieron como resultados valores <10 en Hongos y Levaduras.
4. La etiqueta comercial elaborada para la bebida fermentada contiene las siguientes especificaciones: Nombre del producto, marca, país de origen, contenido de alcohol, contenido neto, fecha de elaboración.

## **5.2. Recomendaciones**

1. Realizar análisis de anhídrido sulfuroso y metanol a la bebida fermentada.
2. Someter a la bebida fermentada a un proceso de clarificación mediante albumina o bentonita.
3. Utilizar un filtro especializado para esta operación.
4. Hacer uso de equipos especializados para la etapa de cocción.
5. Realizar análisis microbiológico de cuantificación de bacterias lácticas y acéticas.
6. Procesar los restos sólidos del mosto para la obtención de ácido acético o abono orgánico.
7. Esta es una especie con alto potencial económico que crece de forma espontánea y actualmente se está promoviendo el cultivo en fincas porque evita la erosión del suelo; también se pueden utilizar las hojas y tallos como forraje y las hojas, flores y fruto en la medicina tradicional, lo que representa una especie rica en principios activos; en consecuencia, se recomienda que se sigan implementando investigaciones referentes al fruto, para tener más soporte científico y promover más su aprovechamiento.
8. Respecto a las tecnologías, se recomienda mejorar los equipos tecnológicos en la producción del vino para llegar a una forma industrializada y comercializar el producto a gran escala.

### 5.3. Bibliografía

(2017). Bebidas alcohólicas-Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. Norma Oficial Mexicana.

Catalan, R. M. (2021). *Análisis proximales en alimentos*.

*Clasificación de los vinos: edad, color, azúcar residual y alcohol*. (2020). (Viveros Baber) Recuperado el mayo de 2021, de <https://www.vitivinicultura.net/clasificacion-de-los-vinos.html>

Combina, M., Mercado, L. A., Sturm, M. E., Rojo, C., Lerena, M. C., Vargas, A. S., & Rosa, M. L. (2018). Microorganismos alteradores del vino. Control microbiológico de vinos en la línea de fraccionamiento.

Cordero, J., & Boshier, D. (2003). *Arboles de centroamérica: un manual para extensionistas*. Recuperado el Marzo de 2021

Cortés, M. (2003). *ENOLOGIA, Enfoques científicos y técnicas sobre la vid y el vino*. Madrid Buenos Aires México: ALHAMBRA, S.A.

Delgado, C. (1994). *EL LIBRO DEL VINO*. ALIANZA.

Ferrer, S. (2012). *Microbiología del vino Levaduras y bacterias, control y mejora fermentativa*.

García, L. A., Mendoza, C. I., & Marrugo, L. (Mayo, 2016). *Elaboración y caracterización físicoquímica de un vino joven de fruta de borjón (B patinoi Cuatrec)*. Cartagena, Colombia.

Gutiérrez, R. (diciembre de 2015). *Conociendo la Enología: Historia del vino - Parte 1*. Obtenido de <https://www.lebonmenu.com/enologia-la-historia-del-vino/>

López, C., Ramírez, G., Mejía, A., & Jiménez, G. (2002). *Manual de métodos de análisis para el laboratorio de bromatología*. Recuperado el Marzo de 2021

M. D. (2015). *Clases de vinos*. Obtenido de <https://vinolab.weebly.com/blog/clases-de-vinos>

Macias, M. (2019). *Sabor y Estilo*. Obtenido de Tipos de vino.

Marin de Jesus, A. E. (Noviembre, 2018). *Evaluación fisicoquímica y sensorial del vino de mora añejado con chips de caoba hondureña (Swietenia macrophylla King) y roble frances (Quercus robur L.)*. Zamorano, Honduras.

Medina, P. (2019). *Clasificación de vinos: como se clasifican los vinos según la edad*. Obtenido de <https://vinasantacruz.cl/clasificacion-de-vinos-como-se-clasifican-segun-la-edad/#:~:text=Los%20vinos%20se%20clasifican%20en%20dos%20grandes%20grupos,que%20tienen%20en%20barricas%20y%20en%20las%20botellas>.

Pájaro, H., Benedetti, J., & Garcia, L. A. (2018). *Caracterización Fisicoquímica y Microbiológica de un vino de Frutas a base de Tamarindo (Tamarindus indica L.) y Carambola (Averrhoa carambola L.)*. Recuperado el 09 de 2021

Palma, M., & Gonzalez, C. (2018). *Recursos arbóreos y arbustos tropicales para una ganadería bovina sustentable*. Recuperado el 20 de febrero de 2021

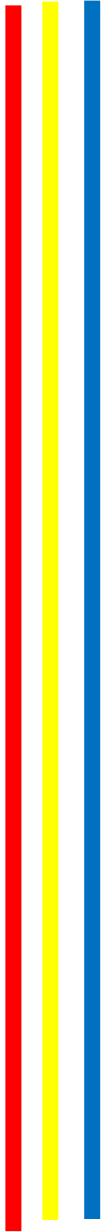
Petravic, V., Mesihovic, A., Mu-jadzic, S., & Lisicar, J. (2013). *Velic D. Production of Blacknerry Wine by Microfermentation Using commercial Yeast Fermol Rouge and Fermol Mediterranee, en : Agriculturae Conspectus Scientificus*.

Ramirez, N., Martínez, R., Fernández, E., Gallegos, J., Díaz, M., & Vásquez, S. (2005). *Características fisicoquímicas en vinos tintos: método tradicional y maceración carbonica empleando dos cepas de la levadura Saccharomyces cerevisiae strains*. Querétaro, México.

Rodriguez, M. (2010). *Clasificación de los vinos*. Obtenido de <https://rodriguezmaria.wordpress.com/clasificacion-de-los-vinos/>

Sanchez, D. (12 de Septiembre de 2014). *Principales tipos de fermentadores*. Obtenido de Configuracion de un fermentador: <https://bioprocfarm.blogspot.com/2014/09/capitulo-4-principales-tipos-de.html?m=1>

Tenorio, D., Aparicio, M. I., Prádena, J. M., García , M., Pérez, M. L., Redondo, A., . . . Zapata, A. (2014). *El vino y sus análisis*.



# Anexos



**Anexo 1. Selección y preparación de materia prima.**



**Acopio de la materia prima.**



**Despallado de la materia prima.**



**Selección de la materia prima según criterios de exclusión e inclusión.**



**Lavado de la materia prima.**

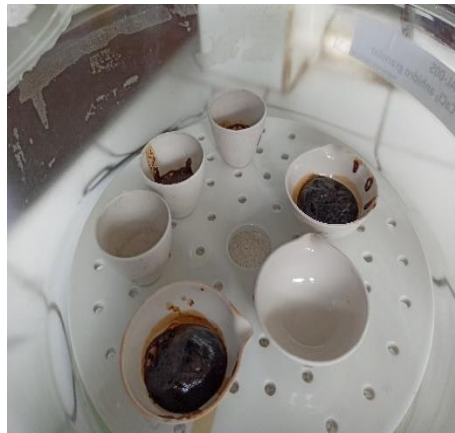
**Anexo 2. Análisis proximales de materia prima.**



**Preparación de la fruta.**



**Secado**



**Muestra de tigüilote**



**Pesado de muestra**

**Análisis de humedad.**



**Calcinación 500 °**



**Pesado**



**Muestra Calcinada**

**Análisis de ceniza**





**Análisis de humedad por termobalanza.**



*Digestión de la muestra*



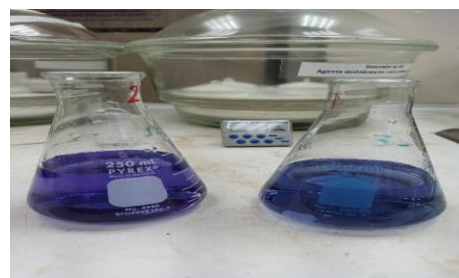
*Muestra digerida*



*Destilación de la muestra*



*Muestra destilada*



*Muestra titulada*

**Análisis de proteína.**



**Medición de Grados Brix.**

**Anexo 3. Elaboración de bebida fermentada.**



***Pesado de componentes (Sacarosa, levadura y futo de tigüilote).***



***Medición y adición de agua para el proceso de cocción.***

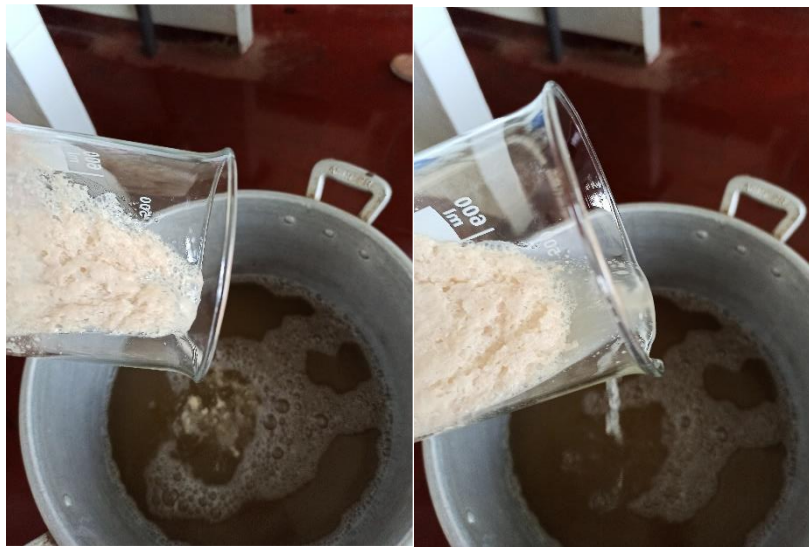


***Adición de sacarosa.***

***Proceso de cocción***



**Activación de levadura.**



**Adición de levadura.**



**Proceso de fermentación.**



***Trasiego y eliminación de sombrero.***



***Filtración.***



***Embotellado.***



***Encorchadora de acero inoxidable.***



***Producto final sin etiqueta.***

**Anexo 4. Análisis de del producto final.**



**Análisis de humedad por termobalanza.**



*Eliminación de humedad*



*Incineración de la muestra*



*Muestra sin materia orgánica*

**Análisis de cenizas.**



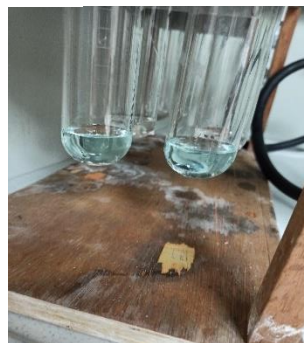
*Preparación de reactivos*



*Digestión de la muestra*



*Destilación de la muestra*



*Muestra digerida*



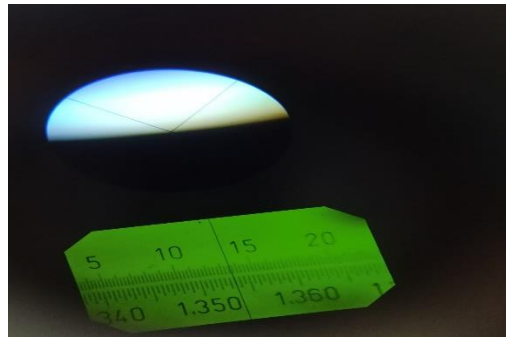
*Muestra titulada*

**Análisis de proteína.**

**Análisis de pH.**



**Análisis de Grados Brix.**



**Análisis de grados de alcohol.**



**Análisis de acidez total.**



*Titulación de la muestra*



*Muestra titulada*

**Anexo 5. Encuesta de análisis sensorial de la bebida alcohólica fermentada.**

**ENCUESTA**

**Tema: Elaboración de una bebida fermentada a base de fruta de tigüilote (*Cordia dentata poir*) mediante una fermentación anaeróbica en el laboratorio físico-químico de alimentos (LAFQA) de la UNAN-Managua.**

**CATA DE BEBIDA FEMENTADA**

**Catador:** \_\_\_\_\_

**Edad:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

Marque con un ✓ la casilla que considere adecuada para cada muestra.

<b>FASE VISUAL</b>					
<b>Intensidad de color</b>	<b>Muestra</b>	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Aceptable
	C1				
	C2				
	C3				
	C4				
	C5				
	C6				
	C7				
	C8				
<b>Limpidez</b>	<b>Muestra</b>	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Aceptable
	C1				
	C2				
	C3				
	C4				
	C5				
	C6				
	C7				
	C8				
<b>Claridad</b>	<b>Muestra</b>	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Aceptable
	C1				
	C2				
	C3				
	C4				
	C5				
	C6				
	C7				
	C8				

FASE OLFATIVA					
<b>Intensidad del aroma</b>	<b>Muestra</b>	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Aceptable
	C1				
	C2				
	C3				
	C4				
	C5				
	C6				
	C7				
	C8				
<b>Calidad del aroma</b>	<b>Muestra</b>	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Aceptable
	C1				
	C2				
	C3				
	C4				
	C5				
	C6				
	C7				
	C8				

**1. Aromas destacables por el catador**

C1:

---

C2:

---

C3:

---

C4:

---

C5:

---

C6:

---



C7:

---

C8:

---

<b>FASE GUSTATIVA</b>					
<b>Textura en boca</b>	<b>Muestra</b>	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Aceptable
	C1				
	C2				
	C3				
	C4				
	C5				
	C6				
	C7				
	C8				
<b>Equilibrio en boca</b>	<b>Muestra</b>	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Aceptable
	C1				
	C2				
	C3				
	C4				
	C5				
	C6				
	C7				
	C8				
<b>Persistencia</b>	<b>Muestra</b>	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Aceptable
	C1				
	C2				
	C3				
	C4				
	C5				
	C6				
	C7				
	C8				

**1. Sensaciones destacables por el catador**

C1:

---

C2:

---

C3:

---

C4:

---

C5:

---

C6:

---

C7:

---

C8:

---

### **RECOMENDACIONES GENERALES**

R: \_\_\_\_\_

---

---

---

### **NOTACION FINAL** (Califique cada muestra catada de 0 – 100)

**C1:** \_\_\_\_\_

**C2:** \_\_\_\_\_

**C3:** \_\_\_\_\_

**C4:** \_\_\_\_\_

**C5:** \_\_\_\_\_

**C6:** \_\_\_\_\_

**C7:** \_\_\_\_\_

**C8:** \_\_\_\_\_

***¡Muchas Gracias!***

**Anexo 6. Cata de la bebida fermentada.**



**Anexo 7. Análisis Microbiológico de la bebida fermentada.**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua  
UNAN - Managua  
Laboratorio de Biotecnología

RESULTADOS ANALÍTICOS  
BIOTECR-2021-0454

CLIENTE: Br. José Daniel Marengo  
Teléfono de contacto: (505) 81660974  
Correo electrónico: danielmarengo2020@gmail.com

Matriz / Tipo de muestra: Bebida alcohólica/ vino artesanal  
Identificación de la muestra: H-L-T  
Localidad/Municipio/Departamento: Managua, Managua  
Coordenadas: NR

Fecha de muestreo: 2021-10-24  
Hora de muestreo: 15 h 00  
Fecha del reporte: 2021-11-15  
Código de laboratorio: LM-2110-0058

No.	Parámetro	Método	Resultados	Límite de detección	Unidades
1	Hongos	FDA/BAM	< 10	1	UFC/ml
2	Levaduras	FDA/BAM	< 10	1	UFC/ml

**Claves:**  
NR: No reportado  
UFC/ml = Unidades formadoras de colonias contenidas en 1 ml de muestra, en base a tres réplicas de diluciones decimales seriadas de 50 ml de muestra desde 10<sup>-1</sup> hasta 10<sup>-6</sup>.  
< 10: No hubo crecimiento de UFC en ninguna de las placas inoculadas.

United States Food and Drug Administration (FDA, 2001). Bacteriological Analytical Manual (BAM). Capítulo 18. Levaduras, hongos y Micotoxinas.

La muestra fue colectada y transportada al laboratorio por el cliente.

*Dr. Martha Lacayo Romero*  
Directora

¡A la libertad por la Universidad!

Recinto Universitario Ricardo Morales Avilés (RURMA) Pabellón D, aula D-4  
Apartado Postal: 663. Teléfono: 22701237/22786789 ext. 6023, 6227.  
www.unan.edu.ni/lab\_bio. Correo electrónico: biotecnologia@unan.edu.ni

1 de 1