



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

**RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**CARRERA QUÍMICA INDUSTRIAL**

**SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
LICENCIATURA EN QUÍMICA INDUSTRIAL**

**TÍTULO: Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022**

**Autores:**

Br. Adolfo Eduardo Salvatierra Rodríguez

Br. Bryan Alexander Ruiz Urroz

Br. Jorge Andrés Zeledón Salinas

**Tutor:**

Lic. José Luis Prado Arroliga

Managua, enero del 2023

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

## **ASPECTOS GENERALES**

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

## **Título**

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

## **Dedicatoria**

Dedicamos este logro a Dios en primer lugar, por ser el inspirador de cada uno de nuestros pasos, por darnos la vida e iluminar nuestro caminar, por las bendiciones que recibimos a diario, porque nos ha llenado de sabiduría y entendimiento. Al padre, Dios todo poderoso que en su bondad e infinita misericordia derramó la bendición a nuestras vidas proveyendo los medios y recursos necesarios para poder culminar esta etapa de nuestras vidas.

Con mucho cariño y amor queremos dedicar este seminario de graduación a nuestros padres, por ese amor incondicional que nos han brindado, porque han estado presentes en cada momento de nuestras vidas, por sus esfuerzos, sacrificios y dedicación, por siempre guiarnos y motivarnos al deseo de superación y de triunfo en la vida y por dar lo mejor a cada uno de nosotros.

A nuestros familiares y seres queridos que nos motivaron a salir adelante y de una u otra manera nos inspiraron a ser mejores día a día.

Así mismo a los docentes los cuales con paciencia nos enseñaron y compartieron sus conocimientos dedicándonos tiempo atendiendo nuestras necesidades, aquellos que desde un principio ayudaron a formar nuestros conocimientos y hacernos profesionales de bien.

## **Agradecimientos**

Agradezco profundamente a Dios, por guiarme en el sendero correcto de la vida, cada día en el transcurso de este camino e iluminarme en todo lo que he realizado.

A mis padres, por ser un ejemplo de vida a seguir, por inculcarme los valores y principios que me han convertido en la persona que soy, por apoyarme incondicionalmente y estar de mi lado hoy, mañana y siempre.

A nuestro tutor de seminario de graduación, por guiarnos, corregirnos y asesorarnos en la realización de esta investigación.

A la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua por abrirme las puertas de esta casa de estudio y permitirnos formar parte de esta familia educativa.

Agradezco con mucho cariño a Licenciada Mariela Avilés Martínez, Ingeniera Mélida Núñez Ramos, Licenciada Itzia Medrano Orozco e Ingeniera Patricia Rayo González por habernos apoyado y aportado con sus conocimientos en la realización de esta investigación.

Agradezco al Ingeniero Diomenes López de la Cooperativa “Jorge-Salazar”, por habernos apoyado y donado la materia prima para la realización de esta investigación.

A mi hermana, sobrina, abuelos y de más familiares, mis amigos y todas aquellas personas que confiaron en mí, que me incentivaron y motivaron para seguir adelante con este sueño tan anhelado.

**Adolfo Salvatierra**

## **Agradecimientos**

Agradezco primeramente a Dios por haberme permitido obtener este gran logro, por darme la salud, sabiduría y las fuerzas en los momentos difíciles.

Agradezco a mi mamá Angelita, a mi papá Ángel y a Neyton por haberme apoyado en todos los aspectos incondicionalmente, sin su apoyo no hubiese sido posible nada de esto, estoy infinitamente agradecidos con ellos.

Agradezco a todos mis profesores por todo el conocimiento transmitido a lo largo de mi carrera, de igual manera a mis amigos que fueron muy importante para mí durante todo este proceso.

Agradezco a Ingeniera Mélida Núñez, Ingeniera Patricia Rayo y Licenciada Itzia Medrano, por todo su apoyo, fueron de mucha ayuda durante el transcurso de elaboración de nuestro trabajo de seminario de graduación.

**Bryan Ruiz**

## **Agradecimientos**

Primeramente, doy gracias a Dios por permitirme tener tan buena experiencia dentro de mi universidad, gracias a mi universidad por permitirme convertirme en ser un profesional en lo que tanto me apasiona.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ellos entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

A toda mi familia por su comprensión y estímulo constante, además su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

Y a todas las personas que de una y otra forma me apoyaron en la realización de este objetivo.

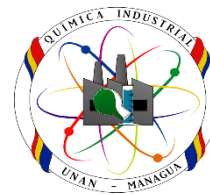
**Andrés Zeledón**

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

## CARTA AVAL DEL TUTOR



El presente trabajo de investigación titulado “*Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (Theobroma cacao) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022*”, ha sido realizado por los bachilleres *Br. Adolfo Eduardo Salvatierra Rodríguez con número de carnet 18044781, Br. Bryan Alexander Ruiz Urroz con número de carnet 18049775 y Br. Jorge Andrés Zeledón Salinas con número de carnet 18045034*, bajo mi tutoría *José Luis Prado Arroliga, Especialista*, doy fe de que la investigación es propiedad intelectual fidedigna y original de ellos, además que han cumplido con todas las disposiciones y requisitos académicos según el Capítulo III del Título IV del Reglamento del Régimen Académico Estudiantil para optar al título de Licenciatura en Química Industrial.

Managua, enero 2022

---

*José Luis Prado Arroliga, Esp.*

*Tutor*

*Departamento de Química*

*UNAN-Managua*



## **Resumen**

El objetivo de este estudio ha sido elaborar una bebida alcohólica tipo aguardiente, a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*), este es un subproductos del fruto de cacao criollo en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, que podría ser utilizado como potencial materia prima, en esta investigación se efectuó una metodología experimental para establecer las condiciones operacionales que permita a la Cooperativa “Jorge Salazar” implementar un proceso para la elaboración de un aguardiente como propuesta de utilidad del mucílago, empezando por caracterizar la materia prima y basándonos en las normas correspondientes, se hará una evaluación de las características del producto final tanto químicas como organolépticas, y a través de un estudio cualitativo evaluar la aceptación de tal bebida.

Palabras Claves: Mucílago, cacao criollo, aguardiente, alcohol.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

1	CAPÍTULO I .....	1
1.1	Introducción .....	2
1.2	Planteamiento del Problema.....	3
1.3	Justificación.....	4
1.4	Objetivos de investigación .....	5
1.4.1	Objetivo general.....	5
1.4.2	Objetivos específicos. ....	5
2	CAPÍTULO II.....	6
2.1	Marco Teórico.....	7
2.1.1	Planta de cacao.....	7
2.1.2	Variedades de cacao.....	7
2.1.3	Origen de la planta. ....	8
2.1.4	Cacao criollo. ....	9
2.1.5	Composición química del fruto de cacao.....	9
2.1.6	Mucílago de cacao. ....	10
2.1.7	Composición química del mucílago del cacao.....	11
2.1.8	Bebida alcohólica.....	12
2.1.9	Bebidas alcohólicas fermentadas. ....	12
2.1.10	Bebidas alcohólicas destiladas.....	12
2.1.11	Aguardiente.....	12
2.1.12	Proceso de elaboración de Aguardiente.....	13
2.1.13	Determinación de parámetros de calidad.....	19
2.1.14	Requisitos de etiquetado y envasado de bebidas alcohólicas destiladas (aguardiente). 23	

2.2	Antecedentes .....	27
2.3	Preguntas Directrices.....	28
3	CAPITULO III .....	29
3.1	Diseño Metodológico.....	30
3.1.1	Descripción del ámbito de estudio y tecnológico.....	30
3.1.2	Tipo de estudio.....	31
3.1.3	Población y Muestra.....	31
3.2	Identificación de Variable.....	32
3.2.1	Variables dependientes.....	32
3.2.2	Variables independientes.....	32
3.3	Material y Método.....	32
3.3.1	Materiales para recolectar información.....	32
3.3.2	Materiales para procesar la información.....	33
3.3.3	Método.....	33
4	CAPÍTULO IV .....	40
4.1	Análisis de resultado .....	41
4.1.1	Materia Prima.....	41
4.1.2	Mosto fermentado.....	42
4.1.3	Producto destilado.....	43
4.1.4	Rendimiento de la materia prima (mucílago de cacao criollo) para producir aguardiente. 44	
4.1.5	Ejemplo de balance general de materia para producir aguardiente de mucílago de cacao criollo.....	46
4.1.6	Condiciones operacionales para la elaboración de un aguardiente de mucilago de cacao criollo al 37%.....	47
4.1.7	Características Físico-químicas del Producto final.....	50

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

4.1.8	Características Organolépticas del producto final. ....	51
4.1.9	Aceptación de la bebida alcohólica por el público consumidor habitual.....	56
5	CAPÍTULO V.....	58
5.1	Conclusiones .....	59
5.2	Recomendaciones.....	61
5.3	Bibliografía.....	62
5.4	Anexos.....	67
5.4.1	Anexo 1. Diagrama de flujo.....	67
5.4.2	Anexo 2. Encuesta realizada para la aceptación del producto. ....	68
5.4.3	Anexo 3. Cálculos de ajuste de concentración.....	70
5.4.4	Anexo 4. Cálculos del balance de materia general teórico. ....	70
5.4.5	Anexo 5. Cooperativa “Jorge-Salazar”.....	72
5.4.6	Anexo 6. Etapas. ....	72
5.4.7	Anexo 6. Propuesta de diseño del producto final .....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición química del fruto de cacao.....	9
Tabla 2 Composición química del mucílago de cacao.....	11
Tabla 3 Utensilios de laboratorios. ....	33
Tabla 4 Reactivos.....	34
Tabla 5 Equipos de laboratorio .....	34
Tabla 6 Resultados de los grados °Brix y pH de la materia prima y mosto .....	41
Tabla 7 Resultados del Mosto fermentado por 10 días.....	42
Tabla 8 Resultados del Mosto fermentado por 15 días.....	42
Tabla 9 Resultados de la destilación del fermentado de 10 días.....	43
Tabla 10 Resultados de la destilación del fermentado de 15 días.....	44
Tabla 11 Resultados de volumen destilado por litro de mosto fermentado .....	45
Tabla 12 Condiciones operacionales por cada etapa .....	47
Tabla 13 Resultados de los grados °Brix, pH y grado alcohólico del producto final .....	50
Tabla 14 Resultados de datos generales.....	51
Tabla 15 Resultados de las características aromáticas del producto final .....	53
Tabla 16 Resultados de las características del sabor del producto final .....	54
Tabla 17 Resultados de la evaluación del aspecto del producto final.....	55
Tabla 18 Resultados de la calificación de los encuestados sobre producto final.....	56

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Escala de pH .....	21
Ilustración 2 Imagen Satelital Cooperativa "Jorge Salazar" .....	30
Ilustración 3 Rango de edades .....	51
Ilustración 4 Ocupación en la Universidad.....	52
Ilustración 5 Sexo .....	52
Ilustración 6 Evaluación del Aroma .....	53
Ilustración 7 Evaluación del sabor.....	54
Ilustración 8 Evaluación del aspecto.....	55
Ilustración 9 Evaluación de la aceptación.....	56
Ilustración 10 Instalaciones dentro de la Cooperativa .....	72
Ilustración 11 Recepción MP.....	72
Ilustración 12 Preparación del Mosto .....	73
Ilustración 13 Activación de Levaduras .....	73
Ilustración 14 Fermentación .....	74
Ilustración 15 Destilación .....	74
Ilustración 16 Determinación de pH.....	75
Ilustración 17 Determinación °Brix .....	75
Ilustración 18 Medición de grado alcohólico.....	76
Ilustración 19 Etiqueta Delantera.....	76
Ilustración 20 Etiqueta trasera .....	77
Ilustración 21 Presentación Final.....	77

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

## **1 CAPÍTULO I**

## 1.1 Introducción

El cacao es uno de los cultivos más representativos de Nicaragua, sin embargo, no todo el fruto de cacao como tal es aprovechado industrialmente, pues en gran mayoría solo se aprovecha el grano de cacao para exportación y elaboración de chocolate artesanal, según el Plan Nacional de consumo y comercio Nicaragua espera producir 190,000 quintales para el ciclo 2022/23 (MIFIC, 2022). Pero, la mazorca, los granos de descarte, la cascarilla del grano, el mucílago y la torta son considerados desechos del fruto, estos cuentan con gran potencial de aprovechamiento industrial.

La Cooperativa Agropecuaria de Servicios, “Jorge-Salazar”, ubicada en la localidad del Tuma en el municipio de La Dalia, departamento de Matagalpa, una de sus principales actividades es la siembra y cosecha de cacao criollo (*Theobroma cacao*) para la producción de chocolate artesanal y sus derivados, los productores al separar el mucílago de la pulpa, este no tiene ningún uso y solamente se descarta, según la literatura, el mucílago de cacao criollo, tiene aptos contenidos de azúcares para la elaboración de bebidas alcohólicas, por lo que se pretende aprovechar el mucílago como potencial materia prima y así fomentar su uso y aprovechamiento de este subproducto.

Por esta razón la presente investigación pretende centrarse en el mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) que resulta del descarte del grano de cacao en la Cooperativa “Jorge Salazar”, en la que se propone utilizarlo como base para la elaboración de una bebida alcohólica destilada, tipo aguardiente, con esto se pretende aprovechar las características que el mucílago de cacao criollo puede ofrecer y con esto proponer darle un valor agregado a este subproducto de descarte.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, el estudio sostiene como objetivo la evaluación del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*), para la elaboración de aguardiente, por medio de la fermentación alcohólica y posterior destilación estableciendo la condiciones, caracterizando cuantitativamente la materia prima y caracterizando tanto cuantitativamente como cualitativamente el producto final, este último basándose en las normativas pertinentes, además de evaluar la aceptación de la bebida por el público consumidor habitual.



## 1.2 Planteamiento del Problema

El cacao es un alimento de gran importancia en la industria, de este mismo se puede obtener numerosos productos o beneficios, en la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Jorge-Salazar, ubicada en el municipio de La Dalia-Matagalpa, se cosechan hasta 10 manzanas de cacao criollo, para la producción de chocolates o cocoa, sin embargo, cuando el cacao es procesado, se obtienen residuos o subproductos que pueden ser enormemente aprovechados (Uribe, 2020).

Durante el proceso de extracción de las semillas, la cubierta blanca que se encuentra alrededor de la semilla se desprende, el cual se conoce como mucílago de cacao, este muchas veces es descartado, desperdiciado y no tiene ninguna utilidad por los productores.

Según (Uribe, 2020) la generación de este residuo, al ser depositado en las plantaciones podría provocar alteraciones en las características del suelo modificando el pH por acción de microorganismos. También señala que este evento de descomposición implica la oxidación de los restos orgánicos, en donde inicialmente estos materiales sufren un fraccionamiento que facilita el ataque microbial, dándose la descomposición, siempre y cuando existan condiciones óptimas como humedad, aireación y temperatura.

Así mismo, plantea que la adición de materia orgánica en el suelo puede provocar un incremento o una disminución del pH, ya que, en suelos alcalinos se presenta una disminución del pH cuando se adiciona material orgánico, siendo éste el efecto ocurrido con el vertimiento del mucílago de cacao, provocando que el suelo cambie sus características y se presente inconvenientes por el cambio de pH al depositarse este líquido.

Debido al desarrollo de procesos productivos y la preservación de los recursos naturales, se buscan alternativas de gran sostenibilidad para el manejo adecuado de subproductos obtenidos en el beneficio del cacao, específicamente el mucílago o cubierta blanca. Esto afecta al campesino por la contaminación de suelos, provocando olores malolientes y daños ambientales.

El mucílago de cacao criollo es un subproducto de la cadena productiva del cacao que puede ser empleado como materia prima potencial para generar otros productos y obtener beneficios, entonces ¿Cuáles son las condiciones operacionales para producir aguardiente del mucílago de cacao, como propuesta de utilidad en la cooperativa Jorge Salazar?

### **1.3 Justificación.**

La presente investigación se basó principalmente en aprovechar los residuos de mucílago generados por 10 manzanas de plantaciones de cacao criollo en la Cooperativa agropecuaria de Servicios Jorge-Salazar, de esta manera explotar el mucílago que se desecha durante el proceso para obtener las semillas secas, lo cual se utiliza en la producción de chocolate y cocoa, siendo este mucílago, utilizado como materia prima para la elaboración de una bebida alcohólica.

Para ello, se abordará un estudio, que permita formular una bebida alcohólica a partir del mucílago de cacao criollo con las características químicas y organolépticas según la normativa correspondiente, de esta manera, se estaría contribuyendo con la reducción de los “residuos o subproductos” del cacao, evitando que este tipo de materiales sean descartados o tomados como inservibles, también se estaría evitando que el mucílago de cacao sea un contaminante del suelo, y se contribuiría significativamente al aprovechamiento de la producción del cacao.

El rubro de explotación de cacao está tomando un mayor auge en Nicaragua, por lo que el aprovechamiento de los subproductos para generar otros productos, aportaría a la economía del país. Por otra parte, habrá nueva alternativa de elección para personas consumidoras de alcohol, ya que en el país no existe una bebida alcohólica de este tipo. Además, los propietarios, productores y campesinos de la Cooperativa Jorge-Salazar, obtendrán beneficios, ya que, en lugar de desechar el mucílago, se le dará un valor agregado y podrían recibir ingresos a partir de este material que no generaba ningún beneficio.

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

## **1.4 Objetivos de investigación**

### **1.4.1 Objetivo general.**

1.4.1.1. Elaborar aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) de la Cooperativa Jorge-Salazar.

### **1.4.2 Objetivos específicos.**

1.4.2.1. Identificar las condiciones iniciales (pH y °Brix) de la materia prima (mucílago de cacao criollo) para la producción de aguardiente.

1.4.2.2. Establecer las condiciones operacionales para el proceso de elaboración de aguardiente a base de mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*).

1.4.2.3. Caracterizar el producto final (aguardiente a partir de mucílago de cacao criollo) según las especificaciones de la Norma Técnica de bebidas alcohólica-Aguardiente NTON 03 036-00.

1.4.2.4. Conocer el grado de aceptación de la bebida alcohólica dirigida al público consumidor habitual.

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

## **2 CAPÍTULO II**

## 2.1 Marco Teórico

### 2.1.1 Planta de cacao.

*Theobroma cacao* L. es el nombre científico que recibe el árbol del cacao o cacaotero, esta es una planta de hoja perenne de la familia Malvaceae. *Theobroma* significa, en griego, alimento de los dioses. La palabra cacao se cree que viene de los lenguajes de la familia mixe-zoque que habrían hablado los olmecas. En maya yucateco, kaj significa amargo y kab significa jugo. Alternativamente, algunos lingüistas proponen la teoría de que en el correr del tiempo pasó por varias transformaciones fonéticas que dieron paso a la palabra cacaoatl, la cual evolucionó después a cacao (Quiroz, 2012).

### 2.1.2 Variedades de cacao.

***Cacao Forastero***: El cacao forastero o amazonio es la variedad más común. Su sabor es fuerte, amargo, un poco ácido y representa el 70% del consumo de cacao del mundo. Es la más robusta (Los productores dicen que confían en su resistencia a enfermedades) además que da la mayor cantidad de frutos, pero los puntos en contra son un aroma sin fineza y escaso sabor frutal.

Este grano fue introducido por los europeos en los territorios colonizados cuando el chocolate era solicitado a principios del siglo XX en Europa.

Las variedades de cacao Forastero se cultivan principalmente en Venezuela, Perú, Ecuador, Colombia, Brasil, Costa de Marfil, Ghana, Camerún, Costa Rica, Santo Tomé y algunas plantaciones en el sudeste asiático (Le vice chocolat, 2019).

***Cacao criollo***: Es el árbol que da el fruto con mejor calidad, pero se caracteriza por ser menos fructífero y representa una pequeña proporción de la elaboración mundial. Se identifica por tener semillas redondas y ligeramente planas. Éstas, sin fermentar, poseen un color ligeramente violeta y blanco.

Es un cacao de aromas afrutados con notas de frutos secos y ligeramente amargo, pero refinado. Es muy apreciado para los chocolates de mayor calidad. Con esta variedad, se preparan algunos de los mejores bombones y cualquier preparación gourmet.

Es cultivado principalmente en México, Guatemala y Nicaragua en pequeñas cantidades. Además, Venezuela, Colombia, islas del Caribe, Trinidad, Jamaica e isla de Granada. En Madagascar, Java e islas Comores (Le vice chocolat, 2019).

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

**Cacao Trinitario:** Es un híbrido obtenido a partir del Criollo y el Forastero. Su producción es claramente superior en comparación con el criollo y combinando las características gustativas de ambos. Es mucho más resistente a enfermedades y tiene un sabor mucho más sutil. Si alguna vez lo pruebas, puedes sentirte especial.

Contiene un amplio rango de sabores, aromas y persistentes en el paladar. Pueden apreciarse sabores a heno, roble miel, manzana y melón. Se cultiva en Trinidad, Java, Sri Lanka, Papua- Nueva Guinea, Camerún y en Venezuela con el nombre de Carenero Superior. Actualmente representa aproximadamente el 5% de la producción mundial (Le vice chocolat, 2019).

### **2.1.3 Origen de la planta.**

El cacao, *Theobroma cacao* L, es una planta de origen americano. Debido al sistema de vida nómada que siempre llevaron los primeros habitantes de este continente, es prácticamente imposible decir a ciencia cierta cuál fue el lugar de origen (Enriquez, 1985).

Según algunos estudios, el cacao es originario de América del Sur, en el área del Alto Amazonas, que comprende países como Colombia, Ecuador, Perú y Brasil. Es en este último lugar donde se ha encontrado la mayor variabilidad de la especie (Enriquez, 1985).

#### **2.1.3.1 Clasificación taxonómica.**

- Clasificación científica División: Magnoliophyta
  - Clase: Magnoliopsida
  - Orden: Malvales
  - Familia: Sterculiaceae
  - Género: *Theobroma*
  - Especie: *T. cacao*
  - Nombre científico: *Theobroma cacao*, nombre griego para el árbol del cacao o cacaotero.
- Fuente: (Enriquez, 1985)

#### 2.1.4 Cacao criollo.

El cacao criollo tiene las siguientes características: mazorcas cilíndricas, con diez surcos profundos simples o en cinco pares, cáscara (pericarpio) verrugosa, delgada o gruesa, con una ligera capa lignificada en el centro del pericarpio, con o sin depresión en el cuello, puntas agudas en cinco ángulos, rectas o recurvadas. El color de la mazorca puede variar del verde al rojo. Semillas blancas o ligeramente pigmentadas, cilíndricas u ovals (Enriquez, 1985).

Los árboles son relativamente más bajos y menos robustos que de otras variedades, copa redonda, hojas pequeñas ovaladas, de color verde claro y grueso, muy susceptible a la mayoría de las enfermedades. Las flores tienen pedicelos cortos, estaminoides y líneas guías de los pétalos rosados claro. Las espátulas de los pétalos son de forma y color muy variables (Enriquez, 1985).

El fruto del cacao, *Theobroma cacao* L., denominado comúnmente mazorca, consiste en una cáscara relativamente gruesa que encierra un número muy diverso de semillas, entre 20 y 50, dispuestas normalmente en cinco hileras y sumergidas en una pulpa mucilaginoso de color blanco y sabor azucarado (Graziani, Ortiz, et al., 2002).

#### 2.1.5 Composición química del fruto de cacao.

Según estudios realizados por investigadores, la composición química aproximada de las diferentes partes de la almendra de cacao criollo contiene:

**Tabla 1**

*Composición química del fruto de cacao*

Variable	Porcentaje %	
	Testa+Pulpa	Cotiledón
<b>Humedad</b>	80,02 %	36,36%
<b>pH</b>	3,52	6,39
<b>Acidez total</b>	3,40 %	0,31%

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

<b>Taninos</b>	0,84%	0,68%
<b>Azúcares reductores</b>	18,41%	3,02%
<b>Azúcares totales</b>	39,49%	8,05%
<b>Proteínas</b>	4,27%	13,88%
<b>Cenizas</b>	----	3,67%
<b>Grasas</b>	----	50,99%
<b>Sólidos Solubles</b>	13,43 %	----

Fuente: (Graziani, et al., 2002)

### 2.1.6 Mucílago de cacao.

El mucílago de cacao, es el recubrimiento que tiene la semilla del cacao con una consistencia viscosa también conocida como baba, este recubrimiento impide el paso del aire hasta la almendra (Salous, 2019).

En la actualidad a los subproductos como la vaina de cacao y al mucílago se les está proporcionando un valor agregado, aplicando nuevas metodologías. Durante la cosecha de los granos del cacao, estos son apilados en tanques de fermentación para así obtener un jugo viscoso proveniente del recubrimiento de la semilla, una de sus características es su sabor dulce (KYB Anvoh, A. Zoro Bi, & D. Gnakri, 2009). En el proceso de fermentación se obtiene alrededor de 100 a 150 L de mucílago por toneladas de granos de cacao (Vásquez & Otros, 2019).

Se estima que aproximadamente de 100 kilogramos de cacao se obtiene de 4 y hasta 7 litros de mucílago en las primeras horas de la fermentación (Santana, Vera, Vallejo, & Alvarez, 2019).

El mucílago de cacao es el subproducto que no es aprovechado durante el proceso de cosecha, este cuenta con un exceso de pulpa el proceso de fermentación del grano de cacao (Afolabi, Ibitoye, & Agaje, 2015).

En la fermentación si se tiene una cantidad excesiva de mucílago esto puede hacer que la almendra se perjudique, por esta razón se recomienda separar la pulpa excedente para realizar



Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

fermentaciones cortas y con mayor eficiencia en cuanto a la calidad del producto ( Kongor, y otros, 2016).

El mucílago tiene un alto valor nutricional lo que permite la innovación de nuevos productos, además puede llegar a ser otra alternativa de ingresos económicos para los productores y la agroindustria. Por otra parte, cuando al mucílago es tratado de manera adecuada contribuye con la disminución de la contaminación del suelo y las plantas (Thi & Tien, 2016). Cabe mencionar que el mucílago es utilizado para la elaboración de bebidas alcohólicas (Sánchez, Medin, Díaz, Ramos, & Vera, 2015).

### 2.1.7 Composición química del mucílago del cacao.

**Tabla 2**

*Composición química del mucilago de cacao*

<b>Componentes</b>	<b>Porcentajes en base húmeda</b>
<b>Agua</b>	79,20-84,20 %
<b>Proteína cruda</b>	0,09-0,11 %
<b>Azúcares Totales</b>	12,50-16,90 %
<b>Glucosa</b>	11,60-15,32 %
<b>Sacarosa</b>	0,11-0,90 %
<b>Pectinas</b>	0,90-1,19 %
<b>Ácido cítrico</b>	0,77-1,52 %
<b>Cenizas</b>	0,40-0,50 %

Fuente: (Braudeau, 2001)

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

### **2.1.8 Bebida alcohólica.**

Producto obtenido por fermentación alcohólica de materias primas de origen vegetal mediante la utilización de levaduras del tipo *Saccharomyces*, y que han sido sometidas o no a procesos de destilación, rectificación, redestilación, maceración o cocción en presencia de productos naturales, que son susceptibles a ser añejadas, debiendo ser aptas para el consumo humano (NTON 03 035–12, 2012).

### **2.1.9 Bebidas alcohólicas fermentadas.**

Son aquellas obtenidas por fermentación alcohólica de mostos de materias primas de origen vegetal y que son sometidas a operaciones tales como clarificación, estabilización y conservación (NTON 03 035–12, 2012).

### **2.1.10 Bebidas alcohólicas destiladas.**

Son aquellas obtenidas por destilación, previa fermentación alcohólica de productos de origen vegetal y que son susceptibles a ser añejadas o maduradas de acuerdo a las características de la bebida final que se quiere obtener (NTON 03 035–12, 2012).

### **2.1.11 Aguardiente.**

El aguardiente es una bebida alcohólica proveniente de un fermentado alcohólico, cuyos sabores y aromas son originados por destilación de la materia prima destilada.

Para que se conserve el sabor a la materia prima, el resultado de la destilación debe de tener una graduación alcohólica en torno a los 80 grados de alcohol; es decir, el alcohol ha de estar poco rectificado. Las legislaciones exigen un máximo de destilación según los diversos aguardientes, para que conserven las características peculiares de aroma y sabor propias de la materia alcohólica de procedencia (Destillati e liquori, 1977).

#### ***2.1.11.1 Características organolépticas.***

Según (NTON 03 036 - 00, 2001)

- **Olor y sabor:** Aroma suave bien definido de las melazas de la materia prima utilizada. Sabor típico del aguardiente, bien balanceado y definido.

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

- **Aspecto:** Líquido brillante y transparente, libre de sólidos en suspensión y sedimentos.
- **Especificaciones físicas y químicas:** Porcentaje de alcohol en volumen a 20°C: 34% a 40% grados.

### **2.1.12 Proceso de elaboración de Aguardiente.**

#### ***2.1.12.1 Selección de materia prima.***

Es la primera tarea a realizar en el proceso de producción. Su importancia es tal, que una mala selección de éstos puede dar al traste con el mejor de los procesos.

Debe existir una serie de requisitos sanitarios para la elección de materia prima:

- Toda materia prima debe estar en condiciones aptas para el consumo humano, es decir, libre de partes podridas, basuras, sustancias tóxicas, extrañas o en estado de descomposición que afecten a la salud de las personas.
- Es necesario realizar una inspección y selección antes de ser comprados y utilizados.

#### ***2.1.12.2 Maceración y preparación del mosto.***

La maceración es un proceso de extracción de sólido a líquido. Técnicamente es muy sencillo: una materia prima sólida se deja reposar en un líquido durante un tiempo determinado. Los compuestos aromatizantes, colorantes, etc. Presente en el sólido pasarán al líquido extractante si son solubles en él.

Existe una variedad de líquidos extractantes, como por ejemplo el agua, los aceites vegetales, el etanol, el vinagre, los zumos de fruta.

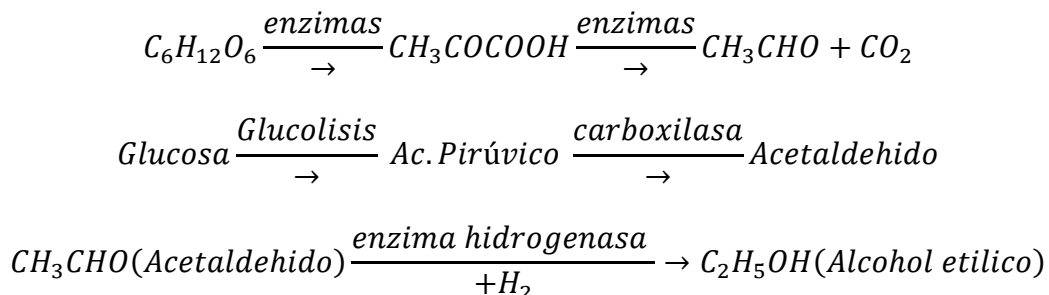
La extracción puede realizarse en frío o en caliente. La maceración en frío se considera la forma más pura de extracción, ya que los componentes solubles pasan al líquido extractante sin ser alterados. La maceración en caliente, también llamada infusión, altera la composición molecular de algunos componentes, pero tiene la ventaja de ser más rápida (BEBER Magazine, 2021).

### 2.1.12.3 Fermentación.

La fermentación alcohólica es llevada a cabo principalmente por la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, que es la levadura corriente del pan o la cerveza, quien convierte un 90% del azúcar en cantidades equimoleculares de alcohol y CO<sub>2</sub> (Baquerizo, 2013).

Es un proceso de tipo biológico, en el cual se lleva a cabo una fermentación sin presencia de oxígeno. Este tipo de fermentación se debe a las actividades de ciertos microorganismos, los cuales se encargan de procesar azúcares, como la glucosa, la fructosa, etc. (hidratos de carbono), dando como resultado un alcohol a modo de etanol, CO<sub>2</sub> (gas) y ATP (adenosíntrifosfato), moléculas que son utilizadas por los propios microorganismos en sus metabolismos energéticos (Baquerizo, 2013).

Según (Vazquez, 2007). Menciona que en esta fermentación a partir de la glucosa y con la participación de diferentes enzimas, se origina el ácido pirúvico, el cual es descarboxilado hasta CO<sub>2</sub> y acetaldehído y este último reducido por la acción de la deshidrogenada hasta alcohol.



El oxígeno es el desencadenante inicial de la fermentación, ya que las levaduras lo van a necesitar en su fase de crecimiento. Sin embargo, al final de la fermentación conviene que la presencia de oxígeno sea pequeña para evitar la pérdida de etanol y la aparición en su lugar de ácido acético. La fermentación alcohólica es un proceso exotérmico, es decir, se desprende energía en forma de calor. Es necesario controlar este aumento de temperatura ya que si ésta ascendiese demasiado (25 - 30°) las levaduras comenzarían a morir deteniéndose el proceso fermentativo. Otro producto resultante de la fermentación es el anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) en estado gaseoso, lo que provoca el burbujeo, la ebullición y el aroma característico de una cuba de mosto en fermentación (Vazquez, 2007).

A lo largo de todo el proceso de fermentación, y en función de las condiciones (cantidad de azúcar disponible, temperatura, oxígeno, etc.) se dan las siguientes fases (Vazquez, 2007):

- 1ª fase (primeras 24 horas), predominan levaduras no esporogéneas, que resisten un grado alcohólico 4-5. Son sensibles al anhídrido sulfuroso.
- 2ª fase (2º-4º día), predomina el *Sacharomyces cerevisiae* que resiste hasta un grado de alcohol entre 8 y 16. En esta fase es cuando se da la máxima capacidad fermentativa.
- 3ª fase sigue actuando *Sacharomyces Cerevisiae* junto a *Sacharomyces Oviformis*. También pueden existir otros microorganismos procedentes principalmente de las bodegas y de los utensilios, suelen ser hongos entre los que destacan *Penicillium*, *Aspergillus*, *Oídium*, (Vazquez, 2007).

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

##### **2.1.12.4.1 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. Sin embargo, a menor temperatura es más fácil conseguir un mayor grado alcohólico, ya que parece que las altas temperaturas que hacen fermentar más rápido a las levaduras llegan a agotarlas antes. 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 (Collado, 2001).

Según (Collado, 2001). 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.

##### **2.1.12.4.2 Aireación.**

Una aireación sumamente excesiva es totalmente absurda ya que, entre otras consecuencias en el vino, no obtendríamos alcohol sino agua y anhídrido carbónico. Debido a que las levaduras,

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

cuando viven en condiciones aeróbicas, no utilizan los azúcares por vía fermentativa sino oxidativa, para obtener con ello mucha más energía (Collado, 2001).

#### 2.1.12.4.3 *pH.*

El pH óptimo para la fermentación de un mosto (3,1- 4) no es el más adecuado para la vida de las levaduras, menos para la de las bacterias, prefiriendo convivir con valores más elevados. Cuanto menor es el pH peor lo tendrán las levaduras para fermentar, aunque más protegido se encuentra el vino ante posibles ataques bacterianos (Collado, 2001).

#### 2.1.12.4.4 *Nutrientes y Activadores.*

(Collado, 2001). Menciona que es imprescindible que el mosto contenga todos los nutrientes suficientes. Para ello la industria enológica ha desarrollado activadores complejos de fermentación, que son productos cuya finalidad es aumentar la complejidad nutricional del mosto supliendo las deficiencias de nutrientes y facilitando el metabolismo de las levaduras alcoholígenas. Nutrientes tales como el fosfato amónico inciden en la cinética fermentativa, con arranques de fermentación más rápidos y duraciones de fermentación más cortas, independientemente de los microorganismos empleados.

Las levaduras fermentativas necesitan los azúcares para su catabolismo, es decir para obtener la energía necesaria para sus procesos vitales, pero además necesitan otros substratos para su anabolismo como son nitrógeno, fósforo, carbono, azufre, potasio, magnesio, calcio y vitaminas, especialmente tiamina (vitamina B1). Por ello, es de vital importancia que el medio disponga de una base nutricional adecuada para poder llevar a cabo la fermentación alcohólica (Salazar & Carvajal, 2015).

El nitrógeno es el elemento más importante, siendo necesario que el mosto contenga inicialmente nitrógeno amoniacal y en forma de aminoácidos por encima de 130 – 150 ppm. Una deficiencia de estos nutrientes hará que los microorganismos ataquen a las proteínas, liberándose H<sub>2</sub>S (aroma a huevos podridos), (Salazar & Carvajal, 2015).

#### 2.1.12.4.5 *Concentración inicial de azúcares.*

Es imposible pensar fermentar un mosto con una concentración muy elevada de azúcares. En estas condiciones osmófilas las levaduras simplemente estallarían al salir bruscamente el agua

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

de su interior para equilibrar las concentraciones de solutos en el exterior y en el interior de la célula, es decir, lo que se conoce como una plasmólisis. Para lo cual se recomienda tener una concentración de 18 a 20 % de azúcar tal que el proceso se lleve a cabo con éxito (Salazar & Carvajal, 2015).

#### ***2.1.12.5 Otras sustancias generadas en la fermentación.***

- Ácido acético
- Ácido láctico
- Ácido pirúvico y acetaldehído
- Ácido succínico
- Acetoina, Diacetilo y 2-3 Butanodiol (butilenglicol)
- Alcoholes Superiores, Ésteres y Acetatos
- Vinil-Fenoles y Etil-Fenoles

El proceso fermentativo termina cuando ya se han desdoblado prácticamente todos los azúcares y cesa la ebullición (Collado, 2001).

#### ***2.1.12.6 Levaduras.***

Las levaduras se han definido como hongos microscópicos, unicelulares, la mayoría se multiplican por gemación y algunas por escisión. Este grupo de microorganismos comprende alrededor de 60 géneros y unas 500 especies. Históricamente, los estudios sobre microbiología enológica se han centrado en las levaduras pertenecientes al género *Saccharomyces*, que son las responsables de la fermentación alcohólica (Veronica, 2008).

Las levaduras son los agentes de la fermentación y se encuentran naturalmente en la superficie de las plantas, el suelo es su principal hábitat encontrándose en invierno en la capa superficial de la tierra (Veronica, 2008).

##### ***2.1.12.6.1 La levadura como microorganismo.***

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), las levaduras son para los procesos fermentativos (CIIDEPT, Argentina, 2020).

#### **2.1.12.6.2     *La levadura Saccharomyce 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. 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 (CIIDEPT, Argentina, 2020).

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. (CIIDEPT, Argentina, 2020)

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 (CIIDEPT, Argentina, 2020).

#### **2.1.12.7 *Filtración.***

Se conoce como filtración a una técnica para separar sólidos en suspensión dentro de un fluido (líquido o gas), empleando para ello un medio filtrante que consiste en un material poroso que se denomina tamiz, filtro o criba. Este filtro retiene los sólidos de mayor tamaño y permite el paso del fluido, junto con las partículas de tamaño inferior.

El proceso de filtración es, pues, muy semejante al del tamizado, excepto que este último se emplea para separar materiales sólidos de distinto grosor o tamaño. La filtración forma parte de los métodos de separación de mezclas más utilizados en la vida cotidiana del ser humano. También es un método muy empleado en diferentes tipos de industrias, por lo que existen distintos artefactos mecánicos capaces de llevarlo a cabo con un variado rango de precisión ( Enciclopedia Concepto, 2013).



### **2.1.12.8 Destilación.**

La destilación es una técnica utilizada en la separación de sustancias miscibles, el objetivo principal de la destilación consiste en separar una mezcla de varios componentes aprovechando sus diferentes volatilidades, o bien, separar materiales volátiles de otros no volátiles (Zarsa, 2018).

El proceso de la destilación consiste en calentar un líquido hasta que sus componentes más volátiles pasen a fase vapor y, posteriormente, enfriar el vapor hasta recuperar estos componentes en forma líquida mediante un proceso de condensación (Zarsa, 2018).

El resultado es siempre un líquido con una alta graduación alcohólica. También es habitual envejecer el destilado en barricas para conseguir aún más sabor (García, 2022).

### **2.1.12.9 Ajuste de concentración.**

Para ajustar la concentración se debe hacer mediante una dilución, una dilución es un procedimiento, cuya finalidad es disminuir la cantidad de soluto por unidad de volumen de dilución. Este procedimiento se logra mediante la adición de una cantidad específica de diluyente en una cantidad determinada de soluto para generar una mezcla homogénea entre dos o más sustancias.

Usualmente, la sustancia con la cantidad más alta generalmente es el solvente, y la sustancia con la cantidad más pequeña se llama soluto.

Para realizar un ajuste de concentración se utiliza la ecuación de la Ley de las concentraciones:  $C_1V_1 = C_2V_2$  (React . Lab, 2022).

### **2.1.13 Determinación de parámetros de calidad.**

#### **2.1.13.1 Grado de alcohol.**

El grado de alcohol es el porcentaje de alcohol dentro de un producto líquido. Se mide en porcentaje de volumen % vol. Es el volumen de alcohol dividido entre el volumen total del producto líquido.

Ejemplo: 45% vol significa que sobre 1 Litro de producto contiene 450ml de alcohol. (Icabalzeta, 2014).

### ***2.1.13.2 ¿Cómo determinar el porcentaje de alcohol?***

Existen varios equipos con los cuales se puede determinar el porcentaje de alcohol de un líquido, los cuales son:

- **Con hidrómetro**

Es un instrumento que basa su acción en la variación de flotabilidad que sufre un cuerpo cuando es sumergido en soluciones de diferente densidad. Es similar al instrumento empleado para medir sólidos solubles pero su escala expresa la masa o peso de la solución por unidad de volumen, lo que se conoce como densidad o peso específico. Mediante tablas esta densidad puede ser relacionada con el contenido de alcohol y expresarse entonces como porcentaje o grado Gay-Lussac (°G.L.). Este instrumento y los otros empleados para medir densidad deben ser manejados bajo ciertos parámetros de temperatura para poder obtener de ellos una lectura adecuada (Vino de frutas, 2010).

- **Con alcoholímetro**

No es más que un densímetro cuya escala expresa directamente el contenido de alcohol por lo que no es necesario el uso de tablas. Su fundamento es exactamente el mismo del densímetro (Vino de frutas, 2010).

- **Con picnómetro**

Es un pequeño bulbo de vidrio de volumen perfectamente calibrado que, al llenarlo con la muestra y pesarlo, permite obtener la masa o peso por unidad de volumen de la solución hidroalcohólica. Requiere el empleo de tablas de equivalencia densidad-alcohol. Requiere el uso de una balanza de precisión (Vino de frutas, 2010).

- **Con ebulómetro**

Permite medir el descenso que sufre el punto de ebullición de la solución hidroalcohólica en proporción con la cantidad de alcohol que contiene (Vino de frutas, 2010).

### ***2.1.13.3 Alcohol potencial por refractometría.***

Mediante el empleo del refractómetro se puede determinar de forma indirecta el grado de alcohol probable en un mosto a través de la determinación de su concentración en azúcares.

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

Cuanto mayor concentración de azúcares presente un mosto, mayor será su densidad y menor la velocidad de los rayos de luz que lo atraviesen, que al mismo tiempo sufrirán una desviación en su trayectoria.

Una vez obtenido el resultado en grado Brix, podemos obtener fácilmente el grado alcohólico probable del mosto mediante la aplicación de la siguiente fórmula (válida en el intervalo de 15 a 25 grados Brix):

$$\% \text{ vol.} = (0,6757 \times \text{°Brix}) - 2,0839$$

#### **EJEMPLO:**

Sea una muestra de mosto para la que hemos determinado mediante nuestro refractómetro una concentración de azúcares de **24,2 ° Brix**. Para determinar su grado alcohólico probable, sólo tendríamos que aplicar la fórmula indicada:

$$\% \text{ vol.} = (0,6757 \times 24,2) - 2,0839 = 16,35 - 2,0839 = \mathbf{14,31 \% \text{ vol.}}$$
 ( PCE Ibérica S.L., 2017).

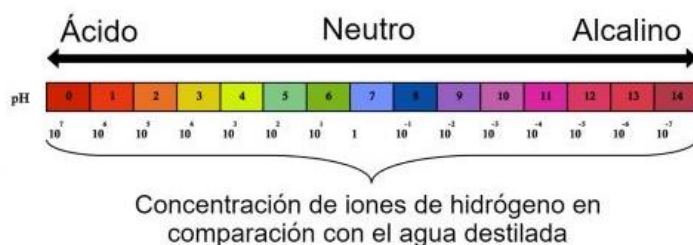
#### **2.1.13.4 pH.**

El pH es una medida de acidez o alcalinidad que indica la cantidad de iones de hidrógeno presentes en una solución o sustancia.

El pH se puede medir en una solución acuosa utilizando una escala de valor numérico que mide las soluciones ácidas (mayor concentración de iones de hidrógeno) y las alcalinas (base, de menor concentración) de las sustancias.

La escala numérica que mide el pH de las sustancias comprende los números de 0 a 14. Las sustancias más ácidas se acercan al número 0, y las más alcalinas (o básicas) las que se aproximan al número 14. Sin embargo, existen sustancias neutras como el agua o la sangre, cuyo pH está entre de 7 y 7,3 (7Graus, 2013).

#### **Ilustración 1 Escala de pH**



Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

Escala de pH en comparación con concentración de iones de Hidrógeno (7Graus, 2013).

#### **2.1.13.5 Grados Brix.**

Los grados Brix (símbolo °Bx) miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Bx tiene 25 g de azúcar (sacarosa) por 100 g de líquido o, dicho de otro modo, hay 25 g de sacarosa y 75 g de agua en los 100 g de la solución.

La escala Brix se utiliza en el sector de alimentos, para medir la cantidad aproximada de azúcares en zumos de fruta, vino o bebidas suaves, y en la industria del azúcar (Equipos y Laboratorio de Colombia S.A.S, 2011). Los grados Brix pueden medirse con ayuda de un refractómetro.

##### **2.1.13.5.1 Refractómetro.**

El Refractómetro es un instrumento óptico preciso, y como su nombre lo indica, basa su funcionamiento en el estudio de la refracción de la luz. El refractómetro es utilizado para medir el índice de refracción de líquidos y sólidos translucidos permitiendo:

- Identificar una sustancia.
- Verificar su grado de pureza.
- Analizar el porcentaje de soluto disuelto en una determinada solución.
- Ofrecer otros análisis cualitativos.

Su funcionamiento se basa en utilizar la refracción de la luz, la cual es una propiedad física de cualquier sustancia y se relaciona con algunas propiedades físicas como la densidad. A partir de ello, y de acuerdo a su aplicación se construyen diferentes escalas. La escala más usada es Grados Brix (TP - Laboratorio Químico, s.f).

#### **2.1.13.6 Metanol.**

El metanol es volátil e inflamable y está compuesto por un grupo de metilo unido a un grupo hidroxilo; es el alcohol más simple. Disponible en diferentes grados de reactivo, es un disolvente polar utilizado industrialmente en la creación de productos químicos, biodiésel, desnaturalización de etanol, etc (Thermo Fisher Scientific Inc., 2022).

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

#### *2.1.13.6.1 Determinación de Metanol en bebidas alcohólicas.*

El metanol se determina por cromatografía de gases con detector de ionización de llama (FID) en el destilado, al que se añade un patrón interno. Este método es aplicable a la determinación del metanol en bebidas alcohólicas para concentraciones comprendidas entre 50 y 500 mg/L.

En el método colorimétrico el metanol reacciona con permanganato de potasio para oxidarse a formaldehído, y se debe detener la reacción con un reductor como el bisulfito para evitar la reacción subsiguiente de oxidación del formaldehído a ácido fórmicoya que es el formaldehído quien debe reaccionar con el ácido cromotrópico para forma el compuesto colorido que permitirá efectuar la determinación de metanol en bebidas alcohólicas (Ruth, Enrique, & Cruz, 2020).

### **2.1.14 Requisitos de etiquetado y envasado de bebidas alcohólicas destiladas (aguardiente).**

#### *2.1.14.1 Especificaciones tipo de envase según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Bebidas Alcohólicas, Envase de Aguardiente (NTON 03 044-03, 2005).*

El aguardiente se podrá envasar en los siguientes tipos de materiales: Envases Plásticos y Envases de vidrio.

##### *2.1.14.1.1 Envases Plásticos.*

Los envases plásticos deberán fabricarse empleando una o más de las materias primas que se indican a continuación: Polietileno o Politeno, Polipropileno, Poliestileno teftaraltato (PET), Cloruro de Polivinilo (PVC) y Cloruro de Polovinilideno.

##### *2.1.14.1.2 Envases de vidrio.*

El envase debe ser de vidrio industrial tipo 3, base soda caliza. Este vidrio es una mezcla de óxidos, en la siguiente proporción: 71,5 % óxido de silicio, 14,5 óxido de sodio, 11,5 óxido de calcio, 2% óxido de aluminio. Estos envases pueden ser reusables.

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

#### *2.1.14.1.3 Volúmenes.*

La declaración del volumen debe ser en unidades del Sistema Internacional. Los productores, importadores y envasadores de aguardiente destinados al consumidor final, deben envasar el producto debidamente sellado en volúmenes de 3,785 L, 1750 mL, 1500 mL, 1000 mL, 750 mL, 500 mL, 375 mL, 365 mL, 200 mL, 250 mL, 125 mL y 50 mL.

#### *2.1.14.2 Especificaciones de etiquetado según Reglamento Técnico Centroamericano de bebidas alcohólicas destiladas. Requisitos de etiquetado (RTCA 67.01.06:11, 2011).*

##### *2.1.14.2.1 Nombre del producto.*

Debe indicar la verdadera naturaleza de la bebida alcohólica destilada, se puede emplear un nombre “de fantasía” o de “fábrica”, o una “marca”. Cuando no se disponga de un nombre específico, debe utilizarse un nombre común o usual establecido por el uso corriente como término descriptivo apropiado, que no induzca a error o engaño al consumidor.

##### *2.1.14.2.2 Contenido de alcohol.*

Se debe indicar el grado alcohólico en unidades del Sistema Internacional, usando para ello “% Alc./vol.” u otras abreviaturas o frases equivalentes. Se podrá utilizar adicionalmente la unidad de medida “G.L.” (grados Gay Lussac).

##### *2.1.14.2.3 Contenido neto.*

Se debe indicar el contenido neto en unidades del Sistema Internacional (SI).

##### *2.1.14.2.4 Lista de ingredientes.*

Salvo cuando se trate de alimentos de un único ingrediente, debe figurar en la etiqueta una lista de los mismos. La lista de ingredientes debe ir encabezada o precedida por un título apropiado que consista en el término "ingredientes" o lo incluya, en el caso que la bebida haya sido mezclada con otros productos, estos deberán ser declarados. La enumeración de los ingredientes debe ser en orden decreciente. Cuando se incorporen aditivos que no sean coadyuvantes de la fabricación, estos deben declararse.

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

#### *2.1.14.2.5 Nombre y dirección.*

Deberá indicarse el nombre y la dirección del fabricante, envasador, distribuidor o exportador para los productos nacionales, según sea el caso.

#### *2.1.14.2.6 Registro sanitario.*

Deberá indicarse el número de registro emitido por la autoridad competente. La declaración debe iniciar con una frase o abreviatura que indique claramente al consumidor esta información y se podrán utilizar la frase “Registro Sanitario” y abreviaturas como Reg. San., RS, entre otras.

#### *2.1.14.2.7 Leyenda precautoria o de advertencia.*

En la etiqueta se debe incluir una advertencia de que “el consumo excesivo de bebidas alcohólicas perjudica a la salud” u otra similar.

#### *2.1.14.2.8 Identificación del lote.*

Cada envase debe llevar grabada o marcada de cualquier otro modo, pero de forma indeleble, una indicación, que permita identificar el número o código de lote. La declaración debe iniciar con palabras tales como: “lote”, “número de lote”, “código de lote”, “N de Lote”, “C de Lote” y abreviaturas reconocidas como; “Lot”, “L”, o “NL”.

#### *2.1.14.2.9 Marcado de la fecha de vencimiento.*

El marcado de la fecha de vencimiento debe ser colocada, directamente por el fabricante, de forma indeleble, no ser alterada y estar claramente visible. Regirá el siguiente marcado de la fecha: Se declarará la fecha empleando una de las siguientes frases y abreviaturas: Fecha de vencimiento, Consumirse antes de, Vence, Fecha de caducidad, Expira el, EXP, VTO, Venc., V., Cad., Ven., o cualquier otra frase que indique claramente al consumidor la fecha de vencimiento del producto. Esta constará por lo menos de: - día, mes y año para los productos que tengan una fecha de vencimiento no superior a tres meses; mes y año para productos que tengan una fecha de vencimiento de más de tres meses.

El día, mes y año deberán declararse en orden numérico no codificado separado por guiones, punto o barra inclinada, con la salvedad de que podrá indicarse el mes con letras, inclusive en forma abreviada en formato de tres letras, en caso de que no se indique esta fecha en las

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

condiciones antes mencionadas el formato deberá ser ajustado y colocado por el importador, no se requerirá la indicación de la fecha de duración, vencimiento o caducidad para bebidas alcohólicas que contengan el 10% o más de alcohol por volumen.

#### *2.1.14.2.10 País de origen.*

Debe indicarse el país de origen de la bebida alcohólica destilada, cuando una bebida alcohólica destilada se someta en un segundo país a una elaboración que cambie su naturaleza, el país en el que se efectúe la elaboración deberá considerarse como país de origen para los fines del etiquetado.



## 2.2 Antecedentes

En investigaciones realizadas a nivel internacional, el estudio que corresponde a (Lopez, 2013), quien en su investigación desarrollada en el sector industrial de bebidas alcohólicas de la provincia de Guanujo, Ecuador; buscó obtener una bebida alcohólica a partir de la fermentación de mucílago de cacao, para esto estudió las características físico-químicas del mucílago de cacao, buscó obtener un mejor tiempo de fermentación del mucílago, además de realizar el producto y hacer un análisis de costo/beneficio de este mismo. El mejor tiempo de fermentación conseguido para el mucílago de cacao fue de 15 días, en el análisis de costo/beneficio se dice que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia del 33%.

En otro estudio también realizado a nivel internacional, (Uribe, 2020) realizó una investigación desarrollada en el sector de las bebidas espirituosas (bebidas alcohólicas provenientes de un proceso de destilación), en la provincia de Bogotá, Colombia, su principal objetivo era obtener una bebida alcohólica artesanal utilizando mucílago de cacao, así como también analizar las características físicas y químicas del mucílago, obtenidas en la producción de cacao. El mejor tiempo de fermentación fue de 48 horas (2 días) donde obtuvo T° de 29,3°C, 5°Brix y 3,54 de pH. Utilizando una concentración de 5g de levadura.

La siguiente investigación corresponde a (Parra & Cobos, 2020) en la provincia de Machala, Ecuador, quienes buscaron evaluar el mucílago de cacao para la obtención de etanol de segunda generación, para llevar a cabo esto determinaron las propiedades fisicoquímicas del mucílago, para realizar esto utilizaron (potenciometría, refractometría, termo gravimétrico, y calcinación). Obtuvieron que el mucílago de cacao es un recurso que posee características idóneas para realizar una fermentación alcohólica.

Es importante mencionar que no se encontraron antecedentes a nivel nacional, sobre bebidas alcohólicas a partir de mucílago de cacao, por lo que se desconocen de investigaciones publicadas o realizadas y hechos referente al mismo objeto de estudio y misma línea de investigación, cabe mencionar que es posible encontrar antecedentes relacionados al mismo objeto de estudio con un distinto enfoque de investigación, cabe la posibilidad de que la presente investigación sea la primera en estudiar al mucílago de cacao como materia prima para la obtención de una bebida alcohólica destilada.

## 2.3 Preguntas Directrices

- 2.3.1. ¿Cuáles son las condiciones iniciales del mucílago de cacao criollo de la Cooperativa “Jorge-Salazar” para la producción de aguardiente?
- 2.3.2. ¿Cuáles son las condiciones operacionales que podrá implementar la Cooperativa Jorge Salazar para la elaboración de aguardiente a base de mucílago de cacao?
- 2.3.3. ¿Cumple el aguardiente obtenido con los parámetros de calidad establecidos en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense-Especificaciones de Bebidas Alcohólicas Destiladas NTON 03 036-00?
- 2.3.4. ¿Qué aceptación tendrá el aguardiente elaborado a partir del mucílago de cacao criollo por el público consumidor habitual?

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

### **3 CAPITULO III**

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

### 3.1 Diseño Metodológico.

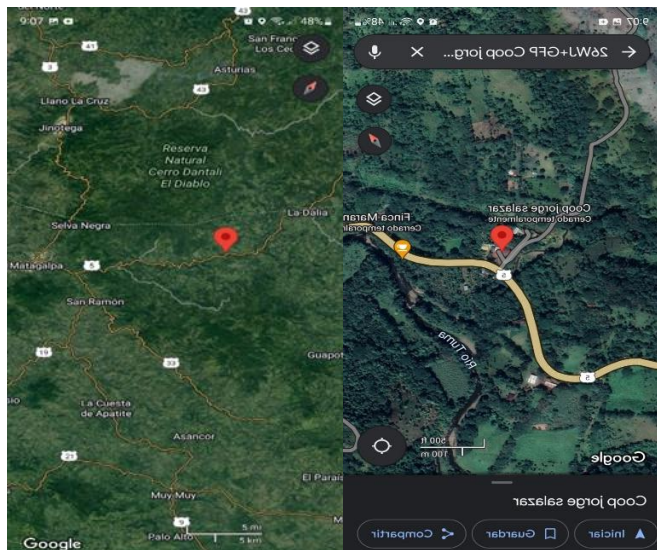
#### 3.1.1 Descripción del ámbito de estudio y tecnológico.

Este estudio se realizó en los Laboratorios del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-Managua en el año 2022. Esta investigación pertenece al área académica de procesos industriales, en la línea de investigación de agroindustria enfocado en el tema: Formulación y caracterización de bebidas energizantes, alcohólicas, analcohólicas a partir de la combinación de frutas, plantas ornamentales y vegetales de la línea de investigación de la carrera de Química Industrial de la UNAN-Managua.

El enfoque de estudio de esta investigación está centrado en el aprovechamiento del mucílago de cacao criollo que se genera como subproducto en la Cooperativa Jorge-Salazar, ubicada en La Dalia-Matagalpa, estableciendo las condiciones operacionales, para la elaboración de una bebida alcohólica (aguardiente) con específicas características físico-químicas y organolépticas.

#### *Ilustración 2*

#### *Imagen Satelital Cooperativa "Jorge Salazar"*



Fuente: Google Maps.

### **3.1.2 Tipo de estudio.**

La presente investigación posee un enfoque mixto, primeramente, de tipo experimental, teniendo en cuenta que a través del estudio cuantitativo se busca elaborar un aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo, donde se efectuaran pruebas de laboratorio, ya que se manipulan variables referentes a las propiedades de la materia prima. Desde la preparación del mosto, proceso de fermentación para la obtención de etanol (porcentaje de alcohol) y destilación, que influyen de gran manera en la calidad del producto final y que cumplan con las especificaciones de la Norma Técnica de bebidas alcohólica-Aguardiente NTON 03 036-00.

Y seguido de un estudio de tipo exploratorio, por medio del estudio cualitativo, se realizará la medición de los resultados obtenidos de las pruebas de aceptación de la bebida alcohólica al público consumidor.

### **3.1.3 Población y Muestra.**

#### **3.1.3.1 Población.**

En la región central de Nicaragua, en el departamento de Matagalpa, en el municipio de La Dalia, dentro de dicha localidad se encuentra la Cooperativa Agropecuaria de Servicios “Jorge-Salazar”. La población en estudio está constituida por todo el mucílago generado de la cosecha de 10 manzanas de cacao criollo.

#### **3.1.3.2 Muestra.**

Se tomaron como muestra el mucílago obtenido de cuatro quintales de cacao criollo pertenecientes a la cosecha del mes de octubre 2022, en donde se extrajeron aproximadamente 15 L de mucílago.

##### *3.1.3.2.1 Criterios de inclusión.*

- Mucílago de mazorca de cacao en estado de maduración.
- Mucílago de mazorcas enteras y frescas.

##### *3.1.3.2.2 Criterios de exclusión.*

- Mucílago de mazorcas dañadas, enfermas o afectadas por plagas.

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

- Mucílago de mazorcas no maduras.
- Mucílago con materiales extraños.

## **3.2 Identificación de Variable**

### **3.2.1 Variables dependientes.**

- Características físico-química del producto final.
- Volumen de rendimiento en la obtención de aguardiente.
- Características Organolépticas: color, olor y sabor.

### **3.2.2 Variables independientes.**

- Características químicas de la Materia Prima.
- Condiciones de Fermentación.
- Levaduras.
- Condiciones de destilación.
- Ajuste de concentración.

## **3.3 Material y Método**

### **3.3.1 Materiales para recolectar información.**

Para la elaboración de este documento, la recolección de información para sustentar y concretar el desarrollo de esta investigación se realizó mediante las siguientes fuentes, materiales y herramientas de investigación:

- Libros en línea.
- Monografías y seminarios.
- Artículos científicos.
- Publicaciones de sitios web.
- Test de evaluación sensorial.
- Procedimientos de laboratorio y métodos de análisis físico químicos de laboratorio
- Normas técnicas.

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

### 3.3.2 Materiales para procesar la información.

- Office Word 2016: para procesamiento de texto, elaboración y edición de documento.
- Office Excel 2016: para realización de cálculos de resultados, elaboración de gráficos, cálculos estadísticos cuantitativos y cualitativos.
- Microsoft Power Point 2016: Imágenes, figuras, diapositivas.
- Visio Versión 2016: Diseño de diagramas de Flujo.
- Adobe ilustrador 2020: Diseño de Etiquetas.

### 3.3.3 Método.

#### 3.3.3.1 Equipos, reactivos y materiales laboratorio.

##### 3.3.3.1.1 Materiales utilizados.

**Tabla 3**

*Utensilios de laboratorios.*

<b>Materiales</b>	<b>Marca</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Tolerancia</b>
Balones para destilación	PYREX® KIMAX	500, 250 y 1000 mL	---
Erlenmeyer	PYREX®	250 mL	B
Envases de Vidrio	---	200 mL	---
Envases de plástico	---	1,5 L	---
Condensadores	KIMAX	---	---
Adaptadores de destilador	---	---	---
Termómetro de mercurio	THERMCO	0 a 100 °C	+/- 0,2

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

Soportes	---	---	---
Pinzas de soportes	---	---	---
Probetas	PYREX®	100 y 500 mL	A
Beakers	KIMAX	250 mL	B
Alcoholímetro	Fisherbrand	0-100	---

### 3.3.3.1.2 *Reactivos Utilizados.*

**Tabla 4**

#### *Reactivos*

<b>Reactivos</b>	<b>Formulación química</b>	<b>Grado</b>
Agua destilada	H <sub>2</sub> O	---
Levaduras <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	---	Para la inoculación del mosto
Agua Fuente Pura	---	Preparación del mosto y ajuste de concentración

### 3.3.3.1.3 *Equipos Utilizados.*

**Tabla 5**

#### *Equipos de laboratorio*

<b>Nombre</b>	<b>Modelo</b>	<b>Marca</b>
Balanza analítica	EX 224	OHAUS
pH metro	pH 55	Milwaukee



---

Refractómetro	- - -	- - -
Manta calefactora	- - -	FisherScientific
Bomba hidráulica de laboratorio	- - -	- - -

---

### **3.3.3.2 Método de investigación.**

En el presente estudio, para la elaboración de un aguardiente a partir de mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) se utilizó el método de investigación experimental, en el que se manipulan las variables independientes para determinar su efecto en las variables dependientes, por lo que se controlan las variables en cada etapa del proceso y a través de las pruebas de laboratorio realizar las respectivas mediciones para la obtención de datos que nos sirvan para cumplir con los objetivos propuestos.

### **3.3.3.3 Proceso de Elaboración de aguardiente a partir de mucílago de cacao Criollo.**

#### **3.3.3.3.1 Recepción de la materia prima.**

Se recepciona la pulpa de mucílago de cacao criollo de la Cooperativa Agropecuaria de Servicio Jorge-Salazar, el cual se encuentre en muy buen estado y que la materia prima no contenga ningún tipo de materia extraña o contaminación alguna. El mucilago de cacao criollo pasa por un proceso de escurrimiento por 24 horas, con el objetivo de extraer un líquido espeso.

La recolección del mucílago de cacao en condiciones óptimas, en este proceso se recicla la materia prima en recipientes higiénicamente adecuados, los recipientes utilizados para conservar el mucílago serán en envases plásticos con capacidad de un 1 L, previamente congelados para evitar una posible fermentación, debido a la variabilidad de la temperatura, en los cuales será transportados hasta el lugar donde se realizó el presente estudio.

#### **3.3.3.3.2 Preparación del mosto.**

Primeramente, se realiza una filtración, en esta etapa se separó las partículas sólidas o impurezas que se encontraban en el mucílago de cacao para eliminarlas de la materia prima. Este proceso se realizó con la finalidad de separar las partículas solidadas o impurezas que se encuentran en el mucílago de cacao.

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

El mosto antes de la fermentación se compone principalmente de mucílago, agua y azúcares, así como ácidos (málico y tartárico), además otros componentes químicos en menor cantidad, que son responsables de la composición final de la fermentación alcohólica, que gran parte de los azúcares del mosto se transformará en alcohol etílico.

El agua adicionada debe ser igual al 25% del mucílago líquido, a temperatura entre 18 y 20 °C. Al mosto se le debe realizar análisis como pH que este debe estar entre 3,1 a 4, y el contenido de °Brix debe estar entre 18 y 20 antes de iniciar la fermentación.

#### 3.3.3.3.3 *Preparación del inóculo.*

Para la fermentación se utilizó la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, muy común en procesos de fermentación de vinos, cervezas y procesos de elaboración de panadería, según la literatura, la levadura debe ser diluida de manera que su concentración sea 1g/L de mosto macerado, a temperatura de 20 y 36 °C.

#### 3.3.3.3.4 *Proceso de fermentación.*

En esta etapa es utilizada la fermentación anaeróbica (sin oxígeno) que consiste en fermentar el mosto a temperatura controlada entre 18 y 25°C, en un lugar oscuro, para que las levaduras puedan realizar su trabajo satisfactoriamente, donde se realizaran dos fermentaciones, una por 10 días y otra por 15 días, con el objetivo de evaluar un mejor rendimiento. El recipiente de fermentación debe tener una salida para el gas de dióxido de carbono generado en la fermentación, culminando el proceso de fermentación se procede a realizar análisis grados Brix, pH (3-4) y principalmente el contenido alcohólico generado.

#### 3.3.3.3.5 *Proceso de Filtración.*

Posterior al proceso de fermentación se realizó una filtración con el objetivo de eliminar las pequeñas impurezas y sólidos del mosto fermentado como las que generan las levaduras, de esta manera realizar el proceso de destilación con un líquido más limpio, para esto se utilizó un embudo y tela esterilizada (gazas).

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

#### 3.3.3.3.6 *Proceso de destilación.*

Consiste en la evaporación de una pequeña proporción de alcohol que hay en el fermentado, condensándolo después. Se utilizó el método de destilación simple en el laboratorio, este proceso se llevó a cabo en dos etapas.

La primera etapa de destilación se lleva a cabo a temperatura controlada a 65 °C que es el punto de ebullición del alcohol metílico, en un lapso de tiempo de 30 min, esto con el fin de eliminar la mayor cantidad posible de metanol.

La segunda etapa se realiza una destilación a una mayor temperatura controlada entre 78 y 90°C, en un lapso de tiempo de 2 horas por cada 500 mL.

#### 3.3.3.3.7 *Ajuste de concentración.*

Una vez terminada la destilación se debe diluir hasta bajar el porcentaje de alcohol hasta un 37%, en la que se utiliza la ecuación de la Ley de las concentraciones como se describe en el apartado 2.1.12.9, se debe conocer el porcentaje de alcohol del producto destilado en 100 mL.

### 3.3.3.4 *Pruebas de laboratorio de la materia prima, mosto fermentado y producto final.*

#### 3.3.3.4.1 *Determinación de pH.*

Para la determinación de pH se utilizó la técnica descrita en la AOAC 981.12 (2005). La medición del pH en las muestras se realizó mediante el método potenciométrico, se utilizó un pH-metro previamente calibrado para su uso. En donde se coloca 10 mL de muestra en un vaso de precipitación, se inserta el electrodo en el vaso que contiene la muestra y esperar a que la lectura del equipo sea estable.

#### 3.3.3.4.2 *Determinación de los grados Brix.*

Para la determinación de los grados Brix iniciales se utilizó el método impuesto por la AOAC 932.14 (1932). Utilizando un refractómetro en el que se coloca de 1 a 2 gotas de la muestra.

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

#### **3.3.3.4.3      *Determinación del grado Alcohólico.***

Para esta determinación del grado alcohólico se utilizó el método establecido por la AOAC 957.03 (1960). Se toma una muestra de 100 mL, utilizando una probeta de esta misma cantidad, donde se ocupa un alcoholímetro para medir el porcentaje de alcohol.

#### **3.3.3.5      *Pruebas de evaluación de las características organolépticas.***

A través de un estudio cualitativo, se realizó un análisis sensorial en el que se evaluó las características organolépticas del producto final como el sabor, olor y color. La población estará conformada por los estudiantes y personal de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua, y para la muestra se tomarán 30 personas mayores de 18 años de edad que tengan experiencias sobre bebidas alcohólicas, excluyendo mujeres embarazadas y personas con problemas de salud, de esta manera evaluar la aceptación del aguardiente a partir de mucílago de cacao criollo.

Para la evaluación de muestras se realizarán dos tipos de pruebas; pruebas descriptivas y pruebas afectivas. Donde se destacarán las habilidades para la percepción y el uso de los sentidos, diferenciando sus características e indicando la preferencia y opinión con respecto a la bebida.

##### **3.3.3.5.1      *Prueba de olor y sabor.***

Esta prueba tuvo como objetivo identificar la intensidad de atributos de olor y sabor utilizando la siguiente escala: 1: no perceptible, 2: ligero, 3: moderado, 4: fuerte y 5: muy fuerte.

Atributos a evaluar:

- Alcohólico
- Dulce
- Amargo
- Acido
- Olor Agradable y desagradable

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

#### 3.3.3.5.2 *Prueba de color.*

Esta prueba tuvo como objetivo identificar características como la turbidez en la cual se utilizará la siguiente escala: 1: muy turbio, 2: turbio, 3: turbidez aceptable, 4: brillante, 5: muy brillante.

#### 3.3.3.5.3 *Prueba afectiva.*

Estas pruebas tuvieron como objetivo de determinar el nivel de agrado del aguardiente. Se usó para ello una escala estructurada de siete puntos, donde 7: me gusta mucho 6: me gusta 5: me gusta poco 4: me es indiferente 3: me disgusta poco 2: me disgusta 1: me disgusta mucho.

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

## **4 CAPÍTULO IV**

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

## 4.1 Análisis de resultado

### 4.1.1 Materia Prima.

**Tabla 6**

*Resultados de los grados °Brix y pH de la materia prima y mosto*

Muestra	°Brix				pH				
	$n_x$	x1	x2	x3	$X_{media}$	x1	x2	x3	$X_{media}$
<b>Mucílago de cacao criollo</b>		23	23	23	<b>23</b>	4,0	4,0	4,1	<b>4,03</b>
<b>Mosto</b>		18	18	18	<b>18</b>	4,0	3,9	3,8	<b>3,9</b>

En la tabla 6, se presentan los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio que permitieron identificar los grados °Brix y pH iniciales tanto de la materia prima como el mosto preparado. Los valores de °Brix y pH de la materia prima (mucílago de cacao criollo) son una media de 23 y 4,03 respectivamente lo que indica la dulzura y acidez de esta misma, y los valores de °Brix y pH del mosto preparado son de una media 18 y 3,9 respectivamente, por lo cual estos últimos valores según lo propuesto por (Salazar & Carvajal, 2015) y (Collado, 2001) son los valores óptimos para iniciar una fermentación alcohólica y el desarrollo de las levaduras, por esta razón, se hace una corrección de la concentración de °Brix al mucílago de cacao y de ser necesario una corrección del pH.

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

#### 4.1.2 Mosto fermentado.

**Tabla 7**

*Resultados del Mosto fermentado por 10 días*

Muestra		Mosto Fermentado 1			
Días de fermentación		10			
N	x1	x2	x3	Xmedia	
°Brix	8	8	8	8	
pH	3,4	3,4	3,5	3,43	

**Tabla 8**

*Resultados del Mosto fermentado por 15 días*

Muestra		Mosto Fermentado 2			
Días de fermentación		15			
N	x1	x2	x3	Xmedia	
°Brix	7	7	7	7	
pH	3,3	3,4	3,3	3,33	

Como se observa en la tabla 7, luego de 10 días de fermentación, los resultados que se obtuvieron en las pruebas de laboratorio que corresponde al mosto fermentado 1 de grados °Brix y pH son de un promedio de 8 y 3,43 respectivamente, mientras que el mosto fermentado 2, luego de 15 días de fermentación, se obtuvo un valor promedio de °Brix=7 y un promedio pH=3,33, lo



Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

que demuestra que se han consumido más del 50% de los grados °Brix iniciales del mosto, en el proceso de fermentación utilizando la levadura casera en ambos casos, también podemos observar una disminución significativa en el pH. Los valores obtenidos en ambas fermentaciones varían significativamente poco, lo que indica que la mayor producción de alcohol por parte de las levaduras es entre los primeros 10 días de fermentación, disminuyendo su acción los próximos 5 días.

El alcohol generado durante la fermentación no fue posible medirlo por el método establecido por la AOAC 957.03 (1960), debido a que el alcoholímetro utilizado solamente mide alcohol en sustancias hidroalcohólicas, por lo tanto se toma de referencia el alcohol potencial de mosto, utilizando el método de refractometría ( PCE Ibérica S.L., 2017) a como se explica en el apartado 2.1.13.3, tomando en cuenta el resultado obtenido en la tabla 6 del mosto (°Brix=18), se obtendría un valor teórico de 10% de alcohol posible aproximadamente en el mosto fermentado, se podría deducir que el alcohol formado en ambas fermentaciones es un tanto menor al 10%.

#### 4.1.3 Producto destilado.

**Tabla 9**

*Resultados de la destilación del fermentado de 10 días*

Muestra	Producto destilado 1			
	x1	x2	x3	X <sub>media</sub>
N				
°Brix	4	4	4	4
pH	3,5	3,5	3,5	3,5
% Alcohol	54	54	54	54

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

**Tabla 10**

**Resultados de la destilación del fermentado de 15 días**

Muestra	Producto destilado 2				
	N	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	X <sub>media</sub>
°Brix		4	4	4	4
pH		3,5	3,5	3,5	3,5
% Alcohol		55	55	55	55

Los resultados obtenidos para ambos productos destilados (1 y 2), en los que podemos observar en la tabla 9 y 10, no hubo diferencia significativa, las pruebas de grados °Brix y pH resultaron de 4 y 3,5 respectivamente en ambos casos, se puede observar que hubo disminución en los grados °Brix y un aumento en el pH, con respecto a los mostos fermentados (1 y 2). Se obtuvo una graduación alcohólica de 54% para el producto destilado 1 y 55% para el producto destilado 2, por lo que se requiere de un ajuste de concentración de 45,9 mL de agua por cada 100 mL de producto destilado en el primer caso y de 48,6 mL de agua por cada 100 mL en el segundo caso para obtener una graduación alcohólica del 37%.

**4.1.4 Rendimiento de la materia prima (mucílago de cacao criollo) para producir aguardiente.**

Se determinó el rendimiento del mucílago de cacao criollo como materia prima para la obtención de un aguardiente.

Para determinar el rendimiento por Litro de mucílago de cacao criollo fermentado se midió el volumen del producto destilado en una probeta de 500 mL, se destilaron 9 L de mosto fermentado para cada caso (10 y 15 días), lo que da un total de 18 L mosto fermentado, esto indica que se realizaron 9 destilaciones para cada mosto fermentado.

**Tabla 11**

***Resultados de volumen destilado por litro de mosto fermentado***

<b>Volumen destilado (54% de alcohol) / por litro de mosto fermentado 1</b>	<b>Volumen destilado (55% de alcohol) / por litro de mosto fermentado 2</b>
100 mL	105 mL
98 mL	106 mL
99 mL	104 mL
101 mL	100 mL
102 mL	101 mL
100 mL	105 mL
97 mL	102 mL
96 mL	104 mL
95 mL	103 mL
<b>Total= 888 mL</b>	<b>Total=930 mL</b>
<b>Media=98,6 mL</b>	<b>Media=103,3 mL</b>

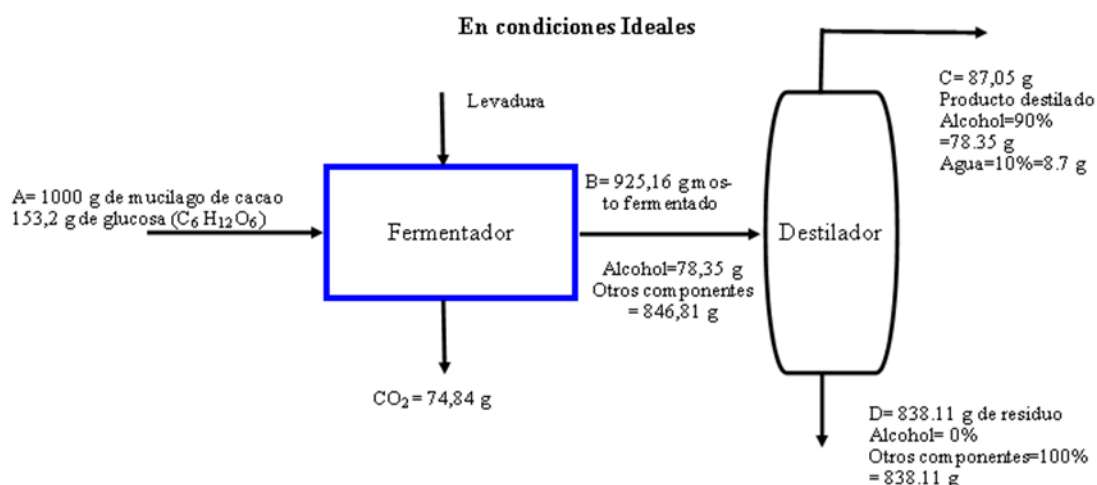
En la tabla 11, se puede observar que en el primer caso por cada litro de mosto fermentado (1) se obtuvo un rendimiento promedio de 98,6 mL y con un mejor rendimiento de destilación de 102 mL y 95 mL siendo este el rendimiento más bajo, sin embargo, en el segundo caso por cada litro de mosto fermentado (2) dio como resultado un rendimiento promedio de 103,3 mL de destilado, con un mejor rendimiento de 106 mL y un menor de 100 mL. El mosto fermentado por

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

10 días, produjo 888 mL en total al 54%, mientras que el mosto fermentado por 15 días obtuvo un mejor rendimiento con un volumen mayor de 930 mL y un grado alcohólico mayor al 55%.

Al realizar el ajuste de concentración al 37%, se obtiene el rendimiento final producido por el mucílago de cacao criollo, cabe recalcar que a una mayor concentración de alcohol de producto destilado mayor volumen de producto final se obtiene; para el primer caso se obtendría un volumen final de 1,295 L y para el segundo caso 1,382 L de aguardiente al 37%.

#### 4.1.5 Ejemplo de balance general de materia para producir aguardiente de mucílago de cacao criollo.



Fuente: Elaboración propia (Los cálculos correspondientes al balance de materia se logran visualizar en el Anexo 4.)

El balance de materia anterior representa el rendimiento teórico, de producción de aguardiente que podríamos obtener por cada 1000 g de mucílago de cacao, los cuales contienen según la bibliografía 15,32 % de glucosa por cada 100 gramos (Braudeau, 2001) , lo que equivalen a 153,2 gramos por cada 1 000 gramos, en base a la reacción que se genera durante la fermentación alcohólica se calcula el etanol teórico y dióxido de carbono teórico que se obtendrá estequiométricamente, lo que equivale a 78,35 g de etanol y 74,84g de CO<sub>2</sub>, con un porcentaje de conversión del 51,14% para el etanol

Por lo tanto, por estequiometría se conoce que se obtendrá solamente a partir de la glucosa un rendimiento del 51,14% de sustrato con respecto al mosto fermentado, según (Suárez-Machín, Garrido-Carralero, & Guevara-Rodríguez, 2016) en condiciones ideales el porcentaje de

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

rendimiento en la producción de etanol empleando levadura *S. cerevisiae* es del 97,2%. Por lo tanto, se calcula el rendimiento teórico final en base a la conversión planteada estequiométricamente:  $51,14/97,2 * 100 = 49,70\%$  ,este valor corresponde al porcentaje teórico que se obtendría en condiciones ideales de conversión de la glucosa y el rendimiento de la levadura.

En el proceso de destilación suponiendo que se ha operado en condiciones ideales y suponiendo que se ha destilado el 100% de etanol en el mosto fermentado, tomando en cuenta los porcentajes hipotéticos (90% de etanol y 10% de agua), se obtendría rendimiento final teórico de producto destilado de 87,05 g por cada 1000 g de materia prima, tomando en cuenta las densidades el volumen resultante sería de 108 mL de productos destilado.

#### **4.1.6 Condiciones operacionales para la elaboración de un aguardiente de mucílago de cacao criollo al 37%.**

Las condiciones operacionales obtenidas para el proceso de elaboración de aguardiente de mucílago de cacao criollo, son resultado de la experimentación de la formulación y proceso de elaboración propuesto de un aguardiente de mucílago de cacao criollo, y tomando como referencia estudios antes realizados sobre bebidas alcohólicas a partir de mucilago de cacao, y también tomando como referencia de la misma manera las condiciones preestablecidas para el proceso de elaboración de aguardiente. Se toma como referencia experimental el mucilago de cacao criollo fermentado con el mejor rendimiento:

**Tabla 12**

#### ***Condiciones operacionales por cada etapa***

<b>Etapa</b>	<b>Condición</b>	<b>Método artesanal</b>	<b>Método industrial</b>
<b>Recepción de MP</b>	Maduración adecuada de la mazorca de cacao. Mucílago de mazorcas enteras y frescas, en muy buen estado y que no	Corte y despulpado de la mazorca manualmente Escurrecimiento a través de sacos de maya, donde este es	Despulpadora de cacao. Escurrecimiento a través de sacos de maya fina y de mayor capacidad, se cuelgan

	<p>contenga ningún tipo de materia extraña o contaminación alguna, 24 horas de escurrimiento</p>	<p>recolectado en recipientes.</p>	<p>sobre una tolva, por medio de una canaleta se almacena en un tonel.</p>
<p><b>Preparación del mosto</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtración</li> <li>• Ajuste de los °Brix a 18 (°Brix=23 añadir 0,25L por litro)</li> <li>• pH= 3,1-4</li> </ul>	<p>Mezclado manualmente en recipientes.</p>	<p>Tanque mezclador automático.</p>
<p><b>Inoculación de lavaduras</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 g/L</li> <li>• pH= 3,1 y 4</li> <li>• °T de activación 20-36 °C</li> <li>• Tiempo:10 min</li> </ul>	<p>Activación utilizando una pequeña cantidad de mosto calentado a la temperatura optima.</p>	<p>Se calienta cierta cantidad del mosto tomado del tanque mezclador a temperatura optima.</p>
<p><b>Fermentación</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anaeróbica</li> <li>• 15 días</li> <li>• °T= 18 y 25 °C</li> <li>• Mínima exposición a la luz</li> </ul>	<p>Garrafones plásticos esterilizados, con mangueras sumergidas en agua para salida de CO<sub>2</sub>, completamente cerrados y pequeña válvula para toma de</p>	<p>Biorreactores batch semicontinuos.</p>

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contante agitación</li> </ul>	muestras y agitación manual 3 veces por día.	
<b>Destilación</b>	<p>Líquido prefiltrado</p> <p>°T= 65°C por 30 min primera fase.</p> <p>°T= 78-90 °C por 2 horas segunda fase.</p>	<p>Filtrado a través de tela esterilizada.</p> <p>Método de destilación simple a nivel de laboratorio</p>	<p>Sistema de filtración industrial.</p> <p>Destilador tipo industrial para bebidas alcohólicas.</p>
<b>Ajuste de Concentración</b>	<p>37% de alcohol</p> <p>Agua fuente pura</p> <p>La cantidad de agua a añadir depende de la concentración final obtenida en la destilación</p> <p>(55% de alcohol se añade 48,6 mL por cada 100 mL)</p>	<p>Dilución manualmente</p>	<p>Tanque mezclador automático</p>
<b>Control de Calidad</b>	<p>Grados Brix</p> <p>pH</p> <p>% Alcohol</p> <p>Presencia de Metanol</p>	<p>Refractometría según AOAC 932.14 (1932)</p> <p>Potenciometría según AOAC 981.12 (2005)</p> <p>Alcoholimetría según AOAC 957.03 (1960)</p> <p>Cromatografía de gases</p>	

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

	Organolépticos: Aroma, aspecto, sabor	Catadores con experiencia
<b>Envasado y Etiquetado</b>	Según NTON 03 044-03 y RTCA 67.01.06:11	

Las condiciones necesarias para la materia prima, se determinaron a través de la experiencia y conocimiento de los productores, campesinos e ingenieros de la Cooperativa Jorge-Salazar, mientras que las del proceso de preparación del mosto se obtuvieron a través de la experimentación y determinación de grados Brix y pH iniciales de la materia prima, a como se mencionaba antes en el apartado 4.1.1 son las condiciones óptimas para que un mosto inicie su fermentación.

Las condiciones operacionales de fermentación alcohólica se determinaron a través de revisiones bibliográficas, sobre estudios realizados de proceso de elaboración de bebidas alcohólicas de mucílago de cacao entre las que se destacan (Baquerizo, 2013), (Lopez, 2013) y (Parra & Cobos, 2020); así mismo, se hizo una revisión bibliográfica en la que según (Collado, 2001) estas son las condiciones óptimas para inoculación de levaduras, por otra parte las condiciones de temperatura y tiempo de destilación de mejor rendimiento se identificaron experimentalmente en el laboratorio.

#### 4.1.7 Características Físico-químicas del Producto final.

**Tabla 13**

*Resultados de los grados °Brix, pH y grado alcohólico del producto final*

Muestras	Aguardiente			
	x1	x2	x3	X <sub>media</sub>
°Brix	2,5	2,5	2,5	2,5
pH	3,5	3,4	3,5	3,46
% Alcohol	37	37	37	37



Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

En la tabla 13, se observan los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio para el producto final (aguardiente a partir de mucílago de cacao). Según la normativa de especificaciones, Norma Técnica de bebidas alcohólica-Aguardiente NTON 03 036-00, la graduación alcohólica de un aguardiente debe estar en el rango de 34% a 40% de graduación alcohólica, por lo que el producto final obtenido muestra una graduación alcohólica del 37%, lo que nos indica que la bebida está dentro del rango.

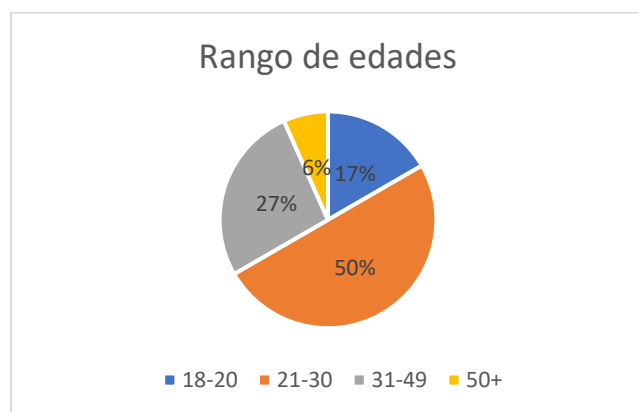
La norma también especifica que, el contenido total de azúcar, expresado como sacarosa, de un aguardiente clasificada como dulce debe estar entre los límites de 1,1 a 5 g/100 mL, por lo que la bebida alcohólica cumple con esta especificación, ya que contiene 2,5 grados Brix (2,5 g expresado en sacarosa /100 g de solución), por último, el pH resultante final promedio fue de 3,46, el aguardiente se caracteriza por tener un pH ácido entre 3 y 4.

#### 4.1.8 Características Organolépticas del producto final.

**Tabla 14 Resultados de datos generales**

Rango de edades	Resultados	Ocupación en la universidad	Resultados	Sexo	Resultados
18-20	5	Estudiante	14	M	18
21-30	15	Docente	11	F	12
31-49	8	Administrativo	4	Total	30
50+	2	Otro	1		
total	30	Total	30		

**Ilustración 3 Rango de edades**



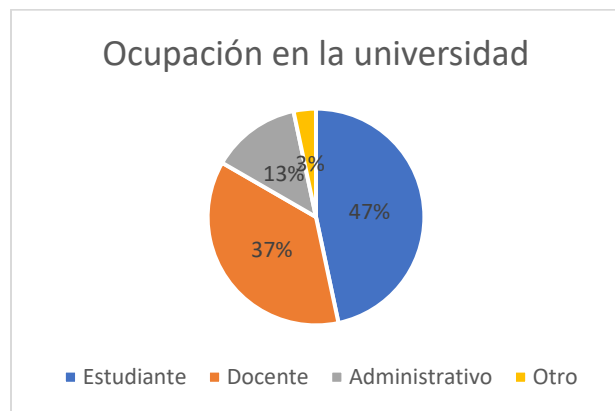
(Elaborado en Excel)

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

Como se puede observar en la ilustración 3, la mayoría de personas encuestadas para la evaluación de las características organolépticas y aceptación del producto final ronda las edades entre 21 a años con el 50%, el 27% pertenece al rango de edades pertenece al rango de edades de 31 a 49, el 17% pertenece al rango entre 18 a 20 años y un 6% de 50 a mas.

#### **Ilustración 4**

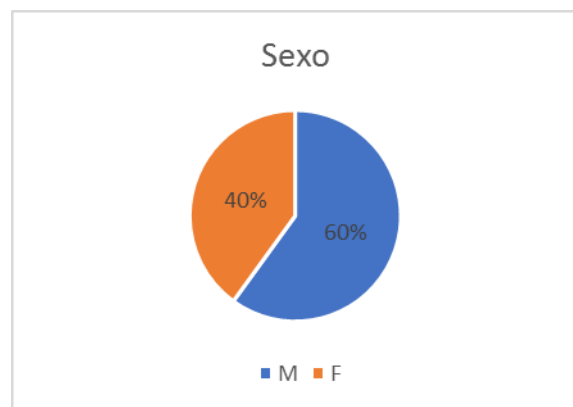
##### ***Ocupación en la Universidad***



(Elaborado en Excel)

#### **Ilustración 5**

##### ***Sexo***



(Elaborado en Excel)

La ilustración 4, muestra que la mayoría de las personas que fueron encuestadas son estudiantes con un 47%, seguido del personal docente con un 37%, un 13% y 3% le pertenece a personal administrativo y personal con otra ocupación respectivamente.

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

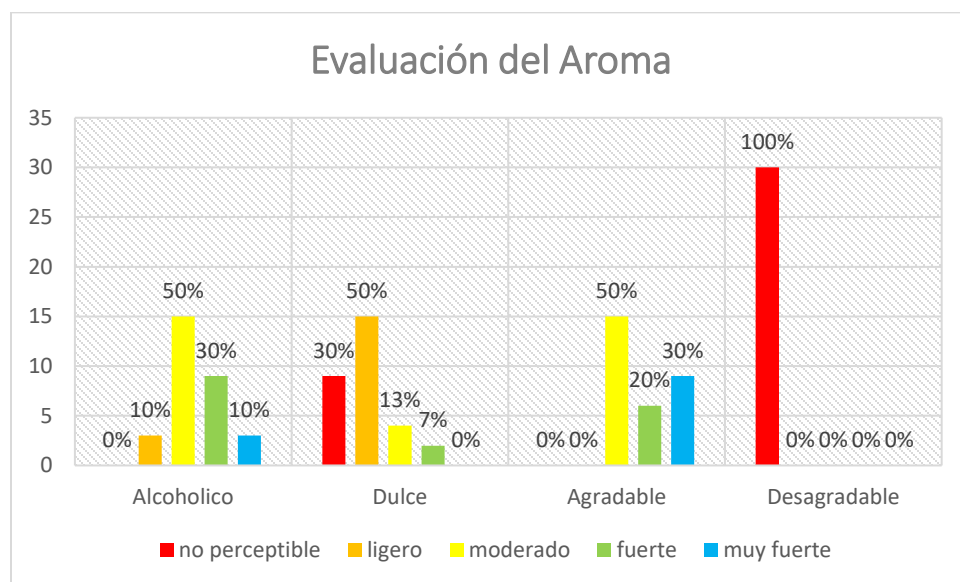
Por ultimo, en la ilustración 5 se muestra que el 60% de la personas encuestadas pertenece al sexo masculino, mientras que el 40% al sexo femenino.

**Tabla 15 Resultados de las características aromáticas del producto final**

Característica	Escala					Total
	no perceptible	ligero	moderado	fuerte	muy fuerte	
Aroma Alcohólico	0	3	15	9	3	30
Dulce	9	15	4	2	0	30
Agradable	0	0	15	6	9	30
Desagradable	30	0	0	0	0	30

### Ilustración 6

#### Evaluación del Aroma



(Elaborado en Excel)

En la ilustración 6, se observa que el 50% del público consumidor encuestado, percibe un aroma alcohólico moderado, un 10% lo considera muy fuerte, otro 10% lo percibe ligeramente y un 30% lo considera fuerte, por otra parte, un 50% percibe un aroma dulce ligero, mientras que un 30% no percibe un aroma dulce, también cabe mencionar que el 13% y 7% de los encuestados percibieron un aroma dulce moderado y fuerte respectivamente. El 50% de los encuestados

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

consideran un aroma agradable moderado, el 20 y 30% consideran aroma agradable y muy agradable, por lo tanto, el 100% consideran que la bebida no posee un aroma desagradable.

Según la Norma Técnica de bebidas alcohólica-Aguardiente NTON 03 036-00, define el aguardiente con características aromáticas agradable, suave y definida a alcohol etílico y tomando como referencia los porcentajes más altos, el producto final cumple con las características aromáticas de aguardiente.

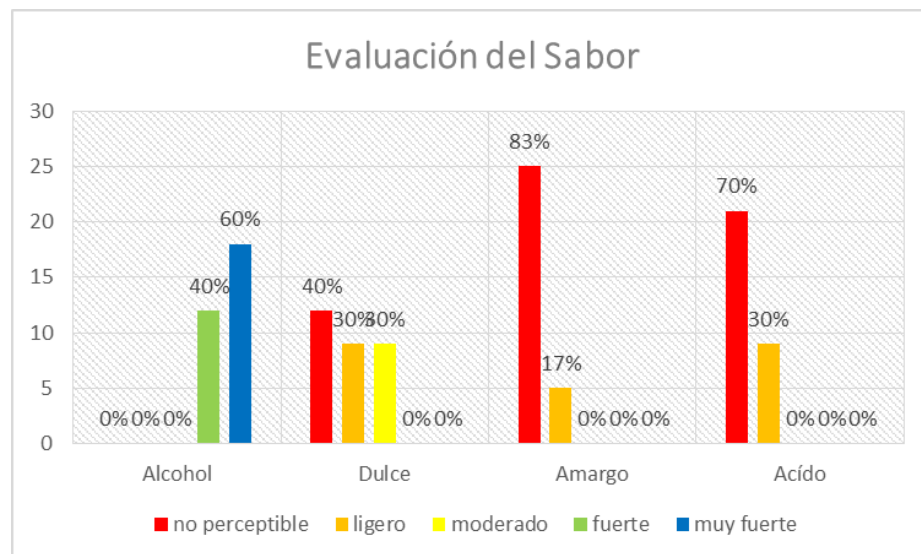
**Tabla 16 Resultados de las características del sabor del producto final**

Característica	Escala					Total
	no perceptible	ligero	moderado	fuerte	muy fuerte	
Sabor Alcohol	0	0	0	12	18	30
Dulce	12	9	9	0	0	30
Amargo	25	5	0	0	0	30
Ácido	21	9	0	0	0	30

(Elaborado en Excel)

### Ilustración 7

#### Evaluación del sabor



(Elaborado en Excel)

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

En la ilustración 7, se observa, que un 40% del público consumidor encuestado percibe un sabor alcohólico fuerte y un 60% lo considera muy fuerte, por otra parte, con respecto al sabor dulce no se percibe un sabor dulce fuerte o muy fuerte, pero un 30% lo considera ligero, al igual que moderado, también un 40% no percibe ningún sabor dulce. Según como muestra el grafico, el sabor ácido y el sabor amargo no es percibido en un 70% y 83% respectivamente, estos sabores solamente son percibidos ligeramente.

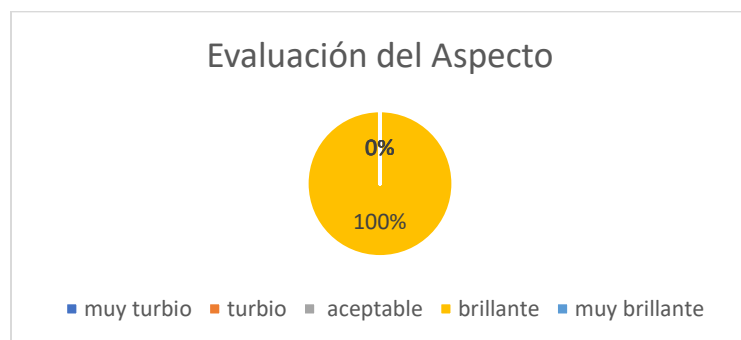
La Norma Técnica de bebidas alcohólica-Aguardiente NTON 03 036-00, define sabores definidos y bien equilibrados, típico sabor a alcohol etílico y ligeramente a su materia prima correspondiente (los sabores dulces, amargos y ácidos son proporcionados por la materia prima en este caso), utilizando como referencia los porcentajes más elevados y próximos entre sí, el producto final también cumple con las características de sabor.

**Tabla 17 Resultados de la evaluación del aspecto del producto final**

Aspecto	Resultados
muy turbio	0
turbio	0
aceptable	0
brillante	30
muy brillante	0
total	30

### Ilustración 8

#### *Evaluación del aspecto*



(Elaborado en Excel)

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

En la ilustración 8, a simple vista se puede observar, que el 100% de los encuestados consideran que el aspecto del aguardiente a partir de mucílago de cacao criollo es brillante, característica que cumple con lo impuesto por la Norma Técnica de bebidas alcohólica-Aguardiente NTON 03 036-00 (liquido brillante, transparente libre de partículas en suspensión).

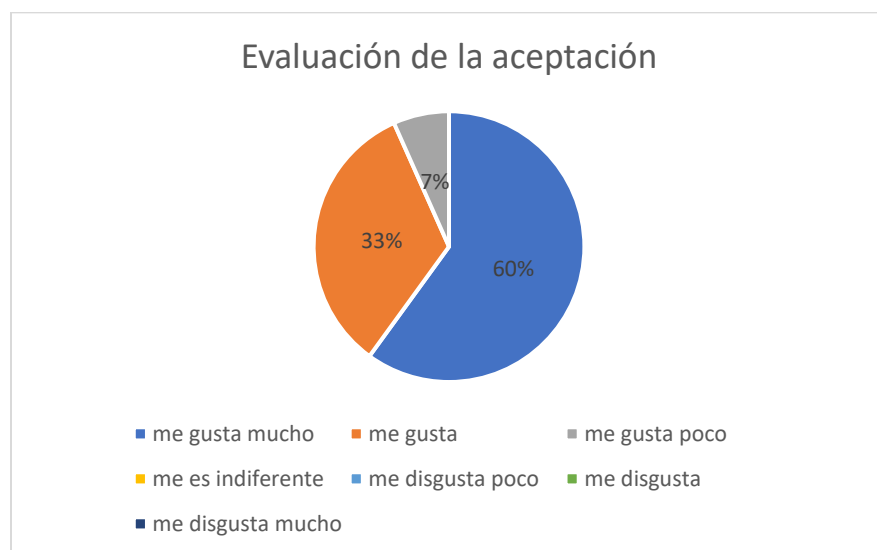
#### 4.1.9 Aceptación de la bebida alcohólica por el público consumidor habitual.

**Tabla 18 Resultados de la calificación de los encuestados sobre producto final**

Calificación	Resultado
me gusta mucho	18
me gusta	10
me gusta poco	2
me es indiferente	0
me disgusta poco	0
me disgusta	0
me disgusta mucho	0
total	30

#### Ilustración 9

##### *Evaluación de la aceptación*



(Elaborado en Excel)

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

La ilustración 9, muestra que un 60% de los encuestados califico como “me gustó mucho” la bebida alcohólica dando la máxima calificación, seguido de un 33% que indico “me gusta” y un 7% califico como “me gusta poco”, de esta manera, se puede decir que hubo una calificación positiva por parte de los 30 encuestados, cabe mencionar que no se obtuvieron resultados negativos o de indiferencia, por lo que se obtuvo una aceptación del 100% por parte del público consumidor habitual.

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

## **5 CAPÍTULO V**



## 5.1 Conclusiones

En conclusión, las características químicas del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao* L) son de 23 grados °Brix y pH de 4,03, por lo que fue necesario preparar un mosto de 18 grados °Brix y pH de 3,9 para dar inicio al proceso de fermentación según como lo dice la literatura.

Al realizarse dos fermentaciones una de 10 días y la otra de 15 días, se pudo determinar que la mayor producción de alcohol por parte de las levaduras sucede entre los primeros 10 días de fermentación, disminuyendo su acción los próximos 5 días debido a que los valores obtenidos variaron significativamente poco. El mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) es un sustrato con alto contenido de azúcares que al ser fermentado alcohólicamente puede producir teóricamente aproximadamente 10% de alcohol etílico.

Al efectuarse las destilaciones para cada mosto fermentado de distintos días de fermentación (10 y 15 días) se obtuvieron graduaciones alcohólicas de 54% y 55% respectivamente, obteniendo rendimientos 98,6 mL y 103,3 mL por litro de mosto fermentado destilado, referente a la graduación alcohólica se procedió a realizar una dilución de la sustancia para que esta logre llegar al valor deseado en este caso 37% (45,9 mL y 48,6 mL de agua por cada 100 mL de producto destilado). Se concluye que, el mucílago de cacao criollo con un tiempo de fermentación de 15 días, obtuvo un mejor volumen de producto final de 1,382 L, con respecto al fermentado de 10 días que fue de 1,295 L.

Las condiciones operacionales que se podrán implementar para la elaboración de aguardiente a partir de mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad tanto para un método artesanal como industrial, son escurrimiento de 24 horas para extracción de mucílago líquido, filtración, °Brix=18, pH entre 3,1 y 4, 1 g/L de levaduras con activación entre los 20°C a los 36°C por un tiempo de 10 min, tiempo de fermentación de 15 días, a temperatura de 18 y 25 °C, agitación constante y mínima exposición a la luz, para el proceso de destilación un prefiltrado, destilación en dos fases de °T= 65°C por 30 min primera fase y °T= 78-90 °C por 2 horas segunda fase y finalmente ajuste de concentración deseada (37% alcohol).

El producto final con una concentración alcohólica del 37%, logro cumplir las especificaciones impuestas por la Norma Técnica de bebidas alcohólica-Aguardiente NTON 03 036-00, tanto características químicas como organolépticas y de esta manera categorizar la bebida como aguardiente.

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

De acuerdo con los resultados de las encuestas de perfil sensorial, las características organolépticas percibidas de la bebida alcohólica a partir de mucílago de cacao criollo, son las siguientes: olor alcohólico moderado, definido y equilibrado, olor ligeramente dulce y aromáticamente agradable, un sabor alcohólicamente fuerte y ligeramente dulce, sabores amargos o ácidos no perceptibles y un aspecto brillante.

El aguardiente a partir de mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) tuvo una aceptación positiva por parte del 100% del público consumidor habitual encuestado, obteniendo una calificación máxima por el 60% de los encuestados.

## 5.2 Recomendaciones

Tomando en cuenta que el presente trabajo de investigación está enfocado en elaborar una bebida alcohólica novedosa se incita a realizar las siguientes recomendaciones.

- Realizar un estudio más amplio del proceso de fermentación y las levaduras, manipulando las variables para obtener un mayor porcentaje de alcohol en un menor tiempo de fermentación.
- Llevar a cabo un proceso de clarificación para obtener un producto final más brillante.
- Mantener la temperatura lo más estable posible pues la variación excesiva de este parámetro trae consigo serios problemas en la fermentación.
- Controlar la temperatura a 78 °C durante la segunda etapa de destilación, puesto que se obtendría un producto de mayor pureza de alcohol etílico.
- Determinar los azúcares reductores en la materia prima, para conocer estequiométricamente su capacidad de producir etanol.
- Aplicar un método analítico para la determinación del porcentaje de alcohol en el mosto fermentado.
- Determinar la presencia de metanol, total de congéneres y acidez total (en base a ácido acético) del producto final.
- Efectuar un proceso de envejecimiento, ya que este puede aportar mejores características organolépticas para obtener una bebida de calidad.
- Implementar un panel de catadores, e impartir una charla sobre cómo realizar la evaluación de una manera eficaz al producto final.
- Incentivar a continuar con la investigación de productos derivados del mucílago de cacao criollo para encontrar una mayor rentabilidad a el mismo.

### 5.3 Bibliografía

1. Enciclopedia Concepto. (2013). *Concepto*. Obtenido de <https://concepto.de/filtracion/>
2. Kongor, J. E., Hinneh, M., van de walle, D., Afoakwa, E., Boeckx, P., & Dewettinck, K. (2016). Factores que influyen en la variación de la calidad del cacao (*Theobroma cacao*) perfil de sabor de frijol. *Food Research International*, 82, 44-55. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996916300163?via%3Dihub>
3. PCE Ibérica S.L. (2017). *PCE Ibérica S.L.* Obtenido de PCE Ibérica S.L.: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/refractometros-tablas.htm>
4. 7Graus. (2013). *Significados.com*. Obtenido de <https://www.significados.com/ph/>
5. Afolabi, O., Ibitoye, O., & Agaje, F. (2015). Evaluación de Propiedades Nutricionales y Sensoriales de Bebida de Pulpa de Cacao Suplementada con Jugo de Piña. *Journal of Food Research*, 4(6), 58-61. Obtenido de <https://www.ccsenet.org/journal/index.php/jfr/article/view/54778>
6. Baquerizo, M. J. (2013). *UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/336>
7. BEBER Magazine. (2021). *BEBER Magazine*. Obtenido de <https://www.bebermagazine.com/maceracion-fermentacion-destilacion/>
8. Bodega Garzon Uruguay. (2018). *Bodega Garzon Uruguay*. Obtenido de <https://bodegagarzon.com/es/blog/fermentacion-alcoholica/#:~:text=La%20fermentaci%C3%B3n%20alcoh%C3%B3lica%20es%20un%20proceso%20anaer%C3%B3bico%20realizado%20por%20las,degrada%20en%20un%20%C3%A1cido%20pyruvic>
9. Braudeau, J. (2001). «*Técnicas agrícolas y producciones tropicales.*» *El cacao*. Barcelona, España: Blumé.
10. CIIDEPT, Argentina. (2020). *Centro de innovación e investigación para el desarrollo educativo, productivo y tecnológico*. Obtenido de <https://www.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/2015/09/microbiologia-en-la-escuela-primaria-CIIDEPT-2015.pdf>
11. Collado, Q. (2001). *Verema.com*. Obtenido de <http://www.verema.com/articulos/500449-levaduras-fermentacionalcoholica-ii>
12. Destillati e liquori, M. (1977). Obtenido de <https://boletinagrario.com/ap-6,aguardiente,814.html>

13. Enriquez, G. (1985). *Curso sobre el cultivo de cacao*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Enseñanza. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=eZgOAQAIAAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=cacao+nicaragua&ots=IrtO40Nh6O&sig=Dv9R9tZVQO0MeCwas9AtAMU2p8w#v=onepage&q=cacao%20nicaragua&f=false>
14. Equipos y Laboratorio de Colombia S.A.S. (2011). *Equipos y Laboratorio de Colombia S.A.S.* Obtenido de <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/que-son-los-grados-brix>
15. Garcia, G. (abril de 2022). *the food tech*. Obtenido de <https://thefoodtech.com/tecnologia-de-los-alimentos/destilacion-de-bebidas-alcoholicas-un-proceso-vigente/#:~:text=El%20proceso%20de%20destilaci%C3%B3n%20de,con%20una%20alta%20graduaci%C3%B3n%20alcoh%C3%B3lica.>
16. Graziani, L., Ortiz, L., & Parra, P. (2002). Características químicas de la semilla de diferentes tipos de cacao de la localidad de Cumboto, Aragua. *Agronomía Tropical*, 53(2). Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2003000200002](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2003000200002)
17. Graziani, L., Ortiz, L., Angulo, J., & Parra, P. (Septiembre de 2002). Características físicas del fruto de cacao tipos criollo, forastero y trinitario de la localidad de cumboto, venezuela. *Agronomía Tropical*, 25(3). Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2002000300006](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2002000300006)
18. Icabalzeta. (2014). *Boustens*. Obtenido de <https://www.boustens.com/como-medir-el-grado-de-alcohol-de-un-producto-alcoholico/>
19. KYB Anvoh, A. Zoro Bi, & D. Gnakri. (2009). Producción y caracterización de jugo a partir de mucílago de granos de cacao y su transformación en mermelada. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(6), 129-133. Obtenido de <https://scialert.net/abstract/?doi=pjn.2009.129.133>
20. Le vice chocolat. (2019). *CACAO CRIOLLO, TRINITARIO Y FORASTERO ¿CONOCES LA DIFERENCIA?* Obtenido de Le vice chocolat: <https://levicechocolat.com/article/cacao-criollo-trinitario-y-forastero-conoces-la-diferencia#:~:text=Existen%203%20variedades%20importantes%3A%20Cacao,Cacao%20CRIOLLO%20y%20Cacao%20TRINITARIO.>

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

21. Lopez, J. A. (2013). *KIPDF*. Obtenido de [https://kipdf.com/universidad-estatal-de-bolivar\\_5ae296247f8b9a8f588b4579.html](https://kipdf.com/universidad-estatal-de-bolivar_5ae296247f8b9a8f588b4579.html)
22. MIFIC. (2022). *mific.gob.ni*. Obtenido de [https://www.mific.gob.ni/Portals/0/Documentos/AreaPrensa/Plan%20Nacional%20de%20Produccion%2C%20Consumo%20y%20Comercio%202022-2023\\_png.pdf](https://www.mific.gob.ni/Portals/0/Documentos/AreaPrensa/Plan%20Nacional%20de%20Produccion%2C%20Consumo%20y%20Comercio%202022-2023_png.pdf)
23. Mosquera, J. T., & Menéndez, M. C. (2006). Alcohol etílico: Un tóxico de alto riesgo para la salud humana socialmente aceptado. *Rev Fac Med Univ Nac Colomb*, 54(1). Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v54n1/v54n1a05.pdf>
24. NTON 03 035–12. (Octubre de 2012). Obtenido de <https://www.minsa.gob.ni/index.php/repository/search/>
25. NTON 03 036 - 00. (2001). *Minsa.gob.ni*. Obtenido de <https://www.minsa.gob.ni/index.php/repository/Descargas-MINSA/Direcci%C3%B3n-General-de-Regulaci%C3%B3n-Sanitaria/Regulaci%C3%B3n-de-Alimentos/Bebidas-Alcoh%C3%B3licas/Norma-T%C3%A9cnica-de-Especificaciones-de-Bebida-Alcoh%C3%B3logica---Aguardiente/>
26. NTON 03 044-03. (2005). *Minsa.gob.ni*. Obtenido de <https://www.minsa.gob.ni/index.php/repository/Descargas-MINSA/Direcci%C3%B3n-General-de-Regulaci%C3%B3n-Sanitaria/Regulaci%C3%B3n-de-Alimentos/Bebidas-Alcoh%C3%B3licas/Norma-t%C3%A9cnica-obligatoria-nicarag%C3%BCense-bebida-alcoh%C3%B3lica.-Envase-para-el>
27. Parra, K., & Cobos, M. (2020). Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15494>
28. Quiroz, E. (2012). Circulación y consumo de cacao en la ciudad de México en el siglo XVIII.
29. Raja, R. C., & Banerjee, R. (2020). An innovative approach of mixed enzymatic venture. *Energy Conversion and Management*, 207. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890420300406?via%3Dihub>
30. React . Lab. (2022). *React. Lab*. Obtenido de React. Lab: <https://reactlab.com.ec/wp-content/uploads/2022/04/Proceso-Dilucion-B12-1.pdf>
31. RTCA 67.01.06:11. (2011). *minsa.gob.ni*. Obtenido de <https://www.minsa.gob.ni/index.php/repository/Descargas-MINSA/Direcci%C3%B3n-General-de-Regulaci%C3%B3n-Sanitaria/Regulaci%C3%B3n-de-Alimentos/Bebidas->

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

Alcohol% C3% B3licas/RTCA-Bebidas-alcohol% C3% B3licas.-Bebidas-alcohol% C3% B3licas-destiladas.-Requisitos-de-etiqu

32. Ruth, L. S., Enrique, A. M., & Cruz, G. G. (2020). *Validación de la determinación cualitativa y cuantitativa de*. Obtenido de [http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/7682/Validacion\\_de\\_la\\_determinacion\\_Lopez-Santiago\\_N\\_2020.pdf?sequence=1#:~:text=En%20el%20m%C3%A9todo%20colorim%C3%A9trico%20el,es%20el%20formaldeh%C3%ADdo%20quien%20debe](http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/7682/Validacion_de_la_determinacion_Lopez-Santiago_N_2020.pdf?sequence=1#:~:text=En%20el%20m%C3%A9todo%20colorim%C3%A9trico%20el,es%20el%20formaldeh%C3%ADdo%20quien%20debe)
33. Salazar, Y. G., & Carvajal, E. S. (2015). Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5323/1/231468.pdf>
34. Salous, A. E. (01 de mayo de 2019). Aceleración de la fermentación del cacao mediante la acción de bacterias (*Acetobacter aceti*) y levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*). *Espirales Revista Multidisciplinaria De Investigación*, 3(28), 1-20. Recuperado el 2022, de <https://www.revistaespirales.com/index.php/es/article/view/572>
35. Sánchez, F., Medin, M., Díaz, G., Ramos, R., & Vera, V. (2015). Potencial sanitario y productivo de 12 clones de cacao en Ecuador. *Revista fitotecnia mexicana*, 38(3), 265-264. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802015000300005&script=sci\\_abstract](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802015000300005&script=sci_abstract)
36. Santana, P., Vera, J., Vallejo, C., & Alvarez, A. (04 de abril de 2019). Mucílago de cacao, nacional y trinitario para la obtención de una bebida hidratante. *UNIVERSIDAD, CIENCIA y TECNOLOGÍA*, 179-189. Obtenido de <https://www.uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/24/27>
37. Suarez, D. (2010). Obtenido de <http://saludablenaturaleza.blogspot.com/2010/02/mucilagos.html&type=blog>
38. Suárez-Machín, C., Garrido-Carralero, N. A., & Guevara-Rodríguez, C. (2016). Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. *ICIDCA*, 50(1), 20-28. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>
39. Thermo Fisher Scientific Inc. (2022). *Thermo Fisher Scientific Inc*. Obtenido de <https://www.fishersci.es/es/es/browse/80013635/methanol>
40. Thi, N., & Tien, N. (2016). A Study of wine fermentation from mucilage of cocoa beans. *Dalat University Journal of Science ( Theobroma cacao L . )*, 6(3), 387-397. Obtenido de

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

[https://www.researchgate.net/publication/339359313\\_A\\_STUDY\\_OF\\_WINE\\_FERMENTATION\\_FROM\\_MUCILAGE\\_OF\\_COCOA\\_BEANS\\_Theobroma\\_cacao\\_L](https://www.researchgate.net/publication/339359313_A_STUDY_OF_WINE_FERMENTATION_FROM_MUCILAGE_OF_COCOA_BEANS_Theobroma_cacao_L)

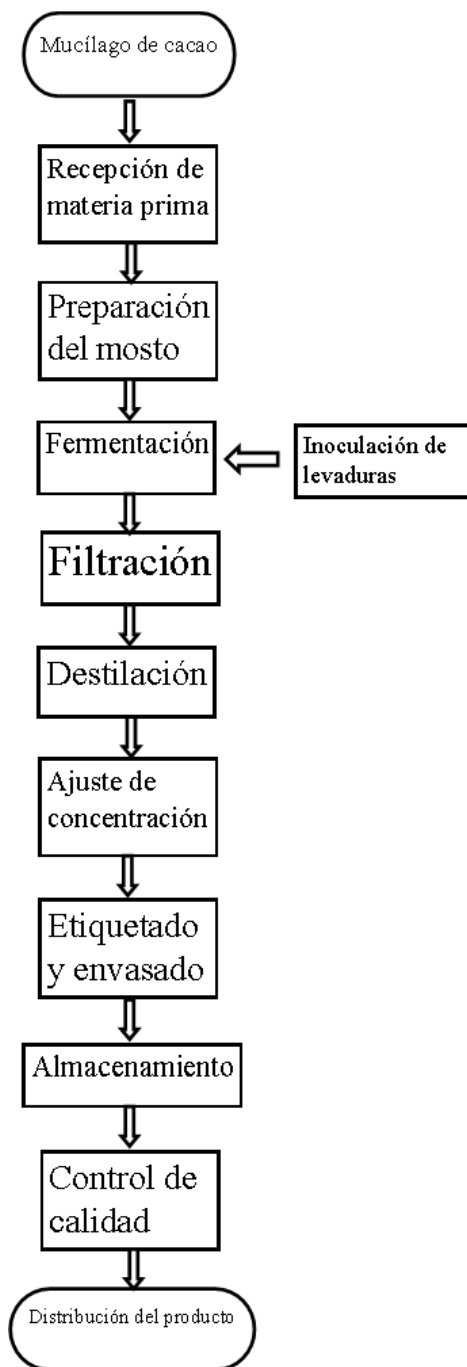
41. TP - Laboratorio Químico. (s.f). *TP - Laboratorio Químico* . Obtenido de <https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico/refractometro.html>
42. Uribe, D. P. (Septiembre de 2020). *UNAD*. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/39032/dypachecou.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
43. Vásquez, Z. S., & Otros. (2019). Biotechnological approaches for cocoa waste management. *Elsevier Science Direct*, 90, 72-83. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X19302454?via%3Dihub>
44. Vazquez, H. (2007). Fermentación Alcohólica, Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, VIII(4), 249-259. Obtenido de [http://www.ecured.cu/index.php/Fermentaci%C3%B3n\\_alcoh%C3%B3lic](http://www.ecured.cu/index.php/Fermentaci%C3%B3n_alcoh%C3%B3lic)
45. Veronica. (2008). Las levaduras y el vino. *Sociedad Venezolana de Microbiología*. Obtenido de <http://veronoe84.blogspot.com/>
46. Vino de frutas. (2010). *Vino de frutas.com*. Obtenido de <http://www.vinodefruta.com/Medicion%20de%20alcohol.htm>
47. Zarsa, L. (2018). *iagua.es*. Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-destilacion-y-que-sirve>



## 5.4 Anexos

### 5.4.1 Anexo 1. Diagrama de flujo.

#### 5.4.1.1 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de aguardiente a partir de mucílago de cacao criollo.



Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

#### 5.4.2 Anexo 2. Encuesta realizada para la aceptación del producto.



**Seminario de graduación para optar al Título de Licenciatura en Química Industrial.**

#### **Química Industrial V año**

**Tema: Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022**

#### **Encuesta de captación.**

**Objetivo: El propósito de esta encuesta es evaluar las características organolépticas y aceptación de un Aguardiente a partir del mucílago de cacao.**

**N° de Encuesta:** \_\_\_\_

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

#### **1. Datos generales (marque con una X solo una de las opciones)**

##### **1.1. Edad**

a) 18 a 20 \_\_ b) 21 a 30 \_\_ C) 31 a 40 \_\_ d) 50 a mas \_\_

##### **1.2. Ocupación en la Universidad**

a) Estudiante\_\_

b) Personal docente\_\_

c) Personal administrativo\_\_

d) Otro\_\_

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

### 1.3. Sexo

a) M\_\_ b) F\_\_

## 2. Prueba descriptiva

### 2.1. Olor y sabor.

Escriba el número que usted considere correspondiente utilizando la siguiente escala:

1: no perceptible, 2: ligero, 3: moderado, 4: fuerte y 5: muy fuerte.

Atributos			
Olor	Calificación	Sabor	Calificación
Aroma Alcohólico		Alcohol	
Aroma Dulce		Acido	
Aroma agradable		Amargo	
Aroma desagradable		Dulce	

### 2.2. Turbidez.

Escriba el número que usted considere correspondiente utilizando la siguiente escala de turbidez.

Turbidez: 1: muy turbio, 2: turbio, 3: turbidez aceptable, 4: brillante, 5: muy brillante.

Atributo	Calificación
Turbidez	

### 3. Calificación de la bebida\_\_\_\_

Esta prueba tiene el objetivo de saber que tanto le ha gustado la bebida, utilizando la siguiente escala: 7: me gusta mucho 6: me gusta 5: me gusta poco 4: me es indiferente 3: me disgusta poco 2: me disgusta 1: me disgusta mucho.

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

### 5.4.3 Anexo 3. Cálculos de ajuste de concentración.

$$C1 * V1 = C2 * V2$$

$$V2 = \frac{C1 * V1}{C2}$$

#### 5.4.3.1 Primer destilado:

$$V2 = \frac{54 * 100}{37} = 145,9 \text{ mL}$$

145,9 – 100 = 45,9 mL de agua purificada para realizar el ajuste del primer destilado.

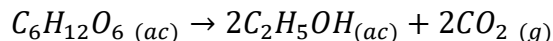
#### 5.4.3.2 Segundo destilado:

$$V2 = \frac{55 * 100}{37} = 148,6 \text{ mL}$$

148,6 – 100 = 48,6 mL de agua purificada para realizar el ajuste del segundo destilado.

### 5.4.4 Anexo 4. Cálculos del balance de materia general teórico.

Reacción química:



Datos

$$C_6H_{12}O_6 = 180,156 \text{ g/mol}$$

$$2C_2H_5OH = 46,07 \text{ g/mol}$$

$$2CO_2 = 44,01 \text{ g/mol}$$

$$\rho \text{ etanol} = 0,786 \text{ g/ml}$$

Producción de etanol:

$$153,2g C_6H_{12}O_6 \times \frac{1mol C_6H_{12}O_6}{180,156g C_6H_{12}O_6} \times \frac{2mol C_2H_5OH}{1mol C_6H_{12}O_6} \times \frac{46,07g C_2H_5OH}{1mol C_2H_5OH} \\ = 78,35g C_2H_5OH$$

$$\%Cconversión = \frac{78,35g C_2H_5OH}{153,2g C_6H_{12}O_6} \times 100 \\ = 51,14\%$$

Cálculo de la densidad:

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

$$0,789g - 1ml$$

$$78,35g - V$$

$$V = \frac{78,35g}{0,789g/ml}$$

$$V = 99,3ml$$

Producción de CO<sub>2</sub>:

$$153,2g C_6H_{12}O_6 \times \frac{1mol C_6H_{12}O_6}{180,156g C_6H_{12}O_6} \times \frac{2mol CO_2}{1mol C_6H_{12}O_6} \times \frac{44,01g CO_2}{1mol C_2H_5OH}$$

$$= 74,84g CO_2$$

$$\%Conversión = \frac{74,84g CO_2}{153,2g C_6H_{12}O_6} \times 100$$

$$= 48,85\%$$

Balance de materia general de la etapa de destilación:

$$B = C + D$$

Balance de producto destilado

$$B * X_{Et}^B = C X_{Et}^C + D X_{Et}^D$$

$$(925,16 g) * (0,085) = C(0,90) + D(0)$$

$$C = \frac{(925,16 g) * (0,085)}{0,90} = 87,05 g$$

Entonces 87,05 x 0,10=8,7 g de agua

Balance del residuo

$$B * X_{Re}^B = C X_{Re}^C + D X_{Re}^D$$

$$(925,16 g) * (0,915) = D(1)$$

$$D = \frac{(925,16 g) * (0,915)}{1} = 846,81 g$$

Como el agua del destilado es producto del mosto fermentado se le resta, entonces 846,81-8,7= 838,11 g de residuo

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

#### 5.4.5 Anexo 5. Cooperativa “Jorge-Salazar”.

##### Ilustración 10

##### *Instalaciones dentro de la Cooperativa*



#### 5.4.6 Anexo 6. Etapas.

##### Ilustración 11

##### *Recepción MP*



Fruto de cacao recién cortado, en la imagen se logra apreciar el mucílago de cacao, el cual es la sustancia blanca que recubre las semillas de cacao.

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

## **Ilustración 12**

### ***Preparación del Mosto***



Mosto preparado, el cual también pasó por un proceso de filtración para la eliminación de impurezas.

## **Ilustración 13**

### ***Activación de Levaduras***



Se agregó la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, para iniciar el proceso de fermentación.

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

## **Ilustración 14**

### ***Fermentación***



La fermentación se mantuvo controlada en un lugar fresco, oscuro y utilizando bolsas para evitar el contacto con la luz, para un mejor rendimiento.

## **Ilustración 15**

### ***Destilación***



Montaje de destilación bajo las mismas condiciones.



Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

## Ilustración 16

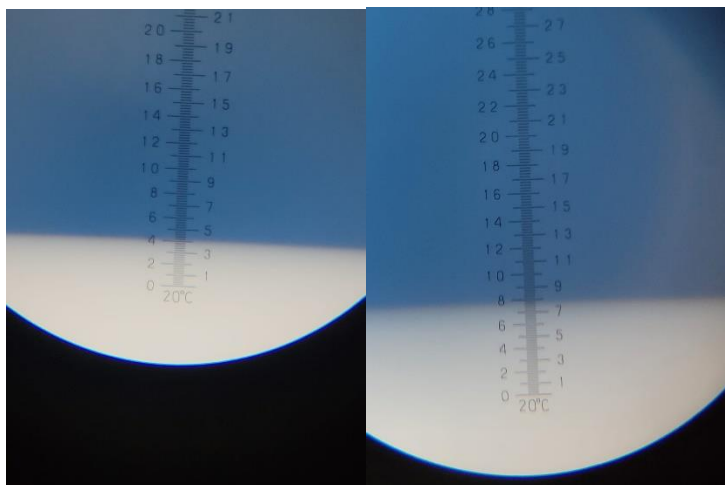
### *Determinación de pH*



Utilización de pH-metro para el análisis de los grados de pH de la muestra.

## Ilustración 17

### *Determinación °Brix*



Por medio de refractómetro se pudo hacer el análisis de los °Brix, aplicando unas gotas de la muestra al lector del refractómetro.

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

## Ilustración 18

### *Medición de grado alcohólico*



Se midió el grado alcohólico por medio de un hidrómetro, introduciéndolo en una muestra de 100 mL.

### 5.4.7 Anexo 6. Propuesta de diseño del producto final

## Ilustración 19

### *Etiqueta Delantera*



La etiqueta delantera contiene el nombre y logotipo de la empresa “Las Tres A”, el nombre de la bebida “Elixir”, la etiqueta además contiene información sobre el contenido alcohólico (37%), el país de origen, la presentación en 200 mL, la materia prima (mucílago de cacao criollo) del cual proviene y como se categoriza el producto (aguardiente).

Aguardiente a partir del mucílago de cacao criollo (*Theobroma cacao*) como propuesta de utilidad de los subproductos en la Cooperativa “Jorge-Salazar”, Departamento de Química, UNAN-Managua en el año 2022

## Ilustración 20

### *Etiqueta trasera*



La etiqueta trasera de manera representativa contiene información sobre el registro sanitario, lote, leyenda preventiva, información de la empresa y código QR.

## Ilustración 21

### *Presentación Final*



El producto final fue envasado en botellas de vidrio transparente de 200 mL de capacidad, con tapón de corcho y detalle en el cuello de la botella y con etiqueta color blanco y letras negras tanto delantera, como trasera.