

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**CONSERVACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y
ORGANOLÉPTICAS DE LA BEBIDA FERMENTADA DE COYOL (*ACROCOMIA
ACULEATA*) APLICANDO PASTEURIZACIÓN RÁPIDA**

POR:

JOSE RAÚL RÁPALO VALDEZ

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA**



CATACAMAS

OLANCHO

JUNIO 2024

CONSERVACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y
ORGANOLÉPTICAS DE LA BEBIDA FERMENTADA DE COYOL (*ACROCOMIA*
ACULEATA) APLICANDO PASTEURIZACIÓN RÁPIDA

POR:

JOSÉ RAÚL RÁPALO VALDEZ

M. Sc. FRANCISCO ENRIQUE SANCHEZ ROSALES

ASESOR PRINCIPAL

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2024

DEDICATORIA

A mi madre **Nohema Jorleny Valdez Teruel** por todos estos años de apoyo incondicional, creyendo ciegamente en mis capacidades y siendo mi mayor ejemplo a seguir. Todo le debo.

A mi padre **Raúl Edgardo Rápalo Ramos** por su apoyo y confianza en todas mis decisiones a lo largo de los años.

A mi hermano **Matthew Alejandro Rápalo Valdez** por ser mi principal motivante a conseguir el título de ingeniero en tecnología alimentaria, y esperando que este logro sea un motivante más en su vida para conseguir todo lo que se propone.

A toda mi demás familia que siempre creyó en mí y nunca me dejaron solo, tías, abuelos, primos y en especial a **Natalia Montero**, porque sin ustedes no lo habría logrado.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres **Nohema Jorleny Valdez, Raúl Edgardo Rápalo**, por su confianza y apoyo; moral, espiritual y económico a lo largo de los años. Por enseñarme el valor del trabajo y por creer ciegamente en mí. Este logro es nuestro.

A mí pareja **Natalia Isabel Montero y su familia**, por su apoyo a lo largo de estos años dentro de la institución, por enseñarme que el amor puede surgir de cualquier parte y que es algo indispensable en nuestras vidas.

A mi abuela **Daysi Ramos**, por todos sus consejos, sermones y apoyo incondicional en esta travesía.

A mi compañero de tesis **Owen Jafeth Salgado** por lograr en conjunto estas dos investigaciones, por su compromiso y profesionalismo intachable, y por los buenos ratos que pasamos juntos.

A mi mejor amigo **Melvin Enrique Girón** por su apoyo, por enseñarme el verdadero significado de la amistad, y por su ayuda en todas las clases juntos que cursamos, esperando que este sea sólo el inicio de todos nuestros logros juntos.

A mis asesores **M.Sc. Francisco Sánchez, M.Sc. Katy Castellanos, Ph.D Mario Gonzáles**, por ayudarnos en esta investigación y estar siempre dispuestos a apoyarnos en lo que hiciera falta, que gracias a todo este tiempo compartido no sólo considero tutores, sino también amigos.

Y no menos importante, a **todos mis compañeros** de clase, que buenos tiempos pasamos juntos, desearía volver a repetirlo.

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivo general.....	2
2.2 Objetivos específicos	2
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
3.1 La planta de Coyol (<i>Acrocomia Aculeata</i>).....	3
3.1.1 Descripción taxonómica y botánica.....	3
3.1.2 Importancia cultural en la región de Olancho.	3
3.2 Proceso de fermentación.	4
3.2.1 Fermentación alcohólica y la savia del coyol.....	4
3.2.2 Fermentación natural en la bebida de coyol.....	5
3.3 Propiedades de las bebidas fermentadas.	6
3.3.1 Sensoriales.....	7
3.3.2 Físico químicos	8
3.4 Factores que afectan las propiedades organolépticas en la conservación de la bebida fermentada de coyol.	10
3.4.1 Procesamiento de la bebida fermentada de coyol	10
3.4.2 Almacenamiento de la bebida fermentada de coyol.....	11
3.5 Tratamientos térmicos en bebidas fermentadas	12
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	13
4.1 Materiales y equipo.....	14
4.1.1 Materiales:.....	14
4.1.2 Equipos:.....	14
4.1.3 Reactivos:	14
4.2 Etapas de investigación:.....	14

4.2.1 Etapa I. Recolección y procesamiento de las muestras de coyol	15
4.2.2 Etapa II. Tratamientos térmicos	16
4.2.3 Etapa IV. Medición de variables fisicoquímicas	16
4.2.4 Etapa III. Cinéticas de vida de anaquel	18
4.2.5 Etapa V. Evaluación sensorial	19
4.2.6 Etapa VI. Análisis estadístico	19
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
5.1 Variables fisicoquímicas	20
5.1.1 Análisis de la variable de Grados Brix de la bebida fermentada de coyol	22
5.1.2 Análisis de la variable de pH de la bebida fermentada de coyol.....	23
5.1.3 Análisis de la variable de Acidez de la bebida fermentada de coyol.....	24
5.1.4 Análisis de los grados de etanol en la bebida fermentada de coyol	25
5.1.5 Análisis del recuento total de MO en la bebida fermentada de coyol	26
5.2 Análisis sensorial	27
5.2.1 Análisis del color en la bebida fermentada de coyol (visual).....	28
5.2.2 Índice de aceptabilidad.....	29
VI. CONCLUSIONES	30
VII. BIBLIOGRAFIA.....	31
VIII.RECOMENDACIONES	36
IX. ANEXOS.....	37

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 , Caracterización de la bebida recién extraída y 5 días después de fermentada. 21	
Tabla 2 , Sólidos solubles de la bebida fermentada de Coyoil a lo largo del tiempo. 23	
Tabla 3 , pH de la bebida fermentada de Coyoil a lo largo del tiempo 23	
Tabla 4 , Acidez de la bebida fermentada de Coyoil a lo largo del tiempo. 24	
Tabla 5 , Contenido de etanol %(v/v) en la bebida fermentada de coyol a lo largo del tiempo..... 26	
Tabla 6 , Contenido de log UFC/ml en la bebida fermentada de coyol a lo largo del tiempo. 27	
Tabla 7 , Efectos del tratamiento térmico sobre características sensoriales de la bebida fermentada de coyol 28	

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1, Palma de coyol en fermentación o espera de recolección (Rápalo, 2024).....	5
Figura 2, Procesos de estabilización microbiológicas en vinos (Ortiz, 2020).....	11
Figura 3, Estepa de la investigación	15
Figura 5, Diferencia visual en la bebida fermentada de coyol a lo largo del tiempo	29
Figura 6, Índice de aceptabilidad en la bebida fermentada de coyol a lo largo del tiempo	30

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo No. 1 Formato de evaluación sensorial	37
Anexo No. 2 Visita de campo y recolección de muestras de la bebida de coyol	39
Anexo No. 2 Pasteurización de la bebida fermentada de coyol	40
Anexo No. 3 Medición de parámetros físico-químicos de la bebida fermentada de coyol.....	41
Anexo No. 4 Presentación bebida fermentada de coyol una vez pasteurizada	41
Anexo No. 5 Determinación de UFC y etanol en la bebida fermentada de coyol	42
Anexo No. 6 Evaluación sensorial de la bebida fermentada de coyol	42

RÁPALO VALDEZ, J.R, 2024. Conservación de las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de la bebida fermentada de Coyol (*acrocomia aculeata*) aplicando pasteurización rápida. Tesis. Ing. en Tecnología Alimentaria, Catacamas, Olancho, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura 56 p.

RESUMEN

La bebida fermentada de coyol (*Acrocomia aculeata*) es una tradición en Olancho, Honduras, apreciada por su sabor y propiedades únicas, aunque su producción artesanal limita su vida útil. Este estudio evaluó el efecto de la pasteurización rápida (75°C por 10 minutos) sobre la estabilidad fisicoquímica y sensorial de la bebida durante 28 días de almacenamiento. Se analizaron parámetros fisicoquímicos como el pH, acidez, grados Brix, concentración de etanol y así como la carga microbiana a lo largo de 28 días. El pH disminuyó de 4.3 a 4.1 en los primeros 21 días, mientras que la acidez bajó de 3.1 % a 2.0 % p/v antes de estabilizarse. Los grados Brix permanecieron casi constantes (17.1 al inicio y 16.9 al final), mientras que la concentración de etanol aumentó de 4.89 % al día 7 a 10.13 % al día 28, indicando actividad fermentativa residual. La carga bacteriana aumentó de 2 a 5 log UFC/ml, mientras que los niveles de levaduras y hongos se mantuvieron <10 UFC/ml. Las evaluaciones sensoriales realizadas por jueces no entrenados, mostraron una aceptación constante en términos de color, aroma y sabor, manteniendo la bebida en un índice de aceptabilidad superior al 70 % hasta el día 21. Estos hallazgos indican que la pasteurización rápida resultó parcialmente eficaz para estabilizar la bebida, preservando algunas de las propiedades sensoriales tales como sabor y aroma durante un periodo de 21 días.

Palabras claves: Coyol, pasteurización rápida, conservación, propiedades organolépticas, vida útil, fermentación.

RÁPALO VALDEZ, J.R, 2024. Preservation of the physicochemical and organoleptic properties of the fermented Coyol beverage (*acrocomia aculeata*) through rapid pasteurization. Thesis. Food Technology Engineering, Catacamas, Olancho, Honduras. National University of Agriculture, 56 p.

ABSTRACT

The fermented coyol beverage (*Acrocomia aculeata*) is a cherished tradition in Olancho, Honduras, valued for its unique flavor and properties, though its artisanal production limits its shelf life. This study evaluated the effect of rapid pasteurization (75°C for 10 minutes) on the physicochemical and sensory stability of the beverage over 28 days of storage. Physicochemical parameters such as pH, acidity, Brix degrees, ethanol concentration, and microbial load were analyzed throughout the 28-day period. The pH decreased from 4.3 to 4.1 during the first 21 days, while acidity dropped from 3.1% to 2.0% w/v before stabilizing. The Brix degrees remained nearly constant (17.1 initially and 16.9 at the end), whereas ethanol concentration increased from 4.89% on day 7 to 10.13% on day 28, indicating residual fermentative activity. Bacterial load rose from 2 to 5 log CFU/ml, while yeast and mold levels remained below 10 CFU/ml. Sensory evaluations conducted by untrained panelists showed consistent acceptance in terms of color, aroma, and flavor, with the beverage maintaining an acceptability index above 70% up to day 21. These findings suggest that rapid pasteurization was partially effective in stabilizing the beverage, preserving some sensory properties such as flavor and aroma for a period of 21 days.

Keywords: Coyol, rapid pasteurization, preservation, organoleptic properties, shelf life, fermentation

I. INTRODUCCIÓN

El vino de palma es una bebida alcohólica producida mediante la fermentación natural de la savia obtenida de diversas palmas tropicales. Esta práctica ancestral, conocida por diferentes nombres según la región, como vino de coyol, bebida de la taberna, coya o pulque de coyol, destaca por su método de producción natural (Santiago-Urbina, 2014). Una variante específica de esta bebida, la bebida fermentada de coyol, se asemeja a la bebida mexicana llamada taberna, ya que ambas se elaboran a partir de la savia de la palma coyol (*Acrocomia aculeata*). Sin embargo, difieren en su manejo posproducción; en Costa Rica por ejemplo, la bebida de coyol se refrigera para extender su vida útil, mientras que en México y Honduras se almacena a temperatura ambiente (Santiago-Urbina, 2014).

La producción de la bebida fermentada de coyol involucra la obtención de savia de palmeras que tienen entre 10 y 14 años de edad. El proceso inicia derribando y deshojando las palmeras, que se colocan horizontalmente para maximizar el flujo de savia. Un corte rectangular en el tronco forma un receptáculo llamado "canao", donde la savia se acumula. La "canao" se cubre con madera y se deja reposar durante 12 horas. Posteriormente, la savia recolectada se deja fermentar por otras 12 horas (Jorge A. Santiago-Urbina, 2013).

La fermentación de la savia ocurre de manera natural debido a la acción de bacterias y levaduras presentes en el líquido, resultando en una bebida con características físicoquímicas variables. Estas propiedades cambian conforme avanza la fermentación, influyendo en el color blanquecino de la bebida, similar al agua de coco (R.J. Alcántara-Hernández, 2010). En Olancho, Honduras, la bebida fermentada de coyol tiene un valor cultural significativo, aunque su producción sigue siendo artesanal y se limita al verano, debido a la falta de interés en industrializar el proceso.

Por estas razones, el presente estudio se enfocó en investigar la influencia de la pasteurización rápida en la estabilidad y conservación de las propiedades organolépticas de la bebida fermentada de coyol. Esta investigación busca ofrecer un método que permita extender la vida útil de la bebida, sin comprometer su calidad tradicional y sus características sensoriales.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el impacto del tratamiento térmico con temperaturas de pasteurización rápida sobre la estabilidad de las propiedades organolépticas y vida útil de la bebida fermentada de Coyol.

2.2 Objetivos específicos

Analizar el comportamiento de la vida útil a escala de laboratorio en muestras de la bebida fermentada de coyol en un tipo específico de envase.

Identificar las variables críticas asociadas con la pérdida progresiva de las características físico-químicas de la calidad de la bebida fermentada de coyol.

Determinar la eficacia de la pasteurización rápida sobre la conservación de las características sensoriales de la bebida fermentada de coyol.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 La planta de Coyol (*Acrocomia Aculeata*)

3.1.1 Descripción taxonómica y botánica.

El género fue descrito por Mauritiusen en 1824, como *Acrocomia sclerocarpa*, hoy (*A. aculeata*), como especie típica en su taxonomía. Este género agrupa 29 especies que se extienden desde el Norte de Argentina y Paraguay hasta México y las Indias occidentales, Cuba y Jamaica. La palabra “*aculeata*” se refiere a espinas duras, rígidas como agujones. *Acrocomia* significa en griego "terminada en cabellera" (Akros, extremidad o fin y Kome, follaje o cabellera). La palmera *Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd ex Mart tiene nombres comunes como macara oil, butter tree, parguay palm, macaw palm (inglés); macauba, macaiba, macaja, uba, grou grou, noz do paraguai, mbocaya, bocaiuva, coco-baboso, coco de catarro (Brasil); coyol, palma de vino (Centroamérica), etc. (F., 2016).

Estas palmas son monoicas, con un sistema reproductivo mixto, La floración ocurre entre agosto y noviembre y puede extenderse hasta diciembre. Por lo general, la fructificación coincide con este evento y la caída de frutos ocurre entre junio y marzo, con un pico en noviembre (Natácia Evangelista de Lima, 2018).

La savia se obtiene de palmeras de entre 10 y 14 años, que se cortan y colocan horizontalmente para maximizar el flujo de savia. En un extremo del tronco, se crea un receptáculo llamado "canao" para acumular la savia, que se extrae dos veces al día. Cada mañana, el recolector retira la capa de la "canao" y por la tarde recolecta la savia tras dejarla reposar 12 horas. Diariamente, la "canao" se raspa ligeramente para mantener el flujo constante de savia. (Jorge A. Santiago-Urbina, 2013).

3.1.2 Importancia cultural en la región de Olancho.

La bebida de coyol, extraída y comerciada desde hace años en Olancho, es un símbolo arraigado en la cultura local. Más que una simple bebida, representa una conexión con las tradiciones y la identidad de la región, siendo parte integral de las celebraciones y

encuentros sociales. Preparar y beber la bebida fermentada de Coyol se ha convertido en una de las actividades más típicas de los olanchanos, especialmente en la época de verano, en los meses de marzo y abril. Olancho celebra el Festival del Vino de Coyol del 27 al 28 de marzo.

Aunque no existe información verificada sobre la producción y comercialización de la bebida en la región es conocido públicamente que se comercializa desde febrero hasta finales de abril y que poco a poco la tradición de la producción y venta de la bebida fermentada de coyol ha ido en decaimiento, principalmente por la baja producción debido a las plagas que presenta la palma y la falta de interés por parte de autoridades y productores en el mantenimiento de la misma.

3.2 Proceso de fermentación.

3.2.1 Fermentación alcohólica y la savia del coyol.

La fermentación consiste en un proceso en el cual se llevan a cabo cambios químicos en sustratos orgánicos mediante la acción de enzimas microbianas de microorganismos dando como resultado, sabores, aromas y texturas agradables y atractivos para el ser humano. los cuales pueden estar ~~presentes~~ de manera natural en el alimento o pueden ser añadidos por el ser humano, usualmente en el caso de microorganismos añadidos se utiliza una cepa seleccionada y aislada por sus características fermentativas (GUIZANI, 2006).

La fermentación alcohólica, es definido como un proceso anaeróbico (ausencia de oxígeno) producto del metabolismo realizado por las levaduras y algunas clases de bacterias del género *Saccharomyces cerevisiae*, principalmente, donde el sustrato celular del microorganismo; mono y di sacáridos en su mayoría, transforman la glucosa en alcohol etílico y dióxido de carbono. Donde los enlaces de energía se sintetizan en ATP durante el proceso de glucólisis en ausencia de oxígeno (Rafael Ríos, 2020).

En México, la "taberna" es una bebida alcohólica tradicional y blanquecina producida por la fermentación natural de la savia de la palma de coyol (*Acrocomia aculeata*). Es una bebida dulce y efervescente producida y consumida en la región sur de México y se asemeja al "vino de palma" de África. La "taberna" juega un papel importante como bebida alcohólica en las zonas rurales del sureste de México y otras áreas de América Central (R.J. Alcántara-Hernández, 2010).

Para obtener la savia del coyol, los árboles de palma son talados y luego el recolector retira las partes espinosas de la palma. Se realiza un corte rectangular en el corazón del tallo, y se coloca un recipiente llamado 'canoas' contra el tronco para recoger la savia. La savia de palma se extrae y se permite fermentar de forma natural (R.J. Alcántara-Hernández, 2010).



Figura 1, Palma de coyol en fermentación o espera de recolección (Rápalo, 2024).

Durante el proceso de fermentación, los azúcares presentes en la savia se convierten en alcohol y CO_2 , principalmente a través de la actividad de levaduras como *Saccharomyces cerevisiae* y bacterias lácticas que pueden estar presentes en el entorno. A medida que progresa la fermentación, los niveles de etanol aumentan, y se desarrolla el sabor característico de la bebida. Esta fermentación primaria ocurre a temperatura ambiente y es espontánea, aunque puede variar en velocidad y efectividad según las condiciones de almacenamiento y la temperatura. El pH y la acidez de la bebida también cambian conforme avanza la fermentación, afectando tanto la estabilidad como las propiedades organolépticas de la bebida. (Hernández, 2011)

3.2.2 Fermentación natural en la bebida de coyol.

La fermentación del vino de coyol consiste en una fermentación en tres etapas, donde al inicio hay una fermentación ácido láctica, seguida de una fermentación alcohólica intermedia y culmina con una fermentación ácido acética, donde la actividad

microbiológica de cada etapa ayuda a la actividad microbiológica de la siguiente etapa (Santiago-Urbina, 2014).

Esta sucesión de etapas en la fermentación se puede deber a que en la etapa inicial las bacterias lácticas producen ácidos orgánicos, lo que ocasiona un aumento en la acidez total y un decrecimiento en el pH, lo cual puede mejorar la actividad de la invertasa en las levaduras de la segunda etapa, y el etanol producido por las levaduras sirve como sustrato para la producción de ácido de las bacterias ácido acéticas en la etapa final (Santiago-Urbina, 2014).

Por esta razón, al inicio el vino de palma exhibe un pH neutral y ausencia de etanol, y conforme avanza la fermentación se da una disminución progresiva del pH. Los microorganismos pueden convertir la sacarosa de la savia de la palma en glucosa y fructosa por medio de la actividad de la invertasa y posteriormente los convierten en ácidos orgánicos y alcoholes. Es generalmente conocido que las primeras fuentes de invertasa son las levaduras como *Saccharomyces cereviceae*, *Saccharomyces carlsbergensis*, y los mohos filamentosos como *Aspegillus oryzae* y *Aspergillus niger*. Sin embargo, el incremento en la acidez total y el decrecimiento de pH es también responsable de la inversión de los azúcares (Santiago-Urbina, 2014).

3.3 Propiedades de las bebidas fermentadas.

Las propiedades de las bebidas fermentadas, tanto sensoriales como físico-químicas, son fundamentales para definir su calidad y estabilidad. Estas características, que van desde el sabor y el aroma hasta el pH y grados de alcohol, influyen en la experiencia del consumidor y en la seguridad del producto.

Todas las sensaciones sentidas durante la degustación están causadas por moléculas químicas, ya que éstas son el objetivo de nuestros sentidos químicos, que son los que después de un complicado procesado cerebral de la información, nos hacen percibir y sentir olores, sabores, texturas y otro tipo de sensaciones denominadas quemoestésicas, como el picante, el “efecto frío” o la astringencia (González, 2007).

3.3.1 Sensoriales

3.3.1.1 Sabor

Puede observarse que en torno al consumo de bebidas alcohólicas existen muy variados intereses y que las percepciones que inciden en la decisión de compra son complejas, dado que incluyen aspectos puramente sensoriales e intrínsecos (color, sabor, temperatura), así como aspectos subjetivos y extrínsecos (percepción de calidad, estereotipos regionalistas, etiquetas, efectos nocivos) (Jaime Waldo Carvajal Pedraza, 2012).

3.3.1.2 Color

Otro aspecto importante en los vinos de frutas es su almacenamiento a largo plazo con respecto a la estabilidad del color, donde tienden a perder color durante un período de tiempo. La apreciación requiere de varios aspectos que van desde la observación del color y el aspecto, el bouquet del vino, degustación en sí, y el residual o retrogusto (Juan Eduardo Soto Mora, 2021).

3.3.1.3 Aroma

El vino, como todas las bebidas alcohólicas producidas por fermentación natural de una disolución azucarada, tiene una composición química muy definida que va a ejercer intensos efectos sobre la percepción de los distintos componentes aromáticos o gustativos. La mezcla de todos los componentes mayoritarios de la fermentación a las concentraciones a las que se encuentran habitualmente en vino tiene el olor típico de bebida alcohólica que habitualmente se define como vinoso. Es un olor ligeramente dulce, picante y agresivo, alcohólico y un poco frutal (González, 2007).

El olor del vino de la bebida fermentada de coyol es algo ácido, semejante a estar oliendo una especie de vinagre (Darney, 2011)

3.3.2 Físico químicos

3.3.2.1 pH

Es conocido en el mundo científico que el pH modifica las propiedades de las bebidas alcohólicas. en el caso del vino factores como el pH, el nivel de anhídrido sulfuroso, la temperatura, el nivel de oxígeno, la presencia de etanol o acetaldehído, de ácido glioxílico y vinil fenoles, entre otros, afectarán la estabilidad y coloración presente en el mismo (Peña, 2006).

En un estudio realizado en 2015, se encontró un pH después de la extracción de la bebida de coyol 7.02, disminuyendo hasta 4.25 al cabo de 17 horas (Beatriz Coutiño, 2015).

3.3.2.2 Grados Brix

Los grados Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo o pulpa expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta (Marisela, 2011). Los grados Brix en una bebida fermentada puede ayudar a indicar el dulzor, cuerpo, potencial de alcohol y la fermentabilidad misma. Según (Beatriz Coutiño, 2015) los grados brix de la bebida fermentada de coyol rondan entre los 12.76 y 16.1, esto dependiendo de la edad de la palma y ubicación geográfica, siendo estas valle y montaña respectivamente.

3.3.2.2 Acidez

El análisis del perfil de acidez, junto con otros compuestos como ésteres, alcoholes superiores y aldehídos, es clave para determinar la calidad y características de las bebidas alcohólicas. El análisis del perfil de acidez, junto con otros compuestos como ésteres, alcoholes superiores y aldehídos, es clave para determinar la calidad y características de las bebidas alcohólicas (Victoria Verónica Plaza Naula, 2011). Estudio de (Jorge A. Santiago-Urbina, 2013) muestra que el ácido predominante de la bebida fermentada de coyol es el ácido láctico, alcanzando una concentración de 0.48% w/v.

3.3.2.3 Microorganismos presentes en bebida fermentada de coyol

En el vino de palma de *Acrocomia aculeata* se han identificado bacterias como *Zymomonas mobilis*, *Fructobacillus durionis*, *Fructobacillus fructosus*, *Pantoea agglomerans* y otras *Gammaproteobacterias*, bacterias ácido lácticas como *Lactobacillus sucicola*, y bacterias acéticas como *Acetobacter pasteurianus*. También se han encontrado levaduras como *Hanseniaspora guilliermondii*, *Kazachstania unispora*, *Kazachstania exigua*, *Meyerozyma guilliermondii*, *Pichia kudriavzevii* y *Pichia kluyveri*, *Candida tropicalis*, *Candida intermedia*, *Saccharomyces cereviceae* (GONZÁLEZ, 2017).

3.3.2.4 Porcentaje de alcohol

El vino en general es una bebida que, además de tener una gran aceptación social, puede ser fuente de compuestos bioactivos, beneficiosos para la salud. Sin embargo, bebido en exceso resulta altamente nocivo, por el porcentaje de alcohol que tiene (Germán Fañanás Puigjaner.).

La graduación alcohólica se expresa en grados y mide el contenido de alcohol absoluto en 100 cc. La graduación alcohólica del vino varía dependiendo de la geografía. En Chile, el Art. 30. Decreto N°. 78 que reglamenta la Ley N° 18.455 del Ministerio de Agricultura (MINAGRI) señala que el grado mínimo de alcohol es de 11,5 GL. La Resolución 71/92 de Argentina, establece en el art. 1 que los vinos de consumo corriente son aquellos que "tengan una graduación alcohólica real, superior a cinco grados (5°) GL y menor de

quince grados (15°) GL". En la Unión Europea el Reglamento (CE) N° 491/2009 del Consejo, de 25 de mayo de 2009 señala que el vino tendrá una graduación mínima de alcohol de 8,5% vol. en las zonas vitícolas, en las otras 9% vol. La graduación máxima alcohólica del vino no podrá ser superior a 15% vol., excepto en determinadas zonas que podrá llegar a 20% vol. (Ulibarry, 2018).

En cuanto la bebida fermentada de coyol, el estudio de (Beatriz Coutiño, 2015), mostró un porcentaje de etanol en la muestra de 2.31%, llegando este a su punto máximo a las 10 horas de 7.06%.

3.4 Factores que afectan las propiedades organolépticas en la conservación de la bebida fermentada de coyol.

La falta de estandarización en las características de calidad del vino de palma se debe en gran medida a su producción artesanal, lo que dificulta el control preciso de los parámetros durante su elaboración. La ausencia de herramientas adecuadas para realizar mediciones cuantificables impide la evaluación precisa de sus atributos. Como resultado, la calidad del vino de palma se evalúa de manera subjetiva, ya que no se pueden aplicar criterios objetivos para su análisis debido a la naturaleza artesanal del proceso de elaboración.

3.4.1 Procesamiento de la bebida fermentada de coyol

El control de calidad de bebidas es parte esencial de la industria alimentaria a nivel global, debido a que el sector bebidas ha crecido durante los últimos años. Su éxito está relacionado en su mayoría por la eficacia de sus sistemas de calidad, ingredientes, diseño del procesamiento, calidad del equipo y satisfacción de los consumidores (Acosta, 2020).

El objetivo de la industria enológica es la obtención de productos de calidad que garanticen la seguridad alimentaria, para ello uno de los puntos más importantes es el aspecto microbiológico para que puedan ser comercializados de una manera segura tanto en el mercado nacional como internacional. se detallan las distintas técnicas de estabilización microbiológica para vino y bebidas alcohólicas a base de vino (Figura 2).

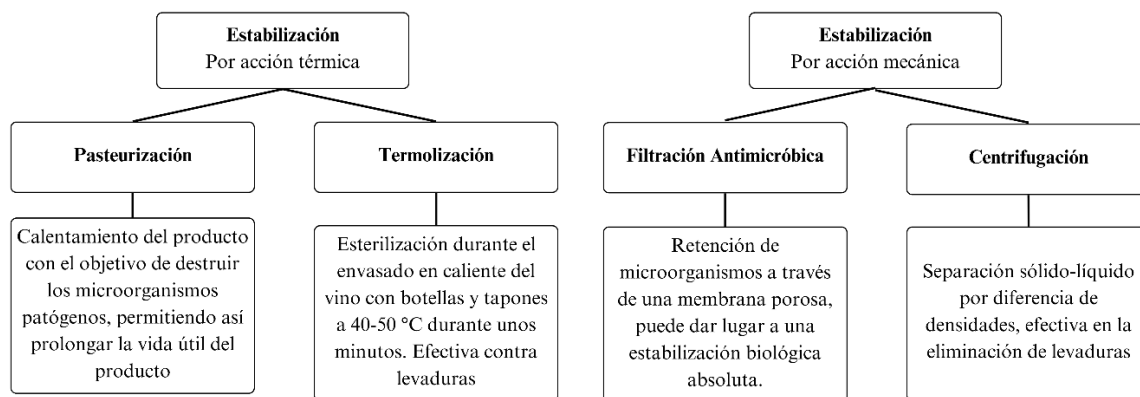


Figura 1, Procesos de estabilización microbiológicas en vinos (Ortiz, 2020).

El proceso de tratado del vino de palma desempeña un papel crucial en la conservación de sus propiedades organolépticas. Desde la recolección en el momento óptimo, hasta el envasado, cada etapa del procesamiento puede influir en el sabor, aroma y color del producto final.

3.4.2 Almacenamiento de la bebida fermentada de coyol

El almacenamiento de bebidas fermentadas alcohólicas es crucial para mantener su calidad y vida útil. Según los requisitos para el almacenamiento de bebidas alcohólicas, es fundamental conservarlas a temperaturas adecuadas. Además, las botellas de vinos y sidras se conservan mejor en posición vertical para prevenir desecamiento. Es esencial evitar la exposición a la luz en la mayoría de los casos. En resumen, el almacenamiento adecuado, la temperatura controlada y la protección contra la luz son aspectos clave para preservar las características y sabores de las bebidas fermentadas alcohólicas (Guerrero Quilina, 2021).

La calidad higiénica del vino de palma siempre ha sido una debilidad identificada dentro del proceso de producción de esta bebida. Al menos en un estudio realizado por Nwachukwu, en vinos de palma en Nigeria, aseguran que los recuentos totales aerobios y recuentos de mohos y levaduras encontrados pueden ser resultado de las condiciones poco higiénicas de los productores, materiales utilizados y la técnica en sí, envueltas en el proceso de extracción y distribución del vino (GONZÁLEZ, 2017).

También es conocido que el almacenamiento de la bebida de coyol en Honduras es muy poco industrializado. Por lo general, se almacena en botellas de plástico que no reciben ningún tratamiento de higienización, limitándose solo a un lavado superficial. Esta práctica, aunque común, plantea serias preocupaciones sobre la conservación de las propiedades organolépticas del coyol y disminuyen la vida de anaquel (Rápalo, 2024).

3.5 Tratamientos térmicos en bebidas fermentadas

El calentamiento de los alimentos tiene múltiples propósitos, siendo los principales la inactivación de patógenos y microorganismos que causan deterioro, así como la inhibición de enzimas. Además, el calentamiento puede desencadenar cambios químicos como la gelatinización del almidón, desnaturalización de proteínas o pardeamiento, lo que impacta en características sensoriales como color, sabor y textura, ya sea de manera beneficiosa o adversa (Lupano, 2013).

La pasteurización en bebidas alcohólicas no es algo nuevo, (Véronique malletroit, 1991), examinó el impacto de la pasteurización en las cualidades microbiológicas y sensoriales del jugo de uva blanca y el vino. Se utilizaron diferentes técnicas de pasteurización, mostrando una disminución en los recuentos de células de levadura sin afectar significativamente el sabor. Las evaluaciones sensoriales indicaron que no había diferencias notables entre las muestras pasteurizadas y las no pasteurizadas, lo que sugiere que la pasteurización no comprometió la calidad general del jugo y el vino.

En su estudio en Nigeria, (F.I. Obahiagbon, 2007), recolectaron savia fresca de *Raphia hookeri*, la filtraron, la colocaron en botellas de 33 mL, las taparon con un corcho y procedieron a pasteurizar en un baño de agua a 75°C por 45 min, para luego ser almacenadas a temperatura ambiente. Se logró encontrar que este vino de palma pasteurizado tiene una vida útil de más de 24 meses, pues sus características se mantuvieron durante este período, y, por otro lado, los contenidos nutricionales encontrados mostraron que es una bebida nutritiva.

La pasteurización rápida, también conocida como HTST (High Temperature Short Time), es un método común para eliminar microorganismos patógenos en bebidas como leche, jugos y bebidas fermentadas. Sin embargo, existe una variante que utiliza un tiempo de

exposición ligeramente más prolongado, de entre 8 a 10 minutos. La pasteurización rápida es menos agresiva que otros métodos de tratamiento térmico, lo que permite conservar mejor los nutrientes y la calidad de la bebida (Deeth, 2022).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de la investigación:

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de calidad de la Universidad Nacional de Agricultura en Catacamas, Olancho, Honduras.

4.1 Materiales y equipo

4.1.1 Materiales:

- Bebida de coyol (10,000ml), botellas de vidrio (10 de 750ml), valde plástico (20,000ml), 2 yardas de tela filtrante, agua, solución desinfectante, papel aluminio, algodón, pinzas, batas de laboratorio, cinta adhesiva blanca, bandejas, guantes, libreta, lápiz, hojas de papel, marcadores, vasos plásticos, papel toalla, matraces de vidrio, bureta, pipeta, agitadores, barra sujetadora, vasos precipitados, placas de Petri, tubos de ensayo, probetas (100ml), envases de vidrio

4.1.2 Equipos:

- Estufa, incubadora, microscopio, refractómetro digital, refractómetro análogo, pHmetro, alcoholímetro densímetro, cronómetro o temporizador, cámara de congelación, espectrofotómetro, centrifuga.

4.1.3 Reactivos:

- Hidróxido de sodio (NaOH) al 0.01, fenolftaleína, alcohol al 70%, dicromato de potasio, ácido sulfúrico.

4.2 Etapas de investigación:

La investigación se llevó a cabo en seis etapas, las cuales se describen a continuación.

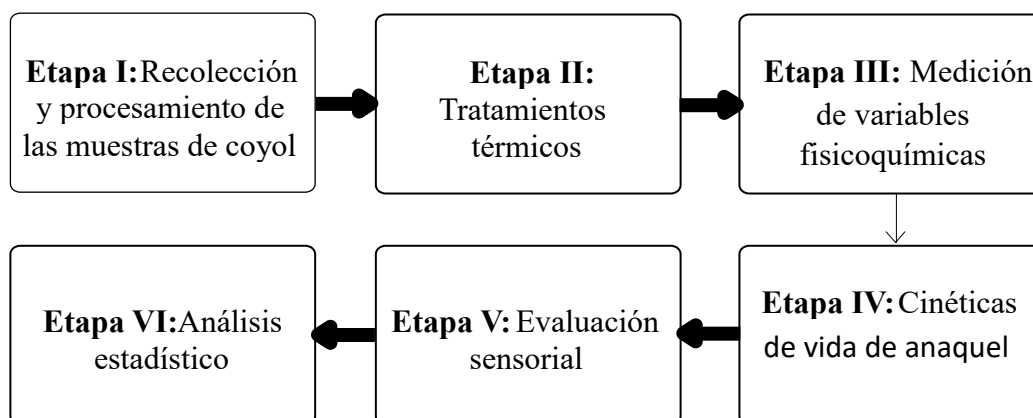


Figura 4, Estepa de la investigación

4.2.1 Etapa I. Recolección y procesamiento de las muestras de coyol

Las muestras fueron recolectadas directamente de la savia de la palma de coyol, obteniendo un total de 10 litros destinados para la investigación. Estos se obtuvieron del productor Elmer Juárez en la ciudad de Catacamas, Olancho, en el barrio Zunilapa. quien proporcionó la bebida de coyol con condiciones similares en cuanto a la edad de las palmas y días de fermentación. Se realizaron consultas al productor para adquirir información adicional sobre la bebida, incluyendo el proceso específico de extracción, los métodos de fermentación utilizados, y cualquier variación que pudiera afectar la calidad de la savia, aprovechando su experiencia en la extracción de esta bebida a lo largo de los años.

Debido a la preferencia del consumidor final se decidió someter la bebida fermentada de coyol a tratamiento térmico pasados 5 días de la extracción de esta misma para garantizar una fermentación alcohólica en este lapso de tiempo previo a los tratamientos.

Durante este lapso de tiempo el productor se encargó de la adición de azúcar 1 vez al día como se es acostumbrado en este proceso artesanal para dar continuación a la fermentación de la bebida después de extraída de la palma, la cantidad de azúcar añadida no fue exacta por parte del productor pero se puede llegar a un aproximado de cuanta fue agregada al día siguiendo la (Ecuación 1), a continuación.

$$\text{Azúcar añadida por día } \left(\frac{g}{L}\right) = \frac{(^{\circ}\text{Brix final} - ^{\circ}\text{Brix inicial})}{\text{Número de días de fermentación}}$$

Ecuación 1.

Una vez obtenidos los 10 litros de savia, se procedió a filtrarlos utilizando una tela especial diseñada para el filtrado de líquidos, con el fin de eliminar impurezas y partículas sólidas.

4.2.2 Etapa II. Tratamientos térmicos

Se llevó a cabo el proceso de tratamientos térmicos de las muestras de coyol utilizando un baño maría. Las muestras se sometieron a una temperatura constante de 75°C durante un período de 10 minutos. Se trabajó con un total de 10 botellas de 750 ml cada una, lo que proporcionó suficiente volumen para realizar evaluaciones subsiguientes. Para mantener la consistencia y validez de los resultados, se realizaron los tratamientos térmicos por duplicado, tratando dos conjuntos de 5 botellas cada uno. Posteriormente, se procedió a almacenar las botellas en la incubadora a 30°C.

4.2.3 Etapa III. Medición de variables fisicoquímicas

4.2.3.1 pH

Para medir el pH de las muestras, se utilizó un medidor de pH (modelo STARTER 2100, marca OHAUS) calibrado adecuadamente con soluciones buffer de pH conocido (4.00 y 7.00) antes de cada sesión de medición. Se tomó una alícuota de 10 ml de cada muestra de bebida de coyol y se procedió a medir el pH directamente, sumergiendo el electrodo del medidor en la muestra hasta obtener una lectura estable.

4.2.3.2 Acidez

La acidez titulable se determinó mediante titulación ácido-base. Se tomó una alícuota de 10 ml de la muestra y se añadieron 3 gotas de indicador de fenolftaleína. La titulación se

llevó a cabo utilizando una solución estándar de hidróxido de sodio (NaOH) de concentración conocida (0.1 N). La acidez se calculó utilizando la (Ecuación 2):

$$\% \text{ acidez} = \frac{\text{Gasto NaOH} * N * \text{meq ácido}}{V} * 100 \quad \text{Ecuación 2.}$$

El ácido predominante en el coyol es ácido láctico (Santiago-Urbina, 2014), este tiene un valor de 0.09meq.

4.2.3.3 Grados brix

Para medir los grados Brix (marca BOECO), se utilizó un refractómetro calibrado con agua destilada (0° Brix). Una gota de la muestra se colocó en el prisma del refractómetro y se cerró la tapa del prisma. La lectura se tomó directamente del refractómetro, proporcionando la concentración de sólidos solubles en la muestra, expresada en porcentaje de sacarosa.

4.2.3.4 Grados de etanol

Para la determinación del contenido de etanol en las muestras, se utilizó una mezcla oxidativa de dicromato de potasio y ácido sulfúrico. Se preparó una solución de dicromato de potasio al 0.1 M disolviendo 7.5 g en agua destilada hasta 250 ml. También se preparó una solución de ácido sulfúrico al 5 M diluyendo 26.7 ml de ácido en agua destilada hasta 100 ml. Finalmente, se añadió la solución de ácido sulfúrico a la de dicromato de potasio para obtener la mezcla necesaria para los análisis de etanol. Estas soluciones se mezclaron con la solución oxidativa y se centrifugaron a 3600 rpm durante 5 minutos. Tras 30 minutos de reposo a temperatura ambiente, la absorbancia se midió a 590 nm en un espectrofotómetro. (Fernández, 2013).

Para la curva de calibrado, se tomó 3 ml de la mezcla de dicromato y ácido sulfúrico y se añadió a tubos de ensayo, a los cuales se incorporaron 300 µL de cada dilución de etanol preparada. Los tubos se centrifugaron a 3600 rpm durante 5 minutos y luego se dejaron

reposar a temperatura ambiente durante 30 minutos. Finalmente, se midió la absorbancia a 590 nm, utilizando como blanco la mezcla de dicromato y ácido con agua destilada, y se extrapolaron los valores de absorbancia en la curva de calibrado de etanol (Fernández, 2013).

4.2.3.5 Recuento total de MO

Se realizó un recuento total de microorganismos mediante técnicas de cultivo en placas de Petri. Las muestras se diluyeron en serie y se sembraron en medios de cultivo apropiados, como Agar PDA (Papa Dextrosa Agar) y Agar PCA (Agar plate count), para el recuento de hongos y bacterias respectivamente. Las placas se incubaron a 37°C durante 24-48 horas para bacterias y a 25°C durante 48-72 horas para hongos. Después de la incubación, se contaron las colonias formadas para determinar la carga microbiana total en unidades formadoras de colonias (UFC) por ml. La (Ecuación 3) fue la que se utilizó para calcular las unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/ml) fue la siguiente:

$$\frac{UFC}{ml} = \frac{Número\ de\ colonias\ contadas * Dilución}{Volumen\ de\ muestra\ inoculado\ (ml)} \quad Ecuación\ 3$$

4.2.4 Etapa IV. Cinéticas de vida de anaquel

En el contexto de la investigación sobre la bebida fermentada de coyol, el estudio de las cinéticas de vida útil implicó observar las propiedades organolépticas y fisicoquímicas de la bebida a lo largo del tiempo tras tratamientos térmicos. Cada 7 días, hasta un total de 28 días, se retiraron dos botellas para analizar los parámetros fisicoquímicos por triplicado utilizando una alícuota de 10 ml de cada botella, midiendo pH, acidez, grados Brix, contenido de alcohol y carga microbiana. Además, se realizaron evaluaciones sensoriales para detectar cambios en sabor, aroma, color y textura. Los restos de las botellas se almacenaron en el congelador para análisis posteriores del porcentaje de alcohol en un laboratorio especializado. Estos análisis identificaron variaciones y tendencias en la

calidad de la bebida, determinando su vida útil y la efectividad de los tratamientos térmicos aplicados.

4.2.5 Etapa V. Evaluación sensorial

Se realizó la evaluación sensorial de las muestras de la bebida fermentada de coyol. Participaron 50 consumidores que habían probado previamente la bebida de coyol, para asegurar que estaban familiarizados con sus características sensoriales. Se utilizó una escala hedónica estructurada de 9 puntos (Anexo 1), donde los participantes evaluaron aspectos como el sabor, aroma, textura y apariencia de las muestras.

Las evaluaciones se llevaron a cabo en un entorno controlado, y cada participante recibió muestras codificadas de la bebida fermentada de coyol. El día 0, recibieron muestras tratadas y no tratadas térmicamente (tomando en cuenta las repeticiones), en un orden aleatorio. Se les proporcionó agua para limpiar el paladar entre muestras. Los datos recopilados se analizaron para determinar si existían diferencias perceptibles entre las muestras tratadas térmicamente y las no tratadas, y para evaluar la influencia de los tratamientos en la percepción sensorial de la bebida de coyol. Para calcular el índice de aceptabilidad se utilizó la (Ecuación 4):

$$\text{índice de aceptabilidad (\%)} = \frac{\text{Media de las puntuaciones}}{\text{Escala de medición}} * 100 \text{ (Ecuación 4)}$$

Ecuación 4, Determinación del índice de aceptabilidad en la bebida fermentada de coyol.

4.2.6 Etapa VI. Análisis estadístico

Se utilizaron herramientas estadísticas para evaluar diferencias significativas entre las muestras tratadas y no tratadas, así como para determinar la influencia de los tratamientos térmicos en las propiedades organolépticas, físico-químicas y la vida útil de la bebida

fermentada de coyol. Se aplicaron pruebas estadísticas como el análisis de varianza (ANAVA) para comparar múltiples grupos, representados por las distintas muestras a lo largo del tiempo, y la prueba de comparación de medias de un solo factor, también conocida como ONEWAY. El programa que se utilizó para el análisis de datos fue InfoStat (versión 2020I).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Variables fisicoquímicas

Las diferentes variables fueron medidas a lo largo de 28 días para determinar la viabilidad de las muestras para el consumo. Antes de la recolección de las muestras se procedió al agregado de azúcar por parte del productor para garantizar la fermentación.

Determinando la adición de alrededor de 8g/L de azúcar al día a la bebida durante los 5 días post extracción, pasando de 13 a 17 °Brix como se refleja en la (Tabla 1), donde además se muestran las diferentes variables al tiempo 0 de la extracción y al momento justo antes de aplicado el tratamiento térmico, pasados 5 días después de fermentada la bebida.

Tabla 1, Caracterización de la bebida recién extraída y 5 días después de fermentada (adición de azúcar).

Días sin tratamiento	Sólidos solubles (°Brix)	pH	Acidez (% p/v)
0	13.0 ± 0.0a	4.3 ± 0.17a	1.6 ± 0.24 ^a
5	17.1 ± 0.13b	4.3 ± 0.02b	3.1 ± 0.05b
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)			

La (Tabla 1) muestra la evolución de los sólidos solubles, pH y acidez durante el proceso de fermentación de la bebida de coyol a lo largo de 5 días. Al inicio, los sólidos solubles presentaron un valor de 13.0 ± 0.0 °Brix, aumentando significativamente hasta 17.1 ± 0.13 °Brix. Este incremento es consistente con la fermentación alcohólica, en la cual los azúcares residuales y añadidos se convierten en etanol y otros compuestos, aunque se observa que la tasa de aumento de sólidos solubles es mayor que la reportada por (Santiago-Urbina, 2014) quien reportó valores de 11.63 ± 0.54 °Brix en muestras sin intervención adicional. La adición de azúcar por parte del productor, que se estima en 8 g/L diarios, podría explicar esta diferencia. El pH se mantuvo constante en 4.3 ± 0.17 y 4.3 ± 0.02 en los días 0 y 5, respectivamente. Aunque (Santiago-Urbina, 2014) reportó un pH inicial de 7.25, la diferencia observada podría estar relacionada con variaciones en la microbiota autóctona, que puede influir en la rápida acidificación inicial. Esta estabilidad del pH durante la fermentación indica que, aunque los ácidos orgánicos se acumulan, el

sistema alcanza un equilibrio ácido-base que limita una mayor disminución del pH (Sinah Tönjes, 2024).

La acidez (% p/v) mostró un incremento significativo desde 1.6 ± 0.24 hasta 3.1 ± 0.05 en el día 5. Estos valores son considerablemente más altos que los 0.2 % reportados en estudios como los de (Santiago-Urbina, 2014), lo que podría estar vinculado a una mayor actividad de bacterias ácido-lácticas y acéticas en el sustrato debido a la fermentación prolongada y la adición de azúcar (Gilber Vela-Gutiérrez, 2018). Este incremento en la acidez, junto con la estabilidad del pH, puede haber mejorado las propiedades sensoriales, como el sabor agrio característico de la bebida, aunque podría comprometer la aceptación del consumidor si los niveles de acidez se consideran excesivos. Un análisis adicional de la concentración de alcohol y la carga microbiana después de la fermentación habría permitido una mejor comprensión de la interacción entre la acidez y el contenido alcohólico. Sin embargo, esta medición se realizó a partir del día 7, tras el tratamiento térmico, lo que impide una comparación directa con las condiciones iniciales. La ausencia de datos microbiológicos previos a la pasteurización es una limitación relevante que podría abordarse en futuros estudios.

5.1.1 Análisis de la variable de Grados Brix de la bebida fermentada de coyol

En la (Tabla 2), se presentan los grados Brix de la bebida fermentada de coyol antes y después del tratamiento térmico. Los resultados muestran que no hubo cambios significativos en los grados Brix a lo largo de los 28 días de almacenamiento, con un ligero descenso de 17.1 a 16.9° Brix. Un aspecto clave es la ausencia de variaciones inmediatas en los °Brix después de la pasteurización, lo cual sugiere que el tratamiento térmico no afecta los sólidos solubles de la bebida de manera inmediata. Este hallazgo concuerda con el estudio de (F.I. Obahiagbon, 2007) quien observó un comportamiento similar al pasteurizar muestras de *Raphia hookeri* bajo condiciones comparables, sin cambios inmediatos en los °Brix. Esto evidencia que el tratamiento térmico fue efectivo para estabilizar la bebida, conservando su contenido de azúcares durante el almacenamiento.

Tabla 2, Sólidos solubles de la bebida fermentada de Coyoil a lo largo del tiempo.

Días	Sólidos solubles (°Brix)
Testigo	17.1 ± 0.13 ^a
0	17.1 ± 0.20 ^a
7	17.1 ± 0.05 ^a
14	16.9 ± 0.10 ^a
21	16.9 ± 0.11 ^a
28	16.9 ± 0.11 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5.1.2 Análisis de la variable de pH de la bebida fermentada de coyol

En la (Tabla 3) se observa la variación del pH en la bebida fermentada de coyol durante los 28 días de almacenamiento. Inicialmente, el pH era de 4.3 ± 0.02 , disminuyendo gradualmente hasta 4.1 ± 0.01 en el día 21, seguido de un leve aumento a 4.3 ± 0.01 en el día 28. Esta fluctuación puede deberse a la evolución de los ácidos orgánicos: al inicio, una fermentación residual podría haber incrementado la acidez, reduciendo el pH, mientras que, posteriormente, la neutralización o degradación de algunos ácidos permitiría una estabilización o aumento leve del pH. Aunque hubo diferencias estadísticas, la limitada variabilidad en los valores sugiere que el pH no es un factor crucial en la degradación de la bebida. Este comportamiento es similar al descrito por (Santiago-Urbina, 2014), quien observó que en muestras sin pasteurizar el pH se mantuvo estable con el tiempo, indicando que la estabilidad del pH podría no estar directamente relacionada con el tratamiento térmico.

Tabla 3, pH de la bebida fermentada de Coyoil a lo largo del tiempo

Días	pH
------	----

Testigo	4.3 ± 0.02e
0	4.2 ± 0.02cd
7	4.2 ± 0.02b
14	4.2 ± 0.04c
21	4.1 ± 0.01a
28	4.3 ± 0.01de

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5.1.3 Análisis de la variable de Acidez de la bebida fermentada de coyol

En la (Tabla 4) se muestran los resultados de la acidez total titulable de la bebida de coyol a lo largo de 28 días de almacenamiento. Se muestra un valor inicial de 3.1 ± 0.05 en el testigo que disminuyó a 2.0 ± 0.06 al día 14. Curiosamente, después de esta disminución, se observó un incremento de la acidez, alcanzando un valor de 2.3 ± 0.02 al día 21 y 2.2 ± 0.05 al día 28. Este comportamiento atípico puede estar relacionado con varias razones. Una explicación podría ser la posible degradación de algunos ácidos orgánicos en el tiempo, lo que resultó en la disminución de la acidez. Estudio de (Bandji, 2012) encontró acidez titulable que oscila entre 1.67 y 3.50, lo que se encuentra dentro del rango de las muestras. Sin embargo la subida y la baja es de las principales preocupaciones de la investigación, siendo esta la principal causa de la inestabilidad de la bebida (Sánchez, 2008).

Otro comportamiento atípico observado es la aparente falta de relación entre el pH y la acidez titulable en este estudio. En la mayoría de los casos, una disminución en el pH suele estar acompañada por un aumento en la acidez titulable y viceversa. Sin embargo, en este caso particular, aunque el pH disminuyó, la acidez titulable también mostró una tendencia a la baja, lo cual no sigue el patrón esperado. Este comportamiento sugiere que podrían estar ocurriendo interacciones químicas complejas o la presencia de otros compuestos amortiguadores que estén afectando la relación tradicional entre pH y acidez (Chang, 2020).

Tabla 4, Acidez de la bebida fermentada de Coyol a lo largo del tiempo.

Días	Acidez (% p/v)
Testigo	3.1 ± 0.05d
0	3.0 ± 0.05d
7	2.8 ± 0.08c
14	2.0 ± 0.06a
21	2.3 ± 0.02b
28	2.2 ± 0.05b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5.1.4 Análisis de los grados de etanol en la bebida fermentada de coyol

En la (Tabla 5) se presentan los resultados de la concentración de etanol en la bebida fermentada de coyol durante el periodo de almacenamiento. A los 28 días, la concentración de etanol alcanzó 10.13 ± 0.46 %(v/v), mostrando un aumento progresivo en el tiempo. Este incremento es considerablemente mayor en comparación con los datos obtenidos en estudios previos, como el de (Santiago-Urbina, 2014), quien reportó una concentración de 0.26 ± 0.00 %(v/v) a los 7 días, y Urbina, que observó 4.11 ± 0.01 %(v/v) a los 15 días. La concentración de etanol en este estudio puede atribuirse a la mayor población microbiana existente durante los días finales del almacenamiento. Esto habría permitido que los microorganismos presentes mantuvieran una actividad metabólica suficiente para continuar con la fermentación, favoreciendo la producción de etanol incluso en ausencia de un cambio significativo en los niveles de azúcares (°Brix).

A pesar de la aplicación de pasteurización, los resultados sugieren que la fermentación no se detuvo por completo. El aumento gradual en los niveles de etanol podría indicar que la pasteurización no eliminó todos los microorganismos, permitiendo que la fermentación continuara a una velocidad más lenta (Espinosa, Domínguez, Notario, & Jiménez, 2024). Este comportamiento es consistente con la observación de la muestra testigo, que generó la ruptura del envase por el aumento de presión por la generación de acumulación de CO₂ generado por la fermentación activa. En contraste, las muestras pasteurizadas no presentaron este fenómeno, lo que podría indicar que la fermentación fue más lenta, evitando la liberación significativa de gases.

Este patrón es comparable con otros estudios de fermentación en los que la actividad microbiana residual persiste tras la pasteurización, lo que provoca una fermentación continua, aunque a una velocidad más lenta (Forough Enayaty-Ahangar, 2021). Además, el comportamiento observado en este estudio puede estar influenciado por la cantidad de azúcar inicial, que pudo haber proporcionado el nutriente para la fermentación durante el almacenamiento, incluso después del tratamiento térmico.

Tabla 5, Contenido de Etanol %(v/v) en la bebida fermentada de coyol a lo largo del tiempo.

Días	Etanol %(v/v)
7	4.89 ± 0.35a
14	6.48 ± 0.40a
21	8.55 ± 0.33b
28	10.13 ± 0.46b

5.1.5 Análisis del recuento total de MO en la bebida fermentada de coyol

La (Tabla 6) muestra los recuentos microbianos en la bebida fermentada de coyol durante un período de 28 días de almacenamiento. Los recuentos de bacterias aumentaron de manera significativa a lo largo del tiempo, comenzando en 2 log UFC/ml en el día 7 y alcanzando 5 log UFC/ml en el día 28. Este incremento de la carga bacteriana sugiere que, aunque el tratamiento térmico inicial pudo haber reducido la población microbiana, no fue completamente efectivo para controlar su crecimiento durante el almacenamiento. Este comportamiento coincide con el aumento progresivo en la concentración de etanol observado en el mismo período, que pasó de 4.89 ± 0.35 % (v/v) en el día 7 a 10.13 ± 0.46 % (v/v) en el día 28. Esto sugiere que la proliferación de microorganismos, particularmente bacterias, podría haber contribuido a la fermentación continua y a la producción sostenida de etanol a lo largo del tiempo, incluso en condiciones de almacenamiento.

En cuanto a las levaduras y los hongos, ambas poblaciones se mantuvieron en niveles prácticamente indetectables (< 10 UFC por placa inoculada) durante todo el estudio. Esto indica que el tratamiento térmico fue muy eficaz en eliminar o reducir las levaduras y los hongos a niveles mínimos. En comparación con el estudio de (Santiago-Urbina, 2014), donde los recuentos de levaduras fluctuaron entre 3.51 y 6.98 log UFC/ml durante el proceso de fermentación, los resultados actuales indican una notable disminución de estos microorganismos, lo que refuerza la creencia en la efectividad del tratamiento térmico. Sin embargo, la falta de datos sobre el recuento de UFC previo al tratamiento impide una evaluación precisa sobre la efectividad del tratamiento térmico.

Tabla 6, Contenido de log UFC/ml en la bebida fermentada de coyol a lo largo del tiempo.

Tiempo de almacenamiento	Recuento de bacterias (log UFC/ml)	Recuento de levaduras (log UFC/ml)	Recuento de hongos (log UFC/ml)
7	$2 \pm 0.64a$	< 10	< 10
14	$4 \pm 0.49b$	< 10	< 10
21	$4 \pm 0.21b$	< 10	< 10
28	$5 \pm 0.71b$	< 10	< 10

" <10 " indica una cantidad insignificante de microorganismos (<10 UFC por placa).

5.2 Análisis sensorial

En la (Tabla 7) se presentan los resultados del análisis sensorial de la bebida fermentada de coyol durante los 21 días de almacenamiento. Es fueron evaluados mediante una escala hedónica de 9 puntos. A lo largo del período, se observó que las medias de color, aroma, sabor y aceptabilidad general se mantuvieron siempre por encima de 6, indicando una percepción sensorial positiva de las muestras por parte de los jueces.

Los valores específicos muestran que el sabor alcanzó consistentemente las medias más altas, con un promedio de 6.79 ± 1.7 el día 21 y un pico de 7.04 ± 1.5 el día 7, seguido por la aceptabilidad general, que alcanzó 7.02 ± 1.4 al día 14. Por otro lado, el color

mostró una ligera variación, con un rango de 6.29 ± 1.6 a 6.60 ± 1.4 , sin diferencias significativas entre los días evaluados. Esto demuestra que, sensorialmente, las propiedades organolépticas de la bebida permanecieron estables durante el tiempo de almacenamiento.

Una posible explicación para esta aparente estabilidad podría ser que los consumidores están acostumbrados a las variaciones naturales en las características del coyol fermentado, las cuales dependen de factores como la edad de la palma, el tiempo de fermentación o el lugar de producción. Debido a esta familiaridad, las diferencias menores percibidas como resultado del tratamiento térmico y el almacenamiento fueron interpretadas como parte del espectro normal de la bebida.

Sin embargo, aunque las propiedades sensoriales permanecieron estables y bien aceptadas, las pruebas fisicoquímicas realizadas en paralelo evidenciaron un progresivo deterioro en la calidad interna del producto.

Tabla 7, Efectos del tratamiento térmico sobre características sensoriales de la bebida fermentada de coyol

Días	Color	Aroma	Sabor	Aceptabilidad general
Testigo	$6.53 \pm 1.4a$	$6.44 \pm 1.5a$	$6.74 \pm 1.7a$	$6.67 \pm 1.6a$
0	$6.60 \pm 1.4a$	$6.43 \pm 1.5a$	$6.82 \pm 1.6a$	$6.55 \pm 1.5a$
7	$6.47 \pm 1.3a$	$6.58 \pm 1.4a$	$7.04 \pm 1.5a$	$6.94 \pm 1.5a$
14	$6.59 \pm 1.2a$	$6.54 \pm 1.4a$	$6.92 \pm 1.4a$	$7.02 \pm 1.4a$
21	$6.29 \pm 1.6a$	$6.61 \pm 1.5a$	$6.79 \pm 1.7a$	$6.91 \pm 1.5a$
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)				

5.2.1 Análisis del color en la bebida fermentada de coyol (visual)

En la (Figura 5) se muestra la evolución visual del color de la bebida fermentada de coyol a lo largo del tiempo. Inicialmente, el día 0, la bebida tiene un color blanquecino y opaco, típico de la savia recién extraída. Sin embargo, al día 7, el color cambia drásticamente a un tono mucho más oscuro y turbio, adoptando una tonalidad amarillenta. Este

oscurecimiento continúa hasta el día 28, reflejando transformaciones significativas en la composición de la bebida.

El cambio de color observado entre el día 0 y el día 7 puede atribuirse a varios factores. Durante la fermentación inicial, se produce una acumulación de productos de descomposición, como ácidos orgánicos y pigmentos generados por la degradación de compuestos naturales presentes en la savia (Venkatachalam, 2024). Además, la actividad de microorganismos, como levaduras y bacterias, podría contribuir a la formación de pigmentos secundarios. En este sentido, la literatura indica que la fermentación alcohólica y la actividad enzimática pueden generar melaninas y otros compuestos oscuros a través de reacciones de Maillard (Tavares, 2022), lo que explicaría el oscurecimiento inicial. Adicionalmente, la oxigenación de la savia durante su manipulación inicial puede intensificar la oxidación de compuestos fenólicos, contribuyendo también al cambio de color en los primeros días. Es importante señalar que este cambio de color no puede ser atribuido únicamente al tratamiento térmico, ya que la bebida adquiere este tono incluso sin intervención humana.



Figura 5, Diferencia visual en la bebida fermentada de coyol a lo largo del tiempo

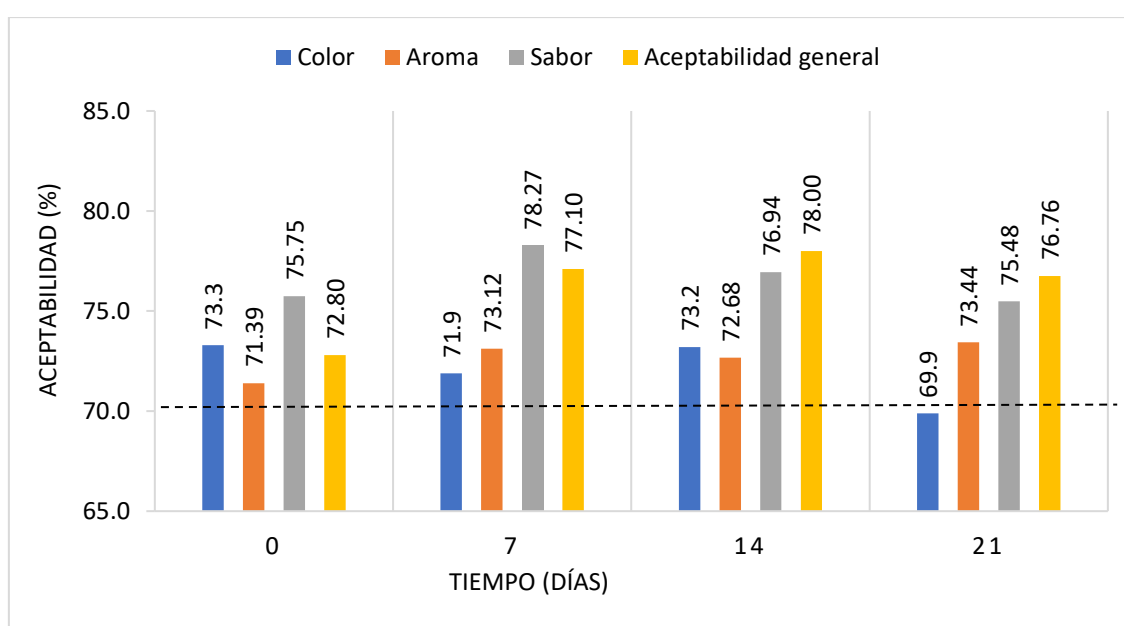
aceptabilidad

5.2.2 Índice de

En la (Figura 6) se presentan los resultados del índice de aceptabilidad de la bebida fermentada de coyol a lo largo del periodo de almacenamiento. Los parámetros evaluados (color, aroma, sabor y aceptabilidad general) se mantuvieron consistentemente por encima de los 70 puntos durante los 21 días de almacenamiento, lo que indica que, a pesar

de las variaciones observadas, la bebida fue en su mayoría bien recibida por los evaluadores (Morten C, 1999), cumpliendo con el umbral mínimo de aceptación.

El sabor fue la característica más apreciada por los evaluadores, alcanzando su punto máximo el día 7 con un 77.10%. Por otro lado, el color mostró una ligera disminución, especialmente al día 21, donde bajó a 69.90%, pero aún se consideró dentro del umbral de aceptación. Este comportamiento sugiere que, aunque el color pudo haber afectado la percepción visual, otros factores sensoriales, como el aroma y el sabor, compensaron este cambio, asegurando que el producto mantuviera una aceptación general positiva.



La línea horizontal trazada en el valor “70” en el eje “Y” muestra el valor mínimo que deben alcanzar los parámetros para considerarse con buena aceptación.

Figura 6, Índice de aceptabilidad en la bebida fermentada de coyol a lo largo del tiempo

VI. CONCLUSIONES

La pasteurización rápida aplicada a la bebida fermentada de coyol mostró ser parcialmente eficaz para estabilizar sus propiedades organolépticas y extender su vida útil durante los primeros 21 días. Durante los primeros 21 días de almacenamiento, se logró conservar la aceptación de las características sensoriales como color, aroma y sabor en niveles aceptables; no obstante, se observó un deterioro progresivo en propiedades físico-

químicas. Aunque el tratamiento térmico contribuyó a retardar el deterioro inicial, los resultados sugieren que estas medidas no son suficientes para garantizar una conservación completa del producto a largo plazo.

El cambio de color y la carga bacteriana se identificaron como variables críticas en la calidad de la bebida durante el almacenamiento. A lo largo de los 28 días, se observó un incremento progresivo en la carga bacteriana, junto con alteraciones en el color, lo que resalta la necesidad de un control más riguroso de estas variables para garantizar una mejor estabilidad físico-química y preservar la calidad del producto.

La pasteurización rápida fue parcialmente eficaz en preservar las características sensoriales de la bebida de coyol, manteniendo un sabor, color y aroma aceptables en el corto plazo. Sin embargo, durante el almacenamiento de 28 días, se observaron oscilaciones en el pH, la acidez y la carga bacteriana, así como un cambio progresivo en el color, lo que resalta la necesidad de implementar métodos adicionales para prolongar la estabilidad sensorial y físico-química a largo plazo.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Acosta, O. (diciembre de 2020). the FOOD TECH. *¿Cómo asegurar el control de calidad de bebidas en la industria alimentaria?* Obtenido de <https://thefoodtech.com/columnistas/como-asegurar-el-control-de-calidad-de-bebidas-en-la-industria-alimentaria/>
- Bandji, O. (2012). Acidez total bebidas fermentadas de palma.

- Beatriz Coutiño, R. R. (2015). Multiciencias. *Selección de la bebida "taberna" obtenida de la palma Acrocomia aculeata y análisis químico proximal*, 15, 4, 397-409. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90448465006>
- Chang, B. (septiembre de 2020). Ácidos en el vino. Obtenido de <https://winemakersresearchexchange.com/learn/ph-ta-and-acid-adjustments>
- Cuevas, B. M. (Septiembre de 2015). *ELABORACIÓN DE VINOS TINTOS CON DERIVADOS DE LEVADURA RICOS EN GLUTATIÓN*. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/16532/TFM-L%20275.pdf;jsessionid=6295A576FBA4B395638B2F208DDD3D81?sequence=1>
- Currier, R. (Marzo de 2023). The Lancet Microbe. *La pasteurización: la mayor contribución de Pasteur a la salud*, 4(3), 129-130. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266652472200324X#section-cited-by>
- Darney, B. H. (Diciembre de 2011). *Elaboración in vitro de una bebida tipo "taberna"*. Obtenido de <http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/3028/MDRPIBQ2011036.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Deeth, H. C. (2022). Enciclopedia de las Ciencias de la Lechería. *Tratamiento térmico de la leche: pasteurización (HTST) y termización (LTLT)*, 3, 645-654. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00133-1>
- Espinosa, M. d., Domínguez, R., Notario, B., & Jiménez, M. (26 de Febrero de 2024). Aumento de la vida útil de la cerveza artesanal, con y sin alcohol, a través de la pasteurización por inmersión. Obtenido de <https://doi.org/10.37349/eff.2024.015>
- F., H. Z. (octubre de 2016). Cultivos Tropicales. *Revisión bibliográfica LA PALMA COROJO, UN RECURSO NATURAL PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE ACEITE.*, 37(4). La Habana, Cuba. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193247419002.pdf>
- F.I. Obahiagbon, P. O. (2007). American Journal Of Food Technology. *Changes in the Physico-Chemical Characteristics of Processed and Stored Raphia hookeri Palm*

- Sap* (*Shelf Life Studies*), 4, 323-326. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Fr-Obahiagbon-2/publication/26629927_Changes_in_the_Physico-Chemical_Characteristics_of_Processed_and_Stored_Raphia_hookeri_Palm_Sap_Shelf_Life_Studies/links/575be0c608aed8846212ca43/Changes-in-the-Physico-Chemical-Cha
- Fernández, F. G. (Agosto de 2013). Determinación de etanol en productos alimenticios por métodos ópticos.
- Forough Enayaty-Ahangar, S. M. (2021). Optimización de la vida útil de la leche fluida pasteurizada mediante la reducción del deterioro microbiano. Obtenido de <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.670029>
- Germán Fañanás Puigjaner., A. S. (s.f.). Desalcoholización del Vino. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/329981/memoria-final.pdf>
- Gilber Vela-Gutiérrez, M. D.-M.-J.-L. (Diciembre de 2018). Bebida fermentada elaborada con bacterias ácido lácticas aisladas del pozol tradicional chiapaneco. doi:<https://doi.org/10.29059/cienciauat.v13i1.871>
- GONZÁLEZ, L. M. (Octubre de 2017). *ESTUDIO SOBRE EL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y LA CARACTERIZACIÓN DE LA BEBIDA LLAMADA “VINO DE COYOL” ELABORADA A PARTIR DE LA SAVIA DE LA PALMA DE COYOL (Acrocomia aculeata) EN NICOYA, GUANACASTE*. Obtenido de <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/77002>
- González, V. F. (2007). REVISTA DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Exactas Físicas Químicas Y naturales DE ZARAGOZA. *La base química del aroma del vino: Un viaje analítico desde las moléculas hasta las sensaciones olfato-gustativas*, 62(7-36). Obtenido de <https://zaguan.unizar.es/record/48715/files/icon.pdf?version=1#page=4>
- Guerrero Quilina, J. A. (Marzo de 2021). Estudio de estabilidad y vida útil de las bebidas fermentadas de yuca (manihot esculenta) con preparados enzimáticos. Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10127>
- GUIZANI, N. &. (2006). Handbook of food science, technology and engineering. *Fermentation*. Florida, Estados Unidos.

- Hernández, I. D. (2011 de Diciembre de 2011). Elaboración in vitro de una bebida tipo "taberna". Chiapas, México. Obtenido de <http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/3028/MDRPIBQ2011036.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Jaime Waldo Carvajal Pedraza, E. E. (23 de Julio de 2012). *Análisis de percepciones de consumidores de bebidas alcohólicas - productos cerveceros*, 10(17), 107-126. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4175302.pdf>
- Jorge A. Santiago-Urbina, A. G.-V.-T. (4 de Febrero de 2013). Food Control. *Physicochemical and microbiological changes during tapping of palm sap to produce an alcoholic beverage called "taberna", which is produced in the south east of Mexico*, 33, 58-62. Mexico. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.02.010>
- Juan Eduardo Soto Mora, S. C. (Julio de 2021). Revista Ingeniería y Región. *Evaluación del comportamiento del color del vino artesanal de curuba "Son del Alba"*, 26. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8301749.pdf>
- Lupano, C. E. (2013). *Modificaciones de componentes de los alimentos: Cambios químicos y bioquímicos por procesamiento y almacenamiento*. Obtenido de <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/download/91/73/239-1>
- Marisela, H. P. (2011). *"Estudio de la influencia de los grados brix del chaguar mishque para la . Ecuador*.
- Montero, P. I. (Diciembre de 1999). TEXTURA DE ALIMENTOS. (E. Castro, Ed.)
- Morten C, M. B. (23 de Junio de 1999). Técnicas de Evaluación Sensorial. 3, 416. doi:<https://doi.org/10.3390/fermentation10020091>
- Natácia Evangelista de Lima, A. A. (22 de Marzo de 2018). Organisms Diversity & Evolution. *A review of the palm genus Acrocomia: Neotropical green gold*, 18, 151-161. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s13127-018-0362-x>
- Ortiz, M. J. (2020). *Efecto del tratamiento de microfiltración por membranas en el proceso de elaboración de vino y bebidas alcohólicas a base de vino*. Cuenca,

- Ecuador. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/10122/1/15752.pdf>
- Peña, A. (Febrero de 2006). informe TECNICO. *El color de los vinos (II parte)*. Obtenido de <http://www.gie.uchile.cl/pdf/Alvaro%20Pe%F1a/Color%20del%20vino.pdf>
- R.J. Alcántara-Hernández, J. R.-Á.-E.-M.-G.-T. (19 de Agosto de 2010). Letters in Applied Microbiology. *The bacterial community in 'taberna' a traditional beverage*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21039665/>
- Rafael Ríos, K. Y. (2020). DISEÑO DE UN PROCESO DE FERMENTACIÓN ALCHÓLICA. Obtenido de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/4336/Rafael%20R%C3%ADos%20Kenny%20Yohany.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez S Julián A., P. V.-A. (s.f.). Análisis de técnicas de recuento de Microorganismos. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5608/1/Acu%C3%B1aMolinaNelsonRicardo2017.pdf>
- Rápalo, R. (2024). Visitas de campo.
- Santiago-Urbina, J. A.-T. (27 de Febrero de 2014). International Food Research Journal 21(4): 1261-1269 (2014). *Microbiology and biochemistry of traditional palm wine produced around*. Obtenido de [http://www.ifrj.upm.edu.my/21%20\(04\)%202014/1%20IFRJ%2021%20\(04\)%202014%20Ruiz%20541.pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/21%20(04)%202014/1%20IFRJ%2021%20(04)%202014%20Ruiz%20541.pdf)
- Sinah Tönjes, E. U. (15 de Septiembre de 2024). Tecnologías de extracción reactiva para ácidos orgánicos en procesos de fermentación industrial - Una revisión. 356. Separation and Purificación Technology. doi:<https://doi.org/10.1016/j.seppur.2024.129881>
- Tavares, W. P. (Agosto de 2022). Food Processing: A Review on Maillard Reaction. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/362861922_Food_Processing_A_Review_on_Maillard_Reaction

- Ulibarry, P. G. (2018). Asesoría Técnica Parlamentaria. *Graduación Alcohólica del Vino Legislación comparada Chile, Argentina, Unión Europea y Estados*. Obtenido de https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/25993/1/Graduacion_Alcoholicos_de_los_Vinos.pdf
- Venkatachalam, M. (Febrero de 2024). Producción de pigmentos mediante fermentación sumergida. doi:<https://doi.org/10.3390/fermentation10020091>
- Véronique malletroit, j.-X. G. (Febrero de 1991). Journal of Food Processing and Preservation. *EFFECTO DE LA PASTEURIZACIÓN SOBRE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA y SENSORIAL del ZUMO DE UVA BLANCA y del VINO*, 15, 19-29.
- Victoria Verónica Plaza Naula, E. J. (2011). Determinación del alcohol, acidez y azúcares en bebidas alcohólicas mediante espectroscopía infrarroja. Ecuador. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5691/1/08459.pdf>
- VIDAL, S. F. (2004). Food Chemistry. *The mouth-feel properties of polysaccharides and anthocyanins in a wine like medium*, 519-525. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814603000840>

VIII. RECOMENDACIONES

Para mejorar la bebida de coyol, se recomienda optimizar el filtrado usando técnicas como la decantación, filtros de precisión o centrifugación para reducir el sedimento y, así, disminuir el riesgo de crecimiento microbiano y mejorar la presentación.

También se sugiere hacer un análisis microbiano antes de pasteurizar. Esto permitirá verificar cuán efectiva es la pasteurización para reducir bacterias y hongos, dando una evaluación más precisa de su impacto en la calidad del producto.

Finalmente, la ausencia de luz puede ayudar a conservar el coyol más tiempo, protegiendo su sabor y aspecto sin afectar su calidad sensorial.

IX. ANEXOS

Anexo No. 1 Formato de evaluación sensorial



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA EVALUACIÓN SENSORIAL BEBIDA DE COYOL



Fecha: _____ Edad: _____ Sexo: _____

Instrucciones: Por favor evalúe la bebida de coyol en cuanto los atributos de color, aroma, sabor y aceptación general marcando en la línea horizontal el número que corresponda en base a la siguiente escala:

Escala:

1 = Me disgusta demasiado
2 = Me disgusta mucho
3 = Me disgusta moderadamente

6 = Me gusta ligeramente
7 = Me gusta moderadamente
8 = Me gusta mucho

Muestra #_____

Color:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Aroma:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Sabor:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Anexo No. 2 Visita de campo y recolección de muestras de la bebida de coyol

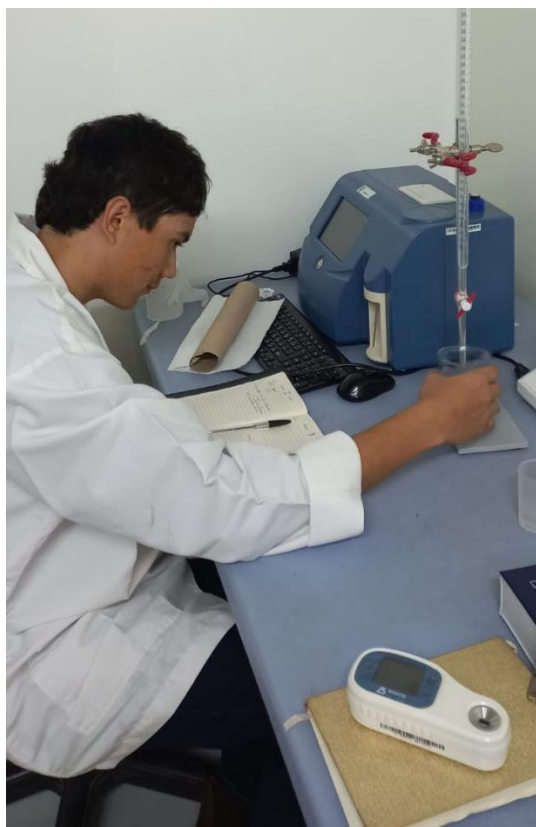




Anexo No. 2 Pasteurización de la bebida fermentada de coyol



Anexo No. 3 Medición de parámetros físico-químicos de la bebida fermentada de coyol



Anexo No. 4 Presentación bebida fermentada de coyol una vez pasteurizada



Anexo No. 5 Determinación de UFC y etanol en la bebida fermentada de coyol



Anexo No. 6 Evaluación sensorial de la bebida fermentada de coyol



