

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**ELABORACION DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE CARAO
(*Cassia grandis*) Y JICARO (*Crescentia cujete*) COMO INGREDIENTES
FUNCIONALES**

**PRESENTADO POR:
MERLIN PATRICIA CRUZ LOPEZ**

ANTEPROYECTO DE TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

JUNIO 2024

**ELABORACION DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE CARAO
(*Cassia grandis*) Y JICARO (*Crescentia cujete*) COMO INGREDIENTES
FUNCIONALES.**

**POR:
MERLIN PATRICIA CRUZ LOPEZ**

JHUNIOR ABRAHAN MARCIA FUENTES
Asesor principal

ANTEPROYECTO DE TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA REALIZACION DEL TRABAJO PROFESIONAL
SUPERVISADO**

CATACAMAS

OLANCHO

JUNIO 2024

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivo general.	2
2.2 Objetivos específicos.....	2
III. HIPOTESIS.....	3
3.1 Pregunta problema.....	3
3.2 Hipótesis Nula (H0):	3
3.3 Hipótesis Alternativa (H1):.....	3
IV. REVISION DE LITERATURA	4
4.1 Frutos subutilizados no convencionales	4
4.2 Ingredientes funcionales.....	4
4.3 . Carao (<i>Cassia grandis</i> L.).....	5
4.3.1 Valor nutricional del carao.....	5
4.4 Jícara (<i>Crescentia cujete</i>).....	7
4.4.1 Valor nutricional del jícara (<i>Crescentia cujete</i>)	9
4.5 Hongos (Scoby).....	10
4.6 Bebidas Fermentadas:	11
4.6.1 Tipos de fermentación.....	12
4.6.2 Factores de fermentación.....	13
V. MATERIALES Y METODOS.....	15
5.1 Ubicación.....	15
5.2 Materiales y equipo.	16
5.2 Método	16
5.3 Metodología.....	17
5.4.1 Fase 1: Preparación de la materia prima	17
5.3.2 Fase 2: Elaboración de la bebida fermentada.....	17
5.3.3 Fase 3: Análisis fisicoquímicos y moleculares fermentativos.	18
5.3.4 Fase 4: Resultados y aceptabilidad final.....	18
5.4 Flujograma de proceso.....	19

5.5	Variables de respuesta	20
5.6	Factor de estudio.....	20
5.8	Diseño Experimental	20
5.9	Análisis de resultados	21
VI.	PRESUPUESTO	22
VII.	CRONOGRAMA	23
VIII.	BIBLIOGRAFIA	25

I. INTRODUCCIÓN

Las bebidas fermentadas a través del tiempo han logrado mayor aceptabilidad por los beneficios que aportan. Sin embargo, su consumo conlleva un conjunto de ventajas que favorecen la salud humana por sus agentes probióticos. Las bebidas fermentadas implican la acción de microorganismos, como bacterias y levaduras, sobre sustratos orgánicos, transformando estos materiales en productos finales con perfiles sensoriales y nutricionales únicos. Este proceso no solo contribuye a la conservación de alimentos, sino que también puede aumentar su valor nutricional al generar compuestos bioactivos y mejorar la biodisponibilidad de nutrientes. El proceso de fermentación de este trabajo comienza con la mezcla de cinco ingredientes básicos: agua, azúcar, cultivo simbiótico de levaduras (Scoby), pulpa de carao y jícara, previamente fermentada, cuando estos ingredientes se combinan para crear un medio de fermentación rico en nutrientes que alimenta a la levadura presentes en el Scoby (Mendoza Villanueva, 2015).

La adición de pulpa de carao (*Cassia grandis*) y jícara (*Crescentia cujete*) realza las características organolépticas y la calidad nutricional de una bebida funcional fermentada, estos frutos, tradicionalmente utilizados en diversas culturas por sus propiedades medicinales y nutricionales, son especialmente valorados por sus altos niveles de antioxidantes y carotenoides, así como por su contenido en vitaminas, minerales y compuestos bioactivos, por lo tanto, esta investigación tiene por objetivo elaborar una bebida fermentada con aceptación sensorial y alta calidad nutricional, incorporando pulpa de carao y pulpa de jícara como ingredientes potencialmente funcionales.

II. OBJETIVOS.

2.1 Objetivo general.

Elaborar una bebida fermentada con aceptación sensorial y alta calidad nutricional, incorporando pulpa de carao y pulpa de jícaro como ingredientes potencialmente funcionales.

2.2 Objetivos específicos.

- Evaluar las características morfológicas y moleculares de cepas benéficas de carao y jícaro, mediante secuenciación de alta gama.
- Determinar la composición físico-química y nutricional de la pulpa de carao y jícaro a partir de análisis instrumental.
- Optimizar la formulación de una bebida fermentada con adición de pulpa de carao y jícaro a través de pruebas sensoriales en consumidores.

III. HIPOTESIS

3.1 Pregunta problema

¿Es posible elaborar una bebida fermentada funcional, con aceptación sensorial y calidad nutricional, mediante la adición de pulpa de carao y jícara?

3.2 Hipótesis Nula (H0):

No es posible elaborar una bebida fermentada funcional con aceptación sensorial y calidad nutricional mediante la adición de pulpa de carao y jícara.

3.3 Hipótesis Alternativa (H1):

Es posible elaborar una bebida fermentada funcional con aceptación sensorial y calidad nutricional mediante la adición de pulpa de carao y jícara.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1 Frutos subutilizados no convencionales

Se consideran como cultivos abandonados, olvidados, huérfanos, descuidados o tradicionales a aquellos que se cultivan en sus centros de origen de manera tradicional y que son importantes para la subsistencia de las familias rurales (Morales, *et al.*, 2018).

De un total de 23 plantas valoradas en un estudio de valorización de plantas silvestres subutilizadas para la seguridad alimentaria en la zona de vida del bosque tropical seco de Costa Rica., solamente siete Chan, el Guapinol, el Jícaro, el Ojoche, el Vizcoyol, el Capulín y el guanacaste) comparten características deseables (alto valor nutricional, adaptabilidad, con poca presión de plagas y enfermedades y de fácil manejo agronómico) para la Seguridad Alimentaria y Nutricional (Avila, 2024).

4.2 Ingredientes funcionales

Estos, más allá de su aporte nutricional básico, brindan una mejora en las capacidades del organismo, ayudando a reducir el riesgo de enfermedades. Este beneficio se puede conseguir a través de la maximización de la presencia de un compuesto bioactivo⁸ en el propio alimento; la incorporación externa del mismo, o el incremento de su biodisponibilidad, entre otros (Santana, 2024)

4.3 . Carao (*Cassia grandis* L.)

En el mundo se reportan más de 500 especies de *Cassia*, entre ellos se encuentra la *Cassia grandis*, conocida comúnmente como carao, esta planta se considera endémica de Centroamérica y su fruto es empleada de manera tradicional en la medicina popular. Diversos estudios validan a nivel global, el potencial funcional y nutracéutico de la *Cassia grandis*, por su contenido de compuesto antioxidante es considerado un preventivo del cáncer, es considerado un potencial antidiabético y anti anémico, además, por su calidad química puede emplearse en el desarrollo de formulaciones alimenticias como se muestran en la tabla 1 (Marcía, *et al.*, 2023).



Figura 1. Fruto de Carao (*Cassia grandis*)

Fuente: Cultura de Honduras, 2020.

4.3.1 Valor nutricional del carao

El carao desde el punto de vista químico, se ha permitido identificar la presencia de flavonoides, así estos compuestos han demostrado poseer propiedades antioxidantes y antiinflamatorias que podrían beneficiar la salud humana, ha manifestado tener propiedades funcionales interesantes que pueden ser usados en productos alimenticios, principalmente como simbiótico en bebidas fermentadas, otro aspecto destacado es su potencial farmacéutico evitando la inflamación y muerte celular a nivel *in vitro*, lo que sugiere que podría tener aplicaciones en la industria farmacéutica (Marcía, *et al.*, 2023).

La pulpa de carao es rica en compuestos fenólicos, taninos, saponinas, porfirinas, flavonoides como se menciona anteriormente, carotenoides, proteínas, minerales (ver tabla 2, aceites esenciales, también se le atribuyen usos medicinales y antimicrobianas, la miel de carao se utiliza popularmente contra la anemia y como purgante, en otros casos se usa para tratar enfermedades del hígado, infecciones urinarias, resfríos, tos, hemorragias nasales y es astringente (Méndez, 2023). En la literatura no se encuentra referencias sobre la toxicidad de esta planta, aunque se plantea que la pulpa del fruto posee propiedades abortivas (Parra & Guerra, 2000).

Tabla 1. Composición química del carao en 100 g

Componente	g/100g de muestra
Ceniza	5.3
Proteína	5.5
Azúcar total	46.6
Azucres reductores	6.9
Sólidos solubles	73.5

Fuente: (Barrios & Victoire, 2018).

Tabla 2. Contenido de minerales del carao

Minerales	mg/100g del producto fresco	% /100g del producto fresco
Hierro	2	
Calcio	70	
Fosforo	50	
Magnesio	300	
Macronutrientes		
Agua		35
Carbohidratos		32.9
Ácido Cítrico		5.4
Taninos		14.2

Fuente: (Marcía, *et al.*, 2023).

4.4 Jícara (*Crescentia cujete*)

Su fruto es climatérico es decir que madura después de su cosecha, este cuenta con diferentes nombres a lo largo de los diferentes países, calabaza, jícara, morro, cirian, su nombre científico es *Crescentia* la especie a estudiar fue *cujete*; es producido de manera silvestre en Centro América y Sur América y es nativo de las zonas secas de Centroamérica, en Honduras se encuentran en el departamento de Choluteca y Valle, cultivado de forma silvestre, es un fruto de alto valor nutricional (Ordoñez, 2020).

El jícara es pequeño mide hasta 15 cm de diámetro y crece en forma de balas de cañón (Amador, 2022).

Los primeros estudios datan de 1948, cuando la calidad de sus proteínas interesó a un grupo de estudiosos de El Salvador, cuando los campesinos observaron que si una vaca comía pulpa de jícara su leche era más sabrosa, más cremosa y más nutritiva, a partir de ahí se iniciaron las investigaciones, comenzando con él estudió del aceite de la semilla y el azúcar de la pulpa de jícara, ya con literatura científica en manos, un ciudadano alemán, Karsten Jochim, instaló en Nicaragua en 1983 una planta procesadora de jícara para obtener etanol y otros productos, pero los resultados no fueron los esperados y desistió y el jícara nuevamente quedó al olvido (Fernandez, 1994).

El jícara produce un fruto con pulpa dulce y semillas con alto contenido de aceite. Su pulpa se puede usar para hacer etanol u otros productos, y sus semillas para hacer aceite comestible u otros subproductos (Rodriguez, Santos, & Lopez, 2020). La pulpa de jícara tiene un olor y sabor extremadamente fuerte a fruta, que sirve bien para producir brandy, aguardiente, licor y vino de buen sabor, el sabor del licor es pura fruta fresca de gran volumen con un gusto agradable (Karsten, 2004).



Figura 2. Fruto de jícara (*Crescentia cujete*).

Fuente: EL HERALDO, 2020

4.4.1 Valor nutricional del jícara (*Crescentia cujete*)

Con productos del jícara se pueden alimentar las personas, el ganado, la industria, los automóviles y las cocinas, es también una trascendental respuesta para democratizar la ganadería, dando oportunidades a los pequeños ganaderos (Fernandez, 1994).

Tiene un valor calórico de 5,600 a 6,300 kcal/kg, es digestible por lactantes durante toda la lactancia, a partir de siete días de edad, siendo la semilla de Jícara un alimento especialmente básico para niños y adultos desnutridos, así como para mujeres embarazadas, al contrario de la soya, la semilla de Jícara no contiene residuos de insecticidas y nunca tendrá residuos químicos, porque la semilla está bien protegida por la cáscara del fruto siendo uno de los pocos productos de alto valor nutritivo, que nunca tendrá residuos químicos (Karsten, 2004)

La pulpa de jícara contiene ácidos orgánicos (*i. e.* cianhídrico, clorogénico, cítrico, tánico y tartárico), alcaloides cuaternarios, polifenoles y esteroides insaturados, las semillas son ricas en aceites fijos constituidos por ácido oleico y linoleico, igualmente la planta de jícara contiene compuestos de tipo iridoide e iridoides glicosilados, denominados crescentinas y crecentósidos (Caceres, 2018).

Las propiedades antibacterianas y antiinflamatorias para aliviar afecciones respiratorias: tos, asma, tuberculosis, y se usa como antídoto para mordedura de serpientes, mientras la medicina moderna ve en el epicarpio del jícara una opción natural para implantes craneales. entre otras, en jarabe o infusión preparados con la flor y el fruto, o bien, el fruto macerado en vino tinto o blanco, estudios revelan que las vacas que consumen la pulpa del jícara producen leche más sabrosa y cremosa (Naturales, 2018).

4.5 Hongos (Scoby).

La mejor manera de entender qué es un SCOBY es observándolo directamente, es conocido también como hongo del té o madre de la kombucha es una biopelícula (o biofilm) con textura gelatinosa constituida a base de celulosa o una estera microbiana, habitualmente, se encuentra flotando en el espacio libre que queda en el contenedor donde se guarda la kombucha (Mun, 2024).

La bebida conocida con el nombre de kombucha es una bebida tradicional preparada que consiste en la fermentación por un consorcio de levaduras y bacterias, de una infusión de té a la que se añade azúcar, y así obteniendo un sabor final de una infusión de té ligeramente dulce a ligeramente ácido y recibe el nombre de kombucha o té de kombucha (Illana, 2007).

En la kombucha algunos de estos microorganismos son: Bacterias Ácido-Lácticas, ácido acéticas, hongos y levaduras, que en la actualidad estos microorganismos se consideran una opción probiótica para prevenir enfermedades infecciosas, ya que son microorganismos vivos con la capacidad de cambiar o reestabilizar el microbiota humana con fines beneficiosos, siendo esta característica principal de una colonia simbiótica de levaduras y bacteria (SCOBY), o "kombucha", una vez estando en etapa de fermentación (Miranda & Ruben, 2019).

A pesar de los diversos efectos fisiológicos del Scoby, su aplicación y utilización en la industria son notablemente bajas, esto se debe principalmente a un análisis insuficiente de las especies microbianas, la distribución y los metabolitos producidos durante la fermentación de la kombucha, que se produce a través de la simbiosis de microorganismos (Montserrat & Charo, 2022).



Figura 3. *Scoby*

Fuente: Christensen, 2024

4.6 **Bebidas Fermentadas:**

se dio inicio con lo descubierto y descrito en 1856, por Luis Pasteur, las teorías científicas reconocían la presencia de levaduras en la fermentación alcohólica, pero estas levaduras eran consideradas como un producto de la fermentación (ARGENBIO, 2024). La fermentación en bebidas es un proceso metabólico aeróbico o anaeróbico que transforma sustancias orgánicas en otras más simples con oxígeno o sin la necesidad de oxígeno, y se lleva a cabo por levaduras, bacterias u otros microorganismos, dentro de ella existen varios tipos de fermentación como la alcohólica, láctica y acética, a lo largo de la historia, la fermentación ha permitido la producción de alimentos y bebidas como el pan, vino, queso, entre otras (Chavez, 2022).

La fermentación de los alimentos forma una de las técnicas de conservación más antiguas realizadas por el hombre, los fermentos son aquellos en los que diferentes microorganismos provocan modificaciones en sus componentes de manera controlada, en el mundo existen más de 3500 alimentos fermentados tradicionales, destacando que la elaboración de productos lácteos fermentados es la segunda industria después de la de bebidas alcohólicas (Montserrat & Charo, 2022).

4.6.1 Tipos de fermentación.

Fermentación láctica: el ácido láctico tiene una larga historia en el uso de fermentación y conservación de alimentos, se descubrió en 1780 por el químico Scheele, quien al inicio lo consideró como un componente de la leche, para 1789 Lavoisier lo llamó "acide lactique", posible origen de la actual terminología para ácido láctico, Pasteur descubrió que no es un componente de la leche, sino un metabolito generado por la fermentación realizada por ciertos microorganismos, lo que llevó a Fermy a producirlo mediante la fermentación de carbohidratos como la sacarosa, lactosa, manitol, almidón y dextrosa (Olivarez, 2017).

Fermentación alcohólica: la fermentación alcohólica es un proceso biológico en el que la levadura *Sacharomyces cerevisiae* convierte los azúcares en alcohol, dióxido de carbono (CO₂) y energía (Pérez, *et al.*, 2015). La fermentación alcohólica es una de las fermentaciones industriales más importantes y mejor conocidas (Haeyoung Lee, 2023). La misma puede ser producida a partir de cualquier azúcar fermentable, por acción de las levaduras, entre otros, en condiciones favorables (Rutjaya & Sanya, 2020).

Fermentación acética: es la fermentación bacteriana por *Acetobacter*, un género de bacterias aeróbicas que transforman el alcohol en ácido acético, la formación de ácido acético (CH₃COOH) es el resultado de la oxidación de un alcohol por la bacteria del vinagre en presencia de oxígeno, estas bacterias a diferencia de las levaduras productoras de alcohol requieren de un suministro generoso de oxígeno para su funcionamiento (Resendiz, *et al.*, 2009).

La fermentación acética es un proceso en el cual los azúcares o los hidratos de carbono se convierten en ácido acético mediante la acción de bacterias acéticas, este proceso es utilizado para producción de vinagre, en el caso del vino agrio, se somete al vino a una fermentación acética antes de ser embotellado, este tipo de fermentación requiere un proceso controlado de temperatura y humedad, además de un control de las bacterias acéticas y el tiempo de fermentación para obtener el producto deseado (Mun, 2024).

4.6.2 Factores de fermentación.

Temperatura: la temperatura de fermentación debe ser la que mejor expresión de las sustancias volátiles, ya que asegura un proceso fermentativo adecuado y contribuyen a la obtención de un producto dotado, la temperatura óptima para el desarrollo de levaduras se sitúa alrededor de 25 °C, la cual también es la óptima para la kombucha, para que el proceso fermentativo se realice en este caso no se debe moverse la fermentación (Santamaria, *et al.*, 2007).

pH: el pH del medio también es crucial, un pH demasiado bajo o alto puede inhibir la actividad de las levaduras o bacterias responsables de la fermentación (Ruíz, *et al.*, 2020). Al iniciar el proceso de fermentación, la kombucha debe comenzar a 4,5 pH o inferior y puede estar entre 2,5 y 3,5 pH una vez completado dependiendo de la preferencia de sabor (Fermentaholisch, 2018).

Concentración de sustrato: la cantidad de azúcar o sustrato presente en el medio afecta directamente la cantidad de producto final, cuanto más azúcar haya disponible, mayor será la producción de alcohol o ácido láctico (Ruíz, *et al.*, 2020). El mejor azúcar para usar para la kombucha es el blanco porque al ser el más refinado las levaduras pueden descomponerlo más fácilmente se puede usar el orgánico y así evitar los químicos que se usan para el cultivo de la caña de azúcar, en el caso de la kombucha de su puede utilizar relacion uno a uno o dos a uno como sea mas deseable (Bendita, 2021)

Oxígeno: la presencia de oxígeno en un proceso de fermentación es importante para el desarrollo fermentativo adecuado, dentro de estos procesos existen dos tipos de fermentación, la aeróbica (presencia de oxígeno) y anaeróbica (sin presencia de oxígeno) Algunos microorganismos (Ruíz, *et al.*, 2020).

4.6. Análisis sensorial

El análisis sensorial se ha definido como la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar esas respuestas a los productos percibidos a través de los sentidos de la vista, el olfato, el tacto, el gusto y el oído (Severiano, 2021).

4.6.1 Evaluación sensorial.

Los sentidos son la única vía de comunicación del ser humano con su entorno, nos permiten percibir lo que nos rodea, sentir el placer, la evaluación sensorial es una ciencia que nace en la década de los años 40 del siglo XX, como respuesta a la falta de sistematización y objetividad que existía al evaluar los alimentos que se elaboraban en esa época, con el objetivo de que se vendieran en el mercado, antes de la revolución industrial, el criterio de selección de las características que debería tener un alimento se basaba principalmente en el gusto y preferencias del conocimiento que el dueño del taller o fábrica tenía del consumidor de su producto (Severiano, 2021). (Ver anexos pág. 26-32)

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Ubicación.

La Investigación se llevará a cabo en las primeras fases en la Universidad Nacional de Agricultura (UNAG), se encuentra ubicada en el Valle del Guayape, a 6 km. de la ciudad de Catacamas, Olancho. Coordenadas: $14^{\circ}49'47''\text{N}$ $85^{\circ}50'40''\text{O}$. Posteriormente se continuará en el proyecto de investigación en la universidad privada de Norte, ubicada en Trujillo, la libertad, Perú, Calle Av. Tingo María 1112 en Lima.



Figura 4. UNAG, Honduras & UPN, Perú

Fuente: Propia.

5.2 Materiales y equipo.

Para el desarrollo de la investigación se empleará diferentes materiales y equipo, descritos en la tabla 3.

Tabla 3. Materiales y equipos que se utilizaran en la elaboración de la bebida fermentada

Materiales	Descripción
Pulpa de carao	
Pulpa de jícara	
Naftalina 91-20-3; 1-Metilnaftalina 90-12-0; 2-Metilnaftalina	Reactivo de laboratorio
Hongos (Scoby)	Película liofilizada
Agua	Agua purificada UNAG
Envases	Envases de gelatinas
Equipo	
Refractómetro	ZHIFONG MODELO FG 109
PH metro	PHMETRO DE MESA MP511 y MP512 SAN-XIN-MEDIDOR DE PH- BENCHTOP PH
Tamizador	De plástico obtenido en mercado local.

Fuente: Propia.

5.2 Método

Este estudio abordara el diseño de mezcla optimización de grado cubico especial usando mínimo y máximo, con un enfoque experimental de manipulación de las variables independientes para lograr el producto final deseado.

5.3 Metodología

Para garantizar el logro de los objetivos propuestos en este estudio, se ha trazado un enfoque metodológico que consta de cuatro fases experimentales. A continuación, se proporcionará una descripción minuciosa de cada una de las fases para proporcionar una comprensión clara del proceso experimental que se llevará a cabo.

5.4.1 Fase 1: Preparación de la materia prima

Primeramente, se comenzará la recolección de la materia prima, en fruto de jícara (*Crescentia cujete*), se recolectará en Cuyali, departamento del Paraíso, previo a la realización del trabajo de investigación, donde posteriormente se pasará por una minuciosa selección de esta para su debido proceso en caso del carao (*Cassia grandis*) lo se adquirirá la pulpa y semillas descascarada.

5.3.2 Fase 2: Elaboración de la bebida fermentada

Seguidamente se deshidratará el carao, después de someter a temperaturas de deshidratación 70 °C, por 3 h para que tenga una consistencia viscosa, luego se procede a triturar para la pre-fermentación, en cambio el jícara lleva otro proceso debido que está en fruto, lo que debo extraer pulpa para la fermentación. El mismo proceso se lleva a cabo con la pulpa de jícara para la obtención de la pulpa tomando un control adecuado. En esta etapa se le agregará la

5.3.3 Fase 3: Análisis fisicoquímicos y moleculares fermentativos.

Dado las fases anteriores se dejará por el tiempo establecido para el proceso de fermentación, y realizar los respectivos análisis fisicoquímicos que son; PH utilizando un pH metro y dos electrodos, brix, la acidez titulable de una bebida se realiza frecuentemente por alcalimetría usando fenolftaleína como indicador ($\text{pH} = 8.3$) y se expresa como la cantidad de ácido cítrico contenida en un volumen determinado de muestra (Mettler, 2018).

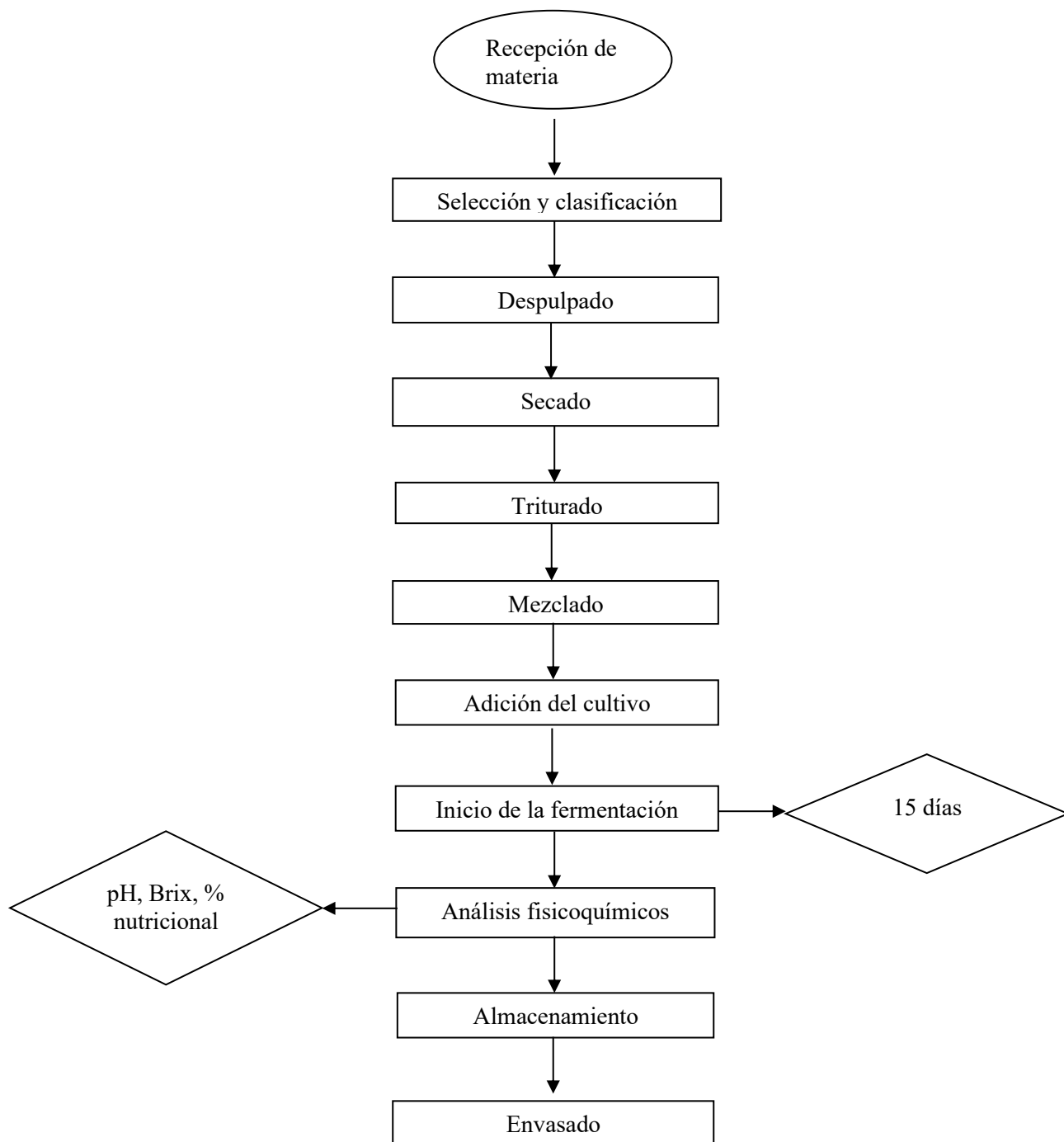
Los análisis moleculares se realizarán utilizando el método de reacción en Cadena de la Polimerasa (qPCR), utiliza un cebador o sonda fluorescente para detectar el producto de amplificación la ventaja de este método es que permite la detección específica de la secuencia diana (es ADN reconocida por una enzima con actividad hidrolasa específica) y reduce la probabilidad de detectar artefactos inespecíficos (Peña,*et al.*, 2015). En las pulpas de carao y jícara.

5.3.4 Fase 4: Resultados y aceptabilidad final.

Culminando las fases de análisis químicos y fermentativos, se realizarán las pruebas sensoriales y poder determinar los diferentes parámetros a evaluar. Para lo cual se realizará la escala hedónica con los niveles de aceptación del uno al siete evaluando la intención de compra, y evaluar las variables dependientes al producto fina

5.4 Flujograma de proceso

Flujograma de proceso para la elaboración de una bebida fermentada



Fuente: Propia.

5.5 Variables de respuesta

En la presente investigación se emplearán diferentes porcentajes de porcentaje carao, porcentaje jícara, tiempo, porcentaje Scoby como variables independientes, para determinar las variables dependientes para obtener una bebida final con un alto valor nutricional (vitaminas, minerales, proteínas, probióticos), aceptabilidad general (olor, sabor, color) y aceptabilidad.

5.6 Factor de estudio

Los factores de estudio de las condiciones de mezcla en las formulaciones, se describen en la tabla 3.

Tabla 1. Condiciones de mezcla de las formulaciones

Tratamiento	Temperatura.°C	Tiempo (días)	% (Scoby)	% jícara	% carao
T1	25	15	5	20	30
T2	25	15	5	25	25
T3	25	15	5	22.50	27.50
T4	25	15	5	21.25	28.75
T5	25	15	5	23.75	26.25

5.8 Diseño Experimental

El diseño a emplear en el siguiente estudio es el diseño de mezcla optimización de grado cubico especial usando mínimo y máximo. En resumen, el diseño experimental de mezcla de optimización de grado cúbico especial usando mínimos y máximos es una herramienta poderosa para encontrar la mejor combinación de ingredientes en una mezcla, maximizando o minimizando respuestas específicas mediante el ajuste de modelos polinómicos de grado cúbico y utilizando técnicas de optimización.

5.9 Análisis de resultados

Para el diseño de las formulaciones se empleará un Diseño de Mezcla de Optimización a partir del uso de mínimo-máximo en carao y jícara, con una confianza del 95%, tomando como variable de respuesta la aceptación sensorial. Asimismo, se empleará el programa estadístico SPSS versión 25 para el análisis de datos, a partir de estadísticas descriptivas y análisis inferencial, con una prueba de comparaciones múltiple de Tukey con un p valor ≤ 0.05 .

VI. PRESUPUESTO

GASTO DE COMPRA DE MATERIALES			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario (L)	Total (L)
Carao	50 lb	10	500
Jícara	100 unid	2	200
Scoby	600 g	400	400
Envases	15	25	375
Envases para pruebas	200	1	200
Cubre boca	20	5	200
Redecilla	5	15	75
Material de limpieza	3		500
TOTAL			L.2,250.00
GASTOS PERSONALES			
Vuelo			20,000.00
Alimentación			15,000.00
Transporte			10,000.00
Vivienda			15,000.00
TOTAL			60,000.00
TOTAL, FINAL			62,250.00

VII. CRONOGRAMA

Actividad	2024															
	Mayo				Junio				Julio				Agosto			
Defensa de anteproyecto.			X	X	X											
Recolección de materia prima.				X	X	X										
Preparación materia de la materia prima				X	X	X										
Desarrollo de los procesos de la bebida fermentada				X	X	X										
Análisis moleculares						X										
Llegada a Perú.							X									
Análisis fisicoquímicos.								X								
Evaluación de pruebas sensoriales.								X	X							
Análisis de resultados.									X	X						
Redacción de resultados											X	X	X			

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Amador, S. (2022). El jícara, el árbol sagrado de los mayas (en línea). Recuperado el 7 de Mayo de 2024. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/larevista/ecologia/el-jicaro-el-arbol-sagrado-de-los-mayas-nota/>
- Ávila Aragón, A. (2024). Plantas silvestres subutilizadas para la seguridad alimentaria y nutricional de la zona de vida bosque tropical seco de Costa Rica. Maestría en Intensificación Agroecológica y Seguridad Alimentaria y Nutricional.
- Bendita Kombucha (2021). ¿Qué azúcar puedo usar?. (en línea). Recuperado el 12 de Mayo de 2024. Obtenido de <https://www.benditakombucha.com/post/qué-azúcar-puedo-usar>
- Barrios, C., & Victoire, A. (2018). Caracterización de las propiedades físicas y químicas de *Cassia grandis* (carao) y su aplicación para la elaboración de una galleta nutricional (Doctoral dissertation, Universidad del Valle de Guatemala).
- Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología, Argenbio. (2024). Aplicaciones de la biotecnología (en línea). Recuperado el 10 de Mayo de 2024. Obtenido de <https://argenbio.org/biotecnologia/la-biotecnologia?start=2#:~:text=Este%20proceso%20se%20denomina%20fermentación,un%20producto%20de%20la%20fermentación.>
- Chavez, C. (2022). Historia de La Fermentación. (en línea). Recuperado el 9 de Mayo de 2024. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/636627700/HISTORIA-DE-LA-FERMENTACION>
- Christensen, E. (2024). *How To Make Your Own Kombucha*. (en línea). Recuperado el 11 de Mayo de 2024. Obtenido de <https://www.thekitchn.com/how-to-make-your-own-kombucha-soby-cooking-lessons-from-the-kitchn-202596>
- Fernandez, R. (1994). El jícara: árbol sagrado y respuesta económica. (en línea). Recuperado el 13 de Mayo de 2024. Obtenido de

<https://www.revistaenvio.org/articulo/848>

Illana, C. (2007). El hongo Kombucha. (en línea). Recuperado el 11 de Mayo de 2024. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Illana/publication/286452817_El_hongo_Kombucha/links/566a8bd008ae430ab4f79300/El-hongo-Kombucha.pdf

Karsten, L. (2004). El arbol de jicaro y sus multiples aprovechamientos. *Revista general de información y documentación*, 5; 7.

Marcía, J., Jenny, R., Alejandro, H., Juan, S., & Ismael, M. (2023). El carao (*Cassia grandis*), un novedoso ingrediente funcional para la industria alimentaria y farmacéutica. *Innovare*, 3; 10.

Méndez, K. V. (2023). *Cassia grandis*. *Scientific*, 19; 29.

Mendoza Villanueva, K. (2015). Situación actual y perspectivas de las aplicaciones de los probióticos en la industria alimentaria y sus efectos en la salud humana. Trujillo; Perú.

Mettler, S. and Weibel, E. (2018). Osmolality, pH, and titratable acidity of sports drinks on the Swiss market. *Swiss Sports & Exercise Medicine*, 66(4), 56-63

Miranda, F., & Ruben, M. (2019). Efecto antagónico y probiótico de la kombucha. (en línea). Recuperado el 8 de Mayo de 2024. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/353159499_Efecto_antagonico_y_probiotico_de_la_kombucha

Montserrat, A., & Charo, S. C. (2022). El rol de los fermentos en la sostenibilidad alimentaria. (en línea). Recuperado el 15 de Mayo de 2024. Obtenido de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112022000700013

Morales, M. d., Montañez, E. P., Ancona, J. J., & Ek, R. I. (2018). Los frutales abandonados y subutilizados en la Península de Yucatán. *Red tematica sobre el Patrimoniobiocultural de mexico*, 5.

- Mun, E. (2024). Todo sobre la fermentación. (en línea). Recuperado el 15 de abril 2024. Obtenido de <https://munkombucha.com/blogs/noticias/todo-sobre-la-fermentacion#:~:text=La%20fermentaci3n%20ac3tica&text=Es%20un%20proceso%20utilizado%20para%20producir%20productos%20como%20el%20vinagre,el%20etanol%20en%203cido%20ac3tico.>
- Olivarez, F. G. (2017). Producci3n de 3cido l3ctico por medio de fermentaci3n anaerobia y su polimerizaci3n a partir de reacciones de apertura de anillo. (en línea). Recuperado el 21 de Mayo de 2024. Obtenido de: https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1333/1/PMP_M_Tesis_2011_Fatima_Orozco_Olivarez.pdf
- Ordoñez, R. (2020). Usos de la harina de Jícaro (*Crescentia cujete*) en la industria (Universidda Panamericana Zamorano).
- Parra, A., & Guerra, M. I. (2000). Toxicidad aguda oral de 3 formas farmac3uticas a partir de *Cassia grandis* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales* (en línea). 2000, vol.5, n.2, pp. 68-70. ISSN 1028-4796.
- P3rez, B. I., Garc3a, M. R., Ibañez, F. M., & Laria, G. S. (2015). An3lisis preliminar de la fermentaci3n alcoh3lica utilizando mezclas de jugo de los filtros, miel final y meladura. *Revista Centro Azúcar*, 3;50.
- Resendiz, V. B., Musiño, Y. Z., Robles Rodriguez, A. K., & Liliana E, J. G. (2009). La fermentacion (en línea). Recuperado el 8 de junio de 2024 Obtenido de <https://es.slideshare.net/lucas1111/fermentacion-22>.
- Peña,Herrera Toledo, S. A., & Chicaiza Castillo, O. J. (2015). An3lisis de la expresi3n de los genes B-Actin, Ruans y Rummyb10, involucrados en la bios3ntesis de antocianinas mediante la t3cnica RT-qPCR en la especie *Rubus niveus* Recolectada en el cant3n Rumiñahui-provincia de Pichincha (Bachelor's thesis).
- Rodriguez, J., Santos, V. Y., & Lopez, M. (2020). *Jicaro (Crescentia Cujete)*. Distrito central; Mexico.
- Ru3iz, R. L., Mendoza, L., Nieuwenhove, C. V., Pescuma, M., & Mozzi, F. (2020).

Fermentación de jugos y bebidas a base de frutas. *CONICET*, 6:10.

Rutjaya, P. N., & Sanya, S. (2020). Environmental impacts and economic benefits of different wastewater management schemes for molasses-based ethanol production: A case study of Thailand. (en línea). Recuperado el 16 de Mayo de 2024. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619340119>.

Santana, E. (2024). Alimento funcional: yogurt con aloe vera.

Santamaria, P., Lopez, R., Gutierrez, A. R., & Garcia, E. (2007). Influencia de la Temperatura en la Fermentacion Alcoholica. *Dialnet*, 2.

Severiano, P. (2021). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial?. (en línea). Recuperado el 10 de Mayo de 2024. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-57052019000300004

ANEXOS

Anexo 1. Formato de evaluación sensorial

El siguiente estudio tiene como fin evaluar las características sensoriales de cuatro formulaciones de los diferentes tratamientos, para ello se le solicita nos colabore sinceramente respondiendo una serie de preguntas sobre cada tipo muestra.

DATOS GENERALES

Edad	
Sexo	

INDICACIONES

Frente a usted se encuentran cuatro muestras de bebidas fermentadas, las cuales deben ser evaluadas según el nivel de agrado que posee cada uno de sus atributos. Se le solicita marcar con una X el nivel de escala que usted considera que posee el producto, siendo 9 el mayor puntaje y 1 el menor.

Podrá evaluar una muestra a la vez, analizando en primer lugar el color, luego el aroma y por último el sabor y la textura. Para el caso del sabor, le pedimos utilice un borrador que consiste en tomar un poco de agua purificada, comer un trozo de galleta simple y posteriormente tomar nuevamente un sorbo de agua purificada, previo al análisis entre las muestras.

ANTES. Exprese su **INTENCIÓN DE COMPRA**, marcando con una X sabiendo la composición de la bebida.

PRODUCTO	SI	NO
150		
275		
380		
015		
575		
038		

Marque con una **X**, Si está dispuesto a comprar una bebida con un potencial funcional elaborada a partir de alimentos subutilizado autóctonos.

SI	NO

Puntuación a evaluar.

Puntaje	Significado
1	Me disgusta muchísimo
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta bastante
4	Me disgusta ligeramente
5	Ni me gusta ni me disgusta
6	Me gusta ligeramente
7	Me gusta bastante
8	Me gusta mucho
9	Me gusta muchísimo

MUESTRA**N° de muestra**

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Aroma									
Sabor									
Textura									

Antes de analizar la siguiente muestra, por favor limpie su paladar con galleta simple y agua, para borrar el sabor de la muestra anterior.

DESPUES. Exprese su **INTENCIÓN DE COMPRA**, marcando con una X sabiendo la composición de la bebida.

PRODUCTO	SI	NO
150		
275		
380		
015		
575		
038		

Anexo 2. Orden de muestras en la prueba sensorial.

FORMULACIONES

Tratamiento	% (Scoby)	% carao	% jícara	Letras
150		Muestra testigo		A
275	5	30	20	B
380	5	28.75	21.25	C
015	5	26.25	23.75	D
575	5	25	25	E
038	5	27.50	22.50	F

JUEZ COMBINACIONES

LETRAS

1	150	275	015	380	575	038	ABDCEF
2	150	275	380	015	038	575	ABCD FE
3	150	275	015	038	380	575	ABDFCE
4	150	380	275	015	575	038	ACBDEF
5	150	015	380	275	575	450	ADCBEF
6	150	380	275	015	575	038	ACBDEF
7	275	150	015	380	038	575	BADC FE
8	275	575	015	150	380	038	BFDACE
9	015	275	150	380	038	575	DBAC FE
10	015	275	380	150	038	575	DBC AFE
11	015	380	275	150	038	575	DCBA FE
12	015	380	275	150	038	575	DCBA FE
13	015	275	380	150	575	038	DBC AFE
14	015	275	150	015	038	575	DBAC FE
15	015	380	275	150	038	575	DCBA FE
16	015	380	150	275	038	575	DCAB FE
17	015	150	275	380	820	038	DABCE F
18	015	150	380	275	820	450	DACBGE
19	380	275	150	015	038	575	CBAD FE

20	380	275	015	150	038 575	CBDAFE
21	380	150	275	015	575 038	CABDEF
22	380	150	015	575	275 038	CADEBF
23	380	015	275	150	500 575	CDBAEF
24	380	015	575	150	275 575	CDEABF
25	150	275	380	015	575 038	ABCDGF
26	150	275	015	380	038 575	ABDCFE
27	150	015	275	380	038 575	ADBCFE
28	150	015	380	275	575 038	ADCB EF
29	150	380	015	275	038 575	ACDBFE
30	150	380	275	015	575 038	ACBDEF
31	275	150	015	380	575 038	BADCEF
32	275	150	380	015	038 575	BACDFE
33	275	015	150	380	038 575	BDACFE
34	275	015	380	150	575 038	BDCAEF
35	275	380	150	015	038 575	BCADFE
36	275	380	015	150	575 038	BCDAEF
37	015	275	380	150	038 575	DBC AFE
38	015	275	150	380	038 575	DBACFE
39	015	380	275	150	575 038	DCBAEF
40	015	380	150	275	575 038	DCABEF
41	015	150	275	380	038 575	DABC FE
42	015	150	380	275	038 575	DACBFE
43	380	275	150	015	038 575	CBADFE
44	380	275	015	150	575 038	CBDAEF
45	380	150	275	015	575 038	CABDFE
46	380	150	015	275	038 575	CADBFE
47	380	015	275	150	575 038	CDBAEF
48	380	015	150	275	575 038	CDABEF
49	150	275	380	015	038 575	ABCD FE
50	150	275	015	380	038 575	ABDCFE
51	150	015	275	380	575 038	ADBCEF

52	150	015	380	275	038 575	ADCBFE
53	150	380	015	275	575 038	ACDBEF
54	150	380	275	015	038 575	ACBDFE
55	275	150	015	380	575 038	BADCFE
56	275	150	380	015	575 038	BACDEF
57	275	015	150	380	038 575	BDACFE
58	275	015	380	150	038 575	BDCAFE
59	275	380	150	015	575 038	BCADEF
60	275	380	015	150	038 575	BCDAFE
61	015	275	380	150	038 575	DBCAGE
62	015	275	150	380	038 575	DBACFE
63	015	380	275	150	038 575	DCBAFE
64	015	380	150	275	038 575	DCABFE
65	015	150	275	380	038 575	DABCFE
66	015	150	380	015	038 575	DACBFE
67	380	275	150	015	038 575	CBADEF
68	380	275	015	150	038 575	CBDAFE
69	380	150	275	575	015 038	CABEDF
70	380	150	015	275	038 575	CADBFE
71	380	015	275	150	038 575	CDBAFE
72	380	015	150	275	038 575	CDABFE
73	150	275	380	015	038 575	ABCDFE
74	150	275	015	380	575 038	ABDCEF
75	150	015	275	380	038 575	ADBCFE
76	150	015	380	275	575 038	ADCBFE
77	150	380	015	275	038 575	ACDBFE
78	150	380	275	015	575 038	ACBDEF
79	275	150	015	380	038 575	BADCFE
80	275	150	380	015	575 038	BACDEF
81	275	015	150	380	038 575	BDACFE
82	275	015	380	150	038 575	BDCAFE
83	275	380	150	015	575 038	BCADEF

84	275	380	015	150	038 575	BCDAFE
85	015	275	380	150	038 575	DBCAGE
86	015	275	150	380	575 038	DBACEF
87	015	380	275	150	575 038	DCBAEF
88	015	380	150	275	575 038	DCABEF
89	015	150	275	380	575 038	DABCEF
90	015	150	380	275	575 038	DACBEF
91	380	275	150	015	038 575	CBADFE
92	380	275	015	150	038 575	CBDAFE
93	380	150	275	015	038 575	CABDFE
94	380	150	015	275	038 575	CADBFE
95	380	015	275	150	038 575	CDBAFE
96	380	015	150	275	575 038	CDABEF
97	150	275	380	015	038 575	ABCDFE
98	150	275	015	380	038 575	ABDCFE
99	150	015	275	380	575 038	ADBCEF
100	150	015	380	275	575 038	ADCBEF
