

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

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

PRESENTADO POR:
MERLIN PATRICIA CRUZ LOPEZ

PROYECTO DE TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE 2024

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

**POR:
MERLIN PATRICIA CRUZ LÓPEZ**

JHUNIOR ABRAHAN MARCIA FUENTES
Asesor principal

PROYECTO DE TESIS

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

CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE 2024

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo de investigación en primer lugar a nuestro Dios, por darme siempre fuerza, fe, esperanza, paciencia y guiarme para culminar mi trabajo. Infinitas Gracias Dios.

A mis Padres: Carmen Reineldo Cruz Pérez y María Zoila Esperanza López Márquez por su apoyo psicológico y económico, de manera incondicional en los buenos y malos momentos que siempre me brindaron a lo largo de mi vida y estudios.

A mis hermanos (as): Levis Edilberto Cruz López, Dany Gerardo Cruz López, Elsy Rosmery Cruz López, Heidi Mariela Cruz López, Carmen Yamileth Cruz López, Lesly Ziomara Cruz López, por su apoyo incondicional que me han brindado, por siempre estar en todo momento, con todas sus motivaciones e inspirarme a lograr mis metas.

A mis amigos, Daniela Esther Pacheco, Erlin Mauricio Granados, Martha Raquel Diaz y Francisco Alfredo Oliva que siempre me han apoyado y motivado a seguir adelante, por compartir momentos de alegría y tristezas.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Primeramente, agradecerle a Dios por darme la oportunidad de estar a pasos de alcanzar una meta forjada, mi título universitario, por darme la fuerza y sabiduría que me ha dado para enfrentar con valentía todas las dificultades que se me han presentado durante mi investigación y mi vida.

A NUESTRA MAXIMA CASA DE ESTUDIO

Universidad Nacional De Agricultura por haberme cobijado durante estos cinco años, por darme la gran oportunidad de cursar esta bonita carrera, brindándome el pan del saber y permitirme formar parte de la gran familia UNAG.

A MI TERNA DE ASESORES

PhD. Jhunion Abraham Marcia, MSc. Nairobi Sevilla Cardoso, MSc, Jaine Onan Salgado por compartir sus amplios y valiosos conocimientos ya que fueron de mucha ayuda y provecho durante toda la etapa de investigación.

A MIS CO-ASESORES

PhD. Roberto Chuquilín, PhD. Josué Urquiaga, Ing. Haley Figueroa, PhD. Raúl Síche, Por todo el apoyo incondicional brindado, ya que fueron un bloque fundamental para la realización de mi investigación en el campus de la Universidad Nacional de Trujillo-Perú.

CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
CONTENIDO	iv
LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo general.	2
2.2 Objetivos específicos.	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1 Frutos subutilizados no convencionales	3
3.2 Ingredientes funcionales	3
3.3 . Carao (<i>Cassia grandis</i> L.)	3
3.3.1 Valor nutricional del carao	4
3.4 Jícara (<i>Crescentia cujete</i>)	5
3.4.1 Valor nutricional del jícara (<i>Crescentia cujete</i>).....	6
3.5 Hongos (Scoby).	7
3.6 Bebidas Fermentadas:.....	8
3.6.1 Tipos de fermentación.	9
3.6.2 Factores de fermentación.	10
IV. MATERIALES Y METODOS	12
4.1 Lugar de investigación.....	12
5.2Materiales y equipo.....	12
4.2 Metodología.....	14
7.3.1 Fase 1: Selección y preparación de la materia prima	14
4.2.2 Fase 2: Elaboración de la bebida fermentada	14
4.2.3 Fase 3: Análisis nutricional y fisicoquímicos.....	15
4.2.4 Análisis de digestión gastrointestinal simulada in vitro	18

4.2.5 Fase 4: Evaluación sensorial.....	18
4.3 Flujograma de proceso.....	20
5.8 Diseño Experimental	21
V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	22
5.1 Valor nutricional.....	22
5.2 Grados de alcohol	22
5.3 Viscosidad	23
5.4 pH	23
5.5 °Brix	23
5.6 Acidez titulable.....	23
5.7 Determinación Fenoles totales.....	24
5.8 Capacidad antioxidante.....	24
5.9 Simulación gástrica	25
5.10 Pruebas sensoriales	27
VI. CONCLUSIONES	29
VII.RECOMENDACIONES	30
VIII. BIBLIOGRAFIA	31
IX. ANEXOS	42

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición química del carao en 100 g.....	5
Tabla 2. Contenido de minerales del carao.....	5
Tabla 3. Materiales y equipos que se utilizaran en la elaboración de la bebida fermentada	13
Tabla 4. Valor nutricional de la kombucha.	22
Tabla 5. Compuestos fenólicos totales de la materia prima y de la kombucha	24
Tabla 6. Actividad antioxidante de la materia prima y de la kombucha a los 0 y 10 días de fermentación	25
Tabla 7. Aceptabilidad sensorial	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fruto de Carao (<i>Cassia grandis</i>).....	4
Figura 2. Fruto de jícara (<i>Crescentia cujete</i>)	6
Figura 3. Colonia Simbiótica de Bacterias y Levaduras (Scoby).....	8
Figura 4. Lugar de investigación UNAG & UNT	12
Figura 5. Flujograma de proceso	20
Figura 6. Bioaccesibilidad de los compuestos fenólicos en kombucha día 10, posterior a la digestión gástrica (GD) e intestinal (ID) in vitro.....	26
Figura 7. Bioaccesibilidad antioxidante in vitro en kombucha día 10, posterior a la digestión gástrica (GD) e intestinal (ID).	27

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Selección y preparación de materia prima.....	42
Anexo 2. Elaboración de la bebida.....	43
Anexo 3. Análisis físicoquímicos.....	44
Anexo 4. Simulación in vitro	45
Anexo 5. Formato de pruebas sensoriales	46
Anexo 6. Aplicación de pruebas de sensoriales	48

Cruz López, M.P (2024). Elaboración de una bebida fermentada a partir de carao (*Cassia grandis*) y jícara (*Crescentia cujete*) como ingredientes funcionales. Tesis de grado, Ingeniería en Tecnología Alimentaria, Facultad de Ciencias Tecnológica, Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras. 59 pp.

RESUMEN

Este estudio se centró en elaborar una bebida fermentada a partir de pulpa de carao (*Cassia grandis*) y pulpa de jícara (*Crescentia cujete*), con el fin de crear un producto funcional, nutritivo y sensorialmente aceptable. Para optimizar la formulación, se utilizó un diseño experimental basado en regresión, que permitió ajustar los niveles de variables como brix, pH, acidez titulable, y las cantidades de carao y jícara. Los tratamientos fueron evaluados en función de su impacto en la calidad físico-química. Los resultados mostraron que la bebida optimizada, con una mezcla de 35.4 g/L de jícara y 21.7 g/L de carao, presentó un pH promedio de 3.5 y un contenido de sólidos solubles de 6.5 brix, y una acidez total de 1.76 %. Además, el análisis sensorial indicó una aceptación positiva en cuanto a sabor, textura y aroma. La bebida fermentada también se destacó por su alto contenido de compuestos bioactivos y propiedades antioxidantes. La simulación gástrica reveló que la bebida optimizada tiene una alta bioaccesibilidad de compuestos fenólicos, lo que sugiere un potencial significativo para la absorción en el tracto intestinal humano. Estos hallazgos respaldan la viabilidad de la bebida fermentada como una alternativa funcional y saludable, con posibles beneficios para la salud intestinal, especialmente en personas con problemas de microbiota intestinal. En conclusión, este estudio proporciona una base sólida para el desarrollo de productos alimenticios funcionales en mercados emergentes.

Palabras claves: Scoby, antioxidantes, probióticos, kombucha, fermentación, *in vitro*.

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 incorporando pulpa de carao y pulpa de jícara como ingredientes potencialmente funcionales con aceptación sensorial y alta calidad nutricional.

2.2 Objetivos específicos.

- Optimizar la formulación de una bebida fermentada con adición de pulpa de carao y jícara a través de R2.
- Determinar la composición físico-química y nutricional de la bebida fermentada con aceptabilidad final de carao y jícara a partir de análisis instrumental.
- Realizar simulación *in vitro*, para la determinación de bioccesibilidad de los compuestos bioactivos en el recorrido de los alimentos en nuestro aparato digestivo.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 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 sub utilizadas 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).

3.2 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 bioactivo, en el propio alimento, la incorporación externa del mismo, o el incremento de su biodisponibilidad, entre otros (Santana, 2024)

3.3 . 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.

3.3.1 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
Azúcares 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).

3.4 Jícaro (*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, jícaro, 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 jícaro 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

3.4.1 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 las semillas 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).

3.5 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. Colonia Simbiótica de Bacterias y Levaduras (Scoby)

Fuente: Christensen, 2024

3.6 **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).

3.6.1 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 Fermi 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).

3.6.2 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 a 30 °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)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Lugar de investigación.

La Investigación se llevó 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°49'47"N 85°50'40"O. Posteriormente se continuará en el proyecto de investigación en la universidad Nacional de Trujillo, ubicada en Trujillo, la libertad, Perú.



Figura 4. Lugar de investigación UNAG & UNT

Fuente: Propia.

5.2 Materiales y equipo.

Para el desarrollo de la investigación se emplearon diferentes materiales, equipo y reactivos, 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 jícaro	
Hongos (Scoby)	Película liofilizada
Agua	Agua purificada UNAG
Envases	Envases de gelatinas
Reactivos	
Naftalina 91-20-3; 1-Metilnaftalina 90-12-0; Reactivo para acidez titulable.	
2-Metilnaftalina	
Folin Ciocalteu's reagent.	Reactivo para FRAP, Fenoles.
2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH),	Reactivo para DPPH, Antioxidantes.
2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS).	Reactivos para ABTS, actividad antioxidante.
carbonato de sodio (ACS).	
Persulfato de amonio.	
Metanol	Grado HPLC, Solvente extractos.
Acido gálico,	Reactivo para estándares.
(±)-6-Hydroxy-2,5,7,8 tetramethylchromane-2-carboxylic acid	Reactivos para elaboración de la curva de calibración.
(trolox)	
Pepsina (≥ 2500 U/mL),	
Pancreatina (≥ 100 U/mL)	
Bilis	Enzima para ensayos simulación gástrica. Enzima simulación gástrica Enzima simulación gástrica.
Equipo	
Brixometro	brixometro A. KRÜSS OPTRONIC OR 301-95
PH metro	PHMETRO DE MESA MP511 PROHOSPITAL LLR, SI Analytics.
Tamizador	De plástico obtenido en mercado local.
Incubadora	

Fuente: Propia

4.2 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 proporciona una descripción minuciosa de cada una de las fases para una comprensión clara del proceso experimental que se llevó a cabo.

7.3.1 Fase 1: Selección y preparación de la materia prima

Se comenzó la recolección de la materia prima, en fruto de jícara (*Crescentia cujete*), en Cuyalí, departamento del Paraíso, previo a la realización del trabajo de investigación, donde posteriormente se pasó por una minuciosa selección de esta para su debido proceso, en caso del carao (*Cassia grandis*) lo se adquirió en la UNAG. Luego se deshidrataron ambas materias primas el carao y jícara a temperaturas 70 °C, por 5 h hasta que se logró una consistencia viscosa y seca en caso del jícara, seguidamente se procedió a separar la pulpa la que se trituró y molió hasta obtener la haría para pesar los porcentajes adecuados para la segunda fase de elaboración de la bebida (Ver Anexo 1).

4.2.2 Fase 2: Elaboración de la bebida fermentada

Se trabajó con un tratamiento optimizado con R^2 obteniendo las porciones de 35.428 g/L de jícara, 21.716 g/L de carao, 8g/L de té negro, 20 g/L colonia simbiótica de bacterias y levaduras, 83 ml/L de líquido inoculador del Scoby. Se comenzó con la pasteurización de 1 L de agua a 72 °C, por 15 minutos, de la cual se usaron 375.93 ml a la que se agregó azúcar, carao, jícara y té negro en un Baker previamente esterilizado, dejándose reposar la infusión por 20 minutos, lo que pasó a filtrarse dejando solo líquido y se agregó el otro 50% de agua fría pero purificada, también se añadió el Scoby y líquido inoculador este dejándose de forma estática y cubierto por una manta de algodón bien sellada para la transpiración de la bebida, con mucho cuidado se pasó a la estufa donde se colocó para fermentar a 30 °C por tres días, seguidamente a los 3 días se retiró la capa que se forma de bacterias y levaduras, luego se envasó hermético pasando dos días a carbonatación, luego requirió almacenamiento a una temperatura de 3 °C, estando dentro del rango de temperatura óptima para la kombucha (Ver Anexo 2).

4.2.3 Fase 3: Análisis nutricional y fisicoquímicos.

Valor nutricional de la bebida

Se mando a evaluar los parámetros Proteínas, Grasas, Carbohidratos, Calorías, grados de alcohol al laboratorio físico químico ambiental de Perú S.A.C. Ya que en el Lab. Agroindustria de la UNT, no contaba con los equipos y materiales requeridos para estas determinaciones de la bebida.

Determinación de viscosidad

Se determinó en un viscosímetro rotacional que es un cilindro o un disco rota dentro de la bebida y mide el torque necesario para superar la resistencia al flujo, lo que permite calcular η para este estudio se determinó a rotor 1, a 6 RPM en un viscosímetro en la Universidad Nacional de Agricultura, La fórmula de la viscosidad se expresa usando la ecuación de Newton para fluidos. Donde F/A es la fuerza aplicada por unidad de área para producir el desplazamiento de una porción laminar, η : viscosidad dinámica (cP), C: constante del viscosímetro (proporcionada por el fabricante), T: torque medido (en porcentaje de escala completa) y N: velocidad de rotación del husillo (RPM).

Fórmula 1

$$\eta = \frac{C * T}{N}$$

Determinación de pH.

Se utilizó un pH metro PROHOSPITAL LLR, SI Analytics, para la medición de la bebida a temperatura ambiente (Ver Anexo 3).

Determinación de brix

Los sólidos solubles en agua totales (°Bx) de las muestras se determinaron temperatura ambiente, utilizando un brixometro A. KRÜSS OPTRONIC OR 301-95

Determinación de la acidez total

La acidez titulable de una bebida se realiza frecuentemente por alcalimetría usando fenolftaleína como indicador (pH = 8.3) y se expresa como la cantidad de ácido acético contenido en un volumen determinado de muestra (Mettler, 2018). Para la bebida la acidez total se determinó mediante titulación potenciométrica as muestras se titularon con NaOH 0,1 N a pH 8,1 y el valor de acidez total se calculó en g/100 ml en términos de ácido acético y para una mayor comprensión se calculó el % de la kombucha tanto al inicio y final de la fermentación. La kombucha tiene con predominancia de ácido acético, para los calculo se realizó dilución 3;25, tomando una alícuota de 10 ml (Ver anexo 3) para la titulación utilizando la siguiente formula.

Fórmula 2

$$F \text{ dilucion} = \frac{\text{Volumen total}}{\text{Volumen total de la muestra original}}$$

$$\text{Aci. titulable } \left(\frac{g}{L}\right) = \frac{V_{NaOH} * N_{NaOH} * PM_{\text{ácido}}}{V_{\text{titulación}}} * F_{\text{dilucion}}$$

$$\% \text{ Acidez titulable} = \frac{\text{Acidez } \left(\frac{g}{L}\right)}{10}$$

Compuestos fenólicos totales (TPC)

Los compuestos fenólicos totales en los extractos fueron evaluados usando el reactivo de Folin-Ciocalteu y ácido gálico como estándar. De forma adecuada, las muestras fueron mezcladas con agua ultrapura, seguido del reactivo de Folin-Ciocalteu y carbonato de sodio. La mezcla fue dejada en reacción por 18 min y posteriormente la absorbancia fue grabada a 755 nm. Se uso ácido gálico para elaborar la curva estándar en un rango de concentraciones de 0.0216-0.1080 mg/ml. Los datos fueron expresados como miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo o mililitro de muestra, se muestran fórmulas de determinación y contenidos totales en (figura 5), lo se atribuye a procesos como la

liberación de compuestos fenólicos ligados o la formación de metabolitos bioactivos, para el cálculo de los porcentajes se utilizaron las siguientes formulas.

Fórmula 3

$$\% \text{ Bioaccesibilidad} = \frac{\text{Volumen total}}{\text{Volumen total de la muestra original}}$$

$$\% \text{ Bioccesibilidad (GD)} = \frac{\text{Con. inicial GD mg GAE/mL}}{\text{Conc. inicial muestra GAE/mL}} * 100$$

$$\% \text{ Bioccesibilidad (ID)} = \frac{\text{Con. inicial ID mg GAE/mL}}{\text{Conc. inicial muestra GAE/mL}} * 100$$

Actividad antioxidante

Ensayo de inhibición de DPPH

La evaluación de la actividad de la capacidad del secuestro del radical DPPH fue llevado a cabo tomando como referencia el método original de Brand & Williams (1995) con algunas modificaciones.

De forma adecuada 30 µL de los extractos previamente diluidos fueron mezclados con 270 µL de una solución de DPPH (0.1 mM) en metanol grado HPLC y agua ultrapura (80:20 v/v). La mezcla fue incubada a temperatura ambiente por 30 min y luego los valores de absorbancia fueron grabados en un lector de multiplicas H1 (Biotek, Germany) a una longitud de onda de 517 nm, usando como blanco metanol: agua (80:20 v/v). Una curva de calibración fue hecha usando como patrón trolox y los valores fueron expresados como la media de tres repeticiones (µM equivalente de trolox por ml) ± la desviación estándar.

Inhibición del radical ABTS.

La determinación de la actividad del secuestro del radical ABTS fue estimado usando como referencia el método propuesto por Re et al. (1999) con ligeras adaptaciones

(materia prima usada) y. De forma adecuada una solución stock de 7.5 mM de ABTS^{·+} y 2.5 mM de persulfato de amonio fue preparada 18 horas antes de los ensayos.

La solución stock fue diluida en buffer fosfato pH 7.4 para obtener la solución de trabajo, la dilución fue ajustada hasta alcanzar un valor de absorbancia comprendido entre 0.8-0.9 UA. La reacción fue llevada usando 30 µL de los extractos y 130 µL de la solución de trabajo de ABTS^{·+}. El valor de la absorbancia fue grabado luego de 10 min de incubación a temperatura ambiente usando un lector de multiplacas H1 (Biotek, Germany) a una longitud de onda de 734 nm y empleando buffer fosfato pH 7.4 como blanco. Una curva de calibración fue hecha usando como patrón trolox y los valores fueron expresados como la media de tres repeticiones (µM equivalente de trolox por mL) ± la desviación estándar.

4.2.4 Análisis de digestión gastrointestinal simulada in vitro

Ensayos de digestión *in vitro* (fase gástrica e intestinal) fueron llevado a cabo con la finalidad de evaluar su efecto sobre el contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante siguiendo el protocolo armonizado de Minekus et al. (2014), con ligeras modificaciones. Para la digestión gástrica, 3 mL de fermentado fue diluido con agua destilada hasta alcanzar un volumen de 10 mL. La suspensión fue sometida a una etapa de digestión gástrica con 10 mL de medio gástrico simulado (SGF) (1:1 v/v) y el pH fue ajustado a pH 3.0 usando HCl 0.1 M.

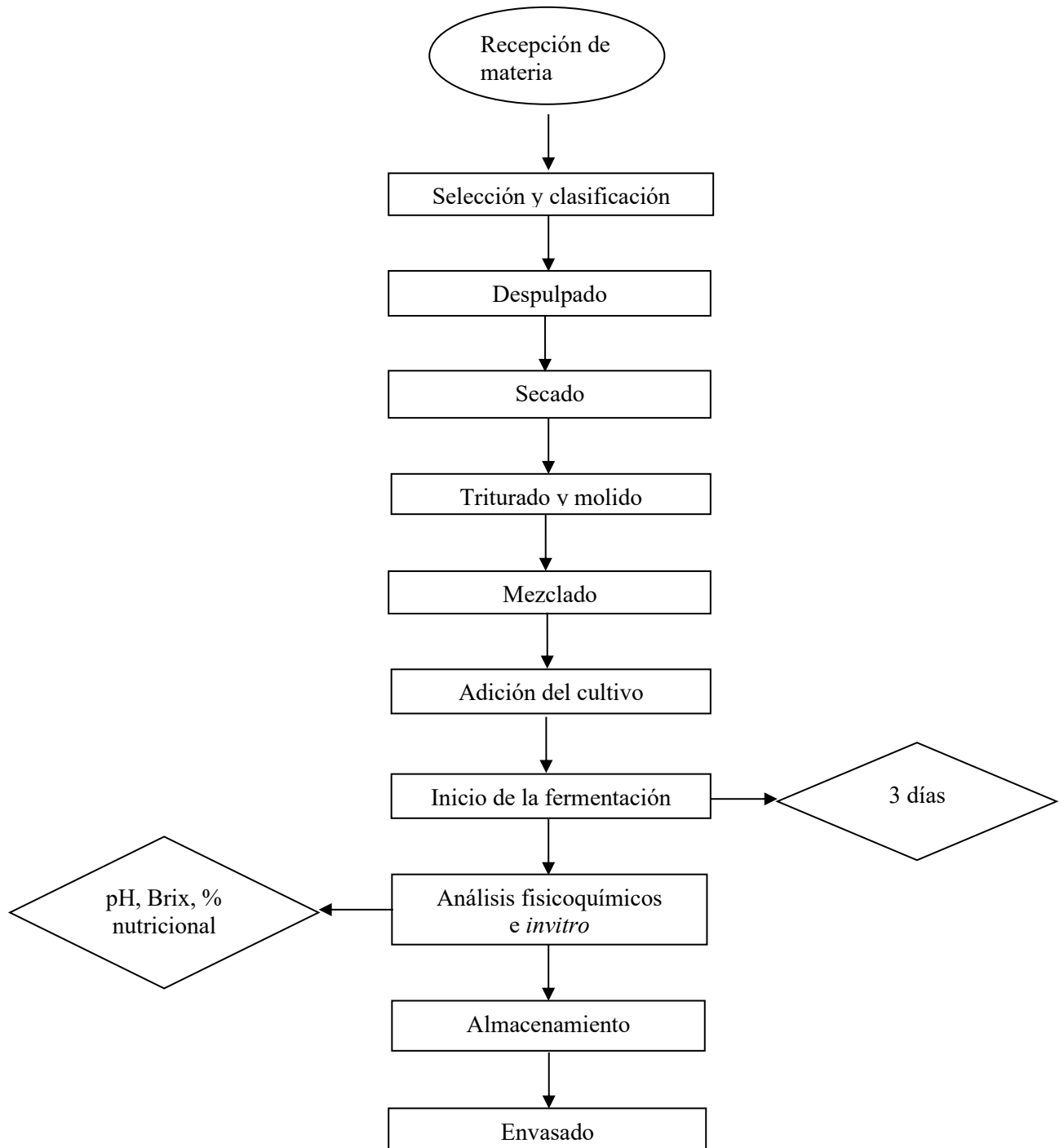
La mezcla fue incubada a 37 °C e inmediatamente pepsina (25,000 U/mL) (Sigma-P7012) fue añadida y dejada en incubación a 37°C por 2h. Una alícuota (2 mL) fue separada, centrifugada y el sobrenadante fue recuperado por centrifugación a 5000 rpm-1 por 30 min para posteriores análisis. Luego, el remanente fue sometido a una fase de digestión intestinal en medio intestinal simulado (SIF), y el pH fue ajustado a 7.0 con NaOH 0.1M y una solución de pancreatina (800 U/mL) y bilis (160 mM). La mezcla fue incubada a 37 °C por 2 horas en agitación constante. Posteriormente, el sobrenadante de toda la digestión fue recuperado por centrifugación a 5000 rpm-1 por 30 min (Ver Anexo 4). El TPC y la actividad antioxidante fue determinado en las muestras conforme a la metodología antes mencionada.

4.2.5 Fase 4: Evaluación sensorial

Se aplicaron 30 pruebas sensoriales descriptivas, técnica perfil para evaluar la aceptabilidad final (Ver Anexo 5) de la bebida fermentada, con los enunciados y una escala de 1-9 siendo 1 Me disgusta muchísimo, 2 Me disgusta mucho, 3 Me disgusta moderadamente, 4 Me disgusta ligeramente, 5 Ni me gusta ni me disgusta, 6 Me gusta ligeramente, 7 Me gusta moderadamente, 8 Me gusta mucho. 9 Me gusta muchísimo siendo (Aleman, 2023) (ver anexo 5) para sabor, olor, viscosidad, y textura del tratamiento optimo.

4.3 Flujograma de proceso

Flujograma de proceso para la elaboración de una bebida fermentada



Fuente: Propia.

Figura 5. Flujograma de proceso

5.8 Diseño Experimental

Se empleó un Diseño Compuesto Central Rotable (DCCR) para optimizar la formulación de la bebida fermentada a base de pulpa de carao (*Cassia grandis*) y pulpa de jícara (*Crescentia cujete*). Este diseño fue seleccionado debido a su capacidad para modelar superficies de respuesta y evaluar los efectos lineales, cuadráticos e interacciones entre múltiples factores que influyen en las propiedades físico-químicas del producto. En este caso, los factores considerados fueron las cantidades de pulpa de carao y pulpa de jícara, así como el tiempo de fermentación, y las respuestas fueron brix, pH, acidez titulable y la cantidad de carao y jícara, también se hizo uso del ANOVA (Análisis de Varianza) para evaluar los efectos principales de los factores y sus interacciones. Coeficiente de determinación (R^2) para medir el ajuste del modelo y la significancia estadística de las variables, a la vez se utilizó el software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para realizar análisis los datos de aceptabilidad sensorial de la bebida.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Valor nutricional

La **Tabla 4.** muestra las cantidades nutricionales que contiene la kombucha.

Tabla 4. Valor nutricional de la kombucha

Parámetros	Unidades	Resultados
Proteínas	%	0.25
Grasas	%	0.96
Carbohidratos	%	2.1
Calorías	Kcal	18

Mediante los resultados obtenidos de los análisis nutricionales de la bebida fermentada kombucha, se obtuvo un 0.25 % de proteína, 0.96 %, carbohidratos 2.1 % y calorías 18 Kcal. Estos resultados reflejan porcentajes de carbohidratos y calorías bajos, lo cual sugiere que podría ser adecuada como parte de una dieta ligera o para personas que buscan una bebida funcional sin altos aportes calóricos.

5.2 Grados de alcohol

El laboratorio físico químico ambiental de Perú S.A.C, arrojó el porcentaje de alcohol de 4.5 lo cual sobrepasa el rango establecido para la kombucha, Las versiones comerciales suelen contener menos del 0.5 % para cumplir con las regulaciones de bebidas no alcohólicas, mientras que una fermentación más prolongada o casera puede alcanzar hasta el 1.5 %. En procesos específicos, como la doble fermentación, podría superar estos niveles (Jayabalan, 2014)

5.3 Viscosidad

Se determino la viscosidad de la kombucha a partir de carao y jícara a rotor 1, con 6 RPM, por triplicado alcanzando 2.41 ± 0.1 cP (mPa.s).

5.4 pH

El valor de pH de carao. Jicaro, té negro, utilizadas en la producción de kombucha se determinaron como 4.5 ± 0.05 . Durante el período de fermentación y almacenamiento, el valor de pH fue más bajos que la infusión inicial alcanzando 3.5 ± 0.05 . Un pH no inferior a 5,4 facilita su desarrollo. Dependiendo de la especie y la cepa, el pH óptimo para las levaduras se encuentra en un rango de 4,5–6,5 (Antolak, 2015)

5.5 Brix (°)

Los brix en la bebida se determinaron por triplicado se reflejando en 9.7 ± 0.05 al inicio de la fermentación, a los 3 días se obtuvieron 6.5 ± 0.05 , estudios previos demuestran una relación en rangos similares, a los de A, Aimidan, & Canan, 2019 las infusiones Goji Rojo de infusiones de té negro, bayas de goji rojas y bayas de goji negras se determinó de la siguiente manera: 6.60 ± 0.00 , 6.80 ± 0.00 De hecho, en el consorcio de la kombucha, las levaduras se convierten glucosa y fructosa en etanol a través de la glucólisis. Ácido acético bacteria utiliza la glucosa para producir ácido glucónico y el etanol para producir ácido acético (Jayabalan, 2014)

5.6 Acidez titulable

La acidez total de la bebida al inicio de la fermentación fue de 14.01 ± 0.05 lo que establece que al pasar el tiempo de fermentación incremento a 17.60 ± 0.05 , correspondiente al 1.76% de acidez, lo que mejora la estabilidad del producto ya que en ese rango no hay posibilidad de contaminación microbiana.

5.7 Determinación Fenoles totales

El análisis se realizó por el método de Folin–Ciocalteu. Los compuestos fenólicos reaccionan con el reactivo de Folin-Ciocalteu en medio básico dando lugar a una coloración azul, (Ver Tabla 5) muestra los compuestos fenólicos totales (mg eq. ácido gálico/mL de extracto) siendo la media de tres repeticiones con sus respectivas desviaciones estándar, durante la digestión gástrica, se observó una retención en el 83 % de los compuestos fenólicos totales.

Tabla 5. Compuestos fenólicos totales de la materia prima y de la kombucha

MUESTRA	Compuestos fenólicos totales (mg eq. ácido gálico/mL de extracto)
Carao	82.71 ± 4.20
Jícara	17.83 ± 1.59
Kombucha 0 días	0.63 ± 0.07
Kombucha 10 días	3.15 ± 0.12

*Los datos corresponden a la media de tres repeticiones
± desviación estándar

** Los datos son expresados por 1 mL de extracto

5.8 Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante determinada en este estudio por dos métodos DPPH y ABTS ambos con utilizando μmol equivalente trolox/mL extracto analizando extractos de las materias primas, al día cero de la bebida y a los 10 días de elaboración, siendo 7 días de almacenamiento a temperatura controlada, donde se observó diferencias significativas en ambos métodos, la mayor capacidad antioxidante fue en las materias primas, seguidamente a los 10 días de su elaboración.

Tabla 6. Actividad antioxidante de la materia prima y de la kombucha a los 0 y 10 días de fermentación

Muestra	Actividad Antioxidante	
	DPPH (μmol equivalente trolox/mL extracto)	ABTS (μmol equivalente trolox/mL extracto)
Carao	34.21 ± 1.23	73.47 ± 4.733
Jícara	18.19 ± 0.68	46.83 ± 6.34
Kombucha 0 días	0.86 ± 0.05	3.60 ± 0.03
Kombucha 10 días	1.76 ± 0.037	5.44 ± 0.07

*Los datos corresponden a la media de tres repeticiones $\pm$ desviación estándar.

** Los datos son expresados en base a 1 mL de extracto.

Para un mayor aprovechamiento de antioxidantes si comparamos el día cero y el día 10 es mayor el día 10, lo que nos permitió determinar que el tiempo de almacenamiento es fundamental para obtener una bebida más rica en antioxidantes, siempre que esté en condiciones controladas de almacenamiento.

5.9 Simulación gástrica

El resultado de la bioaccesibilidad in vitro de los fenoles totales se determinó a 10 días de almacenamiento. En condiciones de sistema de digestión simulado, se llevaron a cabo análisis de contenido fenólico total, en GD y ID se determinó la bioaccesibilidad in vitro de los fenoles totales, kombucha Day 10, 3.0 mg GAE/ML, GD, 2.8 mg GAE/mL, ID, 5.5 mg GAE/mL dando una bioaccesibilidad de 93.33 % para digestión gástrica y una mayor bioaccesibilidad en digestión intestinal de 183 %.

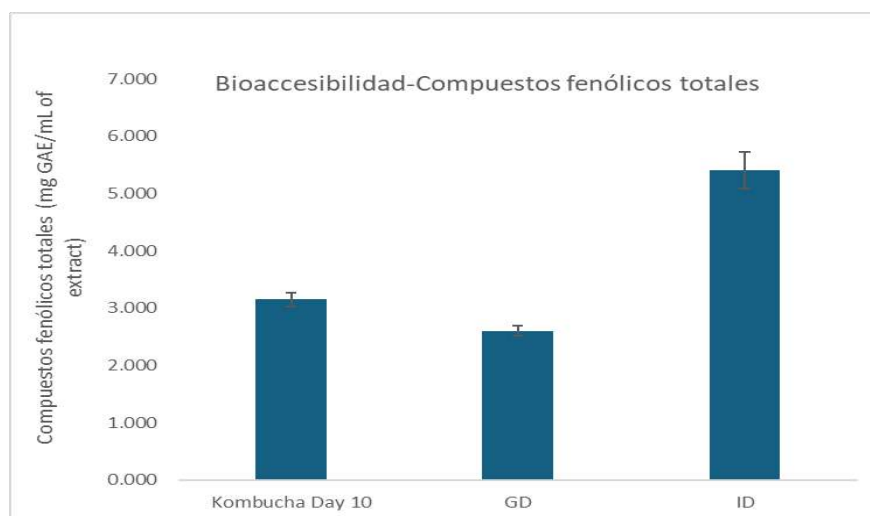


Figura 6. Bioaccesibilidad de los compuestos fenólicos en kombucha día 10, posterior a la digestión gástrica (GD) e intestinal (ID) in vitro.

Durante la digestión intestinal, la bioaccesibilidad aumenta significativamente, alcanzando un 183.33 % aunque hay una ligera pérdida en la fase gástrica, los compuestos fenólicos se vuelven mucho más bioaccesibles en la fase intestinal, probablemente debido a la acción de las enzimas y las condiciones del intestino o también indica una liberación o transformación de compuestos fenólicos durante esta etapa.

ABTS

El resultado de la bioaccesibilidad in vitro de la actividad antioxidante a 10 días de almacenamiento. En condiciones de sistema de digestión simulado, se llevaron a cabo análisis de capacidad antioxidante en pre y post digestión, en el día 10 y mayor bioaccesibilidad en digestión intestinal. El gráfico muestra la bioaccesibilidad de la actividad antioxidante, medida por el ensayo de ABTS. La actividad antioxidante se expresa en $\mu\text{mol TE/mL}$ de extracto, kombucha Day 10: Representa la actividad antioxidante inicial de la kombucha después de 10 días de fermentación, antes de ser sometida a las fases digestivas siendo un valor bastante bajo de 5 $\mu\text{mol TE/mL}$, en la digestión gástrica, aumenta la actividad antioxidante aumenta significativamente, alcanzando un valor de 50 $\mu\text{mol TE/m}$, y en la Digestión Intestinal, la actividad

antioxidante se incrementa aún más, superando los 100 $\mu\text{mol TE/mL}$ (ver figura 6). hablando en porcentajes se refleja GD: 1000 % y para la ID: 2000 %

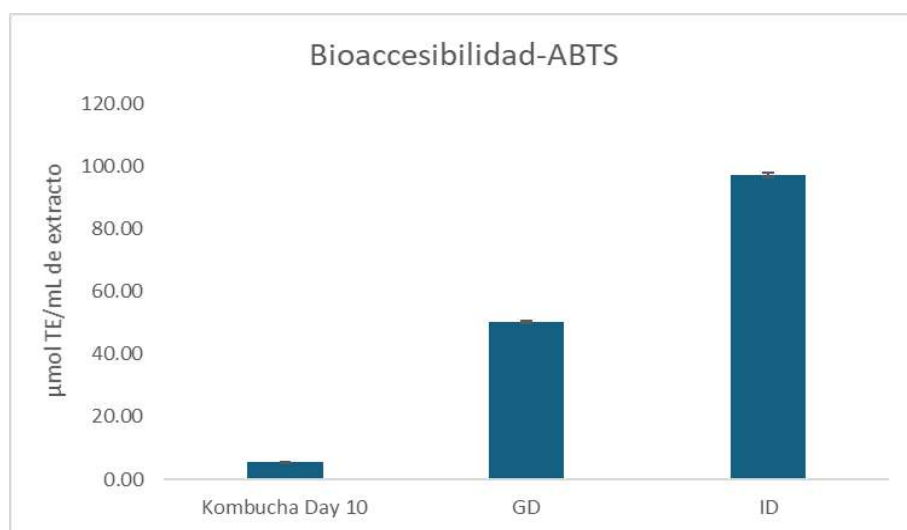


Figura 7. Bioaccesibilidad antioxidante in vitro en kombucha día 10, posterior a la digestión gástrica (GD) e intestinal (ID).

Este gráfico sugiere que la actividad antioxidante del fermentado experimenta un aumento drástico tras las fases digestivas, especialmente en la digestión intestinal. Esto podría deberse a liberación de compuestos antioxidantes ligados inicialmente a matrices complejas o Transformación de compuestos en formas más activas bajo las condiciones enzimáticas o químicas del intestino. Esto indica que el ambiente intestinal favorece la liberación o la transformación de compuestos con actividad antioxidante

5.10 Pruebas sensoriales

Los resultados obtenidos del análisis sensorial brindan información detallada sobre las características organolépticas de la bebida, destacando atributos de la misma. Estas evaluaciones fueron realizadas por un panel sensorial de 30 personas con experiencia, utilizando escalas descriptivas para medir la intensidad y calidad percibida de cada atributo, reflejando las percepciones subjetivas de los evaluadores, permitiendo identificar fortalezas y áreas de mejora en el producto a continuación se presentan los resultados obtenidos para cada atributo sensorial.

Tabla 7. Aceptabilidad sensorial

Sabor	Media
Dulzor	4.20±1.78
Acido	5.04±1.98
Alcohólico	5.09±1.64
Afrutado	6.10±1.73
Olor	
Intensidad	6.01±1.97
Persistencia	4.91±1.70
Complejidad	5.52±1.76
Color	
Tono	6.02±1.66
Intensidad color	6.25±1.48
Brillo	5.89±1.49
Textura	
Claridad	6.03±1.55
Viscosidad	3.01±1.46
Carbonatación	3.60±1.64
Astringencia	4.55±1.70

Entre los atributos que más sobresalen en la bebida y que se encuentran en la categoría de aceptabilidad moderado y alto en escala (9 puntos), los que más sobresalen son los siguientes: un sabor afrutado, un olor y color intenso, y una textura que expresa claridad, en comparación con la investigación de A, Aimidan, & Canan, 2019, en dónde obtuvo mayores resultados de los mismos atributos, esto debido a que uso frutos que eran reconocidos por parte de los jueces, en cambio los frutos utilizados en esta investigación no son muy utilizados en este tipo de bebidas y eso influyó en la aceptación por parte de los jueces.

VI. CONCLUSIONES

Se creo un producto funcional, nutritivo y sensorialmente aceptable proporcionando una base sólida para el desarrollo de productos alimenticios funcionales en mercados emergentes.

Se permitió ajustar basado en R^2 , los niveles de variables en función de su impacto en la calidad físico-química (brix, pH, acidez titulable), los resultados mostraron el tratamiento optimizado con una mezcla de 35.4 g/L de jícara y 21.7 g/L de carao.

Se determino que la bebida es baja en calorías y con el análisis instrumental se determinó que las propiedades físico-químicas (pH, acidez, Brix) cumplieron los estándares para productos fermentados.

La bebida fermentada se destacó por su alto contenido de compuestos bioactivos y propiedades antioxidantes. Los cuales en la simulación gástrica se reveló una alta bioaccesibilidad de compuestos fenólicos y antioxidantes en el tracto intestinal humano.

VII. RECOMENDACIONES

Sería importante realizar estudios clínicos en humanos para confirmar los beneficios funcionales que esta bebida presenta, especialmente en personas con problemas intestinales o relacionados con el equilibrio del microbiota, validando su potencial como alimento funcional.

Optimizar la conservación y estabilidad mediante tecnologías no térmicas, para garantizar una vida útil ya que por el momento solo es a temperatura controlada.

Explorar variaciones introduciendo sabores adicionales como frutas tropicales subutilizadas autóctonas de Honduras.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- A, Aimidan, & Canan, (2019). Evaluation of physicochemical and bioaccessibility properties of goji berry kombucha. *Journal of Food Processing and Preservation*, 6-11
- Admin, K. (2024). *komvida/blogs/noticias*. Obtenido de [https://komvida.com/blogs/noticias/el-proceso-de-fermentacion-de-la kombucha-comprendiendo-la-ciencia-detras#:~:text=El%20proceso%20de%20fermentaci%C3%B3n%20de%20la%20kombucha%20comienza%20con%20cuatro,levaduras%20presentes%20en%20el%20Scoby](https://komvida.com/blogs/noticias/el-proceso-de-fermentacion-de-la-kombucha-comprendiendo-la-ciencia-detras#:~:text=El%20proceso%20de%20fermentaci%C3%B3n%20de%20la%20kombucha%20comienza%20con%20cuatro,levaduras%20presentes%20en%20el%20Scoby.).
- Alemán, R. S., Cedillos, R., Page, R., Olson, D., & Aryana, K. (2023). Physico-chemical, microbiological, and sensory characteristics of yogurt as affected by various ingredients. *Journal of Dairy Science*, 106(6), 3868-3883.
- Amador, S. (2022). El jícaro, 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/>
- Antolak, H. &. (2015). Acetic acid bacteria—Taxonomy, ecology, and industrial application. *Zywnosc Nauka Technologia Jakosc*, 4(101), 21–35. Obtenido de <https://doi.org/10.15193/ZNTJ/2015/101/053>
- Argembio. (2024). *Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología*. Obtenido de [https://argembio.org/biotecnologia/la-biotecnologia?start=2#:~:text=Este%20proceso%20se%20denomina%20fermentaci%C3%B3n,un%20producto%20de%20la%20fermentaci%C3%B3n](https://argembio.org/biotecnologia/la-biotecnologia?start=2#:~:text=Este%20proceso%20se%20denomina%20fermentaci%C3%B3n,un%20producto%20de%20la%20fermentaci%C3%B3n.).

- 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).
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Sci Technol.*, 28, 25–30.
- Caceres, A. (19 de septiembre de 2018). *SCIELO*. Obtenido de Evaluation of the Extraction of Calabash Tree (*Crescentia cujete* L.) Colorant for Textile Products: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012377992022000100206&script=sci_arttext
- 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>

- Fermentaholisch. (18 de julio de 2018). *Amazon*. Obtenido de Kombucha - Dispensador de tiras de pH de lectura instantánea, rango de pH 0-6, rollo de 15 pies, 180 tiras de 1 pulgada, rollo individual, tiras de prueba para servicio de alimentos, elaboración de cerveza y fermentación: <https://www.amazon.com/-/es/Tiras-prueba-pH-fermentación-kombucha/dp/B07G2N6BNW?th=1>
- 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>
- Haeyoung Lee, Y. J. (mayo de 2023). *ScienceDirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096085242300305X>
- Heraldo, E. (01 de Febrero de 2020). Buscan evitar la extinción de árboles de jícara en Honduras. *El Herald*, págs. <https://www.elheraldo.hn/honduras/buscan-evitar-la-extincion-de-arboles-de-jicaro-en-honduras-GCEH1353324#image-1>.
- Honduras, C. d. (6 de julio de 2020). *Facebook*. Obtenido de Facebook, Cultura de Honduras: <https://www.facebook.com/CulturadeHonduras/posts/el-carao-es-un-árbol-frutal-llamado-carague-cassia-grandis-bebida-amada-por-unos/179133273571790/>
- 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
- Jayabalan, R. M. (2014). A review on kombucha tea—Microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungi associations. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), 538–550.
- 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
- Minekus, M., Alminger, M., Alvito, P., Balance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., ...Brodkorb, A. (2014). A standardised static *in vitro* digestion method suitable for food-An international consensus. *Food & Function*, 5(6),1113–1124. <https://doi.org/10.1039/c3fo60702j>.
- 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.

Naturales, S. d. (12 de Abril de 2018). *Gobierno De Mexico*. Obtenido de El 3rbol de las j3caras fortalece nuestros campos: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/el-arbol-de-las-jicaras-fortalece-nuestros-campos>

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 linea). 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 J3caro (*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 linea). 2000, vol.5, n.2, pp. 68-70. ISSN 1028-4796.

Peña, h. T., Chicaiza, C. O., & Javier Sofia, A. (2025 de mayo de 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.

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 Az3car*, 3;50.

Resendiz, V. B., Musiño, Y. Z., Robles Rodriguez, A. K., & Liliana E, J. G. (2009). La fermentacion (en linea). Recuperado el 8 de junio de 2024 Obtenido de <https://es.slideshare.net/lucas1111/fermentacion-22>.

- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26 (9-10), 1231-1237.
- Peña, Herrera Toledo, S. A., & Chicaiza Castillo, O. J. (2015). Análisis de la expresión de los genes B-Actin, Ruans y Rummyb10, involucrados en la biosíntesis de antocianinas mediante la técnica RT-qPCR en la especie *Rubus niveus* Recolectada en el cantón Rumiñahui-provincia de Pichincha (Bachelor's thesis).
- Rodriguez, J., Santos, V. Y., & Lopez, M. (2020). *Jicaro (Crescentia Cujete)*. Distrito central; Mexico.
- Ruiz, R. L., Mendoza, L., Nieuwenhove, C. V., Pescuma, M., & Mozzi, F. (2020).
- 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-

- 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 linea). Recuperado el 15 de abril 2024. Obtenido de <https://munkombucha.com/blogs/noticias/todo-sobre-la-fermentacion#:~:text=La%20fermentaci%20ac%20cetica&text=Es%20un%20proceso%20utilizado%20para%20producir%20productos%20como%20el%20vinagre,el%20etanol%20en%20acido%20ac%20cico>.
- Olivarez, F. G. (2017). Producción de ácido láctico por medio de fermentación anaerobia y su polimerización a partir de reacciones de apertura de anillo. (en linea). 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 farmacéuticas a partir de *Cassia grandis* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales* (en linea). 2000, vol.5, n.2, pp. 68-70. ISSN 1028-4796.
- Pérez, B. I., García, M. R., Ibañez, F. M., & Laria, G. S. (2015). Análisis preliminar de la fermentación alcohólica utilizando mezclas de jugo de los filtros, miel final y meladura. *Revista Centro Azúcar*, 3;50.
- Peña,Herrera Toledo, S. A., & Chicaiza Castillo, O. J. (2015). Análisis de la expresión de los genes B-Actin, Ruans y Rumyb10, involucrados en la biosíntesis de antocianinas mediante la técnica RT-qPCR en la especie *Rubus niveus* Recolectada en el cantón Rumiñahui-provincia de Pichincha (Bachelor's thesis).
- Pérez, B. I., García, M. R., Ibañez, F. M., & Laria, G. S. (2015). Análisis preliminar de la

fermentación alcohólica 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. (26 de agosto de 2009). *Slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/lucas1111/fermentacion-22>

Rodriguez, J., Santos, V. Y., & Lopez, M. (2020). *Jicaro (Crescentia Cujete)*. Distrito central; Mexico.

Ruíz, R. L., Mendoza, L., Nieuwenhove, C. V., Pescuma, M., & Mozzi, F. (2020).

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

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. (23 de Agosto de 2023). El carao (Cassia grandis), un novedoso ingrediente funcional para la industria alimentaria y farmacéutica. *Innovare*, 3; 10. Obtenido de El Carao (Cassia Grandis) un novedoso ingrediente funcional para la industria alimentaria y farmacéutica:
https://www.researchgate.net/publication/376354797_El_Carao_Cassia_Grandis_un_novedoso_ingrediente_funcional_para_la_industria_alimentaria_y_farmaceutica

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.

- Ordoñez, R. (15 de Junio de 2020). *Usos de la harina de Jicaro (Crescentia cujete) en la industria: Revisión de Literatura*. Zamorano. Obtenido de Usos de la harina de Jicaro (Crescentia cujete) en la industria: Revisión de Literatura: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/548ec3dc-25fb-4167-93ba-b797abd91d26/content>
- Parra, A., & Guerra, M. I. (Agosto de 2000). Toxicidad aguda oral de 3 formas farmacéuticas a partir de *Cassia grandis* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 68; 70. Obtenido de Toxicidad aguda oral de 3 formas farmacéuticas a partir de *Cassia grandis* L.: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962000000200009
- Peña, h. T., Chicaiza, C. O., & Javier Sofia, A. (2015). Análisis de la expresión de los genes B - Actin, Ruans y Rumyb10, involucrados en la biosíntesis de antocianinas mediante la técnica RT - qPCR en la especie *Rubus niveus* Recolectada en el cantón Rumiñahui - provincia de Pichincha.
- Pérez, B. I., García, M. R., Ibañez, F. M.-L., & Laria, G. S. (2015). *ICIDCA*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223143421009>
- Resendiz, V. B., Musiño, Y. Z., Robles Rodriguez, A. K., & Liliana E, J. G. (2009). *Slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/lucas1111/fermentacion-22>
- Rodriguez, J., Santos, V. Y., & Lopez, M. (2020). *Jicaro (Crescentia Cujete)*. Distrito central; Mexico : Itesco. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/487686614/jicaro-Crescentia-Cujete>
- Ruíz, 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). *ScienceDirect*. Obtenido de Environmental impacts and economic benefits of different wastewater management schemes for molasses-based ethanol production: A case study of Thailand:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619340119>

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

Santana, E. (2024). *Alimento funcional: yogurt con aloe vera*. Obtenido de <http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/handle/123456789/2240>

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

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 linea). 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 Alcoholic. *Dialnet*, 2.

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

IX. ANEXOS

Anexo 1. Selección y preparación de materia prima



Anexo 2. Elaboración de la bebida



Anexo 3. Análisis físicoquímicos



Anexo 4. Simulación in vitro



Anexo 5. Formato de pruebas sensoriales

PRUEBA SENSORIAL (descriptivo, técnica perfil)

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____

KOMBUCHA A PARTIR DE CARAO Y JICARO

Frente a usted tiene una muestra de Kombucha a partir de carao y jícara, la cual debe probar describiendo las características que estén presentes en la muestra, marcando con una **X** sobre la casilla describiendo lo que usted siente por la muestra.

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

MUESTRA 1

N° 329

SABOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dulzor									
Acido									
Alcohólico									
Afrutado									

COMENTARIOS: _____

MUESTRA 1**N° 329**

OLOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Intensidad									
Persistencia									
Complejidad									

COMENTARIOS:_____**MUESTRA 1****N° 329**

COLOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tono									
Intensidad									
Brillo									
Claridad									

COMENTARIOS:_____**MUESTRA****N°329**

TEXTURA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Viscosidad									
Carbonatación									
Astringencia									

COMENTARIOS:_____

Anexo 6. Aplicación de pruebas de sensoriales

