

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y  
ARTES DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y  
ALIMENTOS**

**TESIS DE GRADO**

**BEBIDA FUNCIONAL  
SENSORIALMENTE ACEPTABLE  
PARA ADULTOS MAYORES**

PARA OBTENER EL GRADO

**MAESTRA EN NUTRICIÓN Y  
ALIMENTACIÓN SUSTENTABLE**

PRESENTA

**L.N. NAYELI VICENTE JOSÉ**

DIRECTOR

**DR. GILBER VELA GUTIÉRREZ.**

CO-DIRECTORA

**DRA. ANA LUISA GONZÁLEZ PÉREZ**



TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

ABRIL, 2025.



# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

SECRETARÍA ACADÉMICA  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 28 de marzo de 2025

Oficio No. SA/DIP/0286/2025

Asunto: Autorización de Impresión de Tesis

C. Nayeli Vicente José

CVU: 1272404

Candidata al Grado de Maestra en Nutrición y Alimentación Sustentable

Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos

UNICACH

Presente

Con fundamento en la **opinión favorable** emitida por escrito por la Comisión Revisora que analizó el trabajo terminal presentado por usted, denominado **Bebida funcional sensorialmente aceptada para adultos mayores** cuyo Director de tesis es el Dr. Gilber Vela Gutiérrez (CVU: 206065) quien avala el cumplimiento de los criterios metodológicos y de contenido; esta Dirección a mi cargo **autoriza** la impresión del documento en cita, para la defensa oral del mismo, en el examen que habrá de sustentar para obtener el **Grado de Maestra en Nutrición y Alimentación Sustentable**.

Es imprescindible observar las características normativas que debe guardar el documento impreso, así como realizar la entrega en esta Dirección de un ejemplar empastado.

**Atentamente**  
**"Por la Cultura de mi Raza"**

  
Dra. Dulce Karol Ramírez López  
DIRECTORA



C.c.p. Dr. Jorge Alberto Esponda Pérez, Encargado de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, UNICACH. Para su conocimiento.

Mtra. Brenda Lorena Cruz López, Coordinadora del Posgrado, Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, UNICACH. Para su conocimiento.

Archivo/minutario.

EPL/DKRL/hyb/igp/gtr



Ilustración: Noé Zenteno

**2025, Año de la mujer indígena**  
**Año de Rosario Castellanos**



Ciudad Universitaria, libramiento norte  
poniente 1150, col. Lajas Maciel C.P. 29039.  
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México  
[investigacionyposgrado@unicach.mx](mailto:investigacionyposgrado@unicach.mx)

## AGRADECIMIENTOS

Desde pequeña me enseñaron a dar gracias por las cosas buenas (y también malas) de la vida.

Por eso, en uno de los proyectos más importantes de mi vida, voy a dar las gracias.

Primeramente, a Dios, porque ha sido siempre mi guía, mi fortaleza y mi razón de ser.

A mis padres, por inculcarme el don de nunca rendirme y por su apoyo incondicional.

A mi esposo, por ser mi roca y mi fortaleza en mis momentos en donde no veía la luz al final del túnel.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional.

A mi pequeña Aitana, por ser mi fuente de inspiración, mi consuelo en mis momentos de tristeza, y por ser mi símbolo de alegría.

A mi mejor amiga cristy, por estar siempre en todo momento.

A mis amigos y compañeros de laboratorio (César, Joao, Cristel y Mtra. Ceci), por su apoyo, y por siempre estar cuando los necesité.

A mi mtra. Y amiga Anahí, porque sin ella nada habría sido posible, por enseñarme tanto y por nunca desesperarse conmigo.

Al doctor Gilber Vela, porque Dios lo puso en mi camino para ayudarme, ser mi guía y mi apoyo incondicional siempre; por permitirme realizar el proyecto en el laboratorio de investigación y desarrollo de productos funcionales.

A mi codirectora, la Dra. Ana Luisa, que sin conocerme me brindó su apoyo incondicional.

A mi comité tutorial, por todas las veces en las que me corrigieron algo, para que este proyecto sea de excelente calidad.

A mis amigas y colegas, que conocí durante esta maestría, gracias por su apoyo, su cariño y su amistad, porque gracias a ustedes, todo fue más fácil (Sheila, Marisol, Hannia, Crisita y Kaira).

A mis compañeros, gracias por hacer un grupo tan bonito y tan leal.

Al CONACYT, por apoyarme con la beca para poder llevar a cabo mi proyecto de investigación.

Al rancho la pit´yaya, por la donación de las pitahayas.

# ÍNDICE GENERAL

<b>INDICE GENERAL</b> .....	<b>I</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>II</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>III</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>3</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>7</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>8</b>
<b>Adultos mayores</b> .....	<b>8</b>
Necesidades nutricionales .....	8
Recomendaciones proteicas del adulto mayor .....	11
<b>Índice y carga glucémica</b> .....	<b>11</b>
<b>Alimentos funcionales</b> .....	<b>12</b>
Complementos y suplementos .....	12
Requisitos de un alimento funcional.....	13
Bebidas fermentadas.....	13
Antioxidantes y compuestos fenólicos .....	14
Pitahaya.....	15
Frutos rojos.....	15
Prebióticos y probióticos.....	15
Normatividad aplicable a los alimentos funcionales .....	16
<b>Malanga</b> .....	<b>17</b>
Valor nutricional.....	17
Usos de la malanga.....	19
<b>Lactosuero</b> .....	<b>19</b>
Producción de lactosuero a nivel estatal.....	20
Propiedades funcionales del lactosuero .....	20
Composición nutrimental.....	21
Tipos de suero.....	23
<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>24</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>26</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>27</b>
Diseño de la Investigación.....	27
Población .....	27
Área de estudio.....	27
Muestra.....	27
Muestreo .....	27
Variables .....	27
Criterios de inclusión, exclusión y eliminación.....	28
Instrumentos de medición .....	28

Etapa 1: Elaboración de la bebida con características funcionales.....	28
Desodorización de suero .....	29
Proceso de elaboración de harina de malanga ( <i>Xanthosoma sagittifolium</i> ).....	29
Proceso de elaboración de la harina de pitahaya ( <i>Hylocereus H. undatus</i> ).....	29
Elaboración la mermelada de pitahaya.....	29
Proceso de elaboración de la bebida con características de funcionales: .....	30
Obtención de las BAL .....	30
Etapa 2: Evaluación sensorial .....	31
Etapa 3: Determinación de procedimientos.....	32
Determinación del índice glicémico .....	32
Análisis químico proximal de la bebida .....	33
Análisis microbiológico .....	33
Determinación de Antioxidantes.....	34
Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu agitador magnético sk-0180-pro. Vortex.....	34
Análisis de los datos .....	34
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>35</b>
Elaboración del producto .....	35
Obtención y viabilidad de bacterias ácido lácticas .....	36
Índice glucémico .....	38
Análisis microbiológico .....	42
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>44</b>
<b>PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>46</b>
<b>XII. ANEXOS .....</b>	<b>58</b>
Anexo 1. Papeleta de análisis sensorial .....	58
Anexo 2. Análisis sensorial .....	60
Anexo 3.....	66
Anexo 4. Papeleta para determinación de glucosa .....	69
Anexo 5.....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Bebidas con características funcionales. ....	35
Figura 2 Comparación de evaluación sensorial de las bebidas mediante grafico radial.....	38
Figura 3. Promedio del incremento del valor de glucosa en sangre en sujetos sanos, posterior a la ingesta de (50 g) de tres alimentos diferentes (malanga, glucosa y bebida 151).....	40
Figura 4 Hojuelas de malanga .....	66
Figura 5 Lactosuero .....	66
Figura 6 Elaboración de mermelada .....	66
Figura 7 Desodorización de lactosuero.....	67
Figura 8 Bebidas con características funcionales .....	67
Figura 9 Placa libre de Salmonella .....	67
Figura 10 Bacterias Ácido Lácticas .....	67
Figura 11 Determinación de antioxidantes .....	68

Figura 12 Toma de glucosa.....	70
Figura 13 Alimento para prueba de glucosa: Malanga cocida.....	70
Figura 14 curva de calibración de trolox .....	73
Figura 15 Tubo tipo eppendorf .....	74
Figura 16 Cubeta para espectrofotometría.....	74
Figura 17 Evaluación sensorial con alumnos de maestría .....	74
Figura 18 Evaluación sensorial en “casa día”.....	74

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Valores nutrimentales de referencia para vitaminas y elementos inorgánicos en México para adultos mayores.....	10
Tabla 2 .Microorganismos ácido-lácticos considerados como probióticos.....	16
Tabla 3. Análisis químico proximal de cormos frescos (materia prima), de la harina y de las rodajas deshidratadas.....	18
Tabla 4. Composición general del suero y distribución proteica .....	21
Tabla 5. Composición química de lactosuero (promedio por 100g) .....	23
Tabla 6. Diseño factorial de la bebida .....	31
Tabla 7. Recuento de <i>lactococcus</i> en el pozol de nambimba y la bebida con características funcionales.....	36
Tabla 8. Evaluación sensorial de la bebida.....	38
Tabla 9. Determinación de índice glucémico por el área bajo la curva mediante GeoGebra .....	39
Tabla 10. Análisis químico proximal de las bebidas 230 y 151.....	42
Tabla 11. Resultados de análisis microbiológico de la bebida con características funcionales .....	43
Tabla 12. Resultados de la actividad antioxidante y contenido de fenoles en las bebidas 230 y 151.....	43
Tabla 13. Preparación de la muestra de antioxidantes (AC) .....	71
Tabla 14. Solución amortiguadora de fosfato pH 7.4.....	71
Tabla 15. Disoluciones de trolox.....	72
Tabla 16. Resultados de la absorbancia de la curva de trolox.....	73

# RESUMEN

La industria ha evolucionado, creando productos de mejor calidad que favorezcan la salud del consumidor (OPS *et al.*, 2019). El envejecimiento en los adultos mayores es un proceso dinámico, gradual y adaptativo (Colleluori y Villareal, 2021); es por ello que el mercado de alimentos funcionales ha crecido mucho en los últimos años debido a que las bebidas funcionales, que ofrecen mejorar la salud de la población son una alternativa viable (Rubiano, 2014).

La presente investigación tuvo como objetivo crear una bebida funcional, empleando lactosuero y malanga; jalea de pitahaya y frutos rojos, como saborizante. Las bacterias ácido lácticas (BAL) fueron aisladas previamente de una muestra de pozol de “Nambimba”, siguiendo la técnica utilizada por Velásquez *et al.* (2018). De acuerdo a la evaluación sensorial, se determinó que las bebidas 230 y 151, fueron las de mayor agrado de acuerdo a los catadores no entrenados. Se les determinó la actividad antioxidante, obteniendo los siguientes resultados de inhibición, 47% bebida 230 y 79% bebida 151, mientras que el contenido de fenoles fue de  $1741.67 \pm 0.00$  (bebida 230) y  $10924.99 \pm 0.3$  (bebida 151); se realizaron pruebas microbiológicas, las muestras no presentaron crecimiento de salmonella, shigella y coliformes totales (NOM-243-SSA1-2010). Se determinó el índice glucémico, en la cual nos indica que la bebida 151 tiene un IG de 48.42 y una carga glucémica de 2.63, mientras que la bebida 230 obtuvo un IG de 76.9 y una CG de 7.17, lo cual nos permite indicar dicha bebida tiene una carga e índice glucémico bajo Ormachea *et al.* (2024). Asimismo, se determinó la viabilidad de las BAL, las cuales permanecían después de haberlas agregado al producto ( $>1 \times 10^6$  ufc/g). Los resultados, indican que es factible elaborar una bebida funcional, creando una oportunidad viable para los productores de leche y Pitahaya, así como para personas preocupadas en una alimentación saludable.

# ABSTRAC

The industry has evolved, creating better quality products that favor consumer health (PAHO *et al.*, 2019). Aging in older adults is a dynamic, gradual and adaptive process (Colleluori and Villareal, 2021); that is why the functional food market has grown a lot in recent years because functional beverages, which offer to improve the health of the population, are a viable alternative (Rubiano, 2014).

The present research aimed to create a functional beverage, using whey and malanga; pitahaya jelly and red fruits, as flavoring. Lactic acid bacteria (LAB) were previously isolated from a sample of “Nambimba” pozol, following the technique used by Velásquez *et al.* (2018). According to the sensory evaluation, it was determined that beverages 230 and 151, were the most liked according to untrained tasters. Antioxidant activity was determined, obtaining the following results of inhibition, 47% beverage 230 and 79% beverage 151, while the phenol content was  $1741.67 \pm 0.00$  (beverage 230) and  $10924.99 \pm 0.3$  (beverage 151); microbiological tests were performed, the samples did not present growth of salmonella, shigella and total coliforms (NOM-243-SSA1-2010).

The glycemic index was determined, which indicates that drink 151 has a GI of 48.42 and a glycemic load of 2.63, while drink 230 obtained a GI of 76.9 and a CG of 7.17, which indicates that this drink has a low glycemic load and index Ormachea *et al.* (2024). Likewise, the viability of LAB was determined, which remained after being added to the product ( $>1 \times 10^6$  cfu/g). The results indicate that it is feasible to elaborate a functional beverage, creating a viable opportunity for milk and Pitahaya producers, as well as for people concerned about healthy eating.

# INTRODUCCIÓN

El envejecimiento en los adultos mayores se acompaña de múltiples cambios fisiológicos, como la disminución de la masa del músculo esquelético (SSM) y aumento de la grasa, así como de diversas comorbilidades (Tyrovolas *et al.*, 2015). Debido a las condiciones generadas en esta etapa, la falta de apetito reduce la ingesta de alimentos, conduciendo a una reducción del peso corporal y la masa muscular, contribuyendo a presentar un estado de desnutrición, lo que provoca dificultades para alcanzar la ingesta recomendada sobre todo de macronutrientes como las proteínas y micronutrientes, como la vitamina D, antioxidantes, incluidos los carotenoides, la vitamina E y el selenio, quienes se asocian con efectos beneficiosos sobre la función física y la prevención de enfermedades crónicas en la vejez. Por lo cual, la nutrición juega un papel importante en la salud y bienestar de los adultos mayores (Baugreet *et al.*, 2020). Es por ello que el desarrollo de los productos funcionales tiene gran protagonismo a nivel mundial; ya que se tiene la firme idea de que estos alimentos están compuestos por fitoquímicos, que tienen efectos favorables sobre la salud y representan una oportunidad para desarrollar nuevos alimentos (Gimeno, 2003). Entre los alimentos funcionales que más destacan, se encuentra el lactosuero, el cual posee péptidos bioactivos y aminoácidos de cadena ramificada, sobre todo leucina, asimismo modula las hormonas incretinas y es altamente insulínica, igualmente las inmunoglobulinas poseen propiedades antiinflamatorias (Kirk *et al.*, 2021). Del mismo modo, la malanga es una rica fuente de mucílago, almidón e inulina utilizado en la elaboración de diversos productos, tiene un potencial prebiótico y está referido en la homeostasis del microbiota intestinal saludable; además, el almidón de malanga tiene múltiples posibilidades en la industria alimentaria. Al ser un ingrediente novedoso que se utiliza como emulsionante y estabilizador para el desarrollo de varios productos (Torres *et al.*, 2013). Entre otros compuesto más destacados, encontramos un grupo de nutrientes que poseen efectos protectores contra la oxidación celular, esta mezcla de compuestos naturales imparte colores brillantes a las frutas y verduras y actúan como antioxidantes en el cuerpo al eliminar los radicales libres dañinos, que están implicados en la mayoría de las enfermedades degenerativas, por lo cual se le ha conferido el término de alimentos funcionales. Los flavonoides fenólicos, el licopeno, los carotenoides y los glucosinolatos se encuentran entre los antioxidantes más estudiados (Kaur y Kapoor,

2002). De las cuales, los frutos rojos se consideran una de las fuentes más ricas de antioxidantes naturales que se consumen por su atractivo color y sabor especial, su consumo se ha relacionado con la prevención de algunas enfermedades crónicas y degenerativas (Manganaris *et al.*, 2013).

Los alimentos funcionales pueden ser dirigidos a toda la población o a grupos específicos, que se pueden definir, según su edad, o su genética, y con ello, no sólo proporcionar beneficios fisiológicos, sino también satisfacer necesidades nutricionales básicas (Fuentes *et al.*, 2015).

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito elaborar y evaluar la composición nutricional, la capacidad antioxidante y el grado de aceptabilidad de una bebida fermentada elaborada con suero de leche, malanga y frutas con potencial antioxidante. Por ello, se empleó un estudio tipo experimental con enfoque cuantitativo, en la cual se manipularon variables, como el porcentaje de suero de leche y malanga. Como primer punto se elaboró la bebida y se aplicó una evaluación sensorial para determinar el grado de aceptabilidad, posteriormente se determinó la composición química del alimento mediante el análisis químico proximal y microbiológico, por consiguiente, se hizo la determinación de compuestos fenólicos. Se realizaron mediciones de glucosa en pacientes que cumplieron con los criterios planteados en la metodología. Finalmente, se obtuvieron bacterias ácido lácticas (Pozol de nambimba), las cuales se adicionaron al producto. De acuerdo con la metodología empleada, se obtuvieron los siguientes resultados: respecto al análisis sensorial, las bebidas mejor puntuadas fueron las 230 y 151, a las cuales se les determinó actividad antioxidante teniendo un porcentaje alto de inhibición 151 (79%), seguido de la 230 (47%), así mismo en la evaluación microbiológica las muestras estuvieron libres de Salmonella y Shigella, además se determinó el efecto hiperglucemiante de las bebidas, a través de la curva de glucosa, con el fin de conocer la carga y el índice glicémico de éstas. Con los resultados obtenidos se lograron dos bebidas probióticas inocuas con un óptimo aporte de nutrientes, además de presentar un alto porcentaje de inhibición y buena concentración fenólica, los cuales pueden ayudar a disminuir la presencia de radicales libres y con ello evitar la oxidación celular, mejorando y manteniendo la salud de quién lo consuma; Por otro lado los valores de índice y carga glucémica encontrados en ambas bebidas, pueden representar una herramienta dieto terapéutica en personas con diabetes .

# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los adultos mayores ocupan un lugar importante en la sociedad; en esta etapa de la vida se vuelven más susceptibles a padecer diversas enfermedades que amenazan su vida. De acuerdo a datos de la encuesta realizada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2018), se estimó que había 17 958 707 personas de 60 años y más. Esta cifra representa 14% de la población total del país. Sin embargo, muchas personas no logran envejecer con una buena calidad de vida (Colleluori y Villareal, 2021). Debido al aumento de la esperanza de vida, se proyecta que las personas de 60 años o más, que en 2015 eran 900 millones, alcancen los 2 mil millones en 2050. La nutrición es importante para garantizar que las personas puedan mantener una vida activa y envejecer de forma saludable (Vural *et al.*, 2020).

Cabe recalcar, que las variaciones en adultos mayores están asociados a cambios fisiológicos de la edad, entorno social y salud emocional; durante esta etapa la ingesta de alimentos es deficiente, por lo cual se da un menor consumo de energía, lo que genera dificultades para alcanzar las ingestas recomendadas, especialmente de macronutrientes como las proteínas y micronutrientes, especialmente la vitamina D, que conduce a reducción del peso corporal y la masa muscular, ocasionando desnutrición proteica- energética, disminución de la masa magra y disminución de la superficie corporal. La desnutrición es uno de los principales factores de riesgo para los adultos mayores, ya que puede disminuir la calidad de vida, y con ello aumentar las probabilidades de presentar enfermedades infecciosas como el cáncer o diabetes (Marvan y Pérez, 2014). Es por ello que los oligoelementos (hierro, zinc, selenio, yodo, cobre, cromo, manganeso y molibdeno) cumplen funciones vitales en el cuerpo, como la actividad antioxidante y la función inmune (Vural *et al.*, 2020).

Por otra parte, el uso de suplementos debe tener el volumen y aporte energético adecuado para alcanzar la máxima eficacia en la formulación, aportando nutrientes que sean absolutamente necesarios (García, 2015). El uso de refuerzos proteicos resulta otra opción de tratamiento en la pérdida de masa muscular, pero debe ser consumida como complemento de la dieta habitual y no como sustituta de la proteína natural que contienen los alimentos (Palop *et al.*, 2015). Además de proporcionar los nutrientes adecuados para preservar y

promover capacidades funcionales como la inmunidad, la salud ósea y la función cognitiva. Una buena ingesta de proteínas en la dieta de los adultos mayores es esencial para favorecer la curación, la integridad de la piel, la inmunidad y la recuperación de enfermedades.

La industria alimentaria hoy en día, ofrece un sinnúmero de productos para complementar la alimentación de los adultos en edad avanzada, pero dichos productos son de altos costos, con poco aporte de nutrientes de alta gama, además de ser altos en grasas, azúcares, sales y otras sustancias dañinas. Es por ello, que es necesario crear alimentos que se adapten a las necesidades de esta población, haciéndolos de fácil accesibilidad y disponibilidad, contribuyendo a mejorar su calidad de vida (Organización Panamericana para la Salud, 2019).

Es importante considerar que las brechas y los desafíos nutricionales, se pueden adaptar a posibles productos alimenticios de alta calidad específicamente para mejorar el estado nutricional y la salud de los adultos mayores, que se puede complementar con alimentos que contengan ingredientes funcionales, vitaminas y minerales seleccionados que puedan ofrecer un potencial adicional para mejorar el valor nutritivo de los productos alimenticios (Baugreet *et al.*, 2022).

# JUSTIFICACIÓN

Hoy en día el papel de los productos funcionales ha tomado mucha fuerza, debido a sus altas aportaciones en beneficios a la salud, sobre todo en los grupos de alto riesgo como los adultos mayores. Surge de ahí la importancia de alternativas en nuevos productos que beneficien la calidad de vida de nuestra población; los cuales, prometen efectos positivos específicos relacionados con cada uno de sus elementos.

Es importante destacar que el envejecimiento es un proceso normal, en el cual los procesos anabólicos superan a los cambios catabólicos en el adulto mayor; dando consecuencias clínicas que tienen relación con la independencia funcional. Así, los ancianos tienen más dificultad para su movilización, para subir escaleras, y para realizar las actividades básicas de la vida diaria; además, también afecta a la formación de hueso (osteoporosis), se asocia con múltiples comorbilidades y complicaciones que repercuten en la calidad vida (Rojas *et al.*, 2019).

Con la presente investigación se elaboró un alimento con características funcionales a base de lactosuero, el cual ha demostrado tener un aporte alto de proteínas de alto valor biológico, tales como inmunoglobulinas, lactoferrina, lactoperoxidasa, lisozima, y aminoácidos azufrados, los cuales, se sabe que aumentan la función inmune del organismo (Vela-Gutiérrez, 2020). El suero de leche también contiene vitaminas y minerales como calcio, hierro, magnesio, potasio, sodio, zinc, ácido ascórbico, y vitaminas del grupo B, además de propiedades prebióticas que priorizan el crecimiento concreto de microorganismos benéficos que son importantes para el mantenimiento de la salud. De igual forma, la adición de malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) aporta proteínas, componentes fenólicos, y vitaminas A y C). Además de ser un polvo rico en almidón, que otorga la propiedad gelificante, aglutinante, espesante y tener la característica de ser libre de gluten, propiciando el desarrollo de productos con buen aporte de energía y sustituyendo materias primas convencionales como maíz, ñame, yuca y papa en la industria alimentaria (Torres *et al.*, 2013). También se encuentra la Pitahaya la cual es un fruto con alta capacidad antioxidante y presenta compuestos bioactivos como las betalainas, además presenta betaninas y betacianinas, que son una fuente de colorante natural (Verona *et al.*, 2020) Asimismo, se ubican a los frutos

rojos como un alimento con alto contenido de antioxidantes, presentándose en forma de antocianinas, y ácidos poli-fenólicos (Montenegro y Ruíz, 2023). El conjunto de todos los ingredientes mencionados, conceden la obtención de nutrientes, para conservar al organismo saludable, dinámico y alejado de diversas enfermedades como el cáncer, enfermedades del sistema cardiovascular, del tracto urinario, debido a sus nutrientes y propiedades exclusivas que permite al ser humano tener acceso a un metabolismo constante, inmune y estable (Sánchez, 2024).

Es por ello que se decidió desarrollar bebidas con características funcionales para dar alternativa de alimentos funcionales que contribuyan a alcanzar la longevidad con una calidad de vida adecuada.

# OBJETIVOS

## General

Elaborar y evaluar una bebida funcional sensorialmente aceptable para adultos mayores.

## Específicos

1. Estandarizar el proceso para la elaboración de la bebida fermentada sensorialmente aceptable.
2. Determinar la composición físico-química, la concentración de fenoles y la actividad antioxidante de la bebida evaluada.
3. Analizar microbiológicamente la bebida.
4. Determinar el índice y la carga glucémica de la bebida en adultos aparentemente sanos.

# MARCO TEÓRICO

## **Adultos mayores**

La etapa de senectud, es un fenómeno de periodos variables en el que no todas las personas lo viven igual; diversos hechos prueban la relación existente entre la alimentación y el proceso de envejecimiento, entre las cuales destacan las condiciones de vida familiar, social, profesional, así también la situación económica; la frecuencia de enfermedades crónicas, que modifican las condiciones metabólicas o de tratamientos, o que imponen medidas dietéticas y terapéuticas, las cuales, se acentúan con la edad, lo que justifica una atención particular (Garcia y Maya, 2014).

El envejecimiento de la población adulta se asocia a una alta tendencia de problemas nutricionales. Los adultos mayores tienen mayor riesgo de padecer malnutrición por diferentes factores como la disminución en la ingestión de alimentos, anorexia asociada a factores psicosociales, problemas con la trituración de alimentos y de deglución, cambios fisiológicos en la función gastrointestinal, enfermedades crónicas oncológicas y no oncológicas, polifarmacia, depresión, entre otros (Pérez *et al.*, 2021).

Diversos estudios han evidenciado el efecto beneficioso de la ingesta de determinados nutrientes como los ácidos grasos poliinsaturados, fibra, vitaminas, antioxidantes, probióticos, prebióticos, ácido fólico y calcio sobre la salud y la prevención de enfermedades (Palmero *et al.*, 2001).

## **Necesidades nutricionales**

Durante la longevidad se presentan diversas enfermedades, las cuales vienen derivadas de una alimentación inapropiada, sobre todo a edades avanzadas, induce cambios en la composición corporal y en las funciones fisiológicas, dando paso a la presencia de una desnutrición-desgaste y proteico-energético; aumentando el desarrollo y progresión de determinadas enfermedades (Piccoli *et al.*, 2023).

La desnutrición es un proceso de enfermedad que resulta del consumo inadecuado de uno o más nutrientes esenciales. Esto se manifiesta a través de pruebas bioquímicas de laboratorio e indicadores antropométricos. La desnutrición comporta la pérdida de masa grasa corporal

asociada a una cierta pérdida de masa magra y constituye uno de los problemas nutricionales más importantes en la vejez (Falque, 2005).

Se considera que la mejor estrategia nutricional adecuada para lograr una salud óptima y reducir el riesgo de enfermedades crónicas, es elegir de manera adecuada una diversidad de productos con los nutrientes adicionales, procedentes de alimentos enriquecidos o complementos que puedan ayudar a algunas personas a cubrir sus necesidades nutricionales, además de utilizarlos como “medicamentos alternativos modernos”, fomentando la calidad de salud y aumentando su valor nutritivo y prolongando la esperanza de vida (Rane *et al.*, 2023).

Es fundamental asegurar una correcta distribución de los nutrientes requeridos por los adultos mayores en esta etapa, así como la ingesta calórica que depende de diversos factores (psicológicos, sociales y fisiológicos), además, posee una relación estrecha dentro del mantenimiento de una adecuada salud, asimismo, la disminución del metabolismo da como resultado un decrecimiento de la masa muscular y con ello da paso a una menor cantidad de calorías, las cuales se ven relegadas en un mantenimiento inadecuado del organismo dando iniciativa a una decadencia de calorías entre 1600 a 1800 kilocalorías/día en mujeres y de 2000 a 2400 kilocalorías/ día en los hombres (Iglesias *et al.*, 2019); por consiguiente, la glucosa debe ser utilizada como la fuente de energía que se emplea con mayor rapidez y resulta indispensable para el funcionamiento de los músculos, eritrocitos y cerebro, asimismo, debe cubrir del 55 a 70% de la energía total (Servín, 2014). Asimismo, los lípidos y la fibra son otros componentes fundamentales que se deben considerar en la alimentación del adulto mayor proporcionándose de 20 a 30g/día de fibra la cual es indispensable en el tratamiento del estreñimiento, el control de la glicemia, disminución de los niveles de colesterol, así como su prevención en el riesgo de divertículos y cáncer de colon; los lípidos deben aportar menos del 25% del total de kcal/día. En relación al colesterol, la ingestión promedio, no debe ser mayor a 300 mg/día (Pérez *et al.*, 2017).

Además, en esta edad la limitada producción de la enzima lactasa favorece la intolerancia a la lactosa, esto hace que el consumo de leche entera provoque diarrea, flatulencia y cólicos. La utilización de leches deslactosadas y productos lácteos fermentados alivia los síntomas descritos y mejora la ingesta de calcio y proteínas (Servín, 2014). Cabe mencionar que las vitaminas y minerales son importantes para el mantenimiento del organismo, por lo que necesario consumir las cantidades adecuadas como las que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Valores nutrimentales de referencia para vitaminas y elementos inorgánicos en México para adultos mayores.

Nutrimento	51 a 70 años		Más de 70 años	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
Vitamina A (gER) <sup>a</sup>	730	570	s.i	s.i
Vitamina D (g) <sup>b</sup>	10	10	15	15
Vitamina E (mg)	13	13	13	13
Vitamina K (g)	100	75	100	75
Tiamina B1 (mg)	1.0	0.9	1.0	0.9
Riboflavina B2 (mg)	1.1	0.9	1.1	0.9
Niacina B3 (mg) <sup>c</sup>	13	12	13	12
Ácido pantoteico (mg)	5.0	5.0	5.0	5.0
Piridoxina (B6) (mg)	1.3	1.3	1.3	1.3
Biotina B8 (g)	s.i	s.i	s.i	s.i
Vitamina B12 (mg)	3.6	3.6	3.6	3.6
Ácido fólico (gEF) <sup>d</sup>	460	460	460	460
Vitamina C (mg)	84	75	80	70
Hierro (mg)	15	12	15	12
Calcio (mg)	1200	1200	1200	1200
Fósforo (mg)	700	700	700	700
Magnesio (mg)	340	260	340	260
Zinc (mg)	11	11	s.i	s.i
Yodo (g)	120	125	120	125
Selenio (g)	48	48	48	48
Cobre (mg)	730	750	730	750
Manganeso (mg)	s.i	s.i	s.i	s.i
Flúor (mg)	3.0	2.4	2.9	2.3
Cromo (g)	27	18	27	18

Recuperado de Servín, 2014.

s.i. sin información suficiente para establecer un valor nutrimental de referencia

<sup>a</sup> gER, g de equivalentes de retinol

<sup>b</sup> Como colecalciferol

<sup>c</sup> Como equivalente de niacina; i mg de niacina= 60 mg de triptófano

<sup>d</sup> Como equivalentes de folato dietético (EFD) 1 EFD= 1g de EFD

## **Recomendaciones proteicas del adulto mayor**

El consumo de proteínas puede ser la solución para lograr una adecuada masa muscular magra (Drotningsvik, 2019). La Sociedad de Medicina Geriátrica de la Unión Europea sugiere que la ingesta de proteínas debe ser mucho mayor que las propuestas por la IDR (0.8 a 1 g/kg de peso/día), ingiriéndose de 1.0 a 1.2 g de proteína/kg de peso/día para el mantenimiento de la fuerza y la masa muscular; además de preferirse aquellas proteínas de alto valor biológico pues contienen ácidos esenciales, específicamente la leucina porque se metaboliza en las células del musculo (Peña, *et al.*, 2016). A partir de los 65 años, el consumo mínimo de proteínas debe ser de 25-30 gramos en cada tiempo de comida, el cual favorece a un balance positivo de nitrógeno, disminuyendo los problemas en la función renal (Rendón y Rodríguez, 2018).

## **Índice y carga glucémica**

Se denomina índice glucémico (IG) a la velocidad en que los carbohidratos se desintegran en el transcurso de la digestión y la rapidez a la que se absorben en el torrente sanguíneo. Los alimentos que poseen un índice glucémico alto (IG) son aquellos que son ricos en carbohidratos puesto que se descomponen rápidamente y se absorben en el torrente sanguíneo, lo cual conllevan a un aumento rápido de la glucosa en sangre y una respuesta de insulina. De manera opuesta, aquellos alimentos con IG bajo tienden a tener un efecto más pausado y menor en respuesta a la glucosa en sangre posprandial y la respuesta a la insulina, respectivamente. Por otro lado, la carga glucémica (CG) cuantifica ambas cosas, adecuando un concepto más detallado del impacto real de un alimento en la gluцемia posprandial. El concepto de CG combina el IG de un alimento o dieta con la cantidad de carbohidratos en una cantidad dada de un alimento, comida o dieta (Rasaei *et al.*, 2023).

Los alimentos con IG alto conllevan a un aumento mayor y más rápido de la glucosa en sangre, dado que el contenido de estos carbohidratos se digiere y metabolizan con mayor velocidad que en los alimentos con IG bajo. No obstante, también sugieren que las dietas de IG bajo optimizan el control glucémico, los lípidos en sangre y la presión arterial, asimismo contribuyen a las disminuciones en el índice de masa corporal (IMC) de los pacientes con DM1 y DM2 (Peres *et al.*, 2023).

## **Alimentos funcionales**

El término alimento funcional fue propuesto por primera vez en Japón, en la década de los 80's con la publicación de la reglamentación para los "Alimentos para uso específico de salud". Se caracterizan por poseer componentes específicos con actividad biológica capaces de mejorar la salud del consumidor (Villagrán, 2022).

Actualmente, la salud es el punto primordial de la industria alimentaria, buscando alternativas que sean saludables, dando como resultado a consumidores que son más conscientes de su autocuidado, y buscan en el mercado aquellos productos que contribuyan a su salud y bienestar (Domínguez, 2020).

Por otro lado, también se definen como alimentos naturales o modificados que, cuando se ingieren con regularidad en la dieta, tienen un impacto positivo en la salud más allá de la nutrición básica; ayudan a disminuir el riesgo de padecer enfermedades no transmisibles, como el cáncer, diabetes mellitus, dislipidemias, entre otras (Granato *et al.*, 2020).

El desarrollo tecnológico ha permitido demostrar los efectos beneficiosos para la salud de estos alimentos; generando una alta demanda de dichos productos siendo la inmunidad el motivo principal (Nayi, Kumar y Chen, 2023).

En la actualidad, los alimentos funcionales que la industria alimentaria nos ofrece con componentes químicos, hacen hincapié en la importancia que tiene en la dieta, y es proporcionar, en calidad y cantidad nutrientes suficientes para satisfacer los requisitos metabólicos básicos de los consumidores y con ello, crear estrategias para disminuir la incidencia de trastornos crónicos (Birch y Bonwick, 2019).

## **Complementos y suplementos**

Un complemento alimenticio es aquel cuyo propósito es complementar la dieta normal de un adulto, están hechos a base de nutrientes y tienen el propósito de incrementar la ingesta dietética (Mariño, 2021). Así mismo, se encuentran en diferentes presentaciones dosificadas (micro encapsulación, tableta, polvo, gotas, ampollas), las cuales deben contener una declaración nutrimental (Díaz, Fernández y Cámara, 2020).

Los suplementos alimenticios se definen como aquellos productos que están elaborados a base de hierbas, alimentos tradicionales, deshidratados o concentrados de frutas, adicionados o no, de vitaminas o minerales y cuya finalidad es incrementar la ingesta dietética complementar o suplir alguno de sus compuestos (Castellanos y Castellanos, 2020).

El envejecimiento es una etapa de la vida en la que recae la más precisa atención en relación con el cuidado de la salud nutricional. Una apropiada alimentación puede ayudar a reducir la morbilidad y mejorar la calidad de vida de los adultos mayores, asimismo facilitar una rápida recuperación de la enfermedad. Hoy en día, existen varias opciones para mejorar la calidad de la nutrición en los adultos mayores, tales como alimentos funcionales, suplementos nutricionales y productos dietéticos adaptados a las necesidades fisiológicas y nutricionales de los adultos mayores (Palmero *et al.*, 2001).

### **Requisitos de un alimento funcional**

Para que un producto sea considerado como alimentos funcionales, deben considerarse los siguientes puntos:

- Aquel alimento al cual uno o más de sus ingredientes hayan sido perfeccionados en condiciones especiales de cultivo.
- Quien se le ha añadido uno o más componentes para que produzca beneficios en el organismo como pre y probióticos.
- Debe fructificar beneficios a la salud, reduciendo el riesgo de enfermedad
- Aquellos alimentos a los cuales se les han suprimidos sus componentes; logrando menores efectos adversos a la salud.
- El alimento al cual se le han hecho modificaciones químicas para mejorar las condiciones del organismo (Pozas, 2011).

### **Bebidas fermentadas**

Se nombra bebidas fermentadas a aquellas cuyo procesamiento es el crecimiento de microorganismos como mohos, bacterias o levaduras. Los microorganismos, de estas bebidas, son beneficiosos para la salud y se los conoce como bacterias probióticas (Bolaños, 2014). Diversos estudios reportan efectos benéficos a la salud del consumidor, debido a la presencia y acción microbiana/probiótica, asimismo a múltiples compuestos de importancia biológica (Calvo *et al.*, 2022).

Actualmente en el mercado alimentario ha surgido el interés por alimentos con alto valor nutritivo, saludables y de poco aporte calórico, todo esto ha posibilitado el desarrollo de una gama de productos obtenidos a partir de algunas cepas de microorganismos intestinales, como las bacterias ácido lácticas y las bifidobacterias, algunas de las cuales colonizan el tracto gastrointestinal por su compatibilidad con este medio, como son el *Lactobacillus*

*reuteri*, *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus casei*, cuya ingestión regular se considera, reduce los niveles de colesterol sérico, ayuda a prevenir ciertos tipos de cáncer y mejora las funciones digestivas e intestinales, entre otras características (Oliveira y Molero, 2016).

### **Antioxidantes y compuestos fenólicos**

Se denomina antioxidante dietético a aquella sustancia que forma parte de los alimentos de consumo cotidiano y que puede prevenir los efectos adversos de especies reactivas sobre las funciones fisiológicas normales de los humanos (Coronado *et al.*, 2015).

También se sostiene que el sistema de defensa antioxidante está constituido por un grupo de sustancias que, al estar presente en concentraciones bajas con respecto al sustrato oxidable, retrasan o previenen significativamente la oxidación de este.

El daño o estrés oxidativo se ha definido como la exposición de la materia viva a diversas fuentes que producen una ruptura del equilibrio que debe existir entre las sustancias o factores prooxidantes y los mecanismos antioxidantes encargados de eliminar dichas especies químicas. De este modo trae como consecuencia alteraciones en la relación estructura-función en cualquier órgano, sistema o grupo celular especializado; por lo tanto, se reconoce como mecanismo general de daño celular, asociado con la fisiopatología primaria o la evolución de un número creciente de entidades y síndromes (Venéreo, 2002).

Los flavonoides son compuestos fenólicos constituyentes de la parte no energética de la dieta humana. Se encuentran en vegetales, semillas, frutas y en bebidas como vino y cerveza. El organismo humano no puede producir estas sustancias químicas protectoras, por lo que deben obtenerse mediante la alimentación o en forma de suplementos (Martínez *et al.*, 2002).

Se define como compuestos fenólicos a todas las sustancias que poseen varias funciones fenol, nombre popular del hidroxibenceno, unidas a estructuras aromáticas o alifáticas (Gimeno, 2003). Sus principales funciones en las células vegetales son las de actuar como metabolitos esenciales para el crecimiento y reproducción de las plantas, y como agentes protectores frente a la acción de patógenos, siendo decretados como mecanismo de defensa; están ligados con la calidad sensorial de los alimentos de origen vegetal, tanto frescos como procesados. Su contribución a la pigmentación de los alimentos vegetales está claramente identificada, a través de las antocianidinas, responsables de los colores rojo, azul, violeta, naranja y púrpura de la mayoría de las plantas y de sus productos (Valle & Lucas, 2000). La pitahaya y los frutos rojos se conocen por su gran aporte de antioxidantes y fenoles.

## **Pitahaya**

La pitahaya también se denomina fruta del dragón, esto debido al color de la piel que cubren la fruta de color rojo brillante con aletas verdes. Se conocen otros nombres, como fruta de la perla del dragón, cereus de floración nocturna, pera fresa y planta cenicienta. Depende de la especie, sus frutos pueden tener diferentes características, como forma, presencia de espinas, piel y color de pulpa, lo que refleja una alta variabilidad genética. Dicho fruto posee un poderoso potencial en la promoción a la salud, esto se debe a la presencia de compuestos bioactivos como vitaminas, potasio, betacianina, ácido p-cumárico, ácido vainílico y ácido gálico, quienes están relacionados con numerosos beneficios como antidiabético, antiinflamatorio, antioxidante, anticancerígeno y antimicrobiano. Asimismo, se sabe que tiene un alto potencial de ser utilizada en la industria alimentaria y productos nutraceúticos (Nishikito *et al.*, 2023). Además, dentro de sus componentes principales se encuentran los polifenoles, los cuales son los principales responsables de la actividad antioxidante debido a su capacidad de donante de hidrógeno para eliminar los radicales libres. La disponibilidad de electrones para contrarrestar los radicales libres conduce a la terminación de las reacciones en cadena a través de la eliminación de los intermediarios de radicales libres (Chatterjee *et al.*, 2024).

## **Frutos rojos**

Los frutos rojos son frutas pequeñas que tiene su principal peculiaridad en su color, ya que pueden ser rojo-purpura con un sabor y una composición bioactiva; entre los que más destacan, encontramos fresa, frambuesa, mora y arándanos. Dichos frutos poseen un alto contenido de compuestos fenólicos, de los cuales los flavonoides (flavanoles, flavonoles y antocianinas), los estilbenos (resveratrol) y cuales los ácidos fenólicos (ácidos hidroxicinámico e hidroxibenzoico son los que más destacan, beneficiando a la salud del consumidor (Bortoloni *et al.*, 2022).

## **Prebióticos y probióticos**

Se define a los prebióticos como componentes alimentarios no digeridos como inulina y frutooligosacáridos que afectan beneficiosamente al huésped, además de estimular cambios específicos en la composición de actividad de la microbiota intestinal y existen otros como es el caso del Bifidobacterium en el colon y los simbióticos que son productos que contienen ambos ingredientes e implica sinergia entre los dos (Játiva *et al.*, 2021).

Además, estimulan selectivamente el crecimiento y la actividad de una o más bacterias benéficas del colon y mejorando la salud del hospedero. Estos compuestos deben resistir la acidez del estómago, no ser atacadas por las enzimas digestivas del intestino delgado y estimular de forma selectiva el crecimiento de los probióticos (Badui, 2006).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentos y la Organización Mundial de la Salud (FAO, 2002), determina la palabra probiótico como: Todos aquellos organismos vivos que ingeridos en cantidad optimas confieren un beneficio saludable en el huésped. Una de las formas más comunes de ingerirlos son a través alimentos lácteos que contienen especies intestinales de lactobacilos y bifidobacterias; por los efectos benéficos adicionales a los nutritivos, estos alimentos se consideran en el grupo de los alimentos funcionales (Gonzales *et al.*, 2003).

Los probióticos son microorganismos que contribuyen a mantener una homeostasis microbiana intestinal, además, al ser microorganismos vivos y ser proporcionados en cantidades suficientes, proporcionan un beneficio a la salud del huésped. Su uso está asociado a suplementos y alimentos funcionales que contribuyendo a mejorar la salud de los seres humanos (Corrales y Arias, 2020). En la tabla 2, se menciona algunos microorganismos.

Tabla 2 .Microorganismos ácido-lácticos considerados como probióticos.

Especies lactobacillus	Especies Bifidobacterias	Otras bacterias ácido-lácticas
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. adolescencis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
<i>L. amylovarus</i>	<i>B. animalis</i>	<i>Enterococcus faecium</i>
<i>L. casei</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>Lactococcus lactis</i>
<i>L. crispatus</i>	<i>B. breve</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
<i>L. delbrueckii</i> sub sp. <i>Bulgaricus</i>	<i>B. infantis</i>	<i>Pedococcus acidilactici</i>
<i>L. gallinarum</i>	<i>B. lactis</i>	<i>Sporolactobacillus inulinus</i>
<i>L. gasseri</i>	<i>B. longum</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>
<i>L. rhamnosus</i>	<i>B. bifidobacterium</i>	

Fuente: Parra, 2012.

## Normatividad aplicable a los alimentos funcionales

A nivel internacional se toma en cuenta la normativa del Codex alimentario el cual indica que se deben declarar las propiedades del alimento. Existen otros países que tienen sus

propias normas como es el caso de Japón quien usa el sello FOSHU (Foods for Specified Health Use) el cual destaca a aquellos alimentos de los que se espera un efecto beneficioso de la salud; la unión europea creó su comisión denominada Functional Food Science in Europe (FUFOSE), la cual su función es extender y establecer un enfoque científico sobre las pruebas que necesita un producto para garantizar el estado de salud del individuo y disminuir el riesgo de desarrollar enfermedades (López, 2021).

## **Malanga**

La malanga tiene como nombre científico (*Xanthosoma sagittifolium*); alrededor del mundo se le conocen por diferentes nombres como cocoyam, tannia, hoja de flecha, oreja de elefante y taro americano. Es nativa de América tropical, pero se cultiva y es naturalizada en otras regiones tropicales. Asimismo, posee hojas sagitadas y se suele utilizar como planta ornamental. También se cultiva por los cormos amiláceos y se cocina como plato regional popular (como el fufu) en las regiones tropicales de África occidental. La mayor parte de estas especies herbáceas pertenecen a la familia de las Aroideae (Araceae) que se utilizan como alimentos y/o plantas ornamentales y pertenecen a los géneros *Colocasia*, *Caladium*, *Xanthosoma* y *Alocasia* (Balbino, 2019).

Por otro lado, Mazariegos et al. (2017), la define una planta perenne tropical, con una raíz comestible de ciclo corto, que puede permanecer bajo tierra hasta 16 meses, a diferencia de la yuca (*Manihot esculenta Crantz*) que solo dura nueve meses. La es cual originaria de Asia, y fue introducida en América por los esclavos negros. Además, se enmarca dentro de los productos exóticos o no tradicionales, cuyo consumo mundial ha tenido un importante crecimiento y está siendo aprovechada tomando en cuenta el interés por parte de sectores crecientes de consumidores. Debido al contenido de almidón de estructura microgranular, minerales y vitaminas (magnesio, hierro, fósforo, potasio, sodio, cobre y manganeso, vitamina C, vitamina E y vitamina B6). Haciendo a este alimento de alta digestibilidad y con alto valor nutritivo.

### **Valor nutricional**

El tallo central es elipsoidal, conocido como cormo (tallo subterráneo), este es alto en carbohidratos (18-30% en base fresca) y en proteínas (1.7-2.5% en base fresca) con respecto a otros vegetales de elevado consumo en el Caribe colombiano, como la papa (Púa et al., 2019).

Sefa y Agyir, (2004) estudiaron el efecto de los tratamientos de secado al horno y secado al sol, en las cornelos de dos especies de malanga, *Xanthosoma sagittifolium* y cornelos de *Colocasia esculenta*, en las secciones distal, media y apical y el contenido de oxalato de estos, encontraron 2.98-5.50 g/100 g de proteína cruda, 0.28-0.97 g/100 g de grasa total, 1.56-2.98 g/100 g de cenizas, 12.2 – 36 g/100 g de almidón y 1.11-3.00 g/100 g de fibra cruda, a su vez identificaron que la variedad de malanga *Xanthosoma spp* (variedad blanca-carne) tuvo el mayor valor nutritivo. Definitivamente presentan un elevado contenido de carbohidratos y de proteínas, superior al de otros vegetales, su uso y consumo potencial puede ser favorable, teniendo como referencia que la base de la alimentación son los carbohidratos. Asimismo, arroja importante contenido de minerales, representados en forma de magnesio, calcio, hierro y zinc, los cuales requieren ser incluidos en la alimentación, para el cumplimiento de funciones vitales del organismo humano. Vitaminas hidrosolubles como la C y otras vitaminas del complejo B, tales como la B1 y la B3 se encuentran en la malanga, en cantidades que pueden ser utilizadas para mejorar la deficiencia de nutrientes en la población; Es un vegetal que puede contribuir a mejorar la deficiencia de micronutrientes en la población, debido a que, por ser un tallo subterráneo, constituye una reserva de nutrientes en la planta. Las condiciones climatológicas y el manejo del suelo en el área de muestreo, permitieron el desarrollo de un alimento con propiedades nutricionales importantes (Púa *et al.*, 2019). En la tabla 3, se detallan las diferencias que existen entre el cormo de malanga, la harina de malanga y las rodajas deshidratadas de malanga, a través del análisis químico proximal.

Tabla 3. Análisis químico proximal de cormos frescos (materia prima), de la harina y de las rodajas deshidratadas

Parámetros	Cormos	Harina	Rodajas deshidratadas (base seca)
Cenizas	0.215±0.08 <sup>a</sup>	2.706±0.0	4.087±0.06
Humedad	82.84±0.6	----	-----
Grasa	0.9±0.14 <sup>a</sup>	3.876±0.11b	2.869±0.04
Fibra cruda	0.62±0.08 <sup>a</sup>	7.436±0.41b	3.312±0.05
Proteína cruda	1.035±0.66 <sup>a</sup>	3.895±11b	4.522±0.07
Carbohidratos	14.39±0.14 <sup>a</sup>	82.087±1.00b	85.210±0.30

\*Letras diferentes en la misma fila indica diferencias significativas (P<0.05, ANOVA)

Fuente: Vela-Gutiérrez, *et al.*, 2018

## **Usos de la malanga**

La malanga tiene diversas aplicaciones dentro de la industria alimentaria; se consumen cocidos, fritos o como harina en algunos casos. Es utilizado como sustituto de la papa en sopas y estofados. Tiene un contenido superior de almidón mayor que la yuca. Uno de sus usos secundario es el consumo de las hojas tiernas, como espinacas, más común que en el taro (en otras palabras, cocinado se pueden consumir como hortaliza). Durante los últimos años la malanga se consume cocida y como harina para diferentes usos como frituras, y con ella se preparan diferentes platos como sopas y pastas, guisos, ensaladas, dulces, panes, pasteles y galletas (López, 2021).

Por lo general todas las partes de la planta pueden ser usadas para la alimentación siendo algunas variedades preferidas por sus hojas y tallos mientras otras se prefieren por sus cormos.

## **Lactosuero**

El lactosuero es el líquido que se separa de la leche cuando ésta se coagula para la obtención del queso, y está constituido por todos los componentes de la leche que no se integran en la coagulación de la caseína (Mazorra y Moreno, 2019). Es color amarillo verdoso, transparente, de sabor ácido agradable, se obtiene tras la separación de proteínas (caseína) y de la grasa. Dentro de sus propiedades principales decrecientes se encuentran  $\beta$ -lactoglobulina,  $\alpha$ -lactalbúmina, albúmina de suero bovino, inmunoglobulinas y otros, éstos son ingredientes de valor agregado en muchos alimentos en los que se incluyen los lácteos, fórmulas infantiles, alimentos de nutrición deportiva, carnes, panaderías, dulces, bocadillos, bebidas y otros productos alimenticios para desarrollar la funcionalidad de los alimentos en la rama manufacturera (Borbolla, 2019).

En la industria alimentaria se encuentran productos que anexan al lactosuero como ingrediente, principalmente como medio para aumentar los sólidos lácteos a un bajo costo y, en menor grado, para aprovechar algunas de sus propiedades funcionales de las proteínas del suero, tales como, formación de espuma, retención de agua libre y espesante. Derivado de una exhaustiva búsqueda de investigación, se está logrando incrementar el número de aplicaciones funcionales (como fuente de péptidos con actividad biológica: hipotensivos, antioxidantes, antitrombóticos e inmunomoduladores, entre otros) y nutricionales (como fuente de energía, aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales), promoviendo así el

empleo del lactosuero como ingrediente y como alimento funcional (Alvarado y Guerra, 2010).

Se resaltan algunos ingredientes del suero de leche como los péptidos bioactivos que han sido definidos como fragmentos específicos de proteínas, de origen animal o vegetal, que tienen un impacto positivo sobre funciones o condiciones corporales y que sin duda alguna pueden influir sobre la salud humana, más allá de una adecuada nutrición. Dependiendo de la secuencia de aminoácidos en el péptido, su administración oral podría afectar alguno de los principales sistemas del organismo de manera benéfica como: cardiovascular, nervioso, gastrointestinal e inmune (Alvarado y Guerra, 2010).

El lactosuero desproteinizado o completo puede ser fermentado para producir una gama de bebidas. El uso de suero como sustrato obsequia la principal ventaja de agregarle valor nutritivo, rehidratar y ser menos ácidas que los jugos de frutas. La comercialización de estos productos generalmente enfatiza en la salud y beneficios nutricionales. Existe una asociación simbiótica entre Levaduras y BAL lo cual conlleva a que realicen una fermentación ácido-láctica, ésta mezcla de cultivo es capaz de utilizar lactosa de los subproductos lácteos como material para la producción de kéfir y para la liberación de microorganismos probióticos causando beneficios en el intestino del humano (Parra, 2009).

### **Producción de lactosuero a nivel estatal**

En el estado de Chiapas se tienen cifras estimadas de producción de un millón de litros diarios de lactosuero y se deduce que el 60% de esta magnitud se utiliza para la elaboración de quesos, en cuyo proceso se derivan, aproximadamente, 510,000 litros diarios de lactosuero que no son aprovechados (Vicente, 2022). Un análisis preliminar indica que el lactosuero se está empezando a utilizar en los sistemas porcinos de traspatio; pero la mayor parte lo desechan junto con las aguas residuales, contribuyendo a la contaminación del agua acumulada en el subsuelo (Vázquez, *et al.*, 2017). Asimismo, en el Colegio de la Frontera Sur, en San Cristóbal de las Casas, Chiapas se desarrolló un estudio bromatológico donde se lactosuero por día; que representa el 50% de la producción regional.

### **Propiedades funcionales del lactosuero**

Las proteínas que contiene el lactosuero, son consideradas de alto valor biológico, además poseen diversas propiedades tecno-funcionales, nutricionales y nutraceúticas;

concentraciones considerables de lisina, cisteína y triptófano, este último de especial interés por su papel en la síntesis de serotonina (Colmenares *et al.*, 2023).

Otra de las propiedades del lactosuero es que su consumo promueve el crecimiento físico y desarrollo mental del niño durante la lactancia. En el embarazo, establece el equilibrio nutricional del feto incrementando la capacidad funcional. Además, que se le atribuye la regulación del organismo, la absorción y restablece la asimilación y el balance metabólico, ya que disminuye la deshidratación, covalencia, estrés, malnutrición y desnutrición. Permite la desintoxicación; es decir, libera al organismo de la sobrecarga de toxinas (López, 2021).

### Composición nutrimental

Las proteínas que el lactosuero nos provee son las de mayor calidad, pues poseer una alta densidad de proteínas en forma de aminoácidos de cadena ramificada y de aminoácidos esenciales. Asimismo, contiene varios péptidos y fragmentos de proteína que pueden potenciar la salud general. Dichas proteínas tienen propiedades antioxidantes, anticancerígenos, antihipertensivas, antihiperlipidémicas, antibacterianas, antimicrobiales, antivirales (Chacón *et al.*, 2017). En la tabla 4, se muestra la composición general del lactosuero.

Tabla 4. Composición general del suero y distribución proteica

Componentes	Observaciones
<b>Lactosa</b>	95% de la lactosa de la leche, en una proporción de (4.5-5.0% p-v) 46.0-52.0 g/L en lactosuero dulce y 44.00-46.0 de lactosuero ácido.
<b>Proteína</b>	En una proporción 0.8-1.0% p/v. Corresponde alrededor del 25% de las proteínas contenidas normalmente en la leche. 6.0 g/l en lactosuero dulce y 6.0-8.0 g/l en lactosuero ácido. Alto contenido de aminoácidos (leucina, isoleucina, licina, valina) vs proteínas de referencia, caseína, proteína de soya y proteína humana.
<b><math>\alpha</math>-Lactoalbumina</b>	30% del total del contenido proteico.

---

<b>β-Lactoglobulina</b>	Su importancia recae en las propiedades emulsionantes y la función importante que cumple al interactuar con compuestos como el retinol y los ácidos grasos.
<b>Globulinas</b>	Corresponden a 10% del total de proteínas
<b>Proteasas-peptonas</b>	Corresponden a 10% del total de proteínas. Lactoferrinas, albúmina (idéntica a la albúmina sérica de la sangre), inmunoglobulinas, factores de crecimiento, glicoproteínas y enzimas (nucleasas, lactoperoxidasas, xantina oxidasa, lipasa estearasa, amilasa, fosfatasas ácidas y alcalinas, lisozima, aldolasa, catalasa, inhibidor de la tripsina, lactosa sintetasa, ceruloplasmina, sulfidriloxidasa y otras) Son proteínas de alto valor biológico al proporcionar aminoácidos esenciales para el organismo, entre ellos, triptófano, leucina, e isoleucina.
<b>Lípidos</b>	El 0.5 y 8% de la materia grasa de la leche.
<b>Vitaminas</b>	Tiamina 0.38mg/ml; riboflavina 1.2 mg/ml; ácido nicotínico 0.85mg/ml; Ácido pantoténico 3.4 mg/ml; piridoxina 0.42 mg/ml; cobalamina 0.03 mg/ml; ácido ascórbico 2.2 mg/ml.
<b>Minerales</b>	8-10% del extracto seco. Calcio (0.4-0.6 g/l en lactosero dulce y 1.2-1.6 g/l) en lactosuero ácido), potasio, fosforo, sodio y magnesio.
<b>Compuestos biológicamente activos y Péptidos bioactivos.</b>	Para ejercer determinados efectos biológicos y fisiológicos. Con potencial antihipertensivo, actividad antimicrobial, antioxidante, incremento de la saciedad, entre otros.

---

Fuente: Bernal, 2022.

## Tipos de suero

Se clasifica en dos tipos de suero, suero dulce y suero ácido, que difieren en la forma en que se coagula la leche, el primero se elabora a partir de quesos coagulados con cuajo (quimosina proteasa) mientras que el segundo se obtiene a partir de quesos elaborados por precipitación ácida, ajustando el pH a 4,6 por acción de los lactobacilos, añadiendo ácidos orgánicos (ácido láctico) o ácidos minerales como el clorhídrico o el sulfúrico (Hernández *et al.*, 2020).

### Suero ácido

Se producen en su mayor parte en la fabricación de caseína por la incorporación de un ácido, que produce su coagulación. La otra producción minoritaria, procede de la coagulación de la caseína mediante la siembra de bacterias lácticas en la fabricación de quesos de pasta fresca y blanda (Vela, 2020). De forma general, el suero ácido tiene un pH bajo, baja concentración de proteínas y lactosa, pero contiene una mayor cantidad de calcio, fósforo y ácido láctico en comparación con el suero dulce (Mazorra, 2019).

### Suero dulce

Es el que se obtiene por la desecación del residuo en la fabricación del queso, la cuajada, la caseína o procedimientos similares (Parra, 2009). El suero dulce está basado en la coagulación por la renina a pH 6.5, además de contener lactosa (63-70%), proteínas solubles (10-12%, albuminas y globulinas) y cenizas (8-12%) (Fedna, 2022). En la tabla 5, se muestra la composición del lactosuero.

Tabla 5. Composición química de lactosuero (promedio por 100g)

Nutriente (%)	Lactosuero dulce (g/kg)	Lactosuero ácido (g/kg)
Agua	93.5	93.5
Grasa	0.3	0.1
Proteína	0.9	1.0
Lactosa	4.5	4.0
Minerales	0.6	0.8
Ácido láctico	0.2	0.6-1.0

Fuente: Vela-Gutiérrez, 2021.

# ANTECEDENTES

Las bebidas funcionales en las últimas décadas han tenido una alta tendencia en la salud de los consumidores, pues representan una fuente interesante de diversos compuestos funcionales que benefician las necesidades específicas del ser humano respecto a salud y experiencia, con base en una investigación científica y de mercado. Por ejemplo, se tienen datos de una investigación en la cual evaluaron la calidad de la bebida biofermentada de noni, en el identificaron 53 de 59 compuestos fitoquímicos de la bebida como, glucósidos iridoides; ácido asperulosídico, ácido deacetylasperulosídico y monotropoína, así como cumarina; esculetina, escopoletina, dichos compuestos indican una potente actividad antioxidante por lo cual podría considerarse una bebida de bienestar por sus méritos para la salud (Nuengchamnonng *et al.*, 2023). Por otro lado, se realizó un diseño para una bebida láctea fermentada utilizando lactosuero como sustituto parcial de leche y diferentes estabilizantes comerciales; en el cual el estabilizante CC-729 Descalzi (0.1%) al presentar mayor relevancia en las pruebas físico-químicas mostró que mantiene las características de la bebida láctea fermentada (Montes de oca *et al.*, 2017). Asimismo, Santos *et al.*, (2020). Evaluaron la viabilidad del BAL en dos productos formulados con suero y malanga; los productos fueron evaluados mediante estudios fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales, los resultados indican que ambos productos tuvieron un alto crecimiento bacteriano (106 UFC / ml), las gomas óptimas fueron xantana y malanga.

Por consiguiente, Oliveira *et al.*, (2022) evaluaron los beneficios de una termosonicación en una bebida a base de suero de leche y jugo de naranja e indican que dicha combinación puede ser una excelente alternativa para brindar un producto saludable y sostenible debido a la presencia de vitaminas y compuestos bioactivos, además de que dicho proceso mejora la inactivación microbiana, da una mayor vida útil y mejora las propiedades funcionales y parámetros físicos en comparación con el procesamiento convencional. De otro modo también se menciona que las bebidas fortificadas proteicamente utilizando como materia prima suero de leche de cabra presentan características nutricionales, sensoriales, microbiológicas y de estabilidad al almacenamiento adecuadas (Garay *et al.*, 2021).

En un estudio realizado por García y colaboradores, mencionan que es importante el aprovechamiento del lactosuero puesto que se le atribuyen altas propiedades nutricionales y antioxidantes, además en dicho estudio se encontraron 18 péptidos antioxidantes originados

a partir de proteínas de suero, así como, 16 péptidos de cebada con potenciales propiedades antioxidantes. La combinación de suero dulce con maracuyá y cebada constituye una excelente bebida nutricional con un fuerte potencial antioxidante (García *et al.*, 2022).

Gavilanes *et al.*, (2018), menciona que el lactosuero es una excelente materia prima, la cual se le puede dar diversos usos, puesto que ayuda a mejorar las características físico-químicas de bebidas fermentadas, además de que al utilizar un 50% del lactosuero ayuda a mejorar la concentración de proteínas y viscosidad.

# HIPÓTESIS

El empleo de suero de leche, cormos de malanga y cáscaras de pitahaya, permitieron obtener a través de un diseño experimental una bebida con características funcionales y alto grado de aceptabilidad.

# METODOLOGÍA

## **Diseño de la Investigación**

La presente investigación fue de tipo experimental y con enfoque cuantitativo. Experimental, porque se manipularon algunas variables para la formulación de la bebida, tales como el porcentaje de suero de leche y malanga; de análisis cuantitativo porque se determinó la composición química proximal del alimento, se analizó la glucosa posprandial, así como su grado de aceptabilidad.

## **Población**

Personas adultas de 60 años y más del municipio de Suchiapa, Chiapas.

## **Área de estudio**

Centro de ayuda “casa día”, ubicada en la localidad de Suchiapa del municipio de Suchiapa, Chiapas.

## **Muestra**

La muestra para la evaluación sensorial estuvo conformada por 20 adultos que cumplieron con los criterios de inclusión de acuerdo con la población seleccionada.

La muestra para la determinación de índice glucémico estuvo conformada por 10 pacientes aparentemente sanos, los cuales cumplieran con los requisitos que se pidieron (IMC de 18.5-24.9, además de no tener antecedentes familiares de diabetes mellitus).

## **Muestreo**

Se utilizó un muestreo no probabilístico a conveniencia de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión.

## **Variables**

### **Independiente**

El porcentaje de los ingredientes utilizados durante la formulación.

### **Dependiente**

- El nivel de agrado del producto.
- La composición química proximal del alimento.

## **Criterios de inclusión, exclusión y eliminación**

### **Inclusión**

1. Hombres y mujeres de 60 años y más.
2. Personas que acudan al centro de ayuda “casa día” del municipio de Suchiapa, Chiapas.
3. Todos aquellos adultos que acepten participar en la prueba de evaluación sensorial, posterior a la explicación de los fines de esta.

### **Exclusión**

1. Adultos mayores que presenten intolerancia a los ingredientes que componen el producto.

### **Eliminación**

1. Personas mayores que no asistieron al día de la prueba sensorial.
2. Adultos que no terminaron la prueba

### **Instrumentos de medición**

Para la obtención de la harina: horno de secado convencional ventilación (Venticell®, Modelo 55 std), licuadora (Oster®), Tamiz de 260 micras, una velocidad de aire de 80 m/s. y una temperatura de secado de 60°C.

### **Etapa 1: Elaboración de la bebida con características funcionales.**

Antes de la obtención del suero, se procedió a pasteurizar la leche. Para la obtención del suero de leche dulce se consideraron las siguientes propiedades: pH de 6.5, sabor dulce, color ligeramente amarillo y olor característico, se calentó la leche hasta llegar a  $65\pm 2^{\circ}\text{C}$  durante 30 minutos y se agregaron 0.3 ml de cuajo comercial (Cuamix®) y se dejó reposar de 40 a 60 minutos, posteriormente, se separó la cuajada para la obtención del suero, utilizando manta cielo, el suero filtrado se pasteurizó  $62\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 30 minutos, y se almacenó en frascos previamente esterilizados en condiciones de refrigeración.

## **Desodorización de suero**

Una vez filtrado con la manta cielo, el suero se eluyó a través de una columna de desodorización empacada con amberlite® IR120 Na +form, con carga positiva, se agregó manta cielo para evitar impurezas.

## **Proceso de elaboración de harina de malanga (*Xanthosoma sagittifolium*).**

Para el proceso de elaboración de la harina, se lavaron los cormos, se les quitó la cáscara, se cortó en rodajas de 3 mm aproximadamente y se sumergieron en una solución de ácido cítrico (10%) durante 10 minutos, se colocaron en charolas, y se deshidrataron en un horno de secado (Venticell®, Modelo 55 std) a 60°C durante 4 horas, utilizando una velocidad de aire de 1 m/s. Las hojuelas que presentaban una actividad de agua ( $A_w$ ) de 0.020, se molieron utilizando una licuadora industrial (Oster®), se homogeneizó el tamaño de partículas utilizando un tamiz de 250 micrómetros (Número 60).

## **Proceso de elaboración de la harina de pitahaya (*Hylocereus H. undatus*)**

Para la obtención de la harina de pitahaya, se lavaron los frutos, se desinfectaron y se picaron, posteriormente se colocaron en las charolas, y se deshidrataron en un horno de secado (Venticell®, Modelo 55 std) a 60°C durante 3 horas, utilizando una velocidad de aire de 1 m/s. Las hojuelas, se molieron con una licuadora industrial (Oster®), se homogeneizó el tamaño de partículas utilizando un tamiz de 250 micrómetros (número 60), se envasó al vacío y se almacenaron a temperatura ambiente.

## **Elaboración la mermelada de pitahaya**

Las pitahayas se seleccionaron de acuerdo al género (*Hylocereus* y Especie: *H. undatus*), además de que tuviera un grado de madurez completo, un sabor dulce y que estuviese libre de picaduras de animales; se lavaron, se les quitó las cáscaras y se despulparon. La pulpa se troceó en partes pequeñas, se calentó a fuego lento, se agregaron 381.5 g de azúcar estándar y 38.15 g de pectina, se añadieron 100 ml de agua, se mezcló constantemente por unos 30-40 min, hasta obtener la consistencia adecuada (aproximadamente 63°C).

## **Proceso de elaboración de la bebida con características de funcionales:**

Para la elaboración de las diferentes formulaciones se mezclaron los siguientes ingredientes, harina de malanga, harina de cáscara de pitahaya, suero de leche previamente pasteurizado ( $63\pm 1^{\circ}\text{C}$ ), mermelada de pitahaya y/o frutos rojos y agua, se agitó constante (Parrilla Thermo Scientific®, modelo cimarec) a 8 rpm y una temperatura de  $150^{\circ}\text{C}$  por 10 min. Para el porcentaje de ingredientes utilizado en cada formulación se tomó en cuenta el diseño factorial (Tabla 6).

## **Obtención de las BAL**

Para la obtención de las bacterias ácido lácticas (BAL), se tomaron 10 g del interior de cada unidad experimental (bola de masa de pozol), se mezclaron con 90 mL de agua destilada desionizada estéril (dilución 1:10), posteriormente, se realizaron diluciones seriadas de 1:100, 1:1 000, 1:10 000 y 1:100 000; se tomó 1 mL de cada dilución y se inoculó por vaciado en placa en Agar Man, Rogosa y Sharpe (MRS) (DIFCO®), de acuerdo con la NOM-092-SSA1-1994. Las placas inoculadas se incubarán a  $37^{\circ}\text{C}$  durante 24 h; el ensayo se realizó por triplicado y los resultados se expresaron como Log UFC/g. De cada placa de cultivo que contenía entre 30 y 300 UFC/g, se seleccionaron las que morfológicamente correspondían a BAL, y se sub-cultivaron mediante estría cruzada en placas con agar MRS, incubándose a  $37^{\circ}\text{C}$  por 48 h. Se realizarán cuatro subcultivos bajo las mismas condiciones, para purificar y seleccionar las mejores cepas. De cada cultivo, se tomaron muestras a las que se les realizó prueba de tinción de Gram, prueba de catalasa y oxidasa para confirmar que correspondían a BAL (Velázquez *et al.*, 2018).

## Diseño experimental

Tabla 6. Diseño factorial de la bebida

Tratamientos	Harina de malanga (%)	Harina de cáscara pitahaya (%)	Lactosuero (%)	Sabor		Agua (%)
				Pitahaya (%)	Frutos rojos (%)	
T1	4	1		24	0	15
T2				14	0	25
T3			56	0	21	18
T4				0	13	26
T5	3	1	62	24	0	10
T6				14	0	20
T7				0	21	13
T8				0	13	21
Control lactosuero		0	50	20	0	30
Control malanga		6	0	1	20	73

En la tabla 6, se describe el diseño experimental que se siguió en la presente investigación. Como se puede observar es un diseño factorial de  $2 \times 1 \times 2 \times 2 = 8$  tratamientos, que se realizaron por triplicado para obtener un total de 24 ensayos.

### Etapa 2: Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se desarrolló con adultos mayores de la “casa día” del municipio de Suchiapa, a los cuales se les proporcionó diferentes porciones de la bebida para determinar la aceptabilidad del producto funcional, la prueba que se realizó fue de nivel de agrado o preferencias, que consistió en darle a consumir a los ancianos la bebida, y posteriormente se les preguntó, cuál es de su preferencia.

### **Etapa 3: Determinación de procedimientos**

#### **Consideraciones Bioéticas**

Previo al desarrollo de la evaluación sensorial y la determinación de índice glucémico (IG), el protocolo de la investigación se puso a evaluación y consideración de la Comisión de Bioética y Bioseguridad de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, quienes otorgaron el consentimiento para el desarrollo de la investigación (Número de oficio: FCNA/CIBB001/2024).

Las personas que participarán en la evaluación sensorial y en la prueba de índice glucémico, serán informadas previamente, haciendo de su conocimiento los objetivos del trabajo, los posibles riesgos a que son sometidos, específicamente para esta investigación el riesgo es de muy bajo a nulo, y quienes a pesar de eso deseen participar se les otorgará el consentimiento informado para su lectura y firma correspondiente.

#### **Determinación del índice glicémico**

Para el desarrollo de la prueba se siguió la metodología publicada por Granito *et al.*, 2014. La población para esta prueba estuvo conformada por 10 adultos sanos (hombres y mujeres), con edades comprendidas entre 20 y 40 años de edad, que no padecían diabetes mellitus. Las variables antropométricas utilizadas como criterios de inclusión fueron peso, talla e índice de masa corporal (IMC), calculados a partir de los dos primeros. Se realizó una entrevista para asegurar que los individuos no estuvieran ingiriendo ningún medicamento o suplemento dietético o se encontraran embarazadas.

Los sujetos fueron distribuidos al azar y se les practicaron las curvas de tolerancia glucosada con intervalo de 4 días entre cada prueba. La primera evaluación se realizó con el alimento de referencia (50 g de azúcar estándar disuelta en 250 ml de agua, y los siguientes días malanga cocida y 2 bebidas con características funcionales (cantidad suficiente para ingerir 50 g de carbohidratos), formuladas con lactosuero, harina de malanga, harina de cáscara de pitahaya y mermeladas de sabor pitahaya y frutos rojos. El día de la prueba, las muestras se consumieron en un tiempo máximo entre 10-12 min después de la toma basal. Fue autorizado el consumo hasta un máximo de 250 ml de agua durante la ingesta. Se tomó la muestra de sangre capilar usando una lanceta (Accu-chek -Softclix) en el tiempo 0 (basal) y a los 15, 30, 45, 60, 90 y 120 min, después de la ingesta de cada uno de los alimentos a analizar. Las

muestras de sangre fueron captadas en tiras reactivas y analizadas con un equipo de glucosa (Accu-chek - Active). Con las concentraciones de glucosa expresadas como promedio  $\pm$  desviación estándar, se determinó el área bajo la curva (ABC), calculada con los valores por encima de la línea de base en el período de 2 horas después de haber ingerido el alimento.

### **Análisis químico proximal de la bebida**

La composición de los productos se obtuvo mediante el análisis químico proximal, en el cual se determinó el porcentaje de humedad, cenizas, hidratos de carbono, lípidos, proteínas y carbohidratos, de acuerdo a lo siguiente:

**Humedad.** Se determinó mediante el método 203.14 de la AOAC (994.12, 2000) a través de secado utilizando una estufa de secado, marca Terlab®.

**Cenizas.** Se determinó mediante el método 203.14 de la AOAC (AOAC, 940.206, 2000) a través de incineración en una mufla Selecta®.

**Grasa.** Se determinó mediante el método 945.39 de la AOAC (AOAC, 940.206, 2000) a través del método Soxhlet.

**Proteína.** Se determinó mediante el método 945.39 de la AOAC (AOAC, 2000) a través del método Micro-Kjeldahl.

**Fibra cruda.** Se determinará por el método de la oxidación e hidrólisis ácida (AOAC, 994.12, 2000).

### **Análisis microbiológico**

Se determinó de acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.

### **Determinación de Antioxidantes**

Se determinó por el método estandarizado de ABTS: El cual involucra la producción directa del cromóforo ABTS verde-azul mediante la reacción entre ABTS y el persulfato de potasio (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>); Este presenta tres máximos de absorción a las longitudes de onda de 645 nm, 734 nm y 815 nm. La adición de los antioxidantes al radical pre-formado lo reduce a ABTS. De esta manera el grado de decoloración como porcentaje de inhibición del radical catión ABTS está determinado en función de la concentración y el tiempo, así como del valor correspondiente usando el Trolox como estándar, bajo las mismas condiciones (Tovar, 2013).

### **Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu agitador magnético sk-0180-pro. Vortex**

Se prepararon 10 tubos de ensayo numerados, se añadió a cada tubo la cantidad correspondiente de agua destilada, se agregó a cada tubo la cantidad correspondiente de ácido gálico; posteriormente se leyó en el espectrofotómetro a una absorbancia de 736nm (Leite *et al.*, 2012).

### **Análisis de los datos**

Los resultados se presentaron utilizando estadística descriptiva (tablas y figuras), los datos de la evaluación sensorial se analizaron estadísticamente utilizando la prueba de ji-cuadrado ( $p < 0.05$ ) mediante el software estadístico de Minitab® versión 16.0 para Windows.

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Elaboración del producto

Para la formulación de las seis bebidas se siguió lo descrito en la tabla 6. En la figura 1, se observó que hubo cambios de tonalidad y de textura de acuerdo a las concentraciones que tenían. Las bebidas elaboradas contienen lactosuero, almidón como prebiótico, bacterias ácido lácticas gram positivas (*Lactococcus*) como probióticas, mermelada de pitahaya, mermelada de frutos rojos y harinas (pitahaya y malanga). Las formulaciones obtenidas poseen características funcionales y compuestos bioactivos. El color que muestran las bebidas, se debe a la presencia de  $\beta$ -cianinas provenientes de la pulpa y/o cáscara de la pitahaya, color característico intenso de la piel y pulpa del fruto, los mismos que pueden ir desde rojos a purpuras (Verona *et al.*, 2020).



Figura 1. Bebidas con características funcionales.

## Obtención y viabilidad de bacterias ácido lácticas

En la tabla 7, se expresan los resultados encontrados para bacterias ácido lácticas gram positivas (*Lactococcus*) en la bebida con características funcionales, indicando que el recuento microbiano es superior a lo establecido por la NOM -181-SCFI/SAGARPA-2018, para ser considerado un alimento probiótico ( $1 \times 10^6$  UFC/g). Estos cultivos microbianos ofrecen beneficios para la salud del consumidor y, además, los cultivos probióticos generalmente no alteran las características sensoriales de los productos a los que se incorporan (Mani *et al.*, 2014). Dando como resultado una bebida fermentada sin alcohol que contiene diversos microorganismos, incluyendo bacterias ácido lácticas como *L. acidophilus* y *L. crispatus*. Estas bacterias desempeñan un papel clave en la acidificación de la masa al producir una mezcla de ácidos orgánicos, principalmente lácticos y acéticos, lo que le confiere un sabor fresco y agradable al producto (Aguilar *et al.*, 2024).

Tabla 7. Recuento de *Lactococcus* en el pozol de nambimba y la bebida con características funcionales

Bebida	Pozol de nambimba	Bebida recién elaborada
B151	Incontable	Incontable
B230	Incontable	Incontable

\*Incontable:  $>1 \times 10^6$  ufc/g.

## Evaluación sensorial

En la tabla 8, se presentan los resultados de la evaluación sensorial de las 6 bebidas con características funcionales. En ésta se puede observar que respecto al color entre la 230, 438, 113 y 151 no se observa diferencia significativa ( $p > 0.05$ ); pero si son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) a las bebidas 151 y 113, siendo estadísticamente con mayor preferencia la bebida 151, respecto al atributo del color. Como bien menciona Valdés *et al.* (2023), el color en los alimentos y las bebidas es una característica que refleja la calidad de estos mismos, además de marcar la diferencia de preferencia entre los consumidores (Restrepo *et al.*, 2023).

De acuerdo al atributo del olor no se observan diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre las bebidas 230, 438, 511, 151, teniendo mayor preferencia por parte de los jueces, entre las

bebidas 151 y 113. En este aspecto el olfato se vuelve una parte fundamental para el cerebro mientras se desarrollan las preferencias alimentarias, haciendo que el consumidor se vuelva mucho más selectivo a la hora de decidirse por algún alimento (*Campo et al.*, 2021).

En cuanto a sabor no se observan diferencias significativas entre las bebidas 230, 113 y 511 ( $p > 0.05$ ); pero si existe una diferencia significativa respecto a las bebidas 438, 679 y 151, teniendo mejor preferencia la 230 y 151, respecto al atributo del sabor. El sabor engloba varios aspectos, más allá de las sensaciones gustativas, además el color, puede influir en la percepción e identificación del sabor (*Wang et al.*, 2020).

Seguidamente de acuerdo a la aceptabilidad no se obtuvieron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre las bebidas 230, 113, y 511, respecto a las anteriores, si se observan diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las bebidas, 438, 679, y 151, teniendo mayor preferencia las bebidas 230 y 151.

De acuerdo con los datos descritos anteriormente, es importante mencionar que el análisis sensorial es un paso determinante durante las etapas de la elaboración de un producto alimenticio y/o bebida (*Cruz et al.*, 2010). Todo esto conlleva a un resultado, el cual nos permite determinar el proceso y la formulación de dichos productos, tomando la mejor decisión para el consumidor (*Ávila y Gonzales*, 2011). Además, hay que tener en cuenta que durante esta etapa se tienen alteraciones en la función sensorial, es por ello que es importante proveer alimentos que ayuden a su salud, contribuyendo a disminuir otras enfermedades (*Durán et al.*, 2020). De acuerdo a estas evaluaciones, se eligieron las dos formulaciones con mejores puntuaciones (230 y 151) para medirles algunos parámetros, mencionados anteriormente.

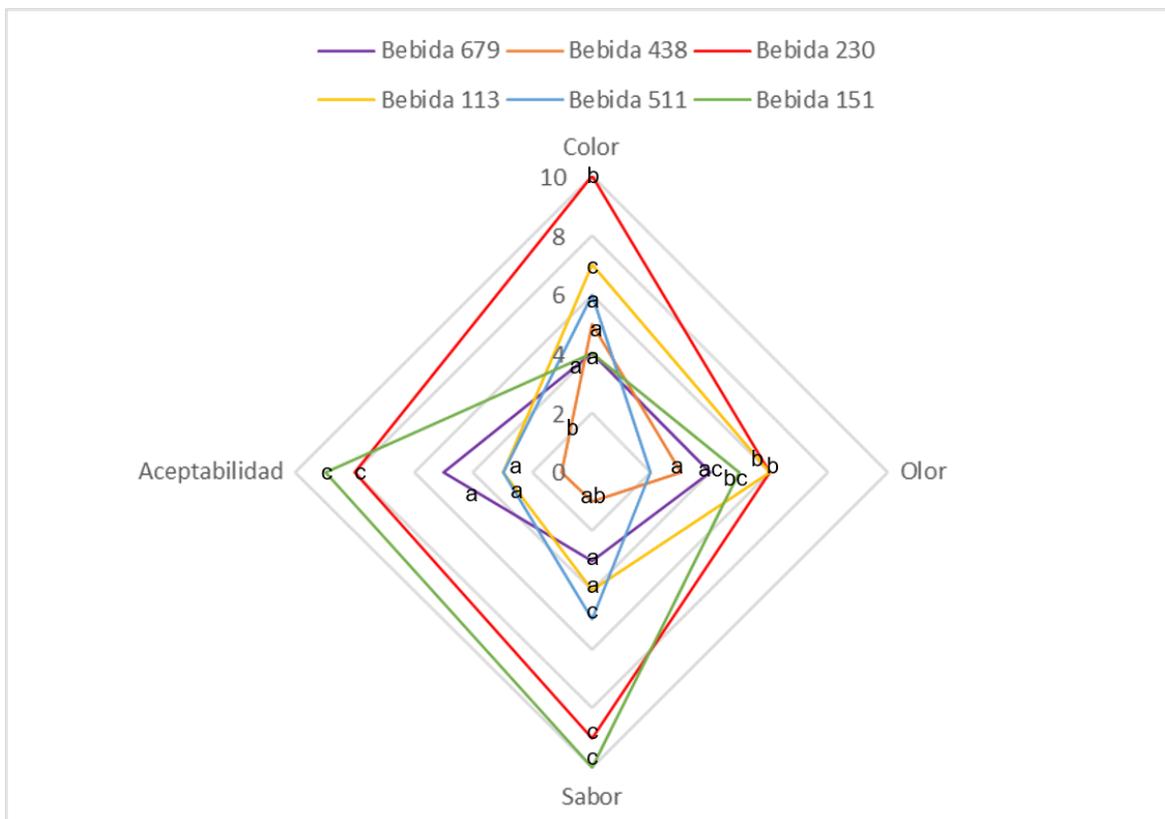


Figura 2 Comparación de evaluación sensorial de las bebidas mediante grafico radial.

Tabla 8. Evaluación sensorial de la bebida.

Tipos de bebida	Bebida 679	Bebida 438	Bebida 230	Bebida 113	Bebida 511	Bebida 151
Color	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	10 <sup>b</sup>	7 <sup>c</sup>	6 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>
Olor	4 <sup>ac</sup>	3 <sup>a</sup>	6 <sup>b</sup>	6 <sup>b</sup>	2 <sup>a</sup>	5 <sup>bc</sup>
Sabor	3 <sup>a</sup>	1 <sup>ab</sup>	9 <sup>c</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	10 <sup>c</sup>
Aceptabilidad	5 <sup>a</sup>	1 <sup>b</sup>	8 <sup>c</sup>	3 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	9 <sup>c</sup>

\*Letras diferentes entre columnas muestran diferencias significativas (Ji-cuadrado  $p < 0.05$ ).

## Índice glucémico

Los resultados de la respuesta glicémica al consumo de malanga y azúcar estándar demostraron que el alimento de referencia (Azúcar estándar) tiene mayores picos de glucosa, llegando a una glucosa máxima cercana de 150 mg/dl en varios pacientes, contrario a los picos de la malanga, el cual se puede observar que solo un paciente tuvo un pico de glucosa, superior a los 140 mg/dl; cabe mencionar que el mayor incremento de las curvas de glucosa,

se observa en los minutos 15 y 30, en ambas muestras, mientras que el descenso se da a partir de los 45 minutos, regresando a su nivel basal (glicemia en ayunas) al finalizar el tiempo de la prueba, como se puede observar en la figura 3. Un estudio realizado por Granito y Valero (2014), también indica que el tiempo a los 30 min hay mayor concentración de glucosa, viéndose una disminución marcada entre los minutos 90 y 120.

De acuerdo a la tabla 9, se observa que el índice glucémico de la malanga fue de 28.67, mientras que el de la bebida 151 fue de 48.42; ambos alimentos pueden considerarse con IG bajo. Lo anterior, de acuerdo a los rangos publicados por Fernández (2018), que considera que un alimento de IG alto (70-100), IG medio (55-70) y los que tienen de IG bajo (<55). Por otro lado, Ormanchea *et al.* (2024), publicaron que los rangos de la carga glucémica son altos cuando tienen un valor de 20 o más, y por debajo de 10 se consideran bajos; de acuerdo con estos autores, la carga glicémica (CG) encontrada de 3.77 y 2.63, para la malanga y bebida 151, son consideradas como bajas.

Tabla 9. Determinación de índice glucémico por el área bajo la curva mediante GeoGebra

Núm. paciente	Áreas totales mediante GeoGebra						
	MALANGA (ÁREA)	AZÚCAR (ÁREA)	BEBIDA 151 (ÁREA)	BEBIDA 230 (ÁREA)	Malanga	Bebida 151	Bebida 230
1	487.5	1822.5	742.5	187.5	26.7	40.7	10.28
2	547.5	1417.5	682.5	4207.5	38.6	48.14	296.82
3	360	1935	1327.5	787.5	18.60	68.60	40.69
4	142.5	1762.5	1245	1335	8.08	70.53	75.74
5	330	915	727.5	360	36.06	79.50	39.34
6	645	1987.5	1230	420	32.45	61.88	21.13
7	375	1440	637.5	630	26.04	44.27	43.75
8	690	2880	480	1995	2.08	16.66	87.5
					IG= 28.67	IG= 53.78	IG= 76.9
					CG= 3.77	CG= 2.63	CG=7.17

Los carbohidratos presentes en los alimentos se clasifican en "simples" (azúcares) o "complejos" (almidones). Los carbohidratos simples elevan más las concentraciones de glucosa en sangre que los carbohidratos complejos ricos en almidón; por esta razón, de acuerdo a los datos expresados en la gráfica, se concluye que la respuesta glucémica a 50g de glucosa (azúcar estándar) es significativamente más alta que la respuesta a una variedad de alimentos que proporciona 50 g de almidón (malanga), asimismo, las diferencias en la

cantidad de fibra consumida impactan en la respuesta glucémica final, sobre todo la fibra viscosa (Giuntini *et al.*, 2022). Por otro lado, la bebida 230 y 151 obtuvieron valores medios y bajos en cuanto al promedio de glucosa, dichas bebidas están hechas a base de lactosuero, el cual debido a las proteínas lácteas que contiene hacen que se reduzca la glucemia (Enríquez *et al.*, 2024). Por consiguiente, debido a la viscosidad de la fibra presente en la pitahaya, existe una absorción lenta de carbohidratos en el intestino, disminuyendo la respuesta glucémica en alimentos con un alto contenido de hidratos de carbono (Murillo *et al.*, 2024).

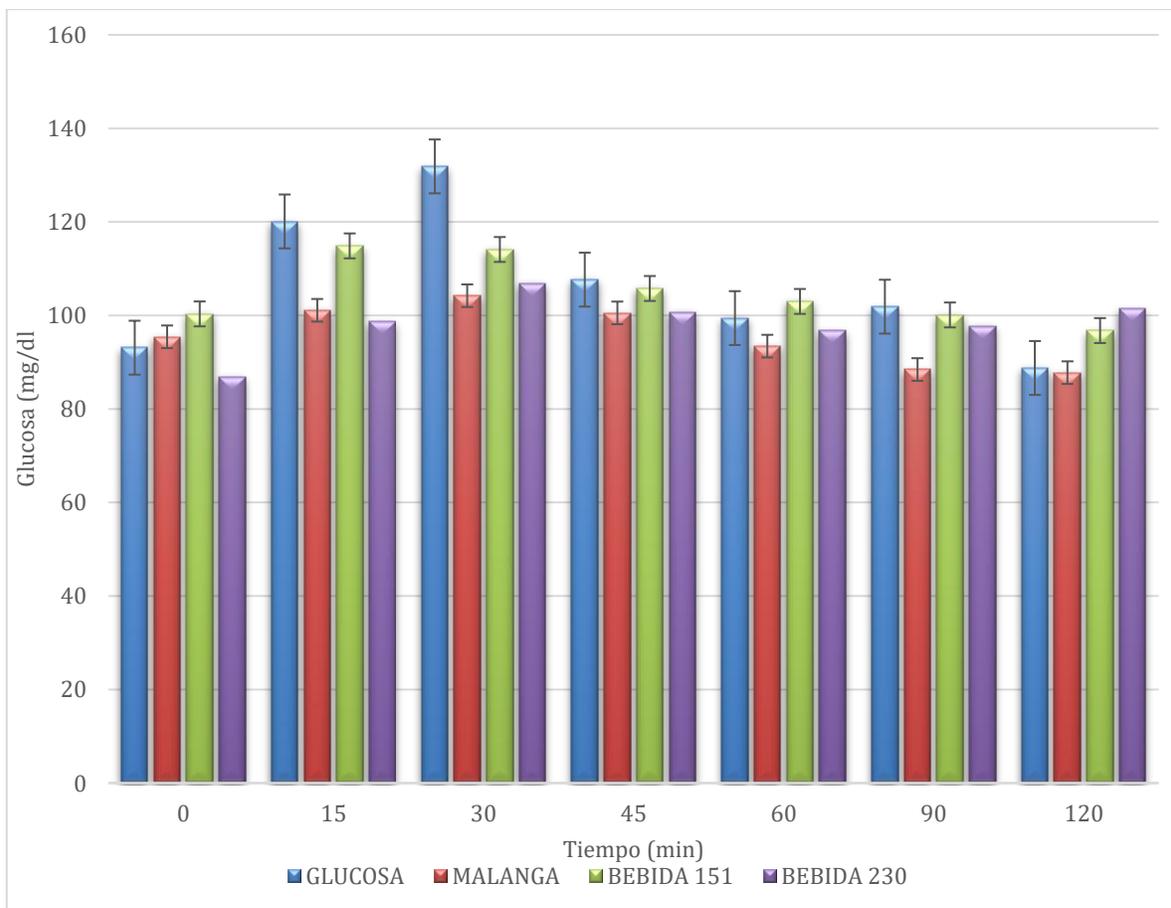


Figura 3. Promedio del incremento del valor de glucosa en sangre en sujetos sanos, posterior a la ingesta de (50 g) de tres alimentos diferentes (malanga, glucosa y bebida 151).

## **Análisis químico proximal**

De acuerdo con los porcentajes de materia prima establecidos para la elaboración de las bebidas se puede determinar que los niveles de absorción son proporcionalmente diferentes. Con respecto al estudio, se puede observar una diferencia significativa entre las dos bebidas, debido a la naturaleza de las materias primas empleadas para la elaboración del concentrado del saborizante, ya que la pitahaya tiene mayor contenido de semillas en su pulpa, siendo esta la causante de la diferencia y el aumento de grasa en la formulación que contiene este fruto ya que estas presentan un alto contenido de aceites esenciales como omega 3 y 6.

La bebida 151 presentó mayor cantidad de humedad (81.99) en comparación a la bebida 230 (77.13), esto debido a que la cantidad de agua y lactosuero es más alta; sin embargo, ambas se encuentran dentro de los parámetros normales de humedad, concomitantes con los resultados de Auqui, 2024.

Las bebidas 230 y 151, presentaron características diferentes de composición. En cuanto al contenido de cenizas, la bebida 230 presenta mayor cantidad (2.74), debido a los minerales presentes en la malanga (Magnesio, hierro, fósforo, potasio, sodio, cobre y manganeso; y vitaminas C, E y B6) Ramírez *et al.*, 2024) y en la pitahaya (fósforo, calcio, vitamina C) Verona *et al.*, 2020), en cuanto a la proteína, la bebida 151 presenta un valor más alto lactosuero (4.92) cantidad que se atribuye a la presencia del lactosuero ya que presenta valores cercanos a los encontrados en una bebida a base lactosuero y menta, en los cuales el valor fue de 9g por cada 100ml de lactosuero, resaltando las proteínas de alto valor biológico como los péptidos bioactivos y los aminoácidos (Valtierra *et al.*, 2024) ; Por otro lado, en 2022 Cacuango, diseñó una bebida elaborada con lactosuero, chíá y pitahaya obteniendo resultados similares a este estudio en contenidos de proteína 3.28% acercándose a los presentes en la bebida 151 con diferencia destacada para carbohidratos. Por otro lado, Lucas y Párraga (2024), realizaron una investigación en la que elaboraron una bebida de lactosuero y guanábana, con características similares a la presente investigación, en la cual el contenido de grasa fue 1.53 y 2.82% de proteínas difiriendo con menor contenido nutricional que el desarrollado en esta investigación.

Asimismo, Mera y Bravo, (2023) evaluaron una bebida de lactosuero dulce y harina de plátano, en donde los valores de grasa fluctuaron entre 2.52 a 2.81%, similares a los obtenidos en este trabajo. Además, mencionan que las grasas no pueden considerarse como algo

desfavorable, ya que toman un papel importante en la ingesta calórica, pues representan el 35% del gasto energético total, ayudando a mejorar el sabor de los alimentos y aportando ácidos grasos esenciales. Por otro lado, se puede observar una importante diferencia entre ambas bebidas en cuanto al contenido de grasa, esto se debe a la presencia de las semillas de pitahaya, las cuales se han reportado con diversos tipos de aceites como el aceite linoleico, oleico y palmítico (Villacis, 2023).

Miranda *et al.* (2014), realizaron un estudio en el cual reportaron que el contenido de ceniza fue de 0.48, inferiores a los obtenidos en las bebidas 230 y 151, el cual es importante destacar debido a que las cenizas representan el contenido de minerales, además de determinar la calidad y pureza de los alimentos, en cuanto al contenido de hidratos de carbono este fue de 17.53% muy superior a la bebida realizada, pero en cuanto a grasa presentaron similitudes, ya que el resultado fue de 0.00%.

Además, se hizo una comparación entre las dos bebidas y en estas podemos observar que si existe diferencia significativa en ambas.

Tabla 10. Análisis químico proximal de las bebidas 230 y 151.

Tratamientos	Humedad	Ceniza	Fibra	Grasa	Proteína	Carbohidratos
Bebida 230	77.13±0.01 <sup>a</sup>	2.74±0.13 <sup>a</sup>	4.34±0.02 <sup>a</sup>	3.94±0.12 <sup>a</sup>	2.93±0.00 <sup>a</sup>	8.89±0.7 <sup>a</sup>
Bebida 151	81.99±0.28 <sup>b</sup>	1.51±0.07 <sup>b</sup>	2.07±0.05 <sup>b</sup>	0.05±0.04 <sup>b</sup>	4.92±0.02 <sup>b</sup>	9.44±0.17 <sup>b</sup>

\*El valor representa la media + la desviación estándar por triplicado. \*Letras diferentes entre columnas muestran diferencias significativas (Ji-cuadrado  $p < 0.05$ ).

### Análisis microbiológico

El análisis microbiológico de la bebida propuesta (Tabla 11), muestra que las bebidas se encuentran dentro de las especificaciones descritas en la **NOM-243-SSA1-2010**, evidenciando que se administraron buenas prácticas de higiene y manufactura durante la elaboración del producto.

Tabla 11. Resultados de análisis microbiológico de la bebida con características funcionales

Determinaciones	B151	B230	Parámetros	Dictamen
Coliformes Fecales	0 UFC/g	0 UFC/g	<10 UFC/g o mL	Si cumple
<i>Salmonella spp.</i>	Ausencia	Ausencia	Ausente en 25 g o mL	Si cumple

### Actividad antioxidante y concentración de fenoles

En la tabla 12, se puede observar el porcentaje total de inhibición del radical ABTS, para la bebida 230 tenemos un porcentaje de inhibición del 47%, mientras que para la bebida 151 es de 79%; de acuerdo a Manzo (2018), se consideran una alta capacidad antioxidante >70%, mientras que del 40-69% son niveles medios, y por debajo del 40% es una baja capacidad antioxidante. Cabe recalcar que entre mayor sea el porcentaje de inhibición, mayor será la capacidad de inhibir los radicales libres (estrés oxidativo) y con ello evitar el envejecimiento celular (Regal *et al.*, 2018).

Los polifenoles presentes en las dos bebidas se muestran en la tabla 12. Se puede observar que la bebida 151, presenta la mayor cantidad de polifenoles con una concentración de 10924.99 mg/100 g debido a las antocianinas y flavonoides presentes en la mezcla de frutos rojos (fresa, frambuesa, moras y zarzamoras) empleados para esta bebida, la cual es mayor que la encontrada en un estudio de fibras de manzana como portadoras de polifenoles del zumo de mora, en el cual el contenido más alto fue de 277.44 mg/100 identificándose a la quercina y rutina como compuestos fenólicos presentes en este producto (Buljeta *et al.*, 2022). Por otro lado, en un estudio realizado por Soto *et al.* (2024), se encontró un bajo contenido de polifenoles en un jugo de pitahaya (679.25 mg de GAE/100), comparados con los encontrados en esta investigación (1741.67±0.00), referente a la bebida 230.

Tabla 12. Resultados de la actividad antioxidante y contenido de fenoles en las bebidas 230 y 151.

Bebida	% De inhibición del radical ABTS	GAE/100g de muestra
Bebida 230	47	1741.67±0.00
Bebida 151	79	10924.99±0.3

# CONCLUSIÓN

Este trabajo de investigación resalta la importancia de la creación de nuevos alimentos; sobre todo el hecho de usar alimentos poco convencionales y explotar sus beneficios al máximo, como es el caso del lactosuero en el que se realizan los péptidos bioactivos que aporta, la malanga como fuente principal de almidón e inulina, las cáscaras de pitahaya, las cuales son desechadas y poco aprovechadas, siendo también buena fuente de compuestos bioactivos y fibra, al igual que la pulpa de pitahaya y los frutos rojos. Dichas combinaciones nos ofrecen una alternativa sustentable y sostenible, al aprovechar estos subproductos agroalimentarios; asimismo, nos permiten ofrecer a la industria alimentaria productos innovadores y de alto valor biológico que impactan de manera positiva en la salud del consumidor.

Aunado a esto, proporcionar un alimento que no solo aporta nutrientes sino que tienen la propiedad de beneficiar la salud de quien lo consume; como en el caso de las bebidas propuestas en esta investigación, las cuales al ser una combinación de diversos ingredientes (malanga, lactosuero, pitahaya, frutos rojos) hacen que pueda tener beneficios significativos en la salud, como aportar color y sabor en el desarrollo de nuevos productos, presentar alto contenido de fitoquímicos con efecto bioactivo sobre enfermedades degenerativas y su actividad antioxidante.

Por otro lado, la combinación de lactosuero, con alimentos con buena capacidad antioxidante y fenólica puede aumentar la bioactividad en los productos que se formulen, así también la adición de bacterias ácido lácticas ejercen efectos fisiológicos como reducción del pH intestinal, producción de algunas enzimas digestivas, vitaminas y sustancias antibacterianas, reconstrucción y construcción de la microbiota intestinal. Finalmente, la obtención de bebidas con índice y carga glucémica bajas, proporcionan herramientas en la alimentación de los pacientes diabéticos, asimismo pueden emplearse en la alimentación cotidiana de poblaciones adultas con envejecimiento exitoso o pacientes que presentan alteraciones en metabolismo de la glucosa que en conjunto con una alimentación saludable y estilo de vida sano benefician la calidad de vida actual. Así pues, dichas bebidas manifiestan una oportunidad prominente en la en la salud de los consumidores y en la industria alimentaria, proveyendo de bebidas saludables, sostenibles y sensorialmente aceptables, concluyendo que estas bebidas pueden ser consideradas como funcionales y con cualidades nutraceuticas.

# PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

- Se sugiere que la continuación de nuestra investigación sea determinar las propiedades benéficas de la bebida en pacientes con un modelo in-vivo.
- Incentivar a las nuevas generaciones sobre el Desarrollo de productos funcionales que aporten beneficios a la salud del consumidor.
- Se propone probar con otro endulzante la preparación de la mermelada.

# REFERENCIAS

## BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, BR, González, E., & Solís, JR (2024). Bebidas Fermentadas Tradicionales en México. En libros electrónicos IntechOpen . <https://doi.org/10.5772/intechopen.115063>
- Alvarado Carrasco, C., & Guerra, M. (2010). Lactosuero como fuente de péptidos bioactivos. *Anales venezolanos de nutrición*. 23(1), 45-50. Recuperado de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-07522010000100007](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522010000100007)
- Association of Official Analytical Chemists, (2000). Official Methods of Analysis, 17aEd., 17-18. AOAC International, Maryland, USA.
- Auqui, A. R. B. (2024). Efecto de lactosuero, pulpa de mango (*Mangifera indica* L.) y harina de semilla de zapallo (*Cucurbita maxima*) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida láctea. (Tesis de ingeniería). universidad nacional de san Cristóbal de huamanga. Ayacucho, Perú.
- Ávila, R., & González-Torrivilla, C. C. (2011). La evaluación sensorial de bebidas a base de fruta: Una aproximación difusa. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-48212011000300007](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212011000300007)
- Badui, D. S. (2006). *Química de los alimentos*. Recuperado de <https://fcen.uncuyo.edu.ar/upload/libro-badui200626571.pdf>
- Balbino, F.C.D. (2019). *Evaluación de la actividad antioxidante y antimicrobiana de extractos de Xanthosoma sagittifolium*. (Tesis de licenciatura). Universidad Federal de Uberlândia, Brasil.
- Baugreet, S., Hamill, R. M., Kerry, J. P., & McCarthy, S. N. (2020). Mitigating Nutrition and Health Deficiencies in Older Adults: A Role for Food Innovation? *Journal Of Food Science*, 82(4), 848-855. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13674>
- Bernal, A. A S. (2022). Aplicaciones y Tecnologías Utilizadas para el Aprovechamiento del Suero Lácteo, la Producción del Suero en Polvo, Derivados y sus Aplicaciones en la Industria en General y de Alimentos. (Tesis de licenciatura). Universidad abierta y a distancia UNAD.

- Birch, C. S., & Bonwick, G. A. (2019). Ensuring the future of functional foods. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(5), 1467-1485. doi:10.1111/ijfs.14060
- Bolaños, O. V. (2014). Elaboración de dos bebidas, fermentadas con gránulos de Kéfir en agua y leche, para corroborar si son bebidas probióticas según la Norma INEN 2395-2011. (tesis de licenciatura). Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Borbolla, P. M. (2019). *Concentración de suero de leche por congelación y determinación de sus propiedades fisicoquímicas* (Tesis de maestría). Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.
- Bortolini, D. G., Maciel, G. M., Fernandes, I. D. A. A., Rossetto, R., Brugnari, T., Ribeiro, V. R., & Haminiuk, C. W. I. (2022). Biological potential and technological applications of red fruits: An overview. *Food Chemistry Advances*, 1, 100014.
- Buljeta, I., Nosić, M., Pichler, A., Ivić, I., Šimunović, J., & Kopjar, M. (2022). Apple Fibers as Carriers of Blackberry Juice Polyphenols: Development of Natural Functional Food Additives. *Molecules*, 27(9), 3029. <https://doi.org/10.3390/molecules27093029>
- Calvo, C. C., Medina, M. A. S., Santiago, A. D. P., Matías, P. D., & García, M.A. (2022). Probióticos presentes en bebidas fermentadas mexicanas. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 25(1), 1-13. Doi: 10.22201/fesz.23958723e.2022.436
- Campo, R., Reinoso-Carvalho, F., & Rosato, P. (2021). Wine experiences: A review from a multisensory perspective. *Applied Sciences*, 11(10), 4488.
- Castellanos, J. A., & Castellanos, R. A. (2020). Suplementos alimenticios: entre la necesidad y el consumismo. *Ciencia*, 71(20), recuperado de [https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/online/X2\\_71\\_3\\_1305\\_SuplementosAlimenticios.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/online/X2_71_3_1305_SuplementosAlimenticios.pdf)
- Chacón, G. R., Chávez, M. A., Rentería, M.A. L., & Rodríguez, F. J. C. (2017). Proteínas del lactosuero: usos, relación con la salud y bioactividades. *Interciencia*, 42(11), 712-718. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/339/33953499002.pdf>
- Chatterjee, D., Mansuri, S., Poonia, N., Kesharwani, P., Lather, V., & Pandita, D. (2024). Therapeutic potential of various functional components presents within dragon fruit: A review. *Hybrid Advances*, 100185.

- Colleluori, G., & Villareal, D. T. (2021). Aging, obesity, sarcopenia and the effect of diet and exercise intervention. *Experimental Gerontology*, 155, 111561. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2021.111561>
- Colmenares, Á. P. A., Suárez, G. A. P., Báez, Y. T. C., Nova, C. D. J. M., & Sakharov, I. Y. (2023). Aplicaciones del lactosuero y sus derivados proteínicos. *Ciencia en Desarrollo*, 14(2), 139-155.
- Coronado, M., Vega y León, S., Gutiérrez, R., Vázquez, M., & Radilla, C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista chilena de nutrición*, 42(2), 206-212. doi:10.4067/S0717-75182015000200014
- Corrales B. D., & Arias Palacios, J. (2020). Los probióticos y su uso en el tratamiento de enfermedades. *Revista Ciencias Biomédicas*, 9(1), 54-66. doi:10.32997/rcb-2020-3043
- Cacuango Chicaiza, G. T. (2022). *Elaboración y evaluación de una bebida funcional a base de lactosuero fermentado con pitahaya (Selenicereus undatus) y chía (Salvia hispanica)*. (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Riobamba.
- Cruz, A. G., Cadena, R. S., Walter, E. H. M., Mortazavian, A. M., Granato, D., Faria, J., & Bolini, H. M. A. (2010). Sensory Analysis: Relevance for Prebiotic, Probiotic, and Synbiotic Product Development. *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*, 9(4), 358-373. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00115.x>
- Díaz, L. D., Fernández-Ruiz, V., & Cámara, M. (2020). An international regulatory review of food health-related claims in functional food products labeling. *Journal of Functional Foods*, 68, 103896. doi:10.1016/j.jff.2020.103896
- Domínguez, J. P. (2020). Needs and feelings of the consumers regarding the Food Industry. *Nutrición hospitalaria*. 35(4), 66-69. doi:10.20960/nh.2129
- Drotningsvik, A., Oterhals, A., Flesland, O., Nygård, O., & Gudbrandsen, O. A. (2019). Fish protein supplementation in older nursing home residents: A randomised, double-blind, pilot study. *Pilot and Feasibility Studies*, 5(1) doi:10.1186/s40814-019-0421-x
- Duran, T., Salazar, M. E., Hernández P. L., Guevara, M. C., & Gutiérrez, G. (2020). Función sensorial y dependencia en adultos mayores con enfermedad crónica. *Sanus*, 5(15).

- Enríquez, M., Cruz, M., Rodríguez-Jasso, R.M., Flores, M., Garza, A., Belmares, R. In vitro and in vivo glycemic index evaluation of functional goat's milk yoghurt with added Aloe vera and Stevia rebaudiana. (2024). *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica*. 12 (69).[https://riiit.com.mx/apps/site/files\\_v2450/yogut\\_uadec.\\_5\\_riit\\_jul-ago\\_2024\\_v1.pdf](https://riiit.com.mx/apps/site/files_v2450/yogut_uadec._5_riit_jul-ago_2024_v1.pdf)
- Estrada, C. L., Hernández, R. R., Pereira, J. I., & Sardiñas, M. O. (2008). Characterization of family attention in the elderly. *Revista archivo medico de camagüey*, 12 (6). Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-02552008000600006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552008000600006)
- Falque, M. L., Maestre, L., Zambrano, R., & Morán, D.V.Y. (2005). Deficiencias nutricionales en los adultos y adultos mayores. *Scielo*, 18(1). Recuperado de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-07522005000100016](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522005000100016)
- Fernández, Y. (2018). Obtención de almidón resistente tipo III a partir de una modificación dual del almidón de Malanga (*Colocasia esculenta* Schott) y plátano (*Musa paradisiaca* L.): caracterización de digestibilidad, propiedades térmicas y moleculares (Doctoral dissertation, Tesis. Universidad de Papaloapan. 1-86).
- Fuentes, B.L., Acevedo, L.D., & Gelvez, O.V. (2015). Funtional Foods: Impact and Challenges for development and welfare society Colombian. *Biotechnology in the Agricultural and Agroindustrial Sector*, 13(2), 140-149. doi:10.18684/BSAA(13)140-149
- Fundación para española el desarrollo de la nutrición animal (2022). Lactosuero deslactosado. Recuperado de [http://www.fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/lactosuero-delactosado-254520](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/lactosuero-delactosado-254520)
- García, L.A. (2015). Defining healthy aging: from science to practica. What is the lin to diet and nutrition? *Archivos latinoamericanos de nutrición*. Recuperado de <https://www.alanrevista.org/ediciones/2015/suplemento-1/art-64/>
- García, V. E., Seiquer, I., Pardo, Z., Haro, A., Recio, I., & Olías, R. (2022). Antioxidant Potential of the Sweet Whey-Based Beverage Colada after the Digestive Process and Relationships with the Lipid and Protein Fractions. *Antioxidants*, 11(9), 1827. <https://doi.org/10.3390/antiox11091827>
- Gimeno, C.E. (2003). Alimentos funcionales: ¿Alimentos del futuro? *Ámbito farmacéutico*, 22 (7).  
Recuperado de

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58111896/alimentos\\_funcionaleslibre.pdf?1546588072=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DA Alimentos\\_funcionales\\_alimentos\\_del\\_futu.pdf&Expires=1684440624&Signature=cz6fT1nU9UDzGPEGrWWSiCy3cKpTNiMBb7uvJ04jMnmWeHIE6KqOGXyr0yX5QdNmPPemrF6ZGWYhq9NiQxkex7uFdaKOendIalCLAyJBHmaoiGMSw5ntnXy6bpd7jDfD~89gBtapbOOiW92nMd8U9q4scXmkGaaOT6XLMcbBKDXWm2CPn3Ile3mlDPPQgavEy46irDgPzDssXb2U0yMIuZv9Hc2vdA~niS0~pmfJ4mBAWHTUtSgeSdRcNKsA7Au1b95HtFyduiy7uBRUD0dsDEo0LD0SYmEI3OdbgSRo1I9hX5u6-ewnKk5efLjgroxvHfr75yu8DlnU4f2UZ6A\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58111896/alimentos_funcionaleslibre.pdf?1546588072=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DA Alimentos_funcionales_alimentos_del_futu.pdf&Expires=1684440624&Signature=cz6fT1nU9UDzGPEGrWWSiCy3cKpTNiMBb7uvJ04jMnmWeHIE6KqOGXyr0yX5QdNmPPemrF6ZGWYhq9NiQxkex7uFdaKOendIalCLAyJBHmaoiGMSw5ntnXy6bpd7jDfD~89gBtapbOOiW92nMd8U9q4scXmkGaaOT6XLMcbBKDXWm2CPn3Ile3mlDPPQgavEy46irDgPzDssXb2U0yMIuZv9Hc2vdA~niS0~pmfJ4mBAWHTUtSgeSdRcNKsA7Au1b95HtFyduiy7uBRUD0dsDEo0LD0SYmEI3OdbgSRo1I9hX5u6-ewnKk5efLjgroxvHfr75yu8DlnU4f2UZ6A__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

González-Martínez, B. E., Gómez-Treviño, M., & Jiménez-Salas, Z. (2003). Bacteriocinas de probióticos. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 4(2). Recuperado de <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=23012>

Giuntini, E. B., Sardá, F. A. H., & de Menezes, E. W. (2022). The Effects of Soluble Dietary Fibers on Glycemic Response: An Overview and Futures Perspectives. *Foods (Basel, Switzerland)*, 11(23), 3934. <https://doi.org/10.3390/foods11233934>

Granato, D., Barba, F. J., Bursac Kovačević, D., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., & Putnik, P. (2020). Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annual review of food science and technology*, 11, 93-118. doi: 10.1146/annurev-food-032519-051708

Granito, M., Pérez, S., & Valero, Y. (2014). Calidad de cocción, aceptabilidad e índice glicémico de pasta larga enriquecida con leguminosas. *Revista Chilena de Nutrición*, 41(4), 425-432. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182014000400012>

Guerrero, A. E. C., Ruiz, M. L. G., & Velázquez, M. L. F. P. (2023). Lactosuero: características, propiedades nutracéuticas y aplicaciones. *Consejo Ejecutivo*, 73(1). Recuperado de <http://www.cienciacierta.uadec.mx/articulos/cc73/cc73.pdf#page=6>

Játiva, M. E., Manterola, C., Macías, R., & Narváez, D. (2021). Probiotics and Prebiotics. Its Role in Childhood Acute Diarrheal Disease Therapy. *International Journal of Morphology*, 39 (1). doi:10.4067/S0717-95022021000100294

- Kirk, D., Catal, C., & Tekinerdogan, B. (2021). Precision nutrition: A systematic literature review. *Computers In Biology And Medicine*, 133, 104365. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2021.104365>
- Leite-Legatti, AV, Batista, Â. G., Dragano, NRV, Marques, AC, Malta, LG, Riccio, MF, Eberlin, MN, Machado, ART, De Carvalho-Silva, LB, Ruiz, ALTG, De Carvalho, JE, Pastore, GM, & Maróstica, SEÑOR (2012). Peeling de Jaboticaba: Compuestos antioxidantes, actividades antiproliferativas y antimutagénicas. *Investigación de Alimentos Internacional*, 49 (1), 596–603. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.07.044>
- Lima, A. B. D., Baptista, F., Henriques-Neto, D., Pinto, A. D. A., & Gouveia, E. R. (2023). Symptoms of sarcopenia and physical fitness through the senior fitness test. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3) doi:10.3390/ijerph20032711
- López, M. I.A. (2021). *Diseño de una gelatina con características pre y probióticas* (Tesis de maestría). Universidad de ciencias y artes de Chiapas, Tuxtla, Gutiérrez.
- López, M. R. (2021). Evidencia científica y alimentos funcionales: la regulación de las declaraciones de salud en la Unión Europea. *Política y sociedad*, 58(3). Recuperado de [maitgar+11Art%C3%ADculos+Revista+Pol%C3%ADtica+y+Sociedad+58+\(3\)+2021.pdf](mailto:maitgar+11Art%C3%ADculos+Revista+Pol%C3%ADtica+y+Sociedad+58+(3)+2021.pdf)
- López, P. I. G., Zambrano, Á. M. Z., Rosado, C. F. R., & Peña, A. M. (2018). Evaluación de una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote. *La Técnica*, (19), 47-60.
- Lucas, E. A. D., & Párraga, R. R. M. (2024). Efecto de la concentración de pulpa de guanábana en las propiedades fisicoquímicas de la bebida láctea refrescante a base de lactosuero dulce. *El Higo Revista Científica*, 14(1), 98-116.
- Manganaris, G. A., Goulas, V., Vicente, A. R., & Terry, L. A. (2013). Berry antioxidants: small fruits providing large benefits. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture/Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 94(5), 825-833. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6432>
- Mani, e., palou, e., López, a. Viabilidad probiótica y estabilidad durante el almacenamiento de yogures y leches fermentadas preparados con varias mezclas de bacterias lácticas. *Journal of Dairy Science*, 2014, vol. 97, no 5, p. 2578-2590.

- Manzo, M. (2018). Cuantificación de antioxidantes en bebidas de Maíz (*Zea Mays*). (Tesis de maestría. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Mariño, M. E. (2021). Dietary supplements. Preventive uses in pediatrics. *Anales venezolanos de nutrición*. 33(2). Recuperado de [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-07522020000200169&script=sci\\_arttext](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-07522020000200169&script=sci_arttext)
- Martínez, F. S., González G. J., Culebras, J. M., & Tuñón, M. J. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición hospitalaria*, 17(6), 271-278. Recuperado de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65031469/flavonoides\\_3\\_libre.pdf](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65031469/flavonoides_3_libre.pdf)
- Mazariegos, S. A., Aguilar, G. JM., Milla, S. A, Espinosa, Z. S., Martínez, C. J., & López, S. C. (2017). Cultivo de malanga (*Colocasia esculenta* Schott) en Tuxtla chico, Chiapas, México. *AGROProductividad*, 10 (3), 75. Recuperado de [Journal+manager, +con-13%20\(3\).pdf](#)
- Mazorra, M. M. Á., & Moreno, H. J. M. (2019). Propiedades y opciones para valorizar el lactosuero de la quesería artesanal. *CienciaUAT*, 14(1), 133-144. Doi: 10.29059/cienciauat.v14i1.1134
- Mera, Q.E. A., & Bravo Alcívar, N. G. (2023). Evaluación del lactosuero dulce y harina de plátano en las características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas de una bebida láctea fermentada (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL).
- Miranda, O. M., Fonseca, P. L., Ponce, I., Cedeño, C., Rivero, L. S., & Vázquez, L. M. (2014). Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de leche que incorpora *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus*. *Revista Cubana de alimentación y nutrición*, 24(1), 10.
- Montenegro, G., M, M., & Ruiz., R., D., P. *Marinado de carnes (res, chancho, pollo) en vinagre de sidra con frutos rojos, año 2023*. (Tesis de licenciatura). Universidad técnica del norte de biblioteca universitaria. Ibarra, Ecuador.
- Montesdeoca, R., Benítez, I., Guevara, R., & Guevara, G. (2017). Production procedure of a fermented milky drink using lactosuero. [Procedimiento para la producción de una bebida láctea fermentada utilizando lactosuero] *Revista Chilena De Nutrición*, 44(1), 39-44. doi:10.4067/S0717-75182017000100006
- Nayi, P., Kumar, N., & Chen, H. -. (2023). Development of ready-to-reconstitute carrot pomace blended sweet corn porridge. *EFood*, 4(2) doi:10.1002/efd2.78

- Nishikito, D. F., Borges, A. C. A., Laurindo, L. F., Otoboni, A. M. M. B., Direito, R., De Alvares Goulart, R., Nicolau, C. C. T., Fiorini, A. M. R., Sinatora, R. V., & Barbalho, S. M. (2023). Anti-Inflammatory, Antioxidant, and Other Health Effects of Dragon Fruit and Potential Delivery Systems for Its Bioactive Compounds. *Pharmaceutics*, *15*(1), 159. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15010159>
- Norma Oficial Mexicana NOM-181-SSA1-2018, Productos y servicios. Yogurt-Denominación, especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, información comercial y métodos de prueba. En línea.
- Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. En Línea.
- Nuengchamng, N., Saesong, T. ., Ingkaninan, K. ., & Wittaya-arekul, S. . (2023). Antioxidant Activity and Chemical Constituents Identification by LC-MS/MS in Bio-fermented Fruit Drink of *Morinda citrifolia* L . *Trends in Sciences*, *20*(4), 6498. doi.10.48048/tis.2023.6498
- Olveira, G., & González-Molero, I. (2016). Actualización de probióticos, prebióticos y simbióticos en nutrición clínica. *Endocrinología y nutrición*, *63* (9), 482-494. doi.: 10.1016/j.endonu.2016.07.006
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentos, (2002). Probióticos en los alimentos Propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación. Recuperado de <https://www.fao.org/3/a0512s/a0512s00.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud, (2019). Alimentos ultraprocesados ganan más espacio en la mesa de las familias latinoamericanas. Recuperado de [https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15530:ultra-processed-foods-gain-ground-among-latin-american-and-caribbean-families&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15530:ultra-processed-foods-gain-ground-among-latin-american-and-caribbean-families&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0)
- Ormachea,S., P., Navia,C.,O., A., Tarquino-Flores, G., Callejas,C., L., Yupanqui, M., C., Latorre,R., C., ... & Salcedo, L. (2024). Índice glucémico de cañahua, quinua y de productos enzimáticamente modificados de quinua Jacha Grano. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, *28*(1), 38-46.

- Palmero, R.M., Santamaria, A., & Rivero, M. (2001). Alimentos funcionales, complementos alimenticios y productos dietéticos para la edad avanzada. *Offarm*, 20(8), 102-112. Recuperado de <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-resumen-alimentos-funcionales-complementos-alimenticios-productos-13018372>
- Palop, M, MV., Párraga, M, JA., Lozano, A, E., & Arteaga, C, M. (2015). Intervención en la sarcopenia con entrenamiento de resistencia progresiva y suplementos nutricionales proteicos. *Nutrición Hospitalaria*, 31 (4),1481-1490. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309238513004>
- Parra, H. R. A. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Revista facultad nacional de agronomía Medellín*, 62(1), 4967-4982. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S030428472009000100021&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S030428472009000100021&script=sci_abstract&tlng=es)
- Peña, O. G., Bustamante, M. L., Durán, R.N., Halley, C. E., & García, C.L. (2016). Evaluation of protein intake and physical activity associated with sarcopenia in the elderly. *Scielo*. 20 (1) doi: 10.14306/renhyd.20.1.178
- Peres, M., Costa, H. S., Silva, M. A., & Albuquerque, T. G. (2023). The Health Effects of Low Glycemic Index and Low Glycemic Load Interventions on Prediabetes and Type 2 Diabetes Mellitus: A Literature Review of RCTs. *Nutrients*, 15(24), 5060.
- Pérez, C., Hernández, R.A., Merino, L. C., & Niño, V. M. (2021). Risk factors associated with malnutrition of community-dwelling older adults: A rapid review. *Revista Española de geriatría y gerontología*, 56(3), 166-176. doi: 10.1016/j.regg.2021.02.008
- Pérez, L. A., Kaufer, K., & Arroyo, Pedro. (2017). *Nutriología médica*. México. D.F. Editorial Panamericana.
- Piccoli, G. B., Cederholm, T., Avesani, C. M., Bakker, S. J. L., Bellizzi, V., Cuerda, C., . . . Barazzoni, R. (2023). Nutritional status and the risk of malnutrition in older adults with chronic kidney disease – implications for low protein intake and nutritional care: A critical review endorsed by ERN-ERA and ESPEN. *Clinical Nutrition*, 42(4), 443-457. doi:10.1016/j.clnu.2023.01.018

- Pozas, A. (2011). Innovación de la industria agroalimentaria: estudio de aceptación de los consumidores ante los alimentos funcionales en la Comarca de Pamplona. Recuperado de <https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/3446>
- Púa, A. L., Barreto, G. E., Zuleta, J. L., & Herrera, O. D. (2019). Análisis de Nutrientes de la Raíz de la Malanga (*Colocasia esculenta* Schott) en el Trópico Seco de Colombia. *Información tecnológica*, 30(4), 69-76. doi: 10.4067/S0718-07642019000400069
- Rane, B. R., Patil, R. R., Jain, A. S., Keservani, R. K., & Kesharwani, R. K. (2023). Nutraceuticals as disease preventive food and immunity boosters. *Nutraceuticals and functional foods in immunomodulators* (pp. 155-192) doi:10.1007/978-981-19-2507-8\_7
- Rasaei, N., Fallah, M., Gholami, F., Karimi, M., Noori, S., Bahrapour, N., ... & Mirzaei, K. (2023). The association between glycemic index and glycemic load and quality of life among overweight and obese women: a cross-sectional study. *BMC nutrition*, 9(1), 30.
- Regal, M. L. L., Morales, R. C., Morey, R. J. R., Morey, J. R., Pérez, D. L. G., & González, L. B. (2018). La teoría del estrés oxidativo como causa directa del envejecimiento celular. *Medisur*, 16(5), 699-710.
- Rendón, R. & Osuna I. (2018). El papel de la nutrición en la prevención y manejo de la sarcopenia en el adulto mayor. *Nutr Clin Med*, 17(1) doi:10.7400/NCM.2018.12.1.5060
- Restrepo, M. P. V., Ospina, J. D., Londoño, S. L., & Restrepo, R. A. R. (2023). Sistema de medición del color como parámetro de calidad en la industria de alimentos. *Temas agrarios*, 28(1), 69-81.
- Rojas, B. C., Buckcanan, V. D., & Benavides, J. G. (2019). Sarcopenia: integrated care approaches for older people. *Revista Médica Sinergia*, 4 (5), 24 – 34. doi.org/10.31434/rms.v4i5.194
- Rubiano, C. Manuela. (2014) Aceptación y preferencias de los alimentos y bebidas funcionales por parte de hombres y mujeres de 26 a 46 años de edad de estratos 4, 5 y 6 de la ciudad de Medellín. Medellín, Colombia.
- Sánchez Montero, G. G. (2024). *Influencia del consumo de frutos rojos en sus distintas presentaciones y su relación con el insomnio en adultos entre los 18 y 50 años* (Master's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2024).

- Santos, V. A. G., Velázquez, L. A. A., & Vela, G. G. (2020). Viability of lactic acid bacteria in two functional foods formulated with whey and malanga. *Biocetnia*, 22(3), 138-145. doi:10.18633/biocetnia.v22i3.1234
- Sefa, D. S. & Agyir, S. K. (2004). Composición química y el efecto del procesamiento en el contenido de oxalato de cocoyam *Xanthosoma sagittifolium* y *Colocasia esculenta* cormels. *Agris*. 85 (4). 479-487. Recuperado de <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301027138>
- Servín, R.C. (2014). Nutrición y alimentación en las diferentes etapas de la vida. En Téllez, V. M.E. Nutrición clínica (107-118). Distrito Federal: México. Editorial El manual moderno.
- Soto, M. A., Sánchez, M. Ángel, Heredia, E., Meléndez, C. O., Ortiz & Quintero-Ramos, A. (2024). Microencapsulación de jugo de pitaya (*Stenocereus stellatus*) por secado por aspersión usando mezclas de fructanos, proteína de suero y almidón modificado como agentes acarreadores. *Biocetnia*, 26, 486–498. <https://doi.org/10.18633/biocetnia.v26.2268>
- Torres, R.A., Montero, C. P., Duran. L. M. (2013). Propiedades fisicoquímicas, morfológicas y funcionales del almidón de malanga (*Colocasia esculenta*). *Revista Lasallista de Investigación*, 10(2). doi.org/10.22507/rli
- Tyrovolas, S., Koyanagi, A., Olaya, B., Ayuso-Mateos, J. L., Miret, M., Chatterji, S., Tobiasz-Adamczyk, B., Koskinen, S., Leonardi, M., & Haro, J. M. (2015). Factors associated with skeletal muscle mass, sarcopenia, and sarcopenic obesity in older adults: a multi-continent study. *Journal Of Cachexia, Sarcopenia And Muscle*, 7(3), 312-321. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12076>
- Valdés, M. P., Ospina, J. D., Londoño, L., & Restrepo, R. A. R. (2023). Sistema de medición del color como parámetro de calidad en la industria de alimentos. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/218/2184583007/>
- Valle, V. V., & Lucas, F. B. (2000). *Toxicología de alimentos*. México, D.F. Editorial INSP.
- Vázquez, E.C., Pinto, R. R., Rodríguez, Carmona, J., & Gómez, A. (2017). Use, production and nutritional quality of whey milk in the central region of Chiapas. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 21 (1), 65-75. Recuperado de <http://ww.ucol.mx/revaia/pdf/2017/enero/5.pdf>

- Vela, G. G. (2020). Generalidades del lactosuero. En Vela, G. G. (Suero de leche: impacto nutricional, tecnologías de procesamiento, evaluación sensorial e innovación gastronómica (pp. 19-24). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México: Editorial Montebello.
- Velázquez, L.A., Covatzin, J. D., Toledo, M. M. D., & Vela, G. G. (2018). Fermented drink elaborated with lactic acid bacteria isolated from chiapaneco traditional pozol. *CienciaUAT*, 13(1), 165-178. Recuperado de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-78582018000200165&script=sci\\_abstract&tIng=en](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-78582018000200165&script=sci_abstract&tIng=en)
- Venero G., J. R. (2002). Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. *Revista Cubana de medicina militar*, 31(2), 126-133. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0138-65572002000200009&script=sci\\_arttext&tIng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0138-65572002000200009&script=sci_arttext&tIng=pt)
- Verona-Ruiz, A., Urcia-Cerna, J., & Paucar-Menacho, L. M. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Culture, physicochemical characteristics, nutritional composition, and bioactive compounds. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439-453. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>
- Vicente, J. N. (2022). *Alimento funcional de lactosuero y malanga para preescolares* (Tesis de licenciatura). Universidad de ciencias y artes de Chiapas, Tuxtla, Gutiérrez.
- Villagrán, Z., Torres, S. G., González, E. M., de Alba Verduzco, J. E. G., Hernández, B. C. R., & Esparza, L. M. A. (2022). Alimentos funcionales y su impacto en la salud humana. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 10(20), 223-23. [doi.org/10.29057/icsa.v10i20.7806](https://doi.org/10.29057/icsa.v10i20.7806)
- Vural, Z., Avery, A., Kalogiros, D. I., Coneyworth, L. J., & Welham, S. J. M. (2020). Trace Mineral Intake and Deficiencies in Older Adults Living in the Community and Institutions: A Systematic Review. *Nutrients*, 12(4), 1072. <https://doi.org/10.3390/nu12041072>
- Wang, Q. J., Meyer, R., Waters, S., & Zendle, D. (2020). A dash of virtual milk: Altering product color in virtual reality influences flavor perception of cold-brew coffee. *Frontiers in psychology*, 11,

# XII. ANEXOS

## Anexo 1. Papeleta de análisis sensorial



**PRUEBA SENSORIAL DE ESCALA HEDONICA.**  
**PRODUCTO: BEBIDA CON CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES**  
**ADICIONADA CON MALANGA Y LACTOSUERO PARA ADULTOS**  
**MAYORES.**



**Maestría en Nutrición y Alimentación Sustentable.**

Fecha:

Genero;    Mujer:

Hombre:

Edad:

### Instrucciones:

Frente a usted hay 6 muestras de bebidas con características funcionales. Tome una de izquierda a derecha, observe, huela y pruebe; repita con cada una de las muestras. Evalúe en el orden que se le ha entregado, cada muestra tiene un código asignado, mismo que se presenta en la boleta. Indique el nivel de agrado o desagrado de cada muestra seleccionando un puntaje en la siguiente TABLA.

Puntaje	Descripción
3	Me gusta
2	No me gusta ni me disgusta
1	No me gusta

**Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas**

**Maestría en Nutrición y Alimentación Sustentable**

A un costado del atributo (color, olor, sabor o aceptabilidad general) que esté evaluando. Analice y pruebe cada una de las muestras de la bebida. Antes de continuar con la siguiente, enjuáguese la boca con agua sin ingerirla.

**Atributos de la Bebida**

Atributo	Bebida 230	Bebida 438	Bebida 679	Bebida 113	Bebida 511	Bebida 151
<b>Color</b>						
Me gusta						
Ni me gusta ni disgusta						
Me disgusta						
<b>Olor</b>						
Me gusta						
Ni me gusta ni disgusta						
Me disgusta						
<b>Sabor</b>						
Me gusta						
Ni me gusta ni disgusta						
Me disgusta						
<b>Aceptabilidad en general</b>						
Me gusta						
Ni me gusta ni disgusta						
Me disgusta						

Comentarios

---

---

---

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente No. 1150  
col. Lajas, Maciel.

**¡Gracias por su colaboración!**

## Anexo 2. Análisis sensorial

### COLOR

26/01/2024 12:11:06

Welcome to Minitab, press F1 for help.

#### Chi-Square Test: color 230, color 438, color 679, color 113, color 511, color 1

Expected counts are printed below observed counts

Chi-Square contributions are printed below expected counts

	color 230	color 438	color 679	color 113	color 511	color 151	Total
1	4	5	10	7	6	4	36
	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	
	0.667	0.167	2.667	0.167	0.000	0.667	
2	7	7	1	5	4	3	27
	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	
	1.389	1.389	2.722	0.056	0.056	0.500	
3	1	0	1	0	2	5	9
	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
	0.167	1.500	0.167	1.500	0.167	8.167	
Total	12	12	12	12	12	12	72

Chi-Sq = 22.111, DF = 10, P-Value = 0.015  
12 cells with expected counts less than 5.

### Chi-Square Test: color 230, color 438, color 511, color 151

Expected counts are printed below observed counts

Chi-Square contributions are printed below expected counts

	color 230	color 438	color 511	color 151	Total
1	4	5	6	4	19
	4.75	4.75	4.75	4.75	
	0.118	0.013	0.329	0.118	
2	7	7	4	3	21
	5.25	5.25	5.25	5.25	
	0.583	0.583	0.298	0.964	
3	1	0	2	5	8
	2.00	2.00	2.00	2.00	
	0.500	2.000	0.000	4.500	
Total	12	12	12	12	48

Chi-Sq = 10.008, DF = 6, P-Value = 0.124

8 cells with expected counts less than 5.

### Chi-Square Test: color 679, color 113

Expected counts are printed below observed counts

Chi-Square contributions are printed below expected counts

	color 679	color 113	Total
1	10	7	17
	8.50	8.50	
	0.265	0.265	
2	1	5	6
	3.00	3.00	
	1.333	1.333	
3	1	0	1
	0.50	0.50	
	0.500	0.500	
Total	12	12	24

## OLOR

### Chi-Square Test: olor 230, olor 438, olor 679, olor 113, olor 511, olor 151

Expected counts are printed below observed counts

Chi-Square contributions are printed below expected counts

	olor 230	olor 438	olor 679	olor 113	olor 511	olor 151	Total
1	4	3	6	6	2	5	26
	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	
	0.026	0.410	0.641	0.641	1.256	0.103	
2	7	8	6	6	7	7	41
	6.83	6.83	6.83	6.83	6.83	6.83	
	0.004	0.199	0.102	0.102	0.004	0.004	
3	1	1	0	0	3	0	5
	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	
	0.033	0.033	0.833	0.833	5.633	0.833	
Total	12	12	12	12	12	12	72

Chi-Sq = 11.692, DF = 10

WARNING: 6 cells with expected counts less than 1. Chi-Square approximation probably invalid.

12 cells with expected counts less than 5.

## SABOR

### Chi-Square Test: Sabor 230, Sabor 511

Expected counts are printed below observed counts

Chi-Square contributions are printed below expected counts

	Sabor 230	Sabor 511	Total
1	3	5	8
	4.00	4.00	
	0.250	0.250	
2	5	4	9
	4.50	4.50	
	0.056	0.056	
3	4	3	7
	3.50	3.50	
	0.071	0.071	
Total	12	12	24

Chi-Sq = 0.754, DF = 2, P-Value = 0.686

6 cells with expected counts less than 5.

## Chi-Square Test: Sabor 230, Sabor 511

Expected counts are printed below observed counts

Chi-Square contributions are printed below expected counts

	Sabor 230	Sabor 511	Total
1	3	5	8
	4.00	4.00	
	0.250	0.250	
2	5	4	9
	4.50	4.50	
	0.056	0.056	
3	4	3	7
	3.50	3.50	
	0.071	0.071	
Total	12	12	24

Chi-Sq = 0.754, DF = 2, P-Value = 0.686  
6 cells with expected counts less than 5.

## ACEPTABILIDAD

**Chi-Square Test: Aceptabilida, Aceptabilida, Aceptabilida, Aceptabilida, Acepta**

Expected counts are printed below observed counts  
 Chi-Square contributions are printed below expected counts

	Aceptabilida 230	Aceptabilidad 438	Aceptabilidad 679	
1	5 4.83 0.006	1 4.83 3.040	8 4.83 2.075	
2	7 6.00 0.167	7 6.00 0.167	4 6.00 0.667	
3	0 1.17 1.167	4 1.17 6.881	0 1.17 1.167	
Total	12	12	12	
	Aceptabilidad 113	Aceptabilidad 511	Aceptabilidad 151	Total
1	3 4.83 0.695	3 4.83 0.695	9 4.83 3.592	29
2	7 6.00 0.167	8 6.00 0.667	3 6.00 1.500	36
3	2 1.17 0.595	1 1.17 0.024	0 1.17 1.167	7
Total	12	12	12	72

Chi-Sq = 24.437, DF = 10, P-Value = 0.007

### Chi-Square Test: Aceptabilida 230, Aceptabilidad 438

Expected counts are printed below observed counts  
Chi-Square contributions are printed below expected counts

	Aceptabilida 230	Aceptabilidad 438	Total
1	5	1	6
	3.00	3.00	
	1.333	1.333	
2	7	7	14
	7.00	7.00	
	0.000	0.000	
3	0	4	4
	2.00	2.00	
	2.000	2.000	
Total	12	12	24

### Chi-Square Test: Aceptabilida 230, Aceptabilidad 113

Expected counts are printed below observed counts  
Chi-Square contributions are printed below expected counts

	Aceptabilida 230	Aceptabilidad 113	Total
1	5	3	8
	4.00	4.00	
	0.250	0.250	
2	7	7	14
	7.00	7.00	
	0.000	0.000	
3	0	2	2
	1.00	1.00	
	1.000	1.000	
Total	12	12	24

Chi-Sq = 2.500, DF = 2, P-Value = 0.287  
4 cells with expected counts less than 5.

### Anexo 3.

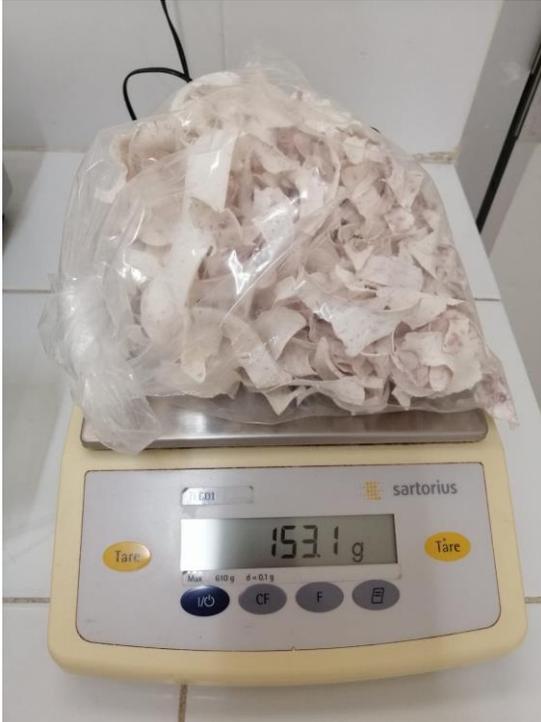


Figura 4 Hojuelas de malanga



Figura 5 Harina de malanga



Figura 5 Lactosuero



Figura 6 Elaboración de mermelada



Figura 8 Bebidas con características funcionales



Figura 7 Desodorización de lactosuero

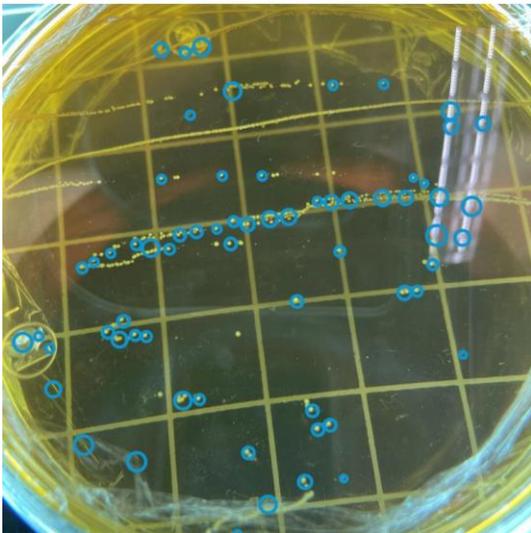
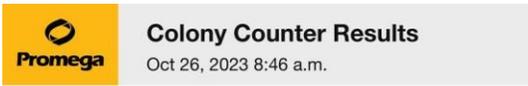


Figura 10 Bacterias Ácido Lácticas

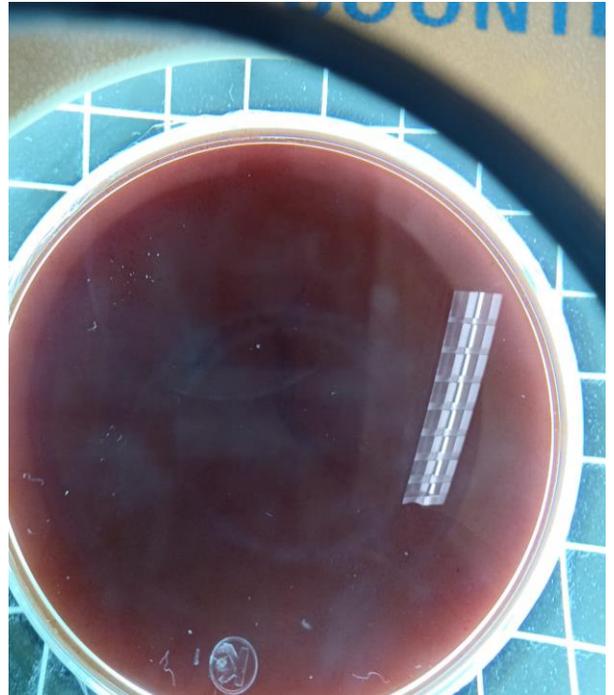
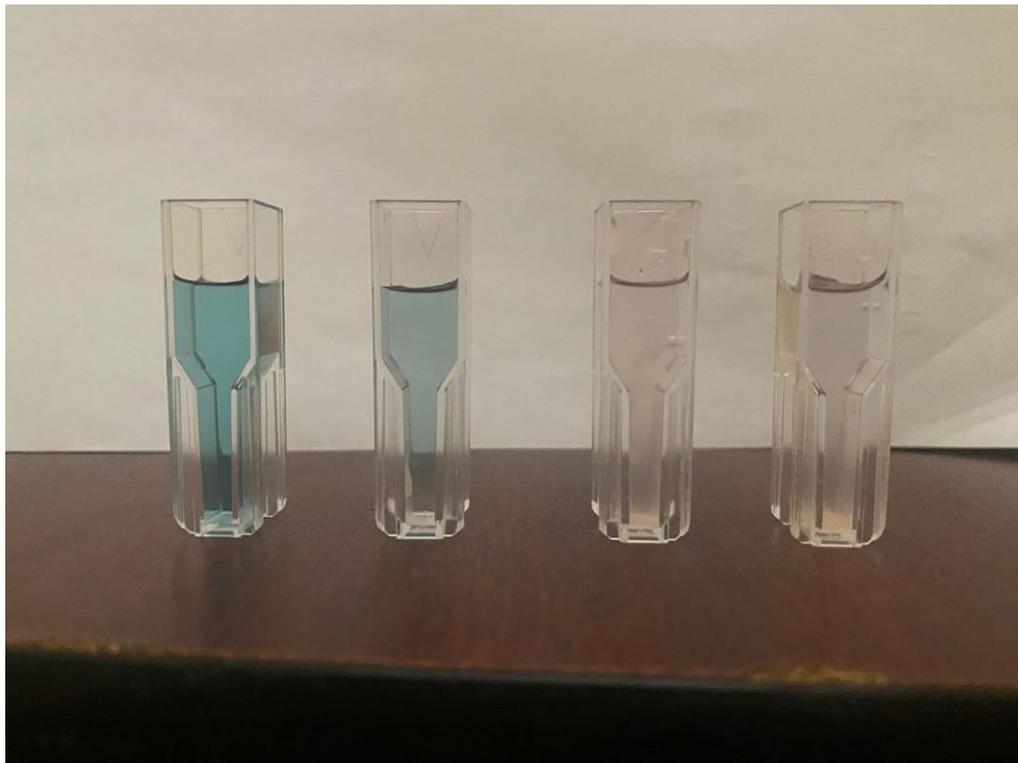


Figura 9 Placa libre de Salmonella



Figura 11 Determinación de antioxidantes



## Anexo 4. Papeleta para determinación de glucosa

### Determinación de glucosa

PRODUCTO: BEBIDA CON CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES ADICIONADA CON LACTOSUERO, MALANGA Y PARA ADULTOS MAYORES Y MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE UNA TORTILLA DE MAÍZ.

Maestría en Nutrición y Alimentación Sustentable.

Fecha:

Genero; Mujer:

Hombre:

Edad:

Peso: talla:

IMC:

#### Instrucciones:

A continuación, se le realizarán 7 pruebas de glucosa capilar, en los siguientes tiempos.

En ayuno (1)

Después de 10-12 min. Se le proporcionará 50 ml. De agua con azúcar. Posteriormente se le tomará la glucosa capilar en los siguientes tiempos 15, 30, 45, 60, 90 y 120 min.

Glucosa capilar Tiempos	Agua con azúcar	Malanga	Tortilla 1	Tortilla 2
Ayuno				
15				
30 min.				
45 min.				
60 min				
90 min.				
120.				

Comentarios

Anexo 5.



Figura 12 Toma de glucosa

Figura 13 Alimento para prueba de glucosa: Malanga cocida



Tabla 13. Preparación de la muestra de antioxidantes (AC)

Relaciones	G de muestra/ml de disolvente
1:5	0.25g/5ml
1:10	0.5g/5ml
1:20	1g/5ml
Concentración de disolvente (Etanol)	Agua destilada
50	50
75	25
99	1

Nota: Macerar muestra por 30 minutos a agitación constante, utilizar el sobrenadante

### Preparación de reactivos

#### Persulfato de potasio (2.45mM)

$$M = (2.45 \text{ mM}) (270.322 \text{ mg/mol}) (0.005 \text{ L}) = 3.3 \text{ mg}$$

Aforar a 5 ml con Agua destilada

#### Radical ABTS

$$M = (7 \text{ mM}) (514.62 \text{ mg/mmol}) (0.001 \text{ L}) = 3.8 \text{ mg}$$

Aforar en 1 ml de persulfato

Para 50 ml:

En el método ABTS se pesaron 90,0585 mg de ABTS y se disolvieron en 25 mL de agua destilada para obtener una concentración de 7 mM, además se pesaron 16,5573 mg de persulfato de potasio y se disolvieron en 25mL de agua destilada para obtener una concentración de 2,45 mM. Se mezclaron las soluciones de ABTS y persulfato de potasio y se dejaron reaccionar por 12h a temperatura ambiente en la oscuridad.

Tabla 14. Solución amortiguadora de fosfato pH 7.4

Reactivo para 1 L (Agua destilada)	
NaCl (Cloruro de sodio)	8 g
KCl (Cloruro de calcio)	0.2 g
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (Fosfato monopotásico)	1.44 g

Nota: ajustar pH con hidróxido de sodio 1N no exceder 10 ml.

La solución amortiguadora es necesaria para realizar la medición de nuestro blanco de ABTS en una absorbancia de 734 nm obteniendo una lectura de  $0.700 \pm 0.020$ .

### **Dilución de ABTS:**

Tomar 150 microlitros de ABTS, adicionarlos en 14 mililitros de solución amortiguadora (ABS final  $0.700 \pm 0.020$ ), proteger de la luz.

### **PREPARACIÓN DE TROLOX**

Preparación de reactivo Trolox para curva de calibración (10mM)

P.M. de Trolox 250.29g/mol

Masa=(10mM) (250.29mg/mmol) (0.01L) =25.029mg

Aforar a 10 ml con Etanol

$V_1 = (3000\text{mM}) (10\text{ml}) (10000\text{mM})$

$V_1 = 3\text{ml}$

Tabla 15. Disoluciones de trolox

Trolox (ml)	Etanol (ml)
25 mg de trolox	10
2.5	5
2.25	5
2.0	5
1.75	5
1.5	5
1.25	5
1.0	5
0.75	5
0.5	5
0.25	5

Procedimiento para realizar lectura de Abs.

1. Realizar calibración de luz
2. Ajustar absorbancia a 734 nm
3. Marcar ZERO
4. Verificar que las cubetas se encuentren en buen estado y limpias.

5. Evitar tocarlas sin guantes
6. Colocar las cubetas como indica la seña en la cubeta
7. Colocar 990 microlitros de ABTS (Diluido) hasta obtener una absorbancia entre  $0.700 \pm 0.020$
8. Realizar mezcla de 10 microlitros de extracto o solución patrón de trolox para realizar la curva con 990 microlitros de ABTS (Diluido) en tubos tipo eppendorf para su agitación y homogenización de la muestra.

Tabla 16. Resultados de la absorbancia de la curva de trolox.

CONCENTRACIÓN (mg/L)	ABSORBANCIA
0.25	0.091
0.5	0.23

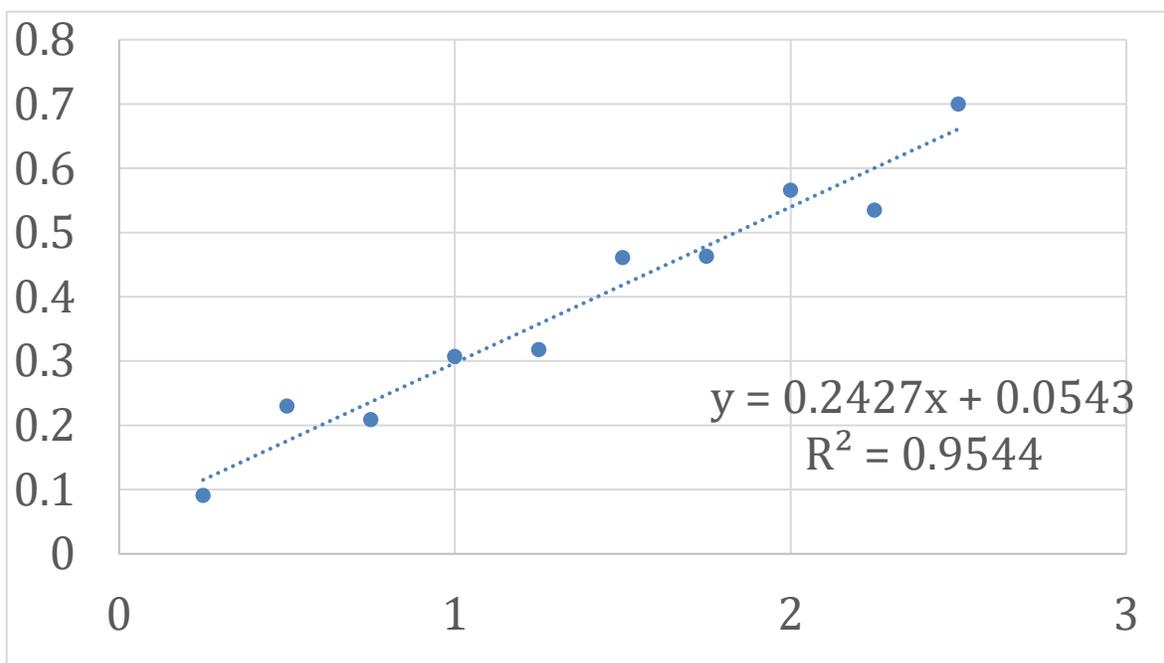


Figura 14 curva de calibración de trolox



Figura 16 Cubeta para espectrofotometría



Figura 15 Tubo tipo eppendorf



Figura 17 Evaluación sensorial con alumnos de maestría



Figura 18 Evaluación sensorial en "casa día".

