

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA CON PROBIÓTICOS A BASE
DE PULPA DE PIÑUELA (*Bromelia pinguin* L.)**

Por:

LISBETH MARILIN ESPINOZA MÉNDEZ



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS

DICIEMBRE, 2024

**FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA CON PROBIÓTICOS A BASE
DE PULPA DE PIÑUELA (*Bromelia pinguin* L.)**

POR:

LISBETH MARILIN ESPINOZA MÉNDEZ

HÉCTOR ALONZO GÓMEZ GÓMEZ PhD

Asesor principal

TESIS

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

CATACAMAS OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE 2024.

DEDICATORIA

Por permitirme culminar este trabajo satisfactoriamente y ser la fuente de toda mi energía y fuerza, se lo dedico a **DIOS**, pues ha sido fiel para conmigo y me mostró siempre su gracia y misericordia, también por darme la sabiduría necesaria para poder resolver las dificultades presentadas durante el proceso, su sustento es definitivamente la clave fundamental de todo el éxito que ha hecho todo esto posible, es todo gracias a ÉL.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por su infinita gracia, fidelidad y por permitirme seguir mi sueño. A mi persona, por no rendirse y ser fuerte, por seguir adelante aún con miedo, cansancio o desvelada.

A mi madre Ruby Maritza Méndez y a mis hermanos, que son las piezas fundamentales para mi desarrollo e inspiración motivacional de mi vida, por alegrarse y celebrar mis logros, así como alentándome en mis derrotas, también por su ayuda económica para mi continuo aprendizaje, por mostrarme el camino que debo de seguir y poner todo en las manos de Dios, de verdad me siento muy agradecida por ser parte de una familia tan genuinamente buena y unida.

Al ministerio Amigos de Jesús, que me ha mostrado el mejor lado de la Universidad, pues sus motivaciones y su amistad son de las mejores experiencias que pude pasar dentro de la institución, en especial a Eduardo Josué Zúniga por su apoyo incondicional y cariño, Dios lo continúe bendiciendo.

A mis asesores, PhD Héctor Alonso Gómez Gómez, Lic. Lidia Magdalena Diaz Pineda y el Ing Josué Matute, por guiarme en el transcurso de mi proyecto de investigación.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	10
II. OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo General.....	11
2.2 Objetivos específicos	11
III. REVISIÓN DE LITERATURA	12
3.1. Inseguridad alimentaria en Honduras.....	12
3.2. Hambre, efecto de la inseguridad alimentaria	12
3.3. Desperdicios alimenticios	13
3.4. Valoración nutricional de los frutos.....	13
3.5. Conservación de los frutos no convencionales	14
3.6. Productos Locales, alternativas para el desarrollo sostenible	14
3.7. <i>Bromelia pinguin</i> L	15
3.7.1 Taxonomía de la piñuela.....	16
3.7.2. Composición química de la <i>Bromelia pinguin</i> L.....	16
3.7.3. Composición nutricional de la piñuela.	17
3.7.4. Características físicas del fruto de la piñuela	17
3.7.5. Características nutricionales de la Piñuela	18
3.7.6. Características físicas de la planta de <i>Bromelia pinguin</i> L.....	19
3.7.7. Usos tradicionales de la piñuela	19
3.8. Alimentos funcionales.....	20
3.9. La leche como alimento	20
3.10. Lípidos y ácidos Grasos.....	21
3.11. Péptidos bioactivos	21
3.12. Bacterias Probióticas	22
3.13. Bebidas fermentadas en la sostenibilidad alimentaria	22
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	24
4.1. Lugar de investigación	24
4.2 Materiales y equipo utilizado.....	24
4.3 Metodología general de investigación	24

4.3.1. Etapa I: Recolección de la materia prima	24
4.3.2. Etapa II: Preparación de la pulpa de piñuela	24
4.3.3. Etapa III: Formulación de bebidas a base de piñuelas.....	25
4.3.4. Etapa IV. Elaboración de bebida.....	26
4.3.4 Etapa V: Caracterización fisicoquímica de las formulaciones.....	29
4.3.5 Etapa VI: Evaluación sensorial de las bebidas de piñuelas	29
4.3.6 Etapa VII. Análisis estadístico	29
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
5.1 Resultados de los análisis fisicoquímicos de la pulpa de piñuelas.	31
5.2 Evaluación Sensorial de las formulaciones	32
5.5 Gráfico de aceptabilidad de las bebidas.	34
5.6 índice de aceptabilidad general.....	35
VI. CONCLUSIONES	36
VII. RECOMENDACIONES	37
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	38
ANEXOS.....	43

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Componentes de la Piñuela	17
Tabla. 2 Composición general de la leche en diferentes especies (por cada 100 g).....	21
Tabla. 3 Muestra de ingredientes variables y fijos expresados en porcentajes.....	28
Tabla.4 Formulaciones de bebidas a base de piñuelas expresados en gramos	28
Tabla.5 Caracterización fisicoquímica de la pulpa de piñuelas.....	31
Tabla 6. Resultados de la evaluación sensorial de la bebida.....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 fruto completo, b) fruto sin cascara y semilla expuesta, c) fruto cortado longitudinalmente, d) semillas	18
Figura 2. Imagen de la estructura diseñada para visualizar los porcentajes de cada formulación, cada punto representa un porcentaje de los componentes a añadir a la mezcla.....	25
Figura 3. Flujograma de proceso para la elaboración de una bebida probiótica.....	28
Figura 4 Valores de las medias de aceptación para las características evaluadas.....	35

RESUMEN

Los frutos subutilizados están siendo desplazados de la industria alimentaria, gracias a la industrialización de frutos exóticos comercializados y a los alimentos ultra procesados que hoy en día les resta reconocimiento a los subutilizados. Por ello el objetivo de esta investigación es aprovechar el fruto de piñuela (*Bromelia pinguin* L.) para formular una bebida utilizando probióticos benéficos para la salud intestinal. Se realizó la caracterización fisicoquímica, pH, °Brix y acidez de la pulpa de piñuela. Utilizando el diseño simplex lattice se realizaron las diez formulaciones. Se pasteurizó la leche de cabra a 65°C durante 30 minutos. Para poder activar el cultivo de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bugarius* y *Streptococcus Thermophilus*, se inocularon en 150 ml de leche con un tiempo de incubación de 4 horas y 30 minutos a 45°C. Posteriormente se añadió a 150 ml de muestra de leche con harina de maíz disuelto por medio de cocción a 45°C, se añadieron los demás ingredientes y se llevó a fermentar por 16 horas. Los resultados mostraron que la formulación 7 con 0% pulpa 8% de pigmento y 0.0865% de harina de maíz presentó las mejores características organolépticas y con índice de aceptabilidad del 63.33%, según el ANOVA realizado para los parámetros de color, sabor, aroma, consistencia y aceptabilidad general no existen diferencias significativas entre las diez formulaciones según Turkey al 5% margen de error.

Palabras clave: Fermentación, probióticos, descenso de pH, características organolépticas.

I. INTRODUCCIÓN

Los frutos subutilizados poseen una amplia composición química (proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales), mismos que el cuerpo utiliza para su desarrollo, crecimiento saludable y el buen funcionamiento del organismo. Uno de los objetivos de las organizaciones mundiales, es “buscar el aprovechamiento integral de alimentos autóctonos subutilizados de origen vegetal con potencial nutritivo y alto interés socioeconómico, que contribuyan a resolver el problema de seguridad alimentaria de la región” (Rojas, 2020).

Dentro de este tipo de frutos están tres especies de bromelias, estas tienen calidad potencial para consumo, pero requieren de mayor investigación. Los frutos presentan perspectiva prometedora como alternativa de productos innovadores y demuestra la necesidad de evaluar desde lo más simple, a fin de obtener información básica y así establecer parámetros tecnológicos (Tepic, 2019).

Una especie nativa que no está siendo valorada actualmente y es poco investigada es la piñuela (*Bromelia pinguin* L), aportador de micronutrientes, posee gran potencial para ser utilizado en la alimentación. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es desarrollar y realizar la caracterización fisicoquímica de una bebida funcional a base de piñuelas.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General.

Formular una bebida a base de la pulpa del fruto de piñuela (*Bromelia pinguin* L).

2.2 Objetivos específicos.

- Evaluar las características fisicoquímicas de la pulpa de piñuelas.
- Elaborar bebidas a base de pulpa de piñuela con harina de maíz y pigmentos naturales.
- Evaluar las características sensoriales (color, aroma, sabor, consistencia) y la aceptabilidad general de las bebidas de piñuela.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Inseguridad alimentaria en Honduras

Los factores determinantes de la inseguridad alimentaria son la pérdida de empleos (principalmente en el sector informal, turismo, industria, construcción, maquila, transporte y agrícola). La reducción de las reservas de granos básicos en el hogar y la tendencia al aumento de precios de granos básicos y la limitación de la movilidad y transporte que ha disminuido grandemente los desplazamientos de población, limitando poder ofrecer mano de obra y llevar a cabo comercio informal (CIF, 2021).

La población se ve mayormente afectada por la disminución del poder adquisitivo, producto de los bajos ingresos y del alto costo de la Canasta Básica Alimentaria (CBA) adicionalmente, la tasa de desocupación en el país se ha mantenido alta, reportando un 57.3% de la fuerza de trabajo desocupada o sub ocupada, por insuficiencia de tiempo de trabajo o de ingresos (CIF, 2023).

3.2. Hambre, efecto de la inseguridad alimentaria

La falta de alimentos parcial o total es una epidemia global que afecta a 187 millones de personas en América Latina y el Caribe. El hambre es la consecuencia individual más severa de la inseguridad alimentaria y nutricional (IA), que afecta a 820 millones de personas en el mundo y a 42,5 millones en Latinoamérica. En Colombia, 54% de la población tiene falta de acceso a los alimentos. La IA puede tener consecuencias nutricionales como el hambre la presencia del hambre oculta o carencia de vitaminas y minerales esenciales para la dieta, la desnutrición aguda global y el retraso del crecimiento en los niños (Bernal 2020)

El hambre continúa aumentando en algunas partes del mundo y más de 820 millones de personas sufren desnutrición crónica, todo esto derivado de la inseguridad alimentaria y la crisis sanitaria de la que eventualmente el mundo sería víctima, emergencias climáticas, desastres naturales, consecuencias de actos por parte del hombre entre otros, por lo que el segundo objetivo del desarrollo sostenible no se ha podido cumplir “hambre cero” todo esto producto de tantos desperdicios alimenticios (ONU, 2020).

3.3. Desperdicios alimenticios

El desperdicio de alimentos es la pérdida de alimentos que tiene lugar en la fase de venta al por menor y de consumo final debido al comportamiento de los minoristas y los consumidores que es arrojar los alimentos como desperdicio. Entre los diferentes sectores alimenticios con las mayores cantidades de productos que se transforman en PDA (pérdidas y desperdicio de alimentos), se encuentran en primer lugar las frutas y hortalizas con un 45% de pérdidas, lo cual es un valor alarmante, ya que representa casi la mitad de la producción mundial (Montero, 2022).

3.4. Valoración nutricional de los frutos

Uno de los aspectos más importantes para lograr un estilo de vida saludable es la nutrición. La nutrición es el proceso de proporcionar u obtener los alimentos necesarios para la salud y el crecimiento, una buena nutrición ayuda a alimentar su cuerpo y respalda el bienestar físico y mental. El consumo de frutas y hortalizas desempeña un papel crucial en el desarrollo de enfermedades relacionadas con la edad como artritis, diabetes, cáncer, aterosclerosis, enfermedades vasculares y síndromes metabólicos causados por el estrés oxidativo (Arce, 2019).

En la composición química general de las frutas, son buenas fuentes de vitaminas y elementos minerales, su contenido de proteínas es bajo y dentro de su fracción hidrocarbonada hay que señalar el aporte de fibra alimentaria. Todo ello hace que su consumo sea imprescindible para conseguir una alimentación sana y equilibrada (Rodríguez, 2014). Diversos beneficios potenciales en seguridad alimentaria, desarrollo

de nuevos productos y la obtención de compuestos bioactivos de los cultivos, son razones para conservar la agrobiodiversidad.

La cual recibe poca atención, tanto a nivel nacional como internacional. Sin embargo, a nivel local, en las comunidades rurales, estas especies subutilizadas, constantemente con amenaza de extinción, por el poco conocimiento de sus usos, pueden cumplir un papel fundamental para mejorar la calidad de vida, en cuanto a nutrición, salud y en la generación de ingresos (Padulosi 2019)

3.5. Conservación de los frutos no convencionales

El actual sistema agroalimentario ha logrado perder históricamente el 75% de las variedades convencionales de plantas alimenticias, y la cifra sigue en aumento, a menos que rescatemos del anonimato culinario a las hoy denominadas plantas alimenticias no convencionales. PANC son las siglas que internacionalmente han servido para definir un enorme conjunto de plantas comestibles con valor nutricional, pero que por diferentes razones no son conocidas, no se producen comercialmente o son muy poco consumidas manteniéndose al margen del sistema agroalimentario dominante y de la monótona dieta que éste promueve, pero siendo habituales en gran cantidad de poblaciones donde de manera espontánea y natural se producen estas importantísimas variedades vegetales (Perche 2021).

Son un conjunto de plantas comestibles con valor nutricional, pero que por diferentes razones no son conocidas, no se producen comercialmente o son muy poco consumidas, pero siendo habituales en gran cantidad de poblaciones donde de manera espontánea y natural se producen estas importantísimas variedades vegetales (Perche 2021). A menudo están siendo olvidadas por diversas razones, entre ellas, la pérdida del gusto o la costumbre de comerlos, debido al reemplazo por frutos exóticos con valor comercial e internacional (Vargas, 2022).

3.6. Productos Locales, alternativas para el desarrollo sostenible

Los sistemas agroecológicos de producción campesina podrían constituirse en una alternativa bien enfocada para atender el fortalecimiento de los sistemas alimentarios

locales, y al estar vinculada al rescate de productos locales propone el uso de plantas alimenticias no convencionales, que justamente pueden resolver en gran medida la mejora de la oferta y variedad de nutrientes en la dieta requerida por la población (Perche, 2021).

Según los expertos el consumo de frutas locales, es una práctica tradicional que tiene numerosos beneficios, como el aporte de alimentos nutritivos y de costo cero, que diversifica la dieta familiar y el descubrimiento de nuevos sabores locales que generan nuevas recetas familiares. Pero también favorece la instancia de juego y exploración que implica el salir a recolectar, así como la valoración por la flora local. Así, la práctica de consumo de frutos locales tiene importancia patrimonial al estar relacionada con el uso del recurso natural en la región y los conocimientos asociados (Benay, 2020).

3.7. *Bromelia pinguin* L

Las bromelias son una familia de plantas monocotiledóneas que han sido consumidas por los nativos desde tiempos prehispánicos, en Latinoamérica su principal uso como fuente alimenticia, son algunas de sus partes que se consumen como vegetales, aunque también se come el fruto completo o en bebidas preparadas, fermentadas o no. Desde una visión general evidencia la enorme riqueza en términos de agro diversidad, así como el importante potencial nutricional que representa este sector de plantas subutilizadas y las repercusiones que, sobre la dieta, manufactura de alimentos y economía campesina puede representar su difusión (Salvador, 2020).

Una planta conocida como “aguma” o “guamara” que es la misma que la piñuela, solo que existen variedades de *Bromelia pinguin* L y en diferentes partes de América latina se les llama con nombres distintos siempre tomando en cuanto la región, cultura, país etc. Este fruto ha llamado la atención por la presencia de proteasas en su fruto, esta especie posee hojas espinosas en rosetas con grandes vainas cubiertas de escamas y desarrolla racimos de 40 cm con la capacidad de producir entre 40-50 frutos de 5 cm de longitud con un peso aproximado de 18.5g (Moreno, 2017).

3.7.1 Taxonomía de la piñuela

De nombre científico *Bromelia Pinguin* L, este fruto es comúnmente conocido como: Piñuelas, piñitos, timbiriches, guámara entre otros dependiendo de la región y país. Su nombre proviene del tarasco o purépecha timbiriche, proveniente de tumbire, que significa racimo; en México en el estado de Nayarit, principalmente en el municipio de Rosamorada, se conoce como guámara, en Sinaloa, se conoce como aguama. En otros países, como en Panamá se le conoce como Piro; en Costa Rica, Honduras, Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Colombia se le conoce como piñuela.

Reino Plantae, una división Magnoliophyta, clase Liliopsida y una orden Polaes. También conocida como “maya” o “piña de ratón” y Cocuixtle (*B. karatas* L.) también conocida como *Bromelia plumieri*, “aguamas” o “piñuela”, forman parte del género de Bromelias dentro de la familia Bromeliácea, integrado por plantas con relevancia ecológica por su grado de endemismo y relación con la fauna de su hábitat (Ayerdi, 2018)

Nombre Científico: *Bromelia Pinguin* L. Familia de las Bromeliaceae. La familia de Bromeliaceae se conforma por casi 3,086 especies en 56 géneros, siendo México un centro de diversificación de grupos de Bromelias, registrando 18 géneros y 342 especies, de los cuales el 70% son endémicos. Pero no solo México se resalta por poseer este fruto, sino que expande por América central hasta en el sur de América latina (Morillo, 2022).

3.7.2. Composición química de la *Bromelia pinguin* L

Péptidos bioactivos, metabolitos secundarios, calcio, fosforo, potasio y vitamina C y algo que resalta de este fruto, es que contiene una gran cantidad de proteasas, las cuales ha sido objetivo de muchas investigaciones, cuenta con su género, origen y propiedades, características fisiológicas como tamaño, color y textura (Rojas 2022). Las Bromelias, como fuente de alimento y medicina, así como la piña, algunas investigaciones fitoquímicas, han reportes de triterpenoides, flavonoides, diterpenoides, derivados del

ácido cinámico, gliceroles sustituidos, gliceroles sustituidos, lignanos y compuestos que contienen nitrógeno (Cruz, 2022).

3.7.3. Composición nutricional de la piñuela.

Tabla1 Componentes de la Piñuela

Composición proximal de 100g bases seca, Bromelia Pinguin L (fruto fresco)	
Humedad	80.41
Proteína	7.20-13.87
Lípidos	1.40
Cenizas	6.63-10.60
Fibra cruda	3.35-3.41
Carbohidratos	5.31-15.14
Ácido fítico	0.12
Minerales (mg 100g ⁻¹ bs)	
Calcio	1200-12890
Cobalto	1.20
Hierro	1.70
Potasio	903-2160
Magnesio	320-500
Manganeso	2.95
Sodio (Na)	250
Fósforo	56.65-160
Zinc (Zn)	2.80
Vitamina C (mg 100g-1)	126.0

Abreu *et al.* (2005^a), Pio-León *et al.* (2009), Moyano *et al.* (2012), Santos *et al.* (2009), Libier Espinoza (2017).

3.7.4. Características físicas del fruto de la piñuela

Son bayas rojizas cuando maduran, otros estudios realizados en diferentes especies de Bromelias señalan que el racimo presenta una longitud desde 33 hasta 49 cm (Rojas 2022). Su forma alargada en forma de ovoide con terminación en un pico, cáscara hebrosa, de color rosa, es completamente ferrugíneo, fusiforme, estrecho hacia la parte basal y apical, pero más redondo en su parte central, encontradas normalmente en racimos con el tallo de color blanco (Pacheco, 2022).

El fruto se come sin otros efectos adversos que la irritación leve alrededor de la boca en la parte superior de los labios, pequeñas úlceras dolorosas se desarrollaron fácilmente en un período de unas pocas horas en las yemas de los dedos de los trabajadores de laboratorio por manipulación de la pulpa de la fruta sin guantes de goma, esto es al parecer el resultado de una combinación de irritación mecánica causada por el oxalato de calcio rafidios, es por esta razón que se le debe de dar un proceso primero, uno en lavado estricto para eliminar suciedad superficial y eliminación del bello que la piel contiene (Carrillo, 2020).

3.7.5. Características nutricionales de la Piñuela

Contiene antioxidantes como; compuestos fenólicos, saponinas y ácidos grasos, que tienen una actividad muy interesante ante el estrés que puede ser causado tanto biótico como abióticamente y actúa contra los radicales libres que causan desgaste y oxidación cerebral y energéticamente. (Morillo, 2022).

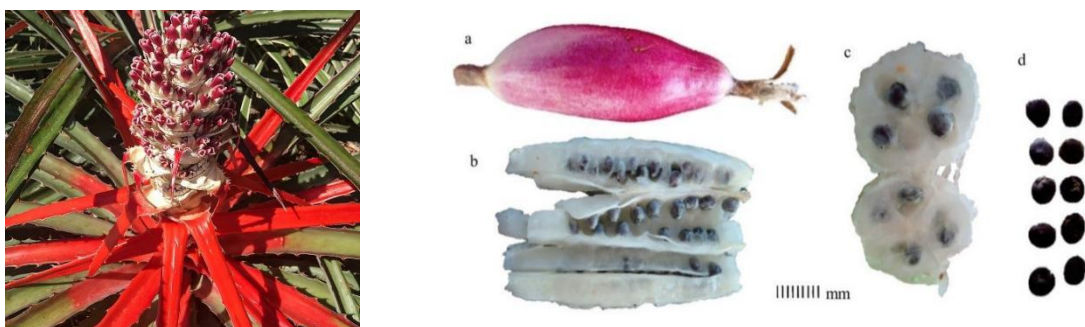


Figura 1 a) fruto completo, b) fruto sin cascara y semilla expuesta, c) fruto cortado longitudinalmente, d) semillas

La piñuela en su composición tan diversa de actividad benéfica, es muy rica en proteasas cisteínas, lo cuales gracias a las investigaciones se ha descubierto que esas proteasas

vegetales, son capaces de realizar varias funciones en sistemas biológicos y su uso es atractivo para el proceso biotecnológico debido a sus interesantes propiedades catalíticas, también tiene enzimas para aplicaciones biotecnológicas y actividad proteolítica en condiciones ácidas con un pH de 7,0-9,0, lo que indica que existen diferentes tipos de proteasas activas. (Moreno, 2017).

3.7.6. Características físicas de la planta de *Bromelia pinguin* L

Son una de las plantas más fáciles de reconocer porque son las que contienen una mayor cantidad de espinas y es muy característica de los hábitats caducifolios, es una planta común en América Tropical Continental y en las Antillas, todos los frutos que se conocen de las bromelias son comestibles y muchos son deliciosos y el fruto de la *Bromelia pinguin* L, es comida como una legumbre por las personas y es sembrada por su fibra, adaptadas exitosas para su crecimiento en lugares secos, gracias a su alta resistencia a las extremas condiciones (Carrillo, 2020). .

Debido a que en su cubierta existe una presencia de pelitos que son los encargados de absorber el agua y esto permite la hidratación de la planta (Jon, 2020), y a su gran adaptabilidad y resistencia a condiciones extremas como la baja disponibilidad de agua, las Bromelias poseen un rango de hábitat muy amplio, abarcando desde los trópicos húmedos y calientes a los subtrópicos más fríos y secos. Si bien la mayoría de las especies proviene de Sudamérica, con el número más grande de especies halladas (Carrillo, 2020).

En la parte utilizada como alimentos, es un poco limitado, ya que es más usado como cercos o decoración, si bien existen algunas investigaciones sobre este fruto, la verdad es que son muy pocos (Pacheco 2022). Los frutos de las tres especies de bromelias tienen calidad potencial para consumo, pero requieren de mayor investigación. Por lo anterior, los frutos presentan perspectiva prometedora como alternativa de productos innovadores y demuestra la necesidad de evaluar desde lo más simple, a fin de obtener información básica y así establecer parámetros tecnológicos (Tepic, 2019).

3.7.7. Usos tradicionales de la piñuela

Algunas bromelias proporcionan frutos carnosos que se usan para la elaboración de bebidas, como el agua de piñuela, elaborada con frutos de cocuixtle (*B. karatas*). Estos usos, tienen sus orígenes en las culturas prehispánicas hace miles de años, los Aztecas, Mayas, Incas, quechuas, los Yanomami y otros pueblos las utilizaban como alimento, fibra, en ceremonias religiosas, como medicina y plantas ornamentales (Mondragón, 2011).

Los frutos son sumamente apreciados en algunas regiones por sus propiedades nutritivas y medicinales, también se considera que existen algunas propuestas para su aprovechamiento en la preparación de bebidas, sin embargo, el fruto sigue siendo subutilizado y/o desechado debido a la poca diversificación de su comercialización, por lo que se pierde un recurso valioso y de gran potencial tecnológico (Moreno, 2017).

3.8. Alimentos funcionales

El término alimentos funcionales surgió en Japón por primera vez en la década de los años '80, cuando se iniciaron una serie de investigaciones, enmarcadas en un gran proyecto de gobierno, cuyo propósito fue conocer otras funciones de los alimentos, además de la principal función nutritiva. Este proyecto definió por primera vez el concepto de alimento funcional. En general se define que los alimentos deben tener tres funciones: la primera es "nutricional", esencial para la supervivencia del individuo (Rodrigo Durán, 2010).

La segunda es una función "sensorial", esto es que su consumo produzca una sensación placentera a partir de su sabor, olor, textura, entre otras. La tercera es una función "fisiológica" con lo cual el alimento debe producir un efecto favorable en la nutrición, el biorritmo, el sistema nervioso, en la capacidad de defensa corporal, entre otras, de quien lo consume. En el concepto japonés, los alimentos funcionales deberían enmarcarse precisamente en esta última función (Rodrigo Durán, 2010).

3.9. La leche como alimento

La leche es un alimento básico completo y equilibrado, proporcionando un elevado contenido de nutrientes (Proteínas, Hidratos de Carbono, Vitaminas, Minerales y Lípidos) en relación al contenido calórico, su valor como bebida nutritiva es incomparable al resto de las bebidas existentes en el mercado y su consumo regular. Presenta sustancias definidas: agua, grasa, proteína, lactosa, vitaminas, minerales; a las cuales se les denomina extracto seco o sólidos totales. Los sólidos totales varían por múltiples factores como lo son: la raza, el tipo de alimentación, el medio ambiente y el estado sanitario de la vaca entre otros. (Elena Fernández, 2016).

Tabla 2. Composición general de la leche en diferentes especies (por cada 100 g)

Nutriente gr	Vaca	Búfalo	Cabra	Mujer
Agua	88	84	82.2	87.5
Energía (Kcal)	61	97	67	7.0
Proteína	3.2	3.7	3.4	1.0
Grasa	3.4	6.9	3.64	4.4.
Lactosa	4.7	5.2	4.08	6.9
Minerales	0.72	0.79		0.20

Revista Lasallista de Investigación ISSN: 1794-4449 (2005), (EFSA, 2010).

3.10. Lípidos y ácidos Grasos

Los lípidos son un grupo de sustancias insolubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos, que incluyen los triglicéridos (comúnmente llamados grasas), fosfolípidos y esteroides, son componentes esenciales de todas las membranas celulares y subcelulares, sirven como vehículo biológico en la absorción de vitaminas liposolubles A, E, E y K, los lípidos son fuente de ácidos grasos esenciales, mismo que son indispensables para el mantenimiento e integridad de las membranas celulares (Azcona, 2020)

3.11. Péptidos bioactivos

Los péptidos bioactivos con propiedades antimicrobianas e inmuno moduladoras más estudiados son aquellos que proceden de la leche y los productos lácteos. Este efecto parece estar relacionado con la carga neta positiva de estos péptidos, que se organizan estructuralmente y provocan la formación de canales iónicos en la membrana de los

microorganismos, alterando su permeabilidad y provocando la muerte celular (Mulero Cánovasa, 2011).

Péptidos derivados de las caseínas de la leche muestran también actividad antimicrobiana *in vitro* frente a un amplio rango de microorganismos, entre los que se incluyen *Staphylococcus* spp y *Streptococcus pyogenes*. Estudios *in vivo* muestran efectos protectores de la israicina (derivado de la caseína) frente a *S. aureus* y *Candida albicans* en ratones y frente a mastitis en vacas y ovejas. . (Mulero Cánovasa, 2011)

3.12. Bacterias Probióticas

Son como microorganismos que, consumidos en adecuadas dosis, ejercen efectos benéficos sobre la salud del consumidor. La mayoría de estos microorganismos pertenecen a los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, son de origen intestinal (aislados de individuos sanos) y son incluidos en productos lácteos fermentados, principalmente yogures, para su llegada al consumidor. Su agregado a matrices alimenticias presenta numerosos desafíos tecnológicos, como lo son el mantenimiento de su viabilidad y funcionalidad a lo largo del proceso y conservación del alimento (Vinderola, 2020).

Los microorganismos, especialmente las bacterias, son de las primeras formas de vida en la tierra y la presencia de determinados alimentos y condiciones contribuyó a tener un tipo de producto u otro; una ecología que determinó el desarrollo de todo tipo de variantes de estos productos primarios, como los cereales, la leche o el té, y que formaron y forman parte de la cultura (Andreu *et al.* 2022).

3.13. Bebidas fermentadas en la sostenibilidad alimentaria

Son productos lácteos compuestos, según se definen en la Sección 2.3 de la Norma general para el uso de términos lecheros (CXS 206-1999), obtenidas mediante la mezcla de leche fermentada, según se describen en la Sección 2.1, con agua potable, con o sin el agregado de otros ingredientes tales como suero, otros ingredientes no lácteos, y

aromatizantes. Las bebidas a base de leche fermentada tienen un contenido mínimo de leche fermentada del 40 % (m/m) (Codex Alimentarius 2003)

En cuanto al alimento fermentado, se define como una matriz transformada a través del proceso de fermentación debido a la acción de los microorganismos tales como mohos, levaduras o bacterias, que utilizan los azúcares presentes, lo que confiere nuevos sabores, texturas y otras características a la matriz inicial (Andreu *et al.* 2022). La reducción de azúcar ha pasado de ser una tendencia emergente en la categoría de alimentos y bebidas a convertirse en una corriente principal, sin embargo, todavía existe la posibilidad de que la industria de alimentos y bebidas de un giro (García, 2022).

Las empresas, conocedoras de las propiedades de los fermentos y de su función en la conservación de los alimentos, los aplican a los retos de sostenibilidad que plantea la sociedad actual. En concreto, en lo relativo a la lucha contra el desperdicio alimentario, que es un reto social, ambiental y económico que implica a todos los que formamos parte de la cadena alimentaria (Andreu *et al.* .2022).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Lugar de investigación

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Planta de Procesamiento Hortofrutícola y en la Planta Procesadora de Lácteos de la Facultad de Ciencias Tecnológicas de la Universidad Nacional de Agricultura.

4.2 Materiales y equipo utilizado

Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron canastas, cuchillos, cucharones, licuadora, recipientes de plástico, ollas, estufa. Y los equipos, balanza digital, titulador de acidez, refractómetro ocular y digital de mano, pH-metro modelos OHAUS, y ORP HANNA Colombia, portátil, beakers, matraces erlenmayer, refrigeradora, incubadora y los reactivos NaOH a 0.1 N y fenolftaleína al 1%.

4.3 Metodología general de investigación

La metodología se dividió en VII etapas, descritas a continuación.

4.3.1. Etapa I: Recolección de la materia prima

Se recolectaron piñuelas maduras en el municipio de Leuterique del departamento de La Paz y en valle de Ángeles del departamento de Francisco Morazán. La materia prima, fue transportada a la Planta de Procesamiento de Hortofrutícola. las frutas fueron lavadas por aspersión y luego por inmersión, clasificado, pesado y pelado (ver anexo 1).

4.3.2. Etapa II: Preparación de la pulpa de piñuela

Al fruto previamente pelado y cortado se le separó las semillas manualmente, se licuó y filtró para obtener la pulpa completa y posteriormente se realizó los análisis fisicoquímicos pH, °Brix y acidez y se almacenó en bolsas herméticas transparentes.

4.3.3. Etapa III: Formulación de bebidas a base de piñuelas

Diseño experimental:

Para realizar las formulaciones se utilizó un diseño de mezclas simplex lattice (ver figura 2), con un total de diez puntos, los cuales representan una mezcla de todos los componentes variables que fueron utilizados en las formulaciones. Estos componentes variables son la pulpa de piñuela, pigmento natural y harina de maíz (siendo 0 el mínimo y 1 el máximo en sus variables codificados).

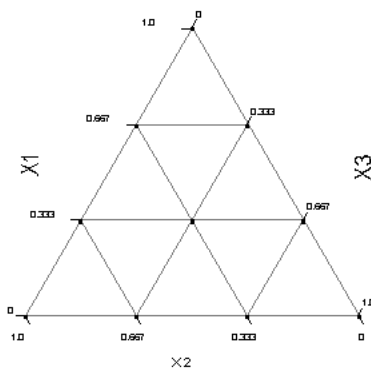


Figura 2. Diseño de mezclas Simplex Lattice.

Tabla. 3. Ingredientes variables y fijos expresados en porcentajes.

Formulaciones	ingredientes variables			Ingredientes Fijos			
	Pulpa de Piñuela	Pigmento natural (Jamaica)	Harina de maíz Morado	Leche de cabra	Panela	Sal	Cultivo
1	8	4.32	0.0865	64.93	10.82	0.44	2.16
2	6.33	3	0.023	64.93	10.82	0.44	2.16
3	2.67	4	0.05	64.93	10.82	0.44	2.16
4	0	5	0.073	64.93	10.82	0.44	2.16
5	4.32	3.33	0.0570	64.93	10.82	0.44	2.16
6	8	1	0.03	64.93	10.82	0.44	2.16
7	0	8	0.0865	64.93	10.82	0.44	2.16
8	4.32	7	0.023	64.93	10.82	0.44	2.16
9	6.33	0	0.0780	64.93	10.82	0.44	2.16
10	2.67	8	0.07	64.93	10.82	0.44	2.16

Se presentan los ingredientes variables y fijos expresados en porcentajes que contiene la bebida.

Para los componentes fijos se utilizaron; panela, leche de cabra, sal y cultivo, estos ingredientes se mantienen fijos en las diez formulaciones sin variar su cantidad (tabla 4).

En la siguiente tabla se muestran los ingredientes tanto fijos como variables de las bebidas, expresados en gramos.

Tabla.4 Formulaciones de bebidas a base de piñuelas expresados en gramos.

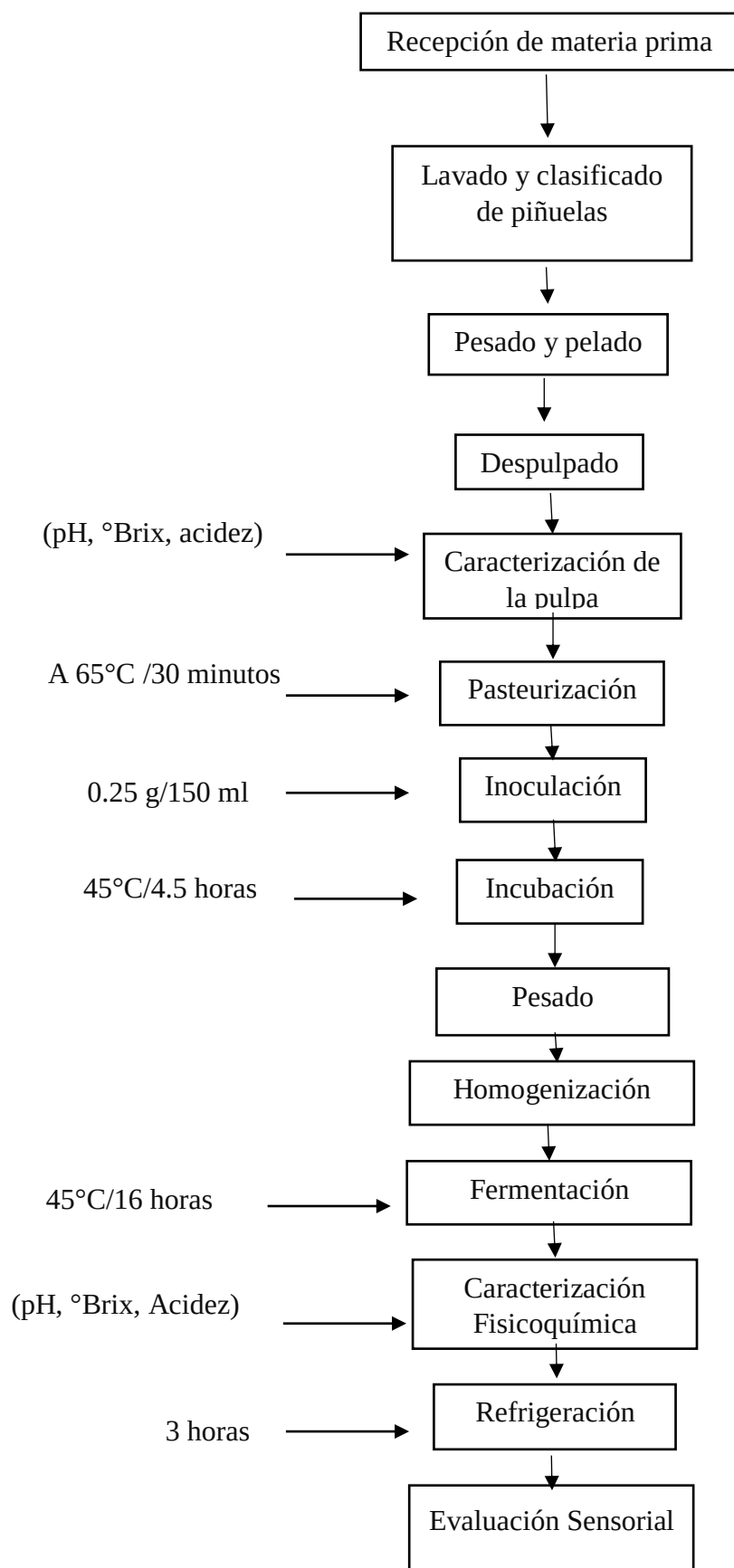
Formulaciones	Componentes fijos				Componentes variables		
	Leche	Panela	Sal	Cultivo	Pulpa	Pigmento	Harina
1	150	25	1	5	20	4.32	8.65
2	150	25	1	5	16.50	3	2.3
3	150	25	1	5	12.66	4	5
4	150	25	1	5	0	5	7.3
5	150	25	1	5	14.36	3.33	5.70
6	150	25	1	5	20	1	3
7	150	25	1	5	0	8	8.65
8	150	25	1	5	14.36	7	2.3
9	150	25	1	5	16.50	0	7.80
10	150	25	1	5	12.66	8	7

4.3.4. Etapa IV. Elaboración de bebida

La pasteurización de la leche se llevó a 65°C con agitación constante durante 30 minutos, utilizada. Luego se activaron las bacterias probióticas *Lactobacillus delbrueckii subsp.bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus*, inoculándose 0.25 gramos de cultivo liofilizado (YC-X1, cultivo termófilo Yo-Flex) en 150 ml de leche previamente pasteurizada, en un matraz de 250 ml esterilizado, con un tiempo de incubación de 4.5 horas a 45°C, que según literatura el cultivo termófilo YC-X11, utilizado en condiciones óptimas, tiene un descenso de pH 6.5 a 4.2 dentro de las primeras 16 horas en condiciones óptimas, que es lo que se esperó obtener.

Para la fermentación de las bebidas, se adicionó 5 ml del cultivo lácteo mixto activo (cultivo iniciador), en un volumen de 150 ml de la leche y harina de maíz disuelto por medio de cocción a 45°C primero, manteniendo esa misma temperatura, se trasladó esa disolución en un matraz de 500 ml luego se añadieron los demás ingredientes, llevándose a fermentar por 16 horas en una incubadora modelo ON-12 a 45°C. Al terminar su tiempo de fermentación se midió sus parámetros fisicoquímicos nuevamente.

Figura 3. Flujograma de proceso para la elaboración de una bebida probiótica



4.3.4 Etapa V: Caracterización fisicoquímica de las formulaciones

A cada bebida se le midió pH, °Brix con un refractómetro digital y acidez A cada una de ellas, esto con el objetivo de evaluar si hubo fermentación.

- Utilizando la fórmula para la acidez (Estelo Sahuá, 2022)

$$\%acidez: \frac{N * VD * Meq}{M} \times 100$$

Donde; **N** es la normalidad del hidróxido de sodio (NaOH) al 0.015%

VD: Volumen del reactivo

Meq: Miliequivalente del ácido dominante, en el caso de la piñuela el que predomina más es el cítrico que es de 0.067 y 0.09 para la leche por el ácido láctico.

M: Tamaño de la muestra en gramos

4.3.5 Etapa VI: Evaluación sensorial de las bebidas de piñuelas

A 15 jueces semientrenados de ambos géneros dentro de la Universidad Nacional de Agricultura, se les aplicó una evaluación sensorial para evaluar color, aroma, sabor, consistencia y aceptabilidad general de las bebidas, utilizando escala no estructurada de 9 puntos.

4.3.6 Etapa VII. Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de la evaluación sensorial, en caso de encontrar diferencias estadísticamente significativas se hizo el test Turkey con una significancia de 0.05% de probabilidad, empleando el programa infostat y Excel para gráficas de resultados.

4.3.7 Índice de aceptabilidad sensorial

Para los datos obtenidos de la evaluación sensorial se calculó el índice de aceptabilidad (IA) utilizando siguiente formula:

$$(\%) IA = A \times 100/B$$

A es la puntuación media obtenida para el producto y B la calificación máxima otorgada al producto, considerando el IA aprobado con un $\geq 70\%$, nota 15 máximo corresponde al 100% de aceptabilidad.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Resultados de los análisis fisicoquímicos de la pulpa de piñuelas.

En la (tabla 5) se muestran los datos obtenidos de la caracterización fisicoquímica de pH, °Brix y acidez de la pulpa.

Tabla 5. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de piñuelas.

Componente	Variables de respuesta		
	pH	°Brix	Acidez
Pulpa de piñuela	3.21±0.03	18±0	1.65±0.062

Los resultados de pH y °Brix son similares a los presentados por (Haas huchim2022), que obtuvo un pH de 3.5 unos °Brix de 20.2, sin embargo, la acidez difiere un poco obteniendo 0.5, lo contrario este trabajo que reportó una acidez de 1.65 ligeramente por encima de Huchim, esto puede deberse al tiempo de almacenamiento que tuvo la pulpa de piñuela en congelación desde su cosecha, que aproximadamente fue de 6 meses, lo que pudo haber provocado una reducción de la calidad.

(Montalvo 2022). Temperaturas demasiado altas o bajas perjudican la calidad reduciendo el azúcar y aumentando la acidez y daños en la piel, también modifican el efecto del etileno acelerando el proceso de envejecimiento. También (Ragazzo 2021) reporta unos grados brix de 20 a 25 en frutos maduros de bromelias, por lo cual los 18°Brix que se obtuvieron de la pulpa de piñuela son proporcionalmente similares, lo que indica que las de piñuelas estaban en buenas condiciones.

5.2 Evaluación Sensorial de las formulaciones

Para determinar la aceptación de las bebidas, se evaluaron sensorialmente. A las calificaciones obtenidas de los panelistas, se les realizó el análisis estadístico, con el fin de determinar si existieron diferencias significativas entre las características evaluadas.

Se presentan los promedios y desviación estándar para cada uno de los parámetros de las diez formulaciones evaluadas sensorialmente para la facilitación de la comparación, no presentan diferencias significativas (ver tabla 7).

Tabla 7. Resultados de la evaluación sensorial de la bebida

Variables					
Formulaciones	Color	Sabor	Aroma	Consistencia	Aceptabilidad general
1	4.16 ± 1.33 ^a	4.00 ± 2.20 ^a	4.06 ± 1.74 ^a	4.70 ± 2.21 ^a	4.35 ± 1.29 ^a
2	4.82 ± 1.80 ^a	4.67 ± 1.69 ^a	4.08 ± 1.49 ^a	4.42 ± 1.85 ^a	4.44 ± 1.42 ^a
3	4.95 ± 1.14 ^a	4.96 ± 2.11 ^a	4.69 ± 1.83 ^a	4.47 ± 1.83 ^a	4.67 ± 1.44 ^a
4	5.89 ± 1.60 ^a	5.64 ± 1.99 ^a	4.53 ± 2.49 ^a	5.38 ± 2.30 ^a	5.35 ± 2.20 ^a
5	4.86 ± 1.88 ^a	4.83 ± 1.98 ^a	4.07 ± 2.58 ^a	4.33 ± 1.57 ^a	5.17 ± 1.75 ^a
6	5.01 ± 1.49 ^a	5.47 ± 2.24 ^a	5.29 ± 2.00 ^a	4.59 ± 2.12 ^a	5.55 ± 1.82 ^a
7	4.85 ± 1.72 ^a	5.98 ± 1.80 ^a	4.73 ± 2.16 ^a	5.19 ± 1.55 ^a	5.70 ± 1.87 ^a
8	4.88 ± 1.41 ^a	4.48 ± 2.32 ^a	4.07 ± 1.90 ^a	4.99 ± 1.60 ^a	4.89 ± 1.95 ^a
9	5.29 ± 1.57 ^a	5.09 ± 1.93 ^a	4.37 ± 1.47 ^a	5.18 ± 1.43 ^a	4.83 ± 1.52 ^a
10	5.15 ± 1.87 ^a	5.13 ± 2.45 ^a	4.87 ± 1.79 ^a	4.70 ± 1.67 ^a	4.84 ± 2.00 ^a

Medias con letras en común no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).

Seleccionando las calificaciones de los 15 panelistas para cada uno de los parámetros organolépticos de las bebidas. Todas las formulaciones presentan letras iguales para cada uno de sus parámetros, lo que estadísticamente demuestra que no presentan diferencias significativas para color, sabor, aroma, consistencia y aceptabilidad general, debido a la cercanía de los valores calificados, aun cuando la formulación 1 obtuvo un 4.16 de promedio para color y 1.33 de desviación estándar siendo este inferior al 5.89 de promedio para color y un 1.60 de desviación estándar de la formulación 4, por lo que estos son ligeramente diferentes entre sí, pero no estadísticamente (ver tabla 7). Estos

resultados podrían indicar que cualquier variación en el proceso de formulación no afectó perceptiblemente estas características organolépticas.

En cuanto a sabor la formulación 1 (8% pulpa, 8.65%harina) presenta una media promedio de 4.00 siendo el valor más bajo, en comparación con la formulación 7 (0% pulpa, con 8% de pigmento) que tuvo un promedio de 5.98, por otro lado, en aroma la formulación 6 (8%pulpa, 3% harina y 1% de pigmento), contó con un nivel de 5.29 de promedio, siendo el que más destaca en comparación al resto que tienen rangos de 4.39, esta ausencia de diferencias significativas podría indicar que los componentes de la bebida se mantuvieron estables.

Pasa lo mismo para el parámetro de consistencia en la formulación 5 con un 4.33 siendo el más bajo de promedio, 5.38 para la formulación 4 (ver tabla 7), esto podría indicar que los procesos que se realizaron fueron efectivos en mantener una consistencia deseada y homogénea en todas las formulaciones y finalmente para la aceptabilidad en general, sigue el mismo comportamiento siendo 5.70 el valor más alto y corresponde a la formulación 7 y 4.35 el valor más bajo y es de la formulación 1, para los promedios, si bien numéricamente se observa diferencias, igual que las demás formulaciones, no tiene diferencias estadísticamente significativas, esto se debe a la dispersión de las calificaciones por parte de los panelistas, es decir su desviación estándar en cuanto al promedio total obtenido. (Vegas 2015) reportó resultados similares.

55. Comparación realizada con el test Turkey ($P \leq 0.05$)

Los resultados no mostraron diferencias estadísticas significativa entre las medias de de los parámetros de las bebidas. Las tablas ANOVA (véase anexo 6, 7,8 y 9) y la prueba de comparación de medias (ver tabla7) utilizada indicaron que no existen diferencias estadísticas significativa en el color, aroma, sabor, consistencia y la aceptabilidad en general, para ninguna de las diez formulaciones debido a la discusión anterior, para visualizar con mejor claridad la aceptación que tuvieron las bebidas con respecto a la evaluación sensorial realizada, se utilizó otro criterio para seleccionar una sola bebida como por ejemplo el índice de aceptabilidad.

5.5 Gráfico de aceptabilidad de las bebidas.

Se muestran los valores obtenidos de la media de la evaluación sensorial realizada para las diez formulaciones.

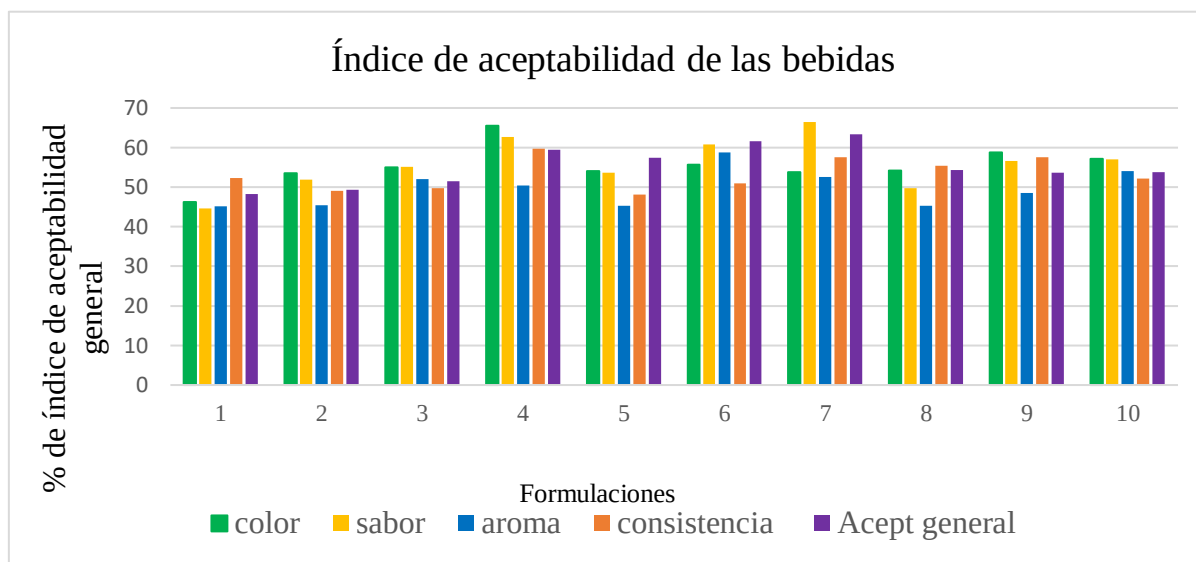


Figura 4 Valores de aceptabilidad de las bebidas, para los parámetros color, sabor, aroma, consistencia y la aceptabilidad en general.

Se muestran los valores obtenidos de la evaluación sensorial a partir de las medias del índice de aceptabilidad (IA) de las diez formulaciones, teniendo todas formulaciones valores < a 70% para todos los parámetros lo que indica una aceptabilidad baja. Se puede observar que los parámetros sabor, color y consistencia de las formulaciones 4, 6 y 7 fueron las características principales que determinaron su aceptabilidad.

La formulación 4 (0% de pulpa 5 % de pigmento y 0.073% de harina) tuvo una aceptabilidad de (65.48) para color (62.66) para sabor, (50.37) para aroma, y un (59.77) para consistencia, la formulación 7 (0% de pulpa de 8% de pigmento y 0.0865% de harina) obtuvo un (53.81%) para color, (66.44%) para sabor, (52.51%) para aroma y (57.62%) para consistencia, mientras que la formulación 6 que contenía 8% de pulpa de piñuela y 2.3% de pigmento, obtuvo los mejores resultados, con un (55.71%) para color, (60.74%) para sabor, (58.74%) para aroma y (50.96%) para consistencia. Todos los

parámetros obtuvieron valores mínimos al 70%, por lo tanto, basándonos en el IA ninguna de las bebidas logró obtener el 100% de aceptabilidad.

5.6 índice de aceptabilidad general

$$(\%) \text{ IA} = A \times 100/B$$

$$\text{F4: IA} = 5.35 \times 100/9$$

$$\text{F6: IA} = 5.55 \times 100/9$$

$$\text{F7: IA} = 5.70 \times 100/9$$

Para la formulación 4 el IA fue de 59.44% de aceptabilidad, para la formulación 6 el IA fue de 61.66%, y para la formulación 7 el IA fue de 63.33% lo cual es la que obtuvo mejores resultados y mejor aceptabilidad.

VI. CONCLUSIONES

La formulación de la bebida fermentada a base de la pulpa de piñuela representa una alternativa de bebida funcional promoviendo el uso de recursos naturales autóctonas y locales.

Las características físico-químicas de la pulpa de la piñuela mostraron que cumple con los parámetros fisicoquímicos de calidad, aptos para una bebida.

Aunque la pulpa de piñuelas contiene propiedades antibacterianas, fue compatible para elaborar una bebida probiótica, fermentando junta a otros componentes, por lo tanto, es funcional y se puede utilizar en la industria alimentaria.

La formulación 7 con 0% pulpa 8% de pigmento y 0.0865% de harina de maíz, que contenía pulpa fue la más aceptada con un IA de 63.33% de aceptabilidad.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda que las pruebas del trabajo de investigación se realicen previo a la cosecha de la piñuela ya que esta fruta es muy susceptible a fermentarse lo que modifica sus propiedades sensoriales.

Realizar la evaluación sensorial preferiblemente en horario matutino, pues el calor del ambiente afecta de manera negativa en cuanto al sabor y olor de la bebida.

Este trabajo queda abierto a más investigaciones, como lograr alargar la vida anaquel de la bebida, la conservación de la pulpa sin que se fermente, entre otros, por lo que se recomienda tomarlo en cuenta para futuras investigaciones.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

FAO. (2017). promueven Guías Alimentarias para orientar mejores hábitos alimenticios en la población. Disponible en <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/es/c/892907/>

Benay, E. (2020). Promueven el consumo de frutas locales en la población infantil de Corrientes. Disponible en <http://nearural.com/promueven-el-consumo-de-frutas-locales-en-la-poblacion-infantil-de-corrientes/>

Carrillo, I. (2020). Evaluación del efecto de la encapsulación sobre la actividad proteolítica, antioxidante y antiinflamatoria de extractos de subproductos de guámara y cocuixtle Tepic Nayarit: Instituto Tecnológico de Tepic. Disponible en <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/5797?locale=pt>

CIF. (2022). Obtenido de Honduras: Análisis de Inseguridad Alimentaria aguda de la CIF 2022: Disponible en <https://reliefweb.int/report/honduras/honduras-lisis-de-inseguridad-alimentaria-agudade-la-cif-diciembre-2021-agosto-2022>

Cruz, M. (2022). Chemical constituents and antibacterial activity of Bromelia laciniosa (Bromeliaceae): Identification and structural characterization. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266703132200001X?via%3Dihub>

García, G. (2022). Obtenido de Bebidas saludables, la demanda de los consumidores más jóvenes. Disponible en <https://thefoodtech.com/tendencias-de-consumo/bebidas-saludables-la-demanda-de-losconsumidores-mas-jovenes/>

Utkina, N. (2023). Obtenido de Informe mundial sobre las crisis alimentarias: En 2022, el número de personas en situación de inseguridad alimentaria aguda aumentó hasta los 258 millones en 58 países. Disponible en <https://www.fao.org/newsroom/detail/global-report-on-food-crises-GRFC-2023-GNAFC-fao-wfp-unicef-ifpri/es>

Jon, S. (2020). Piñuela *Bromelia pinguin* L (Bromeliaceae). Parque Nacional Santa Rosa en Costa Rica, Bosque Seco Virtual. Disponible en https://www.acguanacaste.ac.cr/bosque_seco_virtual/bs_web_page/paginas_de_especies/bromelia_pinguin.html

Pío-León, J. *et al.* (2009). Physicochemical, nutritional and antibacterial characteristics of the fruit of *Bromelia pinguin* L. Plant foods for human nutrition Dordrecht, Netherlands. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19536651>

Montero, M. *et al.* (2022). Conductas de pérdidas y desperdicios de alimentos de tres sectores en Costa Rica. Disponible en <https://dx.doi.org/10.35588/rivar.v9i26.5589>

Moreno, J. (2017). Partial Characterization of the Proteolytic Properties of an Enzymatic Extract From "Aguáma" *Bromelia pinguin* L, Fruit Grown in Mexico. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27830465/>

Morillo, I. (2022). Bromelias, Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY.mx cap4 Centro de Investigación Científica de Yucatán, Jardín Botánico en Mérida, Yucatán., 183, 184. Disponible en <https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap4/12%20Bromelias.pdf>

Arce, P. *et al.* (2019). Nutritional value of conventional, wild and organically produced fruits and vegetables available in Baja California Sur markets. Disponible en <https://doi.org/10.28940/terra.v37i4.524>

Pacheco, A, *et al.* (2022). Caracterización Físico-Química Y Organoléptica De Un Licor A Base De Piñuela. European Scientific Journal, 18(3), 255. Disponible en <https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n3p255>

Álvarez, E, *et al.* (2018). Alimentos vegetales autóctonos iberoamericanos subutilizados Disponible en

https://www.researchgate.net/publication/328462368_Alimentos_vegetales_autoctonos_iberoamericanos_subutilizados_httpalimentos-autoctonosfabrocommxlegalhtml

Rojas, M. (2022). Morphological qualities of fruits of three species of *bromelia* (*bromeliaceae*).523. Disponible en <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/44-4/4a.pdf>

Ekmeiro, S. (2020). Plantas alimenticias no convencionales: herramientas para la seguridad y soberanía agroalimentaria -nutricional. Prospección en el Oriente venezolano Disponible

en https://www.researchgate.net/publication/358281719_Plantas_alimenticias_no_convencionales_herramientas_para_la_seguridad_y_soberania_agroalimentaria_-_nutricional_Prospeccion_en_el_Oriente_venezolano_NonConventional_Food_Plants_Tools_for_Agri-Food_and

Vargas, E, *et al.* (2022). Revista de Entnobiología Vol. 20, 51, 52, 54.

Disponible en <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/issue/view/49>

Equihua Z, *et al.* (2015). Seguridad alimentaria: Nuestras soluciones están en la naturaleza Disponible en <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1076-seguridad-alimentaria-nuestras-soluciones-estan-en-la-naturaleza>

Ayerdi, S. (2018). Alimentos vegetales autóctonos iberoamericanos subutilizados disponible en <https://alimentos-autoctonos.fabro.com.mx/legal.html>

Gálvez, A. (2019). Plantas ancestrales: la alternativa para solventar nuestra mala alimentación. Disponible en

<https://www.ucr.ac.cr/noticias/2019/10/20/plantas-ancestrales-la-alternativa-para-solventar-nuestra-mala-alimentacion>

Andreu, M. (2022). El rol de los fermentos en la sostenibilidad alimentaria. Disponible en https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112022000700013

Codex Alimentarius. (1985). NORMA DEL CODEX PARA LA HARINA DE TRIGO. CODEX STAN 1, 152. Disponible en [file:///C:/Users/USER/Downloads/CXS_152s%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/CXS_152s%20(4).pdf)

Elena F, et al. (2016). Documento de Consenso: importancia nutricional y metabólica de la leche. Nutrición Hospitalaria, 98,99. Disponible en <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n1/09revision09.pdf>

Pío León, et al (2009). Características fisicoquímicas, nutricionales y antibacterianas del fruto de Bromelia pinguin L. NIH National Center For Biotechnology Information, 1. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19536651/>

López, P. (2018). Evaluación de una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote. Revistas de las agrociencias, 50. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6544945>

Mulero C, et al. (2011). Bioactive peptides. Elsevier, Páginas 219-227. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/topics/food-science/bioactive-peptides>

Rodrigo D, et al. (2010). the japanese experience with foshu foods the true functional foods? Revista chilena de nutrición, Scielo., 1,2,3. Disponible en https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182010000200012

Rodríguez, B. (2014). Frutos silvestres de uso tradicional en la alimentación: evaluación de su valor nutricional, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante . Madrid: FACULTAD DE FARMACIA Departamento de Nutrición y Bromatología II.

Disponível em: <https://docta.ucm.es/bitstreams/4ad67e3d-aeef-4e65-a098-c8026cadb755/download>

Correa, M. (2022). Evaluation of lactic acid fermentation in a dairy and non-dairy beverage using two commercial starter cultures. *Biblioteca Virtual em Saúde*, 2. Disponível em: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/vitae/article/view/347447/20808062>

ANEXOS

Anexo 1. Recepción, clasificado, pesado y pelado de la materia prima.



Anexo 2. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de Piñuela



Anexo 3. Caracterización fisicoquímica de la leche de Cabra



Anexo 4. Elaboración de la bebida



Anexo 5. Pauta de evaluación sensorial utilizada.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL.**

Fecha: -----/--09---/-24----

Edad: ----- Sexo F ☐ M ☐

Instrucciones:

A continuación, se le presentan unas muestras codificadas, por lo que se le pide marque con una línea vertical cruzando la línea según le parezca cada atributo de los tratamientos, indicando el nivel de agrado o desagrado de la bebida, y por favor, para pasar a la siguiente muestra, **limpie su paladar con agua, para borrar el sabor de la anterior.**

El siguiente diagrama muestra las opciones para evaluar.



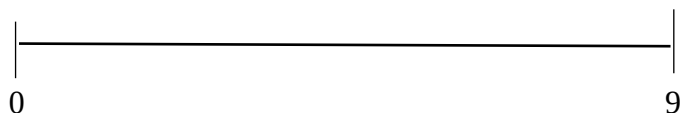
F1 código: **600** _____

Esas distancias deben medir 9 cm todos de 0 a 9

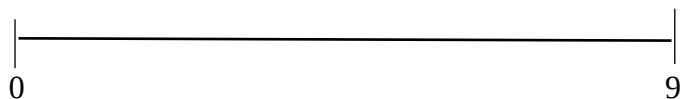
Color



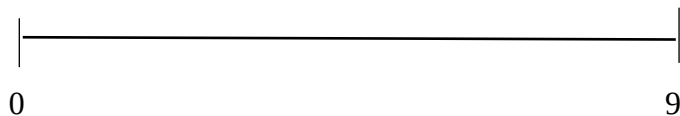
Sabor



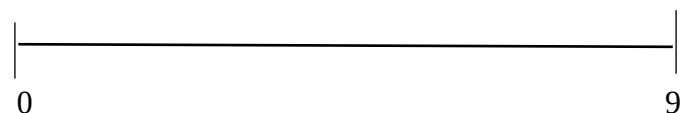
Aroma



Consistencia



**Aceptación
general**



Anexo 6 ANOVA para color.

Variable	N	R ²	Adj R ²	CV
Color	150	0.07	0.01	32,15

Tabla de Análisis de varianza

S.V.	SS	df	MS	F	p- valor
Modelo	26,16	9	2,91	1,12	0,3509
Formulaciones	26,16	9	2,91	1,12	0,3509
Error	352,61	140	2,59		
Total	388,67	149			

Test: Turkey Alpha=0.05 LSD=
1.86314

Error= 2,25894 df 140

Formulaciones	valores	n	S.E.	
F4	5,89	15	0,42	A
F9	5,29	15	0,42	A
F6	5,2	15	0,42	A
F10	5,15	15	0,42	A
F3	4,95	15	0,42	A
F8	4,88	15	0,42	A
F5	4,86	15	0,42	A
F7	4,85	15	0,42	A
F2	4,82	15	0,42	A
F1	4,16	15	0,42	A

Valores con letras iguales no son significativamente diferentes (p >0,05)

Anexo 7 ANOVA para sabor

Variable	N	R ²	Adj R ²	CV
Color	150	0.07	0.01	41,45

Tabla de análisis de varianza

S.V.	SS	df	MS	F	p-valor
Modelo	44,6	9	4,96	1,14	0,3381

Formulaciones	44,6	9	4,96	1,14	0,3381
Error	608,02	140	4,34		
Total	652,62	149			

Test: Turkey Alpha=0.05 LSD= 2. 41293

Error= 4,3430 df 140

Formulaciones	valores	n	S.E.	
F7	5,98	15	0,54	A
F4	5,64	15	0,54	A
F6	5,47	15	0,54	A
F10	5,13	15	0,54	A
F9	5,09	15	0,54	A
F3	4,96	15	0,54	A
F5	4,83	15	0,54	A
F2	4,67	15	0,54	A
F8	4,48	15	0,54	A
F1	4,02	15	0,54	A

Valores con letras iguales no son significativamente diferentes (p >0,05)

Anexo 8 ANOVA para aroma

Variable	N	R ²	Adj R2	CV
Color	150	0.07	0.01	44,2

Tabla de análisis de varianza

S.V.	SS	df	MS	F	p-valor
Modelo	23,63	9	2,63	0,67	0,7342
Formulaciones	23,63	9	2,63	0,67	0,7342
Error	548,09	140	2,91		
Total	571,73	149			

Test: Turkey Alpha=0.05 LSD= 2,29039

Error= 3,9150 df 140

Formulaciones	valores	n	S.E.	
F6	5,29	15	0,42	A
F10	4,87	15	0,42	A
F7	4,73	15	0,42	A
F3	4,69	15	0,42	A
F4	4,53	15	0,42	A
F9	4,37	15	0,42	A

F2	4,09	15	0,42	A
F5	4,07	15	0,42	A
F8	4,07	15	0,42	A
F1	4,07	15	0,42	A

Valores con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 9 ANOVA para consistencia

Variable	N	R ²	Adj R ²	CV
Color	150	0.04	0.00	38.30

Tabla de análisis de varianza

S.V.	SS	df	MS	F	p-valor
Modelo	18,06	9	2,01	0,6	0,7994
Formulaciones	18,06	9	2,01	0,6	0,7994
Error	472,3	140	3,37		
Total	490,2	149			

Test: Turkey Alpha=0.05 LSD= 1.86314

Error= 2,25894 df 140

Formulaciones	valores	n	S.E.	
F4	5,38	15	0,47	A
F7	5,19	15	0,47	A
F9	5,18	15	0,47	A
F8	4,99	15	0,47	A
F1	4,71	15	0,47	A
F10	4,7	15	0,47	A
F6	4,59	15	0,47	A
F3	4,47	15	0,47	A
F2	4,42	15	0,47	A
F5	4,33	15	0,47	A

Valores con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)