

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE**

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TEMA

**“Obtención de una bebida láctica funcional a partir de pitahaya
(*Selenicereus undatus* (Haw) *D.R Hunt.*) en la provincia de
Pastaza”**

AUTORA

Jenny Fernanda Rosero Frias

DIRECTOR

Ing. Juan Elías González Rivera MSc.

PUYO – ECUADOR

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHO

Yo, Jenny Fernanda Rosero Frias declaró bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría y autorizo a la Universidad Estatal Amazónica, para que haga de este trabajo de investigación o parte de él un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los derechos de mi trabajo de investigación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta, dentro de las regulaciones de la Universidad Estatal Amazónica.

Jenny Fernanda Rosero Frias

C.I. 160073844-5

AUTORA

CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Juan Elías González Rivera MSc. con CI: 020130659-4, alego que la señorita Jenny Fernanda Rosero Frias con CI: 160073844-5 egresada de la carrera Ingeniería Agroindustrial por la Universidad Estatal Amazónica, realizo el proyecto de investigación que tiene como título: **“Obtención de una bebida láctica funcional a partir de pitahaya (*Selenicereus undatus* (Haw) D.R Hunt.) en la provincia de Pastaza”** previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial bajo mi supervisión.

Ing. Juan Elías González Rivera MSc.

C.I. 0201306594

DIRECTOR

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El Tribunal de sustentación del proyecto de investigación aprueba el proyecto de investigación titulado: **“Obtención de una bebida láctica funcional a partir de pitahaya (*Selenicereus undatus* (Haw) *D.R Hunt.*) en la provincia de Pastaza”**

Dr. Manuel Pérez, PhD.
Presidente del Tribunal

Ing. Ketty Yáñez, MBA.
Miembro del Tribunal

Ing. Cristian Abad, MSc.
Miembro del Tribunal

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación está dedicado a:

A Dios quien me ha dado la vida y fortaleza para terminar esta investigación.

A mis padres, Margot Frias y Jorge Rosero quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía y por formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores.

A mis herman@s Jhonny, Javier y Katty que con sus consejos me han ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida, gracias por estar conmigo en todo momento.

A toda mi familia por su gran apoyo durante todo este proceso y a una persona especial en mi vida que me acompañó durante todo este arduo camino, gracias por apoyarme, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos, gracias a todos por creer en mí.

Jenny Fernanda Rosero Frias

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi más grande agradecimiento a mi tutor Ing. Juan Elías Gonzales Rivera MSc. principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, paciencia y grandiosa amistad permitió el desarrollo de este proyecto.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Estatal Amazónica por confiar en mí y sobre todo por abrirme sus puertas y ayudarme a alcanzar una de mis metas tan anheladas, formarme como un profesional más para nuestro país.

Finalmente quiero expresar mi sincero agradecimiento a cada uno de los docentes de la Universidad Estatal Amazónica quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Jenny Fernanda Rosero Frias

RESUMEN

El consumo de pitahaya se da en todo el mundo y su implementación en alimentos funcionales como materia prima rica en micro y macro nutrientes, se ha transformado en una tendencia mundial como parte del consumo de alimentos funcionales y saludables. El objetivo de esta investigación fue obtener una bebida láctica funcional de pitahaya (*Selenicereus undatus* (Haw) *D.R Hunt.*) en la provincia de Pastaza, con adición de probióticos como el té de kombucha y cultivos lácticos, para brindar al consumidor un producto fortificado con beneficios para prevenir enfermedades infecciosas en niños, jóvenes, adultos, mujeres embarazadas y otros riesgos. La investigación fue experimental y descriptiva (cuantitativa-cualitativa), el proceso de elaboración, los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se llevaron a cabo en la Universidad Estatal Amazónica. Los factores en estudio fueron: a: leche (leche entera y leche descremada), b: fruta: (20% y 25%) y c: probióticos (*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* y *Medusomyces gisevi*). Se trabajó con 24 unidades experimentales y con un Diseño Completamente al Azar (DCA). Las variables fisicoquímicas evaluadas mediante análisis estadístico fueron: pH, °Brix, acidez y sólidos totales y para la evaluación sensorial se aplicó una escala hedónica de 5 puntos, realizados a 40 estudiantes de nuestra institución, se evaluaron cuatro atributos: color, olor, densidad y sabor, estableciendo el mejor tratamiento al T₂ y obtuvo el análisis microbiológico, verificando la inocuidad del producto reflejando la ausencia de Coliformes totales y fecales, *E. coli*. Niveles de mohos y levaduras como establece la normativa NTE INEN 2395:2011.

Palabras clave: Pitahaya, probióticos, kombucha, alimentos funcionales

ABSTRACT

The consumption of pitahaya occurs worldwide and its implementation in functional foods as a raw material rich in micro and macronutrients, has become a worldwide trend as part of the consumption of functional and healthy foods. The objective of this research was to obtain a functional lactic drink of pitahaya (*Selenicereus undatus* (Haw) D.R Hunt.) in the province of Pastaza, with the addition of probiotics such as kombucha tea and lactic cultures to provide the consumer with a fortified product with benefits to prevent infectious diseases in children, young people, adults, pregnant women and other risks. The research was experimental and descriptive (quantitative-qualitative), the elaboration process, the physicochemical and microbiological analyzes were carried out at the Amazon State University. The factors under study were: a: milk (whole milk and skim milk), b: fruit: (20% and 25%) and c: probiotics (*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* and *Medusomyces gisevi*). We worked with 24 experimental units and with a Completely Random Design (DCA). The physicochemical variables evaluated by statistical analysis were: pH, ° Brix, acidity and total solids and a 5-point hedonic scale applied to 40 students of our institution was applied to the sensory evaluation, four attributes were evaluated: color, smell, density and taste, establishing the best treatment at T2 and obtained the microbiological analysis, verifying the safety of the product reflecting the absence of total and fecal coliforms, *E. coli*. Mold and yeast levels as established by the NTE INEN 2395: 2011 regulations.

Keywords: Pitahaya, probiotics, kombucha, functional foods

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y SU JUSTIFICACIÓN	2
1.1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1.2 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2 OBJETIVO	3
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTO TEÓRICO	4
2.1 ANTECEDENTES	4
2.2 BASES TEÓRICAS	5
2.2.1 NTE INEN 2395. LECHES FERMENTADAS	5
2.2.2 PITAHAYA AMARILLA (<i>Selenicereus undatus</i> (Haw) D.R Hunt.)	5
2.2.3 LECHE	6
2.2.4 BACTERIA LÁCTICA.....	7
2.2.5 PROBIÓTICOS.....	7
2.2.6 TÉ DE KOMBUCHA	8
2.2.7 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO	9
2.2.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	10
2.2.9 ANÁLISIS SENSORIAL.....	11

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	12
3.1 LOCALIZACIÓN	12
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	12

3.2.1	INVESTIGACIÓN CUALITATIVA.....	13
3.2.2	INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA.....	13
3.3	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	13
3.3.1	VARIABLES A ANALIZAR.....	13
3.3.2	ANÁLISIS SENSORIAL.....	14
3.4	ESTADÍSTICA INFERENCIAL.....	14
3.5	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	14
3.6	PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO	15
3.6.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTICA FUNCIONAL DE PITAHAYA (<i>Selenicereus undatus</i> (Haw) <i>D.R Hunt.</i>).....	15
3.6.2	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA BEBIDA LÁCTICA FUNCIONAL DE PITAHAYA (<i>Selenicereus undatus</i> (Haw) <i>D.R Hunt.</i>).....	16
3.7	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	17
3.8	EVALUACIÓN HEDÓNICA	18
3.8.1	PRUEBA NO PARAMÉTRICA DE KRUSKAL WALLIS.....	19
3.9	ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS.....	19
3.9.1	pH.....	19
3.9.2	ACIDEZ	20
3.9.3	° BRIX.....	21
3.10	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	21
 CAPÍTULO IV		
4.	RESULTADOS ESPERADOS	23
4.1	ANÁLISIS SENSORIAL.....	23
4.1.1	COLOR	23
4.1.2	OLOR.....	24
4.1.3	TEXTURA	24
4.1.4	SABOR.....	25
4.1.5	RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL.....	25
4.2	ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS.....	26
4.2.1	pH.....	26

4.2.2	ACIDEZ	26
4.2.3	° BRIX.....	26
4.3	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	27
CAPÍTULO V		
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
5.1	CONCLUSIONES	28
5.2	RECOMENDACIONES	29
CAPÍTULO VI		
6.	BIBLIOGRAFÍA	30
CAITULO VII		
7.	ANEXOS	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Estatal Amazónica.....	12
Figura 2. Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida láctica funcional de pitahaya.	16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos para el análisis microbiológico.	10
Tabla 2. Materiales utilizados para la obtención de la bebida.	14
Tabla 3. Factores de estudio.	17
Tabla 4. Combinación de los tratamientos.	18
Tabla 5. Escala hedónica de 5 puntos.	19
Tabla 6. Materiales para la determinación del pH.	20
Tabla 7. Materiales para la determinación de la acidez.	20
Tabla 8. Materiales para la determinación de sólidos solubles.	21
Tabla 9. Materiales para los análisis microbiológicos del mejor tratamiento.	22
Tabla 10. Prueba de Kruskal Wallis para el atributo de color.	23
Tabla 11. Prueba de Kruskal Wallis para el atributo de olor.	24
Tabla 12. Prueba de Kruskal Wallis para el atributo de textura.	24
Tabla 13. Prueba de Kruskal Wallis para el atributo de sabor.	25
Tabla 14. Resultados de los atributos por la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.	25
Tabla 15. Resultados del análisis de acidez.	26
Tabla 16. Análisis microbiológico al mejor tratamiento de acuerdo a NTE INEN 2395(2011).	27

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cosecha de la pitahaya de Pastaza (K/m 28 via Puyo a Macas, propiedad del Sr. Julio Orozco).	34
Anexo 2. Pasteurizado de la leche y la pulpa de pitahaya.....	34
Anexo 3. Formulación y envasado de la bebida láctica funcional de pitahaya.....	35
Anexo 4. Análisis fisicoquímico de la bebida láctica.	35
Anexo 5. Análisis microbiológico de la bebida láctica.	35
Anexo 6. Prueba de análisis sensoriales.....	35
Anexo 7. Encuesta utilizada para la catación.	35
Anexo 8. Prueba microbiológica del mejor tratamiento.....	35

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Un alimento funcional es elaborado no sólo por sus características nutricionales, sino también para cumplir una función específica como puede ser mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades. De acuerdo a Rivero & Rodriguez (2005) se deben agregar componentes biológicamente activos como vitaminas, ácidos grasos, fibra alimenticia y antioxidantes, entre otros.

Desde hace décadas existen probióticos en países avanzados como Japón, con su pionera regulación de alimentos funcionales, pero también pueden encontrarse hoy en día docenas de probióticos lácteos funcionales en grandes compañías en una importante cuota de mercado. A la forma nutricional de consumo de probióticos en productos lácteos fermentados, se incorporan estos microorganismos como zumos de frutas o combinaciones con leche (Coral & Royo, 2012).

Los alimentos funcionales, alimentos de diseño y productos neutrocéuticos son expresiones que se suelen usar indistintamente para referirse a alimentos o a ingredientes alimentarios aislados que proporcionan determinados efectos fisiológicos beneficiosos no nutricionales que pueden mejorar la salud. Desde los años 90 del siglo XX, estas expresiones se mantienen con mejoras para la industria alimentaria. Así muchos de los productos lácteos elaborados tradicionalmente por la industria láctea pueden considerarse como alimentos con funcionalidad fisiológica (Astiasarán & Martínez, 2003).

Los alimentos lácteos fortificados con base en vitaminas y minerales, entre ellos el calcio, magnesio, hierro y zinc, pueden brindar una solución a los problemas de la deficiencia nutricional de niños y adultos mayores, debido a los niveles de pobreza por la falta de empleo y apoyo a este sector de la producción agraria de la Amazonia, Ecuador y el Mundo (Freire & Monge, 2013).

Se puede decir que los productos lácteos fortificados ofrecen una solución potencial a la deficiencia de algunas vitaminas o minerales, mejorando la salud de quien los consumen. Urquiza & Ruiz (2014) indican que existen productos lácteos con valor añadido disponibles y

dirigidos a cumplir necesidades específicas de grupos consumidores; que van desde la infancia hasta la edad adulta, representando un beneficio para la alimentación y salud humana.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y SU JUSTIFICACIÓN.

1.1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Pastaza el 27% de la población se dedica a la actividad agropecuaria, debido al potencial productivo de la provincia, destacando la producción de leche y frutas amazónicas. Sin embargo, para su comercialización, en el caso de la leche ha sido necesario la implementación de centros de acopio para anclar la producción a la industria láctea, pero fuera de la provincia, mientras que las frutas amazónicas en su mayor parte se comercializan como producto primario, así por ejemplo: el 50% de la producción de la pitahaya es destinada a la exportación y el 50 % restante queda como fruta residual que se expende en el mercado local sin brindarle ninguna alternativa de industrialización.

Desde esta perspectiva, es necesario innovar la industria láctea y pitahaya (*Selenicereus undatus* (Haw) *D.R Hunt.*), de producción local, a través del aprovechamiento de sus materias primas y que permita la generación del desarrollo económico en la provincia de Pastaza.

1.1.2 JUSTIFICACIÓN

Salazar & Montoya (2003) señalan que los probióticos ayudan a prevenir la aparición de varios tipos de cáncer y otras enfermedades. En este sentido, elaborar la bebida probiótica permite utilizar las materias primas disponibles como leche y pitahaya que se producen localmente y aprovechar la tendencia de consumo, orientada hacia los alimentos saludables y funcionales.

La propuesta de elaboración de una bebida probiótica a partir de leche y pitahaya, se fundamenta en utilizar bacterias lácticas, hongos y levaduras para resaltar los atributos organolépticos de la fruta y potenciar el valor nutricional de los componentes de la leche que se caracteriza por ser un alimento, rico en proteína y minerales.

La bebida probiótica de leche y pitahaya, es una bebida funcional, orientada a consumidores de todas las edades y se adapta a la vocación productiva de la provincia, convirtiéndose en una oportunidad para dar valor agregado a los productos primarios que salen de la provincia y generar industria local, creando fuentes de empleo y desarrollo para Pastaza.

1.1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Utilizar bacterias lácticas, hongos y levaduras proporciona propiedades funcionales, potencia el valor nutricional y resalta sus atributos organolépticos de la leche y de la pitahaya, convirtiéndose en una bebida funcional con viabilidad para su industrialización?

1.2 OBJETIVO

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Obtener una bebida láctica funcional a partir de pitahaya amarilla (*Selenicereus undatus* (Haw) *D.R Hunt.*) en la provincia de Pastaza.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el porcentaje de pitahaya amarilla para la obtención de la bebida láctica funcional.
2. Determinar cuál es el mejor tratamiento mediante un análisis sensorial.
3. Analizar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del mejor tratamiento.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

El consumo de leche fermentada viene de épocas antiguas, su historia se basa en su sabor agradable y ligeramente ácido y un período de conservación mayor que la leche normal, actualmente, el consumo de bebidas lácticas es común en todo el mundo, existiendo muchas variables, según la producción de leche, el tipo de cultivo láctico y el método utilizado para la fermentación. Además en los últimos años han elaborado variedades de leches fermentadas con probióticos, que contienen microorganismos capaces de mantenerse vivos en el intestino grueso del humano (Roser & Josep, 2004).

A lo largo de la historia se ha reportado el consumo de productos fermentados lácteos con microorganismos vivos, especialmente bacterias ácido lácticas, porque desde tiempos antiguos se evidenció el conocimiento de los beneficios que éstos proporcionaban en las personas que los consumían; sin embargo, quien enfatizó en ellos, fue el científico Elié Metchnikoff, que relacionó la ingestión de leches fermentadas, con la longevidad y salud de los habitantes en una determinada región de Bulgaria, los cuales incluían en su dieta leches fermentadas y vivían en promedio más de cien años (Salazar & Montoya, 2003).

Existen numerosas evidencias que el kombucha (*Medusomyces gisevi*) con su acrónimo *SCOBY* cuyo significado de las siglas es Symbiotic Colony Of Bacteria and Yeast (Cultivo Simbiótico de Bacterias y Levaduras) es un alimento probiótico apreciada en muy diversos países, épocas y culturas pero registros históricos indican que proceden de China, se caracteriza por una alta capacidad para regenerarse y seguir activo y productivo casi de forma indefinida siempre y cuando se le siga alimentando con las adecuadas cantidades de azúcar y té (Nieto & Stevens, 2019)

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 NTE INEN 2395. LECHE FERMENTADAS

Según la NTE INEN 2395 (2011) se define como leche fermentada al producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche, elaborado a partir de la leche por medio de la acción de microorganismos adecuados y teniendo como resultado la reducción del pH con o sin coagulación (precipitación isoelectrica). Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de vencimiento.

2.2.2 PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus undatus* (Haw) D.R Hunt.)

La pitahaya es una fruta muy aromática, su pulpa es dulce y agradable, además es conocida con otros nombres como *pitahaya*, *picajón* que fue descubierta por primera vez en forma silvestre por los conquistadores españoles, la variedad amarilla se cultiva en zonas subtropicales y amazónicas de agricultura de transición (Colombia, Bolivia, Ecuador, Perú, Venezuela y en general toda la zona centroamericana). Es un cultivo en proceso de desarrollo y tecnificación que se encuentra en Ecuador en zonas con gran potencial agroecológico para la producción de esta fruta (Beltrán, 2015).

2.2.2.1 PROPIEDADES NUTRICIONALES

La pitahaya tiene alto contenido en agua 85.4g, proteína vegetal 0,4g, fibra 0.5g, carbohidratos 13.2g, grasas 0.1g, y cenizas 0.4g y contiene 50 calorías, además es rica en vitamina C, también contiene vitaminas del grupo B (como la B1 o tiamina 0.03mg, B3 o niacina 0.2mg y la B2 o riboflavina 0.04mg), minerales como calcio 10mg, fósforo 16mg, hierro 0.3mg. Sus semillas son comestibles y sus ácidos grasos beneficiosos como el omega 3 (Corpoica & Pronatta, 2012),

2.2.2.2 MORFOLOGÍA DE LA PITAHAYA

Hábito y forma de vida: Planta perenne, cactácea, epífita, **Variiedad:** La amarilla por fuera y pulpa blanca con semillas negras, roja por fuera y pulpa blanca con semillas negras y Roja por fuera y pulpa también roja con semillas negras, **Fruto:** Su baya con forma oval, de unos 6-12 cm de diámetro y de color rojo o amarillo, **Flor:** Sus flores hermafroditas, grandes 15-30 cm de largo, **Tallo:** Suculento de color verde, con la superficie provista de costillas con areolas en sus

bordes; estas son circulares con espinas de 2 a 4 mm, consideradas ramas u hojas modificadas, **Raíz:** Sus raíces primarias forman un sistema de raíces delgadas y superficiales con función de absorción y las raíces secundarias o adventicias se desarrollan en la parte aérea con función de sostén, **Temperatura del cultivo:** Temperaturas de 18°C a 26 °C y **Suelo:** Suelos calcáreos (León, 2000)

2.2.2.3 PRODUCCIÓN DE LA PITAHAYA DENTRO DEL PAÍS

En el Ecuador, el cultivo de pitahaya, inicio hace 10 años aproximadamente en el noroccidente de la provincia de Pichincha, después de algunos años empezó el cultivo de una variedad de esta fruta en la Amazonía ecuatoriana. La variedad de pitahaya que se cultiva localmente a diferencia la fruta de Pichincha, es de mayor tamaño y peso, su pulpa es abundante y con mayor grado Brix (miden el porcentaje total de sólidos solubles) y de mejor apariencia que la fruta colombiana (Chávez & Andrade, 2015).

2.2.3 LECHE

La FAO (1996) define a la leche como una secreción mamaria de los animales que se obtiene entre una o más ordeños en la cual no existen ningún tipo de adición o extracción, que es dirigida al consumidor ya sea de manera líquida o para la previa elaboración. De acuerdo a (Vera & Rodriguez, 2013) la leche es uno de los alimentos más nutritivos, ya que está compuesta principalmente por agua, lactosa, materia grasa, proteínas y otros nutrientes como vitaminas y minerales siendo la más importante para la dieta humana y la que tiene más aplicaciones industriales

2.2.3.1 PROPIEDADES NUTRICIONALES DE LA LECHE

El contenido de proteínas en la leche es de 32-33 g/L, en caseína 25-30 g/L y en proteínas séricas 5-6.5 g/L, además el porcentaje de agua es de 88%, grasa 3.4%, proteínas 3.2%, carbohidratos (lactosa) 4.7%, cenizas 0.72% y en sólidos solubles 11.7% (Lacasa, 2003).

2.2.3.2 PRODUCCIÓN NACIONAL DE LECHE

Según la Asociación de ganaderos de la Sierra y el Oriente (AGSO), sus datos estadísticos nos muestran que a nivel nacional, se dedican aproximadamente entre 3.5 millones de hectáreas a la

producción lechera: Sierra (75%), Amazonia (11%) y la diferencia (14%) Costa y Galápagos (Torres & Ximena, 2018).

2.2.4 BACTERIA LÁCTICA

Para obtener alimentos funcionales usando bacterias lácticas (BL), se debe realizar una adecuada selección de cepas de BL. Sin embargo, es difícil encontrar cepas que naturalmente produzcan nutracéuticos en concentraciones suficientes para obtener los beneficios deseados. La modificación genética (MG) en BL permite lograr una mayor eficiencia en la producción de nutracéuticos. Las bacterias ácido lácticas, entre las que se incluyen la especies de *Lactobacillus* han sido utilizadas para la conservación de alimentos por fermentación durante miles de años, pueden tener una doble función, actuando como agentes para la fermentación de alimentos y además potencialmente confiriendo beneficios a la salud (Guarner & Garish, 2017).

2.2.5 PROBIÓTICOS

Los probióticos son microbios vivos que pueden agregarse a la fórmula de diferentes tipos de productos, incluyendo alimentos, medicamentos y suplementos dietéticos. Los géneros de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* son las usadas más frecuentemente como probióticos, al igual que la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la especie *E. coli* y el género *Bacillus* (Guarner & Garish, 2017).

2.2.5.1 MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS PROBIÓTICOS

Los probióticos son de gran ayuda para una alimentación suplementaria, al ser ingeridos en cantidades moderadas, mejoran el equilibrio microbiano intestinal del ser humano causando efectos beneficiosos en la salud. Al ser tan benéficos se ha vuelto de gran interés, debido a la repercusión en la salud de niños y adultos mayores (Manzano & Poveda, 2012).

Como se detalla a continuación:

- Permite la absorción íntegra de ciertos nutrientes.
- Mejora la digestión de los alimentos, en especial de productos lácteos.
- Regula la presencia de otras bacterias que son nocivas para la salud.
- Alivia la inflamación intestinal

2.2.5.2 QUIENES PUEDEN CONSUMIR PROBIÓTICOS

Según estudios científicos la utilización de probióticos es completamente recomendado para cualquier persona que quiera beneficiar el equilibrio de la flora intestinal, es decir, en personas con tratamiento antibiótico, niños, jóvenes, ancianos, mujeres embarazadas, además para mejorar la intolerancia a la lactosa (Aranceta & Gil, 2009).

2.2.5.3 DIFERENCIA ENTRE PROBIÓTICOS Y PREBIÓTICOS

Los prebióticos son fibras vegetales especializadas. Actúan como fertilizantes que estimulan el crecimiento de bacterias sanas en el intestino como son (oligofructosa, inulina, galactooligosacáridos, lactulosa y oligosacáridos). En cambio, los probióticos son microorganismo ya sean bacterias o levaduras, estos son organismos vivos que se añaden directamente a la población de microbios sanos. Los más conocidos son *Lactobacillus casei* o *Lactobacillus rhamnosus* GG, ambos producen efectos beneficiosos sobre la salud (Román & Álvarez, 2013). Cuando se elabora un alimento funcional que incorpore probióticos y prebióticos es importante garantizar que estos componentes se encuentren en condiciones adecuadas para garantizar su efecto funcional, de ahí la necesidad de realizar estudios de vida útil.

2.2.6 TÉ DE KOMBUCHA

La Kombucha, conocida también como hongo manchuriano o hongo chino es un tipo de bebida fermentada que se obtiene a base de té endulzado y fermentado gracias a una colonia de microorganismos conocidos como *Medusomyces gisevi*, a estos microbios se les denomina comúnmente como *SCOBY*, dicha colonia está compuesta por bacterias del orden *Rhodospirillales* como *Bacterium xylinum*, *Gluconobacter*, *Acetobacter* y hongos muy similares a las levaduras pertenecientes a la familia de los ascomicetos como *Saccharomycodes ludwigii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizosaccharomyces pombe* y *Zygosaccharomyces bali*. El proceso de fermentación de estos microorganismos consiste en convertir la sacarosa en glucosa, fructosa, alcohol etílico, gas carbónico y ácido acético. Este cultivo viviente, se reproduce durante el proceso de fermentación, dando lugar a otro cultivo, al cual se le refiere normalmente, como cultivo hijo. (Naranjo & Avila, 2018)

2.2.6.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL TÉ DE KOMBUCHA

Al producirse la fermentación del té azucarado, las levaduras hidrolizan la sacarosa en fructosa y glucosa y producen etanol. Las bacterias convierten la glucosa en ácido glucónico y la fructosa en ácido acético. El proceso de fermentación también induce la síntesis de vitaminas como el complejo B, vitamina C, cobre, zinc, manganeso y hierro. En la producción de kombucha, el té y el azúcar son modificados por el hongo. Los principales metabolitos identificados en la fermentación del té son distintos ácidos (acético, fólico, láctico, glucónico, glucurónico, etanol y glicerol). También se han detectado vitaminas, antibióticos y aminoácidos (Dufresne & Farnworth, 2000).

2.2.6.2 EFECTOS BENEFICIOS DEL TÉ DE KOMBUCHA

Numerosas investigaciones indican que este cultivo es beneficioso para quien lo consuma ya que posee cantidades antimicrobianas y antibióticas que ayudan a la salud digestiva, huesos y articulaciones, hígado, riñón y eliminación de toxinas, ayuda a la prevención de distintos tipos de cáncer, asma y otros problemas respiratorios, diabetes, beneficioso sobre la salud cardiovascular, esclerosis múltiple, ayuda en el control del peso corporal en las alteraciones cutáneas, previene determinadas infecciones y otros posibles beneficios (Nieto & Stevens, 2019)

2.2.7 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

2.2.7.1 pH

El pH en química es una escala numérica que nos permite determinar la acidez o la alcalinidad de una solución acuosa, las soluciones que se encuentre con un pH mayor a 7 son alcalinas, al contrario, si se halla con un pH menor a 7 son ácidas. El agua pura se halla con un pH de 7, lo que se refiere que es neutra (Vazquez & Rojas, 2016).

2.2.7.2 ACIDEZ

En alimentos el grado de acidez indica el contenido de ácidos libres, que se aplica por un método de volumetría para determinar la cantidad de ácido de una solución se aplica hidróxido de sodio, esto se verifica por el cambio de color que se da en la solución (Andream, 2016) .

$$Acidez = \frac{Cons. \text{ de NaOH} \times N \times M. \text{ equi.}}{Pm} \times 100$$

2.2.7.3 SÓLIDOS SOLUBLES

Los grados Brix, miden la cantidad de sólidos solubles presentes en una bebida, jugo o pulpa expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en el producto, se determinan empleando un refractómetro calibrado (Muñoz & Vega, 2014)

2.2.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Este análisis se aplica para evitar que exista cualquier tipo de contaminación y se altere la carga microbiana en los productos, los cuales tienen indicadores en la Norma Técnica Ecuatoriana u otras con las que se puede trabajar, que controlan estos límites y conocer si el producto se encuentra dentro de los parámetros establecidos de la Norma y pueden ser aptos para el consumo humano.

El siguiente Tabla 1 se muestran los indicadores óptimos para el análisis microbiológico según la NTE INEN 2395:2011.

Tabla 1. Requisitos para el análisis microbiológico.

REQUISITO	N	m	M	c	METODO DE ENSAYO
Coliformes totales, UFC/g	5	10	100	2	NTE INEN 1529-7
Recuento de <i>E. coli</i> , UFC/g	5	<1	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de mohos y levaduras UFC/g	3	200	500	2	NTE INEN 1529-10

NMP: número más probable

n: número de unidades

M: nivel de rechazo

UFC: unidades formadoras de colonias

m: nivel de aceptación

c: número de unidades permitidas entre m y M

2.2.9 ANÁLISIS SENSORIAL

Ramírez (2012) manifiesta que las reacciones que ocurren en el consumo de los alimentos están provocadas por el grado de satisfacción del consumidor con respecto a estímulos de los sentidos: olfato, sabor, tacto, vista y hasta la audición. El análisis sensorial es una disciplina que se dedica a estudiar formas de sintetizar estas observaciones, teniendo en cuenta la subjetividad que determina cuando un alimento es o no aceptado.

Además, la información sobre los gustos preferencias y requisitos de aceptabilidad de un producto alimenticio se obtiene empleando métodos de análisis adaptados a las necesidades del consumidor y evaluaciones sensoriales con panelistas no entrenados. Esta prueba de análisis es determinante en el desarrollo de nuevos productos alimenticios.

2.2.9.1 COLOR

Este atributo se realiza de manera visual, se relacionan con los posibles sabores, esta característica organoléptica lo diferenciará de otros similares en el mercado (Retting & Hen, 2014).

2.2.9.2 OLOR

El olor es una percepción por medio de la nariz de sustancias volátiles liberadas por los alimentos. El olor es una propiedad sensorial que presenta dos atributos contradictorios entre sí, como ser la persistencia, o sea, que aún después de haberse retirado la sustancia olorosa, la persona continúa percibiendo el olor. La otra característica, tiene más bien que ver con la mente y es que las personas se acostumbran a los olores después de un cierto tiempo (Picallo, 2009).

2.2.9.3 TEXTURA

Esta característica es primordial en la aceptabilidad de los consumidores, con ayuda de la vista se permite diferenciar la textura del producto y poder comparar con otros similares, además está ligado con otros sentidos lo que dificulta medir e interpretar (Sancho & Castro, 2000).

2.2.9.4 SABOR

Es el atributo principal que de forma conjunta provocan una reacción diferente siendo la impresión más representativa en los alimentos, ya que permite diferenciar un producto de otro y al probar se consigue una sensación de satisfacción (Dergal, 2012).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 LOCALIZACIÓN

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Estatal Amazónica, ubicada en el Km 2 1/2 vía al tena, en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza, cantón Pastaza. La obtención de la bebida láctica funcional a partir de pitahaya (*Selenicereus undatus* Haw) se realizó en el Laboratorio de Agroindustria de la UEA y las pruebas de análisis físico-químicos y microbiológicos en los Laboratorios de Química y Bromatología.

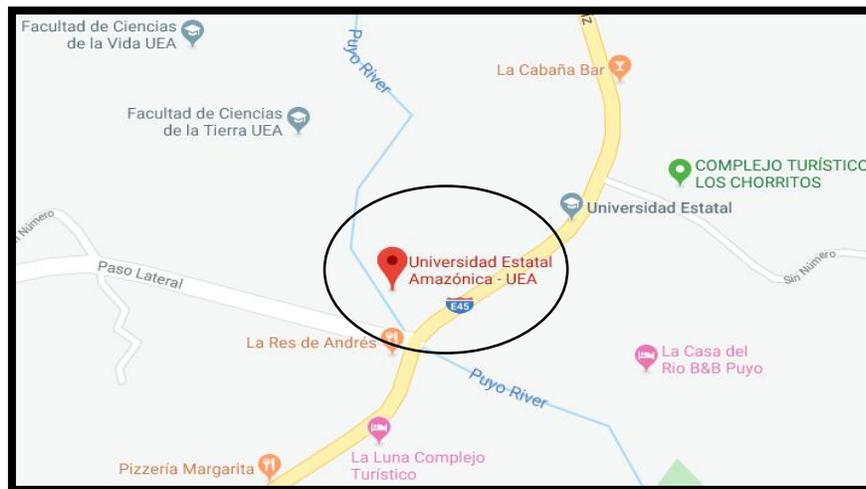


Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Estatal Amazónica

Fuente: (Google Maps, 2019)

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto se realizó mediante dos tipos de investigación aplicada. La cualitativa y cuantitativa que evalúan las características sensoriales del producto permitiendo encontrar de manera rápida el desarrollo de tecnologías innovadoras.

3.2.1 INVESTIGACIÓN CUALITATIVA

Una ficha de evaluación fue utilizada para la catación, en donde los panelistas calificaron en una escala hedónica (me gusta mucho, me gusta, ni me gusta ni me disgusta, me disgusta, me disgusta mucho) las características organolépticas (sabor, color, olor y textura) del producto.

3.2.2 INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA

Con los resultados obtenidos de la catación se obtuvo una valoración en función a la aceptabilidad por parte de los panelistas. Para el caso de los análisis fisicoquímicos (pH, Acidez y °Brix) y microbiológicos (mohos, levaduras, *Escherichia coli*, coliformes totales y fecales) se obtuvieron datos cuantitativos que permitieron conocer si se encuentra dentro de los estándares establecido en la NTE INEN 2395:2011.

3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El proyecto de investigación se utilizó el método experimental, permitiendo obtener la información de los 8 tratamientos para la comparación de variables. Se utilizó 1 litro de bebida láctica funcional de pitahaya para cada tratamiento, se trabajó con 3 repeticiones consiguiendo 24 unidades experimentales.

3.3.1 VARIABLES A ANALIZAR

Pruebas sensoriales

- Color
- Olor
- Textura
- Sabor

Pruebas fisicoquímicas

- Análisis de pH
- Análisis de acidez
- Análisis de °Brix

Pruebas microbiológicas

- Análisis de levaduras y mohos
- Análisis de coliformes totales y fecales
- Análisis de *Escherichia coli*

3.3.2 ANÁLISIS SENSORIAL

Se analizaron las características organolépticas de la bebida láctica funcional de pitahaya, obteniendo datos que sirvieron para conocer la aceptabilidad del producto.

La evaluación sensorial se realizó a 40 catadores de la Universidad Estatal Amazónica. En diferentes días se presentó a los catadores 8 muestras (tratamientos) para evaluar la calidad de la bebida láctica funcional de pitahaya, mediante una escala hedónica con una valoración que va desde 5 (Me gusta mucho), hasta 1 (Me disgusta mucho), en los atributos de: Color, olor, textura y sabor.

3.4 ESTADÍSTICA INFERENCIAL

Los datos experimentales se desarrollaron en un diseño completamente al azar (DCA), donde los resultados se interpretaron mediante la prueba de Kruskal Wallis que permitió conocer si existe o no diferencia significativa entre los tratamientos.

3.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Los materiales utilizados para la elaboración de la bebida láctica funcional de pitahaya se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Materiales utilizados para la obtención de la bebida.

INGREDIENTES	EQUIPOS	MATERIAL
Leche	Cocina	Lienzo
Pitahaya	Balanza	Cuchillo
Cultivo láctico	Ollas para pasteurización	Tamiz de acero inoxidable
probiótico	Termómetro	Recipientes plásticos
	Licuada	Cuchara de madera grande
		Botellas de plástico 1lt

Autor: Propio

3.6 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO

3.6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTICA FUNCIONAL DE PITAHAYA (*Selenicereus undatus* (Haw) D.R Hunt.)

En la Figura 2 se detalla el proceso de elaboración de la bebida láctica funcional de pitahaya

Recepción: Se receptaron las materias primas (leche, pitahaya), se inició con la medición del pH de la leche la cual debe estar en un rango de 6-6.5, y a la vez que cuente con el aroma propio de la materia prima.

Filtrado: Se procedió a filtrar la leche con la ayuda de un tamiz previamente esterilizado, con el fin de eliminar todo tipo de impurezas o residuos presentes en la misma que pudieran incidir en la elaboración de la bebida láctica funcional.

Pasteurizado: Esta operación tiene el propósito de eliminar microorganismos patógenos presentes en la leche, la temperatura es de 85°C por un tiempo de retención de 15min.

Inoculado: Luego se adicionó el fermento láctico liofilizado a los 45°C.

Incubado: Se mantuvo en incubación por un tiempo de 1 hora entre 40-45°C.

Refrigeración: Una vez finalizada la incubación, se enfría la bebida y se refrigeró a una temperatura de 4°C por aproximadamente 12horas.

Batido: En esta operación la leche es mezclada con la pulpa de pitahaya, los dos componentes de la bebida deben estar completamente fríos, posteriormente se batió hasta conseguir que se unan.

Envasado: Una vez culminado el proceso se envasó la bebida láctica funcional en botellas de polietileno en condiciones asépticas.

3.6.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA BEBIDA LÁCTICA FUNCIONAL DE PITAHAYA (*Selenicereus undatus* (Haw) *D.R Hunt.*)

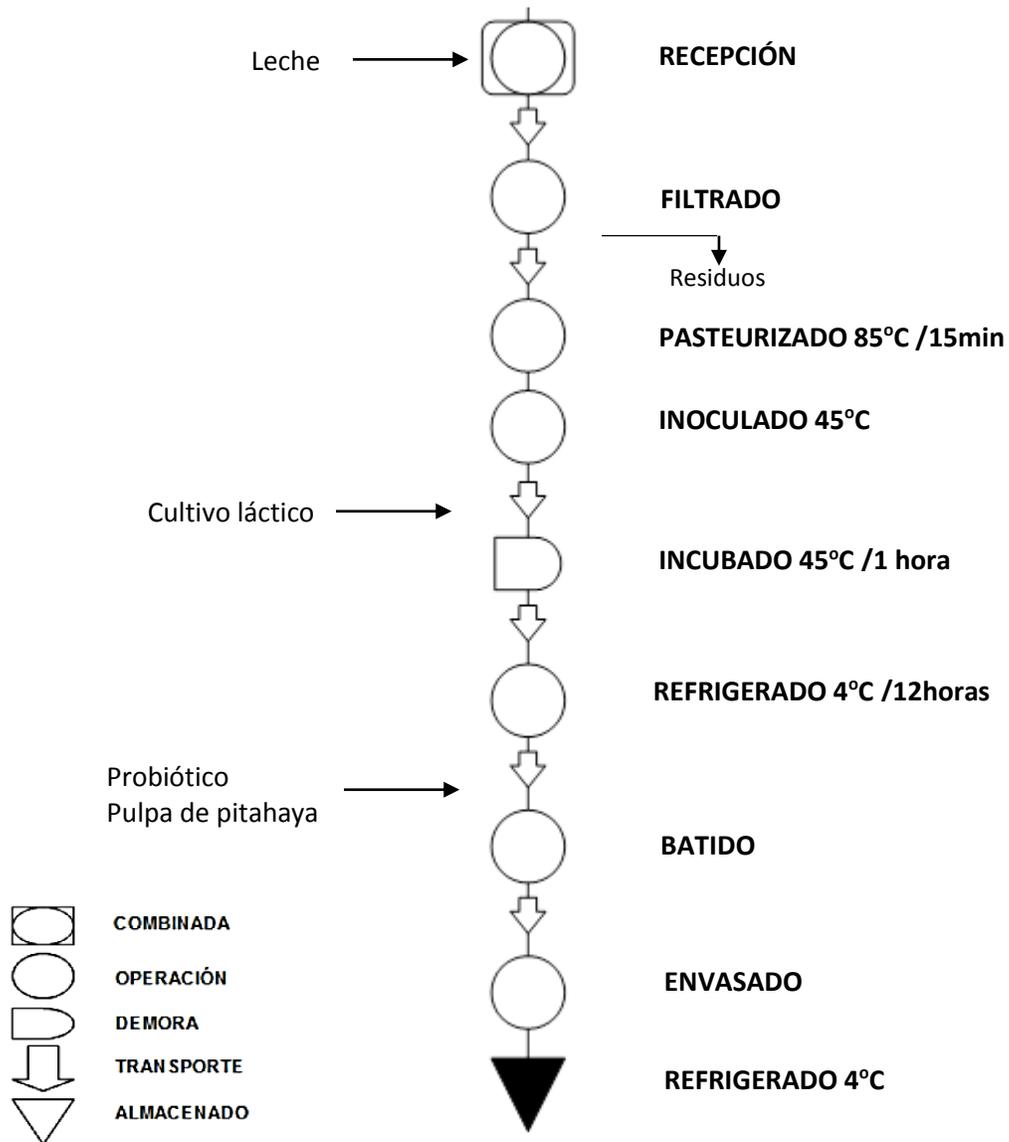


Figura 2. Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida láctica funcional de pitahaya.

Autor: Propio

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental completamente al azar (DCA), posee 3 réplicas y 24 unidades experimentales. Se utilizó este diseño para conocer cuál es el tratamiento con mayor aceptabilidad, mediante el programa Infostat se ingresó los datos utilizando la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis. En la tabla 3 se detallan los factores de estudio y en la tabla 4 las combinaciones de los tratamientos a utilizar.

Tabla 3. Factores de estudio.

FACTORES	NIVELES
<i>a: LECHE</i>	<i>a₁ Leche entera</i> <i>a₂ Leche descremada</i>
<i>b: FRUTA</i>	<i>b₁ Pulpa (20%)</i> <i>b₂ Pulpa (25%)</i>
<i>c: PROBIÓTICOS</i>	<i>c₁ cultivo láctico</i> <i>c₂ cultivo láctico + probiótico (té de Kombucha)</i>

Autor: propio

Tabla 4. Combinación de los tratamientos.

TTO.	COMBINACIONES	CÓDIGO
1	Leche entera (79%) + pulpa (20%) + cultivo láctico (1%)	$a_1b_1c_1$
2	Leche entera (78%) + pulpa (20%) + cultivo láctico (1%) + Té de Kombucha (1%)	$a_1b_1c_2$
3	Leche entera (79%) + pulpa (25%) + cultivo láctico (1%)	$a_1b_2c_1$
4	Leche entera (73%) + pulpa (25%) + cultivo láctico (1%) + Té de Kombucha (1%)	$a_1b_2c_2$
5	Leche descremada (79%) + pulpa (20%) + cultivo láctico (1%)	$a_2b_1c_1$
6	Leche descremada (78%) + pulpa (20%) + cultivo láctico (1%) + Té de Kombucha (1%)	$a_2b_1c_2$
7	Leche descremada (79%) + pulpa (25%) + cultivo láctico (1%)	$a_2b_2c_1$
8	Leche descremada (73%) + pulpa (25%) + cultivo láctico (1%) + Té de Kombucha (1%)	$a_2b_2c_2$

Autor: Propio

3.8 EVALUACIÓN HEDÓNICA

La escala hedónica tiene como objetivo determinar si existen diferencias o no entre productos en la aceptación del consumidor (Ramírez, 2012).

Se utilizó una hoja de catación donde a los estudiantes se les pidió evaluar las respectivas muestras codificadas de la bebida, indicando el nivel de agrado de cada muestra, en una escala de 5 puntos. La escala presentaba una categoría con 5 puntos la cual indicaba (Me gusta mucho), hasta 1 punto que indicaba (Me disgusta mucho). Las muestras fueron presentadas en vasos pequeños, las cuales fueron codificadas con números aleatorios de 3 dígitos, cada muestra tuvo un código diferente. El orden de presentación fue la misma para cada panelista, todas fueron ubicadas al mismo tiempo, además se ubicó un vaso de agua al lado de las muestras, para que cada panelista neutralizara luego de cada degustación.

En la Tabla 5 se muestra la escala que se utilizó en la evaluación sensorial de los tratamientos trabajando con un nivel de confianza del 95%, mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

Tabla 5. Escala hedónica de 5 puntos.

CATEGORÍA	NIVEL DE ACEPTACIÓN
5	Me gusta mucho
4	Me gusta
3	No me gusta, ni me disgusta
2	Me disgusta
1	Me disgusta mucho

Fuente: (Saltos, 2010).

3.8.1 PRUEBA NO PARAMÉTRICA DE KRUSKAL WALLIS

Esta prueba se aplica solo a variables cualitativas (Color, olor, textura y sabor) para encontrar si hay o no diferencias significativa entre los tratamientos (Gómez & Franco, 2003).

3.9 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

Los siguientes análisis se realizaron en los laboratorios de la Universidad Estatal Amazónica, teniendo en cuenta que por cada análisis se realizó tres replicas para obtener resultados confiables de la muestra.

3.9.1 pH

Se determinó mediante el método de potenciómetro basado en la NTE INEN 0973, a continuación, en la tabla 6 se detallan los materiales utilizados para este análisis.

Tabla 6. Materiales para la determinación del pH.

EQUIPO	MATERIAL DE VIRIO	REACTIVOS
Potenciómetro pH	Vaso de precipitación 10ml	Agua destilada
		Solución buffer pH 4 y 7

Autor: Propio

Procedimiento:

Se colocó 30ml de muestra en un vaso de precipitación, para sumergir los electrodos del potenciómetro y así poder realizar la lectura.

3.9.2 ACIDEZ

Según la NTE INEN 013 para la determinación de acidez se aplicó el método por titulación, en la tabla 7 se detallan los materiales utilizados.

Tabla 7. Materiales para la determinación de la acidez.

MATERIALES DE VIDRIO	REACTIVOS
Vaso de precipitación 10ml	Hidróxido de sodio (NaOH) 0.1N
Pipeta (1-10-50) ml	Fenolftaleína

Autor: Propio

Procedimiento:

Con la ayuda de una pipeta se midieron 9 ml de bebida láctica, se colocaron dentro de un vaso de precipitación. Seguidamente, se añadieron 3 o 4 gotas de fenolftaleína y se tituló con solución de NaOH (hidróxido de sodio) al 0,1N hasta obtener una coloración rosada estable por un mínimo de tiempo de 10 segundos.

Para la obtención de los resultados se utilizó la siguiente formula:

$$Acidez = \frac{Cons. \text{ de NaOH} \times N \times M. \text{ equi.}}{Pm} \times 100$$

Cons. de NaOH = Consumo de hidróxido de sodio en ml

N = Concentración de NaOH (0.1N)

M. equi. = Mili equivalente de ácido láctico (0.090)

Pm = Peso de muestra en ml

3.9.3 ° BRIX

Para medir los sólidos solubles se utilizó el método de refractómetro. En la tabla 8 se revelan los materiales para la determinación del ° Brix.

Tabla 8. Materiales para la determinación de sólidos solubles.

EQUIPO	MATERIAL DE VIDRIO	MATERIALES
Refractómetro	Vaso de precipitación 10ml	Algodón
		Agua destilada

Autor: Propio

Procedimiento:

Se procedió a ajustar el refractómetro con agua destilada, con los prismas del refractómetro digital, se colocaron 2 gotas de la muestra de la bebida láctica en la superficie del prisma fijo. Se esperó unos segundos hasta que el valor se estabilice, el valor expresado en °Brix expresa el porcentaje en peso de azúcar o sólidos solubles contenidos en la bebida. Luego de haber terminado con la lectura se limpió cuidadosamente la superficie del prisma utilizando un papel toalla con agua destilada.

3.10 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Es importante señalar que se realizarán análisis microbiológicos únicamente al mejor tratamiento, estos análisis estarán regidos bajo la normativa NTE INEN 2395:2011, los mismos que se detallan a continuación:

- Recuento de coliformes totales y fecales
- Recuento de *Escherichia coli*
- Recuento de levaduras y mohos

Los materiales utilizados para este análisis se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Materiales para los análisis microbiológicos del mejor tratamiento.

EQUIPOS	MATERIAL DE VIRIO	MATERIALES
Microscopio	Caja Petri	Agua de peptona
Pipeta automática	Matraz Erlenmeyer	Cultivo agar
Cámara de flujo laminar		
Balanza		
Placa calefactora		

Autor: Propio

Procedimiento:

Se realizó el análisis al mejor tratamiento, este procedimiento se ejecutó bajo las condiciones higiénicas recomendadas por la NTE INEN 2395:2011, luego se preparó el medio de cultivo agar nutritivo para la determinación de mohos, levaduras, *E. coli*, coliformes totales y fecales. Se tomó 1 ml de la muestra y se colocó en los tubos de ensayo previamente esterilizado y con su respectiva identificación, se agregó 9 ml de agua de peptona y se colocaron dentro de la cámara de flujo laminar, en la caja Petri estéril se cultivó la muestra en el medio agar para el recuento en placa, se llevaron a la estufa a 36°C durante 24 horas para después continuar con el conteo, el conteo se realizó dibujando una cuadrícula en la parte exterior de la caja Petri, el conteo fue solo en uno de los cuadrantes.

CAPÍTULO IV.

4. RESULTADOS ESPERADOS

4.1 ANÁLISIS SENSORIAL

La catación fue ejecutada en dos días presentando 4 tratamientos en el primer día y 4 en el siguiente, con el objetivo de que los panelistas consigan una percepción adecuada de las propiedades organolépticas de la bebida láctica funcional de pitahaya.

Los resultados obtenidos se ingresaron por medio de tablas en el programa estadístico Infostat, mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

- Hipótesis nula (H_0): No existe diferencia significativa entre las combinaciones
- Hipótesis alternativa (H_1): Si existe diferencia significativa entre las combinaciones

4.1.1 COLOR

Para este atributo los resultados obtenidos en la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis se observa en la Tabla 10, donde indica que el valor p es menor a 0,0001, por lo tanto se puede concluir que su diferencia es altamente significativa ($p \leq 0,05$), es decir que aceptamos la hipótesis alternativa H_1 .

Tabla 10. Prueba de Kruskal Wallis para el atributo de color.

TRATAMIENTOS	N	D.E.	MEDIANAS	H	P
1	40	0,59	3	101,72	<0,0001
2	40	0,48	4		
3	40	0,51	2		
4	40	0,59	2		
5	40	0,64	3		
6	40	0,63	2		
7	40	0,66	2		
8	40	0,53	2		

Autor: Propio

4.1.2 OLOR

Mediante una prueba estadística no paramétrica de Kruskal Wallis, en la Tabla 11 indica que el resultado del valor p es menor al 0,0001, se determina que si existe diferencia significativa alta entre los tratamientos ($p \leq 0,05$), el olor de la aceptando la hipótesis alternativa H_1 y rechazamos la hipótesis nula H_0 .

Tabla 11. Prueba de Kruskal Wallis para el atributo de olor.

TRATAMIENTOS	N	D.E.	MEDIANAS	H	P
1	40	0,59	3	44,92	< 0,0001
2	40	0,55	4		
3	40	0,68	3		
4	40	0,61	3		
5	40	0,58	3		
6	40	0,50	3		
7	40	0,55	3		
8	40	0,65	3		

Autor: Propio

4.1.3 TEXTURA

En los datos de la Tabla 12, la prueba estadística no paramétrica de Kruskal Wallis en su valor p para las formulaciones es de 0,0001, es menor al ($p \leq 0,05$) esto indica que en los tratamientos hay una diferencia altamente significativa, es decir que aceptamos la hipótesis alternativa H_1 .

Tabla 12. Prueba de Kruskal Wallis para el atributo de textura.

TRATAMIENTOS	N	D.E.	MEDIANAS	H	P
1	40	0,54	2	55,39	< 0,0001
2	40	0,51	3		
3	40	0,58	2		
4	40	0,71	2		
5	40	0,58	2		
6	40	0,59	2		
7	40	0,55	2		
8	40	0,59	2		

Autor: Propio

4.1.4 SABOR

La evaluación organoléptica para ese atributo se presentan en la Tabla 13, donde menciona los resultados obtenidos en el análisis de varianza no paramétrica, el valor p para las formulaciones es de 0,0001 es menor al ($p \leq 0,05$), se determina que es altamente significativa el sabor de todos los tratamientos, aceptando la hipótesis alternativa H_1 y rechazamos la hipótesis nula H_0 .

Tabla 13. Prueba de Kruskal Wallis para el atributo de sabor.

TRATAMIENTOS	N	D.E.	Medianas	H	P
1	40	0,54	2	55,37	< 0,0001
2	40	0,64	4		
3	40	0,59	3		
4	40	0,59	3		
5	40	0,54	3		
6	40	0,55	3		
7	40	0,59	3		
8	40	0,68	3		

Autor: Propio

4.1.5 RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL

Tabla 14. Resultados de los atributos por la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	P	Significancia
Código	a1b1c1	a1b1c2	a1b2c1	a1b2c2	a2b1c2	a2b1c2	a2b2c1	2b2c2		
Atributos	me	me	me	me	me	me	me	me		
Color	3	4	2	2	3	2	2	2	< 0,0001	Altamente significativo
Olor	3	4	3	3	3	3	3	3	< 0,0001	Altamente significativo
Textura	2	3	2	2	2	2	2	2	< 0,0001	Altamente significativo
Sabor	2	4	3	3	3	3	3	3	< 0,0001	Altamente significativo
Σmedias	10	14	10	10	11	10	10	10		

Autor: Propio

Luego de haber realizado la Tabla 14, se puede determinar que el mejor tratamiento de acuerdo a la valoración total de las medianas indica que el mejor tratamiento es el T_2 , que corresponde a_1 : leche entera 78%, b_2 : pulpa 25%, c_3 : cultivo láctico 1% y Té de Kombucha 1%.

4.2 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

4.2.1 pH

En los resultados del análisis sensorial se determinó que el mejor tratamiento es el T_2 , según el método utilizado para la determinación de esta variable la bebida láctica funcional de pitahaya un pH de 7,10. Este resultado se comparó con otros autores. Auris & Emperatriz (2010) manifiestan que en la bebida láctea instantánea el pH de 6,66 fue un valor correspondiente para productos de bebidas lácteas no ácida.

4.2.2 ACIDEZ

En la Tabla 15 se muestra el resultado obtenido del tratamiento (T_2) de 0,038% de acidez de la bebida láctica funcional de pitahaya, concuerdan con la norma INEN 2395:2009 y la norma internacional CODEX STAN 243:2003. Según Ricardo & Guillermo (2017) señalan que la acidez de una bebida láctea fermentada con el lactosuero dulce y harina de camote fue de 0,75% y 0,84%, indicando que el lactosuero influye en la acidez de la bebida.

Tabla 15. Resultados del análisis de acidez.

MUESTRA	ECUACIÓN	RESULTADO
T_2	$Acidez = \frac{0,42 \times 0,1 \times 0,090}{10 \text{ ml}} \times 100$	0,038%

Autor: Propio

4.2.3 ° BRIX

Según Juan (2011), el azúcar obtenido en su bebida probiótica de soya alcanzó 25°Brix y Ricardo & Guillermo (2017) señalan que los °Brix influye sobre la bebida fermentada con lactosuero las cuales mostraron sólidos solubles entre 15,57 y 15,30, el azúcar en la bebida láctica funcional de pitahaya fue de 14,67 °Brix que resulta ser menor a los ya mencionados, esto quiere decir que el dulzor no está tan elevado.

4.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Se realizó un análisis microbiológico al mejor tratamiento, aplicando un estricto cuidado en la muestra para evitar que exista cualquier tipo de contaminación o alteración de carga microbiana. Se observa en la Tabla 16 todos los resultados calculados, estos se encuentran dentro de la norma NTE INEN 2393:2011 que establece los límites máximos permisibles de contaminación en las leches fermentadas.

Tabla 16. Análisis microbiológico al mejor tratamiento de acuerdo a NTE INEN 2395:2011.

MUESTRA	PRUEBAS	UNIDAD	RESULTADOS	INEN
T_2	C. totales y fecales	UFC/ml	< 1UFC	CUMPLE
	Recuento de <i>E. coli</i>	UFC/ml	< 0 UFC	
	R. de Mohos y levaduras	UFC/ml	< 1 UFC	

Descripción: T2 compuesto por: Pulpa 20%, leche entera 78%, probiótico 1% y té de Kombucha 1%.

Autor: Propio

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El empleo de microorganismos lácticos y el té de kombucha, permitió conservar y mejorar las propiedades nutricionales de la bebida probiótica a base de leche y pitahaya. El porcentaje de pulpa de pitahaya amarilla recomendado para la obtención de la bebida láctica funcional es el 20%.
- El mejor tratamiento, de acuerdo al análisis de las características organolépticas por parte de los catadores, fue el T₂ (pulpa 20%, leche entera 78%, probióticos 1% y té de Kombucha 1%).
- De acuerdo a los análisis fisicoquímicos realizados a la bebida láctica funcional de pitahaya, se determina que el pH es igual 7.10, la acidez 0.038%, concuerda con la norma INEN 2395:2009 y la norma internacional CODEX STAN 243:2003 y en sólidos solubles un 14,67 por lo tanto el producto se enmarca en la normativa internacional.
- En relación a los análisis microbiológicos realizados, se determinó: C. totales y fecales < 1UFC, en el recuento de E. coli < 0 UFC y recuento de Mohos y levaduras < 1 UFC, por lo tanto, la bebida probiótica cumple con los requisitos establecidos de la norma NTE INEN 2395:2011, y por ende se garantiza como un alimento inocuo y funcional, argumento que sustenta otras investigaciones que han probado los beneficios de las bacterias lácticas, levaduras y el Té de kombucha en la elaboración de alimentos funcionales.

5.2 RECOMENDACIONES

- Mantener el desarrollo de la producción de esta fruta en la provincia de Pastaza y en la amazónica ecuatoriana, promoviendo la biodiversidad y evitando el monocultivo, la producción intensiva y extensiva.
- Utilizar el porcentaje adecuado de la pulpa de pitahaya para la obtención de la bebida para la calidad y aceptación de la misma.
- Impulsar investigaciones, con énfasis en la obtención de productos funcionales combinando las bebidas lácticas con frutas amazónicas, que sirvan como una alternativa de industrialización local de la leche producida en la provincia.

CAPÍTULO VI

6. BIBLIOGRAFÍA

- Andream, C. (4 de abril de 2016). *Acidez Titulable y pH*. Obtenido de <https://prezi.com/z8rhn0yruzql/acidez-titulable-y-ph/>
- Aranceta, J., & Gil, A. (2009). *Alimentos funcionales y salud en las etapas niñez y juvenil*. España. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=9O03337S6B0C&pg=PA58&dq=consumo+de+probioticos&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiOsd_R_vTmAhWhna0KHbzUAkkQ6AEIMDAB#v=onepage&q=consumo%20de%20probioticos&f=false
- Astiasarán, I. L., & Martínez, A. (2003). En J. Castilla, *Alimentos y nutrición en la práctica sanitaria* (págs. 397-503). España. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=26LejDtx4mAC&pg=PA61&dq=lacteos+funcionales&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjN2sLrp7jkAhVrxFkKHVBbCmEQ6AEINzAC#v=onepage&q&f=false>
- Beltrán, V. (2015). *Producción y comercialización de pitahaya en la comunidad de chinimpí, del canton Palora, provincia de Morona Santiago*. Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7412/3/T-UCE-0003-AE019-2015.pdf>
- Chávez, M., & Andrade, R. (2015). *Obtención de láminas deshidratadas a partir de pulpa de pitahaya *Hylocereus undatus**. Ibarra. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4455/1/03%20EIA%20374%20TESIS.pdf>
- Coral, S. G., & Royo, M. (2012). En J. A. Bartrina, *nutrición, salud y alimentos funcionales* (págs. 15-643). Madrid. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=hfQMXBllydgC&pg=PA302&dq=lacteos+funcionales&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjN2sLrp7jkAhVrxFkKHVBbCmEQ6AEIljAB#v=onepage&q=lacteos%20funcionales&f=false>
- Corpoica, & Pronatta. (2012). *Cosecha y postcosecha*. Colombia. Obtenido de <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/5432/1/Cultivo%20de%20pitaya.pdf>
- Dergal, S. (2012). *Química de los alimentos*. Mexico. Obtenido de <https://translate.google.com.ec/translate?hl=es-419&sl=en&u=https://books.google.com.ec/books%3Fid%3DY5dMygEACAAJ%26dq%3DQu%25C3%25ADmica%2Bde%2Blos%2Balimentos%2BSalvador&prev=search>
- Dufresne, C., & Farnworth, E. (2000). Tea, Kombucha, and health: a review. *Food Research International*, 1-13. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996900000673>

- FAO. (31 de mayo de 1996). Código de principios referentes a la leche y los productos lácteos. Obtenido de <http://www.fao.org/3/w2198s/W2198S11.htm>
- Freire, W. R., & Monge, R. (2013). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. En UNICEF. Quito-Ecuador. Obtenido de https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=vigilancia-sanitaria-y-atencion-de-las-enfermedades&alias=452-encuesta-nacional-de-salud-y-nutricion&Itemid=599
- Gómez, M. B., & Franco, L. (2003). Sinopsis de pruebas estadísticas no paramétricas. Cuándo usarlas. *Revista Mexicana de Pedriatría*, 1-10. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2003/sp032i.pdf>
- Google Maps. (Julio de 2019). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Universidad+Estat+Amaz%C3%B3nica+-+UEA/@-1.4689575,-77.9981836,780m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x91d3e095452fca23:0xf701ae5f94cacb94!8m2!3d-1.4689575!4d-77.9959949>
- Guarner, F. K., & Garish, J. (2017). Guía Práctica de la Organización Mundial de Gastroenterología: Probióticos y prebióticos. *Guías Mundiales de la Organización Mundial de Gastroenterología*. WGO, España. Obtenido de <https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/probiotics-and-prebiotics-spanish-2017.pdf>
- Lacasa, A. (2003). *Ciencia de la Leche*. Barcelona. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=bW_ULacGBZMC&pg=PA33&dq=lactosa&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjjo8DM2dvdAhVGzVMKHxKMDxgQ6AEINjAD#v=onepage&q=lactosa&f=false
- León, J. (2000). *Botánica de los cultivos tropicales*. Costa Rica. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=NBtu79LJ4h4C&pg=PA81&dq=pitahaya&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjn1JDvr_vkAhWqzlkKHYZBS0Q6AEISTAG#v=onepage&q=pitahaya&f=false
- Muñoz, A., & Vega, J. (2014). *Determinación de sólidos solubles en alimentos*. Universidad Nacional del Santa, Perú. Obtenido de <https://es.slideshare.net/vegabner/determinacin-de-slidos-solubles-en-alimentos>
- Naranjo, J., & Avila, M. (2018). *Medusomyces Gisevi, Kombucha. kombucha*. Universidad Distrital Francisco José de Calda. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/327060048_KOMBUCHA
- Nieto, C., & Stevens, N. (2019). *KOMBRHA: Los secretos de esta bebida fermentada probiótica*. España. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=sQaCDwAAQBAJ&pg=PT81&dq=efectos+del+kombucha&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi1tNH9gPXmAhUBKawKHZrJCs4Q6AEIJzAA#v=onepage&q=efectos%20del%20kombucha&f=false>

- Picallo, A. (2009). El imperio de los sentidos. *Análisis sensorial de los alimentos*. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. Obtenido de http://repositorioubas.sisbi.uba.ar/gsd/collect/encrucci/index/assoc/HWA_257.dir/257.PDF
- Ramírez, J. (2012). *Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor*. Colombia. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=4_TNm-72U7MC&oi=fnd&pg=PA85&dq=%C3%81lvares+et+al.,+\(2008\)+analisis+sensorial&ots=Ib7RUQKHrs&sig=Rbu1IEICG2IXWW1FzjJuz1aUORE#v=onepage&q=%C3%81lvares%20et%20al.%2C%20\(2008\)%20analisis%20sensorial&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=4_TNm-72U7MC&oi=fnd&pg=PA85&dq=%C3%81lvares+et+al.,+(2008)+analisis+sensorial&ots=Ib7RUQKHrs&sig=Rbu1IEICG2IXWW1FzjJuz1aUORE#v=onepage&q=%C3%81lvares%20et%20al.%2C%20(2008)%20analisis%20sensorial&f=false)
- Retting, M., & Hen, A. (2014). El color de los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur*, 1-10. Obtenido de <http://agrarias.uach.cl/wp-content/uploads/2016/04/art07-Mathias.pdf>
- Ricardo, M., & Guillermo, G. (2017). Procedimiento para la producción de una bebida láctea fermentada utilizando lactosuero. *Revista Chilena*, 1-6.
- Rivero, U. M., & Rodriguez, P. M. (2005). La importancia de los ingredientes funcionales en las leches. *Nutrición hospitalaria*, 135-146. Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112005000200011
- Román, R., & Álvarez, C. (2013). probióticos y prebióticos. *Nutrición Hospitalaria*, 1-4. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=AgfcPN44GKUC&pg=PA406&dq=probio+y+prebiotico+libro&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi-4Lvhp_XmAhVjzlkKHxZLBbYQ6AEILzAB#v=onepage&q=probio%20y%20prebiotico%20libro&f=false
- Roser, R., & Josep, L. (2004). *Productos lácteos. Tecnología*. Venezuela. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=HUugK6Ep_JkC&pg=PA115&dq=leche+fermentadas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiAnLTIw_TmAhVJlqwKHTwhCcYQ6AEILzAB#v=onepage&q=leche%20fermentadas&f=false
- Salazar, B., & Montoya, O. (2003). Importancia de los probióticos y prebióticos en la salud humana. *VITAE*, 1-8. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169817981002.pdf>
- Saltos, H. A. (2010). *SENSOMETRÍA*.
- Sancho, J. B., & Castro, J. (2000). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. Barcelona. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=-cw1_dn02I8C&pg=PP4&dq=INTRODUCCION+AL+ANALISIS+SENSORIAL+DE+LOS+ALIMENTOS+J.+SANCHO+VALLS,+E.+BOTA,+J.J.+DE+CASTRO&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjprqiztrTnAhUNvVkkHQqICLSQ6AEIKDAA#v=onepage&q=INTRODUCCION%20AL%20ANALISI
- Urquiza, E. R., & Ruiz, J. (2014). *Productos lacteos funcionales*. Mexico. Obtenido de <http://web.udlap.mx/tsia/files/2015/05/TSIA-81-Santillan-Urquiza-et-al-2014.pdf>
- Vazquez, E., & Rojas, T. (2016). *El pH*. Unidad Autonoma Metropolitana, México. Obtenido de <http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/17pHTeoriayproblemas.pdf>

Vera, R., & Rodriguez, A. (2013). Efecto de la adición de caseinato de sodio y gelatina sobre la viscosidad, sinérisis y tiempo de fermentación yogurt batido. *Pueblo continente*, 133-140. Obtenido de <http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/viewFile/36/35>

CAITULO VII

7. ANEXOS

Anexo 1. Cosecha de la pitahaya de Pastaza (K/m 28 vía Puyo a Macas, propiedad del Sr. Julio Orozco).



VISITA

PRODUCCIÓN

COSECHA

Anexo 2. Pasteurizado de la leche y la pulpa de pitahaya.



PASTEURIZACIÓN DE LA LECHE

PASTEURIZACIÓN DE LA PITAHAYA

CONTROL DE LA TEMPERATURA

Anexo 3. Formulación y envasado de la bebida láctica funcional de pitahaya.



DOSIFICACIÓN

**MEZCLADO DE LA
PITAHAYA Y LECHE**

ENVASADO

Anexo 4. Análisis fisicoquímico de la bebida láctica.



**DETERMINACIÓN
DEL ACIDEZ**

**DETERMINACIÓN
DEL pH**

**DETERMINACIÓN
DE LOS °BRIX**

Anexo 5. Análisis microbiológico de la bebida láctica.



PRUEBAS DE COLIFORMES TOTALES, FECALES, *E. COLI*, MOHOS Y LEVEDURAS

Anexo 6. Prueba de análisis sensoriales.



CATACIÓN

TOTAL TRATAMIENTOS

Anexo 7. Encuesta utilizada para la catación.



UNIVERSIDAD ESTATAL AMZÓNICA
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



Fecha: _____

OBJETIVO: Determinar cuál es el mejor tratamiento de la bebida láctica funcional a partir de pitahaya mediante un análisis sensorial.

- Pruebe las 4 muestras e indique su nivel de agrado marcando con una X en la que mejor describa su reacción

Nota: Por favor beber agua antes de pasar a la siguiente muestra.

COLOR	341	450	543	690	765	800	901	190
Me gusta mucho								
Me gusta								
Ni disgusta, ni gusta								
Me disgusta								
Me disgusta mucha								

OLOR	341	450	543	690	765	800	901	190
Me gusta mucho								
Me gusta								
Ni disgusta, ni gusta								
Me disgusta								
Me disgusta mucha								

TEXTURA	341	450	543	690	765	800	901	190
Me gusta mucho								
Me gusta								
Ni disgusta, ni gusta								
Me disgusta								
Me disgusta mucho								

SABOR	341	450	543	690	765	800	901	190
Me gusta mucho								
Me gusta								
Ni disgusta, ni gusta								
Me disgusta								
Me disgusta mucha								

Comentario.....

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN !

Anexo 8. Prueba microbiológica del mejor tratamiento.

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA



Dirección: PUYO
Fecha: 5/12/ 2019
Tipo de muestra Bebida Láctica funcional de Pitahaya
Número de muestra: 1 muestras

DATOS GENERALES					
Fecha	Tipo de muestra	Mesófilos totales	Coliformes Totales	E. coli	Resultados
05/12/2019	liquida	<1 UFC	<1UFC	< 0 UFC	Cumple

Límites Permisibles		Máximos	
Coliformes totales	Recuento de Mesófilos	Coliformes Totales	E. Coli
10 – 100 < 1/g UFC	<100 UFC/g	<1 NMP/100 ml	<0NMP/100 ml

Fecha de realización del Ensayo.

La muestra fue tomada y recibida por el responsable de la muestra el 5/12/2019

Codificación:

*Ufc/ml: unidad formadora de colonias por mililitro

*NMP/100ml: Número más probable de coliformes por 100 mililitro

Atentamente.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Luis Antonio Díaz', written over a horizontal line.

Ing. Luis Antonio Díaz M.Sc.
Lic. 02-17-402
Técnico Analista