



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN
ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
CARERA DE ALIMENTOS



Desarrollo de una tisana a partir de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*), maracuyá (*Passiflora edulis*) y piña (pulpa - cáscara) (*Ananas comosus*).

Trabajo de Titulación, Modalidad Proyecto de Investigación, previa a la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, otorgados por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autora: Erika Daniela Robalino Freire

Tutora: Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar

Ambato – Ecuador

Septiembre - 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar

CERTIFICA:

Que el presente Trabajo de Titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final de Titulación, bajo la Modalidad de Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos Y Grados de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 25 de Julio del 2023

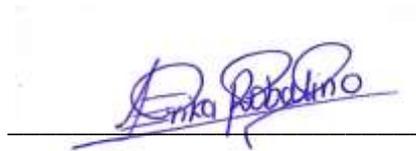
Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar

C.I. 180217135-3

TUTORA

AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Erika Daniela Robalino Freire, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, bajo la modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención de título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales, a excepción de las citas bibliográficas.



Erika Daniela Robalino Freire

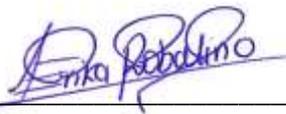
C.I. 180519134-1

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación o parte de él, como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y realice respetando mis derechos de autor.



Erika Daniela Robalino Freire

C.I. 180519134-1

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

.....
Presidente de Tribunal

.....
Mg. Manuel Israel Guanoquiza Rivera
C.I: 050296637-7

.....
Mg. Manoella Alejandra Sánchez Garnica
C.I: 060407987-1

Ambato, 24 de Agosto del 2023

DEDICATORIA

A Dios, mis padres, Klever Robalino y Tarcila Freire, a mi hermano Giovanni, quienes han sido el pilar fundamental a lo largo de este camino, siendo mi soporte y motivación diaria para lograr este sueño tan anhelado.

Erika Daniela

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser mi guía y fortaleza, por brindarme sabiduría para tomar las mejores decisiones en mi vida.

A mi razón de ser, mis padres, quienes hasta el día de hoy han trabajado y luchado por verme triunfar convirtiéndose en mi motor y ejemplo de que con perseverancia se logra el éxito. Por el amor y la paciencia proporcionada en cada momento de mi formación. Por el apoyo emocional y económico en este proceso para lograr una meta más en mi vida profesional. Por confiar en mí. Este pequeño logro es por y para ustedes.

A mi hermano, Giovanni, quien ha sido una fuente de inspiración y me ha apoyado desde principio a fin. Por tus consejos y por muchas de las veces consentirme.

A mi enamorado, Yannick Gabriel, quien me ha demostrado apoyo incondicional y ha sido parte de mi día a día durante toda mi formación profesional. Tú ayuda y motivación en mis momentos más difíciles ha sido fundamental.

A mi querida familia, abuelitos, tíos, primos y personas allegadas, quienes mediante un mensaje o una llamada siempre han estado al pendiente.

A mis más grandes amistades que me han demostrado lealtad y aprecio, Pamela, Kattya y Bryan.

A la Dra. Jacqueline Ortiz, quien con su gran talento ha sabido ser una guía en la vida de muchos de sus estudiantes, por sus sabios consejos, su tiempo, paciencia y apoyo en la elaboración de este proyecto.

A mis peluditos, que en noches de desvelo supieron ser mi mejor compañía para no sentirme sola, Elvis, Presley y mi pequeño angelito Richi.

Y a mis compañeros de la universidad y futuros colegas, especialmente a Tatiana, Jefferson, Abraham y Jéssica.

¡Gracias por ser y estar!

Erika Daniela

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

| | |
|--|------------|
| | i |
| APROBACIÓN DEL TUTOR..... | ii |
| AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN | iii |
| DERECHOS DE AUTOR | iv |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO..... | v |
| DEDICATORIA..... | vi |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| RESUMEN EJECUTIVO | xiv |
| ABSTRACT | xv |
| CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO | 1 |
| 1.1 Antecedentes investigativos | 1 |
| 1.1.1 Tisana | 1 |
| 1.1.2 Hierba luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>) | 3 |
| 1.1.3 Maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) | 4 |
| 1.1.4 Piña (<i>Ananas comosus</i>) | 6 |
| 1.1.5 Cáscara de la piña (<i>Ananas comosus</i>) | 7 |
| 1.2 Objetivos..... | 9 |
| 1.2.1 Objetivo General | 9 |
| 1.2.2 Objetivos específicos | 9 |
| 1.3 Hipótesis | 9 |
| 1.3.1 Hipótesis Nula..... | 9 |
| 1.3.2 Hipótesis Alternativa | 9 |
| CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA..... | 10 |
| 2.1 Materiales..... | 10 |
| 2.1.1 Materia prima | 10 |
| 2.1.2 Materiales de laboratorio..... | 10 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.1.3 | Reactivos | 10 |
| 2.1.4 | Equipos..... | 10 |
| 2.2 | Métodos | 11 |
| 2.2.1 | Elaboración de la tisana | 11 |
| 2.2.2 | Evaluación sensorial..... | 13 |
| 2.2.3 | Análisis proximal | 14 |
| 2.2.4 | Evaluación de parámetros fisicoquímicos..... | 15 |
| 2.2.5 | Análisis microbiológico | 16 |
| 2.2.6 | Determinación del tiempo de vida útil | 16 |
| CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN | | 18 |
| 3.1 | Análisis sensorial | 18 |
| 3.1.1 | Color | 18 |
| 3.1.2 | Aroma | 19 |
| 3.1.3 | Sabor | 20 |
| 3.1.4 | Aceptabilidad | 21 |
| 3.2 | Análisis proximal..... | 22 |
| 3.2.1 | Humedad..... | 22 |
| 3.2.2 | Cenizas insolubles en ácido clorhídrico..... | 23 |
| 3.3 | Parámetros fisicoquímicos..... | 23 |
| 3.3.1 | Polifenoles | 23 |
| 3.3.2 | pH y Acidez Titulable..... | 24 |
| 3.4 | Análisis microbiológico | 25 |
| 3.4.1 | Recuento de <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Bacillus cereus</i> y <i>Clostridium perfringens</i> | 25 |
| 3.4.2 | Recuento de mohos y levaduras..... | 26 |
| 3.5 | Tiempo de vida útil..... | 27 |
| 3.6 | Verificación de hipótesis | 28 |

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 29 |
| 4.1 Conclusiones | 29 |
| 4.2 Recomendaciones | 30 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 31 |
| ANEXOS | 40 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Clasificación taxonómica de la hierba luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>)..... | 3 |
| Tabla 2. Clasificación taxonómica de la maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) | 4 |
| Tabla 3. Clasificación taxonómica de la Piña (<i>Ananas comosus</i>)..... | 6 |
| Tabla 4. Formulaciones de tisanas | 12 |
| Tabla 5. Codificación de los tratamientos | 13 |
| Tabla 6. Verificación de las humedades de las materias primas..... | 18 |
| Tabla 7. Contenido de humedad del mejor tratamiento | 23 |
| Tabla 8. Contenido de cenizas insolubles en HCl del mejor tratamiento | 23 |
| Tabla 9. Contenido de polifenoles totales del mejor tratamiento..... | 24 |
| Tabla 10. pH y acidez titulable del mejor tratamiento | 25 |
| Tabla 11. Análisis microbiológico del mejor tratamiento..... | 26 |
| Tabla 12. Recuento de mohos y levaduras del mejor tratamiento | 26 |
| Tabla 13. Recuento de mohos y levaduras a condiciones aceleradas para predicción del tiempo de vida útil..... | 27 |
| Tabla 14. Cuadro de Análisis de la Varianza del atributo Color (SC tipo III)..... | 41 |
| Tabla 15. Prueba de Tukey para atributo Color | 41 |
| Tabla 16. Cuadro de Análisis de la Varianza para atributo Olor (SC tipo III)..... | 41 |
| Tabla 17. Prueba de Tukey para atributo Olor | 42 |
| Tabla 18. Cuadro de Análisis de la Varianza para atributo Sabor (SC tipo III)..... | 42 |
| Tabla 19. Prueba de Tukey para atributo Sabor | 42 |
| Tabla 20. Cuadro de Análisis de la Varianza para Aceptabilidad (SC tipo III)..... | 43 |
| Tabla 21. Prueba de Tukey para Aceptabilidad | 43 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Planta de hierba luisa..... | 3 |
| Figura 2. Planta y flor de maracuyá..... | 5 |
| Figura 3. Planta de la piña..... | 7 |
| Figura 4. Diagrama de flujo de la elaboración de tisana..... | 11 |
| Figura 5. Análisis estadístico obtenido del color de la tisana..... | 19 |
| Figura 6. Análisis estadístico obtenido del aroma de la tisana..... | 20 |
| Figura 7. Análisis estadístico obtenido del sabor de la tisana..... | 21 |
| Figura 8. Índice de aceptabilidad de la tisana..... | 22 |
| Figura 9. Hoja de cata..... | 40 |
| Figura 10. Curva de calibración de Ácido Gálico..... | 44 |
| Figura 11. Recuento de mohos y levaduras en función del tiempo a 27.5°C..... | 44 |
| Figura 12. Recuento de mohos y levaduras en función del tiempo a 37.5°C..... | 45 |
| Figura 13. Recuento de mohos y levaduras en función del tiempo a 45°C..... | 45 |
| Figura 14. Relación entre temperatura de almacenamiento y logaritmo natural de IP..... | 46 |
| Figura 15. Aireado de las hojas de hierba luisa..... | 47 |
| Figura 16. Colocación de la malla antiadherente a las semillas pulposas de maracuyá..... | 47 |
| Figura 17. Catador - Análisis Sensorial..... | 47 |
| Figura 18. Determinación del pH del mejor tratamiento..... | 47 |
| Figura 19. Acidez titulable del mejor tratamiento..... | 48 |
| Figura 20. Determinación de cenizas insolubles en ácido clorhídrico..... | 48 |
| Figura 21. Extracto obtenido para cuantificación de polifenoles..... | 48 |
| Figura 22. Espectrofotómetro NanoDrop ONE..... | 48 |
| Figura 23. Siembra de tisana para determinación del tiempo de vida útil..... | 49 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|---|----|
| Ecuación 1. Porcentaje de humedad..... | 14 |
| Ecuación 2. Porcentaje de cenizas insolubles en HCl..... | 15 |
| Ecuación 3. Porcentaje de acidez titulable..... | 16 |
| Ecuación 4. Arrhenius..... | 17 |

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación tuvo como finalidad el desarrollo de una tisana a partir de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*), maracuyá (*Passiflora edulis*) y piña (pulpa - cáscara) (*Ananas comosus*) aprovechando sus compuestos bioactivos.

Las materias primas se deshidrataron a condiciones específicas (tiempo y temperatura) y se realizaron cuatro formulaciones que fueron evaluadas sensorialmente por 30 catadores, a partir del índice de aceptabilidad se determinó que el tratamiento T3, que tiene 30 por ciento de hierba luisa; 35 por ciento de piña; 15 por ciento de cáscara de piña; 20 por ciento de maracuyá tuvo un 86.66 por ciento de aceptación. En el mejor tratamiento se realizaron los análisis establecidos en la norma NTE-INEN 2392 correspondiente a hierbas aromáticas, en el análisis proximal se determinó el contenido de humedad y cenizas insolubles en HCl, en el análisis fisicoquímico determinó la presencia de polifenoles con un valor de 10.35 mg GAE sobre gramos de muestra, pH ácido y acidez titulable en base a ácido cítrico. Los resultados del análisis microbiológico indican ausencia de *Salmonella* y valores permitidos de *Escherichia coli*, *Bacillus Cereus*, *Clostridium perfringens*, mohos y levaduras. Se determinó el tiempo estimado de vida útil a condiciones aceleradas mediante recuento de mohos y levaduras, obteniendo que a 27.5° grados centígrados el tiempo es de 9.49 meses, a 37.5 grados centígrados de 6.83 meses y a 45 grados centígrados de 5.34 meses.

Concluyendo que la tisana desarrollada tiene una buena calidad sensorial y cumple con los requisitos de la normativa nacional.

Palabras claves: tisana, hierba luisa, maracuyá, piña, cáscara de piña.

ABSTRACT

The purpose of this research project was to develop an herbal tea made from lemon verbena (*Cymbopogon citratus*), passion fruit (*Passiflora edulis*) and pineapple (pulp - peel) (*Ananas comosus*) taking advantage of their bioactive compounds.

The raw materials were dehydrated under specific conditions (time and temperature) and four formulations were made that were sensorially evaluated by 30 tasters, from the acceptability index it was determined that treatment T3, which has 30 percent lemon verbena; 35 percent pineapple; 15 percent pineapple peel; 20 percent of passion fruit had an 86.66 percent acceptance. In the best treatment, the analyzes established in the NTE-INEN 2392 standard corresponding to aromatic herbs were carried out, in the proximal analysis the moisture content and insoluble ashes in HCl were determined, in the physicochemical analysis it determined the presence of polyphenols with a value of 10.35 mg GAE on grams of sample, acid pH and titratable acidity based on citric acid. The results of the microbiological analysis indicate the absence of Salmonella and allowed values of Escherichia coli, Bacillus Cereus, Clostridium perfringens, molds, and yeasts. The estimated useful lifetime under accelerated conditions was determined by counting molds and yeasts, obtaining that at 27.5 degrees Celsius the time is 9.49 months, at 37.5 degrees Celsius 6.83 months and at 45 degrees Celsius 5.34 months.

Concluding that the herbal tea developed has a good sensory quality and meets the requirements of national regulations.

Keywords: herbal tea, lemon verbena, passion fruit, pineapple, pineapple peel.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

1.1.1 Tisana

Según **González (2020)** la tisana es un preparado que se consigue al añadir ciertas combinaciones de plantas, frutas y flores en agua caliente con un reposo de al menos 15 minutos; también es considerada como una infusión aromática que se obtiene al hervir hierbas en estado natural o deshidratadas, en el que se permite la extracción de principios medicinales que quedarán suspendidas como sustancias hidrosolubles las cuales aportarán grandes beneficios en la salud de las personas (**René, 2001**).

La industria de té data del año 2700 Antes de Cristo (A.C), cuando el emperador Shen-Nung notó que las personas gozaban de salud al consumir bebidas calientes lo cual generó que la población sustituya las bebidas tradicionales por esta opción, es así que un día en el agua hirviendo cayó una hoja de té que fue degustada y aprobada por el emperador como uno de los mejores aromas seguido de un agradable sabor, desde ese momento China empezó a expandir el cultivo de esta planta a Asia hasta llegar a Norteamérica; Thomas Sullivan en 1900 optó por empacarlo en bolsas de seda para mayor facilidad, desde entonces la industria ha innovado mediante la creación de otro tipo de bebidas como tisanas e infusiones bajo el mismo concepto de té (**Álvarez et al., 2011**).

La extracción de los principios de las plantas, flores y frutas en la elaboración de tisanas trae consigo grandes beneficios en la salud de las personas, influyen en el sistema nervioso por lo que tiene efecto relajante neutralizando enfermedades como ansiedad y ataques de pánico (**Das & Banerjee, 2022**), ayuda al rejuvenecimiento de la piel gracias a la acción antioxidante que presentan los fitoquímicos activos que incluyen compuestos polifenólicos, elimina impurezas acumuladas luego de las comidas, permite mejorar la flora intestinal, combate enfermedades como la artritis ya que posee propiedades antiinflamatorias (**Tea Market, 2023**). Existen dos tipos de tisanas, las cuales son:

Tisana frutal: bebida en la cual incluye como elemento principal a frutas secas o deshidratadas que puede combinar con algún tipo de especia para realzar su sabor (**Medina, 2019**).

Tisana herbal: infusión que incluye hierbas en estado natural o deshidratadas y su connotación es medicinal ya que en varios casos su sabor no suele ser agradable al paladar por lo que es consumida como remedio medicinal (**Medina, 2019**).

El consumo de tisanas a base de plantas medicinales en el país ha logrado tener un incremento significativo, **Carvajal (2021)** menciona que, en el 2011, las personas consumían alrededor 3300 litros anuales a diferencia del 2015 que fue de 4500 litros; la ingesta de este tipo de bebidas ha traído consigo un aumento de 300 a 400 litros por cada año. Por otra parte, según **Iñiguez (2017)** el 88% de familias ecuatorianas ingieren bebidas a fase de infusiones que incluyen plantas medicinales y aromáticas con una frecuencia de 4 a 5 veces por semana, mientras que el 12% lo realiza de 1 a 2 veces o no las consume.

La industria productora de tisanas e infusiones en el país ha reflejado un crecimiento considerable durante los últimos 5 años gracias a la riqueza que posee Ecuador frente a cantidad y calidad de materia prima (**Gómez, 2022**), sin embargo, dicha oportunidad no ha sido aprovechada por la falta de información acerca de las propiedades y beneficios que nuevas alternativas podrían generar en la salud de los consumidores; según **Supercias (2021)** hoy en día existen 14 empresas dedicadas a dicha actividad, varias de ellas están acopladas al mercado internacional dejando a un lado el local.

Para la producción de este tipo de productos se ha establecido una Norma Técnica Ecuatoriana (**NTE INEN 2392, 2017**) la cual, en su segunda revisión ha establecido los requisitos mínimos para hierbas aromáticas en estado natural o deshidratadas, que a su vez permitan la preparación de infusiones por medio de cocción para consumo humano, dentro de ella se encuentran los requisitos fisicoquímicos como determinación de humedad y cenizas insolubles en ácido clorhídrico, para requisitos microbiológicos determinación de *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Bacillus cereus* y *Clostridium perfringens*, cada una de ellas enmarcadas en un método de ensayo correspondiente y con valores máximos a cumplir.

1.1.2 Hierba luisa (*Cymbopogon citratus*)

Originaria de Asia meridional especialmente en India, Ceilán y Malasia, su cultivo se da en regiones tropicales y subtropicales, en suelos arenosos y con porcentajes de arcilla, con exposición a sol y lluvia con temperaturas de 24 a 26°C (J. Cruz, 2016). Actualmente su cultivo se encuentra distribuido a nivel mundial y es considerada como una de las familias con mayor cantidad de especies llegando a 10 000 (Laaz, 2022).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la hierba luisa (*Cymbopogon citratus*)

| | |
|----------------------|--|
| Subdivisión: | Magnoliophyta |
| Clase: | Liliopsida |
| Subclase: | Commelinidae |
| Familia: | Poaceae |
| Género: | Cymbopogo |
| Especie: | <i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) |
| Nombre común: | Hierba luisa, limonaria y zacate limón |

Fuente: (J. Cruz, 2016)

La hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) es una planta herbácea, perenne y aromática, perteneciente a la familia de las gramíneas, puede llegar a medir 2m, su estructura está formada por hojas lineales que van desde los 30 a 60cm, sus ramas tienden a ser alargadas, color verde y se agrupan formando matas densas (Soto et al., 2017).



Figura 1. Planta de hierba luisa

Fuente: (Cruz, 2016)

Usos y propiedades

Su uso es muy común en la elaboración de aguas aromáticas y como especia en la chicha de maíz y colada morada (Del Pozo, 2006). Medicinalmente las hojas sirven para controlar escalofríos, dolor de estómago, pecho, cefaleas, presión baja, afecciones de los nervios debido a que tiene propiedades antimicrobianas, antitumorales, cardio y gastro protectoras, también posee propiedades ansiolíticas ya que reduce niveles de ansiedad; esto se debe a que sus hojas poseen compuestos fenólicos como flavonas, taninos, minerales y triterpenos denominándolos como calmantes del estrés (Kieltyka et al., 2021), además Vélez et al. (2018) determinó la presencia de fenilpropanoides, esteroides y catequinas considerados como metabolitos secundarios que tienen acciones terapéuticas, por otra parte, posee terpenoides que actúan como antioxidantes.

1.1.3 Maracuyá (*Passiflora edulis*)

Es originaria del centro y sur de América, principalmente de la región amazónica de Brasil, en el siglo XVI fue llevada por primera vez a Europa y la denominaron como *Passiflora* y es considerada como una riqueza tanto económica como nutricional (Ocampo & Wyckhuys, 2012).

Su cultivo se da en áreas tropicales y subtropicales con temperaturas que van desde los 20 a los 30°C, además debe poseer un buen drenaje, en Ecuador se desarrolla en la costa, principalmente en la provincia de Los Ríos con una extensión de 4310ha (Haro et al., 2020).

Tabla 2. Clasificación taxonómica de la maracuyá (*Passiflora edulis*)

| | |
|----------------------|------------------------------------|
| Subdivisión: | Magnoliophyta |
| Clase: | Magnoliopsida |
| Subclase: | Granadilla |
| Familia: | Passifloraceae |
| Género: | Passiflora |
| Especie: | <i>Passiflora edulis</i> |
| Nombre común: | Parcha, maracuyá o purple maracuja |

Fuente: (Ocampo & Wyckhuys, 2012)

Es una planta trepadora que puede alcanzar los 9m de longitud, su tallo es leñoso y rígido, además posee hojas color verde oscuro de gran tamaño, sus raíces tienden a ser superficiales (**Haro et al., 2020**). La flor es blanca con tintes rojizos también pueden llegar a ser de color azul, puede alcanzar 5cm de diámetro y son consideradas como ornamentales, su apariencia es similar a una corona por lo que la denominan como *fruto de pasión*, es redondo y puede llegar a medir 4 a 10cm de diámetro, se encuentra cubierta por una capa gruesa que no es comestible, además presenta varias semillas en la parte pulposa (**Ocampo & Wyckhuys, 2012**).



Figura 2. Planta y flor de maracuyá

Fuente: (Ocampo & Wyckhuys, 2012)

Usos y propiedades

Esta fruta es muy apreciada y empleada en la industria de alimentos, su aprovechamiento va desde las hojas hasta su pulpa la cual tiene alto contenido de vitamina C y antioxidantes los cuales protegen al cuerpo y fortalecen el sistema inmunológico, actúan como calmantes, previenen el envejecimiento prematuro, controlan obesidad y colesterol gracias al contenido de niacina (**Montano & Bustamante, 2017**).

Haro et al., (2020) menciona que el contenido de agua es del 86% y además posee baja concentración de sodio por lo que se la denomina como diurética, además contiene un 12% de hidratos de carbono como glucosa, fructosa y sacarosa las cuales aportan dulzor de manera natural. La pulpa contiene betacarotenos los cuales son precursores

de la vitamina A y mejoran la visión, **Espinoza et al., (2022)** destaca el aporte de fibra soluble como la pectina que es empleada como estabilizador en procesos industriales.

1.1.4 Piña (*Ananas comosus*)

La piña es nativa de América del Sur, probablemente del Altiplano Goiasense, se difundió por la cuenca de la Plata, hasta el Amazonas, su cultivo se da en zonas tropicales y es adaptable a cualquier tipo de suelo siempre y cuando cuente con capacidad de drenaje, no es tolerable a heladas y a excesos de temperatura sobre 30°C (**Morga-Hernández, 2003**).

En el país el cultivo de esta fruta se da principalmente en la región litoral ya que cuenta con un clima apto, además debido a sus características geográficas permite un desarrollo adecuado, en el 2022 se determinó que existen alrededor de 5750 hectáreas de producción con un aumento constante (**INEC, 2022**), dentro de sus variedades se encuentran Cayena o Hawaiana y MD2 (Golden Sweet).

Tabla 3. Clasificación taxonómica de la Piña (*Ananas comosus*)

| | |
|----------------------|-------------------|
| Subdivisión: | Magnoliophyta |
| Clase: | Liliopsida |
| Subclase: | Commelinidae |
| Familia: | Bromeliaceae |
| Género: | Ananas |
| Especie: | <i>A. Comosus</i> |
| Nombre común: | Piña |

Fuente: (Morga-Hernández, 2003)

Es conocida como una planta vivaz, con hojas rígidas y puntiagudas que pueden llegar a medir de 30 a 100cm de largo, su tallo es de color rojizo y mide entre 1 a 1.5m. Las flores son hermafroditas color lavanda con presencia de brácteas, sus tépalos son asimétricos, el periodo de floración oscila entre el primer mes o más, la fruta posee una cáscara gruesa con escamas amarillentas, la pulpa es aromática, dulce con tintes ácidos (**Morga-Hernández, 2003**).



Figura 3. Planta de la piña

Fuente: (Morga-Hernández, 2003)

Usos y propiedades

La piña es muy empleada en la industria de alimentos en la elaboración de refrescos, enlatados, mermeladas, pulpas, etc., ya que brinda propiedades nutritivas y curativas, además es usada como ablandador de carnes por su alto contenido de bromelina (**Peralta, 2020**). En el campo medicinal tienen grandes propiedades ya que actúa como metabolizante, desintoxicante, previene algunas enfermedades y genera saciedad (**Rodríguez et al., 2016**).

Esta fruta brinda dulzor de manera natural ya que durante las últimas semanas de maduración la piña tiende a potenciar su contenido de azúcares llegando al 11% de hidratos de carbono (**Peralta, 2020**), por otra parte, su contenido vitaminas, 85% de agua, fibra le permite actuar como adelgazante y mejora la digestión (**Trujillo, 2021**). En un estudio realizado por **Kongsuwan (2009)** ha determinado que posee antioxidantes tales como ácido ascórbico y carotenoides.

1.1.5 Cáscara de la piña (*Ananas comosus*)

Este residuo agrícola es considerado como un alimento altamente nutritivo el cual está compuesto por polímeros naturales como lignina, celulosa y hemicelulosa y representa el 19% de la fruta total (**Trujillo, 2021**), dentro de su valor nutricional se ha determinado que el 70.6% corresponde a fibra dietética, además contiene fenoles, manganeso, hierro, fósforo y magnesio que aportan energía, al contener altas concentraciones de agua genera saciedad y reduce los niveles de colesterol (**Payrol & Martínez, 2000**).

Una de las tantas propiedades que posee la cáscara de piña es su capacidad antioxidante la cual tiene como principales componentes a glucósidos de quercetina que es considerado como anticancerígeno (**Peralta, 2020**), espermidina que sirve como agente preventivo del envejecimiento y miricetina que es un antiinflamatorio de diabetes y cáncer (**Ortega Ibarra et al., 2021**), la presencia de varios compuestos bioactivos ha ayudado a prevenir problemas cardiovasculares.

El procesamiento de la piña trae consigo un alto porcentaje de residuos siendo este el 65% incluyendo cáscara, corazón y corona, únicamente el 41% de ellos son aprovechados (**Ávila et al., 2022**). La cáscara al tener un alto valor nutricional es empleada industrialmente, en la industria alimentaria se obtiene la enzima bromelina para ablandador (**Vásquez, 2019**), extracción de pectina, producción de ensilaje para animales (**González, 2022**), también se emplea en procesos de fermentación ya que gracias al contenido de azúcares permite que su proceso tenga mayor rendimiento (**Alfaro et al., 2020**). Por otra parte, también es considerada como materia prima para generar energía, producir biocombustible y bioplástico (**Segura et al., 2019**).

La agroindustria del país juega un rol muy importante, ya que permite el procesamiento y aprovechamiento, Ecuador genera alrededor de 2.2 millones de toneladas de residuos al año (**Aguiar et al., 2022**), los cuales son destinados como materia prima para la elaboración de nuevos productos amigables con el medio ambiente, ya que presentan concentraciones de almidón y material lignocelulósico que con transformaciones biotecnológicas son precursores de bioplásticos (**Riera et al., 2019**).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Desarrollar una tisana a partir de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*), maracuyá (*Passiflora edulis*) y piña (pulpa - cáscara) (*Ananas comosus*).

1.2.2 Objetivos específicos

- Establecer el proceso de elaboración de una tisana.
- Determinar el mejor tratamiento para la obtención de la tisana mediante análisis sensorial.
- Realizar análisis proximal, fisicoquímico y microbiológico del mejor tratamiento.
- Establecer el tiempo de vida útil del mejor tratamiento.

1.3 Hipótesis

1.3.1 Hipótesis Nula

- **H₀**: El porcentaje de hierba luisa y maracuyá no influyen en las características sensoriales y la aceptabilidad del producto.

1.3.2 Hipótesis Alternativa

- **H₁**: El porcentaje de hierba luisa y maracuyá influyen en las características sensoriales y la aceptabilidad del producto.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

El presente proyecto de investigación se realizó en los laboratorios de la Unidad Operativa de la Dirección de Investigación y Desarrollo (UODIDE) y laboratorios académicos de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología pertenecientes a la Universidad Técnica de Ambato.

2.1 Materiales

2.1.1 Materia prima

Las materias primas empleadas en la elaboración de la tisana fueron: hierba luisa (*Cymbopogon citratus*), maracuyá (*Passiflora edulis*) y piña (*Ananas comosus*) las cuales fueron obtenidas del supermercado Megamaxi ubicado en el Mall de los Andes, en la ciudad de Ambato.

2.1.2 Materiales de laboratorio

Balón de aforo, bureta 50ml, botella boeco 500ml, crisol, desecador de vidrio (Labsupply), embudos de vidrio, espátulas, luna reloj, gradilla, matraces Erlenmeyer, mechero de alcohol, mortero de porcelana, microtubos de 2ml, micropipeta, papel filtro, placas Petrifilm (mohos y levaduras), puntas, soporte universal, tubos bacteriológicos, vasos de precipitación.

2.1.3 Reactivos

Ácido gálico (1000 ppm), Ácido clorhídrico (5N), Agua destilada, Agua peptonada, Carbonato de calcio (7.5%), Hidróxido de sodio (0.1N), Reactivo de Folin – Ciocalteu, Metanol (70%), Solución de fenolftaleína (0.1M), Solución de Nitrato de Plata (0.1M).

2.1.4 Equipos

Autoclave (Trident), agitador magnético (Multistirrer - VELP Scientifica), balanza analítica (Mettler Toledo), baño ultrasónico (Fisher Scientific), cámara de flujo laminar, espectrofotómetro (Thermo Scientific – NanoDrop ONE), estufa (HASUC), incubadora (Thermo Scientific), mufla (Thermo Scientific), ph-metro (Bante 210), refrigeradora (Indurama), deshidratador de alimentos (Star Home), vortex mixer (Fisher Scientific).

2.2 Métodos

2.2.1 Elaboración de la tisana

El proceso de elaboración de la tisana se realizó según lo detallado en la Figura 4.

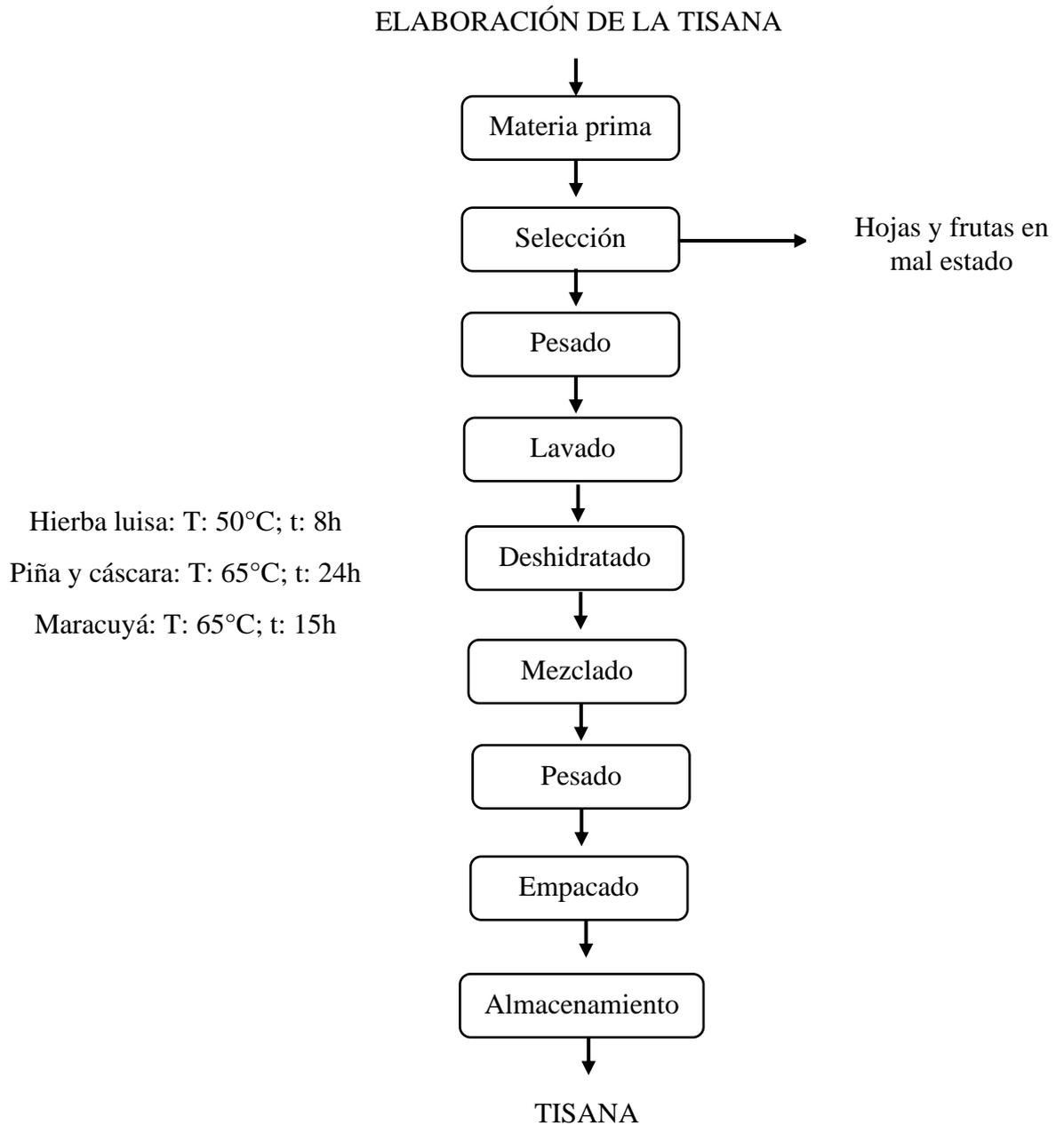


Figura 4. Diagrama de flujo de la elaboración de tisana.

Elaborado por: Robalino Erika.

Preparación de la materia prima

Las materias primas fueron clasificadas, lavadas con agua potable y desinfectadas con una solución acuosa de hipoclorito de sodio (10 ppm) durante 2 minutos. La hierba luisa se colocó en bandejas y se dejó reposar por 10 minutos, a la piña se le retiró la cáscara la cual se troceó en pedazos de 2x2cm, mientras que a la pulpa se cortó en láminas de 4mm de espesor, de la maracuyá se utilizó las semillas pulposas que se colocaron en una bandeja cubierta con tela tipo teflón que actuó como antiadherente.

Deshidratación y molienda

Se colocaron las muestras en el deshidratador de alimentos (Star Home), se reguló la temperatura a 65°C para la pulpa y cáscara de piña dejándola secar por 24 horas hasta una humedad de 11.5 a 12% **Muñoz & Cabrera (2006)**, la maracuyá se deshidrató por 15 horas a la misma temperatura hasta lograr una humedad de 9.4 a 12% **Cerquera-Peña et al. (2013)** y la hierba luisa fue deshidratada a 50°C durante 8 horas con una humedad de 9 - 12% **Calle (2011)**. Se verificaron las humedades de cada una de las materias primas con la ayuda de un analizador de humedad con lámpara de infrarrojo.

Las materias primas se molieron por separado y se mezclaron de acuerdo con las formulaciones establecidas en la Tabla 4, se envasó 2g de mezcla en bolsas de nylon y almacenaron en frascos herméticos.

Tabla 4. Formulaciones de tisanas

T1 = 20% hierba luisa; 35% piña; 15% cáscara de piña; 30% maracuyá

T2 = 25% hierba luisa; 35% piña; 15% cáscara de piña; 25% maracuyá

T3 = 30% hierba luisa; 35% piña; 15% cáscara de piña; 20% maracuyá

T4 = 35% hierba luisa; 35% piña; 15% cáscara de piña; 15% maracuyá

Elaborado por: Robalino Erika.

2.2.2 Evaluación sensorial

Para la evaluación sensorial se contó con un panel de 30 catadores semi entrenados y se realizó por 3 días consecutivos a la misma hora. Se evaluaron atributos como: color, olor, sabor y aceptabilidad empleando una escala hedónica de 5 puntos calificados de la siguiente manera: (1) Me disgusta mucho, (2) Me disgusta, (3) No me gusta ni me disgusta, (4) Me gusta y (5) Me gusta mucho, sus resultados fueron analizados mediante un diseño de bloques completamente al azar.

Elaboración de la bebida caliente

Para la preparación de la tisana se utilizó vasos de 8 onzas con agua a 85°C y se introdujo las bolsas de tisanas previamente preparadas dejándolas reposar por 7 minutos hasta alcanzar 65°C para que los catadores puedan degustar (Ver Figura 17) (González, 2020).

Codificación de los tratamientos

La codificación de los 4 tratamientos se realizó al azar, constaron de una letra seguido de 3 números, como se muestra a continuación:

Tabla 5. Codificación de los tratamientos

| TRATAMIENTO | CÓDIGO |
|-------------|--------|
| T1 | E-191 |
| T2 | K-567 |
| T3 | A-237 |
| T4 | N-806 |

Elaborado por: Robalino Erika.

Determinación del mejor tratamiento

Para identificar el mejor tratamiento se tomó como base el atributo aceptabilidad, tomando en consideración el índice (>80%) mediante los datos obtenidos del análisis sensorial por parte de los catadores.

2.2.3 Análisis proximal

Determinación de humedad

Para la determinación de humedad del mejor tratamiento se tomó en consideración el método gravimétrico descrito por (NTE INEN – ISO 1573, 2014). Se utilizó cápsulas de porcelana previamente lavadas, secadas e incubadas a 103°C por 20 minutos, se pesó luego de dejarlas enfriar en el desecador por 30 minutos (M1), se añadió 5g de muestra y se registró la suma de los dos pesos como (M2), se colocó las muestras en la estufa a 103°C ± 2°C por 4 horas, se dejó enfriar y se pesó (M3). El procedimiento se realizó por duplicado y se calculó mediante la Ecuación 1.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} * 100$$

Ecuación 1. Porcentaje de humedad

Dónde:

M1: Peso de la cápsula vacía

M2: Peso de la cápsula + muestra inicial

M3: Peso de la cápsula + muestra final

Determinación de cenizas insolubles en ácido clorhídrico

Para la determinación de cenizas insolubles en ácido clorhídrico se tomó en cuenta el método descrito por la norma (ISO 1577, 1980). Primero se preparó una solución de ácido clorhídrico en relación 1:2.5 de agua destilada. Se tomó los crisoles previamente lavados y secados, se introdujo en la estufa a 103°C por 45 minutos, se dejó secar en el desecador por 30 minutos, se agregó 2g de muestra y 25ml de la solución de ácido clorhídrico, se tapó con un vidrio reloj para evitar salpicaduras y se hirvió por 10 minutos, se enfrió y filtró al vacío, con agua caliente se lavó varias veces hasta retirar la solución de ácido y se confirmó que no existen residuos al realizar una prueba empleando de nitrato de plata (0.1M). Se colocó la muestra en papel filtro y se llevó a la estufa a 60°C por 45 minutos para evaporar el agua, se llevó a la mufla a 550°C por 4 horas, se dejó enfriar en el desecador y se registró el peso, se calentó el horno

nuevamente por 30 minutos, se enfrió y se pesó. El contenido de cenizas insolubles de determinó mediante la Ecuación 2.

$$\text{Cenizas insolubles en HCl (\%)} = \frac{W_f - W_c}{W_s} * 100$$

Ecuación 2. Porcentaje de cenizas insolubles en HCl

Dónde:

Wf: Peso del crisol + muestra final (g)

Wc: Peso del crisol (g)

Ws: Masa de la muestra empleada (g)

2.2.4 Evaluación de parámetros fisicoquímicos

Determinación de polifenoles

La cuantificación de polifenoles totales fue realizada por el método de Folin-Ciocalteu, mismo que se realizó en base a la metodología propuesta por **(Roginsky & Lissi, 2005)**.

Para la preparación de la muestra se tomó 300mg de tisana y se añadió 5ml de metanol (70%), se agitó por 10 min, se llevó a baño ultrasónico por 10 min, se centrifugó por un tiempo de 10 min y se tomó el sobrenadante para colocarlo en un balón de aforo de 20ml, este proceso se repitió 4 veces para obtener la mayor cantidad posible de extracto (Ver Figura 21), una vez realizada las extracciones se aforó con metanol y se dejó reposar en un lugar oscuro.

Para crear la curva de calibración se preparó una solución madre de ácido gálico (1000 ppm) y se realizaron diluciones a 6 concentraciones (100, 200, 300, 400, 500 y 600 ppm), en microtubos de 2ml se añadió 40µL de solución madre, 40µL de reactivo de Folin – Ciocalteu, 800µL de carbonato de calcio y 1120µL de agua destilada, este proceso se realizó por triplicado, de la misma manera se tomó 2ml de muestra de tisana, se añadió las mismas cantidades de reactivos y se dejó reposar por 1 hora en la oscuridad hasta generar una reacción que se tornaba azul.

Se midió la absorbancia a una longitud de onda de 750 nm es un espectrofotómetro Thermo Scientific – NanoDrop ONE (Ver Figura 22), el contenido de polifenoles

totales fue directamente proporcional a la coloración de las soluciones realizadas en la curva de calibración.

Determinación de pH y Acidez titulable

Para la determinación de pH se realizó 250ml de infusión de tisana, se colocó en 3 vasos de precipitación 20ml de muestra y con la ayuda de un pH-metro se obtuvo los valores. Para la determinación de acidez titulable se realizó el método a macroescala expuesto por **Mex-Álvarez et al. (2022)**. En las muestras realizadas anteriormente se adicionó 100ml de agua destilada y 2 gotas de fenolftaleína (0.1M), se tituló las muestras con solución de NaOH (0.01N) hasta identificar el viraje. A partir de los valores obtenidos el valor de la acidez se calculó con la Ecuación 3.

$$\%Acidez = \frac{N * V * Meq}{M} * 100$$

Ecuación 3. Porcentaje de acidez titulable

Dónde:

V: volumen de solución NaOH (0.01N) empleada en la titulación

N: concentración de la solución de NaOH

M: volumen de la muestra (ml)

Meq: miliequivalente del ácido dominante (Ácido Cítrico: 0.064)

2.2.5 Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos se desarrollaron en el laboratorio Multianáltyca S.A siguiendo la metodología establecida en la normativa **NTE INEN 2392 (2017)** para hierbas aromáticas, se cuantificó *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, además, se determinó mohos y levaduras.

2.2.6 Determinación del tiempo de vida útil

Para la determinación del tiempo de vida útil de la tisana se realizó cuantificación de mohos y levaduras empleando el método de **AOAC 997.02 (2017)** a condiciones aceleradas, se tomó 25g de muestra y se agregó 225ml de agua peptonada y se dejó homogenizar, se realizó una dilución 10^{-1} . En las placas Petrifilm se colocó 1ml de la

muestra y se dejó solidificar por 1 minuto, se incubó las placas caras arriba a temperaturas de 27.5, 37.5 y 45°C, se realizó conteos a 24, 96, 192, 288, 384, 480 y 576 horas.

Para la predicción del tiempo de vida útil se empleó el método descrito por **Talavera & Cartagena (2018)** a partir de la ecuación de Arrhenius a cada una de las temperaturas mencionadas, para esto se realizó una regresión lineal de los valores de ufc/g de mohos y levaduras en relación con el tiempo de almacenamiento. Se procedió a calcular el logaritmo natural de las ufc/g cuantificadas de cada uno de los casos para determinar la pendiente que corresponde a la velocidad de reacción, se obtuvo una ecuación a partir de los valores anteriormente obtenidos y se predijo el tiempo de vida útil con la ecuación de Arrhenius (Ecuación 4) para cada una de las temperaturas mencionadas anteriormente.

$$k = A * e^{-\left(\frac{E_a}{R*T}\right)}$$

Ecuación 4. Arrhenius

Dónde:

k: constante cinética

A: frecuencia o factor preexponencial

Ea: energía de activación (J/mol)

R: constante universal de los gases (8.3143 J/mol*K)

T: temperatura

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó el contenido de humedad de las diferentes materias primas (Ver Tabla 6), valores que están dentro del rango establecido para productos deshidratados, lo que permitió realizar las formulaciones propuestas para el desarrollo de la tisana.

Tabla 6. Verificación de las humedades de las materias primas

| MATERIA PRIMA | HUMEDAD (%) | LÍMITE (%) |
|--|-------------------|--|
| Hierba Luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>) | 7.231 ± 0.056 | 9 – 12 (Calle, 2011) |
| Maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) | 10.45 ± 0.060 | 9.4 – 12 (Cerquera-Peña et al., 2013) |
| Piña (<i>Ananas comosus</i>) | 6.69 ± 0.185 | 11.5 – 12 (Muñoz & Cabrera, 2006) |
| Cáscara de piña | 8.75 ± 0.075 | 11.5 – 12 (Muñoz & Cabrera, 2006) |

Elaborado por: Robalino Erika.

3.1 Análisis sensorial

3.1.1 Color

El color de la tisana está dado principalmente por los pigmentos naturales que las materias primas presentan, el cual es percibido de manera subjetiva y se evalúa aspectos como intensidad, tonalidad y uniformidad generando impacto sobre el consumidor antes de su consumo (Mejía, 2019).

En la Figura 5 se observan las medias obtenidas respecto al atributo color, percibido por los catadores, los tratamientos T1 y T2 fueron calificados como “Me gusta”, mientras que, T3 y T4 como “No me gusta ni me disgusta”. Tarazona et al. (2020) menciona que, la hierba luisa no contiene pigmentos que afectan significativamente al color, por lo que, las tonalidades obtenidas de las tisanas fueron netamente por el aporte de la maracuyá y la piña. En el caso de la maracuyá los responsables del color son los carotenoides como alfa-caroteno y beta criptoxantina, flavonoides y antocianinas Harris & Ellis (2019) que permitieron que T1 y T2 con contenidos de la

fruta de 30 y 25% tengan un color amarillo intenso a diferencia de T3 y T4 que tiene una concentración de 20 y 15% los colores fueron menos potentes.

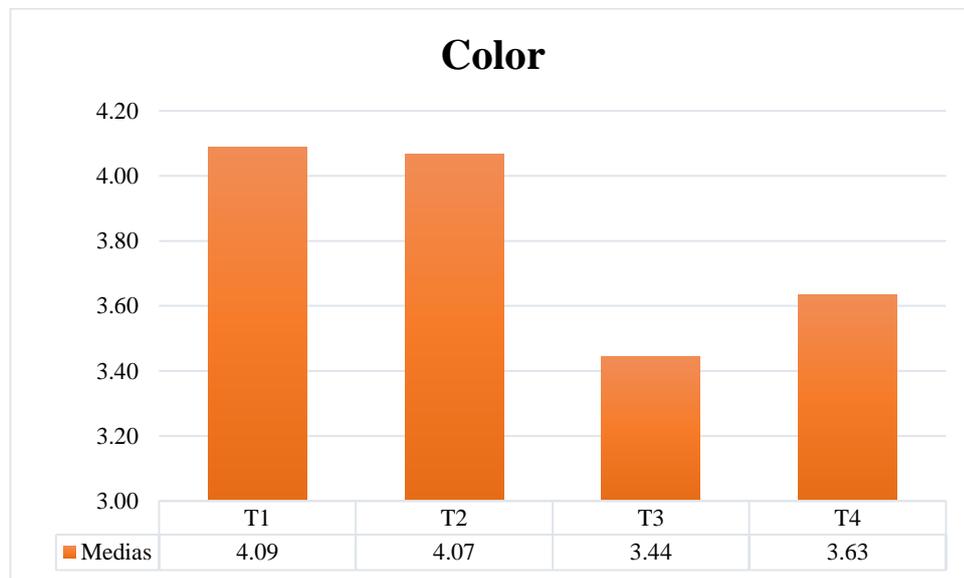


Figura 5. Análisis estadístico obtenido del color de la tisana

Elaborado por: Robalino Erika.

3.1.2 Aroma

El aroma de la tisana está influenciado por polifenoles, azúcares, ácidos orgánicos y compuestos volátiles presentes en las materias primas y representan un punto crítico en la aceptación o rechazo de la misma antes de ser bebida (**Obanda et al., 2016**).

En la Figura 6 se observa las medias obtenidas de los diferentes tratamientos respecto al atributo aroma, se aprecia que T1 y T2 tienen valores de 4.51 y 4.09 respectivamente y corresponden a “Me gusta”, por otro lado, se encuentra T3 con una media de 3.08 calificado como “No me gusta ni me disgusta” y finalmente T4 tuvo un valor de 2.44 considerado como “Me disgusta”. Los compuestos responsables del aroma tropical de la tisana son los terpenos, ésteres y compuestos sulfurados, que son propios de la piña y la maracuyá **Peralta (2020)**. En el caso de T1 y T2 que contienen mayor proporción de maracuyá (30 y 25%), obtuvieron un mayor puntaje, esto se debe a que como explica **Pino & Yojhansel (2020)** esta fruta posee compuestos como el ácido ciclohexano acético y el ácido ciclohexano que son responsables del aroma, que al combinarse con los 25 compuestos activos del aroma de la piña generaron características refrescantes y afrutadas **Calderón & Morán (2017)**, por otra parte, T4

al tener una menor concentración de maracuyá (15%) no generó aromas potentes y no fueron de agrado al catador.

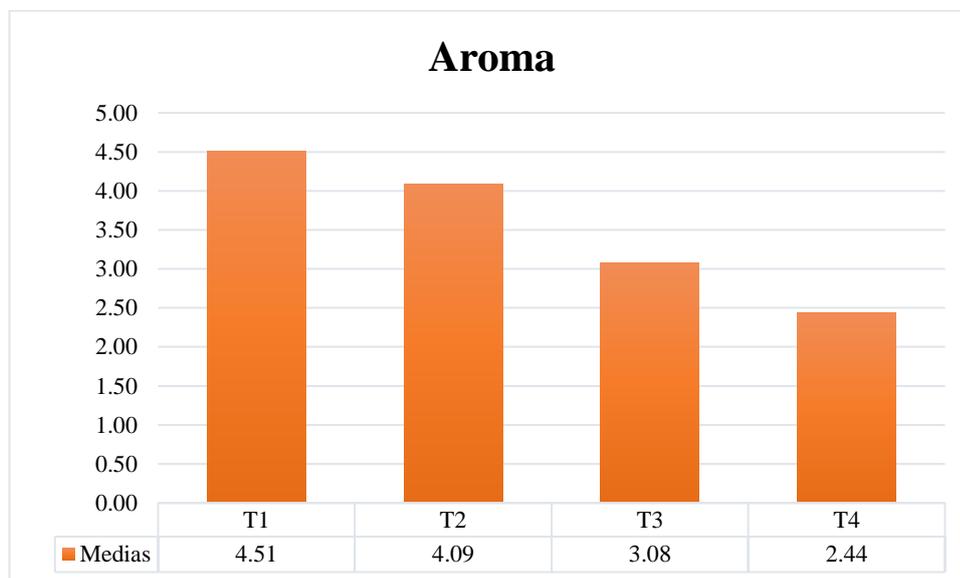


Figura 6. Análisis estadístico obtenido del aroma de la tisana

Elaborado por: Robalino Erika.

3.1.3 Sabor

El “flavor” está relacionado con el sentido del gusto y el olor, los cuales responden a los estímulos que activan receptores que se encuentran en la boca y cavidad nasal por la presencia de compuestos volátiles y no volátiles (**Costell, 2001**).

El sabor está referido a la percepción dulce que emiten los diferentes hidratos de carbono propias de las materias primas utilizadas, puesto que las tisanas no contenían edulcorantes. En la Figura 7 se observa las medias de los diferentes tratamientos, en el caso de T1 y T2 corresponden a “No me gusta ni me disgusta”, por otra parte, se destaca a T3 con una calificación de 4.34 considerado como “Me gusta”, y T4 como “Me disgusta”. El aporte y concentración de los diversos compuestos responsables del sabor hace parte de la aceptabilidad, tal es el caso de piña que aporta 13g/100g de azúcares como sacarosa y fructosa **Peralta (2020)** y de la maracuyá 23g/100g con similares compuestos que incluyen también a la glucosa **Espinoza et al. (2022)**. En el caso de T3 que obtuvo la mayor aceptación se pudo deber a que existió un equilibrio entre hierba luisa y maracuyá que al ser comparado con T4 que contenía 35% de hierba luisa obtuvo una baja calificación, ya que como menciona **Cruz & Cunalata (2019)**

el contenido de hidratos de carbono de esta planta es menor, por otra parte, posee compuestos fenólicos que contribuyen sabores ligeramente amargos.

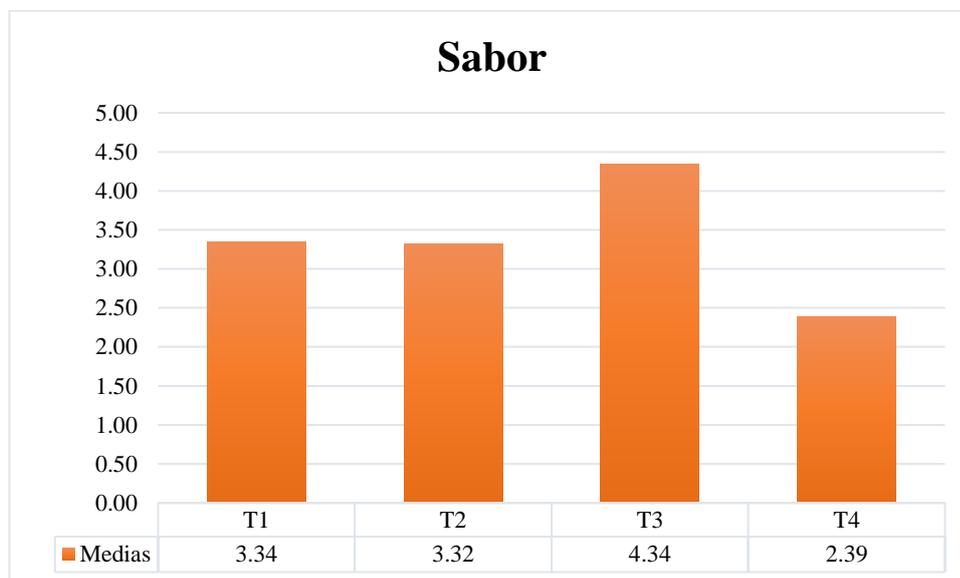


Figura 7. Análisis estadístico obtenido del sabor de la tisana

Elaborado por: Robalino Erika.

3.1.4 Aceptabilidad

La aceptabilidad de los diferentes tratamientos se encuentra relacionada con los atributos anteriormente analizados, es un proceso en el cual el panelista experimenta una serie de sensaciones al consumir el producto y los interpreta de diferentes maneras (**Costell, 2001**).

En la Figura 8 se observa el índice de aceptabilidad de los diferentes tratamientos, tomando en consideración el número de panelistas que calificaron como “Me gusta” a cada una de las muestras, destacando como mejor tratamiento a T3 que tuvo un porcentaje de aceptabilidad del 86.66%. Al ser comparado con el mejor tratamiento de un estudio realizado por **Lim (2022)** en un té instantáneo en polvo a partir de residuos de piña que tuvo un índice de aceptabilidad del 82.22%, la tisana es mayormente aceptable debido a las agradables características organolépticas y el aporte nutricional dado por las diversas propiedades de la maracuyá y hierba luisa.

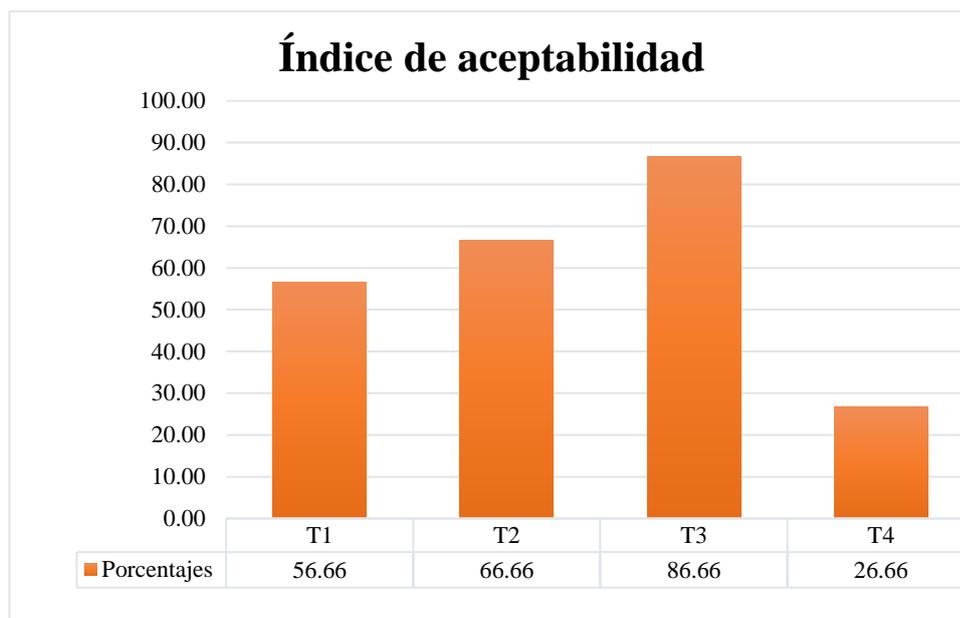


Figura 8. Índice de aceptabilidad de la tisana

Elaborado por: Robalino Erika.

3.2 Análisis proximal

3.2.1 Humedad

Uno de los requisitos que permiten establecer la calidad de las tisanas es la humedad, la cual está relacionada con el crecimiento microbiano (hongos) y alteración en las propiedades fisicoquímicas, en la Tabla 7 se observa los valores obtenidos con un promedio de $4.91 \pm 0.183\%$, que se encuentra dentro del límite máximo (12%) establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana **NTE INEN 2392 (2017)**. Un valor similar es reportado por **Taco (2023)** en su investigación acerca del análisis de un té de cuatro plantas medicinales con un contenido de $5.197 \pm 0.182\%$. Estas variaciones se dan por la cantidad de muestra contenida en las bolsas de nylon y la influencia del tiempo y temperatura empleadas en la deshidratación de las materias primas (**Velásquez, 2019**).

Una de las ventajas de obtener un producto con bajo contenido de agua es que no facilita el crecimiento microbiano y no afecta a la calidad del alimento (**Pazmiño et al., 2022**).

Tabla 7. Contenido de humedad del mejor tratamiento

| MUESTRA | HUMEDAD (%) |
|-----------------|---------------------|
| R1 | 5.098 |
| R2 | 4.733 |
| R3 | 4.912 |
| PROMEDIO | 4.91 ± 0.183 |

Elaborado por: Robalino Erika.

3.2.2 Cenizas insolubles en ácido clorhídrico

El porcentaje de cenizas insolubles en ácido clorhídrico hace referencia a la cantidad de material silíceo como arena, grava o tierra presentes en la muestra, valores altos indican contaminación y déficit en la calidad del producto, en el caso de la tisana incluye minerales como calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), fósforo (P) (**Iturbe & Sandoval, 2023**).

En la Tabla 8 se muestra el porcentaje de cenizas insolubles en HCl del mejor tratamiento siendo $3.36 \pm 0.098\%$, mismo que se encuentra dentro del límite máximo establecido en **NTE INEN 2392 (2007)** para hierbas aromáticas que corresponde a 3.5%.

Tabla 8. Contenido de cenizas insolubles en HCl del mejor tratamiento

| MUESTRA | CENIZAS INSOLUBLES EN HCl (%) |
|-----------------|--------------------------------------|
| R1 | 3.294 |
| R2 | 3.433 |
| PROMEDIO | 3.36 ± 0.098 |

Elaborado por: Robalino Erika.

3.3 Parámetros fisicoquímicos

3.3.1 Polifenoles

El contenido de polifenoles totales del mejor tratamiento esta dado por la presencia de compuestos como el ácido clorogénico y ácido ascórbico presente en la piña y

maracuyá, además de flavonoides que están asociados a propiedades antioxidantes (**Ordoñez et al., 2018**). En la Tabla 9 se observa el contenido de polifenoles de T3 que fue de 10.35 mg GAE/ g muestra, que al ser comparado con los resultados de **Lim (2022)** es similar al té instantáneo en polvo elaborado a partir de residuos de piña que tuvo 10.33 mg GAE/ g muestra, esto se debe a que como explica **Li et al. (2014)** la cáscara de piña contiene la mayor concentración de polifenoles con compuestos como catequina (58.51 mg/100 g), epicatequina (50 mg/100 g) y ácido ferúlico (19.50 mg/100 g), por otra parte, el aporte de compuestos fenólicos de la pulpa de piña con 21.7 ml GAE/ 100g destacando a la miricetina y su capacidad antioxidante **Ramírez & Pacheco (2009)**, la maracuyá aporta 4.74 g GAE/ 100g con compuestos fenólicos como lignina, quercetina, resveratrol y epicatequina **Carranza & Yohan (2019)** y la hierba luisa que contiene 1.01 mg GAE/100 g **Enríquez et al. (2023)**.

El contenido de polifenoles de la tisana puede variar de acuerdo a factores como estado de madurez de las materias primas y tiempo de infusión, ya que, a mayor tiempo, mayor extracción de compuestos fenólicos (**Roginsky & Lissi, 2005**).

Tabla 9. Contenido de polifenoles totales del mejor tratamiento

| MUESTRA | UNIDAD (mg GAE/g muestra) |
|---------|---------------------------|
| R1 | 10.35 |

Elaborado por: Robalino Erika.

3.3.2 pH y Acidez Titulable

En la Tabla 10 se muestran los valores de pH obtenidos del mejor tratamiento (T3) que fue de 3.99 ± 0.078 ; valor similar al reportado por **Lunke & Hashizume (2014)** que tiene un rango de 2.89 a 3.41, indicando que es un producto ácido por la presencia de compuestos como el ácido cítrico y málico de la piña (**Liñan, 2020**) y ácido ascórbico en la maracuyá (**Tapia, 2019**), además de que las materias primas empleadas muestra pH ligeramente ácidos, como es el caso de la hierba luisa con un valor de 5.0 a 6.0 **Esparza & Chalco (2020)**, la piña y su cáscara varía entre 3.2 y 4.2 **Mercado et al. (2019)** finalmente la maracuyá tiene un pH más bajo y ácido alrededor de 3.0 a 3.5 **Renterías (2021)**.

La acidez titulable tiene un promedio de $0.0853 \pm 0.0364\%$ expresado en ácido cítrico, que es el predominante en la combinación de las diferentes materias primas, esto se corrobora con **Lunkes & Hashizume (2014)** quienes en su estudio realizado en 11 diferentes tisanas comerciales obtuvieron una acidez titulable que oscila entre 0.193 y 0.325%; según **Tapia (2019)** los diferentes valores presentados se debe a condiciones edafoclimáticas, madurez y variedad del producto.

Tabla 10. pH y acidez titulable del mejor tratamiento

| MUESTRA | pH | ACIDEZ TITULABLE (%) |
|-----------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| R1 | 3.90 | 0.0448 |
| R2 | 4.01 | 0.0960 |
| R3 | 4.05 | 0.1152 |
| PROMEDIO | 3.99 ± 0.078 | 0.0853 ± 0.0364 |

Elaborado por: Robalino Erika.

3.4 Análisis microbiológico

3.4.1 Recuento de *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Bacillus cereus* y *Clostridium perfringens*

En la Tabla 11 se muestran los resultados de análisis microbiológico del mejor tratamiento de tisana, los cuales se encuentran descritos en la norma **NTE INEN 2392 (2017)** correspondiente a hierbas aromáticas. Para *Escherichia coli* se obtuvo < 10 UFC/g, ausencia de *Salmonella*, *Bacillus Cereus* 4.0×10^2 UFC/g, *Clostridium perfringens* < 10 UFC/g, dichos valores se encuentran dentro del límite máximo permisible de aceptación, denotando calidad en el producto final.

La ausencia de microorganismos o el bajo índice, se da por el proceso de deshidratado ya que este método de conservación permite la reducción del contenido de agua del alimento haciendo que sea difícil la proliferación y sobrevivencia de los microorganismos creando un medio hostil (**Par, 2017**).

Tabla 11. Análisis microbiológico del mejor tratamiento

| Análisis | Número de colonias (UFC/g) | Método / Norma | NTE INEN 2392:20017 (UFC/g) |
|------------------------------------|-----------------------------------|--|------------------------------------|
| <i>Escherichia coli</i> | < 10 | NTE INEN – ISO 4832:2016/REP | 1 x 10 ² UFC/g |
| <i>Salmonella</i> Detección/25g | Ausencia | NTE INEN – ISO 6579:2014 / Detección cualitativa | Ausencia |
| <i>Bacillus Cereus</i> | 4.0 x 10 ² | AOAC 980.31/REP | 1 x 10 ⁴ UFC/g |
| <i>Clostridium perfringens</i> | < 10 | NTE INEN ISO 7937:2014 / REP | 1 x 10 ³ UFC/g |

UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

Fuente: Multianálityca S.A, 2023.

3.4.2 Recuento de mohos y levaduras

En el caso de levaduras se obtuvo 1.0 x 10³ UFC/g y para mohos 1.5 x 10⁴ UFC/g (Ver Tabla 12) estos valores se corroboraron con los establecidos en la normativa establecida en Colombia en el **Ministerio de Salud y Protección Social (2022)** que como valor máximo es 1 x 10⁶ UFC/g, mismos que se encuentran dentro del rango establecido teniendo un nivel de buena calidad.

Tabla 12. Recuento de mohos y levaduras del mejor tratamiento

| Análisis | Número de colonias (UFC/g) | Método / Norma | Ministerio de Salud y Protección Social (2022) (UFC/g) |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------------|---|
| Mohos | 1.5 x 10 ⁴ | AOAC 997.02/Petrifilm | 1 x 10 ⁶ UFC/g |
| Levaduras | 1.0 x 10 ³ | AOAC 997.02/Petrifilm | 1 x 10 ⁶ UFC/g |

UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

Fuente: Multianálityca S.A, 2023.

3.5 Tiempo de vida útil

En la Tabla 13 se muestran los valores de recuentos de mohos y levaduras de la tisana, sometidas a condiciones aceleradas, se obtuvo un tiempo de 288.62 días (9.49 meses) a 27.5°C, a 37.5°C de 207.74 días (6.83 meses) y a 45°C de 162.34 días (5.34 meses), valores que fueron obtenidos a partir de la ecuación de Arrhenius. Dichos resultados fueron corroborados con los establecidos por **Cholota Moreta (2011)** el cual tuvo un tiempo de vida útil de 9 meses en un té medicinal sometido a temperatura ambiente (18°C), mismo que es similar al obtenido a 27.5°C. Cabe mencionar que según lo establecido por **Teashop (2020)** el tiempo de vida útil de una tisana puede ser de 2 a 3 años a condiciones de almacenamiento idóneas, sin embargo, el tiempo obtenido es menor y puede deberse a la calidad del papel filtrante, que al ser un material semipermeable da paso a sustancias y microorganismos del ambiente generando condiciones adecuadas para el desarrollo de organismos que generan alteraciones en las características iniciales de la tisana.

Tabla 13. Recuento de mohos y levaduras a condiciones aceleradas para predicción del tiempo de vida útil

| 27.5°C | | 37.5°C | | 47°C | |
|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| Tiempo (horas) | UFC/g | Tiempo (horas) | UFC/g | Tiempo (horas) | UFC/g |
| 24 | 2 | 24 | 2 | 24 | 2 |
| 96 | 2 | 96 | 2 | 96 | 3 |
| 192 | 2 | 192 | 2.5 | 192 | 3.5 |
| 288 | 2.5 | 288 | 3.5 | 288 | 4 |
| 384 | 3 | 384 | 3.9 | 384 | 4.5 |
| 480 | 3 | 480 | 4 | 480 | 5 |
| 576 | 4 | 576 | 4 | 576 | 5.5 |

UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

Elaborado por: Robalino Erika.

3. 6 Verificación de hipótesis

Con un nivel de significancia ($P < 0.05$), se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1), indicando que, el porcentaje de hierba luisa y maracuyá influyen en las características sensoriales y la aceptabilidad del producto.

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se desarrolló una tisana de buenas características sensoriales debido a la riqueza aromática de las materias primas empleadas y con altos estándares de calidad, que cumple con los requisitos establecidos en la normativa nacional.
- Se estableció condiciones de tiempo y temperatura para la deshidratación de las materias primas y el proceso de obtención de las tisanas; se realizaron cuatro formulaciones variando el porcentaje de hierba luisa y maracuyá, manteniendo constante la cantidad de pulpa y cáscara de piña, para obtener tisanas envasadas en bolsas de nylon.
- Se determinó la mejor formulación mediante la evaluación sensorial de los cuatro tratamientos propuestos, evaluándose atributos como: color, olor, sabor y aceptabilidad, obteniéndose que la tisana con 30% hierba luisa (*Cymbopogon citratus*), 35% piña (*Ananas comosus*), 15% cáscara de piña y 20% maracuyá (*Passiflora edulis*) tuvo una aceptabilidad del 86.66%.
- Se analizó el mejor tratamiento tomando en consideración los requisitos establecidos en la normativa NTE-INEN 2392 correspondiente a hierbas aromáticas, en el análisis proximal se determinó humedad, cenizas insolubles en HCl, en los análisis fisicoquímicos se cuantificó el contenido de polifenoles con un total de 10.35 mg GAE/ g muestra, pH y acidez titulable en base a ácido cítrico, finalmente en el análisis microbiológico se determinó *Escherichia coli*, ausencia de *Salmonella*, *Bacillus Cereus*, *Clostridium perfringens*, mohos y levaduras, resultados que se están bajo los límites establecidos.
- Se determinó el tiempo de vida útil a condiciones aceleradas con recuento de mohos y levaduras empleando el modelo matemático de Arrhenius y se obtuvo que, a 27.5°C el tiempo fue de 288.62 días (9.49 meses), a 37.5°C de 207.74 días (6.83 meses) y a 45°C de 162.34 días (5.34 meses).

4.2 Recomendaciones

- Desarrollar nuevas formulaciones de tisanas, empleando diversas materias primas en base a sus propiedades aromáticas y nutricionales y el aprovechamiento de subproductos autóctonos.
- Determinar la capacidad antioxidante de los compuestos presentes en la tisana, mediante el método de ensayo ABTS.
- Para una mejor degustación de la tisana, se puede explorar diferentes tipos de edulcorantes como alternativa del azúcar para satisfacer las diferentes preferencias.
- Realizar un proyecto de factibilidad para conocer la viabilidad técnica, de mercado y económica financiera para la producción de este tipo de tisanas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar, S., Enríquez Estrella, M., & Uvidia Cabadiana, H. (2022). Residuos agroindustriales: su impacto, manejo y aprovechamiento. *Axioma*, *1*(27), 5–11. <https://doi.org/10.26621/ra.v1i27.803>
- Alfaro, D., Sobalvarro, J., & Elizondo, J. (2020). Enriquecimiento Proteico De Dos Especies Forrajeras y cáscara de piña por medio de fermentación en estado sólido. *Agronomía Costarricense*, *44*(2), 175–187.
- Álvarez, J., Botero, D., Suárez, R., Zapata, G., Malaver, N., & Rivera, H. (2011). Análisis de la industria del té y las aromáticas en Colombia. Environment : The Case of Tea Industry. *SSRN Electronic Journal*, *October 2017*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1921568>
- AOAC 997.02. (2017). Placas Petrifilm para el Recuento de Mohos y Levaduras. *AOAC*, *7*. <http://multimedia.3m.com>
- Ávila, E., Perdomo, J., & Guevara, B. (2022). Extraction and characterization of pectin from residues of pineapple shells (*Ananas comosus*) by the acid hydrolysis method. *ECBT*, *10*(1), 1–52. <https://doi.org/10.21608/pshj.2022.250026>
- Calderón, K., & Morán, D. (2017). Optimización del contenido de compuestos bioactivos en el néctar mixto elaborado a partir de zumos de maracuyá (*Passiflora edulis*), carambola (*Averrhoa carambola*) y mando (*Mangifera indica*) utilizando el diseño de mezclas. *Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias*, 1–82. <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/2925/BC-TES-TMP-1746.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calle, A. (2011). *Diseño de una planta de deshidratación de hierbas aromáticas*. 20–30. https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/16919/3/TESIS_FINAL.pdf
- Carranza, C., & Yohan, L. (2019). Evaluación del lactosuero dulce y pulpa liofilizada de maracuyá (*passiflora edulis*) en una bebida láctea fermentada funcional. *Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí - Manuel Félix López*, 1–74. <http://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/1055/1/TTMAI5.pdf>

- Carvajal, A. (2021). Plan de negocio para la comercialización de una bebida a base de infusiones tipo té de plantas aromáticas y medicinales lista para consumir en la provincia de Tungurahua. *Universidad Técnica de Ambato*, 91.
- Cerquera-Peña, N. E., Parra-Coronado, A., & Camacho-Tamayo, J. H. (2013). Determinación de variables de secado en lámina para la deshidratación de pulpa de maracuyá. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 6(2), 172–182. <https://doi.org/10.17584/rcch.2012v6i2.1975>
- Cholota Moreta, J. M. (2011). Obtención de Té Medicinal Nutraceutico a Partir de Plantas Ancestrales Menta, Matricaria Chamomilla (Manzanilla), Llantén, Malva. *Facultad De Ciencia E Ingeniería En Alimentos - Carrera De Ingeniería En Alimentos, 1*, 105–112.
- Costell, E. (2001). La aceptabilidad de los alimentos: nutrición y places. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura CLXVII* <http://arbor.revistas.csic.es>, 199, 1–12.
- Cruz, C., & Cunalata, G. (2019). Elaboración de dos tipos de té a partir de hojas de moringa oleifera combinado con lippia alba y cymbopogon citratus. *Universidad Técnica de Machala*, 1–117.
- Cruz, J. (2016). Más de 100 plantas medicinales en Medicina Popular Canaria. *Inkaplus*, 3. <http://www.inkaplus.com/media/web/pdf/Hierbaluisa.pdf>
- Das, C., & Banerjee, A. (2022). Current Research in Nutrition and Food Science A Review of the Health Benefits of Tea : Implications of the Biochemical Properties of the Bioactive Constituents. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 10(2).
- Del Pozo, X. A. (2006). Extracción, caracterización y determinación de la actividad antibacteriana y antimicótica del aceite esencial de Hierba Luisa (Cymbopogon Citratus (DC) stapf). *ESPE*, 41–162.
- Enríquez, M. Á., Poveda, S. E., & Alvarado, G. I. (2023). Bioactivos de la hierba luisa utilizados en la industria. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(1), 1–11. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i1.3249>
- Esparza, M., & Chalco, W. (2020). Cosecha y poscosecha de la flor de Jamaica y

- Hierba Luisa orgánica en el sector “La Era” del Cantón Catamayo, Provincia de Loja. *Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables - UNL*, 23(4), 1–16.
- Espinoza, I. F., Barrera, A. E., & Vivas León, P. M. (2022). Composición química y cinética de degradación ruminal del ensilado de pasto elefante con inclusión de cáscara de maracuyá. *Ingeniería e Innovación*, 10(1). <https://doi.org/10.21897/23460466.2927>
- Gómez, L. (2022). CETCA, la hora del té inglés tiene sello ecuatoriano. *Revista Líderes*, 3. <https://www.revistalideres.ec/lideres/cetca-hora-ingles-sello-ecuatoriano.html>
- González, C. (2020). Tisana a base de cereza del café: análisis de mercado, desarrollo y evaluación sensorial del producto terminado. *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*, 1, 48. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/14846>
- González, S. (2022). Caracterización del ensilaje de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) con adición de cáscara de piña. *UFERSA*, 33(1), 1–12.
- Haro, J., Fonseca, G., & Zamora, P. (2020). Caracterización y Tipificación De La Cadena Agroproductiva Del Cultivo De Maracuyá (*passiflora edulis* L) Pedernales, Manabí, Ecuador/Characterization and Typification of the Agroproductive Chain of Maracuya Cultivation (*passiflora edulis* L) Pedernales, M. *KnE Engineering*, 2020, 697–716. <https://doi.org/10.18502/keg.v5i2.6292>
- Harris, N., & Ellis, T. (2019). Effect of tea processing methods on biochemical composition and sensory quality of black tea (*Camellia sinensis* (L.)). *Journal of Horticulture and Forestry*, 11(6), 84–95. <https://doi.org/10.5897/JHF>
- INEC. (2022). Censo Nacional Agropecuario. *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*, www.indec.gov.ar, visited April 1st, 2012. <https://coprofam.org/wp-content/uploads/2019/11/CNA-2018-Resultados-preliminares.pdf>
- Iñiguez, M. (2017). Modelo de negocio para la producción y comercialización de infusiones en la provincia de Azuay, aplicable a productos La Gracia. *Universidad del Azuay*, 250.

- ISO 1577. (1980). ISO 1577 Tea - Determination of acid - insoluble ash. *International Organization for Standarization, I*, 13.
- Iturbe, F., & Sandoval, J. (2023). Análisis de alimentos. Fundamentos y técnicas. En *Universidad Autónoma de México - Facultad de Química* (pp. 23–25).
- Kiełtyka, A., Ludwiczuk, A., Tarasevičienė, Ž., Michalak, M., Głowacka, A., Baj, T., Kręcisz, B., & Krochmal-Marczak, B. (2021). Chemical and nutritional compounds of different parts of lemongrass (*Cymbopogon citratus* (DC) stapf.) cultivated in temperate climate of Poland. *Journal of Oleo Science*, 70(1), 125–133. <https://doi.org/10.5650/jos.ess20171>
- Kongsuwan, E. (2009). Propiedades saludables de la piña. *InfoAgro*, 90. <https://comefruta.es/pina-beneficios>
- Laaz, A. (2022). Fertilización orgánica del cultivo de hierbaluisa (*Cymbopogon citratus*) en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Universidad Técnica de Cotopaxi*, 2–65. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6265>
- Li, T., Shen, P., Liu, W., Liu, C., Liang, R., Yan, N., & Chen, J. (2014). Major polyphenolics in pineapple peels and their antioxidant interactions. *International Journal of Food Properties*, 17(8), 1805–1817. <https://doi.org/10.1080/10942912.2012.732168>
- Lim, B. (2022). Development of Instant Tea Powder Using Pineapple Waste Home. *Tunku Abdul Rahman University College*, 22576.
- Liñan, S. (2020). Rendimiento del ácido cítrico extraído del semeruco con respecto al extraído del limón, la naranja y la piña . Usos y beneficios en la piel Yield of citric acid extracted from semeruco with respect to that extracted from lemon , orange and pineapple . Us. *Revista Innovación Estética*, 1, 31–44. <https://innovacionestetica.indecasar.org/revista/index.php/innest/article/view/12/23>
- Lunkes, L., & Hashizume, L. (2014). Evaluation of the pH and titratable acidity of teas commercially available in Brazilian market. *RGO - Revista Gaúcha de Odontologia*, 62(1), 59–64. <https://doi.org/10.1590/1981-8637201400010000092623>

- Medina, O. (2019). El fascinante mundo del té. En *Editorial Porrúa*.
- Mejía, M. F. (2019). Desarrollo de una metodología para el entrenamiento de un grupo de jueces y propuesta para el uso de las herramientas del análisis sensorial en la escuela de Ingeniería de Alimentos de la Universidad del Azuay. *Universidad de Azuay*, 1–75. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9475>
- Mercado, J. N., Tortoledo, O., García, J. M., Báez, R., García, B. Y., Ávila, J., Corella, D. A., Cruz, M. C., Velásquez, D., & Zuñiga, B. S. (2019). Calidad comercial de piña MD2 (*Ananas comosus* L.) Tratada en postcosecha con ácido 2-hidroxibenzoico. *Revista Iberoamericano de Tecnología Postcosecha*, 20(2), 18.
- Mex-Álvarez, R. M. de J., Guillen-Morales, M. M., & Ceh-Ac, C. A. (2022). Microtitulación para la determinación de la acidez titulable de tés (*Camellia sinensis*). *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(24). <https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1138>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2022). Resolución 1407 de 2022: Criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas destinados para consumo humano. *Ministerio de Salud y Protección Social*, 17–20.
- Montano, R., & Bustamante, J. (2017). Taxonomía, diversidad y distribución temporal de insectos asociados al cultivo de la maracuyá (*Passiflora edulis* Sims), en dos fincas de Sébaco, Matagalpa. *Universidad Nacional Agraria*, 64.
- Morga-Hernández, J. (2003). El cultivo de piña (*Ananas comosus*) en el sur de México. *Repositorio de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”*, 1(1), 78. [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1269/EL CULTIVO DE LA PI%DA \(Ananas comosus\) \(L\) Merr.EN EL SUR DE MEXICO.pdf?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1269/EL_CULTIVO_DE_LA_PI%DA (Ananas comosus) (L) Merr.EN EL SUR DE MEXICO.pdf?sequence=1)
- Muñoz, D., & Cabrera, G. (2006). El secado directo e indirecto de piña. *Ingresar a La Revista*, 4(1), 58–66.
- NTE INEN – ISO 1573. (2014). Té - Determinación de la pérdida en masa a 103°C (ISO 1573:1980, IDT). *Norma Técnica Ecuatoriana*, 2, 1–8.
- NTE INEN 2392. (2007). Hierbas Aromáticas. Requisitos. Primera edición. *Instituto*

Ecuatoriano de Normalización.

- NTE INEN 2392. (2017). Hierbas aromáticas. Requisitos. *Servicio Ecuatoriano de Normalización*, 4, 8.
- Obanda, M., Owuor, P., Mangoka, R., & Kavoi, M. (2016). Effects of moisture loss and temperature of leaf during withering on black tea quality parameters. *Food Chemistry*, 23, 81–90.
- Ocampo, J., & Wyckhuys, K. (2012). Tecnología para la producción de la Gulupa (*Passiflora edulis* f. *edlis* Sims) en Colombia. *Centro de Bio-Sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro Internacional de Agricultura Tropical y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural*, November.
- Ordoñez, E., Villanueva, J., & Reátegui Díaz, D. (2018). Actividad antioxidante y polifenoles totales de infusiones herbarias fresca, seca y comerciales. *Investigación y Amazonía, Tingo María*, 8(5), 26–39. <https://revistas.unas.edu.pe/index.php/revia/article/view/203/186>
- Ortega Ibarra, E., Hernández Ramírez, G., & Ortega Ibarra, I. H. (2021). Composición nutricional y compuestos fitoquímicos de la piña (*Ananas comosus*) y su potencial emergente para el desarrollo de alimentos funcionales. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 7(14), 24–28. <https://doi.org/10.29057/icap.v7i14.7232>
- Par, M. (2017). Aplicación de los métodos de conservación de alimentos. *Revista Ingeniería y Ciencia*, 1, 10–14.
- Payrol, J. A., & Martínez, M. M. (2000). Plantas medicinales. Estudio farmacognóstico de *Bromelia pinguin* L. *Revista Cubana de Farmacia*, 34(3), 181–186.
- Pazmiño, A., Campuzano, A., Marín, K., Coronel, J., & Salazar, R. (2022). Evaluación de películas biodegradables activas de PLA incorporada de aceites esenciales para inhibir adhesión microbiana. *La Granja*, 36(2), 18–31. <https://doi.org/10.17163/lgr.n36.2022.02>
- Peralta, A. (2020). Composición química de la piña (*Ananas comosus*) y los

subproductos a nivel de campo como materia prima alternativa para producción animal. *Universidad Estatal de Quevedo*, 148.

Pino, J., & Yojhansel, A. (2020). Compuestos activos del aroma de la piña CV española roja determinados por extracción líquida - líquida / Odor-active compounds in pineapple cv. Espanola Roja determined by liquid-liquid extraction. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 30(2), 1–23.

Ramírez, A., & Pacheco, E. (2009). Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia*, 34, 293–298. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33911575012>

René, A. (2001). *Etimología de Tisana*. Disponible en: <<https://educalingo.com/es/dic-es/tisana>>.

Renterías, L. (2021). Aspectos técnicos de calidad en el Maracuyá Amarillo (*Passiflora edulis*) en la Subregión del Urabá Antioqueño. *Revista Ideales*: <https://revistas.ut.edu.co/index.php/Ideales/article/view/2661>, 12, 97–102.

Riera, M., Maldonado, S., & Palma, R. (2019). Residuos Agroindustriales Generados En Ecuador Para La Elaboración De Bioplásticos. *Revista Ingeniería Industrial*, 17(3), 227–246. <https://doi.org/10.22320/s07179103/2018.13>

Rodríguez, R., Becquer, R., Pino, Y., López, D., Rodríguez, R. C., González, G. Y. L., & Izquierdo, R. E. (2016). Fruits production of pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) MD-2 from vitroplants. *Cultivos Tropicales*, 37, 40–48. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4732.3765>

Roginsky, V., & Lissi, E. A. (2005). Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. *Food Chemistry*, 92(2), 235–254. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.08.004>

Segura, A., Manríquez, A., Santos, D., Ambriz, E., Casas, P., & Serafin, A. (2019). Obtención de bioetanol a partir de residuos de cáscara de pila (*Ananas comosus*). *Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. División de Ingenierías.*, 1–5.

Soto, M. R., Alvarado, P. A. A., Rosales, L. E., & Cerna, J. (2017). Efecto del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (dc.) Stapf hierba luisa en los niveles de

- ansiedad de estudiantes de educación secundaria. *In Crescendo*, 8(1), 22. <https://doi.org/10.21895/incres.2017.v8n1.03>
- Supercias. (2021). Empresas dedicadas a la elaboración de extractos y preparados a base de té e infusiones de hierbas. *El Universo*, 2–3.
- Taco, M. (2023). Evaluación de la actividad antioxidante y antiinflamatoria de un té elaborado a partir de cuatro plantas medicinales del Ecuador. *Universidad Técnica De Ambato*, 1–69.
- Talavera, M., & Cartagena, R. (2018). Evaluación sensorial y estudio de la vida útil de té aromático elaborado a base de llantén (*Plantago major* L.), canela (*Cinnamomum verum*) y limón sutil (*Citrus aurantifolia* swingle). *Ingeniería Investiga*, 1, 36–51. <http://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/UPT/1068/1/Talavera-Sardon-Martin.pdf>
- Tapia, A. (2019). Elaboración de una bebida funcional a base de mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*) con adición de extracto de maracuyá y enriquecida con colágeno hidrolizado y edulcorada con estevia (*Stevia rebaudiana*). *Universidad Católica Santa María*, 232.
- Tarazona, M., Becerra, N., Piedra, J., & Beltrán, R. (2020). Obtención de un colorante a partir de corteza de maracuyá con el uso de técnicas convencionales de extracción Obtaining a dye from passion fruit cortex with the use of conventional extraction techniques. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*, 23(1), 1–10.
- Tea Market. (2023). Tisanas. *Maestros del té*, 1–6.
- Teashop. (2020). ¿El té caduca? Recuperado de: <https://www.teashop.com/blog/el-te-caduca#:~:text=Y%20es%20que%2C%20en%20contra,entre%20dos%20y%20tres%20a%C3%B1os.>, 2–4.
- Trujillo, J. E. (2021). Evaluación de la capacidad antioxidante de extractos de la cascara de piña (*Ananas comosus*), frente a un producto comercial. En *Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca* (Vol. 1).
- Vasquez, M. F. (2019). Diseño de una planta para la obtención de bromelina a partir

de residuos de piña. *Facultad de Ingeniería química y Agroindustrial*, 157.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/786%0Ahttps://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/786/1/CD-1222.pdf>

Velásquez, R. (2019). Efecto de la humedad relativa y tiempo de almacenamiento de las hojas de eucalipto deshidratado (*Eucalyptus*). *Universidad Nacional de Piura*, 71. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/2006>

Vélez, R., D'Armas R, H., Jaramillo, C., & Vélez, E. (2018). Metabolitos secundarios, actividad antimicrobiana y letalidad de las hojas de *Cymbopogon citratus* (hierba luisa) y *Melissa officinalis* (toronjil). *Facsalud-Unemi*, 2(2), 31–39. <https://doi.org/10.29076/issn.2602-8360vol2iss2.2018pp31-39p>

ANEXOS

| HOJA DE CATA | | | | | |
|--|----------------------------|----------|---------------------|-------|-------|
| TEMA: Desarrollo de una tisana a partir de hierba luisa (<i>Lippia triphylla</i>), maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) y piña (pulpa - cáscara) (<i>Ananas comosus</i>). | | | | | |
| Nombre: _____ | | | Fecha: _____ | | |
| <p>Instrucciones: las muestras de tisanas deberán ser consumidas en el orden establecido en la hoja de catación, debe marcar con una X en la alternativa que describa de mejor manera el atributo, se recomienda que después de consumir la muestra tome un pequeño sorbo de agua ya que de esta manera no existirá interferencia en el análisis sensorial de cada muestra.</p> | | | | | |
| Atributo | Categoría | Muestras | | | |
| | | E-191 | K-567 | A-237 | N-806 |
| COLOR | Me disgusta mucho | | | | |
| | Me disgusta | | | | |
| | No me gusta ni me disgusta | | | | |
| | Me gusta | | | | |
| | Me gusta mucho | | | | |
| OLOR | Me disgusta mucho | | | | |
| | Me disgusta | | | | |
| | No me gusta ni me disgusta | | | | |
| | Me gusta | | | | |
| | Me gusta mucho | | | | |
| SABOR | Me disgusta mucho | | | | |
| | Me disgusta | | | | |
| | No me gusta ni me disgusta | | | | |
| | Me gusta | | | | |
| | Me gusta mucho | | | | |
| ACEPTABILIDAD | Me disgusta mucho | | | | |
| | Me disgusta | | | | |
| | No me gusta ni me disgusta | | | | |
| | Me gusta | | | | |
| | Me gusta mucho | | | | |
| Comentarios: | | | | | |
| _____ | | | | | |
| _____ | | | | | |
| ¡Gracias por su participación! | | | | | |

Figura 9. Hoja de cata

Elaborado por: Robalino Erika.

Tabla 14. Cuadro de Análisis de la Varianza del atributo Color (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p - valor |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|------------------|
| Modelo | 9.52 | 3 | 3.17 | 5.80 | 0.0010 |
| MUESTRA | 9.52 | 3 | 3.17 | 5.80 | 0.0010 |
| ERROR | 63.50 | 116 | 0.55 | | |
| TOTAL | 73.02 | 119 | | | |

Elaborado por: Robalino Erika.

Tabla 15. Prueba de Tukey para atributo Color

| Muestra | Medias | n | E.E. | |
|----------------|---------------|----------|-------------|---|
| A – 237 | 4.36 | 30 | 0.06 | A |
| E – 191 | 3.35 | 30 | 0.06 | B |
| K – 567 | 3.00 | 30 | 0.06 | C |
| N – 806 | 2.72 | 30 | 0.06 | D |

Elaborado por: Robalino Erika.

Tabla 16. Cuadro de Análisis de la Varianza para atributo Olor (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p - valor |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|------------------|
| Modelo | 79.48 | 3 | 26.49 | 150.36 | <0.0001 |
| MUESTRA | 79.48 | 3 | 26.49 | 150.36 | <0.0001 |
| ERROR | 20.44 | 116 | 0.18 | | |
| TOTAL | 99.92 | 119 | | | |

Elaborado por: Robalino Erika.

Tabla 17. Prueba de Tukey para atributo Olor

| Muestra | Medias | n | E.E. | |
|----------------|---------------|----------|-------------|---|
| A – 237 | 4.51 | 30 | 0.08 | A |
| E – 191 | 4.08 | 30 | 0.08 | B |
| K – 567 | 3.08 | 30 | 0.08 | C |
| N – 806 | 2.45 | 30 | 0.08 | D |

Elaborado por: Robalino Erika.

Tabla 18. Cuadro de Análisis de la Varianza para atributo Sabor (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p - valor |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|------------------|
| Modelo | 57.87 | 3 | 19.29 | 100.77 | <0.0001 |
| MUESTRA | 57.87 | 3 | 19.29 | 100.77 | <0.0001 |
| ERROR | 22.21 | 116 | 0.19 | | |
| TOTAL | 80.08 | 119 | | | |

Elaborado por: Robalino Erika.

Tabla 19. Prueba de Tukey para atributo Sabor

| Muestra | Medias | n | E.E. | |
|----------------|---------------|----------|-------------|---|
| A – 237 | 4.35 | 30 | 0.08 | A |
| E – 191 | 3.35 | 30 | 0.08 | B |
| K – 567 | 3.31 | 30 | 0.08 | B |
| N – 806 | 2.38 | 30 | 0.08 | C |

Elaborado por: Robalino Erika.

Tabla 20. Cuadro de Análisis de la Varianza para Aceptabilidad (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p - valor |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|------------------|
| Modelo | 46.25 | 3 | 15.42 | 129.98 | <0.0001 |
| MUESTRA | 46.25 | 3 | 15.42 | 129.98 | <0.0001 |
| ERROR | 13.76 | 116 | 0.12 | | |
| TOTAL | 60.01 | 119 | | | |

Elaborado por: Robalino Erika.

Tabla 21. Prueba de Tukey para Aceptabilidad

| Muestra | Medias | n | E.E. | |
|----------------|---------------|----------|-------------|---|
| A – 237 | 4.36 | 30 | 0.06 | A |
| E – 191 | 3.35 | 30 | 0.06 | B |
| K – 567 | 3.00 | 30 | 0.06 | C |
| N – 806 | 2.72 | 30 | 0.06 | D |

Elaborado por: Robalino Erika.

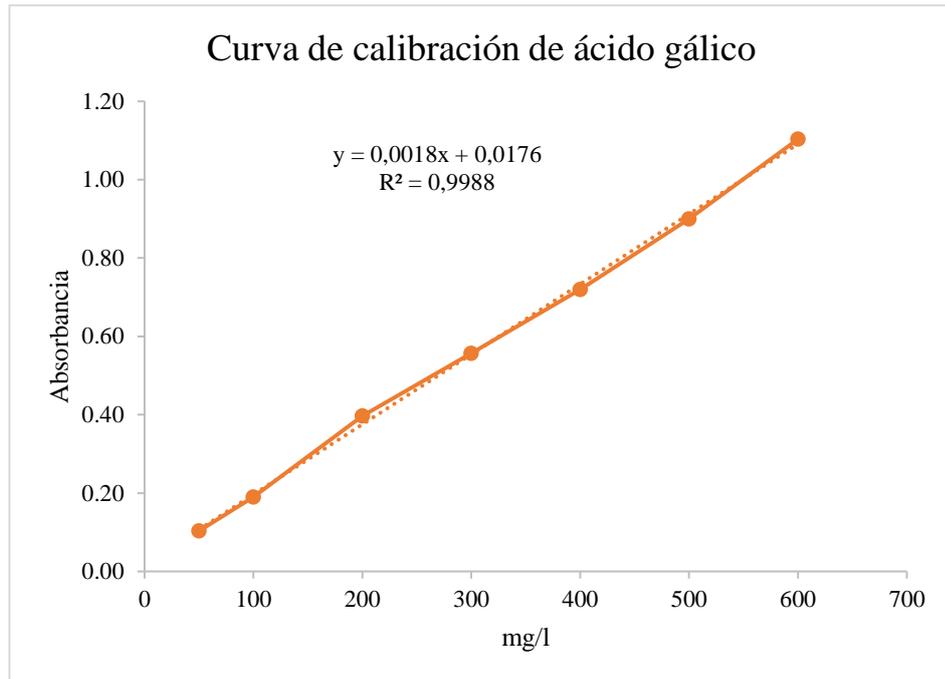


Figura 10. Curva de calibración de Ácido Gálico

Elaborado por: Robalino Erika.

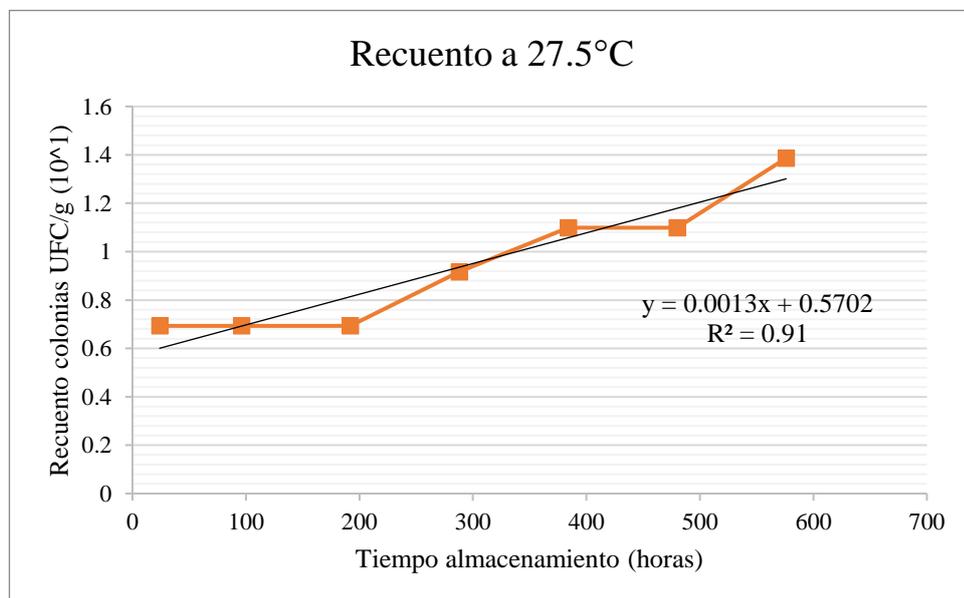


Figura 11. Recuento de mohos y levaduras en función del tiempo a 27.5°C

Elaborado por: Robalino Erika.

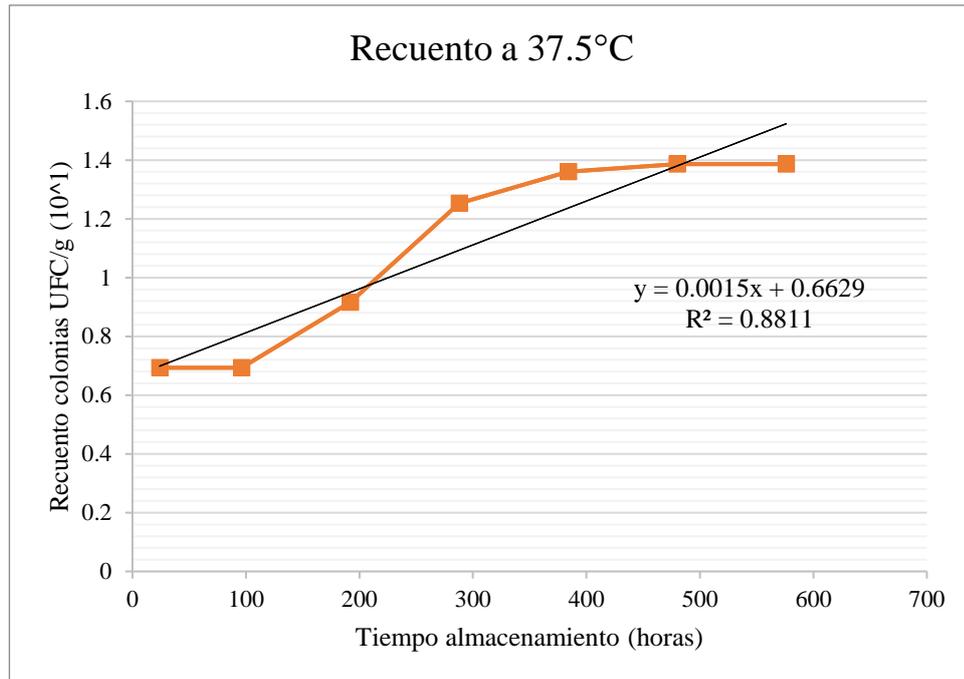


Figura 12. Recuento de mohos y levaduras en función del tiempo a 37.5°C

Elaborado por: Robalino Erika.

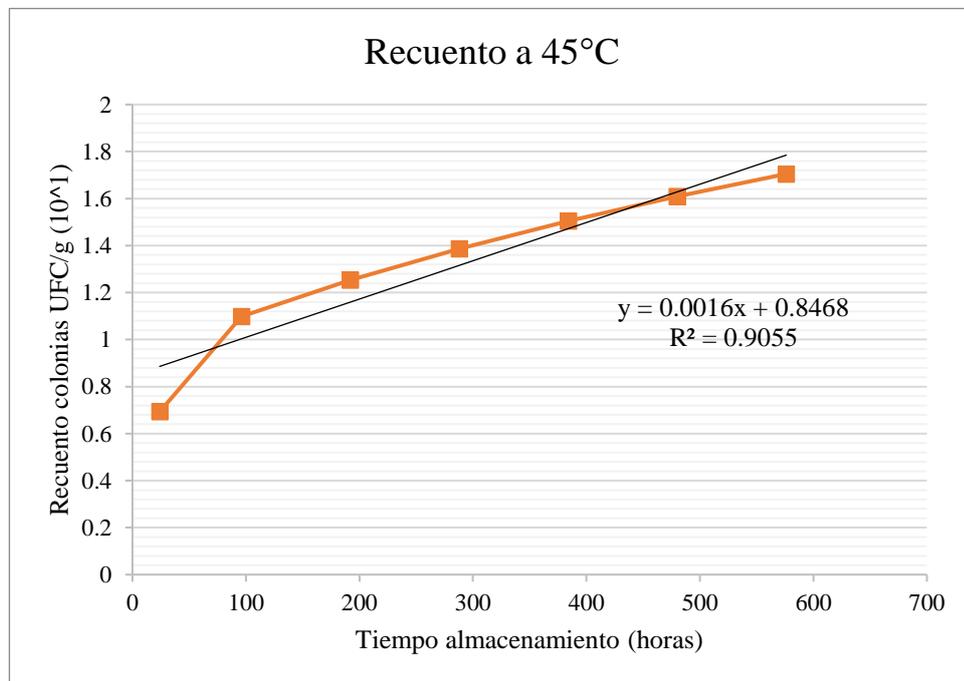


Figura 13. Recuento de mohos y levaduras en función del tiempo a 45°C

Elaborado por: Robalino Erika.

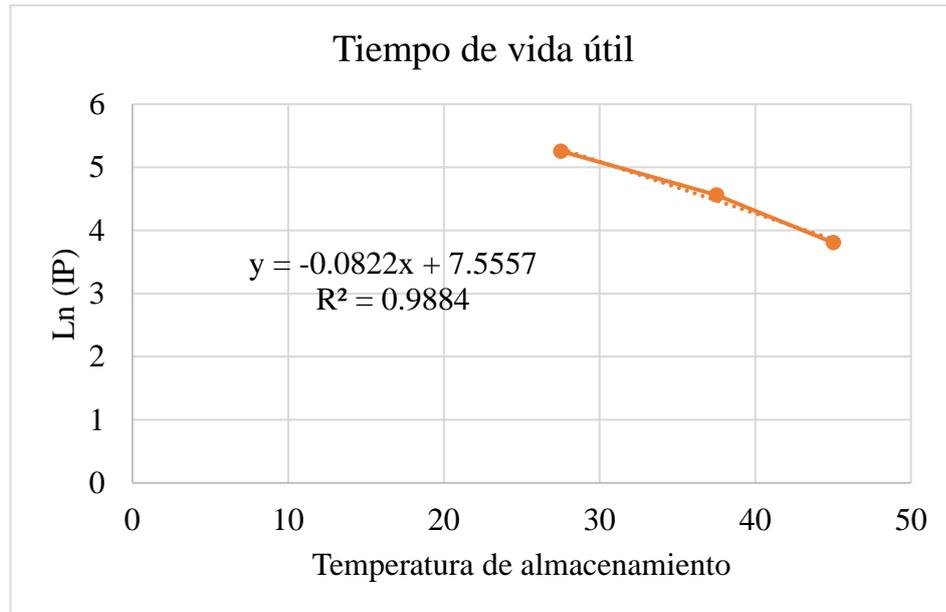


Figura 14. Relación entre temperatura de almacenamiento y logaritmo natural de IP

Elaborado por: Robalino Erika.



Figura 15. Aireado de las hojas de hierba luisa.



Figura 16. Colocación de la malla antiadherente a las semillas pulposas de maracuyá.



Figura 17. Catador - Análisis Sensorial.



Figura 18. Determinación del pH del mejor tratamiento.



Figura 19. Acidez titulable del mejor tratamiento.



Figura 20. Determinación de cenizas insolubles en ácido clorhídrico.



Figura 21. Extracto obtenido para cuantificación de polifenoles.



Figura 22. Espectrofotómetro NanoDrop ONE.



Figura 23. Siembra de tisana para determinación del tiempo de vida útil.