



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

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: Desarrollo de una tisana a partir de hojas de naranja (*Citrus sinensis*), y de limón (*Citrus limon*), y pulpa deshidratada de maracuyá (*Passiflora edulis*)

Informe Final, del Trabajo de Titulación, opción Propuesta Tecnológica, previo la obtención del Título de Ingeniero en Alimentos, otorgados por la Universidad Técnica de Ambato, a través de La Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Abraham Paul Morejón Gonzalez

Tutor: Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar

Ambato - Ecuador

Julio - 2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar

CERTIFICA:

Que el presente Informe Final, del Trabajo de Titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación este Informe Final, del Trabajo de Titulación, Opción Propuesta Tecnológica, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología

Ambato, 2 de junio del 2026



.....

Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar

18xxxxxx53

TUTOR

AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Abraham Paul Morejón Gonzalez, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final, del Trabajo de Titulación, Opción Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.

A handwritten signature in blue ink, reading "Abraham P. Morejón G.", enclosed within a blue oval. The signature is written on a light-colored, slightly textured background.

.....

Abraham Paul Morejón Gonzalez

180xxxxxx08

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final, del 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 se realice respetando los derechos de autor.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "Abraham P. Morejón", is enclosed within a blue oval. The signature is written in a cursive style.

.....
Abraham Paul Morejón Gonzalez

180xxxxxx08

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

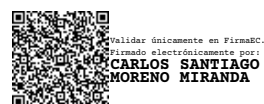
Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Informe Final, del Trabajo de Titulación, opción propuesta tecnológica, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman



.....

Presidente de Tribunal



.....

Dr. Carlos Santiago Moreno Miranda

18xxxxxxx42



.....

Mg. Andrea Verónica Delgado Ramos

04xxxxxxx08

Ambato, 19 de junio del 2026

DEDICATORIA

A Dios, por sostenerme en los momentos en los que sentí que ya no podía continuar, por darme fuerzas cuando el dolor y la tristeza parecían más grandes que mis sueños, y por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida.

Y especialmente a ti, mamá.

Desde que tengo memoria fuiste mucho más que una madre; fuiste mi amiga, mi confidente, mi refugio seguro y la persona que más creyó en mí. Cada consejo tuyo, cada palabra de aliento y cada enseñanza quedaron grabadas profundamente en mi corazón. Me enseñaste a respetar a los demás, a actuar con humildad y a enfrentar la vida con valentía aun cuando las circunstancias fueran difíciles.

Tu partida hace cinco años dejó un vacío imposible de llenar. Desde entonces, la vida no ha sido fácil y muchas veces sentí que el dolor me vencía. Hubo momentos en los que quise rendirme, en los que el cansancio y la tristeza pesaban demasiado; sin embargo, en medio de todo siempre escuché tu voz en mi mente diciéndome que debía ser fuerte y valiente.

Hoy entiendo que gran parte de la persona que soy existe gracias a ti. Cada esfuerzo, cada sacrificio y cada paso que di para llegar hasta aquí llevan tu nombre. Esta tesis no es solamente un logro académico; es también una promesa cumplida a la mujer que me enseñó a nunca dejar de luchar.

Aunque ya no pueda abrazarte, sé que de alguna manera sigues acompañándome. Espero que donde quiera que estés, puedas sentir el orgullo y el amor inmenso que aún guardo por ti.

Este logro es tuyo también, mamá. Siempre será tuyo.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por acompañarme durante todo este camino, por darme fortaleza en los momentos más difíciles y por permitirme culminar una etapa tan importante de mi vida.

A mi madre, aunque ya no se encuentre físicamente conmigo, porque su amor, sus enseñanzas y sus palabras continúan guiando mi vida cada día. Todo lo que soy y todo lo que he logrado lleva una parte de ella.

Quiero expresar un agradecimiento muy especial a las personas que, después de la partida de mi madre, se convirtieron en esos ángeles que la vida puso en mi camino para ayudarme a seguir adelante.

A mi hermana Elizabeth, por estar presente en mi vida, por su apoyo y por acompañarme aun en los momentos más difíciles.

A mi tía Luz María, por su cariño, sus consejos y por hacerme sentir acompañado cuando más lo necesitaba.

A mis primas Mónica y Andrea, por su apoyo, por las palabras de ánimo y por cada gesto que, aunque pareciera pequeño, significó mucho para mí durante este proceso.

También quiero agradecer profundamente a Pamela, quien ha sido un apoyo emocional muy importante en mi vida. Gracias por estar conmigo incluso en los momentos en los que ni yo mismo podía soportarme, por escucharme, comprenderme y ayudarme a seguir adelante cuando sentía que todo era demasiado difícil.

De igual manera, agradezco a mi tutora de tesis, quien no solo me brindó orientación académica, sino también conversaciones y enseñanzas sobre la vida que me ayudaron a recordar que siempre debemos dar lo mejor de nosotros sin importar las circunstancias, y que, pase lo que pase, todo estará bien.

Finalmente, agradezco a todas las personas que formaron parte de este proceso y que, de una u otra manera, dejaron una huella importante en mi vida y en la culminación de esta meta tan significativa para mí.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes Investigativos.....	1
1.1.1. Justificación.....	1
1.1.2. Tisana	2
1.1.3. Hojas de Naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	4
1.1.4. Hojas de Limón (<i>Citrus limon</i>)	5
1.1.5. Maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>).....	7
1.2. Objetivos	10
1.2.1. Objetivo General	10
1.2.2. Objetivos Específicos.....	10
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.....	11
2.1. Materiales.....	11
2.1.1 Materia prima	11
2.1.2 Materiales de laboratorio.....	11
2.1.3 Reactivos	11
2.1.4 Equipos.....	11
2.2 Métodos.....	12
2.2.1. Formular tres tratamientos de tisana de hojas de naranja, y de limón, y pulpa deshidratada de maracuyá con diferentes proporciones	12
2.2.1.1. Preparación de la materia prima (hojas de naranja y de limón, y maracuyá).....	12
2.2.1.2. Deshidratación.....	12

2.2.1.3. Molienda.....	14
2.2.1.4. Elaboración de la tisana.....	15
2.2.1.5. Análisis preliminares.....	16
2.2.1.5.1. Determinación de pH y Acidez titulable	16
2.2.1.5.2. Determinación de Grados Brix.....	17
2.2.1.5.3. Determinación de Humedad (Balanza infrarroja)	17
2.2.2. Determinar el mejor tratamiento de las formulaciones propuestas mediante un análisis sensorial.....	17
2.2.2.1. Evolución sensorial	17
2.2.2.2. Codificación de los tratamientos	17
2.2.2.3. Preparación de la bebida caliente	18
2.2.2.4. Determinación del mejor tratamiento.....	18
2.2.3. Realizar análisis fisicoquímicos, microbiológicos y nutricionales de la mejor formulación.	18
2.2.3.1. Análisis Proximales.....	18
2.2.3.1.1. Determinación de humedad.....	18
2.2.3.1.2. Determinación de cenizas insolubles en ácido clorhídrico.....	19
2.2.3.2. Análisis Fisicoquímicos	21
2.2.3.2.1. Determinación de Polifenoles	21
2.2.3.3. Análisis Microbiológicos.	22
CAPÍTULO III- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
3.1. Análisis y discusión de los resultados	23
3.1.1. Formulación de los tratamientos de tisana de hojas de naranja, y de limón, y pulpa deshidratada de maracuyá con diferentes proporciones	23
3.1.1.1 pH.....	23
3.1.1.2. Acidez Titulable	25
3.1.1.3. Grados Brix	26
3.1.1.3. Humedad	27
3.1.2. Determinación del mejor tratamiento de las formulaciones propuestas mediante un análisis sensorial.....	28
3.1.2.1 Color.....	28
3.1.2.2. Olor	29
3.1.2.3 Sabor	31
3.1.2.4 Aceptabilidad	32
3.1.2.5. Aceptabilidad General.....	33
3.1.3. Realización de análisis proximal, fisicoquímicos, y microbiológicos de la mejor formulación.	34

3.1.3.1. Análisis Proximal	34
3.1.3.1.1. Humedad	34
3.1.3.1.2. Cenizas Insolubles en ácido clorhídrico	35
3.1.3.2. Análisis Fisicoquímicos	36
3.1.3.2.1. Determinación de Polifenoles	36
3.1.3.3. Análisis Microbiológicos	38
3.1.3.3.1 Recuento de microorganismos.	38
CAPÍTULO IV. – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
4.1. Conclusiones.	40
4.2. Recomendaciones.	41
BIBLIOGRAFÍA	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	4
Tabla 2. Clasificación taxonómica del limón (<i>Citrus limon</i>).	6
Tabla 3. Taxonómica del maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>).	8
Tabla 4. Formulación de los tratamientos experimentales.	15
Tabla 5. Codificación de cada tratamiento	18
Tabla 6. Porcentaje de humedad de las materias primas.	23
Tabla 7. Cuadro de Análisis de la Varianza de pH.....	24
Tabla 8. Prueba de Tukey para pH.	24
Tabla 9. Cuadro del Análisis de la Variancia de Acidez Titulable.....	25
Tabla 10. Prueba de Tukey para Acidez Titulable.	25
Tabla 11. Cuadro de Análisis de la Varianza de Grados Brix°.	26
Tabla 12. Medias de los valores de Grados Brix° de los tres tratamientos.	26
Tabla 13. Cuadro de Análisis de la Varianza de Humedad.	27
Tabla 14. Prueba de Tukey para Humedad.	28
Tabla 15. Prueba de Friedman atributo Color	29
Tabla 16. Prueba de Wilcoxon atributo Color.....	29
Tabla 17. Prueba de Friedman atributo Olor.....	30
Tabla 18. Prueba de Wilcoxon atributo Olor.....	30
Tabla 19. Prueba de Friedman atributo Sabor	32
Tabla 20. Prueba de Friedman atributo Aceptabilidad.	33
Tabla 21. Porcentaje de Humedad del mejor tratamiento.	35
Tabla 22. Porcentaje de Cenizas Insolubles en ácido clorhídrico del mejor tratamiento.	36
Tabla 23. Contenido de polifenoles totales del mejor tratamiento.	38
Tabla 24. Recuento de microorganismos del mejor tratamiento.	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de deshidratación de hojas de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) y limón (<i>Citrus limon</i>).....	13
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de deshidratación de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>)...	14
Figura 3. Diagrama de flujo de la elaboración de la tisana (*Operaciones que se realizaron en forma independiente para cada materia prima).	15
Figura 4. Análisis estadístico obtenido de color de los tratamientos.	29
Figura 5. Análisis estadístico obtenido de color de los tratamientos.	31
Figura 6. Análisis estadístico obtenido de color de los tratamientos.	32
Figura 7. Análisis estadístico obtenido de color de los tratamientos.	34

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Acidez titulable.....	16
Ecuación 2. Porcentaje de humedad.....	19
Ecuación 3. Porcentaje de cenizas insolubles en HCl.....	20

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación tuvo como finalidad desarrollar una tisana a partir de hojas de naranja (*Citrus sinensis*), hojas de limón (*Citrus limon*) y pulpa deshidratada de maracuyá (*Passiflora edulis*), para aprovechar sus compuestos bioactivos y propiedades antioxidantes. Las materias primas fueron sometidas a un proceso de deshidratación bajo condiciones específicas de tiempo y temperatura, posteriormente se formularon tres tratamientos que fueron evaluados sensorialmente por 30 catadores mediante una escala hedónica considerando atributos como color, olor, sabor y aceptabilidad general. A partir del índice de aceptabilidad se determinó que el tratamiento, que contiene 30 por ciento de hojas de naranja, 50 por ciento de hojas de limón y 20 por ciento de pulpa deshidratada de maracuyá, presentó la mayor aceptación con 70,8 por ciento. En el mejor tratamiento se realizaron los análisis establecidos en las normativas ecuatorianas aplicables para productos vegetales deshidratados e infusiones. En el análisis proximal se determinó un contenido de humedad de 9,06 por ciento y cenizas insolubles en ácido clorhídrico de 3,09 por ciento, obteniéndose valores dentro de los límites permitidos por la normativa vigente. Se determinó un contenido de polifenoles totales de 2,39 miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra, además de un pH ácido adecuado para garantizar la estabilidad microbiológica del producto. Se concluyó que la tisana desarrollada presentó adecuada calidad sensorial, y estabilidad fisicoquímica, constituyéndose en una alternativa innovadora para el aprovechamiento de materias primas vegetales con potencial antioxidante y aplicación agroindustrial.

Palabras clave: tisana, hojas de naranja, hojas de limón, maracuyá, polifenoles, bebidas funcionales, antioxidantes.

ABSTRACT

The present research project aimed to develop an herbal infusion based on orange leaves (*Citrus sinensis*), lemon leaves (*Citrus limon*), and dehydrated passion fruit pulp (*Passiflora edulis*), in order to harness their bioactive compounds and antioxidant properties. The raw materials underwent a dehydration process under specific time and temperature conditions. Subsequently, three formulations were prepared and sensory evaluated by 30 panelists using a hedonic scale, considering attributes such as color, aroma, flavor, and overall acceptability. Based on the acceptability index, the formulation containing 30 percent orange leaves, 50 percent lemon leaves, and 20 percent dehydrated passion fruit pulp achieved the highest level of acceptance, with a score of 70.8 percent. The selected formulation was subjected to the analyses established by the applicable Ecuadorian standards for dehydrated plant products and herbal infusions. Proximate analysis revealed a moisture content of 9.06 percent and hydrochloric acid-insoluble ash content of 3.09 percent, both within the limits established by current regulations. A total polyphenol content of 2.39 mg gallic acid equivalents per gram of sample was also determined, in addition to an acidic pH suitable for ensuring the microbiological stability of the product. It was concluded that the developed herbal infusion exhibited adequate sensory quality and physicochemical stability, thereby constituting an innovative alternative for the utilization of plant-based raw materials with antioxidant potential and agro-industrial applications.

Keywords: herbal infusion, orange leaves, lemon leaves, passion fruit, polyphenols, functional beverages, antioxidants.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

1.1.1. Justificación

En los últimos años, la preferencia de los consumidores por productos naturales y saludables ha impulsado un notable crecimiento en el consumo de tisanas elaborados a partir de plantas medicinales y aromáticas. De acuerdo con **Iñiguez (2017)**, el 88 % de las familias ecuatorianas consume infusiones de plantas medicinales entre cuatro a cinco veces por semana, evidenciando la consolidación de este hábito en la población. La industria nacional dedicada a la producción de infusiones ha crecido significativamente gracias a la diversidad de materia prima disponible (**Gómez, 2022**); sin embargo, aún existe un bajo aprovechamiento de subproductos agrícolas como las hojas de naranja (*Citrus sinensis*) y de limón (*Citrus limon*), que son descartadas durante el cultivo o la postcosecha, generando un impacto ambiental por desperdicio orgánico. Su aprovechamiento podría contribuir tanto a la sostenibilidad del sector agrícola como a la diversificación de productos funcionales de origen natural (**Supercias, 2021**).

Diversas investigaciones han demostrado que las hojas de cítricos y el maracuyá (*Passiflora edulis*) contiene compuestos bioactivos con propiedades benéficas para la salud. Las hojas de naranja y de limón poseen aceites esenciales y compuestos fenólicos que actúan como antioxidantes naturales y sedantes suaves, mejorando la digestión y fortaleciendo el sistema inmunológico (**Martínez, 2020; Hernández et al., 2019**). Por su parte, el maracuyá es ampliamente reconocido por sus efectos ansiolíticos y relajantes, además de aportar con un perfil aromático agradable (**Pérez et al., 2016; Fernández et al., 2019**). A pesar de estos antecedentes, son escasos los estudios que han explorado la combinación de estos tres ingredientes en una tisana funcional (**Quimbiulco et al. 2017**), lo que evidencia una brecha de conocimiento sobre su potencial sinérgico en términos de propiedades sensoriales y funcionales.

Por lo tanto, considerando los antecedentes mencionados, en la presente investigación se plantea el desarrollo de una tisana a partir de hojas de naranja (*Citrus sinensis*), y de limón (*Citrus limon*), aromatizada con maracuyá (*Passiflora edulis*), con la finalidad de obtener una bebida natural de agradables características sensoriales y beneficios funcionales. Este trabajo busca promover el aprovechamiento sostenible de subproductos agrícolas, reducir el desperdicio orgánico y generar un producto innovador dentro del mercado de

infusiones naturales. Además, contribuirá al fortalecimiento del conocimiento científico en el área de alimentos funcionales, ofreciendo bases para futuras investigaciones y aplicaciones en la industria alimentaria ecuatoriana.

1.1.2. Tisana

De acuerdo con **González (2020)**, la tisana es una bebida natural obtenida al mezclar plantas, hojas, flores o frutas en agua caliente durante un tiempo aproximado de cinco minutos. Este proceso permite extraer compuestos bioactivos que aportan beneficios fisiológicos y sensoriales, razón por la cual es considerada una infusión funcional. Según **René (2001)**, las tisanas liberan en el agua principios activos que forman soluciones hidrosolubles con propiedades antioxidantes, digestivas y calmantes. Estos efectos han sido estudiados ampliamente en el campo de la fitoterapia, donde se resalta su contribución al bienestar físico y mental del consumidor.

La historia del consumo de infusiones se remonta aproximadamente al año 2700 a. C., cuando el emperador chino Shen Nung observó los beneficios de consumir bebidas calientes sobre la salud (**Valenzuela, 2004**). Desde entonces, el té se convirtió en una bebida culturalmente significativa, expandiéndose a diferentes regiones del mundo. **Álvarez, Pérez y Cordero (2011)** destacan que el desarrollo de infusiones derivadas del té dio origen a nuevas variantes como las tisanas, caracterizadas por la ausencia de cafeína y su mayor diversidad botánica. Estas bebidas se consolidaron como alternativas naturales que combinan tradición, sabor y funcionalidad terapéutica.

A inicios del siglo XX, Thomas Sullivan introdujo una innovación importante al envasar el té en pequeñas bolsas de seda, facilitando su preparación y extendiendo su consumo global (**Álvarez et al., 2011**). A partir de este hecho, surgieron otras bebidas similares, entre ellas las tisanas y las infusiones herbales, elaboradas con fines medicinales. Según **Das y Banerjee (2022)**, estas infusiones poseen una alta concentración de compuestos fenólicos y aceites esenciales con propiedades antiinflamatorias y antioxidantes. **Tea Market (2023)** sostiene que su consumo regular favorece la relajación, la digestión y la salud cardiovascular, convirtiéndolas en una categoría en expansión dentro de la industria de bebidas naturales.

Las tisanas pueden clasificarse en dos tipos principales: las frutales, elaboradas con frutas secas o deshidratadas combinadas con especias, y las herbales, preparadas con hojas o flores frescas o secas destinadas principalmente a fines medicinales (**Medina, 2019**).

Ambas variedades comparten un objetivo común: proporcionar bienestar a través del aprovechamiento de compuestos naturales. **René (2001) y González (2020)** afirman que el creciente interés del consumidor por productos naturales ha impulsado la investigación sobre la formulación de tisanas funcionales, lo que abre un campo prometedor para la innovación agroindustrial y el aprovechamiento de especies locales.

En Ecuador, el consumo de infusiones naturales y tisanas ha experimentado un crecimiento sostenido en la última década, motivado por la preferencia hacia productos saludables y tradicionales. Un estudio realizado en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo identificó 57 especies de plantas usadas con fines terapéuticos, donde el 40% corresponde al uso de hojas y 60% restante a flores y frutos (**Pérez et al., 2024**). Estos datos evidencian que las infusiones continúan siendo la preparación predominante derivadas de plantas medicinales (**Lema et al., 2023**).

La industria nacional dedicada a la elaboración de infusiones ha crecido de forma significativa, impulsada por la biodiversidad vegetal del país y la creciente demanda de productos naturales (**Gómez, 2022**). No obstante, este potencial aún no se ha explotado completamente debido a la escasa investigación científica sobre las propiedades funcionales de nuevas combinaciones de ingredientes. La Superintendencia de Compañías (**Supercias, 2021**) señala que existen 14 empresas formalmente registradas en el sector, muchas de las cuales priorizan la exportación, dejando en segundo plano el desarrollo del mercado local. Esta brecha representa una oportunidad para fortalecer la producción interna de tisanas innovadoras con identidad ecuatoriana.

La producción de este tipo de productos está regulada por el Servicio Ecuatoriano de Normalización mediante la **NTE INEN 2392 (2017)**. En su última revisión, esta norma establece los requisitos mínimos que deben cumplir las hierbas aromáticas en estado natural o deshidratado destinadas a la preparación de infusiones por cocción para el consumo humano. Dentro de estos lineamientos se incluyen criterios fisicoquímicos, como la determinación del contenido de humedad y de cenizas insolubles en ácido clorhídrico. Asimismo, se contemplan parámetros microbiológicos que implican la detección de microorganismos como *Echerichia coli*, *Salmonella*, *Bacillus cereus* y *Clostridium perfringens*, los cuales deben evaluarse mediante métodos de ensayo específicos y cumplir con los límites máximos establecidos por la norma.

1.1.3. Hojas de Naranja (*Citrus sinensis*)

El naranjo dulce (*Citrus sinensis*) es una especie perteneciente a la familia *Rutaceae* y constituye uno de los cultivos frutales más importantes a nivel mundial. Esta especie es originaria del sudeste asiático, aunque actualmente se cultiva ampliamente en regiones tropicales y subtropicales debido a su alto valor económico y nutricional. Además del fruto, diferentes partes de la planta, como las hojas, la cáscara y las semillas, han sido objeto de estudios científicos debido a su contenido de compuestos bioactivos con potencial aplicación en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética (Lin et al., 2021).

Desde el punto de vista botánico, el naranjo es un árbol perenne que puede alcanzar entre 5 y 10 m de altura, con hojas simples, alternas y de color verde intenso. Las hojas presentan una textura coriácea y contienen glándulas secretoras de aceites esenciales responsables del característico aroma cítrico de la planta. Estas estructuras almacenan metabolitos secundarios que cumplen funciones de defensa frente a patógenos y estrés ambiental (Zahr et al., 2023) .

Tabla 1. Clasificación taxonómica del naranjo (*Citrus sinensis*).

Categoría Taxonómica	Naranja (<i>Citrus sinensis</i>)
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Sapindales
Familia	<i>Rutaceae</i>
Subfamilia	Aurantioideae
Tribu	Citreae
Género	<i>Citrus</i>
Especie	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck

Fuente: (Beñatena & Anderson, 2015; Khan et al., 2023)

Usos y propiedades

Las hojas de *Citrus sinensis* contienen una amplia variedad de compuestos bioactivos, entre los que destacan flavonoides, compuestos fenólicos, terpenos y aceites esenciales. Estos metabolitos secundarios han sido asociados con propiedades antioxidantes, antimicrobianas y antiinflamatorias, lo que ha despertado interés en su uso en infusiones y productos funcionales (Zahr et al., 2023). Entre los compuestos más relevantes presentes en especies del género *Citrus* se encuentran flavonoides como hesperidina, rutina y hesperetina, los cuales han demostrado actividad antioxidante y capacidad para inhibir procesos de oxidación en sistemas biológicos. Estos compuestos contribuyen a la neutralización de radicales libres y podrían participar en la prevención de enfermedades crónicas asociadas al estrés oxidativo (Shahwar et al., 2013).

Además, los extractos obtenidos de hojas de naranja han mostrado actividad antimicrobiana frente a diferentes microorganismos, lo que sugiere su potencial aplicación como ingrediente natural en alimentos o productos medicinales. Estas propiedades están relacionadas principalmente con la presencia de compuestos fenólicos y terpenoides presentes en los aceites esenciales de la planta (Lin et al., 2021). Debido a estas características, las hojas de naranja han sido utilizadas tradicionalmente en la preparación de infusiones y tisanas con fines digestivos, relajantes y antioxidantes. Asimismo, su uso en la industria alimentaria se ha incrementado en el desarrollo de bebidas funcionales y productos naturales con propiedades bioactivas (Zahr et al., 2023).

1.1.4. Hojas de Limón (*Citrus limon*)

El limón (*Citrus limon*) es otra especie perteneciente a la familia *Rutaceae* ampliamente cultivada en regiones tropicales y subtropicales. Esta planta es originaria del sudeste asiático y actualmente se encuentra distribuida en numerosos países debido a la importancia económica y nutricional de su fruto. Al igual que otras especies del género *Citrus*, las hojas de limón contienen compuestos bioactivos que han sido estudiados por sus propiedades medicinales y funcionales (Zahr et al., 2023). Las hojas del limonero son simples, alternas y de color verde brillante, con glándulas secretoras que almacenan aceites esenciales responsables de su aroma característico. Estas hojas contienen metabolitos secundarios que participan en la protección de la planta frente a agentes patógenos y factores ambientales adversos (Zahr et al., 2023).

Tabla 2. Clasificación taxonómica del limón (*Citrus limon*).

Categoría Taxonómica	Limón (<i>Citrus limon</i>)
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Sapindales
Familia	<i>Rutaceae</i>
Subfamilia	Aurantioideae
Tribu	Citrae
Género	<i>Citrus</i>
Especie	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck

Fuente: (Beñatena & Anderson, 2015; Khan et al., 2023)

Usos y propiedades

Diversos estudios científicos han demostrado que las hojas de *Citrus limon* contienen compuestos bioactivos como flavonoides, alcaloides, saponinas, taninos y compuestos fenólicos, los cuales contribuyen a su actividad biológica y farmacológica (Asker et al., 2020; Ehiobu et al., 2021). Los extractos obtenidos a partir de hojas de limón han mostrado una elevada capacidad antioxidante, atribuida principalmente a la presencia de compuestos fenólicos y flavonoides que ayudan a neutralizar radicales libres. Esta actividad antioxidante puede contribuir a la prevención del daño celular asociado al estrés oxidativo (Ehiobu et al., 2021).

Asimismo, los aceites esenciales presentes en las hojas de limón contienen compuestos como limoneno, citronelal y otros monoterpenos que presentan actividad antimicrobiana frente a diferentes bacterias patógenas. Estas propiedades han despertado interés en el uso de extractos de hojas de limón en la elaboración de productos naturales con aplicaciones medicinales y alimentarias (Asker et al., 2020; Wu et al., 2021). Además, investigaciones recientes han señalado que ciertos extractos ricos en alcaloides presentes en hojas de limón pueden presentar efectos neuroprotectores y antioxidantes, lo que abre

nuevas perspectivas para su utilización en el desarrollo de productos nutracéuticos y funcionales (Oyeniran et al., 2024).

Debido a su contenido de compuestos bioactivos y a sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas, las hojas de limón se utilizan tradicionalmente en la preparación de infusiones, tisanas y productos herbales, lo que ha incrementado el interés científico en su estudio y aprovechamiento en la industria alimentaria y farmacéutica (Zahr et al., 2023).

1.1.5. Maracuyá (*Passiflora edulis*)

El maracuyá (*Passiflora edulis*) es una especie frutal tropical perteneciente a la familia *Passifloraceae* y constituye una de las especies más importantes del género *Passiflora*. Esta fruta es originaria de América del Sur, especialmente de regiones tropicales de Brasil, Paraguay y el norte de Argentina, aunque actualmente se cultiva ampliamente en diversas regiones tropicales y subtropicales del mundo debido a su elevado valor nutricional, económico y agroindustrial (Fonseca et al., 2022). Además, el maracuyá es una materia prima importante en la industria alimentaria, donde se utiliza en la elaboración de jugos, néctares, concentrados y productos funcionales debido a sus características sensoriales y su composición rica en compuestos bioactivos (Nikolova et al., 2024).

Desde el punto de vista botánico, *Passiflora edulis* es una planta trepadora perenne que puede alcanzar entre 6 y 10 m de longitud. Presenta tallos semileñosos, hojas alternas de color verde intenso y un sistema radicular relativamente superficial. Sus flores son grandes y vistosas, con pétalos blancos acompañados de una corona de filamentos de tonalidades púrpuras o rojizas que constituyen una característica distintiva del género *Passiflora*. El fruto es una baya redondeada u ovalada que generalmente mide entre 4 y 10 cm de diámetro, con una cáscara resistente que protege la pulpa aromática de color amarillo o anaranjado, en la cual se encuentran numerosas semillas comestibles (Campos-Rodriguez et al., 2023; Fonseca et al., 2022).

El cultivo del maracuyá se desarrolla de manera óptima en regiones tropicales y subtropicales con temperaturas promedio entre 20 y 30 °C, alta radiación solar y suelos con buen drenaje. Estas condiciones favorecen el crecimiento vegetativo, la floración y la producción de frutos. En América Latina, países como Brasil, Colombia, Perú y Ecuador destacan como importantes productores de esta fruta, la cual representa una

fuerente significativa de ingresos para el sector agrícola y la agroindustria (**Campos-Rodriguez et al., 2023**)

Tabla 3. Taxonómica del maracuyá (*Passiflora edultis*).

Categoría Taxonómica	Maracuya (<i>Passiflora edultis</i>)
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malpighiales
Familia	Passifloraceae
Género	<i>Passiflora</i>
Especie	<i>Passiflora edultis</i> Sims

Fuente: (Pereira et al., 2022)

Usos y propiedades

El maracuyá es reconocido por su elevado valor nutricional y por la presencia de diversos compuestos bioactivos beneficiosos para la salud. La pulpa del fruto está compuesta principalmente por agua (alrededor del 70-73 %), además de carbohidratos, proteínas y pequeñas cantidades de lípidos. Asimismo, constituye una fuente importante de vitamina C, riboflavina, niacina y minerales como potasio, hierro y fósforo, nutrientes que contribuyen al adecuado funcionamiento metabólico del organismo (**Arshad et al., 2025**). Además de su composición nutricional, el maracuyá contiene compuestos bioactivos como polifenoles, flavonoides y carotenoides que presentan propiedades antioxidantes.

Estos compuestos ayudan a neutralizar radicales libres y pueden contribuir a la prevención de enfermedades crónicas relacionadas con el estrés oxidativo, incluyendo enfermedades cardiovasculares y metabólicas (**Campos-Rodriguez et al., 2023**). Por otra parte, investigaciones recientes han demostrado que los subproductos del maracuyá, como la cáscara y las semillas, también poseen un alto potencial de aprovechamiento industrial. La cáscara es rica en fibra dietética, pectina y polisacáridos, compuestos que pueden utilizarse como agentes gelificantes y estabilizantes en la industria alimentaria.

Asimismo, las semillas contienen compuestos fenólicos y ácidos grasos que pueden emplearse en el desarrollo de ingredientes funcionales y nutraceuticos (**Nikolova et al., 2024**).

Debido a sus propiedades nutricionales, sensoriales y funcionales, el maracuyá es ampliamente utilizado en la elaboración de jugos, néctares, mermeladas, yogures, bebidas funcionales y otros productos alimenticios con valor agregado, consolidándose como una fruta de gran importancia para la industria agroalimentaria y el desarrollo de nuevos alimentos funcionales (**Fonseca et al., 2022**).

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Desarrollar una tisana a partir de hojas de naranja (*Citrus sinensis*), y de limón (*Citrus limón*), y pulpa deshidratada de maracuyá (*Passiflora edulis*).

1.2.2. Objetivos Específicos

- Formular tres tratamientos de tisana de hojas de naranja, y de limón, y pulpa deshidratada de maracuyá con diferentes proporciones.
- Determinar el mejor tratamiento de las formulaciones propuestas mediante un análisis sensorial.
- Realizar análisis proximal, fisicoquímicos, y microbiológicos de la mejor formulación.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

El presente proyecto de titulación fue de tipo experimental y se realizó a cabo en los laboratorios de la Unidad Operativa de la Dirección de Investigación y Desarrollo (UODIDE) y los laboratorios académicos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

2.1. Materiales

2.1.1 Materia prima

Para la elaboración de la tisana se emplearon como materias primas hojas de naranja (*Citrus sinensis*) y hojas de limón (*Citrus limon*), las cuales fueron recolectadas en la parroquia Muyuna-Atacapi, ubicada en el cantón Tena, provincia de Napo. Adicionalmente, se utilizó maracuyá (*Passiflora edulis*), el cual fue adquirida en el Mercado Mayorista de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. Estas materias primas fueron seleccionadas considerando sus características para el desarrollo del producto.

2.1.2 Materiales de laboratorio

Durante el desarrollo de los análisis se emplearon diversos materiales de laboratorio, entre los que se incluyen: balón de aforo, bureta de 50 mL, botella Boeco de 500 mL, crisol, desecador de vidrio (Labsupply), embudos de vidrio, espátulas, luna de reloj, gradilla, matraces Erlenmeyer, mechero de alcohol, mortero de porcelana, microtubos de 2 mL, micropipetas, papel filtro, placas Petrifilm para el recuento de mohos y levaduras, puntas para micropipeta, soporte universal, tubos bacteriológicos y vasos de precipitación.

2.1.3 Reactivos

Los reactivos utilizados en los diferentes procedimientos analíticos fueron: ácido gálico (1000 ppm), ácido clorhídrico (5 N), agua destilada, agua peptonada, carbonato de calcio (7,5 %), hidróxido de sodio (0,1 N), reactivo de Folin-Ciocalteu, metanol al 70 %, solución de fenolftaleína (0,1 M) y solución de nitrato de plata (0,1 M).

2.1.4 Equipos

Para la ejecución de los análisis y procesos experimentales se emplearon diversos equipos de laboratorio, entre los cuales se encuentran: 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) y vortex mixer (Fisher Scientific).

2.2 Métodos

2.2.1. Formular tres tratamientos de tisana de hojas de naranja, y de limón, y pulpa deshidratada de maracuyá con diferentes proporciones.

2.2.1.1. Preparación de la materia prima (hojas de naranja y de limón, y maracuyá)

Previo al procesamiento, las hojas de naranja (*Citrus sinensis*) y de limón (*Citrus limon*) fueron sometidas a un proceso de limpieza y desinfección con el fin de eliminar impurezas y reducir la carga microbiana superficial. Inicialmente, las hojas se lavaron con agua potable para retirar residuos de polvo y materia orgánica. Posteriormente, se realizó un proceso de desinfección mediante inmersión en una solución de metabisulfito de sodio al 0,25 % durante un periodo de 10 minutos. El uso de metabisulfito de sodio en productos vegetales ha sido ampliamente reportado como una estrategia eficaz para inhibir el crecimiento microbiano y prevenir reacciones de pardeamiento oxidativo durante el procesamiento de alimentos (Nisak & Trilistyadi, 2024; Mahajan et al., 2018).

Al terminar el proceso de desinfección, las hojas fueron enjuagadas con agua potable durante 3 minutos, para eliminar residuos de la solución de metabisulfito. Finalmente, las hojas fueron colocadas sobre toallas de papel absorbente para eliminar el exceso de humedad superficial, realizándose un secado suave con el mismo material. En el caso del maracuyá (*Passiflora edulis*), el fruto fue inicialmente lavado con agua potable con el propósito de remover suciedad y contaminantes presentes en la superficie. Posteriormente, se procedió al corte del fruto para extraer la pulpa, la cual fue sometida a un proceso de licuado durante aproximadamente 40 segundos con el objetivo de homogenizar la mezcla y facilitar su posterior procesamiento.

2.2.1.2. Deshidratación

Las muestras fueron deshidratadas utilizando un deshidratador de alimentos (Star Home). Las hojas de naranja (*Citrus sinensis*) y de limón (*Citrus limon*) se secaron a 60 °C durante aproximadamente 4 horas, hasta alcanzar un contenido de humedad entre 10 % y 12 %, rango considerado adecuado para la conservación de plantas aromáticas destinadas a infusiones, ya que reduce la actividad de agua y limita el crecimiento microbiano (Calín-Sánchez et al., 2020). Por su parte, la pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) fue distribuida uniformemente sobre láminas de silicona formando una capa con un espesor

aproximado de 4 mm; se deshidrató a la misma temperatura (60 °C) durante 12 horas, hasta obtener un contenido de humedad inferior al 12 %. Este tipo de preparación permite obtener una capa uniforme que favorece la transferencia de calor y masa durante procesos posteriores de deshidratación, mejorando la eficiencia del secado y la estabilidad del producto final (Ambekar et al., 2013; Gómez-da-Cruz et al., 2022). Finalmente, el contenido de humedad de cada matriz fue verificado mediante una balanza de humedad por infrarrojo.

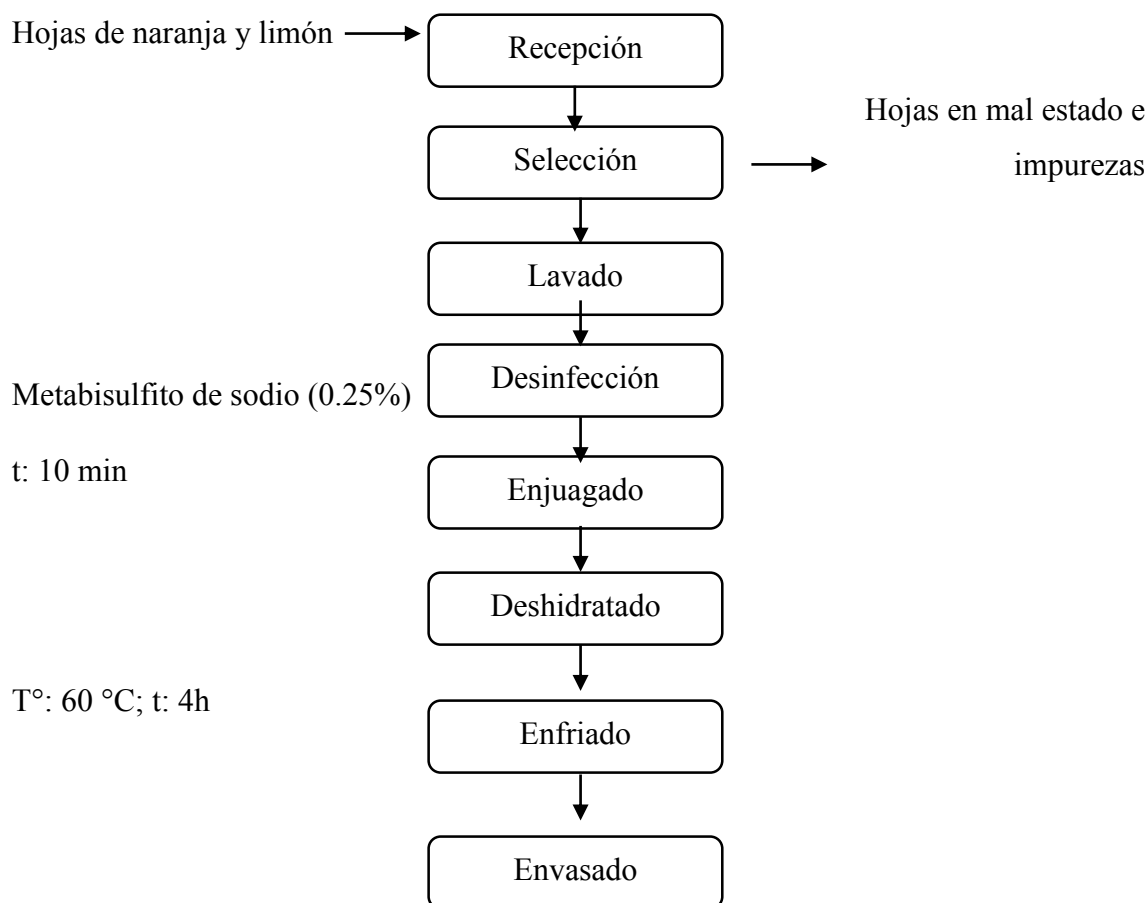


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de deshidratación de hojas de naranja (*Citrus sinensis*) y limón (*Citrus limon*).

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

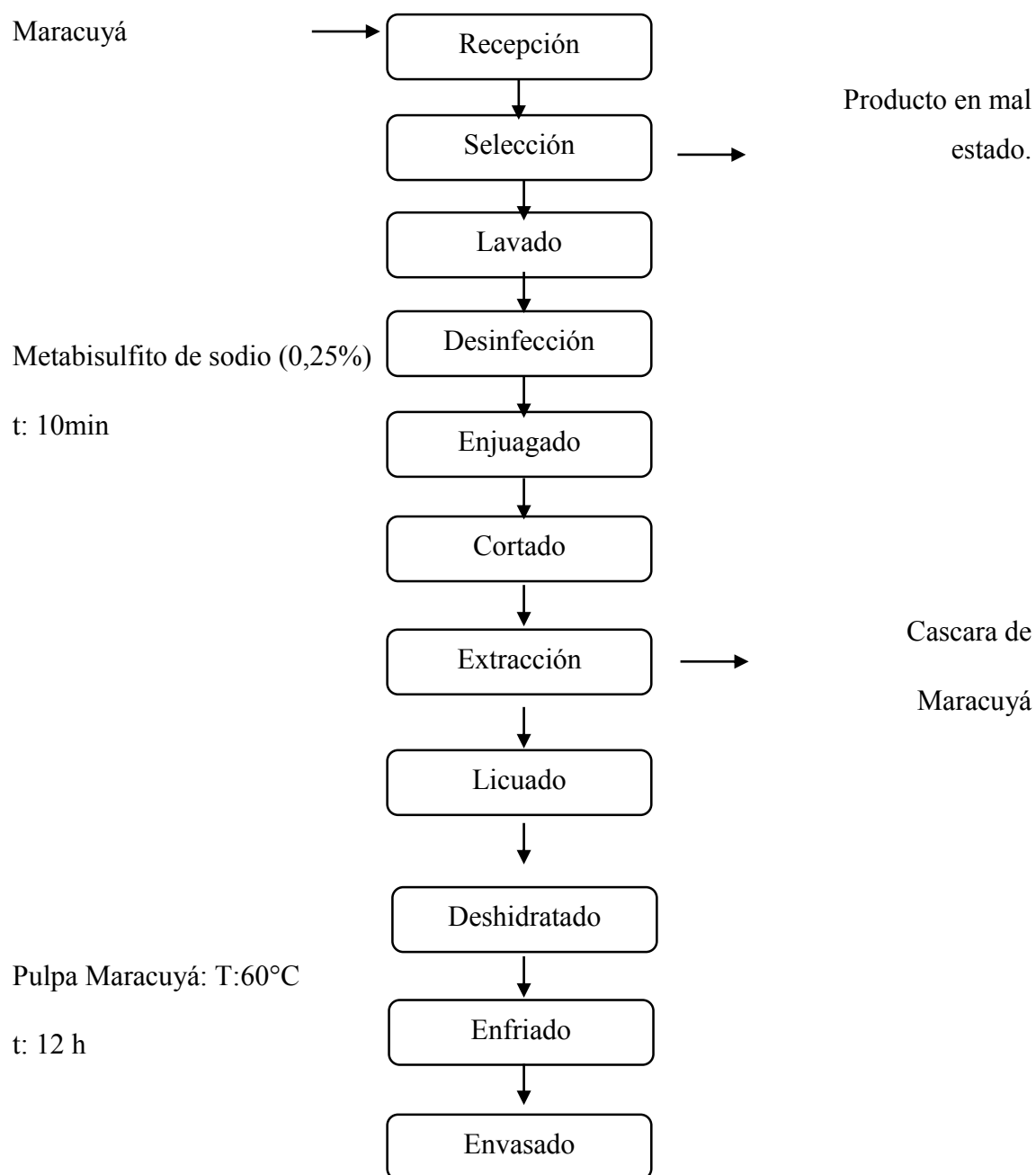


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de deshidratación de maracuyá (*Passiflora edulis*).

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

2.2.1.3. Molienda

Las materias primas fueron sometidas a un proceso de molienda por separado. Posteriormente, se realizó la mezcla de los componentes de acuerdo con las proporciones establecidas en la Tabla 4, las cuales fueron definidas mediante ensayos preliminares. La

mezcla resultante se fracciona en porciones de 3 gramos y se envaso en bolsas de papel filtro termosellable (Martin, 2024).

Tabla 4. *Formulación de los tratamientos experimentales.*

Tratamiento	Hojas de naranja (%)	Hojas de limón (%)	Maracuyá (%)
T1	40%	40%	20%
T2	50%	30%	20%
T3	30%	50%	20%

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

2.2.1.4. Elaboración de la tisana

La tisana se desarrolló como se describe a continuación en la Figura 3

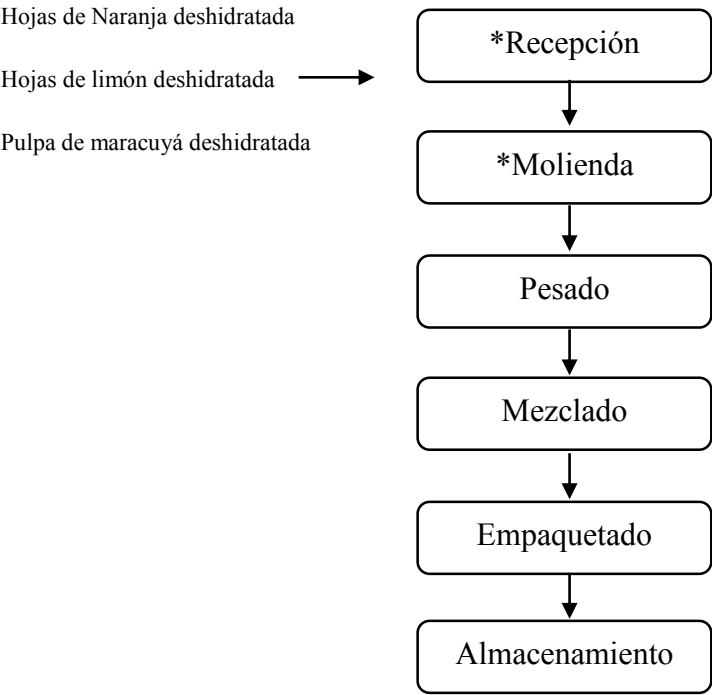


Figura 3. *Diagrama de flujo de la elaboración de la tisana (*Operaciones que se realizaron en forma independiente para cada materia prima).*

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

2.2.1.5. Análisis preliminares

2.2.1.5.1. Determinación de pH y Acidez titulable

La determinación del pH se llevó a cabo mediante la preparación previa de 250 ml de tisana, la cual fue posteriormente fraccionada en tres vasos de precipitación, colocando 20 ml de muestra en cada uno. La medición se realizó empleando un pH-metro previamente calibrado, lo que permitió obtener valores precisos del potencial de hidrógeno de las muestras analizadas. Este procedimiento es ampliamente utilizado en el análisis de bebidas e infusiones debido a su precisión y confiabilidad en la evaluación de propiedades fisicoquímicas (**Zhang et al., 2021; Kumar et al., 2022**).

Por otro lado, la acidez titulable se determinó utilizando el método volumétrico a macroescala, basado en procedimientos estandarizados para el análisis de alimentos líquidos (**Mex-Álvarez et al., 2022**). Para ello, a las muestras previamente utilizadas en la medición de pH se les adicionaron 100 ml de agua destilada y dos gotas de fenolftaleína (0.1 M) como indicador ácido-base. Posteriormente, se realizó la titulación con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0.01 N hasta evidenciar el punto final de la reacción, identificado por el cambio de color característico del indicador. Este método es comúnmente aplicado en la cuantificación de ácidos orgánicos en bebidas, especialmente aquellas en las que predomina el ácido cítrico (**Santos et al., 2020; AOAC, 2023**).

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

Ecuación 1. Acidez titulable

Donde:

V: corresponde al volumen de la solución de NaOH (0.01 N) empleado en la titulación.

N: es la normalidad de la solución titulante.

M: representa el volumen de la muestra (ml).

Meq: corresponde al miliequivalente del ácido predominante, en este caso el ácido cítrico (0.064).

Este cálculo permite expresar la acidez en términos cuantitativos, siendo un parámetro fundamental para evaluar la calidad, estabilidad y aceptabilidad sensorial de productos tipo infusión (**Chen et al., 2021; AOAC, 2023**).

2.2.1.5.2. Determinación de Grados Brix

Para la determinación experimental, se empleó un refractómetro portátil previamente calibrado a una temperatura aproximada de 20 °C. Posteriormente, se colocaron entre dos y tres gotas de la muestra de tisana sobre el prisma del equipo, asegurando una adecuada cobertura de la superficie de medición. La lectura se realizó observando la escala interna del refractómetro, donde se registró directamente el valor de °Brix correspondiente a cada muestra. Este procedimiento se efectuó por triplicado con el fin de garantizar la precisión y reproducibilidad de los resultados **(Solís Valladares & Ormeño Claudet, 2024)**.

2.2.1.5.3. Determinación de Humedad (Balanza infrarroja)

Para la determinación experimental en la tisana elaborada, se empleó una balanza infrarroja previamente calibrada. Inicialmente, se colocó una pequeña cantidad de muestra (aproximadamente 3 a 5 g de tisana deshidratada o triturada) sobre el platillo del equipo, distribuyéndola de manera uniforme para favorecer una evaporación homogénea. Este procedimiento se realizó por duplicado para garantizar la reproducibilidad de los resultados. Finalmente, el equipo reportó directamente el porcentaje de humedad, calculado a partir de la diferencia entre el peso inicial y el peso final de la muestra **(Mettler Toledo, 2024; Aqualab, 2023)**.

2.2.2. Determinar el mejor tratamiento de las formulaciones propuestas mediante un análisis sensorial.

2.2.2.1. Evolución sensorial

La evaluación sensorial se llevó a cabo con un panel homogéneo conformado por 30 catadores semi-entrenados. En este proceso se analizarán atributos como el color, olor, sabor y aceptabilidad del producto, empleando una escala hedónica de cinco puntos: (1) Me disgusta mucho, (2) Me disgusta, (3) No me gusta ni me disgusta, (4) Me gusta y (5) Me gusta mucho. Posteriormente, los datos obtenidos fueron procesados mediante un diseño de bloques completamente al azar, complementado con la prueba no paramétrica de Friedman, con el fin de determinar la presencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. **(Ojeda et al., 2011)**.

2.2.2.2. Codificación de los tratamientos

Cada una de las muestras se identificaron con un código aleatorio de dos letras acompañado de dos dígitos, garantizando de esta manera la imparcialidad en el análisis sensorial, como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5. Codificación de cada tratamiento

Tratamiento	Código
T1	KA-29
T2	PE-24
T3	AP-10
Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham	

2.2.2.3. Preparación de la bebida caliente

La preparación de las tisanas fue estandarizada, utilizando 300 ml de agua a 95°C y se introducirá las bolsas de tisanas previamente preparadas dejándolas reposar por infusión 6 minutos permitiendo que cada infusión descienda hasta una temperatura de 65 °C, como los recomienda métodos validados en estudios similares, que mencionan (**Martínez et al., 2021**).

2.2.2.4. Determinación del mejor tratamiento

La selección del tratamiento más adecuado se realizará considerando como criterio principal el nivel de aceptabilidad del producto. Para ello, se establecerá un índice mínimo del 70%, el cual será calculado a partir de los resultados obtenidos en la evaluación sensorial conducida por los catadores.

2.2.3. Realizar análisis fisicoquímicos, microbiológicos y nutricionales de la mejor formulación.

2.2.3.1. Análisis Proximales

2.2.3.1.1. Determinación de humedad

El contenido de humedad del mejor tratamiento se determinó mediante el método gravimétrico por pérdida de masa, siguiendo los lineamientos establecidos en la norma **NTE INEN–ISO 1573:2014**, la cual describe el procedimiento para la cuantificación de humedad en productos deshidratados a través de secado en estufa a temperatura controlada. Este método es ampliamente reconocido en el análisis de alimentos por su precisión en la determinación del contenido de agua, parámetro fundamental en la evaluación de la estabilidad y calidad de productos vegetales deshidratados (**Pathare et al., 2020; AOAC, 2023**).

Para el análisis, se utilizaron cápsulas de porcelana previamente acondicionadas mediante lavado, secado e incubación a 103 °C durante 20 minutos, con el fin de eliminar cualquier

humedad residual. Posteriormente, las cápsulas se enfriaron en un desecador durante 30 minutos y se registró su peso inicial (M_1). A continuación, se adicionaron 5 g de muestra de tisana deshidratada, obteniendo el peso total inicial (M_2). Las muestras fueron sometidas a secado en una estufa a una temperatura de 103 ± 2 °C durante 4 horas, conforme a lo establecido en la norma. Una vez finalizado el proceso, las cápsulas se enfriaron nuevamente en un desecador para evitar la absorción de humedad ambiental y se registró el peso final (M_3). El procedimiento se realizó por duplicado para garantizar la confiabilidad y reproducibilidad de los resultados obtenidos (**Pathare et al., 2020**).

El porcentaje de humedad se calculó mediante la siguiente ecuación:

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

Ecuación 2. Porcentaje de humedad

Donde:

M_1 corresponde al peso de la cápsula vacía,

M_2 es el peso de la cápsula con la muestra antes del secado,

M_3 representa el peso de la cápsula con la muestra después del secado.

La aplicación de este método permite determinar de manera precisa el contenido de agua presente en la tisana, siendo este un indicador clave de calidad, ya que influye directamente en la estabilidad del producto, su vida útil y la susceptibilidad al crecimiento microbiano. Valores adecuados de humedad son esenciales para garantizar la conservación y aceptabilidad de productos deshidratados (**Sagar & Kumar, 2021; AOAC, 2023**).

2.2.3.1.2. Determinación de cenizas insolubles en ácido clorhídrico

La determinación de cenizas insolubles en ácido clorhídrico se realizó siguiendo el método descrito en la norma **ISO 1577:1980**, la cual establece el procedimiento para cuantificar el contenido de materia mineral insoluble en ácido en productos vegetales, siendo este un indicador de contaminación con materiales inorgánicos como arena, polvo o partículas silíceas. Este análisis es ampliamente utilizado en el control de calidad de productos deshidratados como té e infusiones (**Santos et al., 2021; ISO, 1980**).

En primera instancia, se preparó una solución de ácido clorhídrico en una proporción de 1:2.5 con agua destilada. Paralelamente, los crisoles de porcelana fueron acondicionados mediante lavado, secado y calentamiento en estufa a 103 °C durante 45 minutos, con el fin de eliminar cualquier humedad residual. Posteriormente, los crisoles fueron enfriados en un desecador durante 30 minutos y pesados para obtener su masa inicial (W_c).

A continuación, se adicionaron aproximadamente 2 g de muestra de tisana previamente tratada en cada crisol, junto con 25 mL de la solución de ácido clorhídrico. La mezcla fue cubierta con un vidrio reloj y llevada a ebullición durante 10 minutos para favorecer la disolución de las cenizas solubles. Posteriormente, se dejó enfriar y se procedió a la filtración al vacío. El residuo obtenido fue lavado repetidamente con agua caliente hasta asegurar la eliminación completa del ácido clorhídrico, verificando la ausencia de cloruros en el filtrado mediante la adición de nitrato de plata (0.1 M), donde la no formación de precipitado blanco indicó la ausencia de cloruros remanentes (**Santos et al., 2021**).

El residuo retenido fue transferido a papel filtro y sometido a secado en estufa a 60 °C durante 45 minutos. Posteriormente, se realizó la incineración en una mufla a 550 °C durante 4 horas, permitiendo la eliminación de la materia orgánica y la obtención de las cenizas. Luego del enfriamiento en desecador, se registró el peso del crisol con el residuo (W_f). Para asegurar la estabilidad del peso, la muestra fue sometida a un calentamiento adicional en mufla durante 30 minutos, seguido de enfriamiento y pesado final. El análisis se efectuó por duplicado para garantizar la confiabilidad de los resultados (**AOAC, 2023**).

El porcentaje de cenizas insolubles en ácido clorhídrico se calculó mediante la siguiente ecuación:

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

Ecuación 3. Porcentaje de cenizas insolubles en HCl

Donde:

W_f corresponde al peso del crisol con la muestra final (g),

W_c es el peso del crisol vacío (g),

W_s representa la masa de la muestra inicial (g).

Este parámetro permite evaluar la pureza del producto y detectar la posible presencia de contaminantes inorgánicos, siendo un criterio importante en la calidad de tisanas y productos vegetales procesados (**Santos et al., 2021; AOAC, 2023**).

2.2.3.2. Análisis Fisicoquímicos

2.2.3.2.1. Determinación de Polifenoles

El contenido de compuestos fenólicos totales en la tisana se determinó mediante el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, ampliamente utilizado para la cuantificación de polifenoles en matrices vegetales debido a su sensibilidad y reproducibilidad. Este método se basa en la reducción del reactivo de Folin-Ciocalteu por los compuestos fenólicos presentes en la muestra, generando un complejo de color azul cuya intensidad es proporcional a la concentración de dichos compuestos (**Singleton et al., 2020; Ainsworth & Gillespie, 2021**).

Para el análisis, se pesó 1 g de muestra seca de tisana, la cual fue sometida a un proceso de extracción con 14 mL de etanol. Posteriormente, la mezcla se centrifugó a 4000 rpm durante 15 minutos con el fin de separar el sobrenadante que contiene los compuestos fenólicos solubles. A partir de este extracto, se tomaron alícuotas que fueron diluidas mediante la adición de 50 μL del extracto y 950 μL de etanol en microtubos de 2 mL. Posteriormente, se transfirieron 10 μL de la solución diluida a una microplaca, a los cuales se adicionaron 130 μL de agua destilada y 10 μL del reactivo de Folin-Ciocalteu. Tras un tiempo de reacción inicial de 5 minutos, se agregaron 100 μL de una solución de carbonato de sodio (Na_2CO_3), con el objetivo de favorecer el desarrollo del color. Las muestras se incubaron durante 90 minutos a temperatura ambiente, permitiendo la formación completa del complejo coloreado.

La absorbancia se midió a una longitud de onda de 760 nm utilizando un espectrofotómetro UV-Visible, realizando las mediciones por triplicado para asegurar la precisión de los resultados. Este procedimiento es comúnmente aplicado en el análisis de bebidas funcionales e infusiones debido a su capacidad para cuantificar compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes (**Ainsworth & Gillespie, 2021; Zhang et al., 2022**). Para la cuantificación del contenido total de polifenoles, se construyó una curva de calibración utilizando soluciones estándar de ácido gálico en un rango de concentración de 50 a 200 mg/L, siguiendo el mismo procedimiento analítico. Los resultados se obtuvieron por interpolación en la curva estándar y se expresaron como

miligramos de equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra (mg GAE/g), lo cual permite estandarizar la medición y facilitar la comparación entre diferentes estudios **(Zhang et al., 2022)**.

2.2.3.3. Análisis Microbiológicos.

Los análisis microbiológicos se llevaron a cabo en el laboratorio de control y análisis de alimentos LACONAL. De acuerdo con la metodología establecida en la normativa **(NTE INEN 2392, 2017)** para hierbas aromáticas, se cuantificó la cantidad de *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Bacillus cereus* y *Clostridium perfringens*. También se identificaron mohos y levaduras.

CAPÍTULO III- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de los resultados

Previo a la formulación de los tratamientos de tisana, en la Tabla 6 se muestran los valores de humedad de las materias primas, donde las hojas de naranja ($6,583 \pm 0,0432$), hojas de limón ($7,045 \pm 0,0822$) y pulpa de maracuyá ($10,429 \pm 0,0300$) se encuentran dentro de rangos adecuados para productos deshidratados, lo que garantiza su estabilidad durante el almacenamiento y procesamiento. Estos resultados son similares a lo reportado por **Calín-Sánchez et al. (2020)**, quienes establecen que productos vegetales deshidratados deben presentar contenidos de humedad inferiores al 12% para evitar deterioro microbiológico. De acuerdo con la normativa **INEN 2561 (2011)**, niveles bajos de humedad contribuyen a la conservación y calidad de los alimentos procesados. Asimismo, estudios han demostrado que el control de la humedad en materias primas mejora la estabilidad y calidad del producto final (**Zhang et al., 2021**).

Tabla 6. Porcentaje de humedad de las materias primas.

MATERIA PRIMA	HUMEDAD (%)	LÍMITE (%)
Hojas de Naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	$6,583 \pm 0,0432$	9 – 12 (Calín-Sánchez et al., 2020)
Hojas de Limón (<i>Citrus limon</i>)	$7,045 \pm 0,0822$	9 – 12 (Calín-Sánchez et al., 2020)
Pulpa de Maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>)	$10,429 \pm 0,0300$	9,4 – 12 (Cerquera-Peña et al., 2013)

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

3.1.1. Formulación de los tratamientos de tisana de hojas de naranja, y de limón, y pulpa deshidratada de maracuyá con diferentes proporciones

En las tres formulaciones se realizaron análisis fisicoquímicos por triplicado, con los datos obtenidos se efectuó un análisis de variancia para identificar si entre los tratamientos existió diferencia significativa, y para determinar en cada analítica, el valor más adecuado se utilizó la prueba de Tukey, todo esto se llevó a cabo en el software IBM SPSS Statistics.

3.1.1.1 pH

En la Tabla 7 se presentan el análisis de variancia de pH, donde se evidencia diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,05$), lo que indica que la formulación influye directamente en el pH del producto. En la Tabla 8 se observa que el tratamiento T1

presenta el menor valor de pH (3,7500); seguido de T2 (4,0200) y T3 (4,3033), este comportamiento es similar al reportado por **Silva et al. (2022)**, quienes obtuvieron valores de pH entre 3,2 y 4,1 en infusiones con frutas ácidas, indicando que estos productos presentan mayor estabilidad microbiológica. De acuerdo con la normativa **INEN 2395**, bebidas con pH inferior a 4,5 se consideran seguras frente al crecimiento de microorganismos patógenos. En el presente estudio, los 3 tratamientos se encuentran dentro del límite establecido por normativa, sin embargo, investigaciones señalan que valores de pH demasiado bajos pueden influir en la percepción sensorial de los catadores, ya que generan sabores excesivamente ácidos que son detectados fácilmente durante un análisis organoléptico (**Castro et al., 2022**). Asimismo, **Martínez et al. (2023)** menciona que bebidas con niveles moderados de pH tienden a presentar una mejor aceptabilidad general, debido al equilibrio entre estabilidad microbiológico y percepción gustativa. En este contexto, aunque el tratamiento T2 presenta el menor valor de pH, el tratamiento T3 mantiene un valor dentro de los límites establecidos por la normativa y presenta un pH más equilibrado, lo que favorece a una mejor aceptación sensorial sin comprometer la estabilidad del producto, considerándose el tratamiento más adecuado para este parámetro.

Tabla 7. Cuadro de Análisis de la Varianza de pH.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Entre grupos	0,459	2	0,230	1590,077	0.001
Dentro de grupos	0,001	6	0,000		
Total	0.460	8			

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

Tabla 8. Prueba de Tukey para pH.

Muestras	Medias	N	E.E.	
T1	3,7500	30	0,09	A
T2	4,0200	30	0,09	B
T3	4,3033	30	0,09	C

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

3.1.1.2. Acidez Titulable

En la Tabla 9 se presentan los resultados del análisis de varianza para la acidez titulable, donde se evidencia diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p = 0,05$), lo que indica que la formulación influye directamente en la concentración de ácidos orgánicos presentes en la tisana. En la Tabla 10, mediante la prueba de Tukey, se observa que el tratamiento T1 presenta el mayor valor de acidez (0,8066), seguido de T2 (0,7022) y T3 (0,6033), evidenciando una diferencia entre todos los tratamientos. Este comportamiento es consistente con el contenido de pulpa de maracuyá, la cual aporta ácidos orgánicos como el ácido cítrico y ascórbico, responsables del incremento de la acidez titulable. Resultados similares han sido reportados por **Silva et al. (2022)**, quienes indican que el aumento de frutas ácidas en bebidas incrementa significativamente la acidez titulable. De acuerdo con la normativa **INEN 2395 (2013)**, la acidez en bebidas de frutas está directamente relacionada con la estabilidad y calidad del producto, ya que contribuye a inhibir el crecimiento microbiano. Asimismo, estudios recientes señalan que la acidez titulable es un parámetro más representativo que el pH para evaluar la concentración total de ácidos en sistemas alimentarios (**Gómez et al., 2021**), lo que explica las diferencias observadas entre tratamientos. En este contexto, el tratamiento T3 se destaca por presentar un equilibrio adecuado entre acidez y estabilidad.

Tabla 9. Cuadro del Análisis de la Variancia de Acidez Titulable.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Entre grupos	0,495	2	0,230	1680,055	0.002
Dentro de grupos	0,001	6	0,000		
Total	0.496	8			

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

Tabla 10. Prueba de Tukey para Acidez Titulable.

Muestras	Medias	N	E.E.	
T1	0,8066	30	0,08	A
T2	0,7022	30	0,08	B
T3	0,6033	30	0,08	C

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

3.1.1.3. Grados Brix

En la Tabla 11 se presenta de análisis de la varianza de sólidos solubles (°Brix) de los tratamientos de tisana, donde no se evidencian diferencias estadísticamente significativas. lo que indica que la constataste proporción de pulpa de maracuyá (20% en los tres tratamientos), no influye de manera determinante en este parámetro. En la Tabla 12 se presenta las medias de los tres tratamientos, donde T1 y T3 (0,20) son iguales. Este comportamiento es similar al reportado por **Martínez et al. (2023)**, quienes señalan que las infusiones elaboradas a partir de hojas presentan valores de °Brix relativamente constantes debido al bajo contenido de azúcares disponibles. En este caso, las hojas de naranja y limón aportan principalmente compuestos bioactivos como flavonoides y aceites esenciales, mientras que la pulpa de maracuyá, aunque contiene azúcares, no presenta diferencias suficientes entre tratamientos como para generar cambios significativos. De acuerdo con la normativa **INEN 2337**, las bebidas herbales pueden presentar bajos contenidos de sólidos solubles sin afectar su calidad, siempre que mantengan estabilidad en su formulación. Asimismo, estudios recientes indican que cuando predominan ingredientes no azucarados, el contenido de °Brix tiende a mantenerse estable (**Ramos et al., 2022**).

Tabla 11. Cuadro de Análisis de la Varianza de Grados Brix°.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Entre grupos	0,20	2	0,01		
Dentro de grupos	0,00	6	0,00		
Total	0.20	8			

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

Tabla 12. Medias de los valores de Grados Brix° de los tres tratamientos.

Tratamientos	Medias
T1	0,20 ^A
T2	0,10 ^A
T3	0.20 ^A

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

3.1.1.3. Humedad

En la Tabla 13 se presenta el cuadro de análisis de varianza de humedad de los tratamientos, donde se evidencian diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,05$), lo que indica que la formulación influye directamente en este parámetro. En la Tabla 14 se observa que el tratamiento T1 presenta el menor valor de humedad (7,7623), seguido de T2 (8,0003) y T3 (8,1410), siendo este último el de mayor contenido. Estos resultados se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa **INEN 2561**, la cual indica que productos deshidratados deben presentar valores inferiores al 12% para garantizar su estabilidad. El mayor contenido de humedad en el tratamiento T3 puede atribuirse a la proporción de materias primas utilizadas en su formulación (30% hojas de naranja, 50% hojas de limón y 20% pulpa de maracuyá), considerando que, de acuerdo con la Tabla 6, las hojas de limón y la pulpa de maracuyá presentan mayores valores de humedad en comparación con las hojas de naranja. Esta combinación influye directamente en el incremento del contenido de humedad final del tratamiento. Resultados similares fueron reportados por **Zhang et al. (2021)**, quienes indican que la composición y características iniciales de humedad de las materias primas vegetales influyen significativamente en el contenido de humedad final de productos deshidratados. Asimismo, estudios recientes han demostrado que la interacción entre componentes vegetales puede modificar la actividad de agua y el comportamiento higroscópico del producto (**Rojas et al., 2021**), lo que explica las diferencias observadas entre tratamientos.

Tabla 13. Cuadro de Análisis de la Varianza de Humedad.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Entre grupos	0,220	2	0,110	543,510	0.001
Dentro de grupos	0,001	6	0,000		
Total	0.221	8			

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

Tabla 14. Prueba de Tukey para Humedad.

Muestras	Medias	N	E.E.	
T1	7,7623	30	0,01	A
T2	8,0003	30	0,01	B
T3	8,1410	30	0,01	C

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

De los análisis fisicoquímicos realizados, se considera al tratamiento T3, como el mejor desde una perspectiva fisicoquímica debido a que presenta un valor en pH y acidez equilibrado, y un porcentaje de humedad que se encuentra dentro de normativa **INEN 2561**.

3.1.2. Determinación del mejor tratamiento de las formulaciones propuestas mediante un análisis sensorial.

3.1.2.1 Color

En la Tabla 15 se pueden observar los resultados de la prueba no paramétrica de Friedman para el atributo color, donde se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con un valor de chi cuadrado $\chi^2 = 13,405$ y un valor $p = 0,001$, lo que indica que los catadores percibieron diferencias visuales entre las formulaciones evaluadas. Asimismo, en la Tabla 16 correspondiente a la prueba de Wilcoxon, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos T1-T2 y T1-T3, mientras que entre T2-T3 no se encontraron diferencias estadísticas, lo que sugiere una percepción similar del color entre estos dos últimos tratamientos.

En la Figura 4 se presentan los resultados del índice de aceptación para el atributo color, donde se observa que el tratamiento T3 alcanzó la mayor media con 4,17; seguido de T1 con 3,57 y T2 con 3,47, siendo T3 el mejor valorado por los catadores. Esta preferencia puede estar relacionada con la combinación de ingredientes utilizada en este tratamiento (30% hojas de naranja, 50% hojas de limón y 20% pulpa de maracuyá), la cual permitió obtener una coloración más intensa y uniforme debido a la presencia pigmentos como carotenoides y polifenoles presentes en las materias primas cítricas. Resultados similares fueron reportados por **Rodríguez et al. (2022)**, quienes indican que bebidas funcionales elaboradas con ingredientes cítricos y frutas tropicales presentan mayor aceptación cuando poseen tonalidades naturales e intensas. Asimismo, **López et al. (2021)** mencionan que el color es uno de los atributos sensoriales más importantes en la

percepción de calidad y frescura de bebidas herbales e infusiones, lo que explica la preferencia observada hacia el tratamiento T3.

Tabla 15. Prueba de Friedman atributo Color

N	Chi-cuadrado (X ²)	Gl	p-valor Friedman
30	17,942	2	0,001

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

Tabla 16. Prueba de Wilcoxon atributo Color

Combinaciones	p- valor Wilcoxon
T1- T2	0,045
T1-T3	0,038
T2-T3	0,679

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

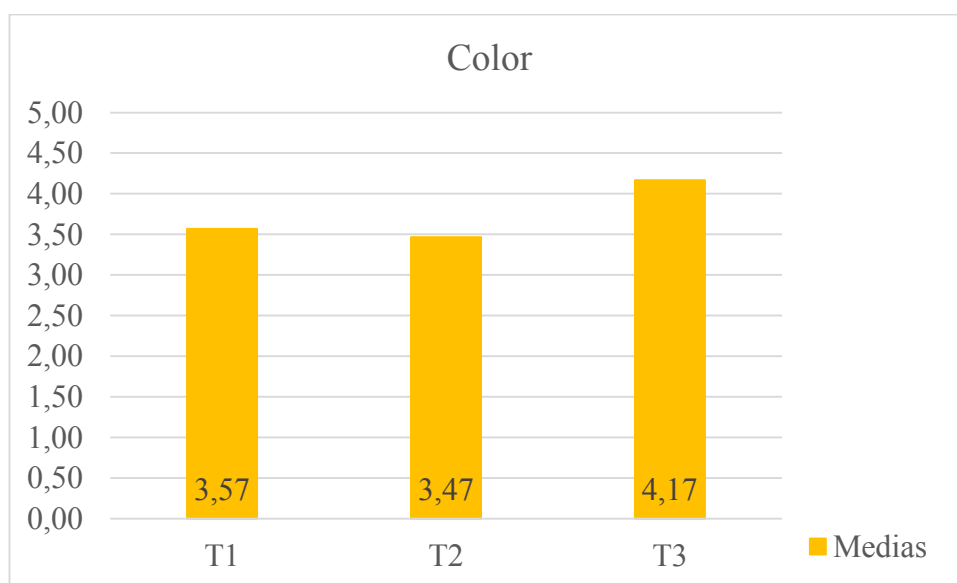


Figura 4. Análisis estadístico obtenido de color de los tratamientos.

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

3.1.2.2. Olor

En la Tabla 17 se presentan los resultados de la prueba no paramétrica de Friedman para el atributo olor, donde se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre

tratamientos con un valor de chi cuadrado $\chi^2 = 14,864$ y un valor $p = 0,001$, indicando que los catadores lograron percibir diferencias aromáticas entre las formulaciones evaluadas. De igual manera, en la Tabla 18 correspondiente a la prueba de Wilcoxon, se observaron diferencias significativas entre las combinaciones T1-T2 y T1-T3, mientras que entre T2-T3 no se encontraron diferencias estadísticas, lo que evidencia una similitud aromática entre estos tratamientos.

En la Figura 5 se presentan los resultados de aceptación para el atributo olor, donde el tratamiento T2 alcanzó la mayor media con 3,13; seguido de T3 con 3,10 y T1 con 2,90. Aunque las diferencias entre T2 y T3 fueron mínimas, el tratamiento T2 presentó una mayor aceptación por parte de los catadores. Esta preferencia puede atribuirse a la proporción equilibrada de hojas cítricas presentes en su formulación, las cuales aportan compuestos volátiles como limoneno y citral responsables de aromas frescos y agradables. Estudios realizados por **Gómez et al. (2022)** indican que los compuestos aromáticos presentes en hojas de cítricos influyen significativamente en la aceptación sensorial de bebidas herbales y tisanas. Asimismo, **Pérez et al. (2021)** señalan que pequeñas variaciones en la proporción de ingredientes pueden modificar la percepción aromática del consumidor, debido a la sensibilidad frente a compuestos volátiles presentes en frutas y plantas aromáticas.

Tabla 17. Prueba de Friedman atributo Olor.

N	Chi-cuadrado (X ²)	Gl	p-valor Friedman
30	13,680	2	0,001

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

Tabla 18. Prueba de Wilcoxon atributo Olor.

Combinaciones	p- valor Wilcoxon
T1- T2	0,025
T1-T3	0,024
T2-T3	0,060

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

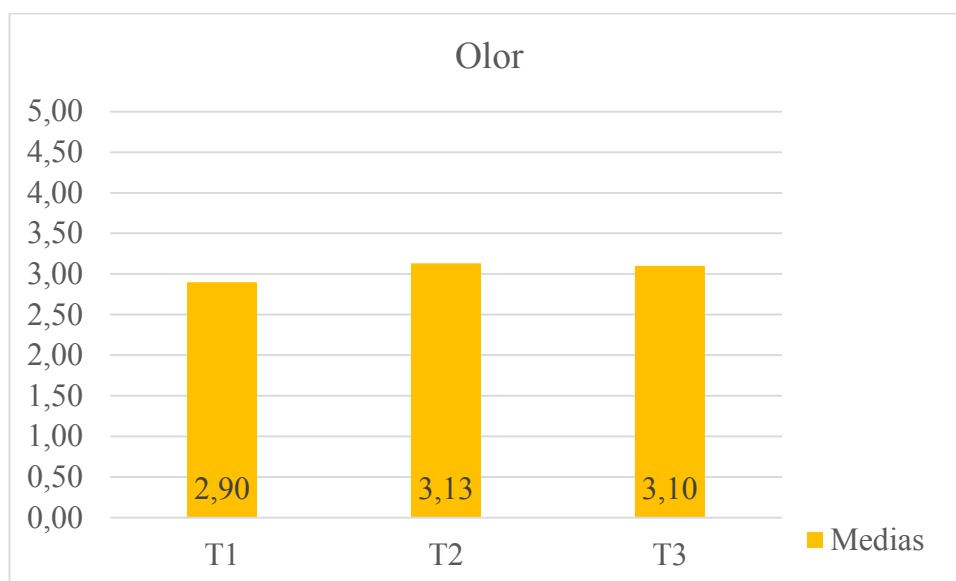


Figura 5. *Análisis estadístico obtenido de color de los tratamientos.*

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

3.1.2.3 Sabor

En la Tabla 19 se presentan los resultados de la prueba no paramétrica de Friedman para el atributo sabor, donde no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con un valor de chi cuadrado $\chi^2 = 0,419$ y un valor $p = 0,811$, indicando que los catadores no percibieron cambios notorios en el sabor de las formulaciones evaluadas. Esto sugiere que la variación en las proporciones de hojas de naranja, hojas de limón y pulpa de maracuyá no generó diferencias marcadas en la percepción gustativa de la infusión.

En la Figura 6 se presentan los resultados del índice de aceptación para el atributo sabor, donde se observa que el tratamiento T3 alcanzó la mayor media con 3,20; seguido de T2 con 3,17 y T1 con 2,97. Aunque estadísticamente no existieron diferencias significativas, el tratamiento T3 presentó una ligera mayor aceptación por parte de los catadores. Esta preferencia puede estar relacionada con el equilibrio entre la acidez aportada por la pulpa de maracuyá y las notas herbales provenientes de las hojas de naranja y limón, generando una percepción sensorial más equilibrada. Resultados similares fueron reportados por **Herrera et al. (2021)**, quienes indican que mezclas de ingredientes herbales y frutales producen perfiles de sabor homogéneos y agradables para el consumidor. Asimismo, **Castro et al. (2022)** señalan que cuando existe un balance adecuado entre compuestos

ácidos y aromáticos, la percepción gustativa se vuelve más uniforme y mejora la aceptabilidad de bebidas.

Tabla 19. Prueba de Friedman atributo Sabor

N	Chi-cuadrado (X ²)	Gl	p-valor Friedman
30	0,420	2	0,811

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

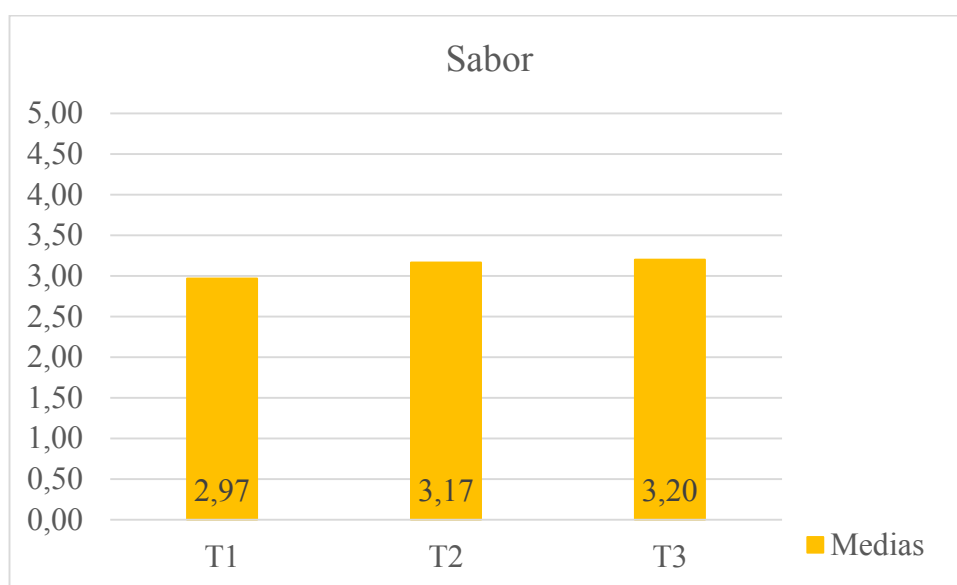


Figura 6. Análisis estadístico obtenido de color de los tratamientos.

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

3.1.2.4 Aceptabilidad

En la Tabla 20 se presentan los resultados de la prueba no paramétrica de Friedman para el atributo aceptabilidad, donde no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con un valor de chi cuadrado $\chi^2 = 3,029$ y un valor $p = 0,220$, indicando que los catadores no percibieron diferencias claras en la aceptación global de las formulaciones evaluadas. Sin embargo, los resultados muestran una ligera tendencia de preferencia hacia uno de los tratamientos.

Tabla 20. Prueba de Friedman atributo Aceptabilidad.

N	Chi-cuadrado (X ²)	Gl	p-valor Friedman
30	3,032	2	0,220
Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham			

3.1.2.5. Aceptabilidad General

En la Figura 7 se presentan los resultados de aceptabilidad general obtenidos para los tratamientos de la tisana evaluados, donde se observa que el tratamiento T3 alcanzó el mayor porcentaje de aceptación con 70,08%, seguido de T2 con 65,16% y T1 con 62,00%. Estos resultados indican que el tratamiento T3 fue el mejor valorado por los catadores durante la evaluación sensorial, superando el límite del 70% establecido en esta investigación como criterio de aceptabilidad y ubicándose dentro de la categoría hedónica “Me gusta”.

La mayor aceptabilidad presentada por el tratamiento T3 puede estar relacionada con la proporción equilibrada de sus ingredientes (30% hojas de naranja, 50% hojas de limón y 20% pulpa de maracuyá), la cual permitió obtener características sensoriales más agradables y balanceadas en comparación con los demás tratamientos. Esta formulación presentó una mejor combinación entre color, olor y sabor, evitando que alguno de estos atributos predominara excesivamente sobre los demás.

Estos resultados coinciden con lo reportado por **Silva et al. (2022)**, quienes señalan que bebidas elaboradas con frutas ácidas y componentes herbales presentan una mayor aceptación cuando mantienen equilibrio entre estabilidad fisicoquímica y atributos organolépticos. Asimismo, **Rodríguez et al. (2022)** mencionan que formulaciones con características sensoriales balanceadas generan una mejor percepción global en el consumidor

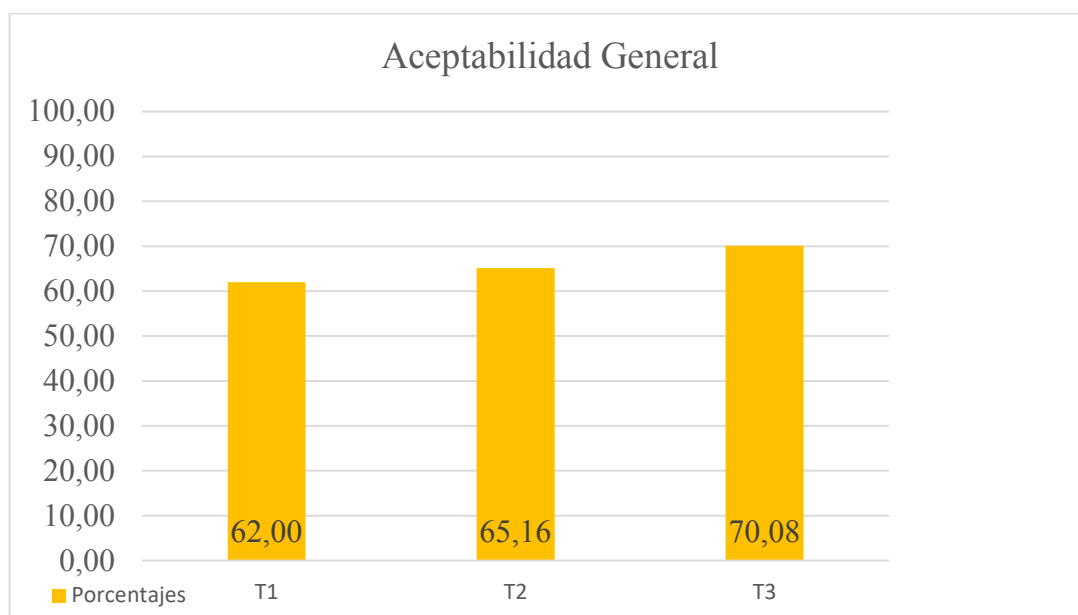


Figura 7. *Análisis estadístico obtenido de color de los tratamientos.*

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

En función de los resultados obtenidos, el tratamiento T3 se considera el mejor tratamiento de la investigación, debido a que presentó la mayor aceptabilidad general y un equilibrio favorable entre calidad fisicoquímica y aceptación sensorial. Además, desde el punto de vista fisicoquímico, el tratamiento T3 presentó valores adecuados de pH, humedad y sólidos solubles, manteniéndose dentro de los límites establecidos por las normativas **INEN 2395** e **INEN 2561**.

3.1.3. Realización de análisis proximal, fisicoquímicos, y microbiológicos de la mejor formulación.

En base a los resultados obtenidos en el análisis sensorial y las pruebas fisicoquímicas preliminares se considera al tratamiento tres con una composición de 30% de hojas de naranja, 50% hojas de limón y 20 % de pulpa de maracuyá, como el mejor y al cual se realizaron los siguientes análisis.

3.1.3.1. Análisis Proximal

3.1.3.1.1. Humedad

El contenido de humedad es uno de los parámetros más importantes en productos deshidratados, debido a que influye directamente en la estabilidad microbiológica, conservación y vida útil de infusiones y tisanas. Un contenido elevado de agua favorece

el desarrollo de microorganismos y acelera el deterioro de las características fisicoquímicas y sensoriales del producto (**Cortés-Herrera et al., 2021**).

En la Tabla 21 se observa el contenido de humedad del mejor tratamiento (T3), con un promedio de $9,064 \pm 0,092$ %, valor que se encuentra dentro de los límites establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana **NTE INEN 2561** para hierbas aromáticas y medicinales deshidratadas, la cual establece un contenido máximo de humedad del 12 % para garantizar la estabilidad y conservación del producto. Este resultado evidencia que el proceso de secado aplicado fue adecuado para reducir el contenido de agua y garantizar la estabilidad de la tisana durante su almacenamiento.

Resultados similares fueron reportados por **Herrera-Criollo et al. (2024)**, quienes obtuvieron contenidos de humedad inferiores al 10 % en bebidas vegetales deshidratadas, indicando que estos niveles permiten mantener la estabilidad microbiológica y fisicoquímica del alimento. Asimismo, **Granados-Chinchilla et al. (2021)** mencionan que productos con bajos contenidos de humedad presentan menor actividad de agua y, por tanto, menor riesgo de proliferación microbiana. En este contexto, el tratamiento T3 presentó condiciones adecuadas de humedad para garantizar la conservación e inocuidad de la tisana elaborada.

Tabla 21. Porcentaje de Humedad del mejor tratamiento.

Muestra	Humedad (%)
R1	9,128
R2	8,950
R3	9,115
PROMEDIO	$9,064 \pm 0,092$

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

3.1.3.1.2. Cenizas Insolubles en ácido clorhídrico

Las cenizas insolubles en ácido clorhídrico constituyen un indicador de pureza en productos vegetales deshidratados, ya que permiten identificar la presencia de residuos minerales o contaminantes inorgánicos procedentes de las materias primas o del

procesamiento. Valores elevados indican contaminación por tierra, arena o partículas minerales, afectando la calidad del producto final (**Bakirci et al., 2023**).

En la Tabla 22 se presenta el contenido de cenizas insolubles en ácido clorhídrico del mejor tratamiento (T3), obteniéndose un promedio de $3,094 \pm 0,012$ %. Este resultado se encuentra dentro de los límites establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana **NTE INEN 2561** para hierbas aromáticas y medicinales deshidratadas, la cual establece un valor máximo de 5 % de cenizas insolubles en ácido clorhídrico. La baja variación entre repeticiones evidencia uniformidad en el procesamiento y adecuada manipulación de las materias primas empleadas en la formulación de la tisana.

Resultados semejantes fueron reportados por **Chaalal et al. (2023)**, quienes evaluaron productos vegetales deshidratados y obtuvieron contenidos de cenizas insolubles inferiores al 4 %, relacionándolos con buenas prácticas de manufactura y ausencia de contaminación mineral significativa. Asimismo, estudios recientes sobre análisis elemental en alimentos indican que la determinación de cenizas insolubles es un parámetro importante para evaluar calidad y pureza en matrices vegetales utilizadas para bebidas funcionales (**Marcó et al., 2023**). En este sentido, el tratamiento T3 presentó una adecuada calidad física y mineral, evidenciando buenas condiciones de procesamiento.

Tabla 22. *Porcentaje de Cenizas Insolubles en ácido clorhídrico del mejor tratamiento.*

Muestra	CENIZAS INSOLUBLES EN HCl (%)
R1	3,103
R2	3,085
PROMEDIO	$3,094 \pm 0,012$

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

3.1.3.2. Análisis Físicoquímicos

3.1.3.2.1. Determinación de Polifenoles

Los polifenoles son compuestos bioactivos presentes en frutas y plantas aromáticas, reconocidos por su actividad antioxidante y su capacidad para neutralizar radicales libres. En bebidas funcionales e infusiones, estos compuestos contribuyen significativamente al

valor nutricional y a las propiedades saludables del producto final, debido a que ayudan a reducir procesos de oxidación asociados al deterioro celular (**Zhang et al., 2022**).

En la Tabla 23 se observa el contenido de polifenoles totales del mejor tratamiento (T3), obteniéndose un valor de 2,39 mg GAE/g muestra. Este contenido fenólico puede relacionarse principalmente con la presencia de pulpa de maracuyá dentro de la formulación, ya que el tratamiento T3 estuvo constituido por 30 % de hojas de naranja, 50 % de hojas de limón y 20 % de pulpa de maracuyá. Diversos estudios indican que el maracuyá presenta cantidades importantes de compuestos fenólicos y flavonoides, los cuales aportan actividad antioxidante a productos funcionales derivados de esta fruta.

Silva et al. (2021) reportaron que la pulpa de maracuyá presenta contenidos fenólicos entre 3,8 y 5,2 mg GAE/g, destacándose compuestos como quercetina, catequina, ácido gálico y ácido ferúlico, asociados a elevada capacidad antioxidante. De igual manera, **Pardo-Jumbo et al. (2017)** identificaron la presencia de flavonoides, fenoles y taninos en extractos de pulpa de maracuyá, relacionando estos compuestos con propiedades antioxidantes y funcionales en bebidas.

El valor obtenido en esta investigación fue similar al reportado por **Miranda y Sesme (2025)**, quienes evaluaron compuestos bioactivos en pulpa de maracuyá y obtuvieron concentraciones de fenoles totales de 4,12 mg/L en muestras con adecuada capacidad antioxidante. Asimismo, **Ahmed et al. (2023)** señalan que las matrices cítricas combinadas con frutas tropicales favorecen la extracción de compuestos fenólicos durante la infusión, incrementando el contenido antioxidante de la bebida final.

Además, factores como el tiempo de infusión, temperatura y estado de madurez de las materias primas influyen directamente en la liberación de compuestos fenólicos al medio acuoso, favoreciendo la extracción de flavonoides y ácidos fenólicos durante la preparación de tisanas (**Wang et al., 2022**). En este contexto, el tratamiento T3 presentó un contenido adecuado de polifenoles, evidenciando que la incorporación del 20 % de pulpa de maracuyá contribuyó al aporte de compuestos antioxidantes en la tisana elaborada.

Tabla 23. Contenido de polifenoles totales del mejor tratamiento.

Muestra	UNIDAD (mg GAE/g muestra)
R1	2,39

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

3.1.3.3. Análisis Microbiológicos

3.1.3.3.1 Recuento de microorganismos.

Los análisis microbiológicos son fundamentales para garantizar la inocuidad y calidad sanitaria de productos deshidratados destinados al consumo humano. La reducción del contenido de humedad y un adecuado manejo higiénico durante el procesamiento permiten disminuir el riesgo de contaminación microbiológica y prolongar la vida útil del producto (**Raybaudi-Massilia et al., 2021**).

En la Tabla 24 se presentan los resultados microbiológicos del mejor tratamiento (T3), donde se observa ausencia de *Salmonella* y recuentos inferiores a los límites establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana **NTE INEN 2392:2017** para *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, mohos y levaduras. Estos resultados evidencian que la tisana elaborada cumple con los parámetros microbiológicos requeridos para productos vegetales deshidratados.

La ausencia de *Salmonella* indica que el producto no presenta contaminación patógena asociada a deficiencias higiénicas durante el procesamiento, mientras que los bajos recuentos de mohos y levaduras se relacionan directamente con el adecuado contenido de humedad obtenido en el tratamiento. Resultados similares fueron reportados por **Mendoza et al. (2022)**, quienes obtuvieron recuentos microbiológicos dentro de los límites permitidos en infusiones elaboradas con plantas medicinales deshidratadas. Estudios recientes indican que productos con actividad de agua reducida presentan menor proliferación de microorganismos alterantes y patógenos, favoreciendo la estabilidad microbiológica durante el almacenamiento (**Bourdichon et al., 2023**). En este sentido, el tratamiento T3 presentó características microbiológicas adecuadas, garantizando inocuidad y seguridad para el consumo humano.

Tabla 24. Recuento de microorganismos del mejor tratamiento.

Análisis	Numero de Colonias (UFC/g)	Método / Norma	NTE INEN 2392:2017 (UFC/g)
<i>Escherichia coli</i>	< 10	NTE INEN – ISO 4832: 2016 / REP	1×10^2
<i>Salmonella</i>	Ausencia	NTE INEN ISO 6579:2024 / Detección cualitativa	Ausencia
<i>Bacillus Cereus</i>	<10	AOAC 980.31 / REP	1×10^4
<i>Clostridium perfringens</i>	<10	NTE INEN ISO 7937:2014 / REP	1×10^3
Mohos	1.1×10^3	AOAC 997.02 / Petrifilm	1×10^6
Levaduras	<10	AOAC 997.02 / Petrifilm	1×10^6
Elaborado por: (Laboratorio de Análisis y Control de Alimentos LACONAL)			

CAPÍTULO IV. – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.

- Se desarrolló una tisana a base de hojas de naranja (*Citrus sinensis*), hojas de limón (*Citrus limon*) y pulpa deshidratada de maracuyá (*Passiflora edulis*), utilizando una tecnología adecuada que permitió obtener un producto con características sensoriales y fisicoquímicas adecuadas para el consumo humano. La combinación de las materias primas permitió obtener una bebida funcional con aporte de compuestos fenólicos y adecuada estabilidad microbiológica.
- Se formularon tres tratamientos con diferentes proporciones de hojas de naranja, hojas de limón y pulpa deshidratada de maracuyá. El tratamiento T3, conformado por 30 % de hojas de naranja, 50 % de hojas de limón y 20 % de pulpa de maracuyá, presentó mejores características fisicoquímicas que cumplieron los parámetros establecidos en la normativa vigente.
- Mediante el análisis sensorial se determinó que el tratamiento T3 fue el mejor valorado por los catadores, alcanzando una aceptabilidad general de 70,08 %. La combinación equilibrada de ingredientes permitió obtener una tisana con características organolépticas agradables y adecuada percepción global por parte de los evaluadores.
- Los análisis proximal, fisicoquímicos y microbiológicos realizados al tratamiento T3 demostraron que la tisana cumple con los parámetros establecidos en las normativas ecuatorianas aplicables. El contenido de humedad y cenizas insolubles se mantuvo dentro de los límites permitidos por la NTE INEN 2561, mientras que el pH y los análisis microbiológicos evidenciaron estabilidad e inocuidad del producto. Además, el contenido de polifenoles obtenido confirmó el aporte antioxidante asociado principalmente a la incorporación de pulpa deshidratada de maracuyá en la formulación.

4.2. Recomendaciones.

- Evaluar diferentes métodos y tiempos de deshidratación de las materias primas con la finalidad de optimizar la conservación de compuestos fenólicos y mejorar las propiedades funcionales de la tisana.
- Realizar estudios de vida útil de la tisana y su estabilidad durante el almacenamiento para determinar el comportamiento microbiológico, fisicoquímico y sensorial del producto en diferentes condiciones ambientales y tipos de empaque.
- Investigar la capacidad antioxidante y el contenido de otros compuestos bioactivos presentes en la tisana, como flavonoides y vitamina C, con el fin de conocer el valor funcional y nutricional del producto desarrollado.
- Promover el aprovechamiento de hojas de naranja y limón como materias primas para la elaboración de bebidas funcionales, debido a que representan una alternativa sostenible y de valor agregado para subproductos vegetales con potencial alimenticio y antioxidante.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmed, S., Stepp, J., & Orians, C. (2023). Sustainable packaging innovations for tea and herbal infusions. **Journal of Food Packaging and Shelf Life, 36**, 101060.
- Ahmed, S., Wang, Y., & Li, Q. (2023). Phenolic compounds and antioxidant activity in citrus-based functional beverages. **Food Chemistry Advances, 3**, 100412. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100412>
- Ainsworth, E. A., & Gillespie, K. M. (2021). Estimation of total phenolic content using Folin–Ciocalteu reagent: A review. **Nature Protocols**. <https://doi.org/10.1038/nprot.2007.102>
- AOAC. (2023). **Official methods of analysis of AOAC International** (22nd ed.). AOAC International. <https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis-22nd-edition/>
- Arshad, M. T., Basher, N. S., Ibrahim, N. A., Ikram, A., Maqsood, S., Rasheed, A., Naveed, F., Waqar, M., Raza, A., Noreen, S., Al, M. K. M., Ahmad, M., Hussain, M. F., Jebreen, A., & AL-Farga, A. (2025). Nutritional, Pharmacological and Industrial Applications of Mangosteen and Passion Fruit: A Review. **Food Science & Nutrition, 13**(7), e70574. <https://doi.org/10.1002/fsn3.70574>
- Asker, M., El-gengaihi, S. E., Hassan, E. M., Mohammed, M. A., & Abdelhamid, S. A. (2020). Phytochemical constituents and antibacterial activity of **Citrus lemon** leaves. **Bulletin of the National Research Centre, 44**(1), 194. <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00446-1>
- Babu, A., Singh, R., & Prakash, O. (2023). Drying kinetics and quality evaluation of medicinal plants. **Journal of Food Process Engineering, 46**(2), e14234.
- Bakırcı, G. T., Yıldırım, H. K., & Acay, D. B. Y. (2023). Mineral composition and ash analysis in herbal plant materials used for food products. **Journal of Food Composition and Analysis, 118**, 105188. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105188>
- Bourdichon, F., Casaregola, S., Farrokh, C., Frisvad, J. C., Gerds, M. L., Hammes, W. P., Harnett, J., Huys, G., Laulund, S., Ouwehand, A., Powell, I. B., Prajapati, J. B., Seto, Y., Schure, E. T., Van Boven, A., Vankerckhoven, V., Zgoda, A., & Tuijtelaars, S. (2023). Food fermentations: Microorganisms with technological beneficial use. **International*

Journal of Food Microbiology, 405*, 110356.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2023.110356>

- Calín-Sánchez, Á., Lipan, L., Cano-Lamadrid, M., Kharaghani, A., Masztalerz, K., Carbonell-Barrachina, Á. A., & Figiel, A. (2020). Comparison of traditional and novel drying techniques and its effect on quality of fruits, vegetables and aromatic herbs. **Foods*, 9*(9), 1261. <https://doi.org/10.3390/foods9091261>
- Campos-Rodriguez, J., Acosta-Coral, K., Moreno-Rojas, C., & Paucar-Menacho, L. M. (2023). Maracuyá (**Passiflora edulis**): Composición nutricional, compuestos bioactivos, aprovechamiento de subproductos, biocontrol y fertilización orgánica en el cultivo. **Scientia Agropecuaria*, 14*(4), 479–497. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2023.040>
- Carranza, D., & Yohan, M. (2019). Compuestos fenólicos y actividad antioxidante en maracuyá (**Passiflora edulis**). **Revista de Investigación Agroindustrial*, 6*(2), 45–53.
- Castro, D., Martínez, M., & Rojas, E. (2022). Sensory profile and consumer acceptance of herbal infusions with fruit blends. **Journal of Food Science and Technology*, 59*(4), 1452–1460. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05012-3>
- Chaalal, M., Louaileche, H., & Benchikh, Y. (2023). Physicochemical characterization of dehydrated aromatic plants and quality evaluation. **Food Bioscience*, 53*, 102634. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102634>
- Chen, J., Wang, P., & Liu, Y. (2021). Determination of organic acids and pH in beverage products: A review. **Food Chemistry*, 345*, 128833. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128833>
- Cortés-Herrera, C., Artavia, G., Leiva, A., & Granados-Chinchilla, F. (2021). Moisture content and microbiological stability of dehydrated plant products. **Current Research in Food Science*, 4*, 516–523. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.07.003>
- Ehiobu, J. M., Idamokoro, M. E., & Afolayan, A. J. (2021). Phytochemical content and antioxidant potential of leaf extracts of **Citrus limon** (L.) Osbeck collected in the

Eastern Cape Province, South Africa. *South African Journal of Botany, 141*, 480–486.
<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.06.001>

Fellows, P. (2022). *Food processing technology: Principles and practice* (5th ed.). Woodhead Publishing.

Fonseca, A. M. A., Geraldi, M. V., Junior, M. R. M., Silvestre, A. J. D., & Rocha, S. M. (2022). Purple passion fruit (*Passiflora edulis* f. *edulis*): A comprehensive review on the nutritional value, phytochemical profile and associated health effects. *Food Research International, 160*(8), 111665. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111665>

Gómez, M., Rodríguez, A., & Pérez, J. (2022). Packaging strategies for herbal tea products and their influence on shelf life. *Food Control, 134*, 108725.

Gómez, M., Torres, A., & Silva, P. (2022). Volatile compounds and sensory characterization of citrus herbal beverages. *Beverages, 8*(2), 35. <https://doi.org/10.3390/beverages8020035>

Gómez-da-Cruz, A., Obregón, K., Martínez-Sánchez, C. E., & Solanilla-Duque, J. F. (2022). Optimization of refractance window drying conditions for passion fruit puree. *LWT – Food Science and Technology, 154*, 112742. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112742>

Granados-Chinchilla, F., Rodríguez, C., & Arias, M. (2021). Water activity and microbiological quality in dehydrated foods. *Foods, 10*(8), 1785. <https://doi.org/10.3390/foods10081785>

Herrera, J., Salinas, C., & Mendoza, R. (2021). Development of herbal infusions with functional properties: Sensory and physicochemical evaluation. *LWT - Food Science and Technology, 141*, 110934. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110934>

Herrera-Criollo, J., Morales, P., & Castillo, D. (2024). Physicochemical stability of dehydrated plant-based beverages. *Journal of Food Processing and Preservation, 48*(2), e18122. <https://doi.org/10.1111/jfpp.18122>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2010). *NTE INEN 2561: Hierbas aromáticas o medicinales deshidratadas. Requisitos*. Quito, Ecuador.

- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *NTE INEN 2395: Jugos, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos*. Quito, Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2017). *NTE INEN 2392: Hierbas aromáticas. Requisitos microbiológicos*. Quito, Ecuador.
- International Organization for Standardization. (1980). *ISO 1577: Tea — Determination of acid-insoluble ash*. <https://www.iso.org/standard/7365.html>
- Iqbal, S., Nadeem, M., & Imran, M. (2020). Particle size reduction and its effect on extraction efficiency of plant bioactive compounds. *Food Chemistry, 309*, 125718.
- Janas, S., & Kowalska, M. (2023). Accuracy of drying selected products using a moisture analyzer method based on infrared radiation. *Metrology and Measurement Systems, 30*(2), 305–321. <https://doi.org/10.24425/mms.2023.144873>
- Kumar, M., Kumar, V., & Prasad, R. (2021). Advances in food processing technologies and their role in food quality. *Journal of Food Science and Technology, 58*(10), 3719–3731.
- Kumar, V., Sharma, N., & Singh, B. (2022). Physicochemical analysis of herbal beverages and their quality attributes. *Journal of Food Composition and Analysis, 103*, 104216. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104216>
- Lin, X., Cao, S., Sun, J., Lu, D., Zhong, B., & Chun, J. (2021). The chemical compositions, and antibacterial and antioxidant activities of four types of citrus essential oils. *Molecules, 26*(11). <https://doi.org/10.3390/molecules26113412>
- Liu, Y., Zhang, H., & Chen, Q. (2021). Mechanical size reduction in plant-based materials and its effect on extraction efficiency. *Food Engineering Reviews, 13*(3), 458–472.
- López, A., Ramírez, D., & Torres, F. (2021). Effect of color on consumer perception and acceptance of fruit beverages. *Foods, 10*(3), 605. <https://doi.org/10.3390/foods10030605>
- Mahajan, P. V., Oliveira, F. A. R., & Macedo, I. (2018). Preservation of fruit and vegetable discards with sodium metabisulfite. *Journal of Environmental Management, 224*, 113–121. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.07.044>

- Marcó, L., Fernández, M., & Díaz, P. (2023). Determination of ash and mineral residues in plant-derived food matrices. **Food Analytical Methods*, 16*(4), 955–964. <https://doi.org/10.1007/s12161-022-02420-8>
- Marsh, K., & Bugusu, B. (2021). Food packaging—roles, materials, and environmental issues. **Journal of Food Science*, 86*(5), 1539–1553.
- Martin, E. (2024). Effects of packaging materials on food quality and shelf life in Australia. **International Journal of Food Sciences**. <https://doi.org/10.47604/ijf.2537>
- Mendoza, L., Vargas, H., & Quintero, J. (2022). Microbiological quality assessment of dehydrated herbal infusions. **Foods*, 11*(18), 2814. <https://doi.org/10.3390/foods11182814>
- Mettler Toledo. (2024). **Moisture content analysis in foods using infrared moisture analyzers**. <https://www.mt.com/us/en/home/library/applications/laboratory-weighing/moisture-content-in-food.html>
- Mex-Álvarez, J., García, L., & Torres, M. (2022). Métodos volumétricos aplicados al análisis de alimentos líquidos. **Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 21*(2), 1–10.
- Mohammed, S., Edna, M., & Siraj, K. (2020). The effect of traditional and improved solar drying methods on the quality of herbs and medicinal plants. **Food Science & Nutrition*, 8*(8), 4123–4132. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1717>
- Nguyen, V. T., Nguyen, M. H., & Roach, P. D. (2019). Effects of drying methods on bioactive compounds of fruits and vegetables. **Food Reviews International*, 35*(6), 551–576. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1573820>
- Nikolova, K., Velikova, M., Gentscheva, G., Gerasimova, A., Slavov, P., Harbaliev, N., Makedonski, L., Buhalova, D., Petkova, N., & Gavrilova, A. (2024). Chemical compositions, pharmacological properties and medicinal effects of genus **Passiflora** L.: A review. **Plants*, 13*(2). <https://doi.org/10.3390/plants13020228>
- Onwude, D., Hashim, N., & Janius, R. (2020). Modeling and optimization of drying processes in food preservation. **Drying Technology*, 38*(5–6), 719–740.

- Oyeniran, O. H., Omotosho, O. P. I., Ademola, I. I., Ibraheem, O., Nwagwe, O. R., & Onodugo, C. A. (2024). Lemon (*Citrus limon*) leaf alkaloid-rich extracts ameliorate cognitive and memory deficits in scopolamine-induced amnesic rats. *Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine*, 10*(1), 100395. <https://doi.org/10.1016/j.prmcm.2024.100395>
- Pardo-Jumbo, N., Sánchez-Llaguno, S., & Vera, E. (2017). Evaluación de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en pulpa de maracuyá. *Revista Ciencia UNEMI*, 10*(25), 61–69.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., & Al-Said, F. A. J. (2020). Moisture content determination in foods: A review of conventional and rapid methods. *Food Chemistry*, 320*, 126645. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126645>
- Pérez, R., Sánchez, M., & Delgado, A. (2021). Aroma compounds and sensory perception in citrus-based infusions. *Foods*, 10*(5), 1023. <https://doi.org/10.3390/foods10051023>
- Raybaudi-Massilia, R., Mosqueda-Melgar, J., & Martín-Belloso, O. (2021). Antimicrobial strategies in functional beverages and herbal products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20*(4), 3857–3885. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12765>
- Rodríguez, K., Méndez, S., & Paredes, D. (2022). Influence of natural pigments on color and sensory acceptance of fruit beverages. *Food Bioscience*, 47*, 101651. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101651>
- Sagar, V., & Kumar, P. (2021). Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45*(6), e15544.
- Santos, D., Ferreira, M., & Costa, A. (2021). Effect of drying methods on bioactive compounds of herbal plants. *Foods*, 10*(11), 2613.
- Santos, M., Rocha, S. M., & Coimbra, M. A. (2020). Evaluation of acidity and organic acids in plant-based beverages. *Food Research International*, 137*, 109674. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109674>

- Santos, M., Silva, F., & Rocha, S. M. (2021). Mineral composition and ash analysis in plant-based beverages and infusions. **Food Chemistry*, 343*, 128414. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128414>
- Shahwar, D., Raza, M. A., & Atta-Ur-Rahman. (2013). Identification of flavonoids with trypsin inhibitory activity extracted from orange peel and green tea leaves. **Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93*(6), 1420–1426. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5910>
- Silva, A., Barreto, G., & Oliveira, M. (2021). Bioactive compounds and antioxidant capacity in tropical fruit beverages. **LWT - Food Science and Technology*, 148*, 111744. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111744>
- Silva, A., Barreto, G., & Oliveira, M. (2022). Effect of fruit acids on pH and microbiological stability of functional beverages. **LWT - Food Science and Technology*, 154*, 112689. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112689>
- Silva, L., Ribeiro, A., & Fernandes, T. (2022). Processing technologies applied to herbal infusions and functional beverages. **Beverages*, 8*(2), 34.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (2020). Analysis of total phenols and other oxidation substrates using Folin–Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology*, 299*, 152–178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Solís Valladares, V. H., & Ormeño Claudet, E. J. (2024). Determinación de grados Brix en bebidas no alcohólicas de elaboración artesanal como factor de riesgo obesogénico. **Revista Científica Cuadernos de Investigación*, 2*, 1–21. <https://cuadernosdeinvestigacion.unach.cl/index.php/rcci/article/view/e25>
- Taco Hidalgo, M. E. (2023). **Análisis de parámetros físicoquímicos y microbiológicos de una infusión elaborada a partir de plantas medicinales** [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato].
- Torres, L., Martínez, P., & Herrera, C. (2023). Formulation and sensory evaluation of herbal infusion blends. **Journal of Food Composition and Analysis*, 114*, 104742.

- Vargas, P., León, J., & Castillo, M. (2021). Relationship between sensory attributes and global acceptability of functional beverages. **Foods*, 10*(11), 2748. <https://doi.org/10.3390/foods10112748>
- Wang, Y., Zhao, L., & Chen, X. (2022). Influence of infusion conditions on phenolic compound extraction in herbal beverages. **Foods*, 11*(9), 1268. <https://doi.org/10.3390/foods11091268>
- Wu, P., Tang, X., Jian, R., Li, J., Lin, M., Dai, H., Wang, K., Sheng, Z., Chen, B., Xu, X., Li, C., Lin, Z., Zhang, Q., Zheng, X., Zhang, K., Li, D., & Hong, W. D. (2021). Chemical composition, antimicrobial and insecticidal activities of essential oils of discarded perfume lemon and leaves (**Citrus limon** (L.) Burm. F.) as possible sources of functional botanical agents. **Frontiers in Chemistry*, 9*. <https://doi.org/10.3389/fchem.2021.679116>
- Zahr, S., Zahr, R., El Hajj, R., & Khalil, M. (2023). Phytochemistry and biological activities of **Citrus sinensis** and **Citrus limon**: An update. **Journal of Herbal Medicine*, 41*, 100737. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2023.100737>
- Zhang, H., Li, P., & Zhou, Q. (2022). Polyphenols in functional beverages: Antioxidant activity and health benefits. **Antioxidants*, 11*(5), 987. <https://doi.org/10.3390/antiox11050987>
- Zhang, H., Xu, Q., & Li, X. (2021). Advances in pH measurement techniques in food systems. **Trends in Food Science & Technology*, 112*, 326–335. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.015>
- Zhang, Y., Li, X., Wang, Z., & Liu, Y. (2022). Determination of phenolic compounds and antioxidant activity in plant-based beverages. **Food Chemistry*, 373*, 131452. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131452>

ANEXOS

Anexo 1.



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



TEMA: “Desarrollo de una tisana a partir de hojas de naranja (*Citrus sinensis*), y de limón (*Citrus limon*), y pulpa deshidratada de maracuyá (*Passiflora edulis*)”.

Nombre:	Fecha:
----------------	---------------

INSTRUCCIONES: Las muestras de tisana deben consumirse en orden a la codificación que se evidencia en la hoja de cata, debe marcar con una X en la sección que describa de mejor manera cada atributo.

RECOMENDACIÓN: Después de consumir una muestra tomar un sorbo de agua.

Atributo	Escala	KA-29	PE-24	AP-10
COLOR	Me gusta mucho			
	Me gusta			
	No me gusta ni me disgusta			
	Me disgusta			
	Me disgusta mucho			
OLOR	Me gusta mucho			
	Me gusta			
	No me gusta ni me disgusta			
	Me disgusta			
	Me disgusta mucho			
SABOR	Me gusta mucho			
	Me gusta			
	No me gusta ni me disgusta			
	Me disgusta			
	Me disgusta mucho			
ACEPTABILIDAD	Me gusta mucho			
	Me gusta			
	No me gusta ni me disgusta			
	Me disgusta			
	Me disgusta mucho			

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

Gracias por su colaboración

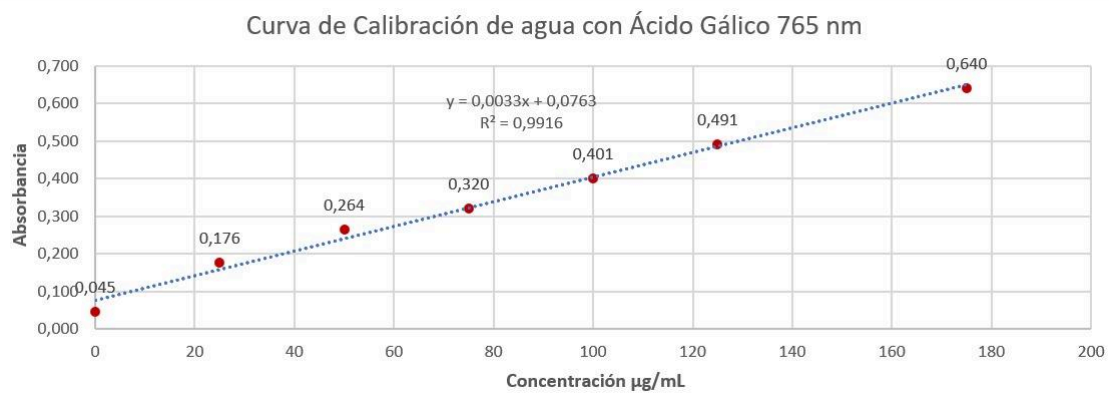


Figura 8. Curva de calibración de Ácido Gálico

Elaborado por: Morejón Gonzalez Abraham

Anexo 2.



Recepción y limpieza de hojas



Pesado de hojas



Pesado de hojas deshidratadas.



Pesado de la pulpa de maracuyá



Licuado de la pulpa de maracuyá



Formación de láminas de maracuyá



Deshidratado de la pulpa de maracuyá



Molienda de las materias primas.



Pulpa de maracuyá envasada.



Hojas de naranja envasadas



Hojas de limón envasadas



Medición de pH



Medición de grados Brix



Medición de porcentaje de humedad



Análisis sensorial



Dilución para aplicar reactivo de Folin



Resultados del analisis de polifenoles.