

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Presentado por

Br. FANNY GABRIELA CASAS PAZ

**EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD
ANTIOXIDANTE EN UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE
PAPAYA NATIVA (*Carica pubescens* Lenne et Koch) Y CHÍA
(*Salvia hispánica* L.) EDULCORADO CON STEVIA**

Asesora:

Dra. ROSA HUARACA APARCO

Co-Asesor:

Dra. MARÍA DEL CARMEN DELGADO LAIME

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL
ANDAHUAYLAS- APURÍMAC – PERÚ**

2023



APROBACIÓN DE LA ASESORA

Quién suscribe:

Ing. Dra. Rosa Huaraca Aparco, por la presente:

CERTIFICA,

Que, la bachiller en **Ingeniería Agroindustrial**, **FANNY GABRIELA CASAS PAZ** ha culminado satisfactoriamente el informe Final de Tesis intitulado: "**EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE PAPAYA NATIVA (*Carica pubescens* Lenne et Koch) Y CHÍA (*Salvia hispánica* L.) EDULCORADO CON STEVIA**", para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Andahuaylas, 13 de febrero del 2023.

Ing. Dra. Rosa Huaraca Aparco

Asesora de tesis

Bach. Fanny Gabriela Casas Paz

Tesista



APROBACIÓN DE LA CO-ASESORA

Quién suscribe:

Ing. Dra. María Del Carmen Delgado Laime, la presente:

CERTIFICA,

Que, la bachiller en Ingeniería Agroindustrial, **FANNY GABRIELA CASAS PAZ** ha culminado satisfactoriamente el informe Final de Tesis intitulado: **"EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE PAPAYA NATIVA (*Carica pubescens* Lenne et Koch) Y CHÍA (*Salvia hispánica* L.) EDULCORADO CON STEVIA"**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Andahuaylas, 13 de febrero del 2023.

.....
Ing. Dra. María Del Carmen Delgado Laime.

Co-Asesora de Tesis

.....
Bach. Fanny Gabriela Casas Paz

Tesista



FACULTAD DE INGENIERIA

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En la Av. 28 de julio N° 1103 del Local Académico SL02 (Santa Rosa) en el Salón de Grados de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas ubicado en el distrito de Talavera de la Reyna de la Provincia de Andahuaylas, siendo las 09:00 horas del día 02 de marzo del año 2023, se reunieron los docentes: M.Sc. Fidelia Tapia Tadeo, Mg. Fredy Taipe Pardo, Mg. Henry Palomino Rincón, en condición de integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final de Tesis intitulado: "EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN PROXIMAL Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE PAPAYA NATIVA (Carica pubescens Lenne at Koch) Y CHIA (Salvia hispánica L.) EDULCORADO CON STEVIA", cuyo autor es el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial FANNY GABRIELA CASAS PAZ, la asesora M.Sc. Rosa Huaraca Aparco y el coasesor Dra. María del Carmen Delgado Laime, con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.

Luego de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Evaluador ACORDÓ: Aprobado por Unanimidad al Bachiller en Ingeniería Agroindustrial FANNY GABRIELA CASAS PAZ, obteniendo la siguiente calificación y mención:

Table with 3 columns: Nota escala vigesimal (Numeros, Letras), and Mención. Handwritten values: 16, Dieciseis, Muy Bueno.

En señal de conformidad, se procedió a la firma de la presente acta en 03 ejemplares.

Signature of M.Sc. Fidelia Tapia Tadeo, Presidente del Jurado Evaluador

Signature of Mg. Fredy Taipe Pardo, Primer Miembro del Jurado Evaluador

Signature of Mg. Henry Palomino Rincón, Segundo Miembro del Jurado Evaluador



ANEXO 33



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Fanny Gabriela Casas Paz**, identificado con DNI N°42821233, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial Declaro bajo juramento que el Proyecto Titulado: (EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE PAPAYA NATIVA (*Carica pubescens* Lenne at Koch) Y CHIA (*Salvia hispánica* L.) EDULCORADO CON STEVIA). Es auténtico y no vulnera los derechos de autor. Además, su contenido es de entera responsabilidad del autor del proyecto, quedando la UNAJMA exenta de toda responsabilidad en caso de atentar contra la Ley de propiedad intelectual y derechos de autor.

Andahuaylas, 14 de febrero de 2023

Firma

N° DNI:42821233

E-mail:fannygcasaspaz@gmail.com

N° Celular:925763513

Firma del Asesor

N° DNI:45328191

E-mail: rhuaraca@unajma.edu.pe

N° Celular:994788496

Firma del Co-Asesor

N° DNI:23863319

E-mail: mcdelgado@unajma.edu.pe

N° Celular:999004534



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: User rose
Título del ejercicio: slot 8
Título de la entrega: EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD AN...
Nombre del archivo: TRABAJO_FINAL.docx
Tamaño del archivo: 3.39M
Total páginas: 128
Total de palabras: 19,899
Total de caracteres: 110,057
Fecha de entrega: 12-may.-2023 07:09p. m. (UTC-0700)
Identificador de la entrega: 2091824744

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Presentado por

Dr. FANNY GABRIELA CASAS PAZ

EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD
ANTIOXIDANTE EN UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE
PAPAYA NATIVA (*Carica pubescens* Lenne et Koch) Y CHÍA
(*Salvia hispánica* L.) EDULCORADO CON STEVIA

Asesora:

Dra. ROSA HUARACA APARCO

Co-Asesor:

Dra. MARÍA DEL CARMEN DELGADO LAJME

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL
ANDAHUAYLAS- APURÍMAC - PERÚ

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ MARÍA ARGUEDAS

Dra. Rosa Huaraca Aparco
DOCENTE

EVALUACIÓN DE LA
COMPOSICIÓN QUÍMICA Y
ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN
UNA BEBIDA FUNCIONAL A
BASE DE PAPAYA NATIVA
(Carica pubescens Lenne et
Koch) Y CHÍA (Salvia hispánica
L.) EDULCORADO CON STEVIA

Fecha de entrega: 12-may-2023 07:09p.m. (UTC-0700) por User rose

Identificador de la entrega: 2091824744

Nombre del archivo: TRABAJO_FINAL.docx (3.39M)

Total de palabras: 19899

Total de caracteres: 110057

R. H. Aparco



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ MARÍA ARGUEDAS

Dra. Rosa Huarcaca Aparco
DOCENTE

EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE PAPAYA NATIVA (*Carica pubescens* Lenne et Koch) Y CHÍA (*Salvia hispánica* L.) EDULCORADO CON STEVIA

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%	20%	1%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.revistaalfa.org Fuente de Internet	11%
2	repositorio.unajma.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.upch.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.scribd.com Fuente de Internet	1%
8	secgen.unajma.edu.pe Fuente de Internet	1%

Rosa Aparca



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ MARÍA ARGUEDAS

Dra. Rosa Aparca Aparca
DOCENTE

Excluir citas Apagado
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%


Br. Páramo Fabiola Cares Poz
TESISTA

 UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ MARÍA ARGUEDAS

Dra. Rosa Huayra Aparco
DOCENTE

DEDICATORIA

A mis padres Beriosca Eleonor Paz Ibáñez y Gelacio Casas Quintana, por su apoyo y consejos en toda esta etapa; a mi pareja Elmer Ramos Loayza por su apoyo incondicional y a mi asesora Rosa Huaraca Aparco por su apoyo y paciencia.

Fanny

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional José María Arguedas, especialmente a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por brindarme sus aulas en la formación y laboratorios para la ejecución del informe de tesis.
- A mi asesora, Ing. Dra. Rosa Huaraca Aparco y Dra. María Del Carmen Delgado Laime, por su exigencia, paciencia y acompañamiento durante la elaboración de esta tesis.
- Al Jurado Evaluador; M.Sc. Fidelia Tapia Tadeo, Ing. Mg. Fredy Taipe Pardo e Ing. Mg. Henry Palomino Rincón, a quienes agradezco sus observaciones, recomendaciones y tiempo brindado en el presente informe.
- A mi abuela, Lucila Ibáñez Martínez, quien en esos momentos difíciles me brindó el apoyo para postular a la universidad.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	x
AGRADECIMIENTO	xi
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
ÍNDICE GENERAL.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi

CAPÍTULO I
PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1.	Situación problemática.....	2
1.2.	Formulación del problema.....	3
1.2.1.	Problema general.....	3
1.2.2.	Problemas específicos.....	3
1.3.	Objetivos de investigación.....	4
1.3.1.	Objetivo general.....	4
1.3.2.	Objetivos específicos.....	4
1.4.	Justificación de la investigación.....	5

CAPÍTULO II
ANTECEDENTES

2.1.	Antecedentes Internacionales.....	7
2.2.	Antecedentes Nacionales.....	11

CAPÍTULO III
MARCO TEÓRICO

3.1.	Chía.....	15
3.2.	Papaya nativa.....	21
3.3.	Concepto de pulpa y néctar.....	28
3.4.	Norma técnica peruana.....	28

3.5. Componentes del néctar	29
3.6. Carboximetilcelulosa.....	32
3.7. Antioxidantes	34
3.7. Tipos de Antioxidantes	34
3.9. Fenoles.....	36

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Lugar de ejecución.....	43
4.2. Materiales, instrumentos y equipos.....	43
4.3. Población y muestra	45
4.4. Tipo de investigación	46
4.5. Metodología experimental.....	47
4.5.1 Proceso de elaboración de las bebidas funcionales.....	47
4.6. Análisis químico proximal.....	54
4.7. Análisis de contenido de fenoles totales	58
4.8. Análisis de actividad antioxidante	60
4.9. Diseño experimental	61

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Composición proximal.....	64
5.1.1. Proteína	64
5.1.2. Grasa	66
5.1.3. Carbohidratos.....	67

5.1.4. Fibra dietética.....	68
5.1.5. Ceniza total	70
5.2. Compuestos fenólicos totales.....	71
5.3. Actividad antioxidante	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición fisicoquímica de la papaya nativa.....	24
Tabla 2. Composición proximal, pH, acidez, sólidos solubles y actividad de agua.....	25
Tabla 3. Cantidad de CMC para néctares.....	34
Tabla 4. Reactivos e insumos.....	43
Tabla 5. Material vegetal.....	44
Tabla 6. Material de laboratorio.....	44
Tabla 7. Equipos.....	45
Tabla 8. Factores de estudio	54
Tabla 9. Programación de pruebas.....	55
Tabla 10. Composición nutricional de la bebida funcional	64
Tabla 11. Resultados de fenólicos totales de la bebida	71
Tabla 12. Resultados del contenido de antioxidantes de una bebida	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aspecto morfológico de las semillas de <i>Salvia hispánica L.</i>	16
Figura 2. Estructura química de la carboximetilcelulosa	33
Figura 3. Representación experimental cualitativa de elaboración de la bebida funcional	52

Figura 4. Representación experimental cuantitativa de elaboración de la bebida funcional	47
Figura 5. Comparación de medias para el porcentaje de proteínas.....	65
Figura 6. Comparación de medias para el porcentaje de carbohidratos.....	68
Figura 7. Comparación de medias para el porcentaje de fibra	69
Figura 8. Comparación de medias para los compuestos de fenoles.....	72
Figura 9. Comparación de medias para la actividad antioxidante.....	74

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados estadísticos para antioxidantes.....	90
Anexo 2. Resultados estadísticos para compuestos fenólicos.....	92
Anexo 3. Resultados estadísticos para ceniza.....	94
Anexo 4. Resultados estadísticos para fibra.....	96
Anexo 5. Resultados estadísticos para grasa	98
Anexo 6. Resultados estadísticos para humedad	100
Anexo 7. Resultados estadísticos para proteína	102
Anexo 8. Resultados estadísticos para carbohidratos.....	104

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

IR	: Índice de Refracción
NO	: Óxido Nítrico
OH	: Hidroxilo
EM	: Espectrómetro de Masa
GE	: Gravedad Específica
CG	: Cromatografía de Gases
CO₂	: Dióxido de Carbono
DPPH	: Radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo
ABTS	: Radical Catiónico del ácido 2,2 -Azinobis 3- etil -benzotiazolina)-6-ácido Sulfónico
HPLC	: Cromatografía Líquida de Alta Resolución
TEAC	: Capacidad Antioxidante Equivalente al Trolox
ORAC	: Capacidad de Absorción de Radical Oxígeno
FRAP	: Capacidad de Resolución Férrica al Plasma.
TRAP	: Total Radical-Trapping Antioxidant Parameter
DCA	: Diseño Completamente al Azar

RESUMEN

El desarrollo de bebidas funcionales a menudo requiere un compromiso de calidad y el alto contenido de compuestos bioactivos. El objetivo del estudio fue evaluar la composición química proximal, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante en una bebida funcional a base de papaya nativa (*Carica pubescens* Lenne at Koch) y chía (*Salvia hispánica* L) edulcorada con stevia. Se utilizaron diferentes concentraciones de T1 (PY 10%: CH 1%), T2 (PY 20%: CH 1%) y T3 (PY 30: CH 1%) para fabricar bebidas funcionales. Se utilizó la técnica AOAC para determinar la composición química proximal. Se utilizó Folin-Ciocateu para analizar los compuestos fenólicos totales. Mediante una prueba de radicales libres denominada 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), se identificó la actividad antioxidante. Los datos de las muestras se recogieron por triplicado, se tabularon y, a continuación, se evaluaron mediante el análisis de la varianza (ANOVA), la prueba de comparación de rangos múltiples y la significación de las medias con un nivel de confianza del 95%. Los resultados revelaron variaciones entre tratamientos, con el tratamiento T3 (PY 30: CH1%) con mayores porcentajes de fibra, ceniza y grasa en su formulación que el tratamiento T2 (PY 20%:CH 1%), que tenía mayores porcentajes de proteína (0,32%) y carbohidratos (3,04%). Los compuestos fenólicos totales se encontraron de 1.92 a 2.75 mg/mL. EQ Ácido Gálico. La actividad antioxidante en la bebida funcional presentó una variación entre 4,80 a 6,77 mg/mL Cl₅₀ Trolox, mostrando diferencias entre los tratamientos.

Palabras claves: Actividad antioxidante, contenido de fenoles totales y composición proximal.

ABSTRACT

The development of functional beverages often requires a commitment to quality and the high content of bioactive compounds. The objective of the study was to evaluate the proximal chemical composition, total phenolic compounds, and antioxidant activity in a functional beverage based on native papaya (*Carica pubescens* Lenne at Koch) and chia (*Salvia hispánica* L) sweetened with Stevia. Different concentrations of T1 (PY 10%: CH 1%), T2 (PY 20%: CH 1%) and T3 (PY 30: CH 1%) were used to make functional beverages. The AOAC technique was used to determine the proximal chemical composition. Folin-Ciocateu was used to analyze total phenolic compounds. Using a free radical test called 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH), antioxidant activity was identified. Sample data was collected in triplicate, tabulated, and then evaluated using analysis of variance (ANOVA), multiple range comparison test, and significance of means with a 95% confidence level. The results revealed variations between treatments, with treatment T3 (PY 30: CH1%) with higher percentages of fiber, ash and fat in its formulation than treatment T2 (PY 20%: CH 1%), which had higher percentages of protein. (0.32%) and carbohydrates (3.04%). The total phenolic compounds were found from 1.92 to 2.75 mg/mL. EQ Gallic Acid. The antioxidant activity in the functional drink varies between 4.80 to 6.77 mg/mL IC50 Trolox, showing differences between the treatments.

Keywords: Antioxidant activity, total phenol content and proximal composition.

CHUMASQA

Funcional upyanakuna wiñachiyqa sapa kutim necesitakun compromiso calidadwan chaynallataq achka contenido de compuestos bioactivos nisqawan. Kay yachaypa munayninqa karqan chaninchaymi composición química proximal, compuestos fenólicos totales, actividad antioxidante ima, huk bebida funcional nisqapi, papaya nativa (*Carica pubescens* Lenne at Koch) hinallataq chia (*Salvia hispánica* L) Steviawan misk'ichisqa. Chay upyanakuna funcional nisqakunam formulasqa karqa hukniray concentraciones T1 (PY10 %: CH1 %), T2 (PY 20%: CH 1 %) hinaspam T3 (PY 30: CH 1 %) nisqawan. Chay composición química proximal nisqa unayta ruwakun AOAC nisqaman hina. Llapan compuestos fenólicos nisqakunam chaninchasqa karqa Folin-Ciocateu nisqawan. Chay antioxidante nisqapa ruwayninqa 2,2-difenil-1-picrilhidracil (DPPH) nisqa radical libre nisqawanmi tarikurqa. Chay muestramanta willakuykunaqa kimsa kutipim hurqusqa karqa, chaymantam tablapi churasqa karqa hinaspam chaninchasqa karqa análisis de varianza (ANOVA) nisqawan, chaypaqmi tupachirqaku prueba de rango múltiple nisqawan chaymanta significancia nisqawan chay promedio nisqawan 95 % nivel de confianza nisqawan. Chay ruwasqakunapim tarikurqa chay composición química proximal nisqa, chay formulación nisqapi chay tratamiento T2 nisqapi (PY 20 %: CH 1 %) aswan achka porcentaje de proteína (0,32 %) hinaspam carbohidratos (3,04 %) nisqakunata qawarichirqa, chaymantam fibra, ceniza hinaspam wira aswan hatun karqanku T3 hampiypaq (PY 30: CH1%), hampikunapura chiqan kayninta rikuchispa. Llapan compuestos fenólicos nisqakunam tarikurqa 1,92manta 2,75 mg/mLkama. EQ Ácido Gálico. Kay antioxidante ruwayqa kay funcional upyanapi

hukniray kan kay 4,80 kaqmanta 6,77 mg/mL kaqkama kay IC50 Trolox kaqmanta, kaytaq rikuchin kay hampikunapura chiqan kayninta.

Sapaq simikuna: Actividad antioxidante, contenido total de fenol y composición proximal nisqa.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de bebidas con propiedades saludables es crucial no solo para suministrar la cantidad necesaria de componentes bioactivos, sino también para garantizar un perfil nutricional beneficioso, siendo de interés de la investigación nuevas formulaciones a base de productos nativos y andinos de la región Apurímac. En el estudio se propuso formular a base de frutos nativo y grano andino para su posterior evaluación en cuanto a su composición química básica, componentes fenólicos totales y potencial antioxidante. El trabajo comprende 5 capítulos. El capítulo I expone el problema de investigación, seguido del objetivo general, el cual consiste en evaluar su composición proximal, compuestos fenólicos y actividad antioxidante. El capítulo II explica los antecedentes de la investigación, cuyos estudios destacan por su trascendencia y relevancia respecto al tema abordado. El capítulo III, relativo al marco teórico, trata de la fruta nativa de la papaya, chía y stevia, así como la composición química, compuestos fenoles y los antioxidantes. El capítulo IV presenta métodos y técnicas estadísticos utilizado. El capítulo V aborda la discusión de los resultados y muestra la contribución real al campo de conocimiento estudiado.

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Situación problemática

Actualmente, la industria alimentaria insertó al mercado internacional bebidas con elevada proporción del azúcar. No obstante, el gusto del consumidor se ha orientado hacia productos que incluyen componentes químicos en menor grado y con más nutrientes, lo que ha favorecido la creación de bebidas elaboradas con pulpa de fruta (Calderón, Huaroc y Huancayo, 2014). Hay muchos estudios que describen los intentos de desarrollar y caracterizar las bebidas funcionales elaboradas con frutas, semillas y planta pro-saludables. Al elaborar bebidas funcionales, es crucial no sólo suministrar un número adecuado de sustancias químicas bioactivas, sino también mantener un perfil nutricional positivo, especialmente si se trata de productos derivados de la fruta, como minimizar la cantidad de azúcar que se incluye en la bebida. La estevia es un edulcorante bajo en calorías que puede utilizarse para sustituir parcial o totalmente el azúcar que se añade a productos de bajo contenido en azúcar. Esto ayuda a garantizar que los productos sigan teniendo un nivel de calidad aceptable. La stevia, obtenida de las hojas de la planta *Stevia rebaudiana*, es el edulzante natural de mayor uso en bebidas con poco contenido calórico, en particular los glucósidos de esteviol. Entre estos glucósidos, el rebaudiósido A destaca por su palatabilidad y su hidrosolubilidad. Estos compuestos son 200 veces que el azúcar, no aportan calorías y son resistentes al calor hasta los 200°C (Lemus et al., 2012). Los productos funcionales generalmente se preparan utilizando materias primas con alto contenido de polifenoles, que se

perciben como amargas, ácidas o astringentes o con un contenido elevado en ácido ascórbico, y que a menudo se asocia con una alta acidez.

Sin embargo, en la actualidad existe una necesidad de insertar nuevas bebidas funcionales que aporten a la salud utilizando en su formulación productos ricos en antioxidantes y compuestos nutricionales a partir de fuentes como los granos andinos y las frutas nativas, siendo necesario darle un valor añadido a las materias primas que abundan en nuestra provincia de Andahuaylas.

El objetivo de esta investigación fue evaluar una bebida funcional a base de papaya nativa (*Carica pubescens* Lenne at Koch) y chía (*Salvia hispánica* L) edulcorada con stevia en su composición proximal, compuestos fenoles y actividad antioxidante.

1.2. Formulación del problema

Problema general

¿Cuál es la composición química proximal, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante en la bebida funcional a base de papaya nativa (*Carica pubescens* Lenne at Koch) y chía (*Salvia hispánica* L) edulcorada con stevia?

Problemas específicos

- ✓ ¿Cuál es la composición química proximal en la bebida funcional a base de papaya nativa (*Carica pubescens* Lenne at Koch) y chía (*Salvia hispánica* L) edulcorada con stevia?

- ✓ ¿Cuál es el nivel de compuestos fenólicos totales en la bebida funcional a base de papaya nativa (*Carica pubescens* Lenne at Koch) y chía (*Salvia hispánica* L) edulcorada con stevia?
- ✓ ¿Cuál es la actividad antioxidante en la bebida funcional a base de papaya nativa (*Carica pubescens* Lenne at Koch) y chía (*Salvia hispánica* L) edulcorada con stevia?

1.3. Objetivos de la investigación

Objetivo general

Evaluar la composición química proximal, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante en la bebida funcional a base de papaya nativa (*Carica pubescens* Lenne at Koch) y chía (*Salvia hispánica* L) edulcorada con stevia.

Objetivos específicos

- ✓ Evaluar la composición química proximal en la bebida funcional a base de papaya nativa (*Carica pubescens* Lenne at Koch) y chía (*Salvia hispánica* L) edulcorada con stevia.
- ✓ Evaluar el nivel de compuestos fenólicos totales en la bebida funcional a base de papaya nativa (*Carica pubescens* Lenne at Koch) y chía (*Salvia hispánica* L) edulcorada con stevia.
- ✓ Evaluar la actividad antioxidante en la bebida funcional a base de papaya nativa (*Carica pubescens* Lenne at Koch) y chía (*Salvia hispánica* L) edulcorada con Stevia.

1.4. Justificación de la investigación

Actualmente, está en auge el consumo de bebidas funcionales debido a sus propiedades nutricionales y su fácil digestibilidad (Sethi t Sethi, 2006). Además, se usa una gran cantidad de azúcar refinada para endulzar el jugo de frutas para obtener un sabor, sabor y color preferibles (Ogden, Carroll y Flegal, 2008). También juegan un papel crucial en la apariencia, fisicoquímica y reología de los jugos de frutas (Pareyt et al., 2009). Sin embargo, afectó en cuestiones de salud, que incluyen obesidad, diabetes e hiperlipidemia (Ahmad et al., 2019). Por lo tanto, los edulcorantes son compuestos alternativos que se utilizan para reemplazar parcial o completamente el azúcar en las bebidas funcionales (Pinheiro et al., 2005). Estudios muestran intentos exitosos de desarrollar bebidas funcionales de frutas y hierbas con suero de leche, como bebidas que contienen suero de leche, jugo de guayaba y extractos de albahaca, menta, jengibre, aloe vera y limoncillo (Pinelo, Zeuner y Meyer, 2010) o jugo de chía y suero de leche con Extracto de *M. arvensis*. La presencia de todos estos compuestos hace que estos frutos y los jugos que se obtienen de ellos tengan un potencial antioxidante notablemente alto, lo que los convierte en alimentos valiosos para prevenir enfermedades relacionadas al estrés oxidativo, el cáncer, afecciones cardiacas y también para fortalecer el sistema inmunológico (Dutra, Mbdl y Bolini, 2013). Según las conclusiones de un gran número de académicos, el principal factor que impulsa las decisiones de los consumidores es la influencia beneficiosa que tienen las comidas nuevas y funcionales en la salud. La stevia se produce en base a la hoja de stevia rebaudiana (Bertoni, Países Bajos) que tiene una dulzura relativa de 200 veces la sacarosa (Boileau y Murray, 2012). Además, la stevia se usa para reemplazar el azúcar en

muchas bebidas, como jugos y néctares (Alizadeh, Oskuyi y Amjadi, 2019). Habiendo justificado con estudios existentes de bebidas funcionales, es que en nuestro estudio proponemos formular y evaluar una bebida funcional a base de papaya nativa (*Carica pubescens* Lenne at Koch) y chía (*Salvia hispánica* L) edulcorada con stevia en su composición proximal, compuestos fenoles y actividad antioxidante.

CAPÍTULO II: ANTECEDENTES

2.1. Antecedentes internacionales

Calderón y Calderón (2019). “Polifenoles totales y actividad antioxidante en una bebida funcional obtenida a partir del mucílago de la corteza de huampo blanco (*Heliocarpus americanus* L.) y chía (*Salvia hispánica* L.) edulcorado con stevia (*stevia rebaudiana* Bertoni)”.

El objetivo del estudio fue determinar el contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante en una bebida funcional obtenida a partir del mucílago de la corteza de huampo (*Heliocarpus americanus* L.) y chía (*Salvia hispánica* L.) edulcorado con stevia (*Stevia rebaudiana*). Durante la investigación, se retiró el gel mucilaginoso de la corteza del huampo. A continuación, se evaluaron los concentrados al 10, 20, 30 y 40%, para lograr una bebida funcional. Se utilizó un concentrado eficaz y se combinó con concentraciones de semillas de chía que oscilaban entre el 0,4 y el 1,0% para producir la bebida funcional final. La combinación eficaz consistió en el uso de gel mucilaginoso derivado del huampo a una concentración del 20% combinado la semilla de chía al 0,6%, stevia en 0,08%, ácido cítrico en 0,02% y agua en 100%. Así se obtuvo una bebida con cualidades sensoriales favorables. La bebida funcional ideal tiene las propiedades reológicas de un fluido no newtoniano denominado fluido pseudoplástico. Este fluido presenta un índice de consistencia de 3,316 y un índice de fluidez de 0,392. La bebida ideal que se encontró tenía una cantidad considerable de proteínas (1,49%), fibra (3,03%), hidratos de carbono (1,79%), polifenoles (contenido) y actividad

antioxidante. Asimismo, se encontró una actividad antioxidante con DPPH de 39.10 mg TE/mL (154.75 mmol/mL) y con ABTS de 41.37 mg TE/mL (162.35 mmol/mL), atribuye la existencia total de polifenoles 86.62 ug AGE/mL, permitiendo deducir la funcionalidad de la bebida y las ventajas para el bienestar y la autogestión de la salud.

Dev, Hossain y Iqbal, (2019). "Elaboración y evaluación sensorial de bebida funcional a base de pulpa de papaya (*Carica papaya* L.)"

El objetivo del estudio fue desarrollar una bebida funcional a base de espuma secante de papaya. Durante este estudio, la pulpa de papaya se espumó mediante la adición de 10, 15 y 20 % de clara de huevo (p/p). La pasta de papaya espumada se secó usando aire caliente a 60 °C durante 5 horas. El rendimiento de secado y el índice en proteína del polvo seco mostró un incremento con el aumento de la clara de huevo. La vitamina C disminuyó en polvo debido a la degradación por calor, un mayor espesor de espuma resultó en un mayor tiempo de secado. El tiempo de secado de la pulpa espumada fue mucho menor que el de la pulpa no espumada. El contenido de humedad, la reconstitución y su capacidad de resistencia al agua de la espuma seca en polvo estaban en el rango de 3,27-3,93 %, 82,43-83,53 % y 5,23-5,93 g/g, respectivamente. Las bebidas funcionales se formularon mediante la mezcla en seco de polvo de papaya deshidratada en espuma y otros ingredientes en una proporción de 6:4, 5:5 y 4:6 (p/p) de polvo de papaya deshidratada en espuma y leche descremada. Las diferentes proporciones de papaya deshidratada y leche descremada en polvo afectaron las propiedades

fisicoquímicas (contenido de humedad, tasa de reconstitución y su capacidad de resistencia al agua) y los atributos sensoriales (color, viscosidad, aroma y gusto) del producto. La bebida reconstituida en una proporción de 4:6 de polvo de papaya deshidratada y leche descremada retuvo las mejores propiedades sensoriales.

Flores, (2019). "Efecto de la concentración de extracto de hojas de moringa (*Moringa oleífera*) y chía (*Salvia hispánica L.*) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida funcional."

El estudio tuvo por objetivo evaluar el efecto de la concentración de extracto de hojas de moringa (30; 40 y 50 %) y la adición de semillas de chía (0.5 y 1.0 %) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida funcional a base de maracuyá y piña. Se evaluaron 6 muestras y se midieron su densidad aparente, acidez titulable, características de color (L^* , a^* y b^*) y la concentración total de fenoles, que se consideraron variables paramétricas. Un grupo de 30 jueces sin formación previa en el tema evaluaron la satisfacción general empleando una escala hedónica de 9 puntos. El análisis de la varianza reveló que había una repercusión considerable sobre el contenido del extracto de hoja de moringa y la inclusión con semillas de chía en la densidad aparente, la acidez titulable, la ligereza (L^*) y la cromaticidad a^* y b^* . La prueba Levene modificada reveló que las variables paramétricas eran homogéneas. El impacto sobre la concentración global de fenoles sólo podía atribuirse al extracto de moringa.

Después de aplicar los tests Duncan y Friedman, se concluyó que la combinación de 30% del extracto a base de moringa y una añadidura de 0,5% del grano de chía daba como resultado características fisicoquímicas óptimas y una aceptabilidad global elevada, con un 7,20 de puntuación media indicando que la percepción era "me gusta bastante" de la bebida funcional elaborada con maracuyá y piña.

2.2. Antecedentes nacionales

Sánchez et al., (2022). "Bebida funcional sin gluten elaborada a partir de harinas extrusionadas de quinua entera y chía desgrasada: potencial antioxidante y antihipertensivo."

El objetivo del fue desarrollar una bebida funcional a partir de una mezcla de harinas de quinua extrusionada optimizada (70 %) y chía desgrasada extrusionada (30 %). Para lograr mejorar la bondad de la quinua extrusionada, se efectuó un diseño experimental que incluyó 2 factores (temperatura de extrusión: 60 °C-140 °C y velocidad de tornillo: 60 rpm-240 rpm) y 3 respuestas (actividad antioxidante, compuestos fenólicos totales y digestibilidad de proteínas in vitro). Estas temperaturas y velocidades de tornillo ideales para la extrusión de la quinua y la chía fueron 138 °C/138 rpm, y 147 °C/237 rpm para la chía desengrasada, respectivamente, como se determinó en una investigación previa. La combinación tenía una relación de eficacia de proteína estimada (C-PER) = 2,28 y un potencial inhibidor (IC₅₀) enzimático de la transformadora de angiotensina (ACE) = 0,271 mg/ml. 200 ml de GFB funcional contienen 5,61 g de proteína excelente calidad, 6,13 g

de fibra dietética, 88 kcal y actividad antioxidante = 5091 $\mu\text{mol TE}$. La bebida funcional constituye la variante ideal para los celíacos. Por lo tanto, esta bebida funcional puede utilizarse para promover la salud y ser una opción frente a otras bebidas de elevado aporte calórico y bajo valor nutricional, que predominan en un mercado de consumidores con tendencias o incidencias importantes de sobrepeso/obesidad y enfermedades crónico degenerativas como la hipertensión. Además, la novedosa bebida funcional sin gluten es una excelente alternativa para promover una vida saludable en personas con enfermedad celíaca.

BehnamNik y Vazifedoost, (2020). "Optimización de la formulación de la bebida funcional a partir del polvo cristalizado de extracto de semilla de securidaca."

El propósito del estudio fue elaborar una bebida funcional con extracto de semilla, durante su elaboración se mezclaron varias proporciones de polvo cocrystalizado del extracto de la planta, agua, ácido cítrico, aceite esencial de menta, miel, extracto de manzana y stevia. Los panelistas prepararon y evaluaron tres fórmulas de bebidas junto con la muestra de control utilizando una escala hedónica de seis puntos. La fórmula que contenía 2 g del extracto en polvo se presentó como la mejor bebida desde la perspectiva de los panelistas y recibió una puntuación promedio. Las muestras se almacenaron a 4 °C durante 3 meses y se examinaron los niveles de pH, acidez, Brix, turbidez, vitamina C, compuestos fenólicos, capacidad de captación de radicales, recuento total de microorganismos, mohos y levaduras para

evaluar la vida útil. Los cambios de pH y acidez fueron casi constantes hasta el día 60; pero el pH y la acidez disminuyeron y aumentaron en el último mes, respectivamente. Los cambios de Brix fueron leves y tuvieron una ligera disminución en el último mes de almacenamiento. Aunque los cambios de turbidez fueron pequeños, se asociaron con un aumento durante el tiempo de almacenamiento. Además, la bebida bien podría retener los componentes fenólicos y su capacidad de eliminar radicales mientras que la actividad antioxidante tuvo un ligero cambio durante el almacenamiento. La tendencia de los cambios en vitamina C fue decreciente e igual a 16,85 mg/ml en el último mes. No se observó contaminación por moho ni levaduras en ninguno de los tratamientos según la norma ISO 21527 y los recuentos de bacterias aerobias mesófilas estuvieron en el rango basado en la norma ISO 4833. Por lo tanto, las bebidas herbales producidas con 2 g del extracto en polvo pueden reemplazar a las bebidas industriales dada su propiedades químicas y microbianas apropiadas.

Zambrano et al., (2018). "Propiedades citotóxicas y antioxidantes in vitro de bebidas funcionales a base de pulpas de mora (*Rubus glaucus* Benth) y guanábana (*Annona muricata* L)."

El objetivo del estudio fue determinar las características antioxidantes y citotóxicas en una bebida formulada con mora, guanábana y yogur que contiene probióticos y prebióticos. En la metodología del estudio se realizaron tres formulaciones de la bebida funcional, así mismo se evaluaron utilizando MTT (bromuro de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difenil-2H-

tetrazolio). La capacidad antioxidante de la bebida funcional también se realizó utilizando una preparación fresca de 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH). A nivel de los resultados la formulación F3 presentó una concentración de $5,21 \pm 1,04$ % v/v para la línea celular tumoral. Sin embargo, las formulaciones F2 y F3 demostraron IC_{50} valores de $3,69 \pm 1,08$ % v/v y $2,50 \pm 1,08$ % v/v respectivamente para actividad antioxidante. Por otro lado, la capacidad antioxidante de BP y SP alcanzó valores elevados a los 30 minutos de exposición a DPPH, obteniendo una tasa de $85,28 \pm 0,11$ y $80,94 \pm 0,07$ % respectivamente al utilizar una concentración de 12.5 %, las formulaciones F2 y F3 también alcanzaron valores de $83,97 \pm 0,46$.

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1. Chía (*Salvia hispánica* L.)

La *Salvia hispánica* L., más conocida como chía, esta planta se caracteriza por ser anual y herbácea perteneciente a la familia Lamiaceae y puede crecer hasta una altura de 1 a 1.5 m.

Es originaria de Centroamérica, del oeste y centro de México, y se encuentra en dos formas: chía cultivada y chía silvestre, esta última principalmente en los bosques de pino. Se adapta fácilmente a climas semicálidos y templados, y se cultiva en altitudes que oscilan entre los 1400 y 2200 m. s. n. m. En el pasado, esta especie se cultivaba en zonas montañosas en la parte costa del Océano Pacífico (Xingú et al, 2017).

Hoy en día, la chía es cultivada en diversas naciones como Australia, México, Argentina, Ecuador, Bolivia, Perú y Paraguay. Gracias a su elevado valor nutricional, ha ganado un gran reconocimiento como alimento en diversas dietas y como ingrediente clave en numerosos productos industriales (Márquez, 2014).

Taxonomía

Según Linneaus (1753) la chía se clasifica de la siguiente forma:

Reino: Plantae

División: Angiospermae

Clase: Dicotyledonae

Orden: Lamiales

Familia: Lamiaceae

Género: *Salvia*

Especie: *Salvia hispánica* L.

Figura 1. Aspecto morfológico de las semillas de *Salvia hispánica* L.



Composición química de la semilla chía (*Salvia hispánica* L.)

Los componentes nutricionales de las semillas de chía incluyen carbohidratos, proteínas y lípidos. Sin embargo, la cantidad y ubicación de dichos elementos varían en función de la especie (3). Esta semilla contiene una alta cantidad de proteínas, representado por un 25,32%, además de contener aproximadamente un 30,22% de aceite y alrededor de un 37,50% de fibra dietética, de los cuales un 35,07% es fibra insoluble. La cantidad de carbohidratos presente en la semilla

de chía varía entre el 26-41%, mientras que el contenido de cenizas se encuentra en el rango de 4-5% (7,8). (Xingú et al, 2017).

Según la investigación, se ha demostrado que es posible que la composición química de las semillas de chía cambie bajo la influencia de varios factores externos. Tal y como lo demuestran los estudios científicos, el contenido de nutrientes individuales puede variar según el origen de la planta, el tiempo de cosecha, el almacenamiento, el secado, el área donde se cultiva la planta, el terreno, el proceso de germinación, la fecha de inicio, la disponibilidad de nutrientes esenciales y las precipitaciones (cantidad, frecuencia, intensidad) (Kulczynski et al., 2019).

Los ácidos grasos constituyen del 30 al 33% del aceite extraído de las semillas de *S. hispánica* (Luz et al., 2012), de los cuales el 80 % son ácidos grasos esenciales (AGE). Los carbohidratos representan del 26 al 41 % del peso de las semillas de *S. hispánica* (Luz et al., 2012). Las semillas contienen alrededor de 30 a 34 % de fibra dietética (constituido por polímeros de carbohidratos vegetales, de tipo oligosacárido y polisacárido, al igual que por celulosa, hemicelulosas, sustancias pécticas y gomas, susceptibles de asociarse a la lignina y a otros elementos no carbohidratos.) (Valdivia y Tecante, 2015). La fracción de fibra insoluble en las semillas de chía oscila aproximadamente 85 a 93 %, y la fracción de fibra soluble es de aproximadamente 7 a 15 %.

La proteína constituye del 15 al 25% del peso de las semillas de *S. hispánica*. La principal proteína de almacenamiento que se encuentra en las semillas de chía

se denomina globulina y representa el 52% del contenido proteico total. Las albúminas (17 %), las glutelinas (14 %) y las prolaminas (12 %) conforman el resto de proteínas encontradas con menor abundancia. La proteína de chía tiene una buena digestibilidad (78,9 %), similar a la de la caseína (88,6 %), superior a las proteínas de maíz (66,6 %), arroz (59,4 %) y trigo (52,7 %), pero inferior al amaranto (90 %) (Motyka et al., 2022).

La goma de semilla de chía (*Salvia hispánica* L.)

Las semillas de chía han sido investigadas y recomendadas por su elevado nivel en proteínas, fibra dietética, antioxidantes, vitaminas y minerales, particularmente por el aceite que contienen, con la mayor proporción de ácido α -linolénico (-3) en relación con el resto de fuentes de origen natural conocidas hasta el momento (Guiotto et al., 2013). La concentración de aceite en las semillas de chía es significativamente elevado, puede llegar hasta el 39%, y que se distingue por contener la mayor cantidad conocida de ácido α -linolénico, llegando hasta un 68%. (Ayerza y Coates, 2001).

La goma de semilla de chía tiene potencial para uso industrial debido a sus propiedades viscosas, evidentes incluso en concentraciones muy bajas, y porque la planta, originaria de América, crece bien en regiones semiáridas que tienen pocas plantas prácticas. La goma de chía comienza a emerger de las semillas tan pronto como se colocan en agua. La goma se encuentra posiblemente en la envoltura de la semilla o en la capa cercana a ella. El exudado está parcialmente entrecruzado o se une a la superficie de la semilla,

ya que no se separa fácilmente de la semilla. La separación se puede lograr mediante una fuerte agitación, preferiblemente en presencia de arena para ayudar al desalojo o ruptura de los enlaces insolubilizantes. Con fines de investigación, la goma se ha eliminado mediante la extracción de semillas con una solución de urea 6 M. La goma de chía se compone de -D-xilopiranosilo, -D-glucopiranosilo y 4-O-metil--Unidad de ácido D-glucopiranosilurónico en la proporción 2 : 1 : 1. El polisacárido parece consistir en una unidad repetitiva. La goma extraída tiene un carácter viscoso y mucilaginoso en concentraciones muy bajas, lo que le da un amplio uso potencial en una variedad de aplicaciones industriales, especialmente en ciertos alimentos y preparaciones alimenticias (Bemiller et al., 1993).

Componentes bioactivos de semillas de *Salvia hispánica*

Las semillas son la principal materia prima obtenida de *Salvia hispánica* a escala industrial. Se considera que las semillas de chía tienen un valor nutricional elevado, principalmente por su contenido significativo de fibra dietética y ácidos grasos poliinsaturados (PUFA). Además, las semillas contienen proteínas saludables y varios compuestos fenólicos, macro y microelementos y vitaminas. Los brotes de semillas de chía también se caracterizan por una composición química deseable y un alto valor nutricional (Das, 2018; Knez et al., 2020).

Las semillas de chía presentan compuestos de polifenoles que existen en forma libre o unidos por enlaces glucosídicos con azúcares. Se han identificado los

siguientes polifenoles: ácidos fenólicos (ácido gálico, ácido cafeico, ácido ferúlico, ácido *p*-cumárico), dépsidos (ácido clorogénico, ácido rosmarínico), flavonoides (apigenina, kaempferol, quercetina, miricetina, rutósido), isoflavonas (daidzeína, glicitina, genisteína, genistina) y derivados de la catequina (incluida la epicatequina) (Motyka et al., 2022).

El ácido rosmarínico es el ácido fenólico dominante con la concentración más alta (0,927 mg/g), seguido del ácido protocatéquico (0,747 mg/g), el ácido cafeico (0,027 mg/g) y el ácido gálico (0,012 mg/g). También se encuentran taninos y fitatos, pero en cantidades insignificantes. Los carotenoides (carotenos y xantofilas) están presentes en una cantidad de aproximadamente 0,5 µg/g (Grancieri et al., 2020; Poudyal et al., 2012).

Actividad antioxidante de semillas de *Salvia hispánica*

Varios estudios proporcionaron evidencia del alto potencial antioxidante de las semillas de chía. Sargi et al. (2013) mostró que las semillas de chía son capaces de desactivar los radicales catiónicos ABTS. Sin embargo, se registró una mayor actividad para las semillas de lino marrón y dorado. Esos autores también demostraron que las semillas de chía exhiben la habilidad de eliminar los radicales DPPH sintéticos y reducir los iones de hierro. Los resultados obtenidos en ambas pruebas indican una actividad antioxidante superior en las semillas de chía en comparación con las de linaza (Sargi et al., 2013). La actividad antioxidante de las semillas de chía fue confirmada por Coelho y Salas-Mellado (Coelho y Salas, 2014). Demostraron que los extractos de semillas de chía son

capaces de neutralizar los radicales DPPH y provocan su neutralización en más del 70 %. Además, demostraron que estos extractos inhiben la oxidación enzimática del guayacol (Coelho y Salas, 2014). Por su parte, Segura-Campos et al. (2013) confirmaron que los hidrolizados de proteínas procedentes de las semillas de chía también reducen los radicales catiónicos ABTS. Sugirieron que los hidrolizados de proteínas probados podrían actuar como donantes de electrones. Un indicador importante del potencial antioxidante en muestras biológicas es el valor de ORAC (Capacidad de Absorción de Radicales de Oxígeno). Comprobaron que el poder antioxidante de las semillas de chía es similar al de las ciruelas pasas y las avellanas, tal como se observa en el índice ORAC. La actividad antioxidante del componente integrado en las semillas de chía también se confirmó en el sistema de emulsión de grasa. Reyes-Caudillo et al. (2008) evaluaron el impacto de la inclusión del extracto de semilla de chía en la tasa de degradación del betacaroteno en un sistema modelo de ácido linoleico/betacaroteno durante el calentamiento a 50 °C. observaron que los extractos de semillas de chía exhiben propiedades antioxidantes en la emulsión modelo que ascienden a 73,5% y 79,3 %. también confirmaron la habilidad de las semillas de chía para inhibir la peroxidación lipídica (Reyes-Caudillo et al., 2008)

Se pueden aprovechar las propiedades antioxidantes de la semilla de chía, así como otras sustancias naturales (extracto de romero, extracto de té, extracto de ginkgo biloba, compuestos fenólicos) para proteger los lípidos y sustancias

biológicamente activas del aceite durante el almacenamiento y uso de procesos térmicos y en nuevos alimentos diseñados (Gramza et al., 2016).

3.2. Papaya Nativa (*Carica pubescens* Lenne at Koch)

Origen: Esta especie es nativa de las regiones montañosas de Panamá, Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, lo que la hace más tolerante a las bajas temperaturas que el papayo tropical (*Carica papaya*). La altura en la que habitualmente se desarrolla esta entre los 2,400 a 3,600 m s. n. m.

Taxonomía: Según Badillo (1967) en su estudio "Esquema de las Caricáceas", la papaya arequipeña se encuentra categorizada por Lenne at Koch (1854) de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Angiospermae

Clase: Dicotyledoneae

Subclase: Archychnamydeae

Orden: Violales

Familia: Caricaceae

Género: *Carica*

Especie: *Carica pubescens*

Utilización en la industria

Es utilizado en la industria en las siguientes aplicaciones

- **Industria medicinal:** La utilización de esta sustancia se ha observado en diversos trastornos como la difteria, las úlceras celíacas, los eczemas, la psoriasis, la eliminación de la cera del oído y el herpes. Además, se han identificado sus propiedades analgésicas y antiinflamatorias en casos de dismenorreas, así como su empleo reciente en la terapia de la artrosis y la osteoporosis.
- **Industria de jugos:** Es comúnmente empleada para el preprocesamiento de frutas para la elaboración de jugos, aceites esenciales y vinos como agente clarificante, una práctica parecida a la que emplea en la industria cervecera.
- **Industria dietética:** Es utilizada en la fabricación de alimentos infantiles especiales, debido a que potencia la capacidad de absorción de los nutrientes. Esto se logra mediante la degradación de los compuestos de alto peso molecular en cadenas cortas, que el sistema digestivo del bebé puede absorber fácilmente.

Ventaja de la papaína frente a otras enzimas:

La papaína presenta ciertas ventajas respecto a las demás enzimas naturales como son:

- Calidad y actividad enzimática
- Permanece estable en situaciones adversas de temperatura, humedad y presión atmosférica.

- El látex extraído de la papaya es una fuente de alta concentración de papaína.
- Su diversidad de aplicaciones le confiere un alto valor comercial.

Composición fisicoquímica de la papaya nativa

Tabla 1. Composición fisicoquímica de la papaya nativa

COMPONENTE	VALOR REPORTADO (g/100 PULPA)
Humedad	90.49
Proteínas	0.58
Grasa	0.25
Ceniza	0.64
Fibra	1.20
Carbohidratos	4.68
Sólidos Solubles	6.00
Sólidos Insolubles	3.51
Sólidos Totales	9.51
Vitaminas C (mg/100g)	31.00
Ácidos reductores	1.78
Acidez titulable	0.37
pH	4.5
Densidad (mg/mL)	1.03
Beta carotenos	0.72

Fuente: Concha, Guevara y Araujo. 2002.

Composición proximal de la papaya de altura

La valoración de la calidad de un alimento o fruta considera la composición proximal como un factor importante. Para la investigación se ha optado por uno de los autores más recientes (Concha et al, 2002; Vidal et al., 2009; Laily et al., 2012; Hernández et al., 2014).

Tabla 2. Composición proximal, pH, acidez, sólidos solubles y actividad de agua.

Papaya nativa	Contenido (g/100 g FW)
Humedad	91.6 ± 1.5
Proteína	0.9 ± 0.0
Lípidos	0.3 ± 0.0
Fibra cruda	1.1 ± 0.1
Ceniza	0.6 ± 0.0
Carbohidratos	4.9 ± 1.4
pH	4.1 ± 0.2
Acidez %	0.1 ± 0.0
Sólidos solubles (°Brix)	5.0 ± 0.0
Actividad de agua	0.997 ± 0.001

FUENTE: (Uribe et al., 2015; Aunquiñivin & Paucar, 2020).

Stevia

El género es mundialmente reconocido con la especie *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni (Asteraceae), denominada denominada “stevia”, produce gran cantidad de esteviósido, un poderoso edulcorante natural no nutritivo. El esteviósido está

compuesto por una mezcla de varios glucósidos *ent*-kaureno estrechamente relacionados, entre los cuales el esteviósido, el rebaudiósido A y el dulcósido A y B son los más importantes. Las hojas son la principal fuente de acumulación de los glucósidos diterpénicos, dentro de ellos se encuentra el esteviósido, el edulcorante más abundante. Se emplean extractos acuosos de *S. rebaudiana* con fines comerciales para endulzar diversos productos, así como para extraer sus principios dulces. *Stevia rebaudiana* también ha demostrado varias actividades biológicas en estudios preclínicos y clínicos, incluidas actividades antidiabéticas, anticariogénicas, antioxidantes, antihipertensivas, antimicrobianas, antiinflamatorias y antitumorales, entre otras (Ruiz et al.,2017).

Propiedades de la stevia

Stevia rebaudiana Bertoni es una hierba perenne, muy conocida desde hace mucho tiempo como fuente de edulcorantes naturales, gracias a la presencia, en sus hojas, de los llamados glucósidos de esteviol (SVglys). Se trata de un conjunto de edulcorantes naturales de alta capacidad y cero calorías, pertenecientes al grupo de los glucósidos diterpénicos *ent*-kaurenoides (Pradhan y Dwivedi, 2016).

Las hojas de stevia producen metabolitos secundarios (glucósidos diterpénicos), que son unas 300 veces más dulces que la sacarosa (Kaplan, Ruego y Turgut, 2019), Los japoneses han realizado más de 40 000 estudios clínicos que demostraron que los glucósidos de esteviol son seguros cuando se usan como edulcorantes. Las posibles aplicaciones medicinales se han investigado a menudo utilizando extractos de stevia como infusiones intravenosas en ratas para revelar su efecto sobre el metabolismo de la glucosa, la diuresis, el peso de los órganos, la

función endocrina o la actividad antiandrogénica. También se ha constatado que los extractos de stevia son probablemente beneficiosos como antioxidantes y reductores de la presión arterial y la hipertensión (Gupta et al., 2013). Todas las propiedades mencionadas de los glucósidos de esteviol permiten su amplio uso en fitoterapia (tónicos para diabéticos), industria alimentaria (postres, salsas, ketchups, bebidas, pan, zumos de frutas, fórmulas para deportistas) y cosmética (enjuagues bucales y dentífricos, cremas). La creciente demanda de edulcorantes naturales ha llevado a los agricultores de muchos países a cultivar stevia a gran escala, de igual modo se realizaron investigaciones de este cultivo en diferentes regiones del mundo, desde Asia hasta las Américas (SicZlabur et al., 2013). Las plantas de stevia cultivadas en Europa son a menudo variedades indefinidas, propagadas principalmente por métodos vegetativos convencionales. Se caracterizan por una alta diversidad genética, lo que no garantiza la producción de glucósidos de esteviol y otros fitoquímicos a un nivel alto constante. Los aditivos alimentarios y las preparaciones medicinales a base de tales plantas no proporcionan un alto estándar uniforme. Por lo tanto, la producción de fitoproductos a partir de este tipo de plantas no es posible a escala comercial. Por lo tanto, es muy importante una descripción completa de las plantas de stevia como material de partida para producir bioproductos tanto a nivel bioquímico como molecular. Los métodos moleculares podrían combinarse con técnicas morfológicas para identificar los genotipos de stevia de manera más confiable. Los marcadores moleculares son herramientas valiosas para identificar y analizar la variabilidad genética dentro y entre cultivares y poblaciones. Se ha demostrado que diferentes marcadores pueden revelar diferentes clases de variación.

3.3. Pulpa de fruta y néctar

Pulpa

(EIRL, Empresa editora Macro, 2006) La pulpa se obtiene al extraer mecánicamente la porción comestible de una fruta y posteriormente se somete a una molienda refinada. Esta pulpa resultante es adecuada para la fabricación de néctares.

Néctar

(EIRL, Empresa editora Macro, 2006) El néctar es una mezcla de jugo y pulpa de fruta cuidadosamente dividida y seleccionada, a la que se agrega agua, azúcar y ácido orgánico adecuado. Después de este proceso, se requiere de un tratamiento térmico para garantizar su conservación.

3.4. Norma técnica peruana para la elaboración de néctares

Según las normas técnicas peruanas que regulan la producción de néctares, se establecen los siguientes criterios:

a) Generalidades

- El proceso de producción del néctar debe cumplir con requisitos sanitarios adecuados y utilizarse frutas frescas, maduras, limpias y sin rastros de sustancias dañinas. Es posible emplear pulpas concentradas, elaboradas o conservadas siempre y cuando cumplan con las características mencionadas.
- El néctar puede contener partículas oscuras en suspensión, pero no trozos de cáscaras, semillas o cualquier sustancias sólida y gruesa visibles a simple vista.

- La inclusión de ácido cítrico o ácido ascórbico está permitida como estabilizadores y antioxidantes adecuado en el néctar, si es requerido, pero está prohibido el uso de colorantes artificiales. (INDECOPI, 2009)

b) Análisis Fisicoquímicos

- Sólidos solubles grados °Brix final a 20 °C.
- Acidez titulable (expresada en ácido cítrico anhidro g/100 cm³): máximo 0.6;
Mínimo 0.4.
- Sólidos en suspensión en % (V/V):18.
- Sorbato de potasio en g/100 cm³: máximo 0.05.

3.5. Componentes del néctar

a) Fruta:

La estructura que proviene de la flor o de sus partes y que alberga las semillas hasta su madurez y posterior dispersión se conoce como fruto.

b) Edulcorante

Los néctares suelen contener 2 variedades de endulzantes: el azúcar natural presente en la fruta y un endulzante añadido. Entre los endulzantes añadidos se encuentran la chancaca, miel de abeja, stevia, entre otros.

Se utiliza un refractómetro o densímetro para medir la concentración de azúcar en un néctar, expresado en grados Baumé o °Brix. La normativa peruana de 1987 establece que los néctares deben contener entre 13 y 18 grados °Brix de azúcar.

c) Conservante

En la elaboración de alimentos, se lleva a cabo el proceso de tratamiento de calor para lograr erradicar los microorganismos presentes en la materia prima. Dentro de los métodos de tratamiento térmico se encuentran la pasteurización y la esterilización comercial, que eliminan la mayoría de los patógenos. Sin embargo, los microorganismos esporas de hongos, pueden sobrevivir a la esterilización industrial. A razón de ello, es esencial el uso de elementos que prevengan el crecimiento de microbios que sobreviven a los procesos de calor (Braverman, 1980).

En la industria del néctar, se utilizan diversos tipos de conservantes, tales como:

- **Ácido benzoico y sus sales:** Bacteriostático, es un compuesto que impide el crecimiento de hongos y levaduras, siendo su efectividad mayor a un pH de 3.0 (Carbonel, 1973).
- **Ácido sórbico y sus sales:** Constituye un importante agente antifúngico que no presenta problemas fisiológicos, pero su actividad contra las bacterias es limitada en función del pH (Carbonel, 1973).

d) Acidificantes

La mayoría de los néctares no tienen un pH natural que se encuentre dentro del rango de 3.33 a 4.0 requerido, por lo que es esencial agregar ácidos orgánicos para regular la acidez y alcanzar el pH adecuado en el producto. Además de aportar sabor, la acidez cumple la función de crear un ambiente que limita el crecimiento de los microorganismos.

En la elaboración de néctares, el ácido cítrico es el ácido más comúnmente empleado para ajustar el nivel de acidez del producto. (Badui, 2006).

e) Estabilizante

Hanzah, 2009 citado en Otazu, 2014, asevera que, en las bebidas no alcohólicas, los hidrocoloides se usan en ocasiones para proporcionar una percepción de espesamiento en la boca y para realzar el sabor en las bebidas con un aspecto turbio. Además, es posible utilizar como agentes para ajustar la densidad y evitar la precipitación de la nube. También se ha observado que estos hidrocoloides afectan la velocidad y la fuerza con la que se libera el sabor mediante la captura física de moléculas de aroma en la estructura del alimento o mediante una unión específica o no específica de dichas moléculas.

Los hidrocoloides es posible que afecten significativamente el color y el aspecto de los alimentos deliberadamente como no intencional. Los resultados pueden considerarse beneficiosos o desfavorables según los criterios alimentarios buscados y los tipos específicos de hidrocoloides empleados. La presencia de hidrocoloides puede provocar un incremento en la opacidad de los alimentos, lo cual constituye uno de sus principales efectos. Si se busca conseguir una bebida sin color o translúcida, la opacidad sería considerada como un aspecto negativo. No obstante, en muchos otros productos, la opacidad es buscada de manera intencional (Laaman, 2011).

La función primordial de los hidrocoloides es su capacidad para espesar y conferir viscosidad, característica fundamental que define su comportamiento y funcionalidad. Además, dependiendo de su viscosidad, pueden desempeñar distintas funciones, como actuar como emulsificantes, espesantes o estabilizantes. La elevación de la densidad se origina debido a la existencia de hidroxilos ligados por enlaces de hidrógeno, característicos del agua, que se

encuentran presentes en los hidrocoloides. Asimismo, otra propiedad característica es la capacidad de gelificación, aunque es importante destacar que esta propiedad no la poseen todos los hidrocoloides (Badui, 2006).

Los jugos de frutas contienen sustancias con núcleos dotados de carga positiva, como los carbohidratos y las proteínas, las cuales se encuentran rodeadas por material celulósico con carga negativa, como la pectina nativa. La descomposición de las pectinas podría exponer los núcleos con carga positiva, lo que a su vez podría resultar en la unión de polianiones y policationes, culminando en la floculación de partículas (Genovese y Lozano, 2001).

Con el fin de garantizar que las mezclas alimentarias se mantengan estables en suspensión, tales como los néctares de frutas, a lo largo de un extenso periodo de almacenamiento, se detectó un aumento en el uso de coloides hidrofílicos. La presencia de cargas negativas en las partículas en suspensión sugiere la posibilidad de la inclusión de hidrocoloides aniónicos intensifique estas fuerzas repulsivas electrostáticas existentes entre ellas. Del mismo modo, la unión de macromoléculas de goma a las partículas puede producir una repulsión estérica (Genovese y Lozano, 2001). Sahin y Ozdemir, (2007) sostienen que el uso de gomas alimentarias puede mejorar la consistencia y las cualidades reológicas de las mezclas, al incrementar la densidad en la fase continua y, por ende, reducir el proceso de separación de fases.

3.6. Carboximetilcelulosa

El CMC es un polisacárido aniónico lineal que deriva de la celulosa regenerativa mediante el uso de ácido hidroacético o monocloroacetato de sodio. Su cadena

está compuesta por restos de D-glucosa enlazados mediante enlaces β -1,4 y se produce en forma de sal de sodio (Figura 2). Puede disolverse en agua con grandes cualidades como estabilizador, ya que puede crear soluciones extremadamente viscosas. La CMC tiene una amplia utilización en la industria de alimentos y medicamentos, donde se hace uso para espesar, ligar agua, que ayudar en el procedimiento de encapsulamiento y formar películas. Su uso se enfoca en realzar las cualidades de consistencia y flujo de los productos (Yasar et al., 2007)

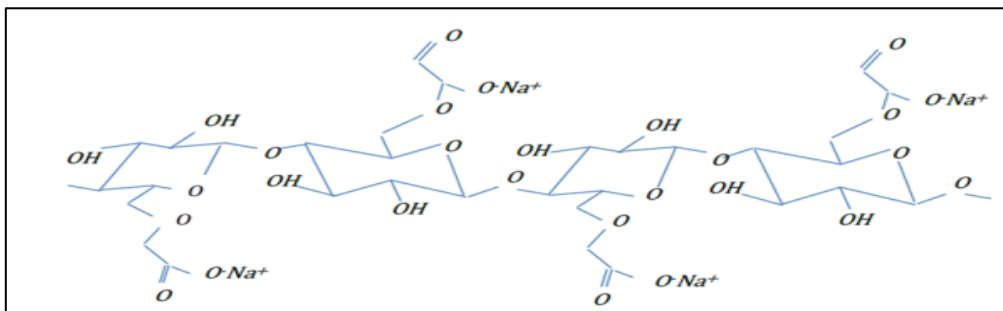


Figura 2. Estructura química de carboximetilcelulosa

Fuente: Atzi y Ainia, (1999)

La selección del tipo de estabilizante y su cantidad están influenciadas por el insumo primario, ya que algunas frutas presentan pectina en porciones suficientes que actúan como estabilizante, mientras que otras tienen poca o ninguna cantidad, por lo que es necesario utilizar aditivos para estabilizarlas (Coronado, 2001). La tabla 3, se establece la cantidad de estabilización necesaria para los néctares de ciertas frutas:

Tabla 3. Cantidad de CMC para néctares

Fruta	% de estabilizante de CMC
Frutas pulposas	0.07%
Por ejemplo, manzana, mango, durazno.	
Frutas menos pulposas	0.10 - 0.15 %
Por ejemplo, maracuyá, granadilla, tumbo, etc	

Fuente: (Coronado, 2001)

3.7. Antioxidantes

Son sustancias capaces de contrarrestar o retrasar la oxidación de moléculas biológicas como proteínas, lípidos y ácidos nucleicos. Su papel es fundamental en la defensa del organismo contra la acción de los radicales libres, esto reduce los procesos oxidativos, retarda el envejecimiento y previene el desarrollo de diversas enfermedades.

Los compuestos antioxidantes que se encuentran en los alimentos se pueden categorizar en vitaminas, carotenoides, compuestos fenólicos y otros. Los compuestos fenólicos, junto con las vitaminas, son considerados componentes antioxidantes relevantes, presentes las frutas, vegetales, tubérculos y cereales (Alejandra, 2018).

3.8. Tipos de antioxidantes

a) Antioxidantes sintéticos

Los antioxidantes fenólicos sintéticos, como el butil-hidroxi-anisol (BHA), el butil-hidroxi-tolueno (BHT), la ter-butil-hidroquinona (TBHQ) y los ésteres del ácido gálico, al igual que el galato de propilo o el galato de propilo (PG), son las sustancias

sintéticas más utilizadas. Dichos anti-oxidantes tienen sustituyentes alquílicos que mejoran su disolución en aceites y grasas (Pokorny y Gordon, 2005).

b) Antioxidantes naturales

Son un conjunto de vitaminas, compuestos vegetales, enzimas y otros componentes que neutralizan los radicales libres (INTA, 2015). Es difícil definir con precisión el concepto de antioxidantes naturales, pero hace referencia a aquellas sustancias presentes en tejidos vegetales y animales, las que se generan en el proceso de cocción o procesamiento de alimentos de origen vegetal o animal (Pokorny y Gordon, 2005).

3.8.1. Método para evaluar la actividad antioxidante

Los métodos propuestos se encargan de medir la actividad global de los compuestos antioxidantes (conocidos o no) que se encuentran en la muestra. (Antolovich, Prenzler, Patsalides, Mcdonal, y Robars, 2002)

En esencia, los primordiales métodos in vitro sugeridos para cuantificar la capacidad antioxidante se basan en dos tipos de reacciones: transferencia de átomos de hidrógeno, métodos ORAC (Capacidad de Absorbancia del Radical Oxígeno) y TRAP (Total Radical-Trapping Antioxidant Parameter), y transferencia individual de electrones, como los métodos DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), ABTS ácido 2,2-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico) y FRAP (Capacidad de Reducción Férrica del Plasma). Hay variaciones métodos utilizados para medir la capacidad antioxidante, tales como el tipo de agente oxidante, sustrato utilizado, punto final medido, técnica instrumental y las interacciones potenciales entre la muestra y el

medio de reacción (Frank et al y Meyer; Pérez et al.; Schwarz et al.; Wang et al., citado por Marfil 2008). La mayor parte de los procedimientos utilizados no utilizan especies radicales que tengan un sentido biológico, sino que usan radicales que no se encuentran en el organismo, como el DPPH* o el ABTS•+. El uso de radicales peroxilo en ensayos como TRAP aporta una mayor relevancia biológica, debido a que las ERO son las relevantes a nivel fisiológico (Antolovich, et al. 2002).

Los resultados que se obtienen son representados mediante índices o valores comparables. En lo que respecta los métodos ABTS, DPPH y FRAP, es común utilizar el valor TEAC (Capacidad Antioxidante Equivalente al Trolox), lo que en aceites vegetales se suele representar en mmol Trolox/Kg de aceite (Pellegrini et al. 2001). El Trolox, un compuesto análogo hidrosoluble de la vitamina E, se emplea como un patrón antioxidante debido a su solubilidad en fases acuosas y lipídicas. Hay diferentes métodos para medir la actividad antioxidante mediante la captura de radicales libres, estos pueden ser clasificados según la estrategia de detección y cuantificación utilizada. Uno de los métodos más utilizados para la medición de la capacidad antioxidante son el ABTS y DPPH. (Lesana, 2017, págs. 26-27)

3.9. Fenoles

Los fenoles son sustancias químicas que tienen una amplia distribución en frutas y verduras, es considerado como uno de los grupos más relevantes de metabolitos secundarios. La mayoría, estos compuestos derivan de la fenilalanina, aunque también se producen en poca cantidad a partir de la tirosina (López, 2008). Los compuestos fenólicos son un grupo diverso de sustancias químicas que se

encuentran en las plantas, con diversas estructuras y actividades metabólicas. Se han identificado más de 8000 compuestos fenólicos distintos (Shahidi y Nazk, 1995).

Los alimentos frescos, procesados o vegetales, se ven influenciados significativamente en su calidad sensorial por la presencia de compuestos fenólicos. Además, estos compuestos fitoquímicos son altamente valorados en la nutrición actual debido a su contribución en la conservación de la salud humana (Clifford, 1992).

Asimismo, los compuestos fenólicos desempeñan la función de antioxidantes naturales en los alimentos, esto significa que la elaboración de productos que presentan una concentración elevada de estos compuestos puede reducir la necesidad de utilizar aditivos antioxidantes. Esto ha llevado a que algunos alimentos que contienen compuestos fenólicos se consideren funcionales debido a sus ventajas para la salud. En términos nutricionales, la actividad antioxidante de los compuestos fenólicos está relacionado con su capacidad para proteger contra enfermedades cardiovasculares y cáncer (Berra et al., 1995; Posada et al, 2003).

La actividad antioxidante de los compuestos fenólicos podría estar vinculada a su habilidad para quemar metales, lo que puede mantener o aumentar su actividad catalítica, o reducir su concentración en el medio (Decker, 1997).

En la actualidad, las hierbas culinarias están ganando popularidad debido a sus propiedades aromáticas que realzan el sabor de muchos alimentos. Además, son una fuente importante de compuestos fenólicos. Sin embargo, la información

detallada sobre su composición es insuficiente, lo que destaca la necesidad de estudiarlas en mayor profundidad (Zheng y Wang, 2001).

3.9.1. Clasificación

Existen tres grupos principales para clasificar los compuestos fenólicos: flavonoides, ácidos fenólicos y polifenoles. Químicamente hablando, los fenoles son sustancias que contienen uno o más grupos hidroxilo en un anillo aromático, junto con sus derivados funcionales.

Los alimentos y las plantas son ricos en una gran variedad de derivados fenólicos, que incluyen fenoles simples, fenilpropanoides, derivados del ácido benzoico, flavonoides, estilbenos, taninos, lignanos y ligninas. También, aquellos fenoles que se unen a una cadena larga de ácidos carboxílicos son elementos importantes de la suberina y la cutina, y desempeñan una función crucial en el desarrollo y la reproducción de las plantas. Asimismo, se les atribuyen otras propiedades, como la función de antibióticos, su aplicación como pesticidas naturales, protectores frente a los rayos UV y aislantes en las membranas celulares (Shahidi y Naczk, 2004).

Las antocianinas son otro grupo de compuestos derivados de los fenoles, que se encuentran ampliamente dispersas en alimentos, principalmente en frutas y tejidos florales. Estas sustancias se utilizan en forma seca y pulverizada como nutracéuticos y son encargados del color rojo, azul, violeta y morado de casi la totalidad de plantas. Además, se utilizan comúnmente en la industria alimentaria como colorantes (Shahidi y Naczk, 2004).

La importancia de los compuestos fenólicos ha llevado a investigar y evaluar su contenido y la producción de metabolitos a partir de estos grupos, incluyendo la medición de su actividad antioxidante y otras propiedades (Gil et al, 2002).

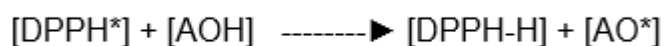
3.9.2. Método DPPH: 2,2,-difeníl-1-picrilhidrazil

(Poma, 2015) Se desarrolló diferentes métodos para medir la actividad antioxidante de alimentos y plantas, aunque una de las más utilizadas y estudiadas es la técnica que utiliza el radical libre 2,2-difeníl-1-picrilhidrazil (DPPH). Este radical libre es capaz de reaccionar con compuestos antioxidantes mediante un proceso en el cual se cede un átomo de hidrógeno facilitado por el agente antioxidante.

A partir de los estudios cinéticos, se puede observar que el proceso se lleva a cabo mediante una reacción de pseudo primer orden, esto es posible monitorear con la medición de la disminución de la absorbancia a lo largo del tiempo.

Realizando esta medición, se puede apreciar una etapa inicial muy acelerada, seguida de una reacción más lenta posterior. Esto podría deberse a la formación de dímeros de los productos de la reacción o a la ocurrencia de reacciones adicionales con dichos productos.

Podemos representar la reacción mencionada previamente, que ocurre entre el DPPH y un antioxidante, mediante la siguiente expresión:



Por lo tanto, bajo las condiciones ensayo, la capacidad antioxidante puede ser descrita mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{d[\text{DPPH}\cdot]}{dt} = k_{\text{obs}} [\text{DPPH}\cdot]_t$$

3.10. Alimentos funcionales

El significado de “alimentos funcionales” se cita a menudo como de nueva aparición. Sin embargo, esta idea está lejos de ser nueva, ya que se describió por primera vez en los antiguos textos védicos de la India, además de formar parte esencial de la medicina tradicional china. La visión de desarrollar alimentos funcionales refleja el pensamiento oriental de que: “La medicina y la comida tienen un origen común” (Henry, 2010). El énfasis reciente en el desarrollo de alimentos con beneficios adicionales surgió en Japón en la década de 1980 en productos alimentarios fortificados de componentes dotados de propiedades fisiológicamente favorables (Stanton et al., 2005). La expresión “alimento funcional” apareció inicialmente en 1993 en la revista *Nature* bajo el título “Japón explora el límite entre la comida y la medicina” (Swinbanks y Obrien, 1993).

Según Corbo et al., (2014) las bebidas funcionales constituyen sin duda la gama de alimentos funcionales de mayor actividad y popularidad, gracias a su practicidad y habilidad de satisfacer la demanda de nutrientes y componentes activos deseables. Además, son fáciles de distribuir y almacenar, y tienen la capacidad de modificar el tamaño, forma y apariencia del recipiente. Las bebidas funcionales ocuparon más de la mitad (US \$ 99 mil millones) (Euromonitor International, 2019) del valor de

mercado total (US \$ 168 mil millones) de los alimentos funcionales en 2019 (Euromonitor International, 2019), con aproximadamente 1/3 del valor de mercado (US \$ 36 mil millones) siendo aportado por la región de Asia Pacífico.

3.10.1. Definición general de alimentos y bebidas funcionales

La definición de bebidas funcionales cae dentro de la definición general de alimentos funcionales. Dichos alimentos son esencialmente una expresión de marketing y, en la mayoría de los países, carece de una definición legislativa del término (Siro et al., 2008). Aunque el término "alimento funcional" ha sido definido varias veces por autoridades académicas, hasta el momento No hay una definición que sea ampliamente aceptada para esta categoría de productos alimenticios (Alzamora et al., 2005). Definiciones muy simples a más complejas actualmente en uso incluyen: Consejo Internacional de Información Alimentaria: Se refiere a los ingredientes alimentarios que pueden ofrecer beneficios saludables más allá de la alimentación esencial (Bagchi, 2014).

El Instituto Internacional de Ciencias de la Vida de América del Norte (ILSI América del Norte): Se trata de alimentos que, debido a la existencia de elementos fisiológicamente activos, aportan ventajas a la salud que sobre pasa la alimentación básica. (Wildman, 2016)

Ciencia de los Alimentos Funcionales en Europa (FuFoSE), Instituto Internacional de Ciencias de la Vida de Europa (ILSI Europa) y Unión Europea (UE): La clasificación de un alimento como "funcional" se aplica cuando se logra demostrar correctamente que tiene un impacto positivo en una o más funciones corporales

concretas, trascendiendo el efecto nutricional apropiado y siendo significativo para mejorar la salud y el bienestar y/o disminuir el riesgo patológico. Los alimentos saludables deberán seguir siendo alimentos y presentar sus propiedades en la proporción habitual de consumo dietético; no se trata de pastillas o cápsulas, sino que forman parte del consumo habitual. (Niva, 2007)

Se puede considerar que los alimentos y bebidas funcionales se encuentran en la intersección entre los alimentos y bebidas convencionales y los productos farmacéuticos, sin embargo, trazar una línea entre estos tres es un desafío, incluso para los expertos en nutrición y alimentos. Por lo general, un alimento comercializado como funcional contiene ingredientes desarrollados tecnológicamente con beneficios específicos para la salud (At y Acción, 1999).

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

4. Materiales y métodos

4.1. Lugar de ejecución

La elaboración de la bebida funcional fue realizada en el laboratorio de Procesos Agroindustriales de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial en la Universidad Nacional José María Arguedas, situado en el barrio de Santa Rosa, distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas - región Apurímac, y el análisis de laboratorio se efectuó en laboratorios de análisis químico, cromatografía y espectrometría de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

4.2. Materiales, instrumentos y equipos

Tabla 4. Reactivos e insumos

CANTIDAD	UNIDAD	REACTIVOS E INSUMOS
100	g	Ácido cítrico (FRUTAROM)
200	g	Carboximetilcelulosa
100	g	Sorbato de potasio
20	L	Agua
4	L	Agua destilada

Tabla 5. Material vegetal

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL VEGETAL
50	Unid	Papayita nativa (<i>Carica pubescens</i> Lenne at Koch)
200	g	Chía (<i>Salvia hispánica</i> L.)

Tabla 6. Material de laboratorio

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL DE LABORATORIO
05	Unidad	Recipiente de plástico
02	Unidad	Cuchillo
02	Unidad	Colador
03	Unidad	Ollas
03	Unidad	Jarras
03	Unidad	Cucharón
01	Unidad	Tabla de picar
04	Unidad	Cucharas
02	Unidad	Vasos de precipitados de 25, 50 y 100 ml
04	Unidad	Espátula
03	Unidad	Embudos de vidrio
02	Unidad	Termómetros
40	Unidad	Envases de plástico de 600 mL
01	Unidad	Cronometro digital

Tabla 7. Equipos

CANTIDAD	UNIDAD	EQUIPOS
01	Unidad	Cocina a gas de tres hornillas (Soligas)
01	Unidad	Balanza analítica (OHAUS Modelo AR214, U.S.A)
01	Unidad	Balanza electrónica (E-ACCUPA)
01	Unidad	pH-metro (WTW pH 315, U.S.A)
01	Unidad	Refractómetro (escala de 0 – 85 °Brix)
01	Unidad	Refrigeradora (INRESA)

4.3. Población y muestra

Población

La población seleccionada para esta investigación fueron las bebidas funcionales producidas en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas, situada en la sede universitaria de Santa Rosa, en el distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas, Región Apurímac.

Muestra

Se efectuó el muestreo de conveniencia no probabilístico, seleccionando para el análisis 9 muestras de bebida funcional elaborada con chía, papaya nativa y estevia.

La selección de las muestras se basó en el juicio del investigador.

Unidad de análisis

La unidad de análisis fueron las bebidas funcionales con 500 ml de volumen, que fueron evaluadas para establecer la composición química proximal, compuestos fenólicos totales y antioxidantes.

4.3.1. Tipo de investigación

Investigación Aplicada: Este trabajo investigativo se distingue por su enfoque en la aplicación o utilización del conocimiento adquirido, ya que los resultados recopilados pueden ser prácticos o útiles para el sector alimentario, la creación de productos de valor añadido y futuras labores investigativas.

De acuerdo a la técnica de contrastación:

Experimental:

El enfoque de este estudio fue llevar a cabo una experimentación para verificar la hipótesis planteada. Se procedió a manipular y medir las variables en una situación controlada con el propósito de determinar la influencia que ejercen sobre los resultados obtenidos.

De acuerdo con la direccionalidad:

Prospectiva

Si un fenómeno estudiado tiene tanto una causa actual como un efecto próximo, es prospectivo. En el contexto de las investigaciones descriptivas, también puede aludir a sucesos futuros.

4.4. Métodos de análisis

4.4.1. Composición química proximal

Se empleó el método del índice de peróxidos, para la evaluación de la oxidación de lípidos tal como lo indica la Asociación Oficial de Química Analítica (AOAC, 1995).

4.4.2. Compuestos fenólicos totales

Se utilizó la metodología de Enzymology (1999) para realizar los análisis.

La cuantificación se basó utilizando un estándar, que expresa los miligramos en equivalente de ácido gálico que están presente en un mL de muestra.

4.4.3. Actividad antioxidante

Se siguieron los procedimientos de Lebensny, (1997) para realizar los análisis. Los resultados sobre la actividad antioxidante fueron expresados mediante el coeficiente de inhibición del 50% (CI50 o IC50) en miligramos de Trolox equivalente por cada mililitro de muestra. Los valores más bajos indican una mayor actividad antioxidante.

4.5. Metodología experimental

4.5.1. Proceso de elaboración de las bebidas funcionales

Para la elaboración de una bebida funcional hecha con papaya nativa (*Carica pubescens* Lenne at Koch) y chía (*Salvia hispanica* L.) endulzada con stevia. Se ajustó el procedimiento de preparación de néctar que fue descrito por (EIRL, Empresa editora Macro, 2006) tal como se muestra a continuación:

Selección: Se descartaron las frutas que presentaban señales de deterioro y se realizaron selecciones de acuerdo con factores como el tamaño y el grado de madurez. Para la producción de néctares, se necesitan frutas de tamaño pequeño o mediano y en un estado óptimo de maduración, mientras que aquellas con daños físicos o afectadas por hongos se retiraron del proceso.

Pesado: Esta operación se realizó para calcular la cantidad del producto obtenible de la fruta.

Lavado: Se llevó a cabo una técnica que implica sumergir la fruta en agua fría y frotarla para eliminar las partículas extrañas que se encontraban adheridas a su superficie, a continuación, se desinfectó la fruta sumergiéndola durante 5 minutos en una disolución de agua clorada al 0,05% para eliminar los microorganismos.

Pelado: El proceso de pelado de la fruta lo llevamos a cabo de manera manual, removiendo el epicarpio. También existen alternativas como hacer uso de agua caliente, vapor o productos químicos del tipo hidróxido sódico o soda cáustica para realizar esta tarea. (EIRL, Empresa editora Macro, 2006)

Pulpeado: Se trata de extraer la pulpa o jugo de las frutas y eliminar cualquier impureza o partícula extraña presente en el proceso, para esta ocasión lo realizamos con la extractora. (EIRL, Empresa editora Macro, 2006).

Refinado: El propósito de esta operación es disminuir el volumen granulométrico de la pulpa a fin de lograr una apariencia más uniforme y consistente, en este caso pasamos la pulpa de papaya nativa mediante un trapo fino cuyo diámetro de orificio de 1.243 mm, anteriormente esterilizado.

Estandarizado: Este procedimiento consiste en añadir todos los insumos necesarios en las cantidades adecuadas, teniendo en cuenta los pasos descritos a continuación:

- Dilución de la pulpa con agua
- Regulación del pH
- Regulación de los grados Brix (Contenido de azúcar)
- Adición del estabilizador
- Adición de preservante

Durante la normalización debemos tener en cuenta lo siguiente:

a) Concentración de pulpa de papaya nativa y chía

- Concentración de la pulpa: Pulpa de papaya nativa 30 %,20 %,10 % (ejemplo en la concentración de pulpa al 10 %, se utilizó 50 ml de zumo de papaya nativa y se le adicionó 450 ml de agua)
- Concentración de chía: chía 1%

b) Regulación del pH

El ácido cítrico se agrega para regular el pH, el cual debe mantenerse por lo general por debajo de 4,5 para favorecer la eliminación de microorganismos, por lo que lo regulamos el pH hasta llegar a un nivel de 4, de acuerdo con (NTP 203.110:2009).

c) Regulación de los grados °Brix

Se adicionó stevia con la siguiente equivalencia: 0.1gr de stevia = 5 gr de azúcar. No hubo variación del grado °Brix inicial (sin adición de stevia) con el grado °Brix final (con adición de stevia)

d) Adición del estabilizador: La proporción de estabilizador (cmc) que se adicionó, fue de 1 gramos por 0.5 litros de jugo diluido.

e) Adición de preservante: La proporción del conservante (sorbato potásico) utilizado fue de 0,05 % en peso del néctar.

Homogenizado: Al combinar cuidadosamente todos los ingredientes del néctar, aseguramos que se disuelvan los grumos y otras partículas, logrando así una textura y una composición uniforme.

Una posible parafraseo podría ser: Después de obtener una mezcla uniforme, procedemos a calentarla hasta una temperatura cercana pero anterior a la de pasteurización.

Pasteurizado: Una forma de parafrasear podría ser: Durante el proceso de pasteurización, exponemos el néctar a una temperatura de 80°C por un lapso de 5 minutos para eliminar microorganismos susceptibles de comprometer la durabilidad biológica del producto.

Envasado y enfriado: Después de pasteurizar el néctar, se procederá inmediatamente a envasarlo a una temperatura no menor a 70 °C para prevenir su enfriamiento, y luego se dejarán los envases en reposo durante un tiempo determinado para su enfriamiento.

Almacenado: Podríamos parafrasear de la siguiente manera: Se mantuvo a temperatura ambiente en algún sitio fresco y resguardado de la exposición a la luz.

Rendimiento de la bebida funcional a base de papaya nativa (*Carica pubescens* Lenne at Koch) y chía (*Salvia hispánica* L.) edulcorada con stevia.

Para calcular el rendimiento del néctar, utilizamos la siguiente fórmula:

$$P = \frac{M_2}{M_1} * 100 \quad \text{Ec.1}$$

Donde:

P: Porcentaje de rendimiento

M₁: Masa inicial de materia prima (Kg)

M₂: Masa final del néctar de papaya nativa (Kg)

$$P = \frac{0.9083kg}{1.4009kg} * 100 = 64.8368\%$$

DIAGRAMA DE FLUJO CUALITATIVO DE ELABORACIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE PAPAYA NATIVA (*Carica pubescens* Lenne at Koch) Y CHIA (*Salvia hispánica* L.) EDULCORADA CON STEVIA

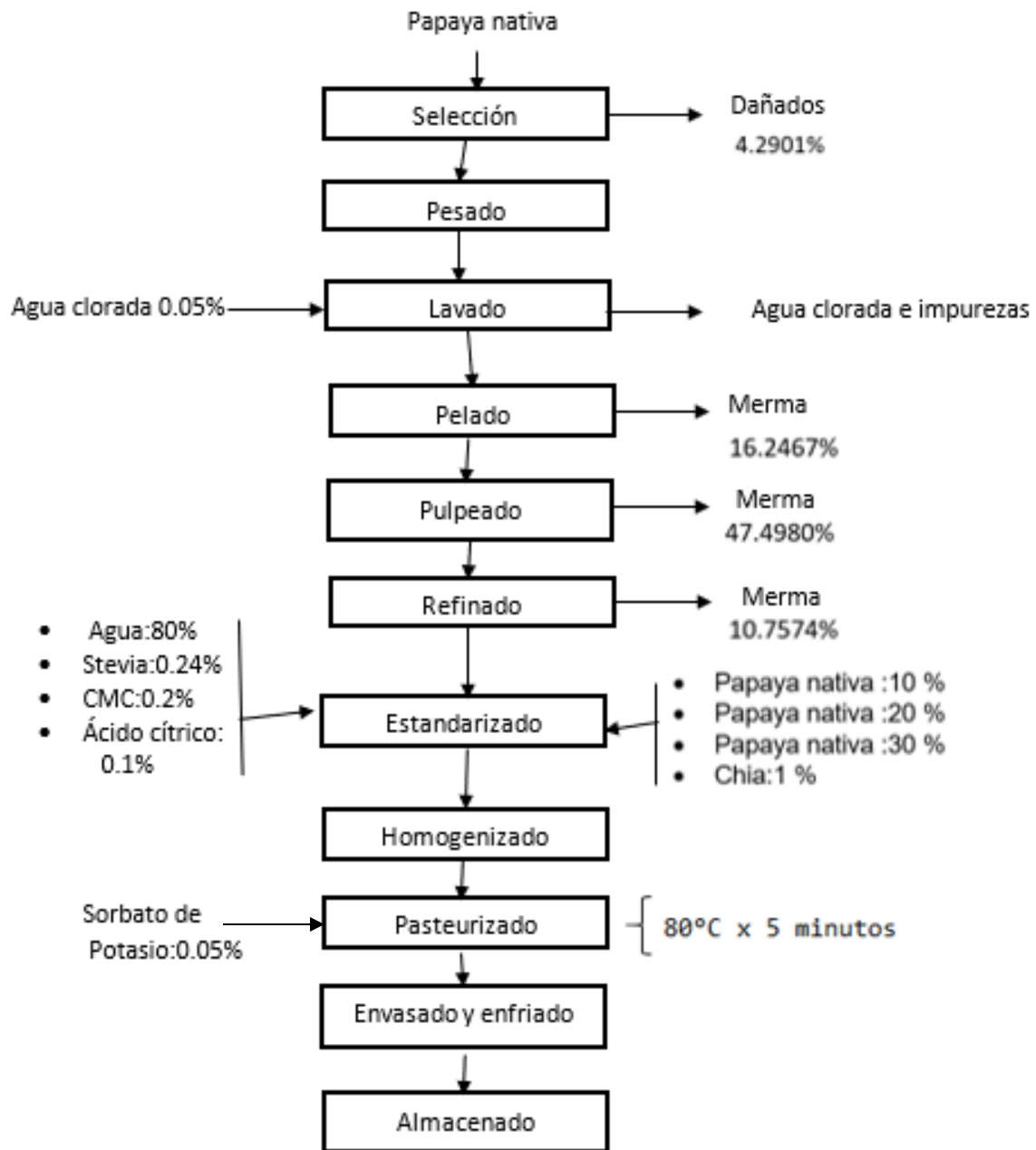


Figura 3. Diagrama de Flujo de Elaboración de bebidas Adaptado de (EIRL, Empresa editora Macro, 2006)

DIAGRAMA DE FLUJO CUANTITATIVO DE ELABORACIÓN DE LA BEBIDA
 FUNCIONAL A BASE DE PAPAYA NATIVA (*Carica pubescens* Lenne at Koch) Y CHIA
 (*Salvia hispánica* L.) EDULCORADA CON STEVIA

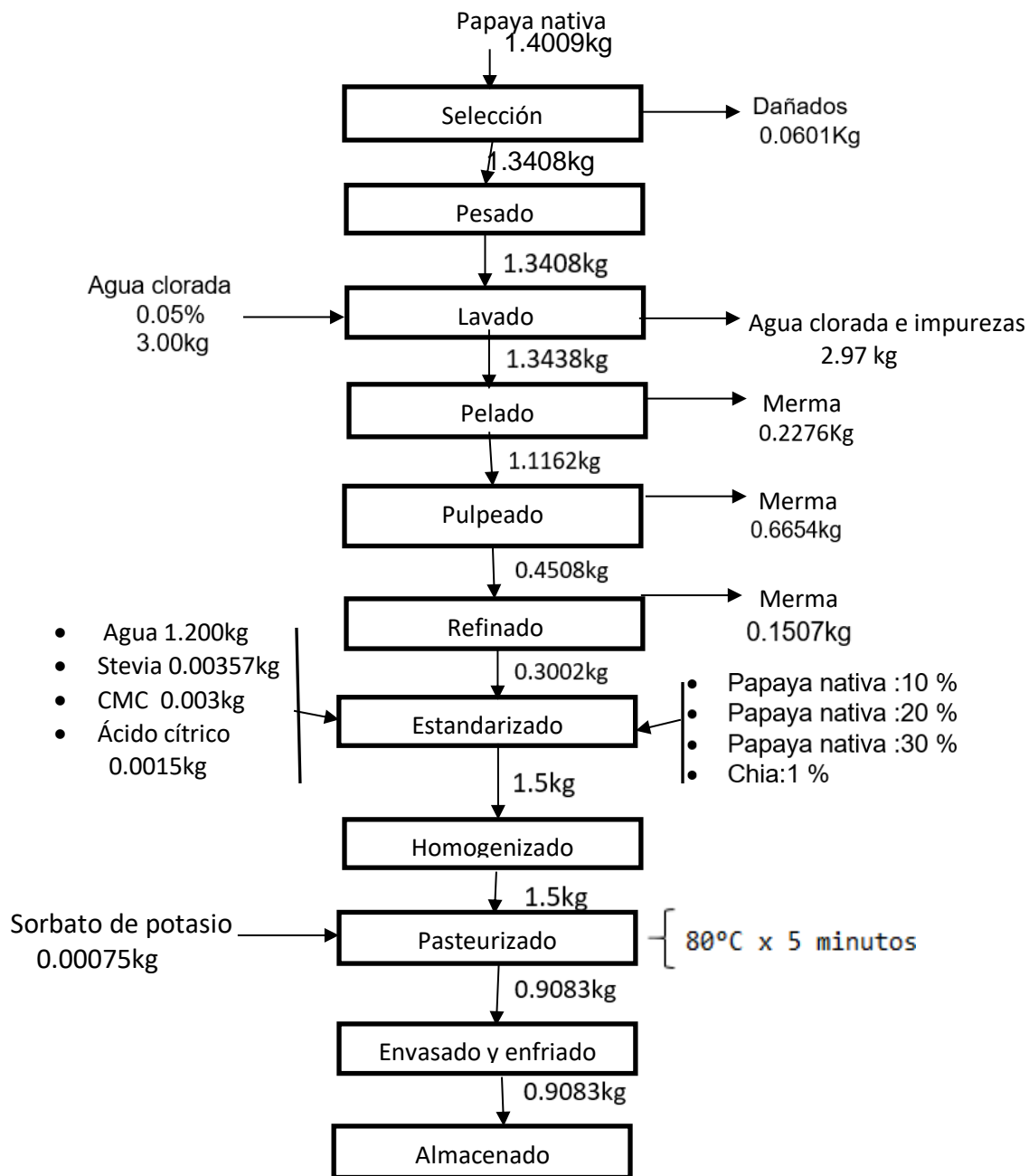


Figura 4. Diagrama de Flujo de Elaboración de bebidas Adaptado de (EIRL, Empresa editora Macro, 2006)

4.6. Análisis químico proximal

Se empleó el método de análisis proximal sugerido por la AOAC (1995).

- **Determinación de humedad:** Método gravimétrico.

Una posible forma de parafrasear sería: Se toma alrededor de 20 mL de la bebida funcional y se coloca en una cápsula que ha sido previamente preparada y pesada. Después, se procede a secarla en una estufa a una temperatura de 105°C, se permite que se enfríe y se pesa hasta alcanzar un peso constante. Este procedimiento se realizará en tres ocasiones para obtener resultados más precisos.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_{inicial} - P_{final}}{P_{inicial}} * 100 \dots \dots \dots \text{Ec (02)}$$

P_{inicial}: Peso inicial de la bebida funcional

P_{final}: Peso final de la bebida funcional

- **Determinación de cenizas:** Método gravimétrico.

Se coloca 1 kg de la bebida funcional deshidratada en un recipiente especial que ha sido preparado y pesado con anticipación. Posteriormente, se calienta parcialmente en una plancha a una temperatura de 300°C y se somete a una temperatura de 600°C en la mufla durante aproximadamente dos horas, hasta que no quede residuo de carbón. Después de enfriar, se pesa hasta obtener un peso constante. Este proceso se repite tres veces para obtener resultados precisos.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso}_{\text{cenizas}}}{P_{\text{seca}}} * 100 \dots \text{Ec(03)}$$

P_{seca}: Peso inicial de la bebida funcional seca.

- Determinación de Fibra:** Método gravimétrico, se basa en determinar todos los componentes de los hidratos de carbono no digeribles del intestino delgado que pueden desvanecerse o no, presentes en un producto alimentario. Algunos de los componentes de la fibra alimentaria son considerados como solubles, ya que están compuestos por polímeros con cierta hidrofilia (pectinas y algunas celulosas), por otro lado, algunos son menos hidrodispersables (celulosa y compuestos lignocelulósicos).
- Para llevar a cabo este método, se pesará 1 gr de la bebida funcional en estado seco en un recipiente de 400 mL. A continuación, añadir 100 mL de ácido sulfúrico al 1,25% y hervir durante 30 minutos a 100°C (si se produce evaporación, reponer el volumen con agua destilada). Una vez finalizado el proceso de hidrólisis, la solución se filtra a través de un papel de filtro y se lava en agua caliente hasta que la última colada sea neutra. El residuo se coloca sobre un recipiente de 400 mL y los 100 mL de solución de hidróxido sódico al 1,25%. Posteriormente, se dejará que hierva durante 30 minutos a 100°C. Después de finalizar la hidrólisis, se procederá a filtrar la solución utilizando papel filtro y a lavar en agua caliente hasta conseguir un lavado final neutro. Se someterá a un proceso de secado en estufa a 105 °C hasta mantener estable su peso; esto se realizará en tres ocasiones para asegurar la precisión del ensayo.

$$\% \text{ Fibra} = \frac{\text{Peso}_{\text{fibra}}}{\text{P}_{\text{seca}}} * 100 \dots \text{Ec}(04)$$

P_{seca} : Peso inicial de la bebida funcional seca.

- **Determinación de Grasa:** Por el método de Soxhlet, consiste en determinar el contenido de grasa de una muestra mediante la separación de la misma mediante centrifugado tras su mezcla con reactivos de diferentes naturalezas, como pueden ser ácidos, alcalinos o neutros. Además, se mide la variación del índice de refracción o del peso específico a medida que la cantidad de grasa en la solución se modifica.

Se pesa una muestra seca de 1 gr de la bebida funcional en su estado deshidratado y, posteriormente, se ubica en un dedal de celulosa con una porosidad que facilite el tránsito del éter a través de la muestra. El proceso de elución se llevará a cabo durante 6 horas a una velocidad de 5-6 gotas por segundo. Después de este periodo, se retirará el éter y se procederá a secar el balón (previo acondicionamiento y pesado) en una estufa a 100 °C por 30 min. Se enfría y se pesará hasta que los pesos resulten constantes.

$$\% \text{ Grasa} = \frac{\text{Peso}_{\text{grasa}}}{\text{P}_{\text{seca}}} * 100 \dots \text{Ec} (05)$$

P_{seca} : Peso inicial de la bebida funcional seca.

- **Determinación de proteína:** El método de Kjeldahl se fundamenta en la utilización del ácido sulfúrico concentrado para descomponer la materia orgánica, dando lugar al sulfato de amonio. Al adicionar hidróxido de sodio, el sulfato de amonio se descompone y se libera amoníaco. Para medir la

cantidad de amoníaco liberado, se adquiere en una solución de ácido bórico para generar borato, el cual se valora con ácido clorhídrico.

5 gramos de la bebida funcional seca se pesan en papel glassine y se introducida en un globo de Kjeldahl. A continuación, 10 gramos de sulfato de potasio y 0,5 gramos de sulfato de cobre se pesan y añaden al mismo globo que contiene la muestra. A continuación, con 15 mL de ácido sulfúrico concentrado, se calienta la solución en un quemador hasta obtener una solución transparente, momento en el que se registra el tiempo y se deja digerir la solución por dos horas. Para establecer un blanco, se procede igual que en el caso anterior, pero sin añadir muestra. Después de la digestión, se enfría la solución a temperatura ambiente para proceder con el siguiente paso.

Se agrega una solución de NaOH al 50% y 150 mL de agua destilada a los balones para destilar el amoníaco. Se mezcla cuidadosamente añadiendo perlas de vidrio para evitar que se formen burbujas, después se pone sobre un sistema de destilación y se regula la ebullición para asegurar la destilación continua. La solución receptora del destilado se compone de ácido bórico al 4% con la adición de 5 gotas del indicador de bromocresol verde. La destilación se detiene al obtener una solución de color verde-azul de 150 a 200 mL.

Se procederá a valorar las soluciones utilizando HCl 0.1N hasta que se observe un cambio de color de verde azulado a amarillo. Se llevarán a cabo tres repeticiones de las pruebas.

$$\% \text{ Proteínas} = \frac{PM * N * (V_m - V_b) * F}{\text{Peso}_{\text{muestra}}} * 100 \dots \text{Ec}(06)$$

PM: peso molecular del nitrógeno (14.007)

V_m: volumen gastado de la muestra.

V_b: volumen gastado del blanco.

N: normalidad del ácido (0.0981)

F: factor de conversión (6.25)

- **Determinación de Carbohidratos:** Se calculan por medio de la diferencia una vez que se realicen los análisis correspondientes de ceniza, proteína, grasa y fibra.

$$\% \text{ CARBOHIDRATOS} = 100 - (\%P + \%F + \%C + \%G) \dots \text{Ec} (07)$$

%P: porcentaje de proteínas

%F: porcentaje de fibras.

%C: porcentaje de cenizas.

%G: porcentaje de grasas.

4.7. Contenido de fenoles totales

La evaluación del contenido de fenoles totales se hizo con el método de análisis creado por Singleton et al. (1999), se establece el: Índice de Folin-Ciocalteu mediante la ecuación siguiente.

La cantidad de compuestos fenólicos totales se estima con el uso de una curva estándar que se crea con una solución que contiene ácido gálico como referencia.

La ecuación que se presenta a continuación muestra la curva estándar de calibración utilizada para medir los fenoles totales.

$$Y = a \text{ ABS} + b \dots\dots\dots \text{Ec. (08)}$$

$$\text{Fenoles totales} = \frac{Yx D x Vx100}{\text{peso}} \dots\dots\dots \text{Ec. (09)}$$

Donde, fenoles totales = Miligramos (mg) equivalentes de ácido gálico (GAE)/100 mL muestra, Y = Miligramos (mg) equivalente de ácido gálico (GAE)/por mL, D= Dilucion, V =Volumen de muestra en mL, Peso =Peso de la muestra en mL.

Fundamento

El reactivo Folin-Ciocalteu (F-C) se compone de una combinación de ácido fosfotúngstico ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) y ácido fosfomolibdico ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$). Cuando los fenoles se oxidan, el reactivo se reduce a óxidos azules de tungsteno (W_8O_{23}) y molibdeno (Mo_8O_{23}), respectivamente (Galili y Hovav, 2014). El reactivo Folin-Ciocalteu presenta un color amarillo, pero cambia a azul en presencia de fenoles. Se utiliza la espectrofotometría a 765 nm para medir la intensidad del color azul. Los hallazgos se informan en forma de mg equivalentes de ácido gálico (AGE)/100 mL de muestra.

Procedimiento

Se mezclará 0,5 mL de la bebida con 0,5 mL del reactivo Folin-Ciocalteu y una solución saturada de Na₂CO₃ de 10 mL, en una alícuota de muestra. Luego, las muestras se mantendrán a temperatura ambiente durante 1h. Seguidamente, se llevará a cabo la medición de la absorción utilizando un espectrofotómetro a una longitud de onda de 765 nm. Para establecer las concentraciones, se compararán las absorbancias de las muestras con una curva de calibración creada utilizando soluciones que contienen 0, 50, 100, 150, 250 y 500 mg de ácido gálico/L, los resultados se expresarán en mg de ácido gálico por cada 100 mL.

4.8. Actividad antioxidante

Método de análisis desarrollado por Brand-Williams et al. (1995) para la determinación de actividad antioxidante mediante la siguiente ecuación.

Se efectúa la medición de la absorbancia tanto para la muestra como para el blanco, y se determina la cantidad de Mm equivalentes Trolox por cada 100 mL mediante el cálculo que se indica en la ecuación (01).

$$\text{mMEq} \frac{\text{Trolox}}{\text{mL}} \text{ muestra} = \frac{\text{Abs}_{\text{blanco}} - \text{Abs}_{\text{muestra}}}{m * (\text{mL de muestra}) * 100} \dots\dots\dots \text{Ec (10)}$$

Donde, m= pendiente de la curva calibrada, mM=Milimolar y Eq=Equivalente.

Fundamento

En este procedimiento, se produce una interacción entre los componentes antioxidantes que se encuentran en la muestra que será analizada y el radical DPPH 2,2 difenil-1-picrilhidrazil estable, el cual se halla en una solución de metanol. El radical DPPH, en su estado fijo, tiene la propiedad de absorber la luz a 517 nm.

Procedimiento

Se mezclarán volúmenes de 0,1 mL de la bebida obtenida con 3,9 mL de una solución de DPPH en metanol (0,025 g/L) y 0,090 mL de agua destilada. Se agitará con intensidad el homogeneizado y se mantendrá en un lugar oscuro por un lapso de 30 min. Con el objetivo de determinar la absorción de las muestras, se utilizará un espectrofotómetro que operará a 515 nm, en comparación con una muestra en blanco que consiste en metanol sin presencia de DPPH. Los resultados que se obtengan serán expresados en unidades de Trolox mmol/L.

4.9. Diseño experimental y análisis estadístico

4.9.1. Diseño experimental (Variables y pruebas estadísticas)

Se recurrió al Diseño Completamente al Azar (DCA), el cual constó de 3 réplicas para un total de 3 tratamientos experimentales para así poder determinar los efectos de los tratamientos en la actividad antioxidante, contenido de fenoles totales y composición proximal.

- **Factores de estudio:**

En la tabla 8, se muestra los principales factores de estudio de la investigación:

Tabla 8. Factores de estudio

FACTOR	SÍMBOLO	BAJO	MEDIO	ALTO
Codificación		-1	0	1
Concentración de extracto de papaya nativa	X ₁	30 %	20 %	10 %

*Cantidades estimadas respecto al peso total (1000 g) de néctar.

- **Variable de respuesta:** (antioxidante), química proximal (proteínas, carbohidratos, grasa, y fibra). La programación de las pruebas experimentales que se llevaron a cabo mediante el software Statgraphics para nuestro diseño experimental se encuentra detallada en la tabla siguiente.

Tabla 9. Programación de pruebas

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	VALORES		COMPOSICIÓN PROXIMAL			ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE	
Repeticiones	TRATAMIENTOS	Concentración de extracto de papaya nativa	Concentración de chía	Carbohidratos	Grasas	Fibras	Contenido fenólico	Actividad antioxidante
R11	T ₁	1	-1	C ₁₁₁	G ₁₁₁	F ₁₁₁	CF ₁₁₁	A ₁₁₁
R21	T ₁	1	-1	C ₂₁₁	G ₂₁₁	F ₂₁₁	CF ₂₁₁	A ₂₁₁
R31	T ₁	1	-1	C ₃₁₁	G ₃₁₁	F ₃₁₁	CF ₃₁₁	A ₃₁₁
R12	T ₂	0	-1	C ₄₁₁	G ₄₁₁	F ₄₁₁	CF ₄₁₁	A ₄₁₁
R22	T ₂	0	-1	C ₅₁₁	G ₅₁₁	F ₅₁₁	CF ₅₁₁	A ₅₁₁
R32	T ₂	0	-1	C ₆₁₁	G ₆₁₁	F ₆₁₁	CF ₆₁₁	A ₆₁₁
R13	T ₃	-1	-1	C ₇₁₁	G ₇₁₁	F ₇₁₁	CF ₇₁₁	A ₇₁₁
R23	T ₃	-1	-1	C ₈₁₁	G ₈₁₁	F ₈₁₁	CF ₈₁₁	A ₈₁₁
R33	T ₃	-1	-1	C ₉₁₁	G ₉₁₁	F ₉₁₁	CF ₉₁₁	A ₉₁₁

4.9.2. Análisis estadístico

Comparaciones o pruebas de rangos múltiples Método LSD de Fisher

Se rechaza H₀, si $\alpha > p\text{-value}$

Después del análisis de varianza (ANOVA), se calcula el valor del p-value mediante una distribución normal. Si se rechaza la Hipótesis nula (H_0), se emplea el Método LSD (Diferencia mínima significativa) para efectuar la comparación entre los tratamientos, con el objetivo de establecer si existen diferencias significativas entre ellos.

El objetivo consiste en poner a prueba la igualdad de todas las posibles combinaciones de medias mediante una hipótesis estadística:

$H_0: \mu_i = \mu_j$ No presenta diferencia mínima entre las medias.

$H_A: \mu_i \neq \mu_j$ Presenta diferencia mínima entre las medias para considerar que los tratamientos son diferentes.

Para algún i, j (tratamientos)

CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Composición proximal

En la Tabla 10 se expone la información sobre la composición nutricional de las formulaciones seleccionadas que se correlacionan con los valores hallados de acuerdo con cada tratamiento. Las formulaciones T3 y T2, presentan mayores contenidos en proteína, carbohidratos y fibra en los distintos ensayos.

Tabla 10. Composición nutricional de la bebida funcional

Composición química	TRATAMIENTOS								
	T1 (PY10%: CH1%)			T2 (PY 20%:CH 1%)			T3 (PY 30: CH 1%)		
	\bar{x}	\pm	DS	\bar{x}	\pm	DS	\bar{x}	\pm	DS
Humedad %	96.26	\pm	0.02	96.57	\pm	0.04	98.04	\pm	0.05
Proteína %	0.15	\pm	0.01	0.32	\pm	0.02	0.27	\pm	0.05
Grasa %	0.18	\pm	0.02	0.22	\pm	0.04	0.27	\pm	0.05
Ceniza %	0.07	\pm	0.01	0.09	\pm	0.04	0.11	\pm	0.05
Fibra %	0.62	\pm	0.02	0.96	\pm	0.04	0.75	\pm	0.05
Carbohidratos %	1.56	\pm	0.03	3.04	\pm	0.04	2.85	\pm	0.05

Nota: PY: Papaya Nativa; CH: Chia

5.1.1. Proteína

La figura 5, ilustra los resultados en el análisis del contenido de proteína en tres tratamientos de la bebida funcional elaborada a partir de papaya nativa y chía endulzado con stevia. Se pudo observar que el tratamiento T2 presentó el porcentaje más alto de proteína (0.32 ± 0.02 %) comparado al tratamiento

T3 y T1, esto reduce de acuerdo a los porcentajes de concentración de la papaya nativa es menor (p - valor < 0.05).

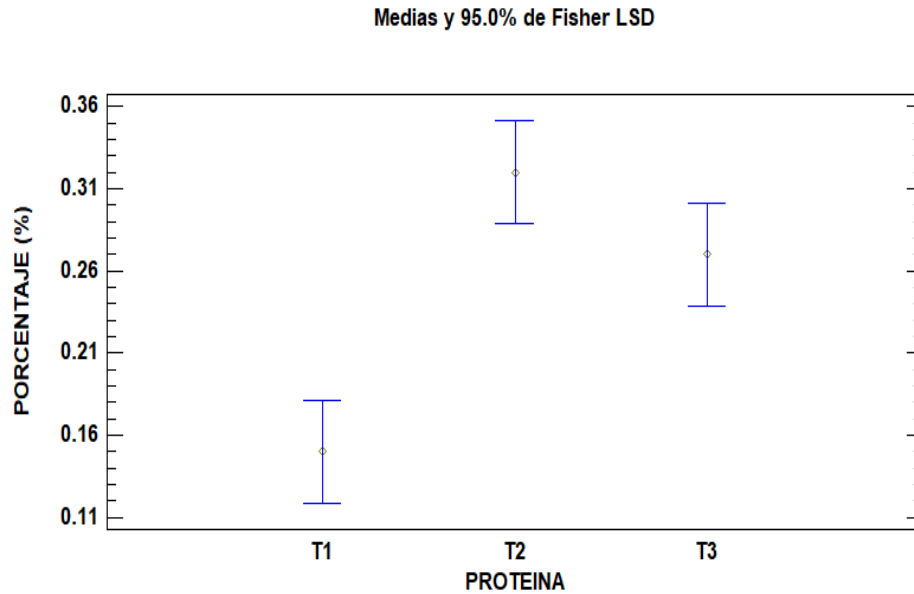


Figura 5. Comparación de medias para el porcentaje de proteína

En comparación con los resultados de la investigación, la bebida funcional presentó porcentajes de proteína inferiores a lo indicado por Dev y Iqbal, (2019). En contraste, Calderón, (2019), halló un contenido en proteínas de 1,49 % en una bebida funcional elaborada con chía y stevia, lo cual fue mucho mayor a los resultados que se obtuvo en este estudio.

Ante esto, el valor determinado en el tratamiento T3 (0.32 %) en la bebida funcional estuvo casi en el rango de los valores mencionados por los autores, referidos anteriormente. Según Calderón, (2019) el contenido de proteína también depende de la chía, dado que incluye únicamente proteínas, además proporciona las proteínas completas. La semilla posee también los ocho

aminoácidos fundamentales que requiere el organismo para aprovechar las proteínas; la isoleucina, la leucina, la lisina, la metionina, la fenilalanina, la treonina, la valina y el triptófano, es adecuado para individuos que carecen de prolaminas (Cates, 2013). Es importante destacar que las variaciones en el contenido proteico también pueden atribuirse al uso de stevia, debido a que este factor puede depender primordialmente de factores como las condiciones de cultivo (clima, composición del suelo, fertilización), el modo de secado empleado y las condiciones de almacenamiento (Kinghorn, 2001), Asimismo, la cantidad más elevada de proteína está relacionada con el lugar de procedencia de la Stevia (Vidyanagar, 2006).

Además, en algunos trabajos científicos se determinaron los aminoácidos en las hojas de *stevia*, donde Mahoma et al. (2007) aisló nueve aminoácidos, incluidos el ácido glutámico, el ácido aspártico, la lisina, la serina, la isoleucina, la alanina, la prolina, la tirosina y la metionina, siendo de gran importancia su aporte en bebidas funcionales por brindar un efecto beneficioso para la salud.

5.1.2. Grasa

Los resultados del contenido de grasa en los diferentes tratamientos de la bebida funcional elaborada con papaya nativa, chía y edulcorada con stevia, indicaron un aumento de 0,18% a 0,27%. Estos tratamientos evaluados presentaron diferencias significativas (p -valor $< 0,05$) en el nivel constituyente, como se puede evidenciar en la tabla 1.

En la literatura disponible, se puede destacar en las bebidas funcionales las características de la stevia, donde el mayor contenido de grasa en la materia seca de *stevia* es (5,6 g/100 g MS) reportado por Khan et al., (2019). Los resultados obtenidos por el resto de autores pondrían estar relacionados con el contenido de grasa en una bebida funcional (Pineli et al., 2019).

En base a estos datos, la bebida funcional puede ser una opción saludable y una alternativa a las bebidas con un alto aporte calórico (Sánchez et al., 2022).

Según Vidyanagar (2006) y Males et al., (2022), las hojas secas de stevia *rebaudiana* poseen una cantidad mínima de grasa (alrededor del 4%). Los investigadores detectaron seis ácidos grasos, siendo el más predominante el palmítico (27,5 y 29,5 % respectivamente), seguido del ácido linolénico (21,6 y 32,6 %) y el ácido linoleico (12,4 y 16,8 %). Los otros tipos de ácidos presentes fueron el palmitoleico, el esteárico y el oleico.

5.1.3. Carbohidratos

Según la figura 6, se demostró que el nivel de carbohidratos en los tratamientos de la bebida funcional elaborada con papaya nativa y chía edulcorado con stevia muestra una diferencia significativa (p -value < 0.05), Además, se observa que el T2 tiene un mayor porcentaje en contenido de carbohidrato (3.04 %, $p > 0,05$) en comparación con el tratamiento T1 (1.56 %) y T2 (2.84 %) con una significancia menor a ($p < 0,05$)

De acuerdo con la literatura disponible, el contenido de carbohidratos reportados por Calderón, (2019) se encontró un 1,79 % en una bebida

funcional a base de chía y stevia. También es importante mencionar que los carbohidratos presentes en la bebida funcional no son de tipo simple, sino que son complejos y liberados de manera gradual para que el cuerpo pueda utilizarlos de manera efectiva, evitando su acumulación en forma de grasa. Es por esta razón que la bebida funcional podría ser una opción favorable en la alimentación de cualquier persona que practique deporte (Reyes y Col, 2008; Ixtania y Col, 2008).

Así mismo, destacar que la *stevia* fluctúa en un amplio rango, de 35,5 a 61,9 g/100 g, valores por Vidyanagar (2006) y Shivanna et al. (2013), respectivamente.

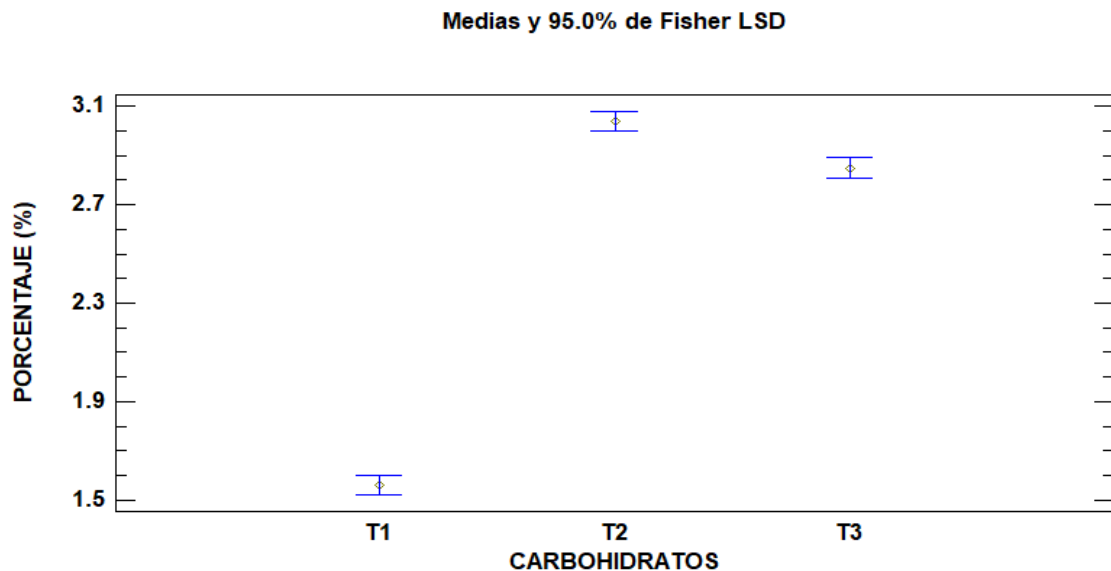


Figura 6. Comparación de medias para el porcentaje de carbohidratos

5.1.4. Fibra dietética

La tabla 10, exhibe el contenido de fibra en tres tratamientos de la bebida funcional elaborada con papaya nativa y chía edulcorado con stevia. Respecto al tratamiento T2, se apreció que contiene fibra (0,96 %) comparado con los tratamientos T1 y T3, que resultaron con porcentajes más bajos al tratamiento T2. Estos resultados indican una diferencia significativa (valor $p < 0.05$) entre las muestras examinadas.

Los resultados que se obtuvieron fueron inferiores a los citados en la literatura, según Calderón, (2019) reporta valores próximos a 3.03 % para una bebida a base de chia y stevia, respectivamente. Cabe destacar que la chía posee mucílago, que posee una capacidad mejorada de retención de agua, formando un gel junto con el líquido, mismo que en el estómago produce una barrera natural que lo dificulta digerir, lo que resulta en una absorción lenta (Coates y Ayerza, 1999). Así mismo señalar que el contenido de fibra está vinculado a su efecto prebiótico que promueve la proliferación de la microflora intestinal beneficiosa. *Las hojas de stevia* tienen un 4,6 % de fructooligosacáridos y polisacáridos, que intervienen en el metabolismo de los lípidos y controlan el nivel de azúcar en la sangre (Khan et al., 2019).

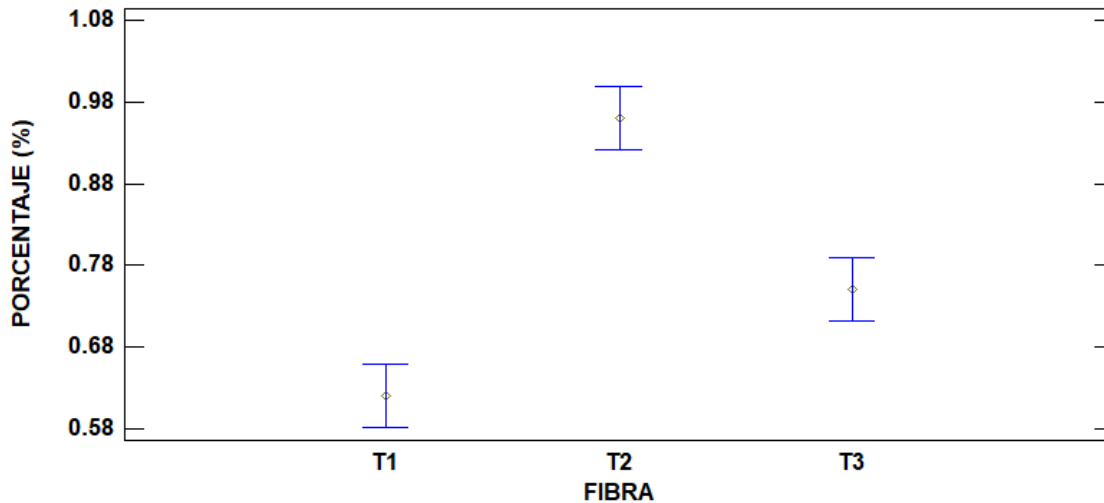


Figura 7. Comparación de medias para el porcentaje de fibra

5.1.5. Ceniza total

Según a la tabla 10, el contenido de cenizas determinado en las formulaciones de la bebida funcional a base de papaya nativa y chía edulcorado con stevia, fue 0.07 % para tratamiento T1, 0.09 % para T2 y 0.11 % para el tratamiento T3. Se observaron diferencias relevantes ($p \leq 0,05$) entre las muestras analizadas. Conforme a la literatura disponible, el contenido de cenizas en bebidas funcionales muestra diferencias. Los valores informados por Sánchez et al., (2022) son superiores a lo reportado en el estudio, respectivamente.

La cantidad de cenizas presente en la bebida funcional es establecida por la *stevia*, de acuerdo con ciertos autores, alrededor del 11% de la bebida funcional se compone de cenizas, las cuales contienen principalmente minerales en cantidades medidas en mg/100 g de materia seca: potasio (839-2510), calcio (464,4-1550), magnesio (349-500), sodio (14,93-190,0) y fósforo

(11,4-350,0) (Vidyanagar, 2006). Además, estudios previos han comprobado que oligoelementos tales como cobre, cobalto, hierro, manganeso, zinc, selenio y molibdeno se encuentran en proporciones muy reducidas en la bebida funcional (Lemus et al., 2012). Basándonos en información bibliográfica disponible (Pawar, Krynitsky y Rader, 2013), *s. rebaudiana* presenta una concentración elevada de ácido oxálico (2295 mg/100 g MS), lo cual disminuye la capacidad del cuerpo humano para absorber minerales como calcio, hierro y otros, afectando su biodisponibilidad.

5.2. Compuestos fenólicos totales

Los contenidos fenólicos totales de las formulaciones de la bebida funcional con papaya nativa y chía edulcorado con stevia oscilaron entre 1.9261 y 2.75 mg/mL. Se encontró que el tratamiento T3 presentó el mayor contenido de fenoles totales y se observó una pequeña diferencia significativa (p-value < 0.05).

Tabla 11. Resultados de compuestos fenólicos totales de la bebida funcional a base de papaya nativa y chía edulcorado con stevia.

Tratamientos	\bar{x}	\pm	DS	CV (%)	*
T1 (PY10%: CH1%)	1.9261	\pm	0.012	0.66	a
T2 (PY 20%:CH 1%)	2.3768	\pm	0.016	0.67	a,b
T3 (PY 30: CH 1%)	2.7547	\pm	0.012	0.46	b

Donde: \bar{x} es la media aritmética, DS es la desviación estándar, CV es el coeficiente de variabilidad. *Letras diferentes indica diferencia significativa, evaluada a través del test Tukey al 5 % de significancia

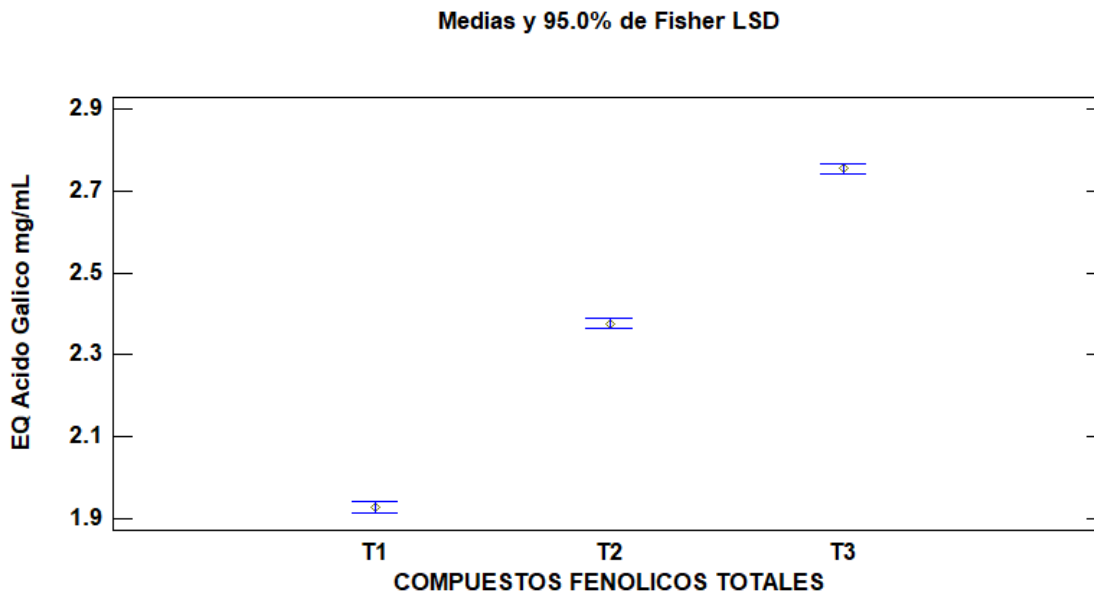


Figura 8. Comparación de medias para los compuestos fenólicos totales

Según la figura 8, Los resultados obtenidos fueron menores que los reportados por Boye, (2015). La concentración de compuestos fenólicos en una bebida funcional hecha de pulpa de mora y stevia fue de 6,66 mg/g, lo que resultó significativamente mayor a los valores reportados por Zambrano et al., (2018). (2,2 mg/g). La variación en la habilidad de distintos métodos de extracción de compuestos fenólicos puede afectar la presencia y distribución de estos componentes en la planta (Behnamnik y Vazifedoost, 2020) También puede explicarse por la esencia y la naturaleza de los componentes fenólicos presentes en los materiales vegetales y la cantidad en que se encuentran concentrados.

Por otro lado, el contenido de polifenoles totales, el cual se expresó como equivalente de catequina por unidad de peso de la muestra informado por Sharma et al., (2020) En el caso de una bebida funcional elaborada a partir de microvegetales y frutas, el contenido de polifenoles totales en un extracto acuoso fue de 130,7 mg CE/g MS. Behnamnik y Vazifedoost (2020) utilizaron el mismo método para optimizar una bebida funcional y el valor obtenido fue de 61,50 mg/g MS. Por otro lado, Shivanna et al., (2013) empleó la técnica de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) con el fin de determinar la cantidad total de polifenoles y flavonoides presentes, los cuales se registraron en 91 y 23 mg/g MS, respectivamente.

De los polifenoles derivados de la stevia, cabe mencionar los siguientes: ácidos fenólicos (ácidos cumárico, sinápico y cinámico), ácidos clorogénicos, flavonoles (quercetina y kaempferol) y flavonas (Christaki et al., 2013; Morales et al., 2016).

5.3. Actividad antioxidante

La tabla 12 refleja los resultados relativos a la actividad antioxidante por DPPH. en el cual se evidencia que el tratamiento T3 presenta un contenido de (6,82 mg/mL, Cl_{50} Trolox) mientras que los tratamientos T2 y T1 son inferiores al T3, mostrando diferencia significativa (p -value < 0.05).

Tabla 12. Resultados del contenido de antioxidantes de la bebida funcional a base de papaya nativa y chía edulcorado con stevia.

Tratamientos	\bar{x}	\pm	DS	CV (%)	*
T1 (PY10%: CH1%)	4.80	\pm	0.061	0.897	a
T2 (PY 20%:CH 1%)	5.81	\pm	0.060	1.038	a,b
T3 (PY 30: CH 1%)	6.82	\pm	0.044	0.926	b

Donde: \bar{x} es la media aritmética, DS es la desviación estándar, CV es el coeficiente de variabilidad. *Letras diferentes indica diferencia significativa, evaluada a través del test de Tukey al 5 % de significancia

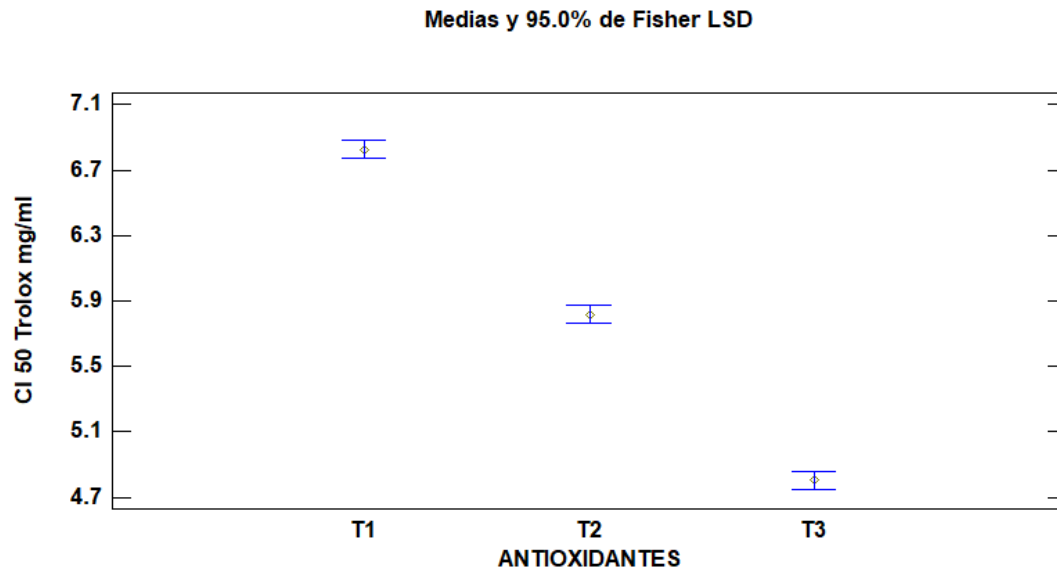


Figura 9. Comparación de medias para la actividad antioxidante.

De acuerdo con la literatura revisada, la actividad antioxidante de las bebidas funcionales según Zambrano et al., (2018), Esto representa una cantidad equivalente a un tercio de la actividad antioxidante informada para el salvado de sorgo con alto contenido de taninos, que es de 488,8 mmol (Awika y col., 2003), Aproximadamente el 20% de la actividad antioxidante reportada para el

vino tinto, el cual tiene uno de los niveles más elevados de actividad antioxidante, se encuentra en la bebida funcional (Saura-Calixto y Goñi, 2006). Es probable que la presencia de 86,62 ug AGE/mL de polifenoles totales en la bebida sea responsable de su significativa actividad antioxidante. A su vez, el grado de captación de radicales libres de DDPH • medido por Shukla et al. (2012) y Rao (2014), los extractos mostraron una actividad antioxidante similar.

Tal como se evidencia en este estudio y en las publicaciones referenciadas, las bebidas funcionales son una fuente excelente de componentes beneficiosos para la salud, tales como vitaminas, minerales, polifenoles, aminoácidos y compuestos bioactivos. Además, los mecanismos de acción de estas bebidas incluyen efectos antioxidantes. De esta manera, la bebida rica en antioxidantes actúa como un protector del cuerpo contra el estrés oxidativo (Islam y Kabir, 2019).

CONCLUSIONES

Este trabajo de investigación demuestra la composición química proximal, componentes fenoles y actividad antioxidante en formulaciones de la bebida funcional con papaya nativa y chía edulcorado con stevia que son indispensables para el correcto desarrollo corporal debido a la calidad nutricional del producto, en tal sentido se ha logrado determinar los siguientes resultados:

- Se logró evaluar la composición química proximal en la bebida funcional de papaya nativa (*Carica pubescens* Lenne at Koch) y chía (*salvia hispánica* L) dulcificada con stevia, se observó que la formulación del tratamiento T2 (PY 20 %:CH 1 %) presentaba porcentajes más elevados de proteínas, hidratos de carbono y fibra, siendo mayores los de cenizas y grasa en el tratamiento T3 (PY 30: CH 1 %).
- Se logró evaluar el nivel de compuestos fenoles totales en la bebida funcional de papaya nativa (*Carica pubescens* Lenne at Koch) y chía (*Salvia hispánica* L) dulcificada con stevia presentando la formulación T3 un contenido de compuestos fenoles (2,767 mg/mL EQ Ácido Gálico) superior a los tratamientos T2 y T1.
- Se logró evaluar la actividad antioxidante en la bebida funcional de papaya nativa (*Carica pubescens* Lenne at Koch) y chía (*Salvia hispánica* L) dulcificada con stevia, encontrándose un (6, 77 mg/mL CI50 Trolox) de actividad antioxidante del tratamiento T3. observándose una ligera variación en los Tratamientos T1 y T2.

RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

- En estudios futuros se recomienda indagar respecto a la aceptabilidad y tiempo de conservación de una bebida funcional de papaya nativa (*Carica pubescens* Lenne at Koch) y chía (*Salvia hispánica* L) dulcificada con stevia.
- Desarrollar estudios con grupos poblacionales a fin de conocer los efectos positivos de la bebida funcional en los pacientes diabéticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, U., Ahmad, RS, Imran, A., Mushtaq, Z. y Hussian, SM (2019). Caracterización de una bebida de durazno lista para servir baja en calorías utilizando el edulcorante natural Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni). *Progreso en Nutrición* , 21 , 435-444.
- Alizadeh, A., Oskuyi, AS y Amjadi, S. (2019). La optimización del néctar de mango prebiótico sin sacarosa mediante la metodología de superficie de respuesta: el efecto de la stevia y la inulina en las propiedades fisicoquímicas y reológicas. *Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos* , 25 (3), 243-251.
- Allcca Huarcaya, L. (2021). Evaluación del color, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en oca (oxalis tuberosa mol), en condiciones de fresco, soleado y cocción de las variedades una huaculla y yana oqa. Perú :Andahuaylas - Universidad Nacional José María Arguedas
- Alzamora, SM, Salvatori, D., Tapia, MS, López-Malo, A., Welti-Chanes, J., & Fito, P. (2005). Nuevos alimentos funcionales a partir de matrices vegetales impregnadas de compuestos biológicamente activos. *Diario de Ingeniería de Alimentos* , 67 (1-2), 205-214.
- AOAC. *Métodos Oficiales de Análisis de la Asociación Oficial de Químicos Analíticos* , 15ª ed.; Association Official Analytical Chemist, Inc.: Arlington, VA, EE. UU., 1990; Volumen 1, págs. 40–81.
- Aranceta, J. y Gil, A. (2010). Alimentos funcionales y salud en las etapas infantil y juvenil. Madrid: Medica Panamericana.
- AT, D. y Acción, EC (1999). Conceptos científicos de los alimentos funcionales en el documento de consenso de Europa. *Hermano J. Nutr* , 81 , S1-S27.
- Ayerza, R. y Coates, W. (2001). Huevos enriquecidos con omega-3: la influencia de la fuente dietética de ácidos grasos α -linolénicos en la producción y

- composición del huevo. *Revista canadiense de ciencia animal* , 81 (3), 355-362.
- Bagchi, D. (Ed.). (2014). *Regulaciones de alimentos nutraceuticos y funcionales en los Estados Unidos y alrededor del mundo*. Elsevier.
- BehnamNik, A. y Vazifedoost, M. (2020). Optimización de la formulación de la bebida funcional a partir del polvo cocrystalizado de extracto de semilla de *Securigera securidaca*. *Revista de ciencia y tecnología de los alimentos* , 57 (7), 2443-2451.
- Bemiller, JN, Whistler, RL, Barkalow, DG y Chen, CC (1993). Aloe, chía, linaza, okra, semilla de psyllium, semilla de membrillo y gomas de tamarindo. En *Gomas Industriales* (pp. 227-256). Prensa Académica.
- Boileau, A., Fry, JC y Murray, R. (2012). Llega al Reino Unido un nuevo sustituto del azúcar sin calorías procedente de la hoja de la planta de stevia.
- Boye, JI (2015). *Tecnología de procesamiento de alimentos nutraceuticos y funcionales* . John Wiley & Sons.
- Calderón Hidalgo, P.(2007). Determinación de las propiedades antioxidantes de jugos de naranja comerciales sometidos a distintas condiciones de almacenamiento. Guatemala: Guatemala - Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Calderón Ramos, LM y Calderón Ramos, DB (2019). Polifenoles totales y actividad antioxidante en una bebida funcional obtenida a partir del mucílago de la corteza de huampo blanco (*heliocarpus americanus* L.) y chía (*salvia hispánica* L.) edulcorado con stevia (*stevia rebaudiana* Bertoni).
- Christaki, E., Bonos, E., Giannenas, I., Karatzia, MA y Florou-Paneri, P. (2013). *Stevia rebaudiana* como fuente novedosa de aditivos alimentarios. *Diario de Investigación de Alimentos y Nutrición* , 52 (4).
- Coates, W. and R. Ayerza. (1998). Commercial production of chia in northwestern

- Argentina. Journal of the American oil chemists' society 75: 1417-1420. Coates, W. (2013). Chía: el increíble supernutriente (3a ed.). Madrid. Edita: EDAF.
- Codex Alimentario Requisitos Generales. Segunda Edición. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. OMS. Roma, 2000.
- Coelho, MS, & Salas-Mellado, MDLM (2014). Caracterización química de la chía (*Salvia hispanica* L.) para uso en productos alimenticios. *Diario de Investigación de Alimentos y Nutrición* , 2 (5), 263-269.
- Condo, G.N (2013). Efecto de *carica pubescens* (papaya arequipeña) sobre la disfunción endotelial en anillos aórticos de ratas. Perú: Arequipa - Universidad Nacional de San Agustín.
- Das, A. (2018). Avances en la investigación de semillas de chía. *Adv. Biotecnología. Microbiol* , 5 , 5-7.
- Dev, N., Hossain, MS e Iqbal, A. (2019). Elaboración y evaluación sensorial de bebida funcional a base de pulpa de papaya (*Carica papaya* L.): Elaboración de bebida funcional a base de papaya. *Revista de la Universidad Agrícola de Bangladesh* , 17 (3), 388-395
- Dutra, MBDL y Bolini, HMA (2013). Evaluación sensorial y fisicoquímica del néctar de acerola endulzado con sacarosa y diferentes edulcorantes. *Ciencia y tecnología de los alimentos* , 33 , 612-618.
- Euromonitor International, 2019. Alimentos envasados enriquecidos/funcionales en el mundo. Disponible en línea: <https://www.portal.euromonitor.com/portal/StatisticsEvolution/index>
- Gala Huamán. P. (2017). Efecto de la concentración de stevia (*stevia rebaudiana* B.) en las características fisicoquímicas y sensoriales del néctar mixto de aguaymanto (*physalis peruviana* L.) con mashua (*tropaeolum tuberosum*). Perú: Huancavelica- Universidad Nacional de Huancavelica.
- Gramza-Michałowska, A., Kobus-Cisowska, J., Kmiecik, D., Korczak, J., Helak, B.,

- Dziedzic, K. y Górecka, D. (2016). Potencial antioxidante, valor nutricional y perfiles sensoriales de dulces fortificados con hojas de té verde y amarillo (*Camellia sinensis*). *Química de los alimentos*.
- Grancieri, M., Martino, HSD y González de Mejía, E. (2021). Las digestiones de proteínas y los péptidos puros de la semilla de chía previnieron la adipogénesis y la inflamación al inhibir las vías PPAR γ y NF- κ B en los adipocitos 3T3L-1. *Nutrientes* , 13 (1), 176.
- Guija Poma, E., Inocente Camones, M., Ponce Pardo, Jhon & Zarsosa Nora , B (2015) Evaluación de la técnica 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antioxidante. Perú: Lima – Universidad de San Martín de Porres.
- Guiotto, EN, Ixtaina, VY, Tomás, MCM, & Nolasco, SM (2013). Propiedades de ingeniería dependientes de la humedad de las semillas de chía (*Salvia hispánica* L.). *Industria alimentaria*, 381-397.
- Gutiérrez, H., & De la Vega, S. (2008). *Análisis y diseño de experimentos* (segunda ed.). Mc Graw Will.
- Henry, CJ (2010). Alimentos funcionales. *Revista Europea de Nutrición Clínica* , 64 (7), 657-659.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2010). *Metodología de la Investigación* (6ta Edición ed.). México: McGraw - Hill / Inter Americana Editores S.A. de C.V.
- Ibañez, P., Velásquez, D., & Palacio, J. (2021). Formulación de néctares a base de frutas tropicales con suplementación de omega 3 mediante adición de chía y fortificado con ácido fólico, zinc y hierro. Colombia: Alimentos hoy.
- Islam, J. y Kabir, Y. (2019). Efectos y mecanismos de las bebidas funcionales ricas en antioxidantes en la prevención de enfermedades. En *Bebidas Funcionales y Medicinales* (pp. 157-198). Prensa Académica.

- Ixtaina, V. Y., Nolasco, S. M., & Tomas, M. C. (2008). Physical properties of chía (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Industrial Crops and Products*.
- Jiménez, M. (2017). Las bebidas funcionales como respuesta a un consumidor cada vez más preocupado por la salud (Tesis de postgrado). Universidad Pontificia Comillas, Madrid - España.
- Khan, MK, Asif, MN, Ahmad, MH, Imran, M., Arshad, MS, Hassan, S., ... y Muhammad, N. (2019). Desarrollo óptimo asistido por ultrasonido y caracterización de bebidas funcionales endulzadas con stevia. *Revista de calidad alimentaria* , 2019 , 1-6.
- Kinghorn, AD (Ed.). (2001). *Stevia: el género Stevia* . Prensa CRC.
- Knez Hrnčič, M., Ivanovski, M., Cör, D. y Knez, Ž. (2020). Semillas de chía (*Salvia hispanica* L.): descripción general: perfil fitoquímico, métodos de aislamiento y aplicación. *Moléculas* , 25 (1).11.
- Kulczyński, B., Kobus-Cisowska, J., Taczanowski, M., Kmiecik, D. y Gramza-Michałowska, A. (2019). La composición química y el valor nutricional de las semillas de chía: Estado actual del conocimiento. *Nutrientes* , 11 (6), 1242.
- Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L., & Ah-Hen, K. (2012). Stevia rebaudiana Bertoni, fuente de un edulcorante natural de alta potencia: una revisión exhaustiva sobre los aspectos bioquímicos, nutricionales y funcionales. *Química de los alimentos*, 132 (3), 1121-1132.
- Luna Reyes,H.(2019). Determinación de la actividad antioxidante,contenido de fenoles totales, taninos totales y flavonoides totales del hidromiel de saúco(*sambucus peruviana*) de cuatro empresas del distrito de Talavera en el año 2019. Perú :Andahuaylas - Universidad Nacional José Mariá Arguedas.
- Luz, JMRD, Nunes, MD, Paes, SA, Torres, DP, Silva, MDCSD, & Kasuya, MCM (2012). Producción de enzimas lignocelulolíticas del crecimiento de *Pleurotus*

ostreatus en residuos agroindustriales. *Revista Brasileña de Microbiología* , 43 , 1508-1515.

Maleš, I., Pedisić, S., Zorić, Z., Elez-Garofulić, I., Repajić, M., You, L., ... & Dragović-Uzelac, V. (2022). Las plantas medicinales y aromáticas como ingredientes en la elaboración de bebidas funcionales. *Revista de Alimentos Funcionales* , 96 , 105210.

Morales-de la Peña, M., Welti-Chanes, J., & Martín-Belloso, O. (2016). Aplicación de nuevos métodos de procesamiento para una mayor retención de compuestos funcionales en bebidas a base de frutas. *Bebidas* , 2 (2), 14.

Moreno, E, Blanca L. O, Restrepo P. L. (2014). Contenido total de fenoles actividad antioxidante de pulpa de seis frutas tropicales. Colombia: Bogota- Universidad Nacional de Colombia.

Motyka, S., Koc, K., Ekiert, H., Blicharska, E., Czarnek, K. y Szopa, A. (2022). El estado actual del conocimiento sobre el semen de *Salvia hispanica* y *Salviae hispanicae* (semillas de chía). *Moléculas* , 27 (4), 1207.

Niva, M. (2007). 'Todos los alimentos afectan la salud': comprensión de los alimentos funcionales y la alimentación saludable entre los finlandeses orientados a la salud. *Apetito*, 48 (3), 384-393.

Ogden, CL, Carroll, MD y Flegal, KM (2008). Alto índice de masa corporal para la edad entre niños y adolescentes estadounidenses, 2003-2006. *Jama* , 299 (20), 2401-2405.

Pareyt, B., Talhaoui, F., Kerckhofs, G., Brijs, K., Goesaert, H., Wevers, M. y Delcour, JA (2009). El papel del azúcar y la grasa en las galletas sugar-snap: propiedades estructurales y de textura. *Diario de Ingeniería de Alimentos* , 90 (3), 400-408.

Pawar, RS, Krynitsky, AJ y Rader, JI (2013). Endulzantes de origen vegetal, con énfasis en *Stevia rebaudiana* (Bertoni) y *Siraitia grosvenorii* (Swingle). *Química*

analítica y bioanalítica , 405 , 4397-4407.

Pineli, LDLDO, Rodrigues, JDS, Costa, AM, de Lima, HC, Chiarello, MD, & Melo, L. (2015). Antioxidantes y propiedades sensoriales de las infusiones de pasiflora silvestre de la sabana brasileña: potencial como bebidas funcionales. *Diario de la ciencia de la alimentación y la agricultura* , 95 (7), 1500-1506.

Pinelo, M., Zeuner, B. y Meyer, AS (2010). La clarificación del jugo mediante tratamientos con proteasa y pectinasa indica nuevas funciones de la pectina y la proteína en la turbidez del jugo de cereza. *Procesamiento de alimentos y bioproductos* , 88 (2-3), 259-265.

Pinheiro, MVS, Oliveira, MND, Penna, ALB y Tamime, AY (2005). El efecto de diferentes edulcorantes en yogures bajos en calorías: una revisión. *Revista Internacional de Tecnología Láctea* , 58 (4), 193-199.

Porras. A.P., & López .A.M. (2009). Importancia de los grupos fenólicos en los alimentos. México: San Andrés Cholula - Universidad de las Américas.

Poudyal, H., Panchal, SK, Waanders, J., Ward, L. y Brown, L. (2012). La redistribución de lípidos por la semilla de chía rica en ácido α -linolénico inhibe la esteroil-CoA desaturasa-1 e induce protección cardíaca y hepática en ratas obesas inducidas por dieta. *El diario de bioquímica nutricional* , 23 (2), 153-162.

Pro Compite. (2019). *Estudio de identificación y priorización de cadenas productivas de Andahuaylas*. Apurímac, Andahuaylas. Recuperado el 15 de enero de 2021.

Rafiq, M., Dahot, MU, Mangrio, SM, Naqvi, HA y Qarshi, IA (2007). Propagación clonal in vitro y análisis bioquímico de stevia rebaudiana Bertoni establecida en campo. *Pak. J. Bot* , 39 (7), 2467-2474.

Ramos, R. (15 de mayo de 2015). Propiedades beneficios y para qué sirve (comentario de un foro en línea). Recuperado el 04 de noviembre del 2021 de: <https://saludclick.info/alimentacion/papaya/>

Rao, GN (2014). Actividad antioxidante del polvo de hoja de stevia (Stevia

rebaudianaL.) y un polvo de esteviósido comercial. *Revista de Ciencias Alimentarias y Farmacéuticas* , 2 (2).

Rchuquisengo01 (19 de enero del 2005). La papaya. Recuperado el 04 de noviembre del 2021, de <https://www.monografias.com/trabajos16/papaya/papaya.shtml>

Reyes Caudillo, E., Tecante, A., & Valdivia López, M. A. (2008). Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispánica* L.) seeds. *Food Chemistry*.

Reyes-Caudillo, E., Tecante, A., & Valdivia-López, MA (2008). Contenido de fibra dietética y actividad antioxidante de compuestos fenólicos presentes en semillas de chía mexicana (*Salvia hispanica* L.). *Química de los alimentos* , 107 (2), 656-663

Sánchez-Magaña, LM, Reyes-Moreno, C., Garzón-Tiznado, JA, Milán-Carrillo, J., Gómez-Favela, MA, Cuevas-Rodríguez, EO, ... & Gutiérrez-Dorado, R. (2022)). Bebida funcional sin gluten elaborada a partir de harinas extrusionadas de quinua entera y chía desgrasada: potencial antioxidante y antihipertensivo. *Acta universitaria* ,

Santander, M .M., Oswaldo,O.M., & Diego,M.E. (2016). Evaluación de propiedades antioxidantes y fisicoquímicas de una bebida mixta durante almacenamiento refrigerado. *Rev. Ciencias Agrícolas*. 34: 84-97. Recuperado el 13 del 11 de <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.173401.65>.

Sargi, SC, Silva, BC, Santos, HMC, Montanher, PF, Boeing, JS, Santos Júnior, OO, ... & Visentainer, JV (2013). Capacidad antioxidante y composición química en semillas ricas en omega-3: chía, lino y perilla. *Ciencia y tecnología de los alimentos* , 33 , 541-548.

Segura-Campos, MR, Salazar-Vega, IM, Chel-Guerrero, LA, & Betancur-Ancona, DA (2013). Potencial biológico de los hidrolizados proteicos de chía (*Salvia hispanica* L.) y su incorporación a alimentos funcionales. *LWT-Ciencia y*

tecnología de los alimentos , 50 (2), 723-731.

Sethi, V. y Sethi, S. (2006). *Procesamiento de frutas y verduras para agregar valor* . Editorial Indo.

Sharma, P., Sharma, A., Rasane, P., Dey, A., Choudhury, A., Singh, J., ... y Kaur, D. (2020). Optimización de un proceso para bebidas funcionales a base de microvegetales y frutas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* , 92 .

Shivanna, N., Naika, M., Khanum, F. y Kaul, VK (2013). Propiedades antioxidantes, antidiabéticas y protectoras renales de Stevia rebaudiana. *Revista de Diabetes y sus complicaciones* , 27 (2), 103-113.

Shukla, S., Mehta, A., Mehta, P. y Bajpai, VK (2012). Capacidad antioxidante y contenido fenólico total del extracto acuoso de hoja de Stevia rebaudiana Bert. *Patología Experimental y Toxicológica* , 64 (7-8), 807-811.

Siro, I., Kápolna, E., Kápolna, B. y Lugasi, A. (2008). Comida funcional. Desarrollo de productos, marketing y aceptación del consumidor: una revisión. *Apetito* , 51 (3), 456-467.

Sotiropoulou N.-Sofia.D., Flampouri E., Skotti E., Pappas C., Kintzios S. & Tarantilis PA, Evaluación de bioactividad y toxicidad de infusiones de hierbas griegas seleccionadas, *Biociencia de los alimentos* (2020). Recuperado el 30 del 12 de: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100598>.

Stanton, C., Ross, RP, Fitzgerald, GF y Van Sinderen, D. (2005). Alimentos funcionales fermentados a base de probióticos y sus metabolitos biogénicos. *Opinión actual en biotecnología* , 16 (2), 198-203.

Swinbanks, D. y O'Brien, J. (1993). Japón explora el límite entre la comida y la medicina.

Valdivia-López, M. Á., & Tecante, A. (2015). Chía (*Salvia hispanica*): Una revisión de la semilla nativa mexicana y sus propiedades nutricionales y funcionales. *Avances en la investigación en alimentación y nutrición* , 75 , 53-

75.

- Vidyanagar, V. (2006). Estudios preliminares en hojas de stevia rebaudiana: composición proximal, análisis mineral y tamizaje fitoquímico. *J.Med. Sci* , 6 (3), 321-326.
- Wildman, RE, Wildman, R. y Wallace, TC (2016). *Manual de nutraceuticos y alimentos funcionales* . Prensa CRC.
- William Soncco, C. (2020). Evaluación del efecto sous vide sobre el Contenido de vitamina C, compuestos fenólicos, firmeza y color de la papaya de altura (carica pubescens) en rodajas. Perú: Puno- Universidad Nacional del Altiplano de Puno.
- Zambrano, A., Raybaudi-Massilia, R., Arvelo, F., & Sojo, F. (2018). Propiedades citotóxicas y antioxidantes in vitro de bebidas funcionales a base de pulpas de mora (*Rubus glaucus* Benth) y guanábana (*Annona muricata* L). *Alimentos funcionales en salud y enfermedad* , 8 (11), 531-547.
- Ruiz-Ruiz, JC, Moguel-Ordoñez, YB, & Segura-Campos, MR (2017). Actividad biológica de Stevia rebaudiana Bertoni y su relación con la salud. *Revisiones críticas en ciencia de los alimentos y nutrición* , 57 (12), 2680-2690.
- Pradhan, N. y Dwivedi, P. (2016). Multiplicación in vitro de brotes de Stevia rebaudiana, una planta importante con altos valores económicos y medicinales. *Vegetos 29: 4. doi: 10.5958/2229-4473.2016* , 102 , 2-8.
- Kaplan, RUEGO Ü. M. y Turgut, K. (2019). Mejora del contenido de glucósido diterpénico de rebaudiósido A en Stevia rebaudiana Bertoni mediante selección de clones. *Revista turca de agricultura y silvicultura* , 43 (2), 232-240.
- Gupta, E., Purwar, S., Sundaram, S. y Rai, GK (2013). Valores nutricionales y terapéuticos de Stevia rebaudiana: Una revisión. *Revista de Investigación de Plantas Medicinales* , 7 (46), 3343-3353.
- Šic Žlabur, J., Voća, S., Dobričević, N., Ježek, D., Bosiljkov, T. y Brnčić, M.

(2013). Stevia rebaudiana Bertonii-Una revisión de las propiedades nutricionales y bioquímicas del edulcorante natural. *Agriculturae Conspectus Scientificus* , 78 (1), 25-30.

Uribe, E., Delgadillo, A., Giovagnoli, C., Quispe, I. & Zura, L. (2015). Extraction Techniques for Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity Determination of Chilean Papaya (*Vasconcellea pubescens*) Fruit. *Journal of Chemistry Vol. 2015*, Article ID 347532, 8 pág. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/347532>

Auquiñivin, E.A. & Paucar, L.M. (2020). Estudio comparativo de las características fisicoquímicas y vida útil de las papayas nativas, “papayita de monte” (*Carica pubescens* Lenné & K. Koch) y “babaco” (*Carica pentagona* Heilborn) (*Caricaceae*) deshidratadas mediante liofilización. *ARNALDOA*. Vol. 27(1). Pág. 115-128.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados estadísticos para antioxidantes

Resumen Estadístico para CI 50 Trolox mg/ml

<i>ANTIOXIDANTES</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coeficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>
T1	3	6.825	0.0612454	0.897369%	6.77
T2	3	5.818	0.0603987	1.03813%	5.762
T3	3	4.80433	0.0445009	0.926267%	4.76
Total	9	5.81578	0.876315	15.0679%	4.76

<i>ANTIOXIDANT ES</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>	<i>Sesgo Estandarizado</i>	<i>Curtosis Estandarizada</i>
T1	6.891	0.121	0.553065	
T2	5.882	0.12	0.41407	
T3	4.849	0.089	0.0238332	
Total	6.891	2.131	-0.00276802	-1.04079

Tabla ANOVA para CI 50 Trolox mg/ml por ANTIOXIDANTES

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	6.12466	2	3.06233	979.49	0.0000
Intra grupos	0.0187587	6	0.00312644		
Total (Corr.)	6.14342	8			

Pruebas de Múltiple Rangos para CI 50 Trolox mg/ml por ANTIOXIDANTES

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>ANTIOXIDANT</i>	<i>Caso</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos</i>
<i>ES</i>	<i>s</i>		<i>Homogéneos</i>
T3	3	4.80433	X
T2	3	5.818	X
T1	3	6.825	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2	*	1.007	0.111712
T1 - T3	*	2.02067	0.111712
T2 - T3	*	1.01367	0.111712

* indica una diferencia significativa.

Anexo 2. Resultados estadísticos para compuestos fenólicos

Resumen Estadístico para EQ Acido Gálico mg/mL

<i>COMPUESTOS FENÓLICOS</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedi</i>	<i>Desviación</i>
<i>TOTALES</i>		<i>o</i>	<i>Estándar</i>
T1	3	1.92613	0.01275
T2	3	2.37687	0.016007
T3	3	2.75477	0.01275
Total	9	2.35259	0.359473

<i>COMPUESTOS FENÓLICOS</i>	<i>Coeficiente de</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
<i>TOTALES</i>	<i>Variación</i>			
T1	0.66195%	1.9134	1.9389	0.0255
T2	0.673449%	2.3599	2.3917	0.0318
T3	0.462835%	2.742	2.7675	0.0255
Total	15.2799%	1.9134	2.7675	0.8541

<i>COMPUESTOS FENÓLICOS</i>	<i>Sesgo</i>	<i>Curtosis</i>
<i>TOTALES</i>	<i>Estandarizado</i>	<i>Estandarizada</i>
T1	0.00831883	
T2	-0.416547	
T3	-0.00831883	
Total	-0.158747	-1.04711

Tabla ANOVA para EQ Ácido Gálico mg/mL por COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1.0326	2	0.516301	2664.32	0.0000
Intra grupos	0.0011627	6	0.000193783		
Total (Corr.)	1.03376	8			

Pruebas de Múltiple Rangos para EQ Ácido Gálico mg/mL por COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	3	1.92613	X
T2	3	2.37687	X
T3	3	2.75477	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2	*	-0.450733	0.027812
T1 - T3	*	-0.828633	0.027812
T2 - T3	*	-0.3779	0.027812

* indica una diferencia significativa.

Anexo 3. Resultados estadísticos para ceniza

Resumen Estadístico para PORCENTAJE (%)

<i>CENIZA</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
T1	3	0.07	0.01	14.2857%	0.06	0.08	0.02
T2	3	0.11	0.04	36.3636%	0.07	0.15	0.08
T3	3	0.09	0.05	55.5556%	0.04	0.14	0.1
Total	9	0.09	0.0367423	40.8248%	0.04	0.15	0.11

<i>CENIZ</i>	<i>Sesgo</i>	<i>Curtosis</i>
<i>A</i>	<i>Estandarizado</i>	<i>Estandarizada</i>
T1	0	
T2	0	
T3	0	
Total	0.714286	-0.390968

Tabla ANOVA para PORCENTAJE (%) por CENIZA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.0024	2	0.0012	0.86	0.4705
Intra grupos	0.0084	6	0.0014		
Total (Corr.)	0.0108	8			

Pruebas de Múltiple Rangos para PORCENTAJE (%) por CENIZA

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>CENIZA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	3	0.07	X
T3	3	0.09	X
T2	3	0.11	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia +/- Límites</i>
T1 - T2	-0.04	0.0747546
T1 - T3	-0.02	0.0747546
T2 - T3	0.02	0.0747546

* indica una diferencia significativa.

Anexo 4. Resultados estadísticos para fibra

Resumen Estadístico para PORCENTAJE (%)

<i>FIBRA</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
T1	3	0.62	0.02	3.22581%	0.6	0.64	0.04
T2	3	0.96	0.04	4.16667%	0.92	1.0	0.08
T3	3	0.75	0.05	6.66667%	0.7	0.8	0.1
Total	9	0.77666	0.152315	19.6114%	0.6	1.0	0.4

7

FIBRA Sesgo Estandarizado Curtosis Estandarizada

T1	0	
T2	0	
T3	0	
Total	0.438781	-0.970815

Tabla ANOVA para PORCENTAJE (%) por FIBRA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.1766	2	0.0883	58.87	0.0001
Intra grupos	0.009	6	0.0015		
Total (Corr.)	0.1856	8			

Pruebas de Múltiple Rangos para PORCENTAJE (%) por FIBRA

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>FIBRA Caso Medi Grupos</i>			
	<i>s</i>	<i>a</i>	<i>Homogéneos</i>
T1	3	0.62	X
T3	3	0.75	X
T2	3	0.96	X

<i>Contras Sig. Diferenc +/-</i>			
<i>te</i>		<i>ia</i>	<i>Límites</i>
T1 - T2	*	-0.34	0.07737
			83
T1 - T3	*	-0.13	0.07737
			83
T2 - T3	*	0.21	0.07737
			83

* indica una diferencia significativa.

Anexo 5. Resultados estadísticos para grasa

Resumen Estadístico para PORCENTAJE (%)

<i>GRAS</i>	<i>Recuen</i>	<i>Promed</i>	<i>Desviación</i>	<i>Coeficiente de</i>	<i>Mínim</i>	<i>Máxim</i>	<i>Rang</i>
<i>A</i>	<i>to</i>	<i>io</i>	<i>Estándar</i>	<i>Variación</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	<i>o</i>
T1	3	0.18	0.02	11.1111%	0.16	0.2	0.04
T2	3	0.27	0.04	14.8148%	0.23	0.31	0.08
T3	3	0.22	0.05	22.7273%	0.17	0.27	0.1
Total	9	0.22333	0.0514782	23.0499%	0.16	0.31	0.15

3

<i>GRASA</i>	<i>Sesgo Estandarizado</i>	<i>Curtosis Estandarizada</i>
T1	0	
T2	0	
T3	0	
Total	0.511743	-0.605988

Tabla ANOVA para PORCENTAJE (%) por GRASA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.0122	2	0.0061	4.07	0.0765
Intra grupos	0.009	6	0.0015		
Total (Corr.)	0.0212	8			

Pruebas de Múltiple Rangos para PORCENTAJE (%) por GRASA

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>GRAS</i>	<i>Caso</i>	<i>Medi</i>	<i>Grupos</i>
<i>A</i>	<i>s</i>	<i>a</i>	<i>Homogéneos</i>
T1	3	0.18	X
T3	3	0.22	XX
T2	3	0.27	X

<i>Contras</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferenc</i>	<i>+/-</i>
<i>te</i>	<i>ia</i>	<i>Límites</i>	
T1 - T2	*	-0.09	0.07737
			83
T1 - T3		-0.04	0.07737
			83
T2 - T3		0.05	0.07737
			83

* indica una diferencia significativa.

Anexo 6. Resultados estadísticos para humedad

Resumen Estadístico para PORCENTAJE (%)

<i>HUMEDA</i>	<i>Recuen</i>	<i>Promed</i>	<i>Desviación</i>	<i>Coeficiente de</i>	<i>Mínim</i>	<i>Máxim</i>
<i>D</i>	<i>to</i>	<i>io</i>	<i>Estándar</i>	<i>Variación</i>	<i>o</i>	<i>o</i>
T1	3	98.04	0.02	0.0203998%	98.02	98.06
T2	3	96.26	0.04	0.0415541%	96.22	96.3
T3	3	96.57	0.05	0.0517759%	96.52	96.62
Total	9	96.9567	0.824197	0.850067%	96.22	98.06

<i>HUMEDA</i>	<i>Rang</i>	<i>Sesgo</i>	<i>Curtosis</i>
<i>D</i>	<i>o</i>	<i>Estandarizado</i>	<i>Estandarizada</i>
T1	0.04	-2.26086E-12	
T2	0.08	1.13043E-12	
T3	0.1	0	
Total	1.84	0.91989	-1.04866

Tabla ANOVA para PORCENTAJE (%) por HUMEDAD

<i>Fuente</i>	<i>Suma de</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
	<i>Cuadrados</i>		<i>Medio</i>		
Entre grupos	5.4254	2	2.7127	1808.47	0.0000
Intra grupos	0.009	6	0.0015		
Total (Corr.)	5.4344	8			

Pruebas de Múltiple Rangos para PORCENTAJE (%) por HUMEDAD

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>HUMEDA</i>	<i>Caso</i>	<i>Medi</i>	<i>Grupos</i>
<i>D</i>	<i>s</i>	<i>a</i>	<i>Homogéneos</i>
T2	3	96.26	X
T3	3	96.57	X
T1	3	98.04	X

<i>Contras</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferenc</i>	<i>+/-</i>
<i>te</i>	<i>ia</i>	<i>Límites</i>	
T1 - T2	*	1.78	0.07737
			83
T1 - T3	*	1.47	0.07737
			83
T2 - T3	*	-0.31	0.07737
			83

* indica una diferencia significativa.

Anexo 7. Resultados estadísticos para proteína

Resumen Estadístico para PORCENTAJE (%)

<i>PROTEÍNA</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
A	3	0.15	0.01	6.66667%	0.14	0.16
T1	3	0.32	0.02	6.25%	0.3	0.34
T2	3	0.27	0.05	18.5185%	0.22	0.32
T3	9	0.24666	0.0804674	32.6219%	0.14	0.34
Total						

7

<i>PROTEÍNA</i>	<i>Rango</i>	<i>Sesgo Estandarizado</i>	<i>Curtosis Estandarizada</i>
A	0.02	0	
T1	0.04	0	
T2	0.1	0	
T3	0.2	-0.385589	-1.17263
Total			

Tabla ANOVA para PORCENTAJE (%) por PROTEÍNA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.0458	2	0.0229	22.90	0.0016
Intra grupos	0.006	6	0.001		
Total (Corr.)	0.0518	8			

Pruebas de Múltiple Rangos para PORCENTAJE (%) por PROTEÍNA

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>PROTEÍN</i>	<i>Caso</i>	<i>Medi</i>	<i>Grupos</i>
<i>A</i>	<i>s</i>	<i>a</i>	<i>Homogéneos</i>
T1	3	0.15	X
T3	3	0.27	X
T2	3	0.32	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2	*	-0.17	0.0631792
T1 - T3	*	-0.12	0.0631792
T2 - T3		0.05	0.0631792

* indica una diferencia significativa.

Anexo 8. Resultados estadísticos para carbohidratos

Resumen Estadístico para PORCENTAJE (%)

CARBOHIDRAT	Recuen	Promed	Desviación	Coficiente de	Mínim
OS	to	io	Estándar	Variación	o
T1	3	1.56	0.03	1.92308%	1.53
T2	3	3.04	0.04	1.31579%	3.0
T3	3	2.85	0.05	1.75439%	2.8
Total	9	2.48333	0.698266	28.1181%	1.53

CARBOHIDRAT	Máxim	Rang	Sesgo	Curtosis
OS	o	o	Estandarizado	Estandarizada
T1	1.59	0.06	0	
T2	3.08	0.08	0	
T3	2.9	0.1	0	
Total	3.08	1.55	-0.977244	-1.04549

Tabla ANOVA para PORCENTAJE (%) por CARBOHIDRATOS

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3.8906	2	1.9453	1167.18	0.0000
Intra grupos	0.01	6	0.00166667		
Total (Corr.)	3.9006	8			

Pruebas de Múltiples Rangos para PORCENTAJE (%) por CARBOHIDRATOS

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>CARBOHIDRAT</i>	<i>Caso</i>	<i>Medi</i>	<i>Grupos</i>
OS	s	a	<i>Homogéneos</i>
T1	3	1.56	X
T3	3	2.85	X
T2	3	3.04	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2	*	-1.48	0.0815639
T1 - T3	*	-1.29	0.0815639
T2 - T3	*	0.19	0.0815639

* indica una diferencia significativa.



RESULTADOS

Cusco 02 de Junio 2022 ^{APQ1}

Solicitantes : Fanny Gabriela Casas Paz
 Tipo de Análisis : Determinación de Antioxidantes y compuestos Fenólicos Totales
 Método : DPPH y Folin Ciocalteu
 Tipo de Muestras : Bebida Funcional rotulados como T1, T2 y T3
 Cantidad de Muestra : 3 frascos de vidrio ámbar con 50 mL aprox. de cada uno
 Almacenamiento : 4 °C.

Antioxidantes

Condiciones de Análisis por Espectrofotómetro
 Equipo : Espectrofotómetro Génesis 20 Thermo Electrón
 Longitud de Onda : 517 nm
 Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm.
 Ecuación de la curva patrón : $y = 0.0393x + 0.0154$, $R^2 = 0.9977$
 Medición por Muestra : 3

Muestra	Repeticiones			Promedio
	1	2	3	CI 50 Trolox mg/ml
T1	6.770	6.891	6.814	6.8
T2	5.882	5.762	5.810	5.8
T3	4.849	4.804	4.760	4.8


Nota:

Los resultados obtenidos en la determinación de actividad antioxidante expresa el Coeficiente de Inhibición al 50% (CI₅₀ o IC₅₀) en miligramos equivalentes Trolox que están presente en un mL de muestra. Los valores bajos poseen mayor actividad antioxidante^{2,6}

Referencia

1. Brand-Williams W., M. Cuvelier and C. Berset; (1997) Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, Lebensm. Wiss. U. Technol. 28, 25-30.
2. Matuszewska, A., Jaszek, M., Stefaniuk, D., Ciszewski, T., & Matuszewski, Ł. (2018). Anticancer, antioxidant, and antibacterial activities of low molecular weight bioactive subfractions isolated from cultures of wood degrading fungus *Cerrena unicolor*. PLOS ONE, 13(6), e0197044. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197044>
3. Norul Liza A-Rahaman, Lee Suan Chua, Mohamad Roji Sarmidi, Ramlan Aziz (2013) Physicochemical and radical scavenging activities of honey samples from Malaysia Agricultural Sciences Vol.4, No.5B, 46-51.
4. Philip Molyneux 2004, The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity Songklanakarin J. Sci. Technol., 26(2) : 211-219.
5. Pugliese A.G, Francisco A. Tomas-Barberan, Pilar Truchado, Maria I. Genovese, Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of *Theobroma grandiflorum* (Cupuassu) Pulp and Seeds J Agric Food Chem. 2013 Mar 20;61(11):2720-8. doi: 10.1021/jf304349u.
6. Zhang, X., Yu, Y., Cen, Y., Yang, D., Qi, Z., Hou, Z., Han, S., Cai, Z., & Liu, K. (2018). Bivariate Correlation Analysis of the Chemometric Profiles of Chinese Wild *Salvia miltiorrhiza* Based on UPLC-Qq-MS and Antioxidant Activities. Molecules, 23(3), 538. <https://doi.org/10.3390/molecules23030538>




 Quipnico Jorge Choquenaira Pari
 Analista del Laboratorio de Cromatografía y
 Espectrometría – UNSAAC.
 CQP - 914



RESULTADOS
Compuestos Fenólicos Totales

Condiciones de Análisis por Espectrofotometro

Equipo : Espectrofotometro Genesis 20 Thermo Electron
Longitud de Onda : 765 nm
Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm
Ecuación de la curva patrón : $y = 0.0314x + 0.0045$, $R^2 = 0.9997$


Muestra	Repeticiones			Promedio
	1	2	3	EQ Acido Galico mg/mL
T1	1.9389	1.9134	1.9261	1.9
T2	2.3917	2.3790	2.3599	2.4
T3	2.7675	2.7420	2.7548	2.8

Nota: La cuantificación se basó utilizando un estándar, expresa los miligramos en equivalentes de Acido Galico que están presente en un mL de muestra.

Referencia

- Vernon L. Singleton, Rudolf Orthofer, Rosa M. Lamuela-Raventós 1999 Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent Methods in Enzymology Volume 299, 1999, Pages 152-178
- Pugliese A.G, Francisco A. Tomas-Barberan, Pilar Truchado, Maria I. Genovese, Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of Theobroma grandiflorum (Cupuassu) Pulp and Seeds J Agric Food Chem. 2013 Mar 20;61(11):2720-8. doi: 10.1021/jf304349u.
- Huang, R. T., Lu, Y. F., Inbaraj, B. S., & Chen, B. H. (2015). Determination of phenolic acids and flavonoids in *Rhinacanthus nasutus* (L.) kurz by high-performance-liquid-chromatography with photodiode-array detection and tandem mass spectrometry. Journal of Functional Foods, 12, 498-508. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.12.002>
- *Raphanus raphanistrum* L Sulu Ekstresinin Antioksidan Aktivitesi ve Total Fenolik İçerigi. (s. f.). Recuperado 17 de enero de 2019, de <http://www.turkjps.org/archives/archive-detail/article-preview/antoxdant-actvty-and-total-phenolc-content-of-aque/12445>




Químico. Jorge Chequenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría – UNSAAC.
CQP - 914



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0103-22-LAQ

SOLICITANTE : FANY GABRIELA CASAS PAZ
 PROYECTO TESIS : BEBIDA FUNCIONAL DE PAPAYA NATIVA CON CHIA
 EDULCORADA CON ESTEVIA
 MUESTRA : BEBIDA FUNCIONAL
 1.- TRATAMIENTO 1
 2.- TRATAMIENTO 2
 3.- TRATAMIENTO 3
 FECHA ANALISIS : C/01/06/2022

=====

ANALISIS FISICOQUIMICO PROXIMAL

=====

	R11	R12	R13	R21	R22	R23	R31	R32	R33
Humedad %	98.04	96.26	96.57	98.06	96.30	96.62	98.02	96.22	96.52
Proteina %	0.15	0.32	0.27	0.16	0.34	0.32	0.14	0.30	0.22
Grasa %	0.18	0.27	0.22	0.20	0.31	0.27	0.16	0.23	0.17
Ceniza %	0.07	0.11	0.09	0.08	0.15	0.14	0.06	0.07	0.04
Fibra %	0.62	0.96	0.75	0.64	1.00	0.80	0.60	0.92	0.70
Carbohidratos %	1.56	3.04	2.85	1.59	3.08	2.90	1.53	3.00	2.80

Métodos: AOAC 964.22, AOAC 955.04, AOAC 920.39, AOAC 942.05
 AOAC 962.09.

Cusco, 09 de Junio 2022



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
 Unidad de Prestación de Servicios Analíticos

[Signature]
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO
 DE ANALISIS QUIMICO

TOMA FOTOGRÁFICA DE PREPARACIÓN DE BEBIDA FUNCIONAL





TOMA FOTOGRÁFICA DE BEBIDA FUNCIONAL EN FRASCO

