

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



**CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA, FENOLES TOTALES, CAPACIDAD
ANTIOXIDANTE Y DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN INFUSIONES
HERBALES AROMATIZADO CON CÁSCARA DE FRUTAS**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por:

AGUIRRE SANTIAGO BRAYAN DEIVIS

Tingo María - Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Carretera Central Km. 1.21. Teléfono (062) 561385
Apartado Postal 156 Tingo María E.mail: fiiia@unas.edu.pe

"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 010-2023

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 1 de setiembre del 2023, a horas 6:00 p.m., en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, para calificar la tesis presentada por el Bach. **BRAYAN DEIVIS AGUIRRE SANTIAGO**, titulada:

"CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA, FENOLES TOTALES, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN INFUSIONES HERBALES AROMATIZADO CON CÁSCARA DE FRUTAS "

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran *...Aprobado...* con el calificativo de *...muy bueno...*; en consecuencia, la sustentante, queda apto para obtener el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias**, de conformidad con el artículo 45° numeral 45.2, de la Ley Universitaria 30220; los artículos 132 inciso "k" y 135 inciso "f" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 1 de setiembre del 2023


M.Sc. José Antonio Blas Matienzo
Presidente


M.Sc. Raida Lourdes Matos Bustamante
Miembro


M.Sc. Nancy Nery Contreras Gutiérrez
Miembro


M.Sc. Lauriano Antonio Zavaleta De la Cruz
Asesor


Dra. Elizabeth Susana Ordoñez Gómez
Asesora



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS
Correo: repositorio@unas.edu.pe



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 049 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

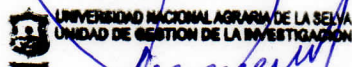
Ingeniería en Industrias Alimentarias

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA, FENOLES TOTALES, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN INFUSIONES HERBALES AROMATIZADO CON CÁSCARA DE FRUTAS	AGUIRRE SANTIAGO BRAYAN DEIVIS	18 % Dieciocho

Tingo María, 07 de febrero de 2025



Dr. Tomas Menacho Mallqui

C.C. Archivo

VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL
TITULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE
Y TESISISTA

(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)

I. Datos Generales de Pregrado

Universidad	:	Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Facultad	:	Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias.
Título de tesis	:	Caracterización fitoquímica, fenoles totales, capacidad antioxidante y determinación de metales pesados en infusiones herbales aromatizado con cáscara de frutas.
Autor	:	Aguirre Santiago, Brayan Deivis
Asesor de tesis	:	M. Sc. Zavaleta de la Cruz, Lauriano Antonio Dr. Ordoñez Gómez, Elizabeth Susana
Escuela Profesional	:	Ingeniería en Industrias Alimentarias.
Área de investigación	:	Ciencia de Alimentos
Grupo de investigación	:	Ciencias Químicas - CQ
Línea de investigación	:	Química pura y aplicada
Lugar de ejecución	:	Tingo María -Huánuco.
Duración	:	Inicio : Abril 2021 Término : Abril 2022
Financiamiento	:	FEDU : S/0.00 Propio : S/4272.10

Tingo María, Perú, Febrero 2025.

Aguirre Santiago, Brayan Deivis
Tesisista

M. Sc. Zavaleta de la Cruz, Lauriano
Asesor

Dr. Ordoñez Gómez, Elizabeth Susana
Asesor

DEDICATORIA

A Dios:

Por darme la fuerza necesaria para culminar mi educación y carrera profesional.

A mi madre:

Marivel Santiago Claudio, por acompañarme en cada paso que doy en la búsqueda de ser mejor persona y profesional.

A mis abuelos:

Esteban Santiago Ponce y Celsa Claudio Lino, agradecerles por sus consejos constantes que me ayudaron a alcanzar mi desarrollo en mi carrera profesional.

A mis hermanos:

Jaime Ventura Naupay y Maria Estefany Aguirre Santiago, por todo su apoyo incondicional, espero les sirva de ejemplo de que todo se puede lograr.

AGRADECIMIENTOS

- A mi familia, les agradezco profundamente su amor incondicional y apoyo constante.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por brindarme la oportunidad de crecer académica y profesionalmente.
- A la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, especialmente a mis docentes por sus enseñanzas y consejos necesarios para mi desempeño profesional.
- A mis asesores M. Sc. Zavaleta de la Cruz, Lauriano y Dra. Ordoñez Gómez, Susana Elizabeth, agradezco por el respaldo, apoyo y disposición que fueron esenciales para la culminación de esta tesis.
- A los miembros del jurado, M Sc. José Antonio Blas Matienzo; M.Sc. Raida Lourdes Matos Bustamante y M.Sc. Nancy Nery Contreras Gutierrez agradezco por su apoyo, y aporte durante la investigación desarrollada.
- A la Ing. León Arévalo, Aurelia Isabel, Ing. Reátegui Díaz, Darlym y técnico Melgarejo Celedonio, Yacha agradezco el respaldo, conocimiento y amistad brindado durante la ejecución de mi tesis.
- A mi segunda familia Portilla Carbajal, Ferbaldo, Mila, Chavez Baldoceca, Portilla Chavez, Luis Fernando, Portilla Chavez Libby Donna y por su apoyo y motivación durante mi etapa universitaria.
- A mis amigos Charles, Khevin, Freddy, Osmar, Jhuvely, Alexander, Enrique y Enciso por su amistad, apoyo y motivación durante mis estudios universitarios.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	2
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes del estudio	3
2.2. Aspectos generales de la planta de té	4
2.2.1. Definición	4
2.2.2. Taxonomía	4
2.2.3. Definición y propiedades funcionales del té verde	4
2.3. Aspectos generales de la hoja de guanábana	5
2.3.1. Definición:	5
2.3.2. Taxonomía	6
2.3.3. Propiedades funcionales de la hoja de guanábana	6
2.4. Aspectos generales de la hoja de achiote	6
2.4.1. Definición	6
2.4.2. Taxonomía	7
2.4.3. Propiedades funcionales de la hoja de achiote	7
2.5. Aspectos generales de cáscara de camu camu	7
2.5.1 Definición	7
2.5.2. Taxonomía	8
2.5.3. Propiedades funcionales de la cáscara de camu camu	8
2.6. Aspectos generales de cáscara de toronja	9
2.6.1 Definición	9
2.6.2. Taxonomía	9
2.6.3. Propiedades funcionales de la cáscara de toronja	9
2.7. Aspectos generales de infusión	10
2.7.1. Definición	10
2.7.2. Métodos de extracción	11

2.7.3. Preparación de la infusión -----	11
2.7.4. Normativa de infusión -----	11
2.8. Generalidades de compuestos bioactivos, fenoles totales y capacidad antioxidante -----	12
2.8.1. Matriz alimentaria -----	12
2.8.2 Compuesto bioactivos, fenoles totales, radicales libres y capacidad antioxidante -	13
2.9. Microelementos -----	14
2.9.1. Definición -----	14
2.9.2. Conceptos del Cobre, Hierro y Zinc -----	15
2.9.3. Metales pesados -----	16
III. MATERIALES Y METODOS -----	17
3.1. Lugar de ejecución -----	17
3.2. Muestras -----	17
3.3. Equipos, materiales y reactivos -----	18
3.3.1. Equipos -----	18
3.3.2. Materiales -----	19
3.3.3. Reactivos -----	19
3.4. Métodos de análisis -----	19
3.5. Metodología experimental -----	20
3.5.1. Acondicionamiento de la muestra -----	20
3.5.2. Preparación de las muestras -----	21
3.5.3. Tamizaje Fitoquímico de las muestras -----	21
3.5.4. Determinación de fenoles totales en muestra e infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja. -----	23
3.5.5. Determinación de la capacidad antioxidante en las infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja. -----	24
3.5.6. Determinación de microelementos Fe, Zn, Cu, Pb, Cd en infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja. -----	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	27

4.1. Tamizaje fitoquímico de las infusiones-----	27
4.2. Determinación de fenoles totales en muestras e infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja. -----	29
4.2.1. Cuantificación de fenoles totales en la muestra-----	30
4.2.2. Cuantificación de fenoles totales en la infusión -----	33
4.3. Determinación de la capacidad antioxidante en las infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja. -----	34
4.3.1. Capacidad de inhibir el radical libre 1,1 diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) en la infusión-----	34
4.3.2. Capacidad de inhibir el radical libre 2,2-azinobis-3-etilbenzothiazolino-6ácido sulfónico (ABTS) en la infusión -----	36
4.4. Determinación de microelementos Fe, Zn, Cu, Pb y Cd en infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja. -----	39
V. CONCLUSIÓN-----	43
VI. PROPUESTAS A FUTURO -----	44
VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA -----	45
ANEXOS-----	60

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Contenido de catequinas (EGCG) según su presentación.-----	5
2. Características fisicoquímicas del fruto de camu camu -----	8
3. Requisitos de la norma técnica del té -----	12
4. Efectos protectores de los compuestos bioactivos de las plantas -----	13
5. Ingesta diaria tolerable para el consumo humano-----	15
6. Cantidades recomendadas de Hierro y Zinc por edad -----	16
7. Formulación de las mezclas en porcentaje para las infusiones-----	21
8. Proporciones para la curva de calibración de los microelemento-----	26
9. Parámetros de longitud de onda, curva de calibración y coeficiente de correlación de los estándares -----	26
10.Resultados del Tamizaje fitoquímico de las infusiones -----	27
11.Caracterización del tamizaje fitoquímico en las infusiones que presentaron presencia positiva-----	29
12.Resultado de fenoles totales en la muestra e infusión de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja -----	31
13.Resultados de la capacidad antioxidante para inhibir DPPH•+ y ABTS•+ en la infusión de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja. -----	38
14.Resultados de los microelementos en las infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja. -----	41

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Hojas de <i>Camellia sinensis</i> L (A), <i>Annona muricata</i> L (B) y <i>Bixa orellana</i> L (C)-----	17
2. <i>Citrus paradisi</i> L (D) y <i>Myrciaria dubia</i> H.B.K-----	18
3. Representación de fenoles totales en la muestra-----	33
4. Representación de fenoles totales en la infusión -----	34
5. Representación de la capacidad antioxidante para inhibir DPPH•+ y ABTS•+ en la infusión -----	39

RESUMEN

Diariamente hay más de 13 millones de consumidores de té; las hojas de achiote y guanábana están dentro de las 30 000 plantas conocidas por sus compuestos bioactivos; planteándose estudiar el tamizaje fitoquímico, fenoles totales, capacidad antioxidante y microelementos de las infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote aromatizado con cáscaras de camu camu y toronja. Se realizó infusiones a base de hojas de té verde, guanábana y achiote sin y con mezclas de cáscaras de camu camu y toronja entre 5 a 25% y fueron analizados el tamizaje fitoquímico, fenoles totales, capacidad antioxidante y metales pesados. Según el tamizaje fitoquímico de las doce infusiones se identificó la presencia de flavonoides, fenoles totales, saponinas y azúcares reductores; las infusiones con mezclas IT1 (TV 75%, CC 13%, CT 12%) y IT9 (HA 95%, CC 3%, CT 2%) presentaron mayor contenido en fenoles totales (80,47±0,61 mg EAG/100mL) (65,52±0,71 mg EAG/100mL), capacidad antioxidante en DPPH•+ y ABTS•+ (1,74±0,01mmol ET/100 mL; 1,42±0,021mmol ET/100mL) (1,54±0,01mmol ET/100 mL; 1,08±0,02mmol ET/100 mL) respecto a sus hojas puras; mientras que la infusión IT11 (HG 100%) (59,43±0,94 mg EAG/100 mL; 1,49±0,01mmol ET/100 mL; 1,07±0,01mmol ET/100 mL) fue mayor comparado a sus mezclas en fenoles totales, capacidad antioxidante en DPPH•+ y ABTS•+ respectivamente; los mayores contenidos de Zn lo presentó las infusiones puras IT10, IT11, y IT12 y de Fe en todas sus mezclas; para el caso de Pb y Cd no superaron la ingesta semanal tolerable establecido por la OMS y EFSA.

Palabras clave: Sustancia, fitoquímico, Infusión, Compuesto bioquímico, Compuesto químico.

ABSTRACT

Daily, there are more than thirteen million tea consumers; annatto and soursop leaves are among 30,000 plants that are known for their bioactive compounds; proposing a study of the phytochemical screening, total phenols, antioxidant capacity, and micro elements of the infusions from the green tea, soursop and annatto leaves flavored with camu camu and grapefruit rinds. Infusions were created from a base of green tea, soursop and annatto leaves, with and without mixes of camu camu and grapefruit rinds from 5 and 25%, and were analyzed for the phytochemical screening, total polyphenols, antioxidant capacity, and heavy metals. According to the phytochemical screening of the twelve infusions, the presence of flavonoids, total phenols, saponins, and sugar reducers were identified; the infusions with mixes IT1 (TV 75%, CC 13%, CT 12%) and IT9 (HA 95%, CC 3%, CT 2%) presented the greatest total phenol content (80.47 ± 0.61 mg EAG/100mL) (65.52 ± 0.71 mg EAG/100mL), antioxidant capacity against DPPH⁺ and ABTS⁺ (1.74 ± 0.01 mmol ET/100 mL; 1.42 ± 0.021 mmol ET/100mL) (1.54 ± 0.01 mmol ET/100 mL; 1.08 ± 0.02 mmol ET/100 mL), with respect to the pure leaves; meanwhile, the IT11 infusion (HG 100%) (59.43 ± 0.94 mg EAG/100 mL; 1.49 ± 0.01 mmol ET/100 mL; 1.07 ± 0.01 mmol ET/100 mL) was greater, in comparison to the mixes, for the total phenols, [and] antioxidant capacity against DPPH⁺ and ABTS⁺, respectively; the greatest Zn contents were presented from the IT10, IT11 and IT12 pure infusions, and of Fe, in all of the mixes; for the case of the Pb and Cd, they did not surpassed the tolerable weekly intake established by the WHO and EFSA.

Keywords: substance, phytochemicals, infusion, biochemical compound, chemical compou

I. INTRODUCCIÓN

El té es la infusión de mayor consumo en todo el mundo, junto al café son el principal producto de la vida diaria (Nurmilah y Utama, 2022), diariamente hay más de 13 millones de consumidores en todo el mundo (Spizzirri et al., 2019), se clasifica como *Camellia sinensis* y no *Camellia sinensis* (tés de hierbas) (Malongane et al., 2017). El instituto nacional de investigaciones sobre el cáncer ha diagnosticado más de 30 000 hierbas con potencial anticancerígeno (Farzaneh, y Carvalho, 2015), cada vez más, el interés y la aceptación de las infusiones de hierbas ha avanzado, debido a sus propiedades bioactivas y vínculos potenciales con la salud (Etheridge y Derbyshire, 2022), está ganando popularidad debido al hecho de que muchas son una buena fuentes de compuestos bioactivos como carotenoides, compuestos fenólicos, cumarinas, flavonoides, poliacetilenos y terpenoides en la dieta humana (Chandrasekara y Shahidi, 2018).

El distrito de Hermilio Valdizan ubicado en la provincia de Leocion Prado - Huánuco cuya altitud oscila entre los 1000 a 1700 m.s.n.m. cumple las condiciones climáticas para la producción de té verde, guanábana y achiote (Nair, 2010). Las hojas té verde (*Camellia sinensis* L.), guanábana (*Annona muricata* L) y achiote (*Bixa Orellana* L) son importantes fuentes medicinales y sus infusiones son la forma más consumidas (Yaman, 2020), debido al avance de la innovación estas plantas tienen un buen valor comercial para la elaboración de bebidas o infusiones (Etheridge y Derbyshire, 2022). La hoja té verde es una hierba famosa y ampliamente utilizada en la medicina, varios estudios han revelado sus beneficios para la salud previniendo enfermedades (Saeed et al., 2017), de igual manera las hojas de achiote han demostrado tener poder antibacteriano (Medina-Flores et al., 2016) y en hojas guanábana se encontró que poseen valores medicinales y propiedades anticancerígenas (Sanusi y Abu, 2018).

Las cáscaras de camu camu y toronja pueden ser utilizada en la elaboración de filtrantes con mezclas de té de hierbas dándole un valor agregado a estos subproductos, debido a que son consideradas como un residuo no aprovechable en los procesos agroindustriales (Rincón et al., 2005) y causan contaminación al medio ambiente (Al-Juhaimi, 2014). La cáscara de toronja es una rica fuente natural de metabolitos secundarios con actividad antioxidante (Rafiq et al., 2016), así mismo la piel de camu camu posee más compuestos fenólicos que la misma semilla y la pulpa (Arellano et al., 2016); recientemente, se afirmó que los fitoquímicos del té de hierbas tienen un potencial sinérgico (Malongane et al., 2017), estas interacciones sinérgicas del té con estas cáscaras en términos de actividades biológicas serán beneficioso para la salud de los humanos, mejorando la aceptación del consumidor y el valor económico, ya que actualmente

una economía circular es un sistema de valorización de los recursos que permitan que éstos regresen a la naturaleza sin dañar el medio ambiente (Fombuena y Domínguez, 2020). Por lo expuesto se busca elaborar una mezcla entre las hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja que le permita ser una bebida funcional y aceptable por el consumidor; los objetivos planteados fueron:

Objetivos generales

- Caracterización fitoquímica, fenoles totales, capacidad antioxidante y microelementos de las infusiones herbales de hojas de té verde, guanábana y achiote aromatizado con cáscaras de camu camu y toronja.

Objetivos específicos

- Determinar la caracterización mediante el análisis fitoquímico de las infusiones herbales de hoja de té verde, guanábana y achiote aromatizado con cáscaras de Camu camu y Toronja.
- Determinar los fenoles totales y analizar la capacidad antioxidante por medio de las pruebas DPPH^{o+} (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) y ABTS^{o+} (2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolino -6-ácido sulfónico) de las infusiones herbales de hoja de té verde, guanábana y achiote aromatizado con cáscaras de Camu camu y Toronja.
- Determinar los microelementos hierro (Fe), zinc (Zn), cobre (Cu), plomo (Pb) y cadmio (Cd) de las infusiones herbales de la hoja de té verde, guanábana y achiote aromatizado con cáscara de Camu camu y Toronja.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Antecedentes del estudio

Almajano et al. (2008) en su trabajo referido a la actividad antioxidante y antimicrobiana de mezclas de infusiones evaluó fenoles totales, capacidad antioxidante y actividad antiinflamatoria de las infusiones comerciales de *Mentha piperita* L. (hierbabuena) , *Cymbopogon citratos*. (limón), *Matricaria chamomilla* L (manzanilla), *Heterotheca inuloides* (árnica) y *Peumus boldus* M (boldo) adquirido en un mercado en el 2009, los fenoles totales y capacidad antioxidante se estudiaron por técnicas espectrofotométricas; los compuestos fenólicos fueron identificado y cuantificados por HPLC; finalmente concluyo que la infusión de *Peumus boldus* M presentó el mayor contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante seguida de la *Mentha piperita* L; los resultados sugieren que las infusiones de hierbabuena y boldo propiedades bioactivas vinculados a la salud.

De igual manera OH *et al.* (2013) en su trabajo referido a las actividades antioxidantes y antimicrobianas de varios tés de hierbas de hoja evaluó la actividad antimicrobiana, capacidad antioxidante de varios extractos de té de hierbas frondosas (LHT), incluyendo rooibos, té verde, té negro, romero, limoncillo, hoja de morera, hoja de bambú, hoja de loto, menta, hoja de caqui y mate, las muestras se extrajeron con 80 °C de agua y 20 °C de etanol, se evaluó su capacidad antioxidante, contenido fenólico total (TPC), el extracto de etanol de té verde mostró mejor actividad antioxidante en todos los ensayos, los extractos de agua de té verde, té negro y extractos de etanol de hojas de romero, mate y caqui también exhibieron considerable potencial antioxidante; en consecuencia, los extractos de etanol de té verde tenían más propiedades antioxidantes y antimicrobianas, sugiriendo su posible aplicación como ingrediente funcional promotor de la salud o conservante natural en los alimentos; por el método de HPLC se investigaron los flavonoides, quercetina, kaempferol y miricetina donde se identifocarn en té negro, verde y en infusión de manzanilla; las actividades antimicrobianas fueron mayores en las infusiones del té negro, manzanilla, hierba limón , mate y del hinojo, mientras que las infusiones herbarias presentaron actividades menores. Los resultados de esta investigación demostraron que las infusiones evaluadas presentan compuestos bioactivos con actividad antioxidante *in vitro*.

2.2. Aspectos generales de la planta de té

2.2.1. Definición

El té (*Camellia sinensis*) pertenece a la familia Theaceae es originario de países asiáticos, africanos, latinoamericanos y oceánicos (Kato et al., 2015), los árboles alcanzan hasta 10 m de altura si no se podan, se dividen en tres tipos de tés cultivados: el tipo China (*Camellia sinensis*), el tipo Assam (*Camellia assamica*) y el tipo Cambod considerado como una subespecie (Camargo et al., 2016). El tamaño de las hojas varía en las diferentes variedades de té, con una longitud que va desde 3,8 a 25 cm, pueden ser dentadas, rígidas bulladas, lisas o fofas y cuando llega la temporada de cosecha se toma la yema y dos hojas más jóvenes para té verde (Mukherjee et al., 2018). Sus diversos usos a través de las técnicas de siembra, cosecha y procesamiento hacen una amplia gama de tés y productos de té (Nair, 2010).

2.2.2. Taxonomía

Wang et al. (2022) indica que la taxonomía de la planta de té es:

Reino: Plantae

División: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Ericales

Familia: Theaceae

Género: *Camellia* L

Especie: *Camellia sinensis* L.

2.2.3. Definición y propiedades funcionales del té verde

El té verde se obtiene de las hojas de *Camellia sinensis*, pertenece a la familia de las teáceas y es considerado entre las bebidas más consumidas (Shrivastava et al., 2018), es un té ligeramente procesado que no se fermenta en absoluto y se consume ampliamente en China y Japón y es considerado como medicina casera desde tiempos inmemoriales (Sen et al., 2020); actualmente el consumo de té verde se ha extendido hasta los países occidentales que incluso lo utilizan como ingrediente funcional (Pastoriza et al., 2018).

Según Liu et al. (2021) el té verde aporta beneficios para la salud humana, como promover el gasto calórico, reducir el riesgo de enfermedades crónicas, reducir la grasa corporal, prevenir el cáncer, aumentar la sensibilidad a la insulina, disminuir el riesgo de contraer la enfermedad de alzheimer y otras enfermedades neurodegenerativas y aumentar la fertilidad. Contiene compuestos como polifenoles, alcaloides, polisacáridos pigmentos, aminoácidos libres y

saponinas (Tang et al.,2019), también contienen catequinas que son responsables de su actividad biológica potencialmente relevante para la prevención de enfermedades (Xiao et al., 2019). Los flavonoides que presenta son los flavanoles como quercetina, kaempferol, miricetina y las principales clases de polifenoles incluyen a los flavonoide, ácidos fenólicos, y lignanos (Xiao et al., 2019), así mismo, contiene oligoelementos esenciales que desempeñan una funcion en la homeostasis iónica del sistema fisiológico como Ca, Na, K, Mg y Mn que están presentes a nivel de g/kg, mientras que Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn están presentes a nivel de mg/kg (Lambert y Yang, 2003), para Farhan (2022) la cantidad de EGCG varía según su presentación (Tabla 1).

Tabla 1. Contenido de catequinas (EGCG) según su presentación.

Presentación	Contenido
Té verde	4,62 mg/100mL
Té verde (hojas seca molida sueltas)	56,5 – 205,0 mg/g
Té verde (hojas seca molida en bolsa)	54,3 -153,0 mg /g
Té verde (infusión)	117- 442 mg/L

Fuente: Farhan, (2022)

2.3. Aspectos generales de la hoja de guanábana

2.3.1. Definición:

La guanábana es una fruta tropical perteneciente a la familia *Annonaceae*, originaria de países tropicales principalmente en las Bahamas, Bermudas, Cuba, República Dominicana, Granada, México, Costa Rica, San Vicente, Puerto Rico, Colombia, Venezuela, Ecuador y Brasil (Santos et al., 2023), es un producto exótico que actualmente se está abriendo camino en los mercados comerciales donde abarca unos 130 géneros y 2300 especies, conocido como guayabano en las Filipinas, guanábana en España, corossol epineux en Francia, sirsak en Indonesia y graviola en Brasil (Coria-Téllez et al.,2018). El árbol de guanábana mide alrededor de 8 a 10 m de altura, los tallos son ásperos y redondeados con coloración de nuez marrón, las hojas son ovaladas cilíndricas con pecíolos cortos, miden entre 14 a 16 cm de longitud y entre 5 a 7 cm de ancho, sus flores son de 3,2 a 3,8 cm de longitud las cuales se abren en las primeras horas (Sanusi et al., 2018).

2.3.2. Taxonomía

Abdul et al. (2022) indica que la taxonomía de la planta de guanábana:

Reino: Plantae

División: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Magnoliales

Familia: Annonaceae

Género: *Annona* L

Especie: *Annona muricata* L

2.3.3. Propiedades funcionales de la hoja de guanábana

Según Oyedeji et al. (2015) la guanábana es una planta medicinal cuyas partes, como las hojas, corteza, raíces, frutos y semillas que se utilizan como remedios naturales para una variedad de enfermedades, las hojas en términos de potencial industrial y comercialización poseen altos valores medicinales y propiedades anticancerígenas (Anuragi et al., 2016). Las hojas de guanábana se consumen tradicionalmente en infusión en la medicina popular como agente anticancerígeno, analgésico, antiespasmódico, también contienen calcio, potasio, hierro, vitaminas A, B y C, lípidos, ácido esteárico, ácido gentísico y anomuricina A, B, C y E (Innocent y Onukwugha, 2019). Los fito constituyentes que están presentes en las hojas son las acetogeninas anonáceas, lactonas, alcaloides, isoquinolina, taninos, cumarinas terpenoides, polisacáridos, flavonoides, glucósidos y carotenoides (Perez et al., 2017).

2.4. Aspectos generales de la hoja de achiote

2.4.1. Definición

Las bixáceas son una familia de varias plantas medicinales alrededor de 15 géneros y más de 200 especies como los *Heliocarpus*, *Cochlospermum*, *Ochroma*, *Ellipanthus*, *Gyrocarpus* *Dicella*, *Bixopsis*, y *Bixa* (Valarezo et al., 2023). La *Bixa orellana* L. es una especie nativa de las Américas tropicales con centro de origen en la Amazonía brasileña, conocida comúnmente como achiote (annatto), esta especie es muy versátil con una gran variedad de usos y aplicaciones de sus hojas, frutos y semillas (Gomes -Pacheco et al., 2019). Es un árbol pequeño, generalmente de menos de 6 m que alcanza hasta 8 m, con un diámetro de 15 a 20 cm en la base del tallo, copa ancha y abundantemente ramificado, los frutos son cápsulas ovaladas y aplanadas, ovaladas, elipsoidales hemisféricas o cónicas, que contienen numerosas semillas, rodeadas por una pulpa rojiza Bixin que es el pigmento presente en mayor

concentración en las semillas, que representa más del 80% del total de carotenoides (Stringheta *et al.*, 2018).

2.4.2. Taxonomía

Raddatz *et al.* (2017) indica que la taxonomía de la planta de achiote es:

Reino: Plantae

División: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales

Familia: Bixaceae

Género: *Bixa* L

Especie: *Bixa Orellana* L.

2.4.3. Propiedades funcionales de la hoja de achiote

Las hojas del annatto es empleado en el sistema médico tradicional para la prevención y el tratamiento de una gran cantidad de trastornos de la salud. como estreñimiento, fiebre, gonorrea, acidez estomacal, asma, sarna, úlceras, diarrea, malestar estomacal, enfermedades de la piel, sarampión, diabetes, alergia, lepra, enfermedades infecciosas, quemaduras, sarampión, diarrea, problemas de piel, asma, angina, tumores e infecciones urinarias (Taham *et al.*, 2016). Se han identificado 35 componentes fitoquímicos en las hojas como los flavonoides, flavonas, antocianidinas y sesquiterpenlactonas, vitaminas (A, B, y C), carotenoides (bixina, norbixina, orelina, β -caroteno, criptoxantina, metilbixina, zeaxantina, luteína, ácido tomentósico), proteínas, azúcares, celulosa, grasas, calcio, fierro, fósforo y diterpenos (farnesilacetona, geraniol, geranil formato, alcaloides, ácido gálico y ácido alfitólico) (Hilario *et al.*, 2014).

2.5. Aspectos generales de cáscara de camu camu

2.5.1 Definición

Sus nombres comunes son camu-camu, arazá de agua, cacari, guayabo o guayabito, se desarrolla en las orillas de ríos y lagos (Avila-Sosa *et al.*, 2019). La alta concentración de fenoles y vitamina C contribuye al alto poder antioxidante que aportan beneficios para la salud (Santos *et al.*, 2022). Mercados internacionales mencionan que la importancia está en que sus frutos presentan altos contenidos de ácido ascórbico (Vitamina C), alcanzando los 3000 mg por 100g de pulpa, equivalente a casi 30 veces el de la pulpa de los cítricos mas preferidos por el

consumido como la naranja, limón y mandarin, además de otros compuestos fenólicos con actividad antioxidante (Imán *et al.*, 2011).

2.5.2. Taxonomía

Neves et al. (2015) indica que la taxonomía del camu camu es:

Reino: Vegetal

División: Fanerogama

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Dicotiledoneae

Sección: Calciflora

Orden: Myrtales

Familia: Myrtaceae

Género: Myrciaria

Especie: *Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh

2.5.3. Propiedades funcionales de la cáscara de camu camu

Las semillas y la piel constituyen entre el 40 y 50 % del peso del fruto, la pulpa presenta compuestos de interés nutricional y funcional, en cambio se ha reportado que las cáscaras contienen mayores concentraciones de antocianinas y β -caroteno lo que demuestra la importancia de su consumo y aprovechamiento (Azevedo et al., 2018). El análisis químico por HPLC identificó la presencia de catequina, cianidina 3-glucósido, delphinidina 3-glucósido, rutina y ácido elágico, también estaban presentes otros compuestos fenólicos, como flavan-3-ol, flavonol, flavanona y derivados del ácido elágico (Chirinos et al., 2010), además presenta otros componentes (Tabla 1) (Arellano et al., 2016).

Tabla 2. Características fisicoquímicas del fruto de camu camu

Parámetro	Maduro	
	Cáscara	Pulpa
Humedad (%)	93,64	94,51
Cenizas (%)	0,1	0,06
Proteínas (%)	0,55	0,55
Carbohidratos (%)	5,67	4,28
Grasas (%)	0,04	0,06
Flavonoides (mg/100g)	8,5	6,7
Antocianinas (mg/100g)	2,6	1,3
Ácido ascórbico (mg/100g)	287,2	1138

Fuente: NTP -NA.0085.2011 y Arellano *et al* 2016.

2.6. Aspectos generales de cáscara de toronja

2.6.1 Definición

La toronja (*Citrus paradisi*) es un árbol de perenifolium de 5–6 m de altura, con hojas ovaladas, alternas y finamente dentadas y un fruto de 15 cm de diámetro, es el resultado de un cruce natural entre el pomelo dulce (*Citrus máxima* Burm) con una naranja dulce (*Citrus sinensis*) (Castro y García, 2016); se cree que se originó en las Indias Occidentales, es una fruta tropical híbrida que se clasifican según el color de su pulpa de blanco a rojo, el pomelo rojo llama la atención por su color característico y ocupa el tercer lugar en la lista de alimentos con mayor contenido en licopeno (Aydeniz y Guneser, 2020).

2.6.2. Taxonomía

Enríquez et al. (2017) indica que la taxonomía de la toronja es:

Reino: Plantae

Filo: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Sapindales

Familia: Rutaceae

Género: Citrus

Especie: *Citrus paradisi* Macfad

2.6.3. Propiedades funcionales de la cáscara de toronja

Las cáscaras de toronja se utilizan para la extracción de aceite esencial y su producción mundial alcanza alrededor de 200 toneladas (Khalid et al.,2020); es obtenido de la cáscara, presenta en compuestos volátiles que confieren aroma, por lo que tienen muchas aplicaciones en la industria alimentaria y otros campos como la cosmetología, aromaterapia, y perfumería (Soto et al.,2013). La cáscara está constituida por un gran número de compuestos que se clasifican en terpenos, sesquiterpenos, hidrocarburos, alcoholes, aldehídos, ésteres, óxidos. Los terpenos son los compuestos prevalentes como limoneno, mirceno, citral y terpina que constituyen aproximadamente el 80% de la cáscara, además posee un alto contenido de aceites esencial que alcanza el 36,5% (Cristóbal-Luna et al., 2018). Tienen numerosos beneficios potenciales, como una mejor salud cardíaca, un menor riesgo de ciertos tipos de cáncer, una mejor salud digestiva y una mejor función del sistema inmunológico (Stabrauskiene et al., 2023).

2.7. Aspectos generales de infusión

2.7.1. Definición

Es una bebida muy popular no solo por su sabor, sino que durante mucho tiempo es utilizado en la medicina tradicional debido a los muchos beneficios para la salud que poseen, lo que las hace sumamente importantes en la producción de bebidas funcionales (Fang et al., 2019). Las infusión más consumida es el té y de las infusiones herbales son la manzanilla (*Matricaria chamomilla* L.), jengibre (*Zingiber officinale* R.), melisa (*Melissa officinalis* L.), hierbabuena (*Mentha × piperita* L.), menta verde (*Mentha spicata* L.) y té de rosa mosqueta (*Rosa canina* L.) (Etheridge y Derbyshire, 2020), debido a que las infusiones y bebidas a base de plantas no contienen metales pesados nocivos, como mercurio, plomo, cadmio y arsénico, aparte se consideran bebidas funcionales seguros y se espera que su mercado crezca en el futuro (Thiagarajah et al., 2019), la diferencia entre infusión e infusiones herbales se detalla a continuación:

Infusión: Es una bebida obtenida a partir de la planta *camellia sinensis* L. a las cuales se les vierte o introduce agua a una temperatura mayor al ambiente, pero sin llegar a hervir, entre las más comunes tenemos al café y té (Fang et al., 2019).

Infusión herbal: Las hierbas son principalmente consumidas en forma de té, es una infusión de hierbas secas en agua caliente, elaborada a partir de hojas, flores, semillas, frutos, raíces y especies de plantas (Aoshima et al., 2007), son ampliamente conocidos por contener una variedad de fitoquímicos activos con propiedades biológicas que contribuyen a disminuir el

riesgo de enfermedades crónicas como alergias, insomnio, dolores de cabeza, ansiedad, trastornos intestinales y depresión (Oh et al., 2013).

2.7.2. Métodos de extracción

Se pueden usar diferentes métodos para la extracción de compuestos bioactivos (flavonoides, terpenos, alcaloides, saponinas, esteroides, glucósidos) presentes en las plantas, cada técnica tiene ciertas ventajas y desventajas, a menudo los procedimientos de extracción son bastante exigentes debido al aumento de la demanda de productos naturales y nutracéuticos (Abubakar y Haque, 2020); en los últimos años está aumentando el uso de técnicas de extracción avanzadas más eficientes, respetuosas con el medio ambiente y económicas debido a un mejor rendimiento de los compuestos bioactivos específicos y calidad del extracto (Xu et al., 2017). La mayoría de las técnicas utilizadas como maceración, percolación, infusión, decocción y digestión, se basan en la extracción del poder solvente, aplicación de calor o presión atmosférica (Naboulsi et al., 2018), a continuación se detalla cada uno de ellas:

Maceración: consiste en remojar las partes sólidas del material vegetal (frutos o plantas aromáticas, etc.) en un líquido (agua, alcohol) generalmente a temperatura ambiente durante al menos tres días con agitación frecuente para liberar los compuestos bioactivos solubles y termolábil (Ingle et al., 2017).

Infusión y decocción: son procesos de extracción similares a la maceración, para la infusión, el material vegetal molido se vierte en un disolvente (agua) con temperaturas frío o caliente en la proporción de 1:4 o 1:16 en un recipiente de extracción, finalmente se remoja por un tiempo breve (Majekodunmi, 2015); mientras que la decocción el material vegetal se hierve con un solvente en la proporción de 4:1 o 16:1, este proceso de extracción es adecuado para las plantas que tengan compuestos solubles en calor como las raíces de bardana, diente de león, ortiga y algunas plantas herbáceas (Azwanida, 2015).

Percolación: es un método de extracción en el que el material vegetal triturado se sumerge primero en un solvente durante aproximadamente 4 h, luego se coloca en un percolador y se macera con el solvente durante 24 h, el extracto se drena gradualmente del percolador hasta la cantidad o concentración deseada, finalmente se purifica y clarifica por sedimentación y filtración (Azwanida, 2015).

Digestión: también es un método adecuado para la extracción de compuestos bioactivos solubles de partes de plantas tratadas con disolventes de bajo punto de ebullición (etanol) a temperatura elevada alrededor de 50 °C (Majekodunmi, 2015).

2.7.3. Preparación de la infusión

Se pueden preparar frescos o secos, en forma de bolsitas de té o hierbas a granel, según Schulz y Tyler (2001) la forma más común de preparar té es vertiendo una taza de agua hirviendo sobre la bolsita de té o hierbas secas, luego se deja que las hierbas permanezcan sumergidas en agua caliente durante 5 minutos, finalmente se retira las bolsitas de té para que los aceites vegetales se conserven mejor y se obtenga un té más concentrado.

2.7.4. Normativa de infusión

Los requisitos especificados por la Norma Técnica Peruana NTP 209.040:1974 “Té. Generalidades y clasificación” se indican a continuación:

- No deberá contener más del 2% de materias orgánicas extrañas.
- Deberá estar constituida básicamente de partes de plantas (raíces, flores, hojas, cortezas, frutos,
- No podrá ser aromatizado ni coloreado artificialmente
- No deberá contener materias inertes ni almidón diferente al propio del producto.

Además, presenta otros requisitos como organoléptico, fisicoquímico, microbiológico y metales pesados como se indica en la Tabla 3.

Tabla 3. Requisitos de la norma técnica del té

Requisitos	Especificación
Organolépticos:	
Olor	Característico del producto
Sabor	Característico del producto
Color	Amarillento
Fisicoquímico:	
Humedad máxima	9%
Cenizas totales	10-12%
Microbiológico:	
Mohos	Limite (m =10 ² ; M =10 ²) por g
Entereobacterias	Limite (m =10 ² ; M =10 ²) por g
Metales pesados:	
Arsénico	<5 ppm
Plomo	<10ppm

Dónde: m= mínimo; M= máximo

2.8. Generalidades de compuestos bioactivos, fenoles totales y capacidad antioxidante

2.8.1. Matriz alimentaria

La matriz alimentaria se puede describir como un conjunto complejo de diversas interacciones físicas y químicas que tienen lugar entre los compuestos presentes en el alimento (Mayer et al., 2017). Las interacciones dentro de los alimentos y la combinación de los componentes deben abordarse dentro del sistema humano para obtener beneficios potenciales para la salud (Natarajan et al., 2019), se ha demostrado en matrices alimentarias cuyos compuestos bioactivos de fuentes A, B y C son $> a + b + c$ (Sinergismo), $< a + b + c$ (antagonismo), $= a + b + c$ (aditivismo) (Uduwana et al., 2023).

2.8.2 Compuesto bioactivos, fenoles totales, radicales libres y capacidad antioxidante

Los compuestos bioactivos se definen como componentes de los alimentos que tienen un impacto en las actividades fisiológicas o celulares de quienes consumen dichos compuestos (Walia et al., 2019), incluyen flavonoides, antocianinas, taninos, betalaínas, carotenoides, esteroides vegetales, glucosinolatos que se encuentran en alimentos como frutas y verduras, de igual manera tienen efectos antioxidantes, antiinflamatorios y anticancerígenos (Oh y Jun, 2014). Según Khan et al. (2021) menciona que en las plantas los compuestos bioactivos son producidos como metabolitos secundarios que provocan estos efectos beneficiosos que los convierten en buenos candidatos para el desarrollo de nuevos alimentos funcionales como se detalla en la tabla siguiente.

Tabla 4. Efectos protectores de los compuestos bioactivos de las plantas

Compuestos bioactivos	Efecto
Flavonoides	Salud cardiovascular y propiedades anticancerígenas.
Antocianinas	Salud cardiovascular.
Carotenoides	Varios tipos de cáncer y beneficios para la visión y la piel.
Glucosinolatos	Protectora contra el cáncer y demencia.
Taninos	Antioxidante que protegen los tejidos de la acción de los radicales libres.

Fuente: Khan et al. (2021)

Son una clase de compuestos orgánicos que se producen en todas las plantas como metabolitos secundarios en concentraciones variables (Tsimogiannis y Oreopoulou, 2019), el contenido de polifenoles en un alimento puede variar mucho según la variedad, las condiciones

agrícolas, el almacenamiento y las condiciones de procesamiento, su interés ha aumentado considerablemente, esto se debe principalmente al descubrimiento de sus efectos antioxidantes y su papel en la prevención de varias enfermedades crónicas, como las enfermedades cardiovasculares, cáncer o diabetes tipo 2 (Neveu et al., 2010). Una serie de estudios han respaldado que la ingesta de polifenoles son favorables en la salud, especialmente en problemas del corazón, dado que las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en todo el mundo (Quiñonez et al., 2013).

Existen varias clases y subclases de polifenoles que se definen en función del número de anillos fenólicos que poseen y de la estructura que presentan estos anillos (Neveu et al., 2010), los principales grupos de fenoles son ácidos fenólicos derivados del ácido hidroxibenzoico o del ácido hidroxicinámico, estilbenos, lignanos, alcoholes fenólicos y flavonoides que están presentes en gran medida en los alimentos como glucósidos (Quiñonez et al., 2012). La biosíntesis de los polifenoles como producto del metabolismo secundario de las plantas tiene lugar a través de dos importantes rutas primarias las del ácido siquímico que proporciona la síntesis de los aminoácidos aromáticos (fenilalanina o tirosina), ácidos cinámicos y sus derivados (fenoles sencillos, ácidos fenólicos, cumarinas, lignanos y derivados del fenilpropano) y finalmente la ruta de los poliacetatos proporciona las quinonas y las xantonas (Quiñonez et al., 2013).

Los radicales libres se generan constantemente en los sistemas biológicos como resultado de factores de estrés internos y externos (Singh et al., 2017), un radical es un átomo o molécula que contiene uno o más electrones no apareados, pueden estar cargados o no cargados y tienen el potencial de provocar muchos de los cambios tisulares asociados con toxicidades y procesos de enfermedades (Siraki et al., 2018). Hay cinco reacciones básicas características de los radicales estos se dividen en tres categorías: reacciones de iniciación, propagación y de terminación (Kehrer y Klotz, 2015).

La capacidad antioxidante se define como el número total de electrones cedidos o moléculas convertidas por mol de antioxidante en reacción total bajo condiciones dadas (Schaich y Xie, 2015). Los antioxidantes reducen los radicales libres, las especies reactivas del oxígeno (ROS) y suprimen su formación, se clasifican ampliamente como endógenos y exógenos (Chen y Xu, 2018), los antioxidantes endógenos son desarrollados por los propios sistemas biológicos como las enzimas, moléculas de peroxidasa catalasa (CAT) y superóxido en cambio los antioxidantes exógenos son generalmente antioxidantes dietéticos que incluyen vitamina C, flavonoides, tocoferoles, carotenoides, ácido lipídico y se clasifican por

mecanismos de transferencia de átomos de hidrógeno y transferencia de electrones (Singh et al., 2017).

2.9. Microelementos

2.9.1. Definición

Son los micronutrientes, que se necesitan solo en pequeñas cantidades, dentro de este grupo de nutrientes existen dos definiciones los elementos minerales esenciales o nutrientes minerales (Ronen, 2016), los minerales esenciales y los oligoelementos son cruciales para el correcto mantenimiento del cuerpo humano, debido al impacto directo en sus funciones metabólicas y fisiológicas, los principales minerales esenciales para los seres humanos son calcio, fósforo, potasio, sodio y magnesio, mientras que el hierro, el cobre, el zinc, el manganeso, el yodo y el selenio son elementos traza (Dobrowolska-Iwanek et al., 2022), estos pueden tener efectos adversos si se consumen en cantidades excesivas, para evaluar los efectos adversos, es necesario tener en cuenta el nivel (inferior) de ingesta en el cual surge el riesgo de condiciones de deficiencia o funcionamiento sub óptimo (Efsa, 2006) como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Ingesta diaria tolerable para el consumo humano

Elemento	Concentración
Hierro	45 mg/día
Zinc	15-20 mg/día
Cobre	10 mg/día
Plomo	0,243 mg/día
Cadmio	0,098 mg/día

Fuente: OMS (2006)

2.9.2. Conceptos del Cobre, Hierro y Zinc

El **Cobre** es un elemento esencial en plantas y animales (incluidos los humanos), es necesario para vivir, debido a que las plantas y animales deben absorber algo de cobre al comer, beber y respirar, unas de las funciones del cobre es la formación del tejido conectivo en el desarrollo de músculos, corazón, huesos y vasos mediante la enzima lisiloxidasa (Feoktistova y Clark, 2018); también para Calañas (2005) menciona que el límite superior de consumo de cobre es de 5-10 mg/día.

El **Hierro** es un elemento metálico que se encuentra en ciertas plantas y alimentos, en casi todos los suelos y aguas minerales, es un constituyente del citocromo, hemoglobina, y sus principales funciones se encuentran en el transporte de oxígeno a los tejidos (hemoglobina) y en los mecanismos de oxidación celular, la deficiencia de este provocar anemia por deficiencia de hierro (Toxqui et al., 2010); de igual manera el **Zinc** es un mineral esencial que se incluye en la mayoría de los suplementos multivitamínicos y minerales de venta libre, se usa terapéuticamente en dosis más altas debido a su capacidad para bloquear la absorción de cobre como terapia de mantenimiento de la enfermedad de Wilson, ayuda al sistema inmunitario a luchar contra las bacterias y virus que lo atacan, (Taboada, 2017), en la Tabla 6 aparecen las cantidades diarias de Hierro y Zinc recomendadas según la edad, expresadas en miligramos (mg).

Tabla 6. Cantidades recomendadas de Hierro y Zinc por edad

Edad	Hierro	Zinc
Niños de 1 a 3 años	7mg	3mg
Niños de 4 a 8 años	10mg	5mg
Niños de 9 a 13 años	8mg	8mg
Adolescentes varones de 14 a 18 años	11mg	5mg
Adolescentes mujeres de 14 a 18 años	15mg	11mg
Hombres adultos	8mg	11mg
Mujeres adultos	8mg	8mg
Adolescentes embarazadas	27mg	12mg
Adultas embarazadas	27mg	13mg
Adolescentes que amamantan	10mg	13mg

Fuente: Instituto de Medicina. (2001)

2.9.3. Metales pesados

Los metales pesados representan un peligro significativo para los organismos vivos, seres humanos y medio ambiente debido a sus propiedades, principalmente la toxicidad severa y gran capacidad de acumulación (Jadaa et al., 2023); varios metales, como el plomo (Pb), mercurio (Hg), níquel (Ni), y cadmio (Cd) son extremadamente perjudicial tanto para los seres humanos como para los ecosistemas (Alalwan et al., 2020), dichos metales existen en diferentes ecosistemas, incluidos el suelo, agua, y podrían contaminar los alimentos (Ojedokun y Bello, 2016).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se ejecuto en el laboratorio de química y laboratorio Central de Investigación (LCI) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), ubicado en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado y región de Huánuco a una altitud de 660 m.s.n.m 09°17' 08" de Latitud sur, 75° 59' 52" de latitud oeste, humedad relativa de 84 % con características tropicales y lluviosos y que promedia una temperatura media de 25 °C.

3.2. Muestras

Todas las muestras a excepción de la cáscara de camu camu fueron obtenidos de Leoncio Prado/ Huánuco como se detalla a continuación:

La hoja de *Camellia sinensis* L.(té verde) fue obtenida de la finca del Ing. Antonio Evaristo Focion Miller, ubicado en el caserío Hermilio Valdizan, con coordenadas latitud Sur: 9° 20' 77", longitud Oeste: 75° 83' 95" y altitud: 1600 msnm (A).

Las hojas de *Annona muricata* L.(guanábana) y *Bixa orellana* L. (achiote) fueron obtenidas de la finca del Ing. Amadeo Huerta Ponce, ubicado en el centro poblado Antonio Raimondi, caserío las Vegas, con coordenadas latitud Sur: 9° 22' 09", longitud Oeste: -75° 91' 43" y altitud: 966 msnm (B).

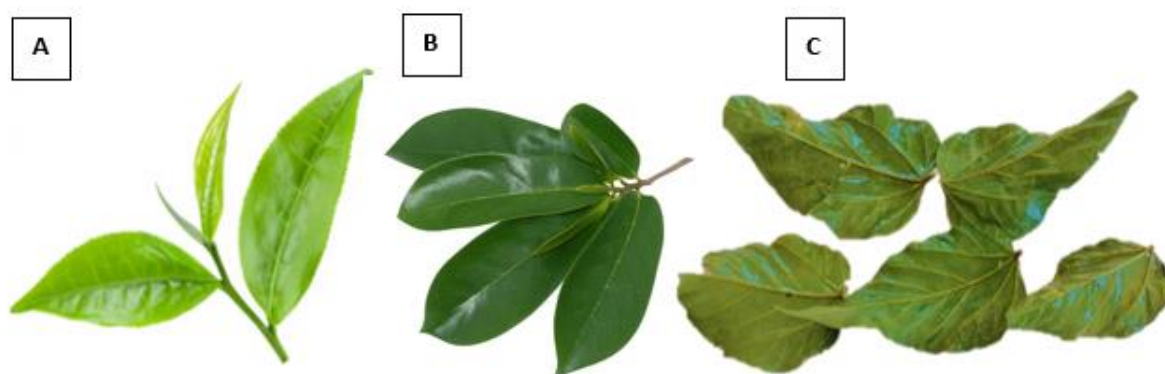


Figura 1. Hojas de *Camellia sinensis* L (A), *Annona muricata* L (B) y *Bixa orellana* L (C)

La fruta de *Citrus paradisi* L.(toronja) fue obtenida del huerto del Ing. Mendis Paredes Arce, ubicada en el distrito de Castillo Grande, con coordenadas latitud Sur: 9° 25' 52", longitud Oeste: 76° 01' 05" y altitud: 652 msnm (C).

La cáscara de *Myrciaria dubia* H.B.K. (camu camu) fue obtenida de la de la Empresa Sanshin Amazon Herbal Science S.R.L ubicado en la carretera Federico Basadre Km 14 (Yarinacocha, / Coronel Portillo/ Ucayali) con coordenadas (Latitud Sur: 08° 24' 28", Longitud Oeste: 74° 39' 5", Altitud: 154 msnm) (E).

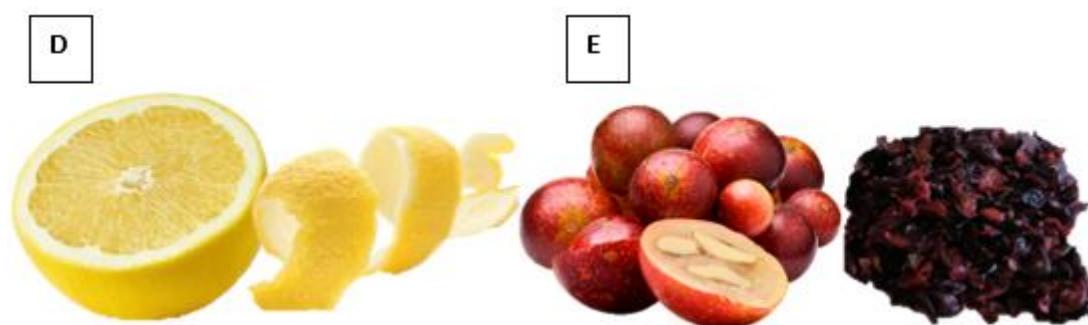


Figura 2. *Citrus paradisi* L (D) y *Myrciaria dubia* H.B.K

3.3. Equipos, materiales y reactivos

3.3.1. Equipos

Balanza analítica OHAUS, AP110, España; balanza analítica Kern, ABT 220 - 4NM, Alemania; molinillo eléctrico Scarlett, SC-4093, China; estufa Precision Scientific, MOD 144, EE. UU; agitador orbital Scilogex, SCI- 0330-PRO, EE. UU; agitador de vórtice Scientific Industries; Vortex- Genie 2, EE. UU; espectrofotómetro UV – Visible Thermo Scientific, GENESYS 150, EE. UU; microcentrifuga Zentrifugen, MIKRO 22R, Alemania; espectroscopia de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) Horiba, Ultima expert, Francia y automuestreador, Horiba, AS 500, Francia.

3.3.2. Materiales

Pipetas volumétricas de 1 mL, desecador de vidrio, vasos de precipitación Hirschman de (50- 1000) mL, placas petri de vidrio (diámetro: 90 mm), probeta Durand de 100 mL, embudo de vidrio, fioles de vidrio de 10 mL y 100 mL, tubos de ensayo de 10 mL, desecador de vidrio Fisher, pinza metálica de laboratorio, micropipeta Dragón lab de 5 mL y 100 – 1000 µL, micropipeta Witeg de 0,5 – 10 µL y 20 – 100 µL, cinta parafilm M 4”, papel filtro Whatman de paso rápido N° 40 (diámetro: 110 mm), tubos de plástico Falcón de 50 mL,

tubos eppendoff de 2 mL, cubetas de poliestireno de 1,5 mL, cinta de magnesio metálico, tamiz de laboratorio Newark, estándar ASTM E11 N° 20 (apertura: 0,841 mm).

3.3.3. Reactivos

Ácido clorhídrico A.C.S (HCl, pureza 37%), alcohol isoamílico A.C.S ($C_5H_{11}OH$, pureza 98,5%), cloruro Férrico P.A ($FeCl_3$) al 5%, reactivo de Fehling A.C.S (solución A y B), nitrato de bismuto P.A ($Bi(NO_3)_3$, pureza 98%), ácido acético glacial A.C.S (CH_3COOH , pureza 99%), yoduro de potasio A.C.S (KI, pureza 99%) al 99, cloruro de mercurio A.C.S ($HgCl_2$, pureza 99,6%), Iodo sublimado A.C.S (I_2 , pureza 99,8%), Carbonato de sodio decahidratado A.C.S (Na_2CO_3 , pureza 99,5%), Acido gálico A.C.S ($C_7H_6O_5$, pureza 98%), alcohol metanol 96° v/v, reactivo fenol folin – ciocalteu (2 N), 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazoline-6-ácido sulfónico) Merck (Alemania), 2,2- difenil-1-picrilhidrazil Merck (Alemania), agua destilada desionizada (H_2O), estándares de zinc (Zn), plomo (Pb), cadmio (Cd), Hierro (Fe) y cobre (Cu) de 1000 ppm Merck (Alemania)

3.4. Métodos de análisis

Humedad: A. O. A. C. (2005) mediante el procedimiento de la estufa.

Tamizaje fitoquímico

- Alcaloides: descrito por Galindo et al. (1989) mediante el ensayo de Dragendorf, Mayer, Wagner.
- Flavonoides: descrito por Bonilla-Rios et al. (2014) mediante el ensayo de Shinoda.
- Fenoles totales y/o taninos: descrito por Chhabra et al. (1984) mediante el ensayo del cloruro férrico.
- Saponinas: descrito por Robles-García et al. (2016) mediante el ensayo de la espuma.

Fenoles totales: reportado por Moraes De Souza *et al.* (2008) y Ordoñez- Gómez et al. (2018) mediante espectrofotometría

Capacidad antioxidante:

- Capacidad de inhibir DPPH•+ (1,1-difenil-2-picrilhidrazil): reportado por Duarte-Almeida et al. (2006), Kodama et al. (2010) y Brand-Williams et al. (1995) mediante espectrofotometría.
- Capacidad de inhibir ABTS•+ (2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolino -6- ácido sulfónico)): reportado por Fotakis et al. (2016), Lantzouraki et al. (2015) y Re et al. (1999) mediante espectrofotometría.

Microelementos: reportado por Dias et al. (2016) mediante espectrometría de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP - OES)

3.5. Metodología experimental

3.5.1. Acondicionamiento de la muestra

Se realizó un análisis preliminar de la humedad de las hojas (té verde, guanábana y achiote) y cáscaras (toronja y camu camu) según el método descrito por la A.O.A.C (2005), Se secó la placa Petri en una estufa (105 °C x 30 min), para luego enfriarlo en una campana de desecación (25°C x 15 min) y se realizó el pesado (W_i), se pesó 5 g de muestra en la placa petri con una balanza analítica, se distribuyó uniformemente y fue secado en la estufa a 105 °C \pm 2 ° por 24 horas, se enfrió en la misma campana de desecación y se pesó (W_f), el resultado se expresó en porcentaje de humedad analizados en la ecuación (1).

$$\% \text{ Humedad} = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100 \quad (1)$$

Las hojas y cáscaras obtenidas se colocaron en bolsas de polipropileno previamente codificadas y se transportaron al laboratorio. Las hojas fueron lavadas, blanqueados a 97,8°C por 60 seg para las hojas de té verde y guanábana, pero para la hoja de achiote no fue blanqueado. Las cáscaras fueron lavados para la toronja se cortó en tiras de 1 cm aproximadamente, tanto hojas como cáscaras fueron oreados a temperatura ambiente por 1h en una superficie plana cubierta con papel kraft, se sometió al secado en una estufa para la té verde a 60°C (Choi et al., 2015), hoja de guanábana a 45 °C (Moghadamtousi *et al.*, 2015), hoja achiote a 37°C (Sepúlveda *et al.*, 2016), cáscara de toronja a 60 °C (Ordoñez- Gómez et al., 2018) y cáscara de camu camu a 50 °C (Garay y Villafuerte, 2015), hasta obtener pesos constantes apoyado de la humedad obtenida en el análisis anterior (Anexo I). Las muestras secadas fueron molidas (molinillo eléctrico), tamizados (tamiz ASTM E11 N° 20 con abertura de 841 μ m) (Acuña y Torres, 2010), envasados en frascos de vidrio con tapa rosca cubiertas con papel aluminio y almacenadas en refrigeración.

3.5.2. Preparación de las muestras

Las formulaciones se prepararon considerando las indicaciones de Almajano et al. (2008), todas las muestras tuvieron un peso de 1,5 g cada mezcla fue formulado de acuerdo al porcentaje establecido en la Tabla 7. La infusión se preparó considerando el peso establecido

con la adición de 100 mL de agua en ebullición (97,8°C) durante 5 min, luego filtrándose con papel filtro Whatman N° 40.

Tabla 7. Formulación de las mezclas en porcentaje para las infusiones

Mezclas	Hoja de té verde	Hoja de guanábana	Hoja de achiote	Cáscara de camu camu	Cáscara de Toronja
T1	75	-	-	13	12
T2	85	-	-	8	7
T3	95	-	-	3	2
T4	-	75	-	13	12
T5	-	85	-	8	7
T6	-	95	-	3	2
T7	-	-	75	13	12
T8	-	-	85	8	7
T9	-	-	95	3	2
T10	100	-	-	-	-
T11	-	100	-	-	-
T12	-	-	100	-	-

3.5.3. Tamizaje Fitoquímico de las muestras

Se realizó el tamizaje fitoquímico en las muestras de los extractos acuosos preparados en forma de infusión, y se sometió a una serie de pruebas químicas para la detección de los metabolitos secundarios como se detalle a continuación:

Alcaloides:

Ensayo de Dragendorff: Para esta prueba previamente se utilizó el reactivo de Dragendorff que consistió en preparar una solución A (disolver 0,17 g de $(\text{Bi}(\text{NO}_3)_3)$ en 2 mL CH_3COOH , con 8 mL de agua) y solución B (disolver 4 g de KI en 10 mL de CH_3COOH y 20 mL de agua), así mismo ambas soluciones se mezclan, luego se completó con agua destilada a 100 mL. Se tomó 1 mL de la muestra además se añadió una gota de HCl, a continuación, se mezcló y añadió 3 gotas del reactivo de Dragendorff, considerar (+) cuando hay presencia de opalescencia o precipitado.

Ensayo de Mayer: Para esta prueba inicialmente se obtuvo el reactivo de Mayer, primero se preparó una solución A (disolver 1,36 g de cloruro de mercurio (HgCl_2) en 60ml de agua) y

solución B (disolver 5 g de yoduro de potasio (KI) en 10 mL de agua) de tal modo que ambas soluciones se mezclan y enrasan con agua destilada a 100 mL. Se tomó 1 mL de la muestra, añadió una gota de HCl, se mezcló con la adición de tres gotas del reactivo de Mayer, consider (+) si se encuentra la presencia de opalescencia o precipitado.

Ensayo de Wagner: Para el reactivo de Wagner se pesó 1,27 g de I₂, 2 g de yoduro de potasio en 20 mL de agua destilada luego se completó hasta a 100 mL. Se tomó 1 mL de la muestra, con la adición de una gota de HCl, se mezcló y finalmente se añadió 3 gotas del reactivo de Wagner, se considera (+) la presencia de opalescencia o precipitado.

Flavonoides - Ensayo de Shinoda: Para esta prueba primero se tomó 1 mL de la muestra, se añadió 1 mL de HCl y una porción de cinta de magnesio metálico, así mismo se esperó durante 5 min para que reaccionara, poco después adicionar 1 mL de alcohol amílico, finalmente la mezcla se agito para desaparecer las dos fases y al dejar en reposo se separan. Si el alcohol amílico se colorea el ensayo se considera positivo, teniendo en cuenta la relación color /tipo de flavonoides como se indica a continuación: Flavonas (amarillo, naranja o rojo), flavonol (rojo carmesí o rojo magenta), flavanonas (rojo carmesí, rojo magenta, violeta o azul), isoflavonas (amarillo) y isoflavanonas, chalconas y auronas (incolora).

Fenoles totales y taninos - Ensayo de cloruro férrico: Se tomó 1 mL de la muestra, se añadió 3 gotas de una solución de (FeCl₃) al 5% y se agito hasta mezclarse. El ensayo se considera (+) cuando el extracto es coloreado, cada color describe la presencia de fenoles totales o taninos: Fenoles en general (color rojo), taninos tipo pirocatecólicos (color verde) y taninos tipo pirogalotánicos (color azul).

Saponinas - Ensayo de la espuma: Se inició tomando 2 mL de la muestra, se agito por 10 minutos, el ensayo se consideró (+) si se forma una espuma en la superficie del líquido de más de 5 mm de altura y se mantenga por más de 2 minutos.

Azucres Reductores - Ensayo de Fehling: Se tomó 2 mL de la muestra, se añadió 2 mL del reactivo de Fehling, se calentó por 10 min en baño maría y se consideró (+) si se colorea rojo.

3.5.4. Determinación de fenoles totales en muestra e infusiones de hojas de té verde, guanábana y achote con cáscaras de camu camu y toronja.

Preparación de la muestra:

Se pesó 0,5 g de la muestra y se extrajo con 20 mL de solución metanolico en una proporción metanol: agua (80:20, v/v) (25 mg/mL), se dejó en agitación por 24 h en un ambiente oscuro, finalmente se tomó 100 µL de la muestra de cada tratamiento y se centrifugo en 10 000 rpm/10

min a 4 °C, por último, el líquido sobrenadante fue refrigerado en tubos de vidrio con tapa rosca hasta su análisis.

Preparación de la infusión:

Se utilizó 1,5 g de la muestra donde se le añadió 100 mL de agua en ebullición, así mismo se esperó durante 5 min que se extraiga la infusión, fue filtrado (Whatman N° 40, diámetro 110 mm), a partir de ella se tomó 200 µL de la infusión (15 mg/mL) de cada tratamiento y se centrifugo en 10 000 rpm/10 min a 4 °C, finalmente, el líquido sobrenadante fue refrigerado en tubos de vidrio con tapa rosca hasta su análisis.

Preparación de la curva estándar:

Se utilizó una solución stock de 1000 µg/mL de ácido gálico, a partir de ello se elaboró cinco concentraciones (1, 2,5, 5, 7,5 y 10 µg/mL), de cada concentración se tomó 100 µL en cubetas de poliestireno, luego se adicionaron 500 µL de solución Folin Cicalteu 1:10, dejando reposar durante 5 min a temperatura ambiente evitando el contacto directo con la luz, se añadió 400 µL de carbonato de sodio al 7,5 % y se dejó reposar por 2 h, la lectura de la absorbancia se realizó en un espectrofotómetro UV-vis a 740 nm, con los valores de concentración vs absorbancia (Anexo –IIIb) se ploteo una curva estándar de ácido gálico donde se obtuvo la ecuación $Y = 0,0994x + 0,0043$ y coeficiente de correlación $R^2 = 0,9999$.

Análisis de fenoles totales:

Se partió de la muestra (25 mg/mL) e infusión (15 mg/mL), se prepararon soluciones de trabajo (Anexo –IIIa), luego se hizo reaccionar 100 µL de de cada tratamiento en una cubeta de poliestireno con 500 µL de Folin cicalteu 1:10 dejando reposar durante 5 min a temperatura ambiente, luego se añadió 400 µL de carbonato de sodio al 7,5 % reposando por 2 h en oscuridad a temperatura ambiente, se consideró como blanco una cubeta con 100 µL de agua destilada, por último se leyó la absorbancia en el espectrofotómetro UV-vis a 740 nm para luego reemplazar en la ecuación de la curva estándar y determinar la concentración de fenoles totales en la muestra expresado en equivalente de ácido gálico (g EAG/ 100 g) y en la infusión (mg EAG/ 100 mL) , todo los tratamientos fueron medidos con tres repeticiones, los resultados obtenidos se analizaron mediante el modelo matemático de diseño completo al azar (DCA) en el programa de Infostat.

3.5.5. Determinación de la capacidad antioxidante en las infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja.

Capacidad de inhibir DPPH•+ (1,1-difenil-2-picrilhidrazil)

Preparación de la infusión:

Se utilizó 1,5 g de la muestra donde se le añadió 100 mL de agua en ebullición (15 mg/mL), se esperó durante 5 min, fue filtrado (Whatman N° 40, diámetro 110 mm), de esta solución se tomó 200 µL y se centrifugo a 10 000 rpm/10 min a 4 °C, finalmente, el líquido sobrenadante fue almacenado en tubos de vidrio con tapa rosca en refrigeración hasta su análisis.

Preparación de la curva estándar:

A partir de la solución stock del radical DPPH^{•+} (1000 µM) se preparó una solución de trabajo de 100 µM del radical DPPH^{•+} en un volumen 10 mL, se cubrió con papel aluminio y se guardó en refrigeración. La curva estándar fue preparada con Trolox (vitamina E) y se consideró las concentraciones de 3, 6, 13, 25 y 38 µg/mL, la reacción se realizó agregando 25 µL de cada concentración con 975 µL DPPH^{•+}, después de 30 min de reacción se realizó la lectura de la absorbancia en un espectrofotómetro UV-vis a 517 nm, de igual modo se preparó un control con metanol (A=0,970), con los resultados de absorbancia y concentración se ploteo para obtener la curva estándar de Trolox (Anexo –Va), cuya ecuación fue $Y=19,642x + 0,0122$ y coeficiente de correlación $R^2=0,9997$.

Análisis de la capacidad antioxidante en la infusión:

La reacción se realizó con 25 µL de la infusión (15 mg/mL) y 975 µL del radical DPPH, dejando un tiempo de 30min se evaluó la capacidad para atrapar el radical DPPH por medio de la absorbancia inhibida, la lectura se realizó en un espectrofotómetro UV-vis a una longitud de onda fue de 517 nm, las absorbancias obtenidas fueron reemplazados en la ecuación de la curva estándar y expresados en mmol Equivalente Trolox por 100 mL infusión (mmol ET/100 mL infusión), los resultados obtenidos se analizaron mediante el modelo matemático de diseño completo al azar (DCA) en el programa de Infostat.

Capacidad de inhibir ABTS^{•+} (2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolino -6- ácido sulfónico)) en la infusión

Preparación de la infusión:

Se utilizó 1,5 g de la muestra donde se le añadió 100 mL de agua en ebullición (15 mg/mL), así mismo se esperó durante 5 min, fue filtrado (Whatman N° 40, diámetro 110 mm), a partir de ella se tomó 200 µL y se centrifugo en 10 000 rpm/10 min a 4 °C y el líquido sobrenadante fue almacenado en tubos de vidrio con tapa rosca en refrigeración hasta su análisis.

Preparación del radical ABTS^{•+}:

El catión radical $ABTS^{*+}$ se generó mediante la reacción entre 10mL de ABTS (7mM) con 200 μ L de persulfato de potasio (2,45 mM) en agua desionizada, se dejó por 16 h en oscuridad y a temperatura ambiente.

Preparación de la curva estándar:

Para la curva se utilizó Trolox (vitamina E), cuyas concentraciones fueron 1, 3, 5, 10 y 15 μ g/mL y para la reacción se adicionó 10 μ L de cada concentración con 990 μ L de $ABTS^{*+}$, adicionalmente se preparó un patrón con metanol ($A= 0,756$), la lectura de la absorbancia fue medida en un espectrofotómetro UV-vis a 734 nm, con los resultados de absorbancia vs concentración se obtuvo la ecuación $Y = 37,051x + 0,0304$ y el coeficiente de correlación fue $R^2 = 0,9997$ (Anexo-VIa).

Análisis de la capacidad antioxidante en la infusión:

La reacción se realizó con 10 μ L de la infusión (15 mg/mL) y 990 μ L del radical ABTS durante 30 min, la lectura fue en un espectrofotómetro UV-vis a una longitud de onda fue de 734 nm, los valores obtenidos de las absorbancias fueron reemplazados en la ecuación de la curva estándar y expresados en mmol Equivalente Trolox por 100 mL infusión (mmol ET/100 mL infusión).

Estadística: Los resultados obtenidos de la capacidad antioxidante ($ABTS^{*+}$) en las infusiones se analizaron mediante el modelo matemático de diseño completo al azar (DCA) en el programa de Infostat.

3.5.6. Determinación de microelementos Fe, Zn, Cu, Pb, Cd en infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja.

Preparación de la infusión:

Se vertió 100 mL de agua en ebullición sobre 1,5 g de muestra (15 mg/mL), dejando reposar por 5 min, luego fue filtrado (Whatman N° 40, diámetro 110 mm), a partir de ella se tomó 15 mL y se centrifugo en 3000rpm/10 min, el líquido sobrenadante fue almacenado en tubos de vidrio con tapa rosca en refrigeración hasta su análisis.

Preparación de la curva estándar:

Se preparó estándares de (Fe, Zn, Cu, Pb, Cd) a partir de un stock de 1000 ppm (Tabla 8), para cada elemento se consideró tres concentraciones codificadas como S1, S2 y S3 (0,1, 1, 5 y 10) en un volumen 50 mL, tomando en cuenta las recomendaciones de Días et al. (2016). El análisis se realizó con el (ICP-OES), considerando una humedad relativa (50%), temperatura ambiente (22 °C), velocidad de la bomba 30 rpm, velocidad de flujo del nebulizador 2 L/min, ingreso de flujo de gas argón (12 L/min) hacia el plasma (pureza del gas 99,99 %) y flujo de energía (1000

W), en la pantalla de ICP-OES se programó las concentraciones de (Fe, Zn, Cu, Pb y Cd) con su respectiva longitud de onda para obtener el límite de detección y la curva de calibración de cada estándar (Tabla 9). Los resultados de (Fe, Zn, Cu, Pb y Cd) en las infusiones son expresados mg/L y se analizaron mediante el modelo matemático de diseño completo al azar (DCA) en el programa de Infostat.

Tabla 8. Proporciones para la curva de calibración de los microelemento

Elemento	Concentración Inicial ppm	Curva de calibración		
		S1	S2	S3
Fe	1000	0,1	1	5
Zn	1000	0,1	1	5
Cu	1000	0,1	1	5
Pb	1000	0,1	1	10
Cd	1000	0,1	1	10
Subtotal	-	0,5	5	35
Total (mL)	-	50	50	50

Tabla 9. Parámetros de longitud de onda, curva de calibración y coeficiente de correlación de los estándares

Elemento	λ	R^2	Ecuaciones	Límite de detección ($\mu\text{g/L}$)
Fe	249,77	0,9999	$Y = 0,000922x - 0,4293$	26,989
Zn	213,86	0,9996	$Y = 0,001420x - 0,5287$	0,129
Cu	279,47	0,9999	$Y = 0,0002124x - 0,0351$	0,287
Pb	220,35	0,9996	$Y = 0,0001407x - 0,0256$	3,238
Cd	228,80	0,9999	$Y = 0,0000225x - 0,0058$	0,233

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Tamizaje fitoquímico de las infusiones

Esta evaluación se realizó mediante el empleo de diversas pruebas químicas para identificar los metabolitos secundarios de las infusiones de las hojas de té verde, guanábana y achiote y mezclas de estas con cáscaras de camu camu y toronja, estas pruebas pueden incluir reacciones de color y precipitación (Chatterjee et al. 2022). El tamizaje fitoquímico es un indicador de la presencia o ausencia de estos metabolitos (Vasconcelos et al. 2022). En la Tabla 10 y Anexo II se presentan los resultados del tamizaje fitoquímico realizados a las doce muestras, y se encontró presencia de metabolitos secundarios como flavonoides, fenoles totales, saponinas y azúcares reductores, es importante resaltar que las infusiones T10 (100 % té verde) , T11 (100 % guanábana) y T12 (100 % achiote) también fueron positivos, este resultado coincide con Ananthi y Sagagaya (2018) que encontraron presencia de flavonoides, fenoles totales y azúcares reductores realizados en el tamizaje de hojas de té verde, así mismo Poma et al. (2011) halló en hojas guanábana y de igual manera Radhika et al. (2010) en hojas de achiote.

Tabla 10. Resultados del Tamizaje fitoquímico de las infusiones

Metabolitos Secundarios	Ensayo	Tratamientos											
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Alcaloides	Dragendorff	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mayer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Wagner	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flavonoides	Shinoda	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fenoles totales	Cloruro férrico	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Saponinas	Espuma	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Azúcares reductores	Fehling	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Los datos representan ausencia (-) y presencia (+)

Con respecto a los **alcaloides** mostraron ausencia en todas las infusiones, Samanta (2020) encontró alcaloides (cafeína, teobromina y teoilina) en las hojas de té verde, Lee et al. (2021) halló alcaloides (sinomenina, codeína, hernagina, codeinona, norcodeína y glaucina) en hojas de guanábana, así mismo Stohs (2013) detecto alcaloides en hojas de achiote, todo esta

diferencia se puede deber a que los alcaloides estén presentes en cantidad muy pequeñas en la infusión y que hayan pasado desapercibidos en el análisis cualitativo realizado.

De la misma Tabla en la prueba de saponina se formó una espuma mayor a 5 mm de altura en todas las muestras que indica la presencia de este metabolito, al respecto Sánchez et al. (2010) menciona que si la altura de la espuma es < 5 mm no contiene saponina, unos 5-10 mm indica contenido moderado y una altura > 15 mm alto contenido de saponinas.

Según la caracterización del tamizaje fitoquímico en las infusiones se puede indicar la presencia de flavonoides y fenoles totales (Tabla 11 y Anexo II), según el color se asigna su presencia como positivo o negativo. Los **flavonoides** en frutas, verduras y plantas, se clasifican en seis grandes familias como flavanonas, flavanoles, flavonas, chalconas, antocianinas y isoflavonoides (Wang et al., 2011). Según los resultados las infusiones T10 (100 % té verde), T11 (100 % guanábana) y T12 (100 % achiote) obtuvieron colores amarillos que indican la presencia de Isoflavonas, flavonas o ambas, estos resultados coinciden con Cabrera y Mach (2012) que menciona que las hojas de té verde presentan flavonas (apigenina y leutolina), de igual modo con Manrique de la Cuba et al. (2019) indica la presencia de flavonas (homoorientina, luteolina, vitexina, isovitexina y tangeretina) y isoflavonas (daidzeína, genisteína y gliciteína) en hojas de guanábana, así mismo Huamán et al. (2007) señala que las hojas de achiote presentan flavonas (amentoflavona).

En las infusiones T2 (85 % té verde, cáscara de camu camu 8 % , toronja 7 %), T3 (95 % té verde, cáscara de camu camu 3% y toronja 2 %), T8 (85 % achiote con cáscara de camu camu 8 % y toronja 7 %) y T9 (95 % achiote con cáscara de camu camu 3 % y toronja 2 %) presentaron la formación de color amarillo o naranja y también una parte incolora, a diferencia de las infusiones T1 (75 % té verde con cáscara de camu camu 13 % y toronja 12 %) y T7 (75 % achiote con cáscara de camu camu 13 % y toronja 12 %) las mismas que tuvieron una mayor concentración de cáscara de camu camu y toronja, la formación de la parte incolora en las muestras es fundamentada por Saavedra et al. (2015) que indica que el color rojo del fruto de camu camu es originado por antocianinas que se encuentran en la cáscara, esta antocianina (ciadina 3 - glicósido) a pH ácido tiene una estructura estable, la adición de agua, incremento de pH y temperatura produce chalconas, que son incoloras (Garzón, 2008 y Ortíz et al., 2011). Los **fenoles totales** o **taninos** se pueden encontrar naturalmente en vegetales, raíces, tallos, hojas, flores, granos y frutas (Cesa et al., 2022), siendo los taninos parte del componente de fenoles (García et al., 2015).

Tabla 11. Caracterización del tamizaje fitoquímico en las infusiones que presentaron presencia positiva

Tratamiento	Flavonoides		Fenoles Totales o taninos	
	Color	Presencia	Color	Presencia
T1	Naranja	Flavonas	azul	Taninos tipo pirogalotánicos
T2	Naranja e incolora	Flavonas ,isoflavanonas, chalconas o auronas	azul	Taninos tipo pirogalotánicos
T3	Naranja e incolora	Flavonas ,isoflavanonas, chalconas o auronas	azul	Taninos tipo pirogalotánicos
T4	Amarillo e incolora	Flavonas, isoflavonas ,isoflavanonas, chalconas o auronas	rojo	Fenoles en general
T5	Incolora	Isoflavanonas, chalconas o auronas	rojo	Fenoles en general
T6	Incolora	Isoflavanonas, chalconas o auronas	rojo	Fenoles en general
T7	Amarillo	Isoflavonas o flavonas	verde	Taninos tipo pirocatecólicos
T8	Amarillo e incolora	Flavonas, isoflavona ,isoflavanonas, chalconas o auronas	verde	Taninos tipo pirocatecólicos
T9	Amarillo e incolora	Flavonas, isoflavona ,isoflavanonas, chalconas o auronas	verde	Taninos tipo pirocatecólicos
T10	Amarillo y Naranja	Isoflavona y flavonas	azul	Taninos tipo pirogalotánicos
T11	Amarillo	Flavonas o isoflavonas	rojo	Fenoles en general
T12	Amarillo	Isoflavona o flavonas	verde	Taninos tipo pirocatecólicos

Las infusiones T10 (100% té verde), T1 (75 % té verde con cáscara de camu camu 13 % y toronja 12 %), T2 (85 % té verde, con cáscara de camu camu 8 % y toronja 7 %) y T3 (95

% té verde con cáscara de camu camu 3 % y toronja 2 %) presentaron taninos tipo pirogalotánicos, estos resultados coinciden con lo reportado por Geoffrey et al. (2014) que encontraron taninos en hojas de té verde.

Por otra parte las infusiones T11 (guanábana 100 %), T4 (75 % guanábana con cáscara de camu camu 13 % y toronja 12 %), T5 (85 % guanábana con cáscara de camu camu 8 % y toronja 7 %) y T6 (95 % guanábana con cáscara de camu camu 3 % y toronja 2 %) presentaron fenoles en general, al respecto Coria-Téllez et al. (2018) identificó 200 compuestos químicos en hojas de guanábana, finalmente las infusiones T12 (100 % achiote), T7 (75 % achiote con cáscara de camu camu 13 % y toronja 12 %), T8 (85 % achiote con cáscara de camu camu 8 % y toronja 7 %) y T9 (95 % achiote con cáscara de camu camu 3 % y toronja 2 %) presentaron taninos tipo pirocatecólicos, estos resultados son similares a lo obtenido por Stohs (2013) que indica que uno de los componentes químicos de las hojas de achiote son los taninos.

4.2. Determinación de fenoles totales en muestras e infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja.

4.2.1. Cuantificación de fenoles totales en la muestra

Los valores obtenidos del resultado de fenoles totales en las muestras analizadas estadísticamente mostraron diferencia altamente significativa p -valor $< 0,05$ (Anexo IVa) al comparar las medias por la prueba de tukey en la Tabla 12 y la Figura 3 se aprecia que el mayor contenido de fenoles fue en hojas de té verde 75 % con cáscaras de camu camu 13 % y toronja 12 % (MT1) $5,89 \pm 0,10$ g EAG/100 g, siendo superior a la muestra de hojas de té verde al 100% (MT10) que obtuvo un valor $5,06 \pm 0,06$ g EAG/100 g, estos resultados coinciden con lo citado por Al-Ghafari et al. (2016) en hojas de té verde 6,87 g EAG/100 g y suplementado con 14% de pulpa de limón 9,57 g EAG/100 g. Es importante resaltar que el contenido de fenoles totales en las muestras MT2 y MT3 fueron $5,43 \pm 0,04$ g EAG/100 g y $5,35 \pm 0,04$ g EAG/100 g respectivamente, siendo valores mayores que la muestra MT10 (100% hojas de té verde) pero menor que el MT1 (muestra con mayor contenido de cascara de camu camu), este incremento del contenido de fenoles en hojas de té verde ocurre cuando se le adiciona cáscaras de camu camu lo que indicaría que existe un sinergismo, al respecto Salminen y Russotti (2017) y Ye et al. (2021) encontraron que la mezcla de los polifenoles de las hojas de té verde actúan sinérgicamente con la vitamina E y vitamina C, de igual modo esto fue demostrado por Jain et al. (2011) en una combinación polihierbal de *Vitis vinifera* L. (semillas de uva), *Phyllanthus emblica* L. (amalaki), *Punica granatum* L. (granada), *Cinnamomum cassia* B (canela), *Ginkgo biloba* L. (ginkgo) con *Camellia sinensis* L. (té verde) mostrando un efecto

sinérgico; la interacción de los componentes bioactivos de una mezcla puede tener efectos sinérgicos, antagonísticos y aditivos (Pereira et al., 2015, Uduwana et al., 2023)

Tabla 12. Resultado de fenoles totales en la muestra e infusión de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja.

Materia Prima	Código	Muestra (g EAG/100 g)	Código	Infusión (mg EAG/100 mL)
HTV 75 %, CC 13 %, CT 12%	MT1	5,89±0,10 ^a	IT1	80,47±0,61 ^a
HTV 85 %, CC 8 %, CT 7 %	MT2	5,43±0,04 ^b	IT2	66,68±0,69 ^b
HTV 95 %, CC 3 %, CT 2%	MT3	5,35±0,04 ^{bc}	IT3	59,89±0,99 ^c
HG 75 %, CC 13 %, CT 12%	MT4	2,75±0,04 ^f	IT4	33,68±0,36 ^e
HG 85 %, CC 8 %, CT 7 %	MT5	2,69±0,02 ^f	IT5	30,26±0,50 ^f
HG 95 %, CC 3 %, CT 2%	MT6	2,13±0,02 ^g	IT6	26,77±0,23 ^g
HA 75 %, CC 13 %, CT 12 %	MT7	4,91±0,04 ^e	IT7	33,95±0,21 ^e
HA 85 %, CC 8 %, CT 7 %	MT8	4,93±0,07 ^{de}	IT8	37,84±0,51 ^d
HA 95 %, CC 3 %, CT 2%	MT9	5,36±0,03 ^{bc}	IT9	65,52±0,71 ^b
TV 100 %	MT10	5,06±0,06 ^d	IT10	38,72±0,36 ^d
HG 100 %	MT11	5,25±0,04 ^c	IT11	59,43±0,94 ^c
HA 100 %	MT12	2,17±0,01 ^g	IT12	29,44±0,51 ^f

Los valores representan (promedio ± Error estándar) repeticiones (n=3) valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p \leq 0,05$). HTV = Hoja de té verde, HG= Hoja de guanábana, HA = Hoja de achiote, CC = Cáscara de camu camu, CT= Cáscara de toronja.

Para el caso de la hoja de achiote con mezclas de cáscaras de camu camu y toronja MT7, MT8 y MT9 el contenido de fenoles fueron $4,91 \pm 0,04$, $4,93 \pm 0,07$ y $5,36 \pm 0,03$ g EAG/100g respectivamente, mostrando un incremento comparado al MT12 (100% hoja de achiote) que fue $2,17 \pm 0,01$ g EAG/100g mostrando un efecto sinérgico entre los componentes bioactivos de la hoja de achiote y cáscara de camu camu, según Moraes et al. (2020) menciona que los compuestos bioactivos de la hoja de achiote son la procianidina B-2, procianidina B-3, pranatin B, neostric-tinin, ellagirannin isomer, kaempferol-3-O- β -D-6 (p-cumaroil) glucopiranósido, glucósido de ácido elágico, malvidina -3-O-D-glucósido, desoxihexosa de ácido elágico, y Garcia et al. (2021) menciona que la cáscara de camu camu contiene catequina y al mezclarse con malvidina -3-O-D-glucósido genera un efecto sinérgico, lo que fue demostrado por

Rossetto et al. (2002) al mezclar malvidina -3-O-D-glucósido con catequina genera malvidina 3-glucósido que es un antioxidante altamente eficiente. Con respecto a la muestra de guanábana pura (MT11) fue de $5,25 \pm 0,04$ g EAG/100 g siendo mayor a sus mezclas MT4, MT5 Y MT6 que fueron ($2,75 \pm 0,04$, $2,69 \pm 0,02$ y $2,13 \pm 0,02$ mg EAG/100mL) respectivamente; el mismo comportamiento encontró Berawi et al. (2017) en hojas de guanábana puras (5,10 g EAG/100 g) y en mezclas (50:50) con hojas laurel (3,9 g EAG/100 g) y hojas de pagagan (3,4 g EAG/100 g). De la misma Tabla y Figura el contenido de fenol en té verde fue $5,06 \pm 0,06$ g EAG/100g encontrándose dentro de los valores reportados por Adelina et al. (2016) en cuatro muestras de té verdes comerciales de Indonesia en un extracto metanol: agua (80:20, v/v) el rango fue entre 2,38 a 8,40 g EAG/100 g, de igual manera con Kopjar et al. (2015) obtuvo 3,83 g EAG/100 g en té verde pulverizado obtenidas del mercado local de Croacia. Para el caso de la hojas de guanábana pura fue $5,25 \pm 0,04$ g EAG/100 g, estos valores están cercano a los encontrado por Nguyen et al. (2015) que fue en hojas puras de guanabana $6,09 \pm 5,82$ EAG/100 g en un extracto etanol: agua (96:4, v/v); de igual manera se encontró en hojas de achiote $2,17 \pm 0,01$ g EAG/100 g, siendo cercanos a los valores encontrados por Mendoza et al. (2017) que fueron $1,34 \pm 7,21$ a $1,63 \pm 8,41$ g EAG/100 g en tres diferentes accesiones de hojas de achiote en un extracto metanol:agua (70 :30, v/v). La variación en los resultados encontrados con los reportados por otros autores posiblemente se debe a condiciones como la preparación del extracto, propiedades de las hojas como la edad, tamaño y época de cosecha (Saklar et al., 2015).

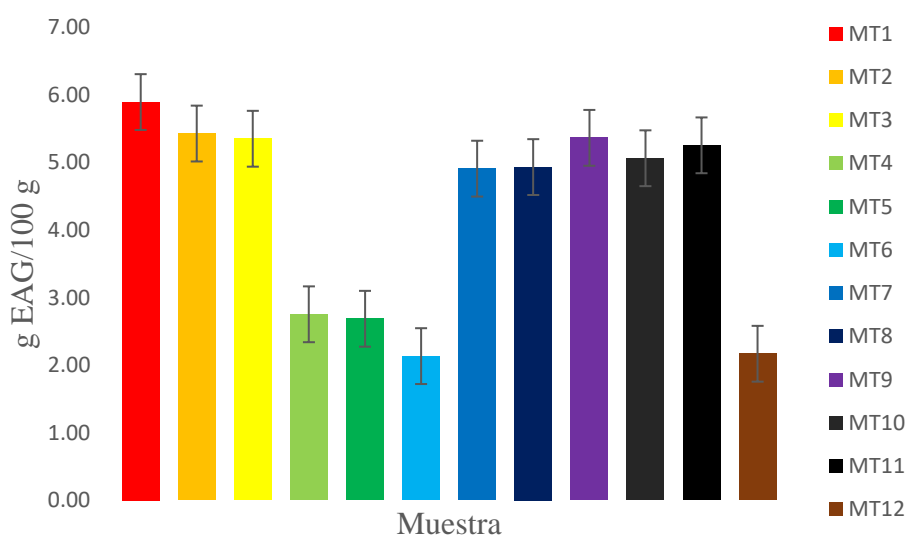


Figura 3. Representación de fenoles totales en la muestra

4.2.2. Cuantificación de fenoles totales en la infusión

Los resultados obtenidos de fenoles totales en las infusiones, según el análisis estadístico hubo diferencia significativa p -valor $< 0,05$ (Anexo IVb) al comparar las medias por la prueba de tukey se aprecia (Tabla 12 y Figura 4) que el mayor contenido de fenoles en la infusión fue para té verde 75 % con cáscaras de camu camu 13 % y toronja 12 % (IT1) $80,47 \pm 0,61$ mg EAG/100 mL, comparado a las infusiones de té verde 85 % con cáscaras de camu camu 8 % y toronja 7 % (IT2) $66,68 \pm 0,69$ mg EAG/100 mL, té verde 95 % con cáscaras de camu camu 3 % y toronja 2 % (IT3) $59,89 \pm 0,99$ mg EAG/100 mL y té verde al 100% (IT10) $38,72 \pm 0,36$ mg EAG/100 mL, este incremento de fenoles totales en las muestras posiblemente influenciado por la adición de cáscaras de camu camu y toronja mostrando un efecto sinérgico con respecto a la infusión pura de té verde, de igual forma Kaur et al. (2018) encontró que el contenido de fenoles totales en el caso de las infusiones de 75% té verde con 25% cáscaras de piña ($63,46 \pm 0,05$ mg EAG/100 mL) aumenta en comparación con el té verde puro ($42,93 \pm 0,07$ mg EAG/100 mL). Con respecto al té verde 100% (IT10) se obtuvo valores de $38,72 \pm 0,36$ mg EAG/100 mL siendo cercanos a lo encontrado por Sielicka-Różyńska. (2020) que fue de $48,75 \pm 20,7$ mg EAG/100 mL a una temperatura de extracción de la infusión de 75 °C, según Horie et al. (2017) menciona las variaciones en el contenido de fenoles puede estar relacionado con un alto contenido de L-teanina en las hojas de té verde y Castiglioni et al. (2015) explica que el tamaño de partícula mejora la extracción de compuestos bioactivos de las hojas, de igual manera Saeed et al. (2017) menciona que también depende de la forma de preparación, concentración, tiempo, temperatura de infusión, parte utilizada, suelo, clima, tiempo de cosecha y el método de análisis.

La infusión de las hojas de guanábana con las mezclas de cáscaras de camu de camu y toronja IT4, IT5 y IT6 tuvieron una cantidad de fenoles $33,68 \pm 0,36$, $30,26 \pm 0,50$ y $26,77 \pm 0,23$ mg EAG/100 mL respectivamente, siendo menor frente al IT11 (100% hojas de guanábana) $59,43 \pm 0,94$ mg EAG/100 mL, esta disminución de fenoles tiene un efecto antagónico entre los compuestos bioactivos de la hoja de guanábana y la cáscaras de camu y toronja posiblemente se deba al contenido de flavonoides en la infusión, al respecto Grijalva-Verdugo. (2022) encontró valores inferiores de fenoles totales en infusiones puras de hojas guanábana de 20,2 mg EAG/100 mL extraído a 75°C/15min, para Jin et al. (2019) los niveles de flavonoides en las infusiones pueden cambiar según las condiciones de preparación de la muestra, de igual forma Saklar et al. (2015) menciona que tiempos de infusión prolongados hace que los flavonoides como catequinas pueden sufrir epimerización convirtiéndose en sus correspondientes isómeros no epi.

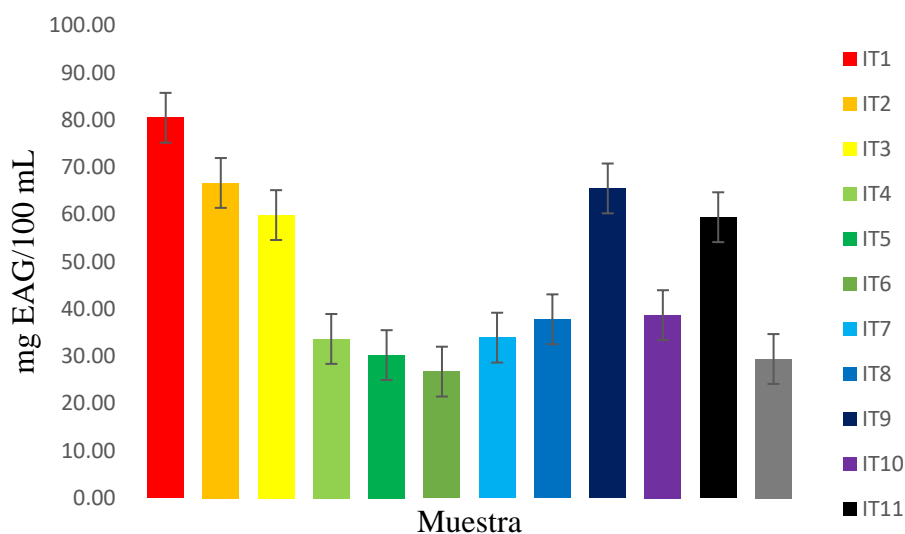


Figura 4. Representación de fenoles totales en la infusión

Para el caso de las infusiones de hoja de achiote con mezclas de cáscaras de camu camu y toronja IT7, IT8 y IT9 el contenido de fenoles fueron $33,95 \pm 0,21$, $37,84 \pm 0,51$ y $65,52 \pm 0,71$ mg EAG/100mL respectivamente, siendo mayor frente al IT12 (100% hoja de achiote) que fue $29,44 \pm 0,51$ mg EAG/100mL mostrando un efecto sinérgico entre los componentes bioactivos de la hoja de achiote y cáscara de camu camu posiblemente se deba a la solubilidad de las hojas de achiote con el agua, según Zarza-García et al (2017) menciona que los compuestos fenólicos presentes en la hoja de *B. Orellana*. L son más solubles en metanol que en agua, de igual forma Scotter (2009) indica que las hojas de *Bixa orellana* presentan apocarotenos como la bixina y la norbixina con propiedades liposolubles.

4.3. Determinación de la capacidad antioxidante en las infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja.

4.3.1. Capacidad de inhibir el radical libre 1,1 diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) en la infusión

En nuestro medio encontramos plantas aromáticas y medicinales que contienen compuestos químicos con propiedades antioxidantes (Ordoñez-E et al.,2018), al respecto Guija-Poma et al. (2015) indica que la capacidad antioxidante es ampliamente estudiada como parámetro para caracterizar la parte funcional del alimento o plantas mediante diferentes métodos de análisis, siendo una de ellas el DPPH⁺. Según el análisis estadístico (Anexo-VIIa) se encontró diferencia significativa al comparar las medias mediante la prueba de Tuckey (p-

valor $< 0,05$) con respecto al té verde y las mezclas mostro el siguiente orden (Tabla 13 y Figura 5) mayor para té verde 75 % con cáscaras de camu camu 13 % y toronja 12 % (IT1) $1,74 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL, té verde 85 % con cáscaras de camu camu 8 % y toronja 7 % (IT2) $1,55 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL, té verde 95 % con cáscaras de camu camu 3 % y toronja 2 % (IT3) $1,50 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL y té verde al 100% (IT10) $1,02 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL, este incremento de la capacidad antioxidante en las infusiones posiblemente fue influenciado por la adición de cáscaras de camu camu y toronja, mostrando un efecto sinérgico con respecto a la infusión de té verde sin mezcla, al respecto Castañeda-Saucedo et al. (2019) encontró el mismo comportamiento sinérgico cuando realizo la capacidad antioxidante basada en el método de inhibición del radical DPPH en infusión de té verde con hojas de stevia ($2,8790 \mu\text{mol ET/mL}$) comparado a té verde puro ($0,6597 \mu\text{mol ET/mL}$), de igual manera Enko y Gliszczyńska-Świgło (2015) menciona que puede aumentar o disminuir la capacidad antioxidante cuando se preparan mezclas con diferentes proporciones. Para el caso del té verde 100% (IT10) se obtuvo valores de $1,02 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL con una concentración de la infusión de 15 mg/mL siendo cercanos a lo encontrado por Kopjar et al. (2015) que fue de $0,753 \pm 0.096$ mmol ET/100 mL a una concentración de 10 mg/mL por 10min, esta diferencia posiblemente se deba a la concentración de la infusión de trabajo o al tiempo de extracción, tal como lo indica Chang et al. (2020) la capacidad antioxidante del té verde está correlacionada con las condiciones de preparación, tiempo de infusión, temperatura y tamaño de partícula de las hojas.

Con respecto a la infusión de hojas de guanábana se aprecia en las misma Tabla y Figura que la capacidad antioxidante en 100% de hojas de guanábana (IT11) $1,49 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL, fue mayor que sus mezclas IT4 $0,97 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL, IT5 $0,90 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL y IT6 $0,84 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL mostrando un efecto antagónico de los compuestos bioactivos de las hojas de guanabana con los componentes de la cáscaras de camu camu y toronja, al respecto Inocencio-Ukachi (2019) encontró una disminución similar de la capacidad antioxidante al radical DPPH obteniendo valores en mezclas de hojas de guanábana de 1,39 mmol ET/100 mL y (50:50) con moringa 2,14 mmol ET/100 mL, mientras Balderrama-Carmona et al. (2020) identifico compuestos predominantes en el extracto etanólico de hojas de guanabana como ácido gálico (ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico), rutina (quercetina 3- O - rutinósido), naringenina (5,7-dihidroxi-(2-4-hidroxifenil) croman - 4-ona) , vainillina (4-hidroxi-3-metoxibenzaldehído) y eugenol (4-alil-2-metoxifenol), en cambio para el extracto acuoso solo mostró la presencia de rutina (quercetina 3- O - rutinósido), según Hidalgo et al. (2010) menciona que los derivados de quercetina ejercen un buen poder antioxidante

individualmente, pero cuando se combinan con otros compuestos afecta su capacidad antioxidante total.

Para el caso de las infusiones de hoja de achiote se muestra que la capacidad antioxidante en las infusiones con mezclas (IT7) $0,94 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL, (IT8) $1,03 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL y (IT9) $1,54 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL fue mayor respecto al 100% hoja de achiote (IT12) $0,91 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL mostrando un efecto sinérgico entre los componentes bioactivos de la hoja de achiote y cáscara de camu camu y toronja esto puede ser debido al pH de las infusiones, para Nascimento et al. (2020) la luteína es un flavonoide presente en la hoja de achiote con capacidad antioxidante y que es estable en pH ácido. Para el caso de la infusión de hoja de achiote pura se obtuvo $0,91 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL superior a lo obtenido por Ordoñez-E et al. (2020) de $0,46 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL en hojas de achiote seca esta variación puede deberse a la temperatura, tiempo de extracción o la procedencia de la muestra.

4.3.2. Capacidad de inhibir el radical libre 2,2-azinobis-3-etilbenzothiazolino-6ácido sulfónico (ABTS) en la infusión

Otro de los métodos para determinar la capacidad antioxidante en los alimentos o bebidas es el ABTS, al respecto Konan et al. (2016) menciona que este método ofrece más sensibilidad a la absorbancia del $ABTS^{+}$, se argumenta en la cuantificación de la decoloración del radical ABTS debido a su reducción de electrones por acción del antioxidante (Antezana et al., 2018) y se puede disolver tanto en medios acuosos y orgánicos (Karadag et al., 2009). Según el análisis estadístico (Anexo-VIIIb) se encontró diferencia significativa al comparar las medias mediante la prueba de Tuckey (p -valor $< 0,05$), en la Tabla 13 y Figura 5 se muestra que la actividad de barrido para inhibir al radical ABTS, fue mayor en las infusiones de té verde 75 % con cáscaras de camu camu 13 % y toronja 12 % (IT1) $1,42 \pm 0,02$ mmol ET/100 mL, té verde 85 % con cáscaras de camu camu 8 % y toronja 7 % (IT2) $1,18 \pm 0,02$ mmol ET/100 mL, té verde 95 % con cáscaras de camu camu 3 % y toronja 2 % (IT3) $1,17 \pm 0,02$ mmol ET/100 mL respecto a las infusiones de té verde al 100% (IT10) $1,04 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL, según los resultados se aprecia un incremento de la capacidad antioxidante de las infusiones que tienen mezclas de cáscaras de camu camu y toronja comparado a la infusión solo de té verde, de igual manera Muñoz-Velázquez (2012) reportó en té verde puro $0,55$ μ mol ET/mL y en mezclas con boldo (50:50) fue $4,90$ μ mol ET/mL. Para la infusión pura de té verde se obtuvo $1,04 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL valor inferior a lo encontrado por Ordoñez-E et al. (2018) $2,11 \pm 0,04$ mmol ET/100 mL, según Shannon et al. (2017) las variaciones en la capacidad antioxidante puede deberse a la temperatura del agua y tiempo, que afectan el rendimiento de extracción de

los compuestos fitoquímicos como polifenólicos y metilxantinas, de igual manera Khan y Mukhtar (2018) menciona que hay numerosos compuestos fitoquímicos en los tés producidos a partir de la *Camellia Sinensis* siendo uno de ellos los flavonoides que actúan como antioxidantes cediendo electrones, protones de hidrógeno para inactivar las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno.

Los resultados mostrados en la misma Tabla y Figura respecto a la hoja de guanábana nos indica si se prepara una infusión con 100% de hojas (IT11) $1,07 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL, muestra mayor capacidad de inhibir al radical ABTS que sus mezclas IT4 $0,73 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL, IT5 $0,57 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL y IT6 $0,51 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL, cabe indicar que el tiempo de extracción para toda las muestras fue 5min, similar a lo reportado Grijalva-Verdugo et al. (2022) que obtuvo un valor de $1,26 \pm 0,007$ mmol ET/100mL en la capacidad antioxidante frente al radical ABTS en la infusión de hojas guanabanana 100% extraído en 5min, el mismo autor indica que la capacidad antioxidante fue influenciado por el tiempo de extracción siendo en 5min > 10min > 15min, para Jin et al. (2019) los niveles de flavonoides en las infusión de hojas de guanábana pueden cambiar según el tiempo de preparación de la muestra, de igual forma Iyanda-Joe et al.(2020) indica que la actividad antioxidante de las hojas de *Annona muricata* se atribuyen a la presencia de antioxidantes enzimáticos y no enzimáticos como catalasa y superóxido dismutasa.

Con respecto a las infusiones de hoja de achiote en la misma Tabla y Figura se muestra que la capacidad de inhibición al radical ABTS fue mayor en las mezclas de (IT7) $0,86 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL, (IT8) $0,88 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL y (IT9) $1,08 \pm 0,2$ mmol ET/100 mL comparado a 100% hoja de achiote (IT12) $0,50 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL, esto indica que posiblemente en las mezclas de hojas de achiote con cáscaras de camu camu y toronja exista un efecto sinérgico entre sus componentes bioactivos y el método de análisis, según Scotter (2009) la hoja de achiote presenta compuesto bioactivos como la bixina y la norbixina con propiedades liposolubles, de igual manera Soto et al. (2013) identifico al limoneno (terperno) con capacidad antioxidante como el aceite presente en la cascara de toronja, para Muhammad et al. (2017) las mezcla de compuestos individuales está influenciada por la interacción entre los compuestos fenólicos y otros mostrando efectos sinérgicos, aditivos o antagónicos. En el caso de la infusión pura se obtuvo valores de $0,50 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL siendo similares a lo obtenido por Ordoñez-E et al. (2020) de $0,62 \pm 0,0$ mmol ET/100 mL en hojas de achiote comerciales.

Tabla 13. Resultados de la capacidad antioxidante para inhibir DPPH^{•+} y ABTS^{•+} en la infusión de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja.

Materia Prima	Código	DPPH ^{•+} (mmol ET/100 mL)	ABTS ^{•+} (mmol ET/100 mL)
HTV 75 %, CC 13 %, CT 12%	IT1	1,74±0,01 ^a	1,42±0,02 ^a
HTV 85 %, CC 8 %, CT 7 %	IT2	1,55±0,01 ^b	1,18±0,02 ^b
HTV 95 %, CC 3 %, CT 2%	IT3	1,50±0,01 ^c	1,17±0,02 ^b
HG 75 %, CC 13 %, CT 12%	IT4	0,97±0,01 ^e	0,73±0,01 ^e
HG 85 %, CC 8 %, CT 7 %	IT5	0,90±0,01 ^f	0,57±0,01 ^f
HG 95 %, CC 3 %, CT 2%	IT6	0,84±0,01 ^g	0,51±0,01 ^g
HA 75 %, CC 13 %, CT 12 %	IT7	0,94±0,01 ^{ef}	0,86±0,01 ^d
HA 85 %, CC 8 %, CT 7 %	IT8	1,03±0,01 ^d	0,88±0,01 ^d
HA 95 %, CC 3 %, CT 2%	IT9	1,54±0,01 ^b	1,08±0,02 ^c
TV 100 %	IT10	1,02±0,01 ^d	1,04±0,01 ^c
HG 100 %	IT11	1,49±0,01 ^c	1,07±0,01 ^c
HA 100 %	IT12	0,91±0,01 ^f	0,50±0,01 ^g

Los valores representan (promedio ± Error estándar) repeticiones (n=3) valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p≤0,05). HTV = Hoja de té verde, HG= Hoja de guanábana, HA = Hoja de achiote, CC = Cáscara de camu camu, CT= Cáscara de toronja.

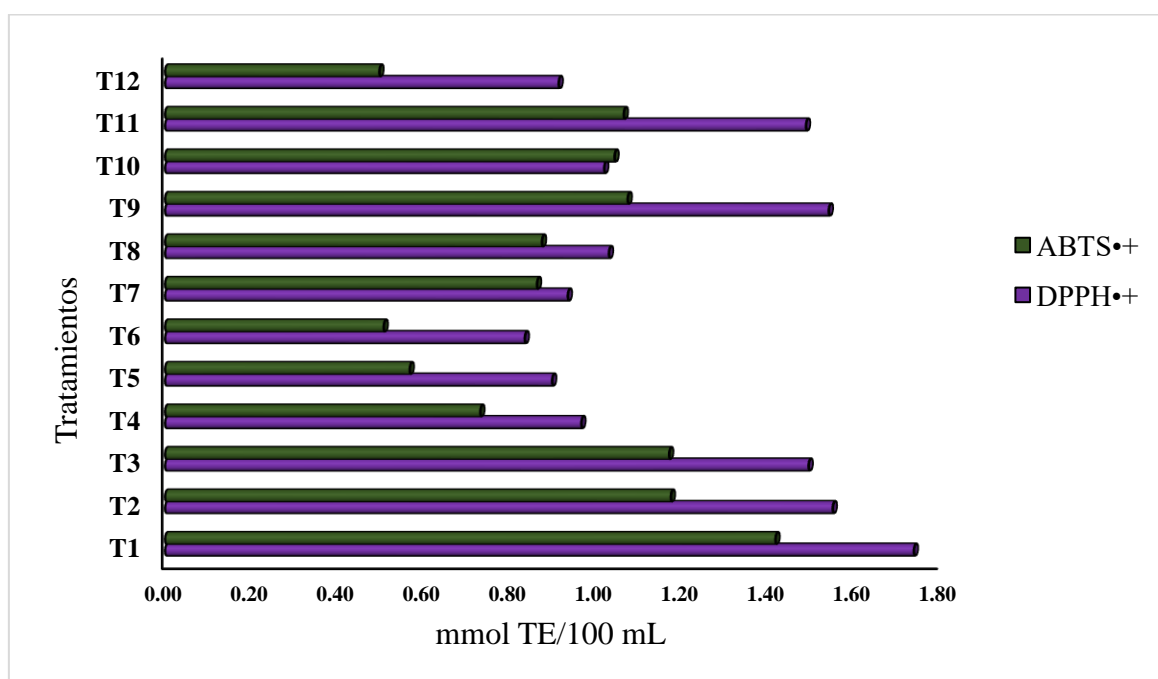


Figura 5. Representación de la capacidad antioxidante para inhibir DPPH^{•+} y ABTS^{•+} en la infusión

4.4. Determinación de microelementos Fe, Zn, Cu, Pb y Cd en infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja.

El **hierro** es esencial para el funcionamiento de los organismos vivos, porque esta involucrado de los procesos metabólicos, la síntesis de ADN, incluido el transporte de oxígeno y el transporte de electrones (Abbaspour et al., 2014). Según el análisis estadístico (Anexo-VIIIa) se encontró diferencia (Tabla 13), mostrando la mayor concentración en las infusiones de té verde (IT10) fue $0,208 \pm 0,010$ mg/L, guanábana (IT11) $0,187 \pm 0,005$ mg/L y achiote (IT12) $0,165 \pm 0,006$ mg/L, al respecto Ordoñez-E et al. (2021) encontró valores inferiores de hierro de $0,027$ mg/L y $0,010$ mg/L en infusiones de té verde y hojas de achiote y Mohammed y Abbas, (2016) encontró valores superiores de $0,264$ mg/L para infusiones de hojas de guanábana extraídos en 10 min, estas diferencia puede deberse a la solubilidad de los metales que está en función al tiempo de preparación de la infusión ya que con 10 min es mayor que 5 min (Polat y Ogut, 2018). De la misma Tabla la menor concentración de hierro fue las muestras con cáscaras de camu camu y toronja, esta disminución puede deberse a los explicado Rehman et al. (2019) encontró que el contenido de hierro en la cáscara de toronja fue $0,18 \pm 0,005$ mg/100g y Hernández et al. (2022) en la cascara de camu camu de $0,013$ mg/100g, también Basgel y Erdemoglu (2012) menciona que el contenido de minerales puede verse afectado por la matriz orgánica y el contenido original de la muestra (antagonismo).

Según Park et al.(2014) el **zinc** es un microelemento requerido por las proteínas para funciones catalíticas, estructurales o transcripcionales, de igual modo Karak et al., (2015) menciona que la deficiencia de zinc afecta al crecimiento de la persona, este microelemento se encuentra en mayor cantidad en alimentos de origen animal (Flora et al., 2021). Según el análisis estadístico (Anexo-VIIIb) se encontró diferencia significativa al comparar las medias por medio de la prueba de Tuckey (p -valor $< 0,05$), en la Tabla 10 se muestra que el contenido de zinc en las infusiones sin mezclas para té verde (IT10) fue $0,130 \pm 0,008$ mg/L, guanábana (IT11) $0,077 \pm 0,004$ mg/L y achiote (IT12) $0,088 \pm 0,010$ mg/L, al respecto Street et al. (2006) encontró valores cercanos de zinc ($0,153$ mg/L) en infusiones de té verde en Republica Checa, de igual manera Mohammed y Abbas, (2016) para hojas de guanábana $0,069$ mg/L y Ordoñez-E et al. (2021) en hojas de achiote $0,081$ mg/L , en la misma Tabla se muestra que al adicionar cáscaras de camu camu y toronja se incrementó el contenido de zinc, esto puede deberse a la interacción de una de ellas, según Rehman et al. (2019) encontró que el contenido de zinc en la cáscara de toronja fue $0,073 \pm 0,003$ mg/100g y Hernández et al. (2022) en la cascara de camu camu de $0,36$ mg/100g.

Para Ciftci et al. (2020) el **cobre** cumple una función importante en la salud humana, de igual manera la OMS (2007) menciona que este participa en la síntesis de compuestos esenciales relacionados con la función del tejido nervioso. Los resultados estadísticos (Anexo-VIIIc) indican diferencia a través de la prueba de Tuckey (p -valor $< 0,05$); en las infusiones sin mezclas con té verde (IT10) fue $0,189 \pm 0,0093$ mg//L, guanábana (IT11) $0,174 \pm 0,013$ mg//L y achiote (IT12) $0,133 \pm 0,013$ mg//L, al respecto Ordoñez-E et al. (2021) encontró valores inferiores de cobre de $0,0241$ mg/L y $0,0243$ mg/L en infusiones de té verde y hoja de achiote respectivamente, de igual manera Mohammed y Abbas. (2016) encontró valores superiores de $0,19$ mg/L para infusiones de hojas de guanábana, estas diferencias pueden deberse a la zona de procedencia, tal como indica Saha (2012) algunos fungicidas a base de cobre se utilizan para controlar enfermedades en las plantas de té y a la vez estas provocan acumulación de cobre en el suelo. En la misma Tabla se muestra que al adicionar cáscaras de camu camu y toronja a las mezclas se incrementó el contenido de cobre, al respecto Hernández et al. (2022) encontró $2,0$ mg/kg de cobre en cáscara de camu camu, por otra parte Ibrahim y Cyril. (2020) menciona que el potasio, sodio y magnesio fueron los principales minerales de la cáscara de toronja, mientras que el cobre estuvo presente en fracciones menores.

El **plomo** puede ser encontrado en el agua y suelo este metal existe en forma inorgánica y orgánica siendo este último más tóxico (Poma, 2008), según Garba et al., (2017) menciona que en humanos provoca convulsiones, daño cerebral, trastornos del sistema nervioso central, anemia y dolor de cabeza. Según el análisis estadístico (Anexo-VIIIId) se encontró diferencia por medio de la prueba de Tuckey (p -valor $< 0,05$), el plomo en todos los tratamientos se encuentra dentro del rango establecido que la Organización Mundial de la Salud (OMS) tal como indica Rubio et al. (2004) la OMS establece una ingesta semanal tolerable no debe superar $25 \mu\text{g} / \text{Kg}$ para los productos alimenticios, de igual manera la NTC 183. (2011) menciona que los valores comprendidos de plomo en el agua para consumo humano deben ser como máximo $10 \mu\text{g}/\text{L}$. Para el caso de té verde con mezclas no se detectó la presencia de plomo, esto coincide con Beltrán et al. (2014) que tampoco encontró este metal al aromatizar la infusión de té verde 75% con rosas 25%.

Tabla 14. Resultados de los microelementos en las infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja.

Materia Prima	Código	Fe mg/L	Zn mg/L	Cu mg/L	Pb µg/L	Cd µg/L
HTV 75 %, CC 13 %, CT 12%	IT1	0,093±0,015 ^f	0,153±0,0050 ^a	0,199±0,012 ^{ab}	Nd	Nd
HTV 85 %, CC 8 %, CT 7 %	IT2	0,120±0,014 ^{ef}	0,146±0,0048 ^{ab}	0,197±0,015 ^{ab}	Nd	Nd
HTV 95 %, CC 3 %, CT 2%	IT3	0,188±0,022 ^{ab}	0,145±0,0058 ^{ab}	0,190±0,013 ^{ab}	Nd	Nd
HG 75 %, CC 13 %, CT 12%	IT4	0,138±0,015 ^{de}	0,103±0,0095 ^{dce}	0,209±0,008 ^a	0,003±0,001 ^{fg}	0,0001±0,00003
HG 85 %, CC 8 %, CT 7 %	IT5	0,169±0,014 ^{bcd}	0,093±0,0050 ^{def}	0,187±0,012 ^{ab}	0,004±0,001 ^{fg}	0,0001±0,00003
HG 95 %, CC 3 %, CT 2%	IT6	0,183±0,010 ^{abc}	0,078±0,0096 ^f	0,183±0,013 ^{ab}	0,004±0,001 ^f	0,0001±0,00004
HA 75 %, CC 13 %, CT 12 %	IT7	0,140±0,027 ^{de}	0,110±0,0082 ^c	0,171±0,009 ^{cb}	0,017±0,002 ^d	0,0001±0,00004
HA 85 %, CC 8 %, CT 7 %	IT8	0,151±0,008 ^{cde}	0,108±0,0050 ^{cd}	0,141±0,022 ^{cd}	0,018±0,002 ^c	0,0001±0,00003
HA 95 %, CC 3 %, CT 2%	IT9	0,163±0,015 ^{bcd}	0,093±0,0050 ^{def}	0,138±0,008 ^d	0,020±0,003 ^b	0,0001±0,00004
TV 100 %	IT10	0,208±0,010 ^a	0,130±0,0082 ^b	0,189±0,009 ^{ab}	0,003±0,001 ^g	0,0001±0,00003
HG 100 %	IT11	0,184±0,005 ^{abc}	0,077±0,0040 ^f	0,174±0,013 ^b	0,005±0,001 ^e	0,0001±0,00002
HA 100 %	IT12	0,165±0,006 ^{bcd}	0,088±0,0096 ^{fe}	0,133±0,013 ^d	0,023±0,003 ^a	0,0001±0,00002

Los valores representan (promedio ± Error estándar) repeticiones (n=4) valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p \leq 0,05$). HTV = Hoja de té verde, HG= Hoja de guanábana, HA = Hoja de achiote, CC = Cáscara de camu camu, CT= Cáscara de toronja, Nd: No detectable

Con respecto al **cadmio** Glavač et al. (2017) indica la presencia de este elemento es producto de suelos contaminados, según Mirosławski y Paukzto (2017) menciona que este metal pesado tiende acumularse en los riñones, para Garba et al., (2017) el cadmio puede causar vómitos, diarrea irritación severa, daño pulmonar y muerte si ingresa al torrente sanguíneo, de igual manera Mohammed et al. (2019) encontró que los alimentos que contengan este metal puede provocar cáncer de pulmón. Según el análisis estadístico no se encontró diferencia mediante la Tuckey (p -valor $< 0,05$); el contenido de cadmio en todos los tratamientos fue no detectables o minimamente, según Sanz y Dalmau. (2012) indica que la ingesta semanal tolerable (IST) no debe superar los $2,5 \mu\text{g}/\text{kg}$ establecida por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), así mismo Andrade et al. (2017) menciona que la concentración de cadmio en las plantas depende de la morfológica de la planta, origen de la especie botánica y medio ambiente donde crece la planta.

V. CONCLUSIÓN

- En el tamizaje fitoquímico y su caracterización, se identificó la presencia de metabolitos secundarios como flavonoides, fenoles totales, saponinas y azúcares reductores en las doce muestras de infusiones, siendo resaltante las infusiones T1 (75 % té verde con cáscara de camu camu 13 % y toronja 12 %) y T7 (75 % achiote con cáscara de camu camu 13 % y toronja 12 %) siendo la flavona el principal flavonoide responsable del color amarillo.
- Los fenoles totales del té verde 75 % con mezcla de cáscaras de camu camu 13 % y toronja 12% (MT1) ($5,89 \pm 0,10$ g EAG/100 g) fue mejor que (MT10) ($2,75 \pm 0,04$ g EAG/100 g) > La hoja de achiote 95% con cáscaras de camu camu 3 % y toronja 2% (MT9) ($5,36 \pm 0,03$ g EAG/100 g) fue mayor a (MT12) ($2,17 \pm 0,0103$ g EAG/100 g) > La hoja de guanábana 100% (MT11) ($5,25 \pm 0,04$ g EAG/100 g) fue mayor comparado a sus mezclas.
- Los fenoles totales de infusión de té verde 75 % con mezcla de cáscaras de camu camu 13 % y toronja 12% (IT1) ($80,47 \pm 0,61$ mg EAG/100mL) fue mejor que (IT10) ($38,72 \pm 0,36$ mg EAG/100mL) > La infusión de achiote con mezclas (IT9) ($65,52 \pm 0,71$ mg EAG/100mL) fue mayor a (IT12) ($29,44 \pm 0,51$ mg EAG/100mL) > La infusión de hoja de guanábana 100% (IT11) ($59,43 \pm 0,94$ mg EAG/100mL) fue mayor comparado a sus mezclas.
- La capacidad antioxidante frente DPPH⁺ de las infusiones de té verde fue mayor la mezcla IT1 ($1,74 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL) que IT10 ($1,04 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL). Para achiote fue mayor la mezcla IT9 ($1,54 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL) que IT12 ($0,91 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL) y para guanábana pura fue mayor IT11 ($1,49 \pm 0,01$ mmol ET/100 mL) que sus mezclas.
- La mayor capacidad antioxidante en ABTS⁺ de las infusiones fueron las mezclas de té verde IT1 ($1,42 \pm 0,021$ mmol ET/100 mL) y achiote IT9 ($1,08 \pm 0,02$ mmol ET/100 mL), comparado a las infusiones sin mezclas, excepto la guanábana IT11).
- El mayor contenido de Zn en las infusiones fue para té verde (IT10), hoja de guanábana (IT11) y hoja de achiote (IT12) y Fe en todas las mezclas; el Pb y Cd no supero la ingesta semanal tolerable a lo establecido por la OMS y EFSA

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Se recomienda consumir las infusiones con mezclas de té verde 75% con cáscaras de camu camu 13% y toronja 12% (IT1), hoja de achiote 95%, con cáscaras camu camu 3% y toronja 2% (IT9) y hojas de guanábana 100% (IT11) por su mayor contenido de fenoles, capacidad antioxidante, microelemento (Zn).
- Evaluar mediante el análisis sensorial (sabor, color, aroma y aceptabilidad) de las infusiones de té verde, hojas de guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja.
- Estudiar el efecto enantiómero del té verde, hoja de achiote y guanábana con la matriz de cáscaras de camu camu y toronja.
- Identificar las flavonas e isoflavonas que está presente en las infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).
- Evaluar la vida útil de los filtrantes que contienen té verde, hojas de guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja considerando los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Abbaspour, N., Hurrell, R., & Kelishadi, R. (2014). Review on iron and its importance for human health. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 19(2), 164–174.
- Abdul , S. M., Jantan, I., Haque, M. A., & Arshad, L. (2018). Exploring the Leaves of *Annona muricata* L. as a Source of Potential Anti-inflammatory and Anticancer Agents. *Frontiers in Pharmacology*, 9: 3-4
- Abubakar, A. R., & Haque, M. (2020). Preparation of medicinal plants: Basic extraction and fractionation procedures for experimental purposes. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*, 12(1), 1.
- Acuña, O., y Torres, A. (2010). Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibre (*zingiber officinale*) en la elaboración de condimento en polvo, infusión filtrante y aromatizante para quema directa.
- Ahmed, A., Ahmad, A., Khalid, N., David, A., Sandhu, M. A., Randhawa, M. A. & Suleria, H. A. R. (2014). A question mark on iron deficiency in 185 million people of Pakistan: Its outcomes and prevention. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 54(12):1617–1635
- Alalwan, H.A., Kadhom, M.A., Alminshid, A.H. (2020). Removal of heavy metals from wastewater using agricultural byproducts. *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua*, 69(2), 99–112
- Al-Ghafari, A. B., Shorbaji, A. M., AL-Sarori, L. A., Baduwailan, E. O., Basaar, A. A., Doghaither, H. A. A., Al-Marzouki, H. F., & Omar, U. M. (2016). Phenolic Contents and Antioxidant Activities of Green Tea with and without Lemon. *Natural Science*, 08(06), 247–255.
- Al-Juhaimi, F. (2014). Citrus fruits by-products as sources of bioactive compounds with antioxidant potential. *Pakistan Journal of Botany*, 46(4),:1459-1462.
- Almajano, M. P., Carbo, R., Lopez, J. A., Gordon, M. H. (2008). Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions. *Food Chemistry* 108: 55–63.
- Andrade, D. F., Pereira-Filho, E. R., & Konieczynski, P. (2017). Comparison of ICP OES and LIBS analysis of medicinal herbs rich in flavonoids from eastern Europe. *J. Braz. Chem. Soc.*, 28(5), 838- 847

- Anuragi, H., Dhaduk, H. L., Kumar, S., Dhruve, J. J., Parekh, M. J., & Sakure, A. A. (2016). Molecular diversity of *Annona* species and proximate fruit composition of selected genotypes. *3 Biotech*, 6(2).
- Aoshima, H., Hirata, S., Y Ayabe, S. (2007). Antioxidative and anti-hydrogen peroxide activities of various herbal teas. *Food Chemistry*, 103(2): 617–622.
- Arellano-Acuña, E., Rojas-Zavaleta, I., y Paucar-Menacho, L. (2016). Camu-camu (*Myrciaria dubia*): Fruta tropical de excelentes propiedades funcionales que ayudan a mejorar la calidad de vida. *Scientia Agropecuaria*, 7: 433–443.
- Association of Official Analytical Chemists. (2005). *Official Methods of Analysis*. The scientific dedicated to analytical Excellence. Gaithersuburgh, Maryland, USA.: AOAC International.
- Avila-Sosa, R., Montero-Rodríguez, A. F., AguilarAlonso, P., Vera-López, O., Lazcano-Hernández, M., Morales-Medina, J. C., y Navarro-Cruz, A. R. (2019). Antioxidant Properties of Amazonian Fruits: A Mini Review of in Vivo and in Vitro Studies. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 1: 1-11
- Aydeniz-Guneser, B., and Guneser, O. (2020). Cold pressed grapefruit (*Citrus paradisi* L.) oil. *Cold Pressed Oils*, 497–513. doi:10.1016/b978-0-12-818188-1.00045-1
- Azevedo, L., de Araujo, P., de Carvalho, J., Gonçalves, M., Marquini, F., de Oliveira, E., Barros, F., y Stringheta, P. (2018). Camu-camu (*Myrciaria dubia*) from commercial cultivation has higher levels of bioactive compounds than native cultivation (Amazon Forest) and presents antimutagenic effects in vivo. *Journal of the Science and Food Agriculture*, 99(2), 624- 631
- Azwanida, N. (2015). A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Med Aromat Plants*, 4(196), 2167-0412.
- Balderrama-Carmona, A. P., Silva-Beltrán, N. P., Gálvez-Ruiz, J. C., Ruíz-Cruz, S., Chaidez-Quiroz, C., & Morán-Palacio, E. F. (2020). Antiviral, Antioxidant, and Antihemolytic Effect of *Annona muricata* L. Leaves Extracts. *Plants (Basel, Switzerland)*, 9(12), 1650.
- Basgel, S., and Erdemoglu, S.B. (2012). Determination of mineral and trace elements in some medicinal herbs and their infusions consumed in Turkey. *Science of the Total Environment*. 359, 82–89.
- Beltrán, E., Jácome, M. B., y Matute, E. (2014). Elaboración de té verde aromatizado con rosas orgánicas “Vitality” de Nevado Ecuador. *Enfoque UTE*, 5(4), 54-69.

- Bonilla-Rios, N. C., Varón, F. A. Y Garzón, L. P. (2014). Extracción de pigmentos colorantes tipo flavonoides, flor del pomo (*Syzygium jambos*), zona verde del IEAR. Florencia Caquetá. Amazonia Investiga. 3 (5):34-42.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M y Berset, C. (1995). Uso de un método de radicales libres para evaluar la actividad antioxidante. LWT-Ciencia y tecnología de los alimentos, 28 (1), 25-30.
- Cabrera, A., y Mach, N. (2012). Flavonoides como agentes quimiopreventivos y terapéuticos contra el cáncer de pulmón. Revista Española de Nutrición Humana y Dietética, 16(4), 143-153.
- Camargo, L. E. A., Pedroso, L. S., Vendrame, S. C., Mainardes, R. M., y Khalil, N. M. (2016). *Antioxidant and antifungal activities of Camellia sinensis (L.) Kuntze leaves obtained by different forms of production. Brazilian Journal of Biology, 76(2), 428–434. doi:10.1590/1519-6984.18814*
- Castañeda-Saucedo, M., Ramírez-Anaya, J., Tapia-Campos, E., & Diaz-Ochoa, EG 2019. Comparación del contenido de fenoles totales y la actividad antioxidante de infusiones herbales con *S tevia rebaudiana* Bertoni añadida. Ciencia y Tecnología de Alimentos , 40 (1), 117-123.
- Castiglioni, S., Damiani, E., Astolfi, P., & Carloni, P. (2015). *Influence of steeping conditions (time, temperature, and particle size) on antioxidant properties and sensory attributes of some white and green teas. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 66(5), 491–497. doi:10.3109/09637486.2015.1042842*
- Castro-Luna, A., and Garcia-de-la-Guarda, R. (2016). Antifungal effect of *Citrus paradisi* “grapefruit” on strains of *Candida albicans* isolated from patients with denture stomatitis Diana Eugenia Churata-Oroya¹, Donald Ramos-Perfecto², Hilda Moromi-Nakata², Elba Martínez-Cadillo². *Revista Estomatológica Herediana, 26(2), 78-84.*
- Cesa, S., Cairone, F. y De Monte, C. (2022). Polifenoles y Flavonoides: Aspectos Químicos, Farmacológicos y Terapéuticos. Flavonoides y fenólicos, 1–26.
- Chandrasekara , A. & Shahidi , F. (2018). “Bebidas a base de hierbas: compuestos bioactivos y su papel en la reducción del riesgo de enfermedades: una revisión”, *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, vol. 8núm.4,págs.451-458
- Chang, M.-Y., Lin, Y.-Y., Chang, Y.-C., Huang, W.-Y., Lin, W.-S., Chen, C.-Y., Lin, Y.-S. (2020). *Effects of Infusion and Storage on Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of Black Tea. Applied Sciences, 10(8), 2685. doi:10.3390/app10082685*

- Chatterjee, A., Singh, N., Chanu, W. K., Singh, C. B., & Nagaraj, V. A. (2022). Phytochemical screening, cytotoxicity assessment and evaluation of in vitro antiplasmodial and in vivo antimalarial activities of *Mentha spicata* L. methanolic leaf extract. *Journal of ethnopharmacology*, 298, 115636.
- Chhabra, S. C., Uiso, F. C., and Mshiu, E. N. (1984). Phytochemical screening of tanzanian medicinal plants. I. *Journal of Ethnopharmacology*, 11(2), 157–179.
- Chirinos, R., Galarza, J., Betalleluz-Pallardel, I., Pedreschi, R., y Campos, D. (2010). “Compuestos antioxidantes y capacidad antioxidante de la fruta del camu camu peruano (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh) en diferentes etapas de madurez”, *Química de alimentos*, 120(4): 1019–1024.
- Choi, S. J., Park, S. Y., Park, J. S., Park, S.-K., & Jung, M. (2016). Contents and compositions of policosanols in green tea (*Camellia sinensis*) leaves. *Food Chemistry*, 204: 94–101.
- Coria-Téllez, A. V., Montalvo-González, E., Yahia, E. M., & Obledo-Vázquez, E. N. (2018). *Annona muricata*: A comprehensive review on its traditional medicinal uses, phytochemicals, pharmacological activities, mechanisms of action and toxicity. *Arabian Journal of Chemistry*, 11(5), 662–691.
- Cristóbal-Luna, J. M., Álvarez-González, I., Madrigal-Bujaidar, E., & Chamorro-Cevallos, G. (2018). Grapefruit and its biomedical, antigenotoxic and chemopreventive properties. *Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 112, 224–234.
- Dai, F., Chen, W.-F., & Zhou, B. (2008). Antioxidant synergism of green tea polyphenols with α -tocopherol and l-ascorbic acid in SDS micelles. *Biochimie*, 90(10), 1499–1505.
- Dobrowolska-Iwanek, J., Zagrodzki, P., Galanty, A., Fołta, M., Kryczyk-Kozioł, J., Szłóarczyk, M., Rubio, P. S., Saraiva de Carvalho, I., & Paśko, P. (2022). Determination of Essential Minerals and Trace Elements in Edible Sprouts from Different Botanical Families—Application of Chemometric Analysis. *Foods*, 11(3): 371.
- EFSA 2006. Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals. European Food Safety Authority. p 59-64.
- Enko, J., & Gliszczynska-Świgło, A. (2015). Influence of the interactions between tea (*Camellia sinensis*) extracts and ascorbic acid on their antioxidant activity: analysis with interaction indexes and isobolograms. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 32(8), 1234–1242.

- Enríquez, A. L. L., Arana, A. C., Terranova, A. M. P., y Flores, J. E. M. (2017). Diversidad genética en patrones de cítricos mediante Microsatélites Amplificados al Azar (RAMs). *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 15(1), 85-94.
- Etheridge, C. J., y Derbyshire, E. (2022). Herbal infusions and health: A review of findings from human studies, mechanisms and future research directions. *Nutrition & Food Science*, 50(5), 969-985.
- Fang, J., Sureda, A., Silva, A. S., Khan, F., Xu, S., & Nabavi, S. M. (2019). Trends of tea in cardiovascular health and disease: A critical review. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 385-396.
- Farhan, M. (2022). Green tea catechins: nature's way of preventing and treating cancer. *International journal of molecular sciences*, 23(18): 10-13.
- Farzaneh, V., and Carvalho, I. (2015). A review of the health benefit potentials of herbal plant infusions and their mechanism of actions. *Industrial Crops and Products*, 65, 247–258.
- Feoktistova Victorava, L., & Clark Feoktistova, Y. (2018). El metabolismo del cobre. Sus consecuencias para la salud humana. *Medisur*, 16(4), 579-587.
- Fombuena, V., y Domínguez, I. (2020). Hacia una economía circular caso práctico de dimensionado de unidad de almacenaje de residuos orgánicos para proceso de compost. xxx: xxx- xxx.
- Galindo, W. F., Rosales, M., Murgueitio, E. y Larrahondo, J. E. (1989). Sustancias antinutricionales en las hojas de guamo, nacedero y matarratón. *Livestock Research for Rural Development*. 1(1): 1- 6.
- Garba, Z. N., Ubam, S., Babando, A. A., y Galadima, A. (2017). Quantitative Assessment of heavy metals from selected tea brands marketed in Zaria. *Nigeria J. of Physical Sci.*, 26(1), 43–51
- García Saavedra, E., Leandro Laguna, C., Pari Quispe, D., Tavera Arévalo, Y. del C., & Mamani Flores, M. (2021). Contenido de ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante en cápsulas de harina de cáscara del fruto de camu camu (*Myrciaria dubia* hbk), bajo dos tipos de almacenamiento. *Revista Investigación Universitaria*, 11(2), 644–663.
- García, E. M., Segovia, I., y López, A. (2015). Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu.
- Garzón, G. A. (2008). Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión. *Acta biológica colombiana*, 13(3), 27-36.

- Geoffrey, K. K., John, K. M., Naomi, M., & Simon, K. M. (2014). Qualitative phytochemical screening of *Camellia sinensis* and *Psidium guajava* leaf extracts from Kericho and Baringo Counties. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, 5(3), 506-512.
- Glavač, N. K., Djogo, S., Ražić, S., Kreft, S., & Veber, M. (2017). *Accumulation of heavy metals from soil in medicinal plants. Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*, 68(3), 236–244. doi:10.1515/aiht-2017-68-2990
- Gomes Pacheco, T., Santana Lopes, A., Monteiro Viana, G. D., Nascimento da Silva, O., Morais da Silva, G., do Nascimento Vieira, L., Rogalski, M. (2019). Genetic, evolutionary and phylogenetic aspects of the plastome of annatto (*Bixa orellana* L.), the Amazonian commercial species of natural dyes. *Planta*. 249 , 563–582
- Grijalva-Verdugo, C., Rodríguez-Núñez, J. R., Núñez-Colin, C. A., Aguirre-Mancilla, C. L., Montoya-Anaya, D., Villareal-Fuentes, J. M., ... & Rodríguez-Carrillo, M. G. 2022. Total polyphenolics, antioxidants, and cytotoxic activity of infusions from soursop (*Annona muricata*) leaves from two Mexican regions. *Agronomía Colombiana*, 40(2), 300-310.
- Guija-Poma, E., Inocente-Camones, M., Ponce-Pardo, J., & Zarzosa-Norabuena, E. (2015). Evaluación de la técnica 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antioxidante. *Horizonte Médico (Lima)*, 15(1), 57–60.
- Hanhineva, K., Törrönen, R., Bondia-Pons, I., Pekkinen, J., Kolehmainen, M., Mykkänen, H., y Poutanen, K. (2010). Impact of dietary polyphenols on carbohydrate metabolism. *International journal of molecular sciences*, 11(4), 1365–1402.
- Hernández, L. L., Rodríguez, C. M., Sierra, O. J. A., & González, E. G. (2022). Uso potencial del camu-camu (*Myrciaria dubia*) en el desarrollo de alimentos funcionales. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 9(2), 26-41.
- Hilario, C. B. C., Acevedo, J. A., Araujo, B. F., y Vélchez, J. C. (2014). Efecto protector del extracto etanólico de las hojas de *Bixa orellana* L. “achiote” sobre la hiperplasia prostática benigna en ratas. *Conocimiento para el desarrollo*, 5(1). 57-64
- Hinojosa Dávalos, J., Gutiérrez Lomelí, M., Siller López, F., Rodríguez Sahagún, A., Morales Del Río, J. A., Guerrero Medina, P. J., & Del-Toro-Sánchez, C. L. (2013). Screening fitoquímico y capacidad antiinflamatoria de hojas de *Tithonia tubaeformis*. *Biotecnia*, 15(2), 53–60.
- Horie, H., Ema, K. & Sumikawa, O. (2017). Chemical components of matcha and powdered green tea. *Journal of Cookery Science of Japan*, 50(5), 182-188.

- Huamán, O, Arnao, I, Béjar, E, y Sandoval, M. (2007). Efecto del extracto hidroalcohólico liofilizado de hojas de *Bixa orellana* (achiote), en la secreción gástrica de ratas. *Anales de la Facultad de Medicina*, 68(4), 314-320
- Ibrahim, B., and Cyril, O. (2020). Phytochemical, Antioxidant, Proximate, and Selected Mineral Status of Egyptian *Citrus paradisi* Fruit obtained from Wamakko Local Government Area of Sokoto State, North-western Nigeria. *Asian Pacific Journal of Health Sciences*, 7(3), 1–4.
- Imán, S., Pinedo, S., Melchor, M. (2011). Caracterización morfológica y evaluación de la colección nacional de germoplasma de camu-camu (*Myrciaria dubia* HBK McVaugh), del INIA Loreto-Perú. *Scientia Agropecuaria* 2(4): 189 – 201.
- Inamdar, P, Jalamvazir, D y Patel, D. y Meshram, D. (2014). Cribado fitoquímico y actividad antifúngica in vitro de *Camellia sinensis*. *Revista Internacional de Farmacia y Ciencias Farmacéuticas*, 6 (5), 148-150.
- Ingle, K. P., Deshmukh, A. G., Padole, D. A., Dudhare, M. S., Moharil, M. P., & Khelurkar, V. C. (2017). Phytochemicals: Extraction methods, identification and detection of bioactive compounds from plant extracts. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(1), 32-36.
- Innocent-Ukachi, A. y Onukwugha, U. (2019). Evaluación de la calidad del té elaborado a partir de mezclas de hojas de guanábana (*Annona muricata*) y moringa (*Moringa oleifera*). *Revista Europea de Nutrición y Seguridad Alimentaria* , 10 (1), 1–15.
- Innocent-Ukachi, Adanma & Onukwugha, Ugochi. (2019). Quality Evaluation of Tea Brewed from Blends of Soursop (*Annona muricata*) and Moringa (*Moringa oleifera*) Leaves. *European Journal of Nutrition & Food Safety*. 1-15. doi:10.9734/ejnfs/2019/v10i130090.
- Instituto colombiano de normas técnicas y certificación. (2011). “Norma Técnica Colombiana Ntc 813” vol. 813, pp. 1–10.
- Instituto de Medicina. (2001). Consejo de Alimentación y Nutrición. Ingestas dietéticas de referencia de vitamina A, vitamina K, arsénico, boro, cromo, cobre, yodo, hierro, manganeso, molibdeno, níquel, silicio, vanadio y zinc Washington, DC: National Academy Press.
- Iyanda-Joel, Wisdom O., Ajetunmobi, Olusayo B., Chinedu, Shalom N., Iweala, Emeka E. J., Adegbite, Oluwatobi S.(2019). Phytochemical, Antioxidant and Mitochondrial Permeability Transition Studies on Fruit-Skin Ethanol Extract of *Annona muricata*. *Journal of Toxicology*,1(1) 1–9. doi:10.1155/2019/7607031

- Jadaa, W., Mohammed, Hong Kong. (2023). Metales pesados: definición, fuentes naturales y antropogénicas de liberación en los ecosistemas, toxicidad y métodos de eliminación: un estudio general. *Revista de ingeniería ecológica*, 24 (6), 249-271.
- Jain, DP, Pancholi, SS y Patel, R. 2011. Actividad antioxidante sinérgica del té verde con algunas hierbas. *Revista de tecnología e investigación farmacéutica avanzada* , 2 (3), 177-183.
- Jin, Y., Zhao, J., Kim, E. M., Kim, K. H., Kang, S., Lee, H., & Lee, J. (2019). Comprehensive investigation of the effects of brew-ing conditions in sample preparation of green tea infusions. *Molecules*, 24(9), Article 1735.
- Karak, T., Kutu, F. R., Nath, J. R., Sonar, I., Paul, R. K., Boruah, R. K., Dutta, A. K. (2015). Micronutrients (B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, and Zn) content in made tea (*Camellia sinensis* L.) and tea infusion with health prospect: A critical review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(14), 2996–3034. doi:10.1080/10408398.2015.1083534
- Katoh, Y., Katoh, M., & Omori, M. (2015). Identification of Teas Cultivated in Eastern, Southeastern and Southern Asia Based on Nucleotide Sequence Comparison of Ribulose 1,5-bisphosphate Carboxylase Large-subunit of Chloroplast DNA and 18S Ribosomal RNA of Nuclear DNA. *Food Science and Technology Research*, 21(3), 381–389.
- Kaur, A., Jain, Y., Mittal, K., & Mittal, N. 2018. Synergistic effect of pineapple peels & green tea on antioxidant levels of pineapple peels infused kangra green tea. *Global J Biosci Biotechnol*, 7(3), 392-395.
- Kehrer, Jp.,y Klotz, L. (2015). Los radicales libres y las especies reactivas relacionadas como mediadores de lesiones y enfermedades tisulares: implicaciones para la salud. *Revisiones críticas en toxicología*, 45 (9): 765–798.
- Khalid, A., Hayee, S., and Nasir, N. (2020). Biological activity of *Citrus paradisi* peel: Biological activity of *Citrus paradisi* peel. *Pakistan BioMedical Journal*, 3(2).
- Khan, M. S., Aziz, S., Khan, M. Z., Khalid, Z. M., Riaz, M., Ahmed, D., & Zahid, N. (2021). Antihyperglycemic effect and phytochemical investigation of *Rubia cordifolia* (Indian Madder) leaves extract. *Open Chemistry*, 19(1), 586–599. doi:10.1515/chem-2021-0053
- Khan, N., & Mukhtar, H. (2018). Tea Polyphenols in Promotion of Human Health. *Nutrients*, 11(1), 39. doi:10.3390/nu11010039
- Konan, K. V., le Tien, C., & Mateescu, M. A. (2016). Electrolysis-induced fast activation of the ABTS reagent for an antioxidant capacity assay. *Analytical Methods*, 8(28), 5638–5644.

- Kopjar, M., Tadić, M., & Piližota, V. (2015). Phenol content and antioxidant activity of green, yellow and black tea leaves. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 2(1), 1. doi:10.1186/s40538-014-0028-7
- Lambert, J. D & Yang, C. S. (2003). Mechanisms of cancer prevention by tea constituents. *The Journal of nutrition*, 133(10): 3262S–3267S.
- Lee, CH, Lee, TH, Ong, PY, Wong, SL, Hamdan, N., Elgharbawy, A y Azmi, N. (2021). Técnica integrada de agitador μ L trasónico-mecánico para la extracción del contenido total de alcaloides de *Annona muricata*. *Bioquímica de procesos*, 109, 104–116.
- Liu, JY, El, D., Xing, YF, Zeng, W., & Xing, XH. (2021). Efectos de los componentes bioactivos del té Pu-erh en los microbiomas intestinales y la salud: una revisión. *Química alimentaria* 353: 129-439
- Magne, C, Zingue, S., Winter, E., Creczynski-Pasa, T. B., Michel, T., Fernandez, X., Njamen, D., & Clyne, C. (2015). Flavonoids, Breast Cancer Chemopreventive and/or Chemotherapeutic Agents. *Current medicinal chemistry*, 22(30), 3434–3446.
- Majekodunmi, S. O. (2015). Review of extraction of medicinal plants for pharmaceutical research. *Merit Res J Med*, 3, 521-527.
- Malongane, F., McGaw, L. J., and Mudau, F. N. (2017). The synergistic potential of various teas, herbs and therapeutic drugs in health improvement: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(14), 4679–4689.
- Manrique-de-la-Cuba, MF, Gamero-Begazo, P., Valencia, DE, Barazorda-Ccahuana, HL, & Gómez, B. 2019. Estudio teórico de la capacidad antioxidante de los flavonoides presentes en las hojas de *Annona muricata* (Guanábana). *Journal of Molecular Modeling*, 25, 1-13.
- Mayer, O., Seidlerová, J., Wohlfahrt, P., Filipovský, J., Cífková, R., Černá, V., & Vermeer, C. (2017). *Synergistic effect of low K and D vitamin status on arterial stiffness in a general population. The Journal of Nutritional Biochemistry*, 46, 83–89.
- Medina-Flores, D., Ulloa-Urizar, G., Camere-Colarossi, R., Caballero-García, S., Mayta-Tovalino, F., y Del Valle-Mendoza, J. 2016. Actividad antibacteriana de *Bixa orellana* L. (achiote) contra *Streptococcus mutans* y *Streptococcus sanguinis*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6 (5): 400-403.
- Meyer, A. S., Heinonen, M., & Frankel, E. N. (1998). Antioxidant interactions of catechin, cyanidin, caffeic acid, quercetin, and ellagic acid on human LDL oxidation. *Food Chemistry*, 61(1-2), 71–75. doi:10.1016/s0308-8146(97)00100-3

- Mirowski, J. y Pauksto, A. (2017). Determination of the cadmium, chromium, nickel, and lead ions relays in selected polish medicinal plants and their infusion. *Biol. Trace Elem Research*, 182), 147–151.
- Moghadamtousi, S., Fadaeinasab, M., Nikzad, S., Mohan, G., Ali, H., y Kadir, H. (2015). *Annona muricata* (Annonaceae): A Review of Its Traditional Uses, Isolated Acetogenins and Biological Activities. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(7), 15625–15658.
- Mohammed, A. A., Mohamed, H. O., & Muftah, E. K. (2019). Heavy Metals Contents in Some Commercially available Coffee, Tea, and Cocoa Samples in Misurata City – Libya. *Progress in Chemical and Biochemical Research*, 2(3), 99-107
- Mohammed, M. T., & Abbas, S. I. (2016). Antioxidant and anti-inflammatory effect of fruit juice of *Annona muricata* L (Soursop) during ischemia reperfusion injury in rats. *The Iraqi Postgraduate Medical Journal*, 15(1), 118-123.
- Moraes De Souza, R. A., Oldoni, T. L. C., Regitano-D'arce, M. A. B., Y Alencar, S. M. 2008. Antioxidant activity and phenolic composition of herbal infusions consumed in brazil activid ad antioxidante y compuestos fenólicos en infusiones herbarias consumid as en Brasil. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 6(1): 41–47.
- Mukherjee, A., Sharma, M., Latkar, S., Maurya, P. A. (2018). Study on Aflatoxin Content in Black Tea Available in Domestic Market in India. *J. Chem. Chem. Sci.* 8, 562 -568.
- Naboulsi, I., Aboulmouhajir, A., Kouisni, L., Bekkaoui, F., & Yasri, A. (2018). Plants extracts and secondary metabolites, their extraction methods and use in agriculture for controlling crop stresses and improving productivity: A review. *Acad. J. Med. Plants*, 6(8), 223-240.
- Nair, K. (2010). Té (*Camellia sinensis* L.). La agronomía y la economía de importantes cultivos arbóreos del mundo en desarrollo. 1: 275–300.
- Nascimento Moraes Neto, R., Guedes Coutinho, G., de Oliveira Rezende, A., de Brito Pontes, D., Pinheiro Soares Ferreira, R. L., de Araújo Morais, D., & De Sousa, E. M. 2020. Compounds isolated from *Bixa orellana*: evidence-based advances to treat infectious diseases. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 49(3), 581-601.
- Natarajan, T. D., Ramasamy, J. R., & Palanisamy, K. (2019). Nutraceutical potentials of synergic foods: a systematic review. *Journal of Ethnic Foods*, 6(1).
- Neves, L., Silva, V., Chagas, E., Lima, C., y Roberto, S. (2015). Determinación del tiempo de cosecha de camu-camu *Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh utilizando atributos medidos previos a la cosecha, *Scientia Horticulturae* , 186 (1) , 15-23.

- Neveu, V., Perez-Jimenez, J., Vos, F., Crespy, V., Du Chaffaut, L., Mennen, L., & Scalbert, A. (2010). Phenol-Explorer: an online comprehensive database on polyphenol contents in foods. *Database*, 1(0): 1-9.
- Nguyen, M. T., Nguyen, V. T., Minh, L. V., Trieu, L. H., Cang, M. H., Bui, L. B., & Danh, V. T. (2020). Determination of the phytochemical screening, total polyphenols, flavonoids content, and antioxidant activity of soursop leaves (*Annona muricata* Linn.). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 736, 062011. doi:10.1088/1757-899x/736/6/062011
- NTP - 209.040. (1974). Té. generalidades y clasificación. Definiciones, clasificación y requisitos. 12p.
- NTP -NA 0085. (2011). Productos Naturales. Camu camu (*Myrcia dubai* H.B.K. Mc Vaugh). Definiciones, clasificación y requisitos. 15p.
- Nurmilah, S., & Utama, G. (2022). A review on current trend of next generation of teas. *Food Research*, 6(5), 412–424.
- Oh, J., Jo, H., Cho, A. R., Kim, S.J., And Han, J. (2013). Antioxidant and antimicrobial activities of various leafy herbal teas. *Food Control*, 31: 403–409.
- Oh, Y. S., and Jun, H.-S. (2014). Role of Bioactive Food Components in Diabetes Prevention: Effects on Beta-Cell Function and Preservation. *Nutrition and Metabolic Insights*, 7, NMLS13589.
- Ojedokun, A.T., Bello, O.S. (2016). Sequestering heavy metals from wastewater using cow dung. *Water Resources and Industry*, 13, 7–13.
- Ordoñez, E., Menacho-Mallqui, T., & Reategui, D. (2021). Cuantificación de minerales en plantas medicinales y sus infusiones, utilizando Espectroscopía de Emisión Óptica con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES). *Agroindustrial Science*, 11(3), 315-321.
- Ordoñez, E., Villanueva, J., & Reátegui, D. (2018). Actividad antioxidante y polifenoles totales de infusiones herbarias fresca, seca y comerciales. *Revista Investigación y Amazonía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva*, 8(5): 26-39.
- Ordoñez-Gómez, E.S., Reátegui-Díaz, D., y Villanueva-Tiburcio, J.E. (2018). Polifenoles totales y capacidad antioxidante de cáscara y hojas en doce cítricos. *Scientia Agropecuaria*, 9 (1):123-131
- Organización Mundial de la Salud . (2007). Directrices de la OMS para evaluar la calidad de los medicamentos a base de hierbas con referencia a contaminantes y residuos. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43510>

- Ortíz, M. A., Vargas, M. D. C. R., Madinaveitia, R. G. C., y Velázquez, J. A. M. (2011). Propiedades funcionales de las antocianinas. *Biocnia*, 13(2), 16-22. overview. *International Journal of Chemical Studies*, 8(2), 603-608.
- Oyedepi, O., Taiwo, F. O., Ajayi, O. S., Ayinde, F., Oziegbe, M., & Oseghare, C. O. (2015). Biocidal and phytochemical analysis of leaf extracts of *Annona muricata* (Linn.). *Int J Sci Basic Appl Res*, 24(7), 76-87.
- Park, H. J., Bae, H. J., Im, S. S. & Song, K. D. (2014). Green tea and type 2 diabetes. *Integr. Med. Res.* 3(1):4–10
- Pastoriza, S., Mesías, M., Cabrera, C., and Rufián-Henares, J. A. (2017). Healthy properties of green and white teas: an update. *Food & function*, 8(8): 2650-2662.
- Pereira, C., Barreira, J. C. M., Calhella, R. C., Lopes, M., Queiroz, M. J. R. P., Vilas-Boas, M., Ferreira, I. C. F. R. (2015). Is honey able to potentiate the antioxidant and cytotoxic properties of medicinal plants consumed as infusions for hepatoprotective effects? *Food & Function*, 6(5), 1435–1442.
- Pérez, M. C., Bone, E. C., Parra, J. C. P., Rosero, C. C., y Blanco, O. C. (2017). Determinación de componentes nutricionales presentes en las hojas secas de *Annona muricata* L.(guanábana). *Cumbres*, 3(1), 09-16.
- Polat, M., and Ogut, S. (2018). Heavy metals in some medicinal plants sold in herbal shops. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(4), 1999-2002.
- Poma, E. M., Requis, E. R., Gordillo, G. C., & Fuertes, C. M. (2011). Estudio fitoquímico y actividad antiinflamatoria de la *Annona muricata* L. (guanábana) de Cuzco. *Ciencia e Investigación*, 14(2), 29–33.
- Poma, P. (2008). Intoxicación por plomo en humanos. In *Anales de la Facultad de Medicina UNMSM*. Facultad de Medicina. 69(2): 120-126.
- Quiñones, M., Miguel, M., y Alexandre, A. (2013). Efectos beneficiosos de los polifenoles sobre la enfermedad cardiovascular. *Investigación farmacológica*, 68 (1): 125-131.
- Raddatz, D., Carrari, F., Godoy, G., León, F., Mendoza, J., Pérez, L., Pinzón, L., Rivera, F. (2017). Achiote (*Bixa orellana* L.): a natural source of pigment and vitamin E. *Journal of food science and technology* 54:1729-1741.
- Radhika, B., Begum, N., & Srisailam, K. (2010). Pharmacognostic and preliminary phytochemical evaluation of the leaves of *Bixa orellana*. *Pharmacognosy Journal*, 2(7), 132-136.

- Rafiq, S., Kaul, R., Sofi, S., Bashir, N., Nazir, F., y Nayik, G. (2016). Citrus peel as a source of functional ingredient: A review. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, xxx: xxx- xxx.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Rehman, S. U., Abbasi, K. S., Qayyum, A., Jahangir, M., Sohail, A., Nisa, S., and Sopade, P. (2019). Comparative analysis of citrus fruits for nutraceutical properties. *Food science and Technology*, 40, 153-157.
- Ren, W., Qiao, Z., Wang, H., Zhu, L., & Zhang, L. (2003). *Flavonoids: Promising anticancer agents. Medicinal Research Reviews*, 23(4), 519–534.
- Rincón, A. M., Vásquez, A., y Padilla, M. (2005). Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 55(3), 305-310.
- Robles-García, M. A., Aguilar-Antonio, J., Gutiérrez Lomelí, M., Rodríguez-Félix, F., Morales del-Río, J. A., Guerrero-Medina, P. J. (2016). Identificación cualitativa de metabolitos secundarios y determinación de la citotoxicidad de extractos de Tempisque (*Sideroxylum capiri pittier*). *Biotecnia*. 18 (3):3-8.
- Ronen, E. (2016). Micro-elements in agriculture. *Practical Hydroponics and Greenhouses*, (164), 35-44.
- Rossetto, M., Vanzani, P., Mattivi, F., Lunelli, M., Scarpa, M., & Rigo, A. (2002). Synergistic antioxidant effect of catechin and malvidin 3-glucoside on free radical-initiated peroxidation of linoleic acid in micelles. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 408(2), 239–245. doi:10.1016/s0003-9861(02)00561-1
- Rubio, C., Gutiérrez, A. J., Izquierdo, R. M., Revert, C., Lozano, G., y Hardisson, A. (2004). El plomo como contaminante alimentario. *Revista de toxicología*, 21(2-3), 72-80.
- Saavedra, E. G., Laguna, C. L., Quispe, D. P., y Flores, M. M. (2015). Costo de producción de bebida isotónica elaborado del extracto del desecho agroindustrial (cáscara) del Camu camu (*Myrciaria dubia* Mc. Vaugh HBK): Cost of production of isotonic drink made from the extract of agroindustrial desire (shell) of Camu camu (*Myrciaria dubia* Mc. Vaugh HBK). *Investigación Universitaria UNU*, 12(1), 754-765.
- Saeed, M., Naveed, M., Arif, M., Kakar, M. U., Manzoor, R., Abd El-Hack, M. E., Sun, C. (2017). Green tea (*Camellia sinensis*) and l -theanine: Medicinal values and beneficial

- applications in humans—A comprehensive review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 95, 1260–1275.
- Saha, D., Mandal, S., y Saha, A. (2012). Copper induced oxidative stress in tea (*Camellia sinensis*) leaves. *Journal of environmental biology*, 33(5), 861–866.
- Saklar, S., Ertas, E., Ozdemir, I. S., & Karadeniz, B. (2015). Effects of different brewing conditions on catechin content and sensory acceptance in Turkish green tea infusions. *Journal of Food Science and Technology*, 52(10), 6639–6646
- Salminen, W. F., & Russotti, G. (2017). Synergistic interaction of ascorbic acid and green tea extract in preventing the browning of fresh cut apple slices. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5), e13192.
- Samanta, S. (2020). Componentes bioactivos potenciales y beneficios promocionales para la salud del té (*Camellia sinensis*). *Diario del Colegio Americano de Nutrición*, 1–29.
- Sánchez, Y.G., Rondón, L.A., Hermosilla, R.E. y Almeida, M.S. (2010). Tamizaje fitoquímico de los extractos alcohólico, etéreo y acuoso de las hojas, tallos y flores de *Helychrysum bracteatum*. *Revista Química Viva*. 1: 40-45.
- Santos, I. L., Miranda, L. C. F., da Cruz, A. M., da Silva, L. H., y Amante, E. R. (2022). Camucamu [*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh]: A review of properties and proposals of products for integral valorization of raw material. *Food Chemistry*, 372(15), 131-290
- Santos, IL, Rodrigues, AM da C., Amante, E, y Silva, L. (2023). Guanábana (*Annona muricata*) Propiedades y Perspectivas para su Valorización Integral. *Alimentos*, 12 (7), 1448.
- Sanusi, Sb., y Abu Bakar, Mf. (2018). Guanábana: *Annona muricata*. *Frutas exóticas*, 391-395..
- Sanz, Y. y Dalmau, J. (2012). La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) como órgano de asesoramiento científico en seguridad alimentaria y nutrición. *Acta Pediátrica Española*, 70(3), 99-102.
- Schaich, K. M., Tian, X., & Xie, J. (2015). Hurdles and pitfalls in measuring antioxidant efficacy: A critical evaluation of ABTS, DPPH, and ORAC assays. *Journal of functional foods*, 14, 111-125.
- Schulz, V. Hänsel, R., y Tyler, V. (2001). Cardiovascular system. *Rational phytotherapy; physicians' guide to herbal medicine*. Berlin: Springer-verlag. p. 107-68.
- Scotter, M. 2009. The chemistry and analysis of annatto food colouring: a review. *Food Additives and Contaminants*, 26(8), 1123-1145.
- Sen G, Sarkar N, Nath M, Maity S. 2020. Componentes bioactivos del té. *Arch Food Nutr Sci*. 4: 1- 9.

- Sepúlveda, C. T., Gómez, C., Luz, G., Zapata, J. E. (2016). Extracción de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de hojas de *Bixa orellana* L. (achiote). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 21(2): 133-144.
- Shaikh, J. R., & Patil, M. (2020). Qualitative tests for preliminary phytochemical screening: An overview. *International Journal of Chemical Studies*, 8(2), 603-608.
- Shannon E, Jaiswal, A, Abu-Ghannam N. (2017). Polyphenolic content and antioxidant capacity of white, green, black, and herbal teas: a kinetic study. *Food Research*.p. 1-11
- Shrivastava, R. , Pateriya, P., & Singh, M. (2018). Green tea-A short review. *International Journal of Indigenous Herbs and Drugs*, 12-21.
- Sielicka-Różyńska, M., Isik, E. & Szulc, J. (2020). Comparison of phenolic content and antioxidant activity of matcha, green leaf and white leaf tea infusions. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 26 (6), 1309–1314
- Singh, P., Kesharwani, Rk, y Keservani, Rk. (2017). Antioxidantes y vitaminas. Energía sostenida para funciones y actividades humanas mejoradas, 385–407.
- Siraki, Ag, Klotz, L.-O., y Kehrer, Jp. (2018). Radicales libres y especies reactivas de oxígeno. *Toxicología integral*, 262–294.
- Soto, L., de Rodriguez, G. O., Rojas, L., Sulbarán, B., Peña, J., Berradre, M., & Fernández, V. (2013). Chemical characterization of essential oils of grapefruit (*Citrus paradisi* L.). *Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia*, 30(2), 266-283.
- Spizzirri, U.G., Carullo, G., De Cicco, L., Crispini, A., Scarpelli, F., Restuccia, D. & Aiello, F. (2019). Synthesis and characterization of a (+)-catechin and L-(+)-ascorbic acid cocrystal as a new functional ingredient for tea drinks. *Heliyon*, 5(8), e02291.
- Stabrauskiene, J., Marksa, M., Ivanauskas, L., Viskelis, P., Viskelis, J. y Bernatoniene, J. (2023). *Citrus × paradisi* L. Residuos de frutas: el impacto de las técnicas de extracción ecológicas en el potencial fitoquímico y antioxidante. *Nutrientes* , 15 (5), 1276
- Stohs, SJ . (2013). Seguridad y eficacia de los extractos de hojas de *Bixa orellana* (Achiote, Annatto). *Investigación de fitoterapia*, 28(7), 956–960.
- Stringheta, P., Silva, P., y Costa, A. (2018). Annatto / Urucum - *Bixa orellana*. *Frutas exóticas*, 1: 23-30.
- Taboada, N. (2017). El zinc y el cobre: micronutrientes esenciales para la salud humana. *Acta Médica del Centro*, 11(2), 79-89.
- Taham, T., Silva, D. O., y Barrozo, M. A. (2016). Improvement of bixin extraction from annatto seeds using a screen-topped spouted bed. *Separation and Purification Technology*, 158, 313–321.

- Tang, G. Y., Meng, X., Gan, R. Y., Zhao, C. N., Liu, Q., Feng, y. B., Li, S., Wei, X. L., Atanasov, A. G., Corke, H., And Li, H. B. (2019). Health Functions and Related Molecular Mechanisms of Tea Components: An Update Review. *International journal of molecular sciences*, 20(24), 6196.
- Thiagarajah, K., Ong, M. K., Teh, L. K., & Lye, H. S. (2019). Plants infused water as preferred healthy drinks. In *Bottled and packaged water* (pp. 367-402). Woodhead Publishing.
- Toxqui, L., Piero, A. D., Courtois, V., Bastida, S., Sánchez-Muniz, F. J., & Vaquero, M. (2010). Deficiencia y sobrecarga de hierro: implicaciones en el estado oxidativo y la salud cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*, 25(3), 350-365.
- Trumbo, p., Yates, A., Schlicker, S., y Poos, M. (2001). *Dietary Reference Intakes*. *Journal of the American Dietetic Association*, 101(3), 294–301. doi:10.1016/s0002-8223(01)00078-5.
- Tsimogiannis, D., Oreopoulou, V. (2018). Classification of Phenolic Compounds in Plants. *Polyphenols in Plants*, 263–284.
- Uduwana, S., Abeynayake, N. y Wickramasinghe, I. (2023). Efectos sinérgicos, antagónicos y aditivos sobre la actividad antioxidante resultante en infusiones de té verde con miel de abeja y extracto de Citrus limonum como aditivos. *Revista de Investigación Agrícola y Alimentaria*, 100571.
- Valarezo E, Torres-Torres S, Pineda-Guarnizo N, Jaramillo-Fierro X, Cartuche L, Morocho V y Meneses MA. (2023). Estudio del Aceite Esencial Aislado de Hojas de Achiote (*Bixa orellana* L). Composición Química, Distribución Enantiomérica y Actividades Antimicrobiana, Antioxidante Anticolinesterasa. *Antibióticos*. 12(4):710.
- Vasconcelos, L. C., Carrijo, T. T., Venancio, A., Alves, T., Hollunder, R. K., Garbin, M. L., Menini, L., & Praça-Fontes, M. M. (2022). Phytochemical screening and phytocytotoxic effects of the tropical *Myrcia vittoriana* (Myrtaceae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 94(3), e20210820.
- Walia, A., Gupta, A. K., & Sharma, V. (2019). Role of bioactive compounds in human health. *Acta Sci. Med. Sci*, 3(9), 25-33.
- Wang, Cheng, Jingxue Han, Yuting Pu y Xiaojing Wang. (2022). "Té (*Camellia sinensis*): una revisión de la composición nutricional, las aplicaciones potenciales y la investigación ómica" *Applied Sciences*. 12(12): 5874.
- Wang, Y., Chen, S. y Yu, O. (2011). Ingeniería metabólica de flavonoides en plantas y microorganismos. *Microbiología aplicada y biotecnología*, 91(4), 949–956.

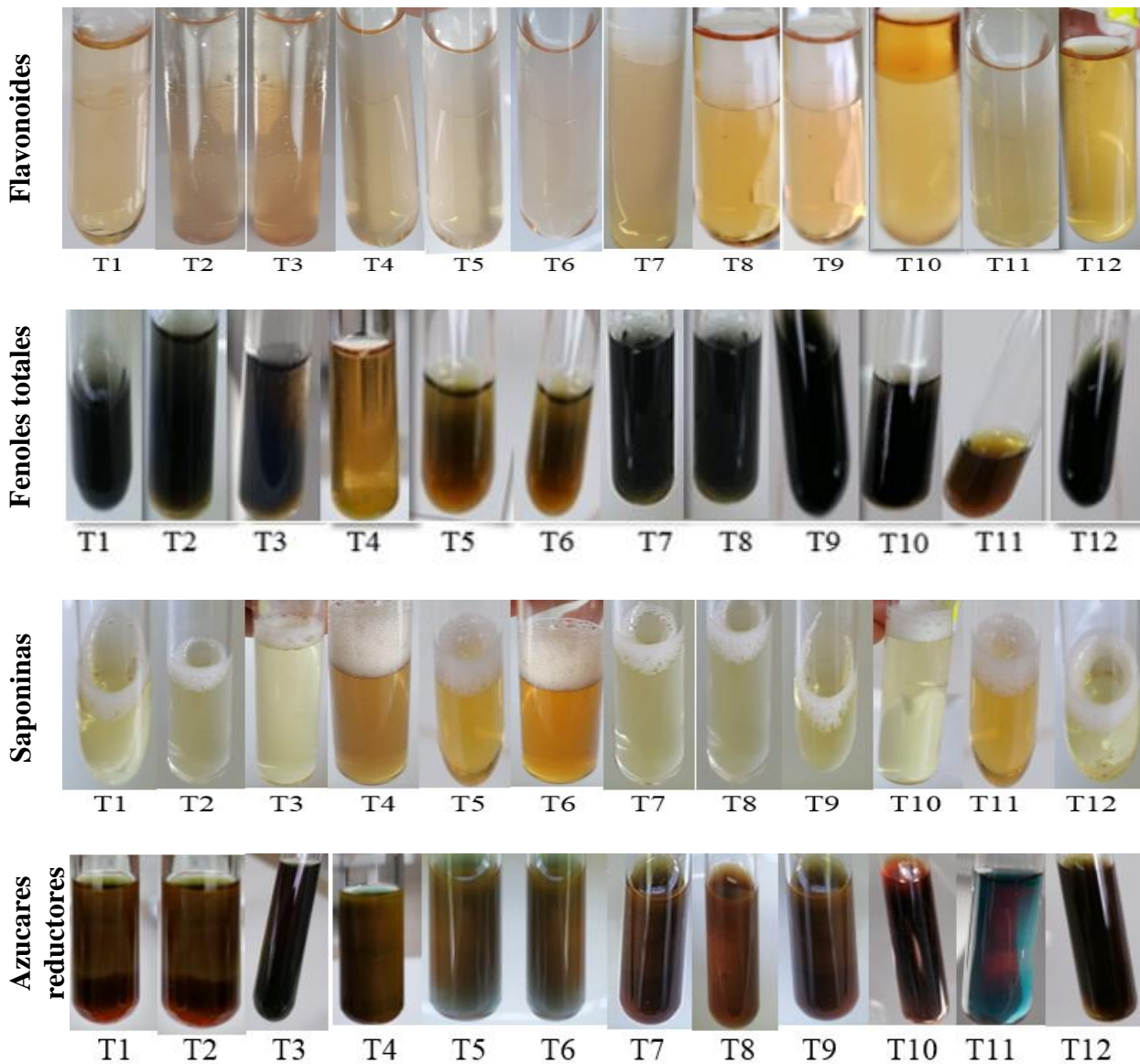
- Xiao YX, Cai NZ, Shi YC, Guo YT, Ren YG. (2019). Efectos y mecanismos del té para la prevención y el tratamiento del cáncer: una revisión actualizada. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 14: 1-13.
- Xu, D. P., Li, Y., Meng, X., Zhou, T., Zhou, Y., Zheng, J., & Li, H. B. (2017). Natural antioxidants in foods and medicinal plants: Extraction, assessment and resources. *International journal of molecular sciences*, 18(1), 96.
- Yaman, C. (2020). Lemon balm and sage herbal teas: Quantity and infusion time on the benefit of the content. *Ciência e Agrotecnologia*, 44: e232220.
- Ye, Z., Xu, N., Li, D., Qian, J., Du, C., & Chen, M. (2021). Vitamin C mediates the activation of green tea extract to modify nanozero-valent iron composites: Enhanced transport in heterogeneous porous media & the removal of hexavalent chromium. *Journal of Hazardous Materials*, 411, 125042.
- Zarza-García AL, Sauri-Duch E, Raddatz-Mota D, Cuevas-Glory LF, Pinzón-López LL, Rivera-Cabrera F. (2017) Estudio farmacológico, fitoquímico y morfológico de tres accesiones mayas de hojas de *Bixa orellana* L. *Emiratos J Food Agric* 29(3):163–169.

ANEXOS

Anexo I. Resultados de humedad de las hojas frescas de té verde, guanábana, achiote, cascara de toronja y camu camu.

Muestras	Humedad (%)
Hoja de guanábana	63,81
Hoja de té verde	71,73
Hoja de achiote	66,43
Cáscara toronja	66,02
Cáscara de camu camu	87,33

Anexo II. Resultados positivos de flavonoides, fenoles totales, saponinas y azucres reductores



Anexo IIIa. Solución de trabajo para el análisis de fenoles totales

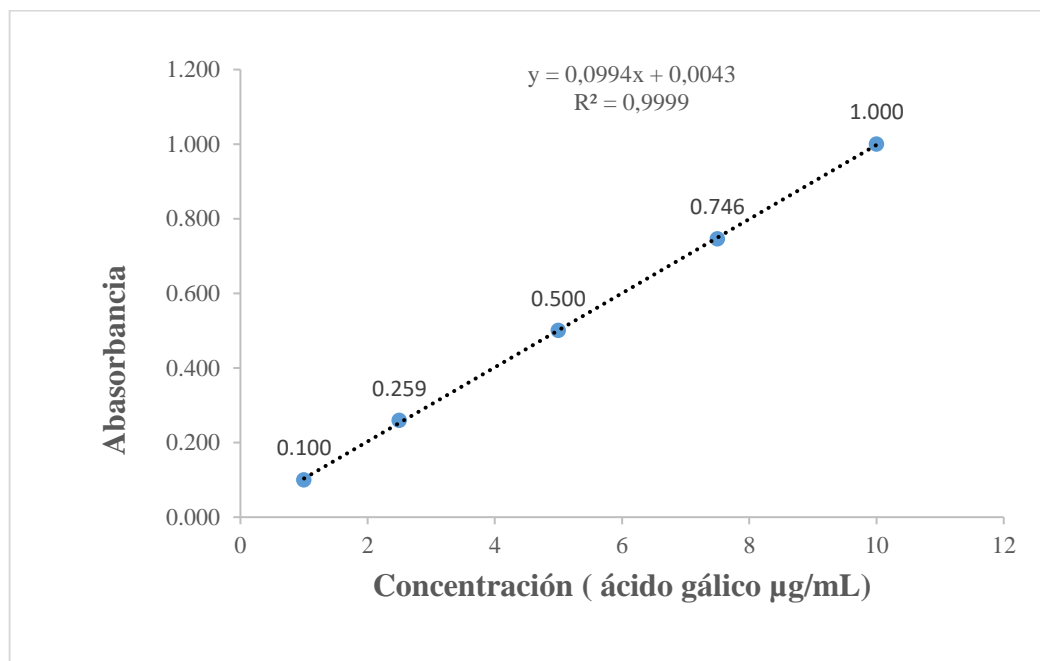
Tratamiento	FDm	Preparación de la solución	Concentración (mg/mL)
T1	1:25	40 µL extracto + 960 µL agua destilada	1,96
T2	1:25	40 µL extracto + 960 µL agua destilada	1,96
T3	1:25	40 µL extracto + 960 µL agua destilada	1,96
T4	1:15	67 µL extracto + 933 µL agua destilada	2,61
T5	1:15	67 µL extracto + 933 µL agua destilada	2,61
T6	1:10	100 µL extracto + 900 µL agua destilada	3,4
T7	1:25	40 µL extracto + 960 µL agua destilada	1,96
T8	1:25	40 µL extracto + 960 µL agua destilada	1,96
T9	1:25	40 µL extracto + 960 µL agua destilada	1,96
T10	1:25	40 µL extracto + 960 µL agua destilada	1,96
T11	1:25	40 µL extracto + 960 µL agua destilada	1,96
T12	1:10	100 µL extracto + 900 µL agua destilada	3,4
T1	1:15	67 µL infusión + 933 µL agua destilada	1,94
T2	1:15	67 µL infusión + 933 µL agua destilada	1,94
T3	1:15	67 µL infusión + 933 µL agua destilada	1,94
T4	1:10	100 µL infusión + 900 µL agua destilada	2,4
T5	1:10	100 µL infusión + 900 µL agua destilada	2,4
T6	1:5	200 µL infusión + 800 µL agua destilada	3,8
T7	1:10	100 µL infusión + 900 µL agua destilada	2,4
T8	1:10	100 µL infusión + 900 µL agua destilada	2,4
T9	1:15	67 µL infusión + 933 µL agua destilada	1,94
T10	1:10	100 µL infusión + 900 µL agua destilada	2,4
T11	1:15	67 µL infusión + 933 µL agua destilada	1,94
T12	1:5	200 µL infusión + 800 µL agua destilada	3,8

Donde: FDm (Factor de dilución en la muestra)

Anexo IIIb. Lectura de absorbancia en la concentración de trabajo para la curva estandar de fenoles totales.

Concentración (µg EAG/mL)	Absorbancia
1	0,100
2,5	0,259
5	0,500
7,5	0,746
10	1,000

Anexo IIIc. Tendencia de la regresion lineal de la curva estandar concentración vs absorbancia de ácido gálico para la determinacion de fenoles totales.



Anexo – IVa. Análisis de varianza de fenoles totales en las muestras de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja.

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal	p - valor
Tratamientos	11	67,21	6,1100	1999,63	< 0,0001
Error experimental	24	0,07	0,0031		
Total	35	67,28			

$R^2 = 0,9989$ C.V = 1,2748 M.S.E = 0,0553 Media = 4,3361

Anexo – IVb. Análisis de varianza de fenoles totales en las infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja.

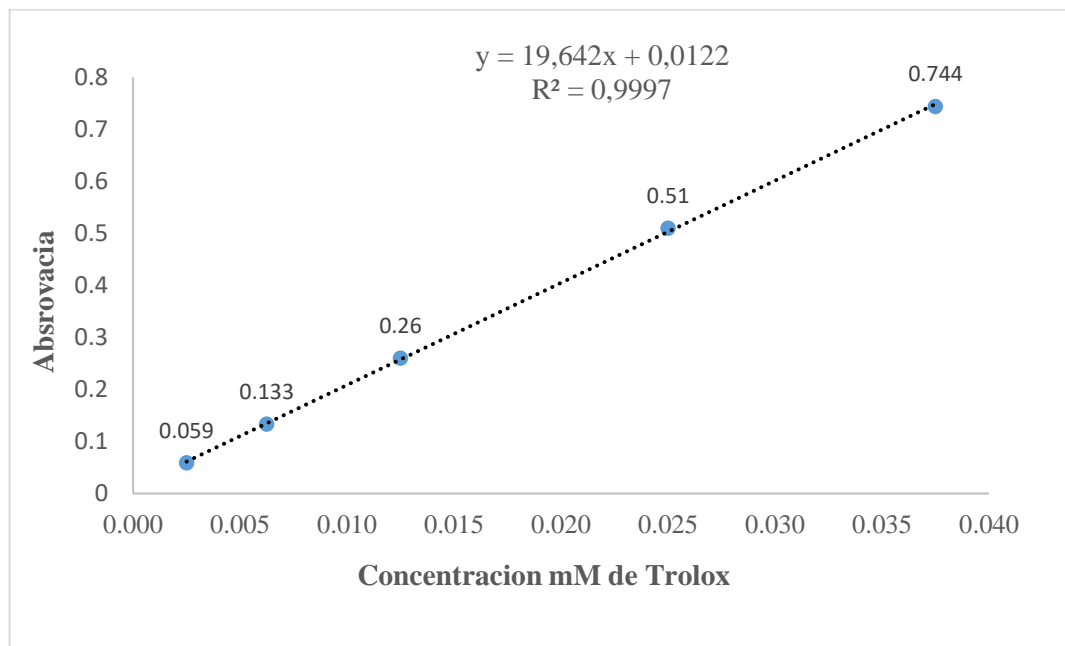
F.V	G.L	S.C	C.M	F cal	p - valor
Tratamientos	11	10 992,93	999,36	2784,59	< 0,0001
Error experimental	24	8,61	0,36		
Total	35	11 001,54			

R² = 0,9992 C.V = 1,2775 M.S.E = 0,5991 Media = 46,8944

Anexo Va. Lectura de absorbancia en la concentracion de trabajo para la curva estandar de Trolox para la capacidad antioxidante para inhibir radical DPPH.

Concentración (μmol)	Absorbancia	Absorbancia
0,038	0,226	0,744
0,025	0,46	0,51
0,013	0,71	0,26
0,006	0,837	0,133
0,003	0,911	0,059
Control	0,970	

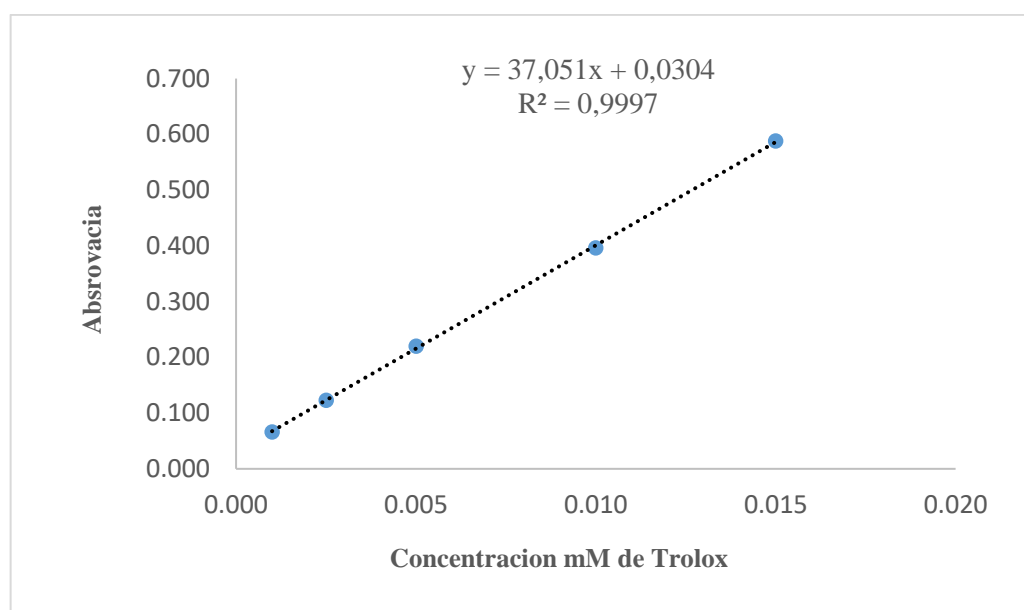
Anexo Vb. Tendencia de la regresion lineal de la curva estandar concentracion vs absorbancia de Trolox para la determinacion de capacidad antioxidante para inhibir radical DPPH.



Anexo VIa. Lectura de absorbancia en la concentración de trabajo para la curva estandar de Trolox para la capacidad antioxidante para inhibir radical ABTS.

Concentración (μmol)	Absorbancia	Absorbancia inhibida
0,015	0,168	0,588
0,010	0,360	0,396
0,005	0,536	0,220
0,003	0,633	0,123
0,001	0,690	0,066
Control	0,756	

Anexo VIb. Tendencia de la regresion lineal de la curva estandar concentracion vs absorbancia de Trolox para la determinacion de capacidad antioxidante para inhibir radical ABTS.



Anexo – VIIa. Análisis de varianza de la capacidad de inhibir el radical DPPH en las infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja.

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal	p - valor
Tratamientos	11	3,6260	0,3296	1649,63	< 0,0001
Error experimental	24	0,0048	0,0002		
Total	35	67,28			

R² = 0,9986 C.V = 1,1748 M.S.E = 0,0141 Media = 1,2032

Anexo – VIIIb. Análisis de varianza de la capacidad de inhibir el radical ABTS en las infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja.

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal	p - valor
Tratamientos	11	2,8468	0,2588	1466,97	< 0,0001
Error experimental	24	0,0042	0,0002		
Total	35	2,851			
R ² = 0,9984 C.V = 1,4833 M.S.E = 0,0136 Media = 0,9164					

Anexo – VIIIa. Análisis de varianza del microelemento hierro (Fe) en infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja.

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal	p - valor
Tratamientos	11	0,04518	0,00411	19,81	< 0,0001
Error experimental	36	0,00746	0,00021		
Total	47	0,05264			
R ² = 0,8582 C.V = 9,1058 M.S.E = 0,0144 Media = 0,1581					

Anexo – VIIIb. Análisis de varianza del microelemento zinc (Zn) en infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja.

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal	p - valor
Tratamientos	11	0,03235	0,002941	60,77	< 0,0001
Error experimental	36	0,00174	0,000048		
Total	47	0,006226			
R ² = 0,9489 C.V = 6,3223 M.S.E = 0,0070 Media = 0,1100					

Anexo – VIIIc. Análisis de varianza del microelemento cobre (Cu) en infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja.

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal	p - valor
Tratamientos	11	0,02893	0,00262	15,91	< 0,0001
Error experimental	36	0,00595	0,00017		
Total	47	0,03487			
R ² = 0,8294 C.V = 7,3177 M.S.E = 0,0129 Media = 0,1756					

Anexo – VIIIId. Análisis de varianza del microelemento (Pb) en infusiones de hojas de té verde, guanábana y achiote con cáscaras de camu camu y toronja.

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal	p - valor
Tratamientos	11	0,006109	0,00055538	1511,26	< 0,0001
Error experimental	36	0,000009	0,00000037		
Total	47	0,006118			
$R^2 = 0,9264$ C.V = 1,4833 M.S.E = 0,0126 Media = 0,016725					