



UNAP



FACULTAD DE AGRONOMÍA

DOCTORADO EN AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

TESIS

**EXTRACCIÓN Y DETERMINACIÓN DE COLORANTES NATURALES
OBTENIDOS A PARTIR DE *Myrciaria dubia* (CAMU CAMU) *Pourouma
cecropiifolia* (UVILLA) *Syzygium malaccence* (POMARROSA) PARA
USO ALIMENTARIO**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN AMBIENTE Y
DESARROLLO SOSTENIBLE**

PRESENTADO POR: ELMER ALBERTO BARRERA MEZA

ASESOR: ING. IND. ALIM. ALENGUER GERONIMO ALVA ARÉVALO, DR.

IQUITOS, PERÚ

2025



FACULTAD DE AGRONOMÍA

DOCTORADO EN AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

TESIS

**EXTRACCIÓN Y DETERMINACIÓN DE COLORANTES NATURALES
OBTENIDOS A PARTIR DE *Myrciaria dubia* (CAMU CAMU) *Pourouma
cecropiifolia* (UVILLA) *Syzygium malaccense* (POMARROSA) PARA
USO ALIMENTARIO**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN AMBIENTE Y
DESARROLLO SOSTENIBLE**

PRESENTADO POR: ELMER ALBERTO BARRERA MEZA

ASESOR: ING. IND. ALIM. ALENGUER GERONIMO ALVA ARÉVALO, DR.

IQUITOS, PERÚ

2025



UNAP

**Escuela de Postgrado
"Unidad de Asuntos
Académicos"**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
N°408-2025-UIAA-EPG-UNAP**

En Iquitos en la Escuela de Postgrado (EPG) de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP) a los veintiocho días del mes de noviembre de 2025 a las 10:00 a.m., se dió inicio a la sustentación de la tesis denominada: **"EXTRACCIÓN Y DETERMINACIÓN DE COLORANTES NATURALES OBTENIDOS A PARTIR DE *Myrciaria dubia* (CAMU CAMU) *Pourouma cecropiifolia* (UVILLA) *Syzygium malaccense* (POMARROSA) PARA USO ALIMENTARIO"**, aprobado con Resolución Directoral N°2907-2025-EPG-UNAP, presentado por el egresado **ELMER ALBERTO BARRERA MEZA**, para optar el **Grado Académico de Doctor en Ambiente y Desarrollo Sostenible**, que otorga la UNAP de acuerdo a la Ley Universitaria 30220 y el Estatuto de la UNAP.

El jurado calificador designado mediante Resolución Directoral N°2764-2025-EPG-UNAP, esta conformado por los profesionales siguientes:

Ing. Agron. Victoria Reátegui Quispe, Dra.	(Presidenta)
Ing. Ind. Alim. Carlos Antonio Li Loo Kung, Dr.	(Miembro)
Ing. Agron. Fidel Aspajo Varela, Dr.	(Miembro)

Después de haber escuchado la sustentación y luego de formuladas las preguntas, éstas fueron respondidas: Satisfactoriamente

Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al resultado siguiente:


La sustentación pública y la tesis ha sido: Aprobada con calificación Muy Buena.

A continuación, la Presidenta del Jurado da por concluida la sustentación, siendo las 11:50 del veintiocho de noviembre de 2025; con lo cual, se le declara al sustentante Apto, para recibir **Grado Académico de Doctor en Ambiente y Desarrollo Sostenible**.


Ing. Agron. Victoria Reátegui Quispe, Dra.
Presidenta


Ing. Ind. Alim. Carlos Antonio Li Loo Kung, Dr.
Miembro


Ing. Agron. Fidel Aspajo Varela, Dr.
Miembro


Ing. Ind. Alim. Alenguer Gerónimo Alva Arevalo, Dr.
Asesor

Somos la Universidad licenciada más importante de la Amazonia del Perú, rumbo a la acreditación

Calle Los Rosales cuadra 5 s/n, San Juan Bautista, Maynas, Perú
Celular: 953 664 439 - 956 875 744
Correo electrónico: postgrado@unapiquitos.edu.pe www.unapiquitos.edu.pe



TESIS APROBADA EN SUSTENTACIÓN PÚBLICA EL 28 DE NOVIEMBRE DE 2025, EN LA ESCUELA DE POSTGRADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA, EN LA CIUDAD DE IQUITOS-PERÚ.



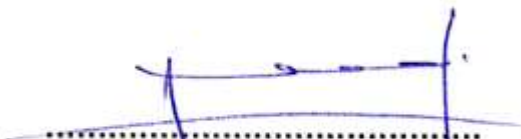
.....
ING. AGRON. VICTORIA REATEGUI QUISPE, DRA.
PRESIDENTE



.....
ING. IND. ALIM. CARLOS ANTONIO LI LOO KUNG, DR.
MIEMBRO



.....
ING. AGRON. FIDEL ASPAÑO VARELA, DR.
MIEMBRO



.....
ING. IND. ALIM. ALENGUER GERONIMO ALVA ARÉVALO, DR.
ASESOR

ELMER ALBERTO BARRERA MEZA

EPG_D_AMB Y DES SOST_TESIS_BARRERA MEZA.pdf

01-05 SEPTIEMBRE

01-05 SEPTIEMBRE

Universidad Nacional De La Amazonia Peruana

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trnoid::20208489608230

Fecha de entrega
1 sep 2025, 11:58 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
1 sep 2025, 12:16 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
EPG_D_AMB Y DES SOST_TESIS_BARRERA MEZA.pdf

Tamaño del archivo
658.5 KB

70 páginas

17.008 palabras

92.617 caracteres



Página 1 de 77 - Portada

Identificador de la entrega trnoid::20208489608230



Página 2 de 77 - Descripción general de Integridad

Identificador de la entrega trnoid::20208489608230

16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 14% Fuentes de Internet
- 4% Publicaciones
- 8% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

Caracteres reemplazados
88 caracteres sospechosos en N.º de páginas

Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

En memoria de mis padres y hermanos a mi esposa e hijos quienes fueron el soporte para el logro de la meta de este trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a los Profesionales del laboratorio de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias quienes nos brindan su apoyo en el proceso de desarrolló de la investigación.

Autoridades, Docentes, Administrativos de la escuela de Post-Grado-Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, por su predisposición a brindarme el apoyo para el cumplimiento de los requisitos pertinentes.

Mi especial Agradecimiento al Ing. Alenguer Gerónimo Alva Arévalo Dr. Asesor de la tesis por brindarme su invaluable conocimiento y orientación para el logro y culminación de este trabajo de investigación.

INDICE DE CONTENIDOS

	Páginas
Carátula	i
Contracarátula	ii
Acta de sustentación	iii
Jurado	iv
Resultado del informe de similitud	v
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Índice de contenidos	viii
Índice de tablas	x
Índice de gráficos	xi
Resumen	xii
Abstract	xiii
Resumo	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	9
1.3. Definición de Términos Básicos	26
CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS	27
2.1. Variables y Definiciones Operacionales.	27
2.2. Formulación de la hipótesis	28
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	29
3.1. Tipo y Diseño de la Investigación	29
3.2. Población y muestra	29
3.3. Técnicas e instrumentos	30
3.4. Procedimiento de recolección de datos	32
3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos	38
3.6. Aspectos éticos	38
CAPÍTULO V: RESULTADOS	39
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	56
CAPÍTULO VI: PROPUESTA	64
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES	66
CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES	67
CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

ANEXOS

1. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la cáscara fresca de los frutos de *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccense* (pomarroso).
2. Tabla de extracción de las materias primas *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccense* (pomarroso).
3. Tabla de Determinación de compuestos fenólicos del colorante de los frutos de *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccense* (pomarroso).
4. Tabla de determinación de actividad antioxidante mediante DPPH del colorante de los frutos *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccense* (pomarroso).
5. Tabla de determinación de actividad antioxidante mediante el análisis de ABTS del colorante de los frutos *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccense* (pomarroso).

INDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla N°1: Componentes nutricionales de Myrciaria dubia (camu camu) en base a 100g de pulpa.	12
Tabla N°2: Contenido nutricional del fruto de Pourouma cecropiifolia (uvilla)	15
Tabla N°3: Composición fisicoquímica Syzygium malaccence (pomarroza).	17
Tabla N°4: Variables y su Operacionalización	27
Tabla N°5: Extracción de los colorantes para cada pulpa.	30
Tabla N°6: Lista de equipos y reactivos utilizados en la elaboración del proyecto	31
Tabla N°7: Curva patrón de la determinación de Compuestos fenólicos	34
Tabla N°8: Método Estándar en el ácido Gálico	35
Tabla N°9: Preparación de la curva patrón DPPH	36
Tabla N°10: Realización de la curva Padrón de ABTS	37
Tabla N°11: Metabolitos secundarios presentes en la cáscara de los frutos	39
Tabla N°12: Composición fisicoquímica de la cascara de la fruta de Myrciaria dubia (camu camu), Pouurouma cecropiifolia (uvilla), Syzygium malaccence (pomarroza).	40
Tabla N°13: Rendimiento de extracción de la cáscara de los frutos	41
Tabla N°14: Longitudes de onda y sus Absorbancia del Colorante en EOH	47
Tabla N°15: Espectro UV-Vis del colorante en EOH, con rango 200-750 y un intervalo 5 nm.	48
Tabla N°16: Longitudes de onda y sus Absorbancia del Colorante en EOH	49
Tabla N°17: Longitudes de onda y sus Absorbancia del Colorante en EOH	51

INDICE DE GRÁFICOS

	Páginas
Gráfico N°1: Fruto del Camu camu	9
Gráfico N°2: Fruto de la uvilla	13
Gráfico N°3: Fruto de pomarrosa	16
Gráfico N°4; Núcleo básico de un flavonoide	22
Gráfico N°5: Estructura molecular de los cuatro grupos de flavonoides	22
Gráfico N°6: Obtención de los extractos de los frutos camu camu, uvilla y poma rosa	32
Gráfico N°7: Curva patrón de compuestos Fenólicos	42
Gráfico N°8: Concentración de mg GAE/ g muestra de Fenoles Totales	42
Gráfico N°9: Curva patrón de actividad antioxidante	43
Gráfico N°10: Resumen de actividad antioxidante (DPPH)	44
Gráfico N°11: Curva patrón de ABTS	45
Gráfico N°12: Resumen de actividad antioxidante (ABTS) $\mu\text{mol TE/ g}$ muestra	45
Gráfico N°13: Espectro del extracto etanólico de Syzygium malaccence (pomarrosa).	46
Gráfico N°14: Espectro UV-Vis del colorante en EOH, con rango 200-400 y un intervalo 5 nm	51
Gráfico N°15: Curva patrón de Flavonoides	52
Gráfico N°16: Contenido total de flavonoides en los extractos	53
Gráfico N°17: Curva patrón de taninos	54
Gráfico N°18: Contenido total de compuestos taninos de los extractos	54

RESUMEN

Las cáscaras de los frutos de *Syzygium malaccense* (pomarroza), *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), recolectados en los alrededores de la ciudad, fueron procesadas y acondicionadas como materia prima para la obtención de extractos. La extracción se realizó utilizando n-etanol (96 GA) como disolvente y posteriormente los extractos etanólicos fueron concentrados mediante un sistema de rotavapor a 65° C -750 mbar y 60 rpm hasta obtener los colorantes naturales. Identificación de los compuestos se efectuó mediante pruebas químicas y análisis por espectrometría de UV-Vis. Los resultados de los compuestos fenólicos totales y de la capacidad antioxidante, evaluada mediante los métodos DPPH Y ABTS, evidenciaron una alta actividad antioxidante en todas las especies analizadas. En *Syzygium malaccense* (pomarroza) se identificaron antocianinas y flavonoides del tipo flavonas; de *Myrciaria dubia* (camu camu), flavonoides del tipo antocianinas, chalconas, auronas e isoflavonas.; *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), flavonoides del tipo chalconas, auronas y flavonoles.

Palabras clave: colorantes naturales, *Myrciaria dubia*, *Pourouma cecropiifolia*, *Syzygium malaccense*, antioxidantes, compuestos fenólicos, antocianinas

ABSTRACT

As cascas dos frutos de *Syzygium malaccense* (pomarrosa), *Myrciaria dubia* (camu camu) e *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), coletadas nos arredores da cidade de Iquitos, foram processadas e acondicionadas como matéria-prima para obtenção de extratos. A extração foi realizada utilizando n-etanol (96° GA) como solventes e, posteriormente, os extratos etanólicos foram concentrados em sistema de evaporador rotativo a 65°C, 750 mbar e 60 rpm, até a obtenção dos corantes naturais. A identificação dos compostos foi realizada por meio de ensaios químicos e análise espectrofotométrica UV-Vis. Os resultados da determinação de compostos fenólicos totais e da capacidade antioxidante, avaliados pelos métodos DPPH e ABTS, mostraram alta atividade antioxidante em todas as espécies analisadas. Antocianinas e flavonoides do tipo flavona são identificados em *Syzygium malaccense*; Em *Myrciaria dubia*, flavonoides da classe das antocianinas, chalconas, auronas e isoflavonas; e em *Pourouma cecropiifolia*, flavonoides da classe das chalconas, auronas e flavonóis.

Keywords: natural colorants, *Syzygium malaccense*, *Myrciaria dubia*, *Pourouma cecropiifolia*, antioxidants, phenolic compounds, anthocyanins.

RESUMO

As cascas dos frutos de *Syzygium malaccense* (pomarrosa), *Myrciaria dubia* (camu camu) e *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), coletadas nos arredores da cidade de Iquitos, foram processadas e acondicionadas como matéria-prima para obtenção de extratos. A extração foi realizada utilizando n-etanol (96° GA) como solventes e, posteriormente, os extratos etanólicos foram concentrados em sistema de evaporador rotativo a 65°C, 750 mbar e 60 rpm, até a obtenção dos corantes naturais. A identificação dos compostos foi realizada por meio de ensaios químicos e análise espectrofotométrica UV-Vis. Os resultados da determinação de compostos fenólicos totais e da capacidade antioxidante, avaliados pelos métodos DPPH e ABTS, mostraram alta atividade antioxidante em todas as espécies analisadas. Antocianinas e flavonoides do tipo flavona são identificados em *Syzygium malaccense*; Em *Myrciaria dubia*, flavonoides da classe das antocianinas, chalconas, auronas e isoflavonas; e em *Pourouma cecropiifolia*, flavonoides da classe das chalconas, auronas e flavonóis.

Palavras-chave: corantes naturais, *Syzygium malaccense*, *Myrciaria dubia*, *Pourouma cecropiifolia*, antioxidantes, compostos fenólicos, antocianinas.

INTRODUCCIÓN

El uso de pigmentos por el hombre se conoce desde hace siglos, ya sea en la preparación de alimentos, bebidas, vestidos, ceremonias religiosas y otros usos, que a través del tiempo se ha incrementado a medida del mayor consumo de productos a nivel industrial y uso masificado, debido a esto y al apareamiento de los colorantes artificiales reemplazaron a los colorantes naturales, además, por la fácil adquisición y menor costo. Actualmente, se ha el interés por estos pigmentos naturales no solamente por las restricciones legales especialmente en productos alimentarios, medicinal y cosméticos, por su potencial toxicidad.

Durante la obtención de colorantes artificiales o sintéticos se utilizan muchos reactivos, siendo alguno de ellos compuestos tóxicos y en algunos casos carcinogénicos, tales como, por ejemplo: cloroformo, benceno, cianuro, nitratos y otros. Se presenta la alternativa de colorantes de matrices naturales, que fueron reemplazados por su alto costo de extracción y básicamente químicos, sin embargo, actualmente existen técnicas que mejoran no solamente el rendimiento si no la calidad de los colorantes, además, muchos de ellos tienen bioactividad. ⁽¹⁾

Se han identificado de 100 especies de plantas con propiedades coloridas de las 700 especies en la Amazonía, destacándose las especies de la familia mirtaceae: *Eugenia cf egensis*, *Syzygium cumini*, *Myrciaria dubia*, que tienen antocianinas; además, las especies de la familia *Bixaceae*, *Rubiaceae*, *Leguminoseae*, *Vitaceae*, *Melastomataceae*, proporcionan colorantes de con un buen rendimiento. ⁽¹⁾

Se encuentran ubicadas en la Amazonía baja especies como *Myrciaria dubia* conocida como camu camu, cuya pulpa de la fruta tiene un altísimo contenido de vitamina C y en la cáscara tiene compuestos antociánicos, se usa mucho en néctares, como bebida revitalizantes, la pulpa liofilizada viene siendo utilizada en la fabricación de pastillas para consumo directo de vitamina C.⁽²⁾ la *Pourouma cecropiifolia* conocida como (uvilla) la pulpa es consumida como alimento, la resina del árbol (emplasto) y se utiliza las flores como infusión para combatir la ictericia.⁽³⁾ *Syzygium malaccence* conocido como pomarroza;

cuyo fruto se consume directamente, en néctares, mermeladas y frutos en almíbar, también contiene un alto contenido de hierro. ⁽⁴⁾

Existen cinco colorantes naturales: rojo ladrillo, azul, rojo atomatado, cúrcuma y carmín. El color rojo ladrillo, es obtenido de las semillas de la especie tropical *Bixa orellana*, el compuesto mayoritario presente es la *cis*-bixina, su éster monometil el ácido norbixina, así como los constituyentes menores *trans*-bixina y *cis*-norbixina, este colorante es muy usado en la preparación de alimentos en América Central como en América del Sur de donde se exporta grandes de semilla. ⁽⁵⁾

Las antocianinas son hidrosolubles, se presentan desde el color rojo a azul de las frutas y vegetales. Químicamente son glicósidos de las sales 2-fenilbenzopirilo o flavilio, encontrándose mayormente la pelargonidina, cianidina, peonidina, delfinidina, petinidina y malvidina, muchas veces ligados a carbohidratos como la glucosa, galactosa, rhamnosa y arabinosa. ⁽⁶⁾

El rojo atomatado, se debe a la presencia colectiva de betalainas, que a su vez pueden ser divididos en dos clases: las betacianinas (rojos) y las betaxantinas (amarillo). Las betalinas tiene una distribución limitada en las especies, las antocianinas y las betalinas se excluyen mutuamente. ⁽⁶⁾

Debido a la presencia de estas especies en la Amazonía baja que es ampliamente usado en la alimentación y que se conoce, además, la presencia de metabolitos secundarios con posible bioactividad se hizo necesario investigar los colorantes de origen natural haciendo una evaluación de la presencia de pigmentos naturales de esa manera contribuir no solo a la generación del conocimiento, si no plantear alternativas de un posible uso de superalimentos y colorantes para la industria alimentaria, farmacéutica y otros.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Año 1997 estudios realizado sobre colorantes naturales para los alimentos entre ellos la especie de *Bixa orella* (Bixaceae) conocida como achiote de la cual de la cual se aisló los compuestos como bixina y la *Cis-bixina* y la *trans-bixina*, también se encontró pigmentos rojos (betacianinas) y pigmentos amarillos (betaxantinas) en la *Beta vulgaris* (betaxantinas) de igual manera se realizó el estudio del *Dactolypus coccus* (insecto cochinilla) del cual se obtuvo ácido cármico como fuente del color rojo. ⁽⁷⁾

Los petalos de *Togetes erecta* (Marigold) contienen carotenoides, generalmente luteína y sus esteres (xantofilas), utilizando como colorante de color amarillo. De la *Cúrcuma longa* (zingiberaceae), conocido como palillo o cúrcuma del cual se obtuvo curcumina. La prapika o pimentón se refiere al *Capsicum nahum*, del cual se obtuvo una mezcla de carotenoides como la capsantina, capsorrubina y β -caroteno, que dan una coloración naranja-rojizo. De la cascara de la *Vitis Vinifera* (uva) se halló antocianinas mono-di-glicósidos de peonidina, malvidina, definidina y petunidina, dan una coloración de rojo a magenta. Así mismo se logró hallar betaninas en los frutos de *Opuntia soereherensii* (ayrampo) conteniendo antocianinas como 3 glucósidos de cianidina, pelargonidina y peonidina, 3- galactósido de cianidina en los granos del maíz morado. ⁽⁷⁾

Por otro lado, se evaluaron el contenido de ácido ascórbico, antocianinas, polifenoles totales y actividad antioxidante (AA) de la cáscara del *Myrciaria dubia* (camu camu), del extracto acuoso de muestras secas y estadios de maduración, el extracto de la cáscara del fruto maduro presentó las concentraciones más altas de ácido ascórbico (21.95 mg/g) y antocianinas (46,42 mg·L⁻¹ de cianidina-3-glucósido); por otro lado, el extracto de la cáscara seca del estado pintón mostró el mayor contenido de ácido ascórbico (53,49 mg·g⁻¹) y de polifenoles totales (7,70 mg de ácido gálico·g⁻¹). La mayor actividad

antioxidante se observó en los extractos de la cáscara seca del estado pintón, con valores de IC_{50} de 46,20, 20,25 y 8,30 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ frente a los radicales DPPH, ABTS⁺ y peróxido, respectivamente. ⁽⁸⁾

En el 2010 en Brasil, se realizó un estudio sobre la “Caracterización física y química de la cáscara y pulpa jambo rojo *Syzygium malaccensis*, (L.) Merryl & Perry). Se evaluó las propiedades físicas y químicas de la pulpa y cáscara *Syzygium malaccensis*, los frutos maduros obtuvieron un rendimiento promedio de pulpa de 75,69% humedad de 84,57g de agua. 100g-1 pulpa y relación DL/DT de 1,24, la cáscara obtuvo el 8,05% de la pulpa del fruto y es rica en fibra (9,34 g. 100g-1) en vitamina C (292,59 mg. 100 g-1) y antocianinas (300,54 mg. 100 g-1 de corteza). El Ph de 3,5, la cáscara de jambo es una buena fuente de fibra y carbohidratos y vitamina C. AUGUSTA et al. ⁽⁹⁾.

En el 2012, se desarrolló la investigación de “Compuestos bioactivos de hojas de *Syzygium malaccence* (pomarrosa), optimización del proceso de extracción, caracterización biológica y química. Se utilizó la metodología de diseño experimental y el análisis de la superficie respuesta, en el cual se demostró que la mejor temperatura para optimizar la extracción de compuestos bioactivos eran 80 °C, en un tiempo de 45 min, con una solución de etanol: agua (40:60 v-1) como agente de extracción, las hojas de *Syzygium malaccence* son ricos en compuestos fenólicos y tienen una alta capacidad antioxidante, el contenido de ácido gálico y flavonoides, catequina, rutina y quercetina se encontró en concentraciones significativas. CALEGARI et al. ⁽¹⁰⁾.

CAISAHUANA (11), Evaluó el contenido de vitamina C, polifenoles y capacidad antioxidante en dos estados de madurez del *Myrciaria dubia* (camu camu), el cuál demostró que mejor composición fisicoquímica está en el estado maduro con 6,0 °Brix, pH 3,35, acidez total 4,38, proteína 1,52%, carbohidratos 17,16 %, contenido de ácido ascórbico/100g fue 3129,52mg, cantidad de polifenoles totales 480,53 mg ácido gálico/L, actividad antioxidante en relación a radicales libres fue 89,87 $\mu\text{mol ET/g}$. CAISAHUANA ⁽¹¹⁾.

En una investigación realizada en el año 2013, para determinar el contenido de vitamina C y antocianinas de la *Myrciaria dubia* (Camu camu) y que el contenido de ambos compuestos en el fruto es debido a su influencia de factores genéticos, con gradientes de concentración de antocianina dependiendo del estado de maduración siendo la presencia mayoritaria cuando el fruto es muy maduro y se encontró una correlación positiva de la vitamina C y antocianinas en la cáscara y la pulpa; y que estos dos compuestos son sintetizados en el proceso de germinación y crecimiento inicial CASTRO et al. (12).

DIAZ (13), Mediante la extracción por maceración etanólica de la cáscara y semilla de la especie *Pouroma cecropiifolia* (uvilla), se obtuvieron grupos de colorantes en forma líquida denominándose como colorante líquido I y II, y que una vez removida el solvente fue macerada con agua obteniéndose el colorante III, por otro lado, la semilla seca fue pulverizado y macerado con etanol que una vez removido el solvente, el extracto etanólico contenía flavonoides, mediana concentración de taninos y pequeñas concentraciones de lactonas, además, demostró que el polvo tenía una higroscopicidad con una monocapa de 3.37g de agua /100g de ms.

Se desarrolló un estudio de la extracción de antocianinas en arándanos, investigándose la influencia de diversas variables durante la extracción sólido-líquido de antocianinas, utilizándose etanol acidificado (ácido cítrico al 1%) en una proporción de fruto y el solvente de 1:3 (kg/kg), a 36 ± 1 °C por 2 horas. Se obtuvo antocianinas totales de $879,0 \pm 12,9$ mg de cianidina-3-glucósido/100 mL, fenoles totales de 1424 ± 67 mg de GAE/100 mL, y una actividad antioxidante de 5730 ± 103 y 4872 mg eq. de EAA (ácido ascórbico) / por 100 mL. ZAPATA et al. (14).

CAMPOS et al. (15), investigó la característica fisicoquímica, compuestos bioactivos y actividad antioxidante de *Syzygium malaccence* (pomarroza) los resultados revelaron cáscara presentó mayores concentraciones de compuestos fenólicos totales (1293 mg GAE/100g) y antocianina totales (1045 mg/100g), identificándose como

principal antocianina la cianidina 3-glucósido mediante HPLC-DAD-MS/MS. Asimismo, la cáscara mostró una mayor capacidad antioxidante, con valores superiores en los ensayos DPPH (47.52 $\mu\text{MoL ET/g}$) y FRAP (0.19nMsulfato Ferroso/g). CAMPOS ⁽¹⁵⁾.

Se reportó análisis de antocianinas y actividad antioxidante de una bebida energizante que fue agregando colorante de natural del *Tropaeolum majus* L, la extracción fue de las antocianinas fue con etanol acidificado hasta una concentración de 41.8 °Brix, una parte de del extracto fua atomizado con aire caliente a 170 °C, Las bebidas obtenidas presentaron un contenido de cianidina-3-glucósido entre 2,76 y 3,74 mg/l, y una capacidad antioxidante que osciló entre 360,35 y 438,64 $\mu\text{mol equivalentes de Trolox (TE/l)}$. CALDERON ⁽¹⁶⁾.

GOMEZ & TUANAMA (17), Evaluación de antioxidantes a partir del almendro y cáscara de *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), demostró que los extractos etanólicos presentaron mayores concentraciones de antioxidantes en el almendro del fruto, destacaron los flavonoides (38.85 g Q/100g), fenoles totales (214.04 mg EAG/100g) y taninos (19.66) mg C/100g). en la cáscara, se hallaron niveles aún más altos de flavonoides (42.27 g Q/100g) y fenoles totales (426.02 mg EAG/100 g), antocianinas (0.21 mg cianidina-3 glucósido /100g). En el extracto clorofórmico también resaltaron los antioxidantes, pero con menor cantidad, salvo excepciones como los taninos en el almendro (32.72 mg catequina/100g). La cáscara presento un alto contenido de flavonoides (63.40 g Q/100g), pero bajos niveles de fenoles totales y taninos. GOMEZ & TUANAMA ⁽¹⁷⁾.

Una investigación realizada en el año 2019, con pulpas mezcladas de frutas de *Syzygiun jambos* (pomarroza) y *Myrciaria dubia* (camu camu) como fuente de vitamina C en la elaboración de mermeladas, el producto contenía vitamina C 552.07mg/100 , 75.13 °Brix, 2.9 5 de acidez titulable, 2.66 pH, 74.7 % de humedad, 0.33 % de grasa, 0.27 % de proteínas 24.37g y según análisis sensorial fue aceptado por los panelistas. BARTRA ⁽¹⁸⁾.

De igual manera se desarrolló la investigación comparativa para determinar la actividad antioxidante del extracto etanólico de la raíz y el fruto de *Euterpe precatoria* (huasai) procedente de la provincia Maynas y Chanchamayo, cuyos resultados fueron que el mayor porcentaje de fenoles totales presentó la raíz 15,5 % la raíz, asimismo, epicardio y mesocarpio obtuvieron un IC₅₀ de 3,28 µg/mL; 408,05 µg/mL y 3665,77 µg/mL de actividad antioxidante. GARAMENDI ⁽¹⁹⁾.

En un estudio desarrollado en la Planta Piloto (UNAP), con el objetivo de evaluar el contenido de compuestos antioxidantes presentes en la cáscara y pulpa de *Syzygium malaccense* (pomarrosa), se logró obtener una mermelada light. Los resultados evidenciaron que la cáscara contiene una mayor concentración de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en comparación con la pulpa. Posteriormente, se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos. El producto final presentó un contenido de sólidos solubles de 5 °Brix, 23.39 Kcal y resultados sensoriales aceptables, sin diferencias significativas entre formulaciones. GARCIA & MURAYARI ⁽²⁰⁾.

En otra investigación sobre componente bioactivos, actividad inhibidora hialuronidasa y la capacidad antioxidante de *Pourouma cecropiifolia*, donde las muestras fueron recolectadas de Puerto Maldonado y sometidas a extracción con metanol/agua, seguida de liofilización. Mediante los análisis se logró encontrar fenoles totales, flavonoides, antocianinas y ácido ascórbico y la capacidad antioxidante fue evaluada con pruebas in vitro (DPPH, ABTS y poder reductor). Además, se utilizó HPLC y HPLC/EM/EM para identificar el perfil de compuestos fenólicos. El extracto mostró una inhibición no competitiva mixta sobre la hialuronidasa, con un IC₅₀ de 1.55 ± 0.06 mg/mL, comparado con fármacos antiinflamatorios como la dexametasona y la quercetina. CALIXTO ⁽²¹⁾.

Mediante una investigación en 2021, se evaluó el contenido de compuestos bioactivos y la actividad hipoglicemiante de las semillas de *Syzygium jambos*, se realizó la extracción del extracto de la semilla seca y se cuantificaron los fenoles totales mediante el reactivo folin-Ciocalteu obteniéndose un valor de 309.40 mg equivalentes de ácido gálico por gramo de extracto (mg GAE/g), y los flavonoides totales mediante el método del tricloruro de aluminio, alcanzando 19.13 mg equivalentes de quercetina por gramo (mg QE/g). Para evaluar la actividad hipoglicemiante, se utilizó un modelo experimental en *Rattus norvegicus* var. Holtzman. Los resultados mostraron una reducción significativa en los niveles de glicemia postprandial en el grupo tratado, comparado con el grupo control, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Se concluye que las semillas de *S. jambos* poseen compuestos fenólicos y flavonoides con efecto hipoglicemiante. GONZALES et al, ⁽²²⁾.

En otro lugar se realizó el valor nutricional y funcional de partes no convencionales del fruto amazónico *Pourouma cecropiifolia*, específicamente el mucílago. Se aplicaron diversos métodos oficiales de la AOAC para la determinación de la composición proximal. Los polifenoles y la capacidad antioxidante se evaluaron mediante el reactivo de Folin-Ciocalteu y el ensayo ABTS+, respectivamente. Los resultados indicaron un contenido relevante de carbohidratos en ambas fracciones del fruto (14,87 % en mucílago y 16,41 % en cáscara), así como niveles considerables de polifenoles (77,49 y 76,89 mg GAE/kg) y capacidad antioxidante (119,0 y 120,0 mmol TE/kg). La cáscara destacó por su mayor aporte de fibra, proteínas y minerales. REYES et al, ⁽²³⁾.

En otro estudio se caracterizó las propiedades fisicoquímicas, el perfil de ácidos grasos, el contenido de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante del aceite extraído de las almendras del fruto amazónico *Pourouma cecropiifolia*. La extracción del aceite se realizó mediante el método Soxhlet con n-hexano. La cromatografía de gases permitió identificar como principales ácidos grasos el linoleico (26,78%),

behénico (25,11%) y palmítico (20,43%). El contenido de compuestos fenólicos totales fue de $403,66 \pm 0,49$ mg GAE/kg, mientras que la capacidad antioxidante, determinada mediante los métodos DPPH y ABTS, alcanzó valores de $1,11 \pm 0,10$ y $2,07 \pm 0,04$ mmol TE/kg, además, aunque algunas propiedades como el índice de yodo, la humedad y la materia insaponificable se situaron fuera de los rangos establecidos, los resultados sugieren un perfil lipídico y funcional prometedor. REYES et al, ⁽²⁴⁾.

De igual manera se logró optimizar el proceso de extracción de fenoles totales a partir de semilla *Syzygium malaccense* (pomarroza). Se evaluaron parámetros fisicoquímicos del material vegetal, como humedad, grasa, cenizas y sustancias solubles, y se confirmó la presencia de compuestos fenólicos totales. El proceso de extracción fue optimizado considerando la concentración de etanol, el tiempo, la temperatura y la relación muestra-disolvente. Las condiciones óptimas (30 % de etanol, 2 horas de extracción, 65 °C y proporción 1 g/5 mL) permitieron obtener un extracto con alto contenido de polifenoles (9071 mg/L) y notable capacidad antioxidante (1023,3 μ mol/g). Estos resultados evidencian el potencial del extracto de semilla de *S. malaccense* como fuente natural de antioxidantes. LEON et al, ⁽²⁵⁾.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. *Myrciaria dubia* (camu camu).



Gráfico 1: Fruto del Camu camu

TAXONOMÍA

- Familia: Myrtaceae

- Genero: *Myrciaria dubia*
- Especie: *dubia* (Kunth) Mc Vaugh
- Nombres comunes: camu camu, camu camu negro, como como “cacari”, guapuro blanco, “arazá de agua”, rumbery, algracia, guayabillo blanco, guayabito, limoncillo. PINEDO et al. ⁽²⁶⁾

Origen del *Myrciaria dubia* (camu camu)

Se conoce que es originaría de la Amazonía continental, mayoritariamente está en estado natural, en el caso del Perú se encuentra en la Amazonía baja, básicamente en la región Loreto, a las riberas de los ríos Nanay, Putumayo, Marañon, Yarapa, Tapiche, Itaya y otros, en los afluentes del río Ucayali Tapiche, Tigre y otros. En Brasil, se encuentran en los ríos Tocantís y Trombetas (Estado de Pará); Yavarí, Madeira, Negro y Xingú (Estado de Amazonas); Macangana y Urupé (Estado de Rondonia). También está presente en los ríos Orinoco, Caciqueare, Oreda, Pargueni y Caura (Venezuela), así como también en el río Inirida (Colombia), ⁽²⁷⁾. La especie es tolerante a la inundación y puede quedar completamente sumergida en el agua cuatro o cinco meses. ARELLANO et al., ⁽²⁸⁾.

Características

Es un árbol pequeño de que mide entre 6-8 metros de altura y diámetros de hasta 15 cm, con muchas ramas delgadas, flexibles, la copa es frondosa e irregular. Sus hojas son simples, opuestas, de 6 – 10 cm de longitud, de 3 – 4 cm de ancho, Flores hermafroditas con 5 pétalos blancos; numerosos estambres blanquecinos ⁽²⁸⁾. Tiene una “inflorescencia de tipo axilar, agrupando de 1 a 12 flores bisexuales y subsésiles. El cáliz tiene 4 lóbulos ovoides y la corola 4 pétalos blancos. Frutos: De forma esférica, cáscara lisa y brillante, de color rojo oscuro, de color rojo oscuro a negro púrpura al madurar. El fruto mide hasta 4 cm de diámetro, pesa unos 10 g y contiene 1 a 4 semillas algo aplanadas que están cubiertas por una vellosidad blanca rala de menos de mm de largo”. HERNANDEZ et al., ⁽²⁹⁾

Usos:

Caracteriza principalmente por su alta concentración de ácido ascórbico, que puede llegar según su procedencia hasta 3000mg/100g, debido a esto es considerado una planta con un gran potencial económico. Actualmente, se consume en estado fresco como néctares, refrescos, dulces, helados, mermeladas y otros; Se conoce además que es consumido por peces nativos como la *Colossoma macropomun* (gamitana) y protege la erosión de las riberas. ⁽²⁹⁾

La importancia económica se debe, además, del alto contenido de vitamina C en la pulpa, a la presencia de polifenoles y flavonoides en la cáscara (coloración rojiza clara a oscura), convirtiéndole en un recurso valioso por los pobladores para la prevención y tratamiento de infecciones respiratorias de origen viral y bacteriano. Asimismo, presenta una marcada actividad antioxidante, contribuyendo a la protección celular frente al daño oxidativo ⁽²⁾, en fitoterapia se usa como fuente de vitamina C en cápsulas tabletas por ser de fácil asimilación y buena biodisponibilidad. ⁽²⁹⁾

Se reporto investigaciones de estudios clínicos en un centro de medicina alternativa en Nueva York que pacientes con diagnóstico de depresión y ansiedad que consumieron *Myrciaria dubia* (Camu Camu) mostraron una disminución significativa en la necesidad de inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina, fármacos comúnmente utilizados como tratamiento estándar. LANGLEY et al, ⁽³⁰⁾

La vitamina C (ácido ascórbico) es un micronutriente hidrosoluble esencial para la biosíntesis de colágeno, contribuyendo al mantenimiento estructural de tejidos de origen mesenquimatoso, como el tejido conjuntivo, el osteoide y la dentina. Su participación es fundamental en los procesos de cicatrización de heridas y en la recuperación de quemaduras. Además, actúa como un potente antioxidante celular, interviniendo en sistemas redox que protegen contra el estrés oxidativo. También está implicada en el metabolismo de aminoácidos como la fenilalanina y la tirosina. ⁽³⁰⁾

El ácido ascórbico también ha sido relacionado con el alivio de cuadros depresivos y de ansiedad, de acuerdo a trabajos de investigación clínica realizados en un centro de Medicina Alternativa de Nueva York, con pacientes depresivos que consumiendo Camu camu, lograron reducir considerablemente las dosis de inhibidores de la receptación de Serotonina, que era su medicación habitual ⁽³⁰⁾.

Importancia Nutricional

En la tabla 1 se puede observar que es mayoritariamente contiene un alto contenido de vitamina C, pequeñas cantidades de carbohidratos y con pocas kilocalorías, siendo un alimento esencialmente bioactivo, tanto la pulpa, la cáscara y la semilla.

Tabla 1: Componentes nutricionales de *Myrciaria dubia* (camu camu) en base a 100g de pulpa.

Tabla de componente nutricionales

N°	Componentes (g/100 g.p. comestible)	Camu camu	Camu camu
1	HUMEDAD	93.30	94.51
2	CENIZA	0.20	0.06
3	GRASA	0.10	0.06
4	PROTEINA	0.50	0.55
5	CARBOHIDRATOS	5.90	4.28
6	MATERIA SECA	6.70	5.49
7	VITAMINA "C"	2780	1,130
8	ENERGÍA(Kcal)	24.00	19.86

Fuente: Mayhuasque, 2015 ⁽³¹⁾.

Compuestos bioactivos en la cáscara de *Myrciaria dubia*

La cáscara de *Myrciaria dubia* ha sido objeto de numerosos estudios por su riqueza en compuestos fenólicos. Se ha identificado una amplia variedad de polifenoles, entre los que destacan ácidos fenólicos (p-coumarico, cafeoilquínico, gálico, elágico) y flavonoides (catequina, epicatequina, quercetina, luteolina, rutina, derivados de miricetina ⁽⁶⁾). En particular, los

extractos de cáscara presentan niveles apreciables de antocianinas, entre ellas cianidina-3-glucósido —el principal pigmento en pulpa y cáscara, con aproximadamente 182 mg/100 mL— y otras antocianinas como la delphinidina-3-glucósido, responsables del color rojo-purpúrea. LOCK ⁽⁷⁾.

Estudios de perfil fitoquímico mediante UPLC-MS/MS confirmaron la presencia de flavonoles (miricetina-O-hexósido, pentósido y deoxihexósido; apigenina-O-hexósido) como compuestos predominantes en extractos de cáscara. Además, investigaciones de extracción optimizada reportan catequina, epicatequina, luteolina, rutina y quercetina en la cáscara, aunque en concentraciones inferiores a las del fruto en su totalidad ⁽⁹⁾. Una alternativa para alimentos funcionales y nutracéuticos.

1.2.2. Generalidades de *Pourouma cecropiifolia* (uvilla)



Gráfico 2: Fruto de la uvilla

Taxonomía:

- Reino: Plantae
- Especie: *P. cecropiifolia*
- Nombre científico: *Pourouma cecropiifolia*

La especie *Pourouma cecropiifolia*, pertenece a la familia Urticaceae, de la tribu Moraceae y al género *Pourouma*, es oriundo de la Amazonía occidental básicamente de los países Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. En Perú es cultivo por los agricultores en las regiones como Loreto, Ucayali, San Martín, Madre de Dios, Huánuco, Amazonas, Pasco y Junín (32). Se conoce con diversos nombres comunes por los pobladores y

consumidores, dependiendo del país: Uvilla en Perú; uva caimaron, caimarón, caima en Colombia y España; mapati, cucura, puruma, umbauba cheiro, imbauba, uva de mata en el Brasil. GONZALES ⁽³²⁾.

Descripción botánica:

“Los árboles son heliófilos, dioicos, de porte mediano 5 a 10 m de altura, a veces con raíces zancos, tronco recto y cilíndrico, de 20 a 40 cm de DAP, ramificación a partir de los 5 m, con cicatrices en anillos entre 10-5 cm; corteza fina bien adherida, externamente cremosa, verde al rasgado que rezuma un líquido negruzco. GONZALES & TORRES ⁽³⁾.

La copa es frondosa y esférica, ramas primarias y secundarias cortas, con ramitas terminales horizontales u oblicuas. La madera es suave y liviana. De hojas simples, alternas, con 2 estípulas laterales caducas. Flores apopetalas unisexuales en diferentes plantas. El fruto es una drupa semejante a una uva, ovoide o esférica de 2 a 4 cm de largo y de 1 a 4 cm de diámetro; epicarpio áspero, fibroso, de color verde en estado inmaduro y violáceo negro al madurar, mesocarpio blanco cristalino, pulposo, jugoso y mucilaginoso, con fibras entrecruzadas, dulce o acidulada; una sola semilla blanca semicónica a acorazonada. La planta presenta follaje durante todo el año, con floración entre julio y agosto y fructificación de noviembre a diciembre” ⁽³⁾.

Existe gran diversidad genética de *Pourouma cecropiifolia*, que se manifiesta en la arquitectura de los árboles y en las formas y tamaños de los frutos; los cantidad de frutos por racimos y los °Brix (porcentaje de azúcar) los diferencia, además, por el volumen de la pulpa en el frutos ⁽³⁾.

Usos comunes del fruto de *Pourouma cecropiifolia* (uvilla)

Se conoce que la pulpa de la fruta es consumida como productos: frutos en almíbar, mermeladas, néctares y como licor fermentado; se usa la cáscara como colorante natural, alimento para cerdos; la madera se usa para cajonería y los brotes para curar enfermedades de los ojos. GALLEGOS ⁽³³⁾.

Compuestos bioactivos y fisicoquímicos.

Pourouma cecropiifolia se destaca como un fruto amazónico subutilizado con alto contenido de compuestos bioactivos (polifenoles, antocianinas,

flavonoides) y fuerte actividad antioxidante. Su uso tiene un sólido fundamento para aplicaciones en alimentos funcionales, suplementos y estrategias de salud preventiva ⁽³³⁾.

Los polifenoles y flavonoides encontrados en la pulpa y cáscara son los fenoles totales, flavonoides y taninos ^{(34);(21)}. las antocianinas en la cáscara como ácido clorogénico, procianidinas, quercetina y en forma glucosada, y dihidroquercetina-O-rhamanósido (21); los ácidos fenólicos encontrados especialmente de la forma hidroxicinámicos como el 5-O-cafeoilquínico, neoclorogénico, dicaffeoylquínicos y feruloilquínicos; flavonoles y flavan-3-oles, estos pueden compuestos ser los responsables de la actividad antioxidante con un IC50 de 114 a 134 µg/ml y también el ácido ascórbico. LOPES et al, ⁽³⁵⁾.

En la Tabla 2 se puede observar un alto contenido de carbohidratos cuando se seca la pulpa, siendo básicamente azúcar, sin embargo, en estado fresco, solo ofrece 13.77% y 64 kilocalorías, siendo un alimento para cualquier tipo de consumidor ⁽³³⁾.

Tabla 2: Contenido nutricional del fruto de *Pourouma cecropiifolia* (uvilla)

Nº	DETERMINACION	Muestra en base seca g%	Muestra fresca g%
1	HUMEDAD	--	84.50
2	CENIZA	1.81	0,28
3	GRASA	--	0.30
4	PROTEINA	2.06	0.32
5	CARBOHIDRATOS	88.84	13.77
6	FIBRA TOTAL	0.20	0.90
8	CALORIAS (Kcal)	412.90	64.00

Fuente: Arias, 2011 (34).

Desde el punto de vista nutricional y funcional podemos afirmar que es rica en compuestos fenólicos como ácidos fenólicos y flavonoides con elevada capacidad antioxidante y eficaz para neutralizar radicales libres en evaluaciones *in vitro*; desde el punto de vista nutracéutico tiene propiedades

antiinflamatorias, antimicrobianas y posible citotoxicidad hecho en estudios preliminares ⁽³⁾.

1.2.3. Generalidades *Syzygium malaccense* (pomarroza)



Gráfico 3: Fruto de pomarroza

La especie *Syzygium malaccense* Merr. & L.M.Perry, pertenece a la familia de las Myrtaceae, género *Syzygium*, es oriundo de Malasia, y también de Trinidad y Tobago, se encuentra distribuido en toda la América central, sin embargo, lo encontramos en países como Venezuela, Brasil, Perú y Ecuador; tiene nombres comunes como manzana de malaya (España), pomarroza de malacea, (Francia), Pomagas (Brasil) y Pomarroza y mamey (Perú). BARTRA ⁽¹⁸⁾

Es un árbol perennifolio de la familia Myrtaceae, que puede alcanzar hasta 15–20 m de altura. Presenta hojas opuestas, simples, elípticas a lanceoladas y coriáceas. Las flores son grandes, hermafroditas, de color rojo intenso, dispuestas en racimos terminales. El fruto es una baya ovoide o piriforme, de color rojo brillante a rosado, con pulpa blanca, jugosa y comestible, los frutos son cosechados dos veces al año. ARICA ⁽³⁶⁾

Usos del fruto Pomarroza.

El fruto es comestible por tener un sabor agridulce y agradable en forma fresca, se conoce que es rico en pectina, las flores pueden ser consumidas en salsas y cremas. Sus flores son comestibles y pueden ser utilizadas para ensaladas y salsas; la pulpa es usada para hacer néctares, vinos y frutos en almíbar Mermelada light. ARANGO ⁽⁴⁾

Composición nutricional y fisicoquímica del fruto.

Los frutos de la pomarroza contienen vitamina C(mg/100 g), y vitamina E (0,2 mg/100 g), (36), tiamina: 0.02 mg; riboflavina: 0.03 mg; niacina: 0.21–0.8 mg; Minerales: calcio 5–29 mg; fósforo 8–18 mg; magnesio ~5 mg; potasio 123 mg; hierro 0.07–0.82 mg; sodio 0–0.9 mg; zinc 0.06 mg ⁽¹⁸⁾.

Presenta actividad antioxidante DPPH ~47.5 µmol TE/g; FRAP ~0.19 mM FeSO₄/g; inhibición de oxidación β-caroteno/ácido linoleico y se reporta fenoles totales ~1293 mg EAG/100 g en cáscara; antocianinas totales: ~1045 mg/100 g, principalmente cianidina-3-glucósido (36) ; ⁽¹⁵⁾.

En la Tabla 13 se encuentran los compuestos fisicoquímicos de la fruta, donde podemos observar que el fruto fresco aporta con 23.39 Kcal, es decir, se conoce, además, que la cáscara del fruto también contiene 90% de humedad y carbohidratos totales 6.5% aproximadamente, se han encontrado azúcares reductores en la pulpa de la fruta y en la cáscara vitamina C 318–321 mg/100 g en el fruto seco. actividad antioxidante, la cual contribuye a la estabilidad celular, especialmente en estructuras como los glóbulos rojos (20).

Tabla 3: Composición fisicoquímica *Syzygium malaccence* (pomarroza).

N°	DETERMINACION	UNIDAD	POMARROSA
1	HUMEDAD	%	93.91
2	CENIZA	%	0.68
3	GRASA	%	0.35
4	PROTEINA	%	0.65
5	SOLIDOS SOLUBLES	%	5.0
7	VITAMINA "C"	mg/100g	1.67
8	CALORIAS	kcal/100g	23.39

Fuente: Garcia, 2019 (20).

1.2.4 Colorantes.

Definición.

Las definiciones más importantes para los colorantes están según LA DIGESA (Perú) “es una sustancia que se añade a los alimentos para conferirles o intensificar su color, devolviendo el color perdido o simplemente haciéndolos más atractivos visualmente”; según la FDA, es una sustancia que al ser agregado a un alimento este puede cambiar de color o recubrirse se color, estos pueden ser tintes, pigmentos u otros compuestos que mejoran la apariencia, identidad, uniformidad del producto alimentario y según la EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) son aditivos que se adicionan a los alimentos para mejorar o restaurar la apariencia. DOWNHAM ⁽³⁷⁾

Función de los colorantes en los alimentos.

Se conoce que los colorantes se vienen utilizando en nuestros alimentos durante siglos, se cree que los egipcios ya usaban el color caramelo y en 400 a.C. ya se tenía el vino ⁽³⁷⁾, actualmente, las materias primas alimentarias durante el proceso de conservación y transformación pierden la forma original y que al agregar el colorante puede recuperar el color inicial, igualmente sucede cuando el color natural es débil se intensifica para agrandar al consumidor; protege los compuestos bioactivos como las vitaminas y aromas muy sensibles a la luz ⁽¹⁾.

Las últimas décadas, los consumidores de alimentos son más exigentes con los ingredientes, que contengan condimentos lo más “naturales” posibles, debido a esto, se está impulsando el uso creciente en colorantes de origen natural. Se sabe que las empresas están mejorando las propiedades técnicas y físicas para aumentar la estabilidad y funcionalidad del producto alimenticio ⁽³⁷⁾.

Clasificación de los colorantes.

Se conocen dos grandes grupos de colorantes según la obtención de ellas, siendo de origen natural y otro de forma sintética. MOYA ⁽³⁸⁾

Naturales.

Los **colorantes naturales** son compuestos pigmentarios obtenidos de fuentes naturales, que además de dar color, pueden poseer propiedades antioxidantes, antimicrobianas o beneficios funcionales (39). Se clasifican según la estructura química básica flavonoides, carotenoides, melanoidinas, porfirinas, betaninas, quinoides y otros (38). Las fuentes naturales son los vegetales (hojas, raíces, frutos, flores y otros), animales (ác cármino de la cochinilla) y microorganismos (algas y hongos). DELGADO & LOPEZ (39)

Artificiales.

Estos colorantes son producidos por síntesis orgánica, dando productos químicos artificiales, para ser usados en la industria de alimentos, cosméticos, textiles, medicamentos y otros tipos de uso. La mayoría es productos de la síntesis a partir del benceno e hidrocarburos aromáticos y otros pertenecen al grupo de los colorantes azoicos (38).

El consumo de estos colorantes está asociados a efectos adversos como la hiperactividad infantil (e.j. tartrazina con posible relación con TDAH), alergias y sensibilidad (especialmente en personas sensibles) y potencial carcinogénico (alta toxicidad como el Rojo 2 y amarillo mantequilla). ESTEVENS et al, (40)

COMPUESTOS FENOLICOS

Son metabolitos secundarios presentes en las plantas, la estructura básica tiene uno o más anillos aromáticos con grupos hidroxilos como sustituyentes (41). Se encuentra en muchas matrices vegetales, ya sea en forma libre o conjugada, los sustituyentes pueden ser ésteres, éteres o glucósidos (unidades de azúcares) (42). La diversidad estructural va desde moléculas simples (ácidos fenólicos) hasta polímeros complejos (taninos) (43). Posee propiedades fisicoquímicas como la polaridad y solubilidad soluble en agua o solventes orgánicos, dependiendo de la cantidad y posición de los grupos hidroxilos (OH) presentes y otras sustituciones en el anillo aromático (44). Además, algunos compuestos

fenólicos tienen alta capacidad antioxidantes, tienen propiedades antimicrobianas y cardioprotectores, se les atribuye la defensa de las plantas frente al estrés biótico y abiótico ⁽⁴⁵⁾. Asimismo, exhiben intensa absorción en la región ultravioleta del espectro, característica que permite su identificación y análisis mediante técnicas espectrofotométricas y cromatográficas. ARRAZOLA ⁽⁴⁶⁾

1.2.5 FLAVONOIDES

Son metabolitos secundarios de bajo peso molecular y en el grupo de polifenoles, son bajo peso molecular, son ampliamente distribuidos en la flora y algunas veces son conocidas como antoxantinas, el rol en la planta es de función fisiológica esencial, como protectora a la radiación ultravioleta, defensa contra patógenos ambientales y también regula el crecimiento ⁽⁴⁷⁾. Los compuestos se encuentran en los tejidos vegetales principalmente como glucósidos y en las vacuolas celulares ⁽⁴⁸⁾. Ellos forman parte de la coloración de flores, frutos y hojas, también se les atribuye una amplia gama de propiedades bioactivas, como la capacidad antioxidante, propiedades antiinflamatorias y cardioprotectora, haciendo que estos compuestos sean relevantes nutricional y farmacológicamente ⁽⁴⁷⁾. Históricamente, fueron utilizados como colorantes para lana y, en la actualidad, algunas polihidroxi flavonas se emplean en la conservación de grasas y jugos de frutas, atribuyéndose esta aplicación a sus propiedades antioxidantes polihidroxi flavonas ⁽⁴⁹⁾.

Los flavonoides se caracterizan por su solubilidad en solventes polares, como agua y etanol, debido a la presencia de grupos hidroxilo en su estructura. Poseen un carácter fenólico definido y presentan una intensa absorción en las regiones ultravioleta (UV) y visible del espectro electromagnético, atribuida a sus sistemas aromáticos conjugados. Estas propiedades espectroscópicas permiten su identificación preliminar mediante técnicas de espectrofotometría ⁽⁵⁰⁾. Además, la clasificación inicial de los flavonoides presentes en un extracto vegetal puede realizarse evaluando su comportamiento frente a pruebas de solubilidad y reacciones colorimétricas específicas, como las pruebas

con cloruro de aluminio para flavonoles y flavonas ⁽⁵¹⁾. Posteriormente, se recomienda un análisis más específico del extracto o de sus formas hidrolizadas para identificar las agliconas mediante técnicas como cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) o espectrometría de masas ⁽⁴⁹⁾.

Estructura de Flavonoide.

Es un compuesto fenólico con una estructura básica se caracteriza por poseer 15 carbonos, dos anillos aromáticos (A y B), un sistema C₆-C₃-C₆, , donde el anillo A proviene del ácido shiquímico y el anillo B de la fenilalanina, integrándose a través del anillo C que suele ser una pirona o una dihidropirona (Figura 8). Las propiedades bioquímicas se deben al grado de oxidación del anillo C, número y posición de los grupos hidroxilos y la presencia de metilos, glucósidos o grupos prenilos, estas características influyen en su **actividad biológica**, solubilidad, absorción de luz UV-visible y capacidad antioxidante. DRAGO ⁽⁵²⁾

La clasificación de los flavonoides se da por el grado de insaturación y oxidación del anillo C, en la Figura 4, se observan estructuras básicas como las flavonas que presentan dobles enlaces entre C₂ y C₃ y un grupo cetona en C₄ (ej. apigenina y luteolina), flavonoles similares a las flavonas, pero con un enlace OH en C₃ (ej. quercetina y kaempferol), flavanonas sin doble enlaces entre C₂ y C₃ (ej. naringenina), flavanoles (conocido como catequinas) sin doble enlace ni grupo cetona pero con varios grupos hidroxilo (ej. epicatequina), antocianidinas que son pigmentos hidrosolubles de color rojo, azul y púrpura en la frutas, isoflavonas cuyo anillo B se une a C₃ del anillo C (ej. genisteína), chalconas y auronas que por ser estructuras abiertas son las precursoras biosintéticas de otros flavonoides. HARBORNE ⁽⁵³⁾ & MIDDLETON ⁽⁵⁴⁾

Los flavonoides presentan beneficios para la salud, como antioxidantes neutralizan radicales libres protegiendo del estrés oxidativo que se presentan en enfermedades degenerativas y envejecimiento ^{(55);(47)}, como antiinflamatorios modulando la expresión de las enzimas

proinflamatorias como las citocinas ⁽⁵⁶⁾; son cardioprotectores, previenen las enfermedades cardiovasculares, mejorando la función endotelial, bajando la presión arterial y la agregación plaquetaria ⁽⁴⁴⁾; ⁽⁴⁸⁾, actúan como anticancerígenos induciendo apoptosis y deteniendo el ciclo celular en líneas celulares tumorales, inhibe angiogénesis y metástasis ⁽⁵⁴⁾; ⁽⁵⁷⁾, actúan como neuro protectores protegiendo contra enfermedades neurodegenerativas mejorando la perfusión cerebral y modular las vías neuronales ⁽⁴⁷⁾; ⁽⁵⁶⁾ y son antimicrobianos inhibiendo bacterias y virus. PIETTA ⁽⁵⁵⁾

Gráfico 4; Núcleo básico de un flavonoide

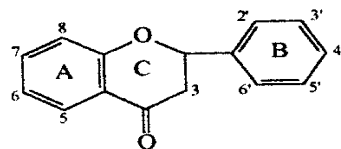
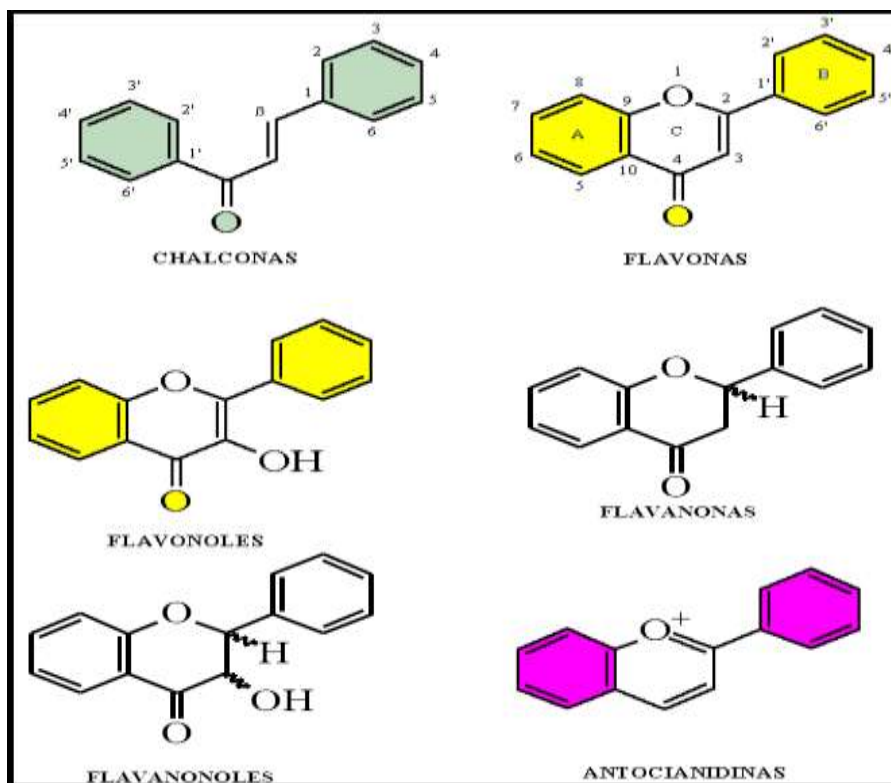


Gráfico 5: Estructura molecular de los cuatro grupos de flavonoides



1.2.6 TANINOS

Son compuestos de alto peso molecular y se encuentran distribuidos en todo el reino vegetal, con capacidad de precipitar proteínas, formar complejos con metales y polisacáridos, y con propiedades astringentes, esto, debido a que químicamente posee múltiples grupos hidroxilos fenólicos que interactúan con las macromoléculas. Su importancia biológica y aplicaciones industriales y farmacológicas han sido ampliamente investigadas, especialmente en los últimos años por su potencial antioxidante, antimicrobiano y antiinflamatorio. HASLAM ⁽⁵⁸⁾ & HAGERMAN ⁽⁵⁹⁾

Taninos hidrolizables, por ser fácilmente hidrolizados por ácidos o enzimas liberando los ácidos correspondientes y glucosa; químicamente ésteres de ácido gálico o ácido elágico con un núcleo central de glucosa u otros azúcares (60);(61). Taninos condensados, conocidos también como protoantocianinas, derivan de unidades flavánicas (flavan-3-oles como catequina y epicatequina) y no se hidrolizan fácilmente y son más resistentes a la hidrólisis y se encuentran comúnmente en cortezas, hojas, semillas y frutos de muchas plantas. MUELLER ⁽⁶¹⁾ & PIZZI ⁽⁶²⁾

Los taninos tienen muchas funciones y aplicaciones, como en la industria del curtido de pieles, en tintes naturales, especialmente en la clarificación de vinos y cervezas ⁽⁶²⁾; mostraron ser efectivos contra hongos, bacterias y virus ⁽⁶³⁾; en la medicina tradicional se usan como antiinflamatorios, cicatrizantes, antidiarreicos y astringentes ⁽⁶⁴⁾; ⁽⁶⁵⁾ y posee una alta actividad antioxidante. OKUDA ⁽⁶⁵⁾

Desde el punto de vista nutricional hay que tener algunas consideraciones ya que al consumir en cantidades excesivas interfiere la absorción de minerales como el hierro y zinc ⁽⁶⁶⁾, por eso el uso debe ser controlado en la alimentación y farmacológico.

1.2.7 ESTRÉS OXIDATIVO

Se conoce como estrés oxidativo al desequilibrio entre la capacidad del sistema antioxidante y la producción de especies reactivas del oxígeno (ROS) en el organismo, esto implica el desarrollo de múltiples enfermedades crónicas como el cáncer, neurodegenerativas, cardiovasculares y metabólicas; el metabolismo celular produce radicales libres durante los procesos fisiológicos, cuando la generación excede la capacidad antioxidante del organismo se produce el estrés oxidativo ⁽⁶⁷⁾, deteriorando las macromoléculas: lípidos, proteínas y ácidos nucleicos y produce el envejecimiento celular. VALKO ⁽⁶⁸⁾

Las ROS incluyen moléculas generadas especialmente en la mitocondria como el anión superóxido (O_2^-), el radical hidroxilo (-OH) y el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) ⁽⁶⁹⁾; está vinculado con procesos fisiopatológicos como aterogénesis y disfunción endotelial ⁽⁷⁰⁾, enfermedades neurodegenerativas como el Parkinson y Alzheimer ⁽⁷¹⁾ y realiza mutagénesis y carcinogénesis. KLAUNIG ⁽⁷²⁾

La defensa del cuerpo humano al estrés oxidativo lo hace mediante los antioxidantes enzimáticos como superóxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT) y la glutatión peroxidasa (GPx); y los antioxidantes no enzimáticos como los polifenoles, ácido ascórbico (vitamina C), α -tocoferol (vitamina E), carotenoides y glutatión; el sistema se fortalece al consumir alimentos ricos en compuestos antioxidantes, especialmente vegetales ⁽⁷³⁾; el consumo regular de frutas, verduras y hortalizas se asocia con una menor incidencia de enfermedades crónicas, gracias a la presencia de compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes. Estos compuestos actúan mediante diferentes mecanismos: neutralización de radicales libres, quelación de metales prooxidantes, y modulación de rutas enzimáticas celulares. SCALBERT ⁽⁷⁴⁾

1.2.8 Extracción y purificación de metabolitos secundarios

La extracción y purificación de metabolitos secundarios es un proceso crucial para su aprovechamiento industrial y científico. La elección del método depende de la naturaleza del compuesto, la matriz vegetal y el objetivo del análisis. La innovación en técnicas verdes y selectivas contribuye al desarrollo sostenible de productos derivados de plantas. MABRY ⁽⁵⁰⁾

Los métodos más utilizados son la extracción sólida-líquida (maceración y percolación), se utiliza solventes de baja polaridad (éter de petróleo, hexano, etc), media polaridad (cloroformo, diclorometano, éter dietílico, etc) y alta polaridad (etanol, metanol, agua, etc.), la maceración es a temperatura ambiente, pero en cambio la percolación es el flujo continuo del disolvente ⁽⁷⁵⁾.

Extracción por soxhlet, emplea ciclos de evaporación-condensación de disolventes, se utiliza para compuestos menos solubles, siendo empleados para muestras secas y compuestos lipofílicos ⁽⁷⁶⁾; extracción asistida por ultrasonido, que usa ondas ultrasónicas para facilitar la ruptura celular, de esa manera libera más fácilmente los metabolitos secundarios reduciendo el tiempo de extracción ⁽⁷⁷⁾.

extracción asistida por microondas (MAE) emplea la radiación electromagnética para calentar selectivamente el agua intracelular, de esa manera hay una ruptura celular, es una extracción muy rápida ⁽⁷⁸⁾ y finalmente la extracción con fluidos supercríticos (SFE) utiliza al CO₂ como solvente en condiciones supercríticas y es adecuada para compuestos no polares ⁽⁷⁹⁾. La separación puede hacerse por procedimientos cromatográficos, y la identificación de los componentes individuales por comparaciones cromatográficas y espectroscopia con compuestos estándares o con la literatura ⁽⁷⁾.

1.3 Definición de Términos Básicos.

- **Colorantes:** El color es una característica sensorial muy importante en todo tipo de alimento, existen 2 tipos de colorantes: naturales y sintéticos. ⁽⁸⁰⁾
- **Compuestos bioactivos:** Son metabolitos secundarios presentes generalmente en matrices vegetales, que son esenciales y no esenciales para la planta y cuya presencia son en cantidades pequeñas, se pueden encontrar también en alimentos ricos en lípidos en lípidos. ⁽⁸¹⁾
- **Antioxidantes:** Sustancias químicas que tiene la capacidad de impedir o retrasar los efectos de la degradación oxidativa, protegiendo el sistema biológico capturando los radicales libres. ⁽⁸²⁾
- **Antocianinas:** Metabolito secundario hidrosoluble, poseen una pigmentación que va de roja a púrpura- azulada, están en las vacuolas celulares de los tejidos de las plantas (raíces, frutos, flores y otros). ⁽⁸³⁾
- **Flavonoides:** compuestos polifenólicos naturales que se encuentran en plantas, frutas, verduras y hortalizas. Son conocidas por tener propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. ⁽⁵²⁾
- **Carotenoides:** Metabolito secundario liposoluble precursora de la vitamina A, en las plantas presenta coloraciones que va de amarillo anaranjado a rojo. ⁽⁸³⁾
- **Metabolito secundario:** es una molécula orgánica, producida por un organismo vivo (plantas, hongos o bacteria), estos metabolitos participan en las funciones protectores y juegan un papel directo en los procesos esenciales de crecimiento, reproducción y desarrollo del organismo. ⁽⁴⁶⁾

CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS

2.1. Variables y Definiciones Operacionales.

Tabla 4: Variables y su Operacionalización

Variables	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicadores	Escala de medición	Categorías	Valores de la categoría	Medios de verificación
Variable independiente (X₁) Colorantes naturales	Se denominan colorantes o tintes naturales a aquellas sustancias coloreadas extraídas de plantas y pueden ser usados en alimentos, textiles y otros.	Cualitativa	Rendimiento	Nominal	Alto Medio Bajo	>2% 1% <0.5%	Reporte de análisis y espectros
			Pureza		Alto Medio Bajo	>70% 50 a 70% <50%	
Variable independiente (X₂) extracción	Compuesto químico o acuoso que tenga capacidad de extraer colorantes naturales	Cualitativa	Disolvente polar	Continuo	Etanólico	96°GL	Reporte de laboratorio
Variable independiente (X₃) Tipo de colorantes naturales	Grupo de compuestos que dan color a las diferentes materias orgánicas o inorgánicas	Cualitativa	Metabolitos secundarios	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Flavonoides ➤ Antocianínicos ➤ Antioxidante (DPPH, ABTS) ➤ Compuestos fenólicos ➤ Taninos 	Azul oscuro Rojo Amarillo	Reportes de espectros UV-Vis

2.2. Formulación de la hipótesis

2.2.1 Hipótesis General

- Los extractos de la *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla) y *Syzygium malaccence* (pomarroza), tienen colorantes naturales de alto grado de pureza y están determinados por tipo de compuestos presentes

2.2.2 Hipótesis derivadas

- Existe un solvente que tiene mayor rendimiento de colorantes naturales en los extractos de las especies *Myrciaria dubia* (camu camu) *Pourouma cecropiifolia* (uvilla) y *Syzygium malaccence* (pomarroza).
- Los compuestos de tipo flavonoides están presentes en los colorantes naturales de las especies de *Myrciaria dubia* (camu camu) *Pourouma cecropiifolia* (uvilla) y *Syzygium malaccence* (pomarroza).
- Los colorantes de las especies de *Myrciaria dubia* (camu camu) *Pourouma cecropiifolia* (uvilla) y *Syzygium malaccence* (pomarroza), extraídos están presentes en más del 70%

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

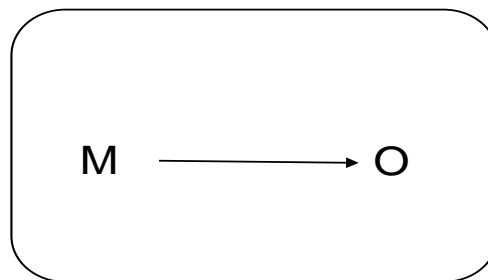
3.1. Tipo y Diseño de la Investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El presente trabajo se desarrolló desde un enfoque cuantitativo, tipo no experimental, no hubo manipulación de las variables, solamente la cuantificación detallada de los tipos y metabolitos secundarios que tiene tinción o pueden cambiar las condiciones de los colores según el medio y las posibilidades de uso.

3.1.2 Diseño de la Investigación

Para la extracción se usó un diseño descriptivo simple, donde solo se obtuvo las características de los colorantes naturales de cada especie en estudio.



3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Se recolectó frutos de camu camu, uvilla y pomarrosa, adquiridos en los mercados de la ciudad de Iquitos, estos frutos son provenientes de los diferentes distritos de la provincia de Maynas de la región Loreto.

3.2.2. Muestra

La muestra de este estudio está constituida por 2Kg de los frutos frescos de camu camu, uvilla y pomarrosa, se utilizó la cáscara de los frutos que mostraron la coloración característica rojo intenso del

camu camu, rojo o carmesí para la pomarrosa y violáceo negro de la uvilla.

Tabla 5: Extracción de los colorantes para cada pulpa.

N°	EXPERIMENTO	VARIABLE RESPUESTA
1	T5	PORCENTAJE DE HUMEDAD
2	T2	
3	T1	
4	T4	
5	T3	
6	T2	
7	T6	
8	T5	
9	T3	
10	T4	
11	T1	
12	T3	
13	T6	
14	T5	
15	T4	
16	T1	
17	TE	
18	T2	

3.2.3. Criterios de selección

Las plantas pequeñas y los frutos verdes no serán incluidas en el experimento, solo serán incluidos los frutos en estado de maduración.

3.3. Técnicas e instrumentos

3.3.1. Técnicas

La investigación de colorantes se desarrolló con los siguientes aspectos: recolección, secado de la muestra, extracción de los colorantes por disolventes químicos e identificación por análisis óptimos.

3.3.2 Recolección:

las muestras fueron recolectadas en el mercado de Iquitos, Belén y Puerto Productores. Las muestras serán enviadas en calidad de

depósito al Herbarium Amazonas de la UNAP, para su respectiva identificación botánica.

3.3.3 Instrumentos utilizados

Tabla 6: Lista de equipos y reactivos utilizados en la elaboración del proyecto

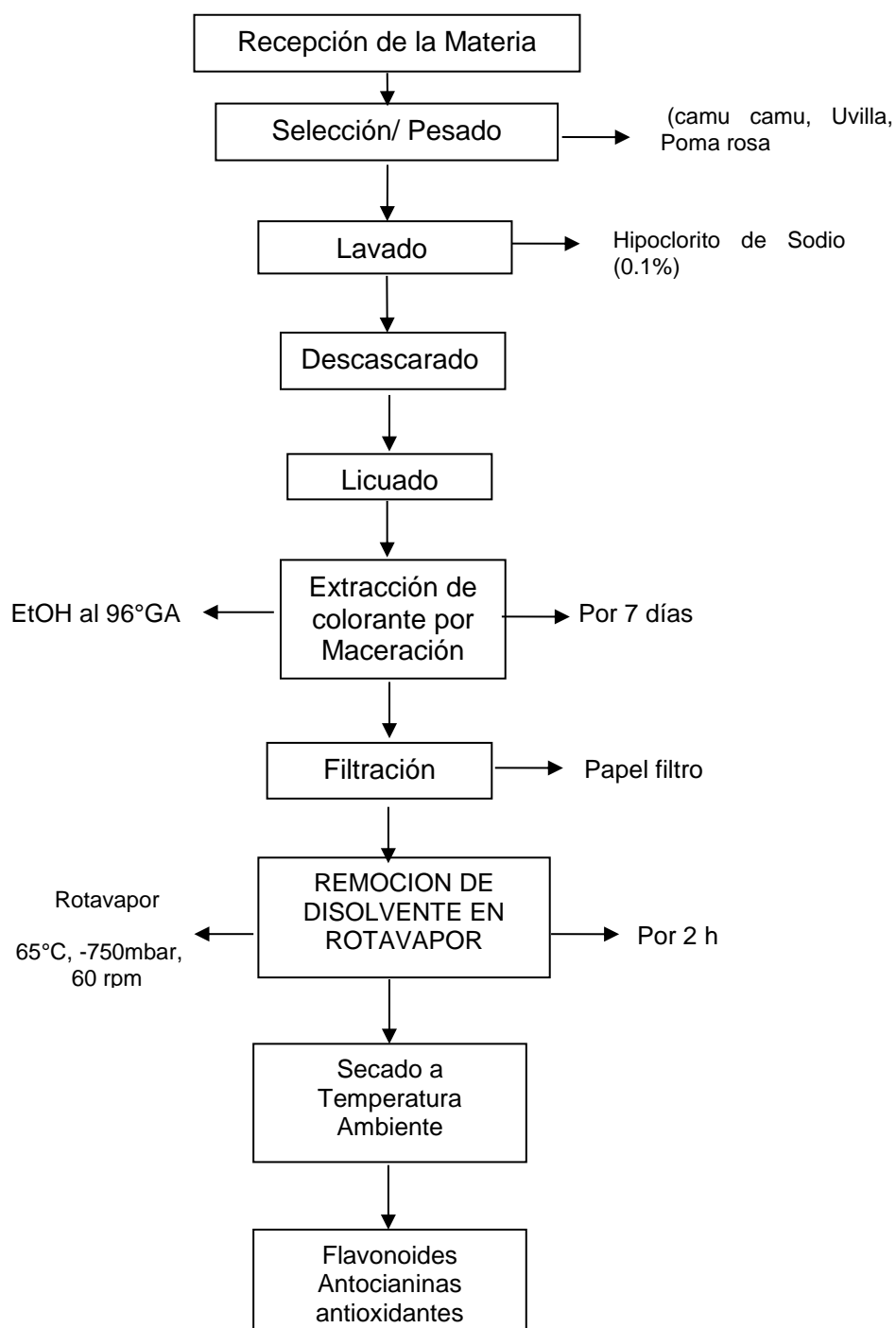
N°	Equipos y Reactivos	Marca
1	Balanza analítica	RADWAG
2	Balanza Gramera	GIARDINO
3	Refrigerador	LG
4	Licadora	OSTER
5	Rotavapor	BUCHI
6	Balón	BUCHI
7	Matraz Erlenmeyer	LASANY
8	Embudo	KIRMAX
9	Alcohol 96	ALKOFARMA
10	Placa Petri	BIOHAL
11	Papel Filtro	Whatman N°1
12	Papel aluminio	DLUCAS
13	Frascos de vidrio	SINMARCA
14	Probeta	GERMANY
15	Vasos Precipitados	GERMANY
16	Gradillas	SIN MARCA
17	Micropipetas	CIENTIFIC
18	Cubetas	BRAND
19	tubos de ensayo	BIOHAL
20	Fiola	NORMAX
21	Punteros de Plástico	KENDAL
22	Homogenizador	DAIHAN SCIENTIFIC
23	Agitador Magnético	BIOBASE
24	Espectrofotómetro Uv-Visible Genesys 150	THERMO SCIENTIFIC
25	DPPH	ALDRICK
26	ABTS	SIGMA
27	Folin Ciocalteau	MERCK
28	Trolox	SIGMA
29	Carbonato de sodio	MERCK
30	Ácido Gálico	ESPECTRUM
31	Persulfato de Potasio	MERCK
32	Cloruro de Potasio	MERCK
33	Acetato de Sodio	MERCK
34	Ácido Clorhídrico	MERCK
35	Nitrito de Sodio	ESPECTRUM
36	Cloruro de Aluminio	MERCK
37	Hidróxido de Sodio	MERCK
38	Vainillina	KECK LAB

39	Catequina	ESPECTRUM
40	Quercetina	ESPECTRUM
41	Metanol	MERCK
42	Etanol Absoluto	MERCK

3.4 Procedimiento de recolección de datos.

En el gráfico 6. Se muestra el flujo para el procedimiento de extracción y posterior análisis de colorantes naturales

Gráfico 6: Obtención de los extractos de los frutos camu camu, uvilla y poma rosa



3.4.1. Descripción de cada proceso:

- Recepción de la materia prima: los frutos frescos fueron comprados en la ciudad de Iquitos (mercado Belén) por kilos, para luego ser trasladado al laboratorio de Ingeniería de Alimentos de la FIA-UNAP.
- Selección y Pesado: Se seleccionó los frutos deteriorados y muy maduros, y que contenían impurezas, fueron separados del proceso, quedando solo aquellos que tenían la coloración rojiza y de una consistencia dura. Los frutos de *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla) y *Syzygium malaccence* (poma rosa), fueron pesados y utilizados en cantidades de 600 a 1200 kilo por fruta.
- Lavado: se hizo en tinas de acero inoxidable de 20 kilos de capacidad, para la desinfección se utilizó hipoclorito de Sodio al 0.1%, y liberar microorganismos que puedan contener los frutos.
- Descascarado: Se sometió a un proceso de descascarado de manera manual utilizando guantes de nitrilo, desechando la pulpa, para luego ser utilizado en otro proceso.
- Licuado: Fue sometida a una pulverización en una licuadora OSTER, con etanol al 96% de pureza, hasta cubrir la materia prima.
- Extracción del colorante por maceración: El método propuesto para el desarrollo de la presente investigación es gravimétrico para el secado y óptico para la caracterización, en la parte extractiva fue por maceración con etanol al 96% de pureza y siete días por tres repeticiones, la eliminación de solvente fue a 750 mm de Hg como presión de vacío fue para minimizar los efectos que puede incidir la temperatura en los metabolitos secundarios, todo el proceso fue exento de la luz sobre los extractos ⁽⁴⁹⁾
- Filtración: Se realizó la filtración en un Matraz ERLLENMEYER de un litro de capacidad, utilizando papel filtro Whatman N° 1, desechando la parte sólida.
- Remoción del disolvente en Rotavapor (BUCHI): el extracto fue sometido a una extracción al vacío en un rotavapor a una temperatura de 65 °C. una vez removido el disolvente (extracto etanólico), se obtuvo el colorante de las muestras.

- Secado a temperatura: Se realizó el secado a temperatura ambiente utilizando placas Petri, en el cual se colocó los extractos de los frutos y dejando reposar por 24 horas.
- Envasado: Debido a que los extractos pueden absorber humedad deben ser envasados en condiciones de alto sellado y en envases que no pueden tener contacto con la luz (ámbar), ya que muchos de estos colorantes naturales también pueden tener un efecto antioxidante
- La capacidad antioxidante de Flavonoides, antocianinas: se realizó los análisis en un espectrofotómetro UV-Visible Genesys 150.

3.4.2.. Determinación de los Colorantes.

Se realizó la determinación de colorantes naturales, empleando métodos de diferentes publicaciones y reportes.

3.4.2.1. Análisis de Compuestos Fenoles Totales.

La cantidad de compuestos fenólicos totales se determinó siguiendo el experimento modificado, descrita por Singleton et al, (84) que es la más utilizada para estos casos que se basa en la reducción de grupos hidroxilos (-OH) del anillo fenólico por los extractos con el reactivo de Folin-Ciocalteu en medio básico.

En la tabla 7 se presenta esquemáticamente como se obtiene la Curva Patrón, básico para determinar los compuestos fenólicos y por comparación del ácido gálico.

Tabla 7: Curva patrón de la determinación de Compuestos fenólicos

Nº de Tubo	Ácido gálico (µL)	Solución extractora (µL)	Concentración de ácido gálico (mg/mL)	Agua destilada (µL)	Folin ciocalteu (µL)	Agitar y reposar por 5 min	NaCO ₃ (µl)	Agitar y reposar por 30 min en la oscuridad	Leer en el espectro
Blanco	0	200	0						
1	40	160	0.02						
2	80	120	0.04	1500	100		200		765
3	120	80	0.06						
4	160	40	0.08						
5	200	0	0.10						

- Para la realización de la curva patrón: se preparó los reactivos y se pipeteo el ácido gálico en tubos de ensayo utilizando 3 repeticiones en diferentes cantidades de μL , tal como se detalla en tabla 7.

Tabla 8: Método Estándar en el ácido Gálico

N° de Tubo	Extracto (μL)	Agua destilada (μL)	Folin ciocalteau (μL)	Agitar y reposar por 5 min	NaCO_3 (μl)	Agitar y reposar por 30 min en la oscuridad	Leer en el espectro
A	200	1500	100		200		765
B	200						

- Se realizó el pipeteo de los extractos, utilizando 200 μL (muestra) en los tubos, realizando 3 repeticiones por cada muestra (extracto de cascara de camu camu, uvilla, poma rosa).
- Se dejó reposar en un ambiente oscuro por 30 minutos, después se realizó la lectura en el espectrofotómetro, utilizando 765 nm de absorbancia.

3.4.2.2.. **Determinación de la capacidad antioxidante por el método 2,2-DIFENIL PICRILHIDRAZIL (DPPH).**

La determinación de la actividad antioxidante (DPPH), se realizó por el método descrito por (85), realizando algunas modificaciones, utilizando 35rolox como medio básico.

- DPPH: Se pesó 0.00100g del reactivo DPPH y se diluyo en 50ml de etanol en un frasco ámbar.
- Prueba de la solución: después de haber diluido la solución, se procedió hacer la realización del blanco (3.5ml de etanol + 300 μL del reactivo DPPH), se realizó la lectura a 515nm. Llegando a una absorbancia igual a 0.8.
- Preparación del Trolox: 0.0050g, se realizó una dilución en etanol en una 35rolo de 10ml (ámbar) – solución estándar.

Tabla 9: Preparación de la curva padrón DPPH

Punto	Concentración 36rolox (mg/mL)	Concentración 36rolox ($\mu\text{mol/L}$)	Volumen de Trolox (μL)	Volumen Met-OH o EttOH (μL)	Masa de 36rolox (μmol)	Masa de 36rolox (mg)	ETANOL	DPPH
1	0,050	200	50	450	0,100	0,025	3mL	300 μL
2	0,040	160	40	460	0,080	0,020	3mL	300 μL
3	0,030	120	30	470	0,060	0,015	3mL	300 μL
4	0,020	80	20	480	0,040	0,010	3mL	300 μL
5	0,010	40	10	490	0,020	0,005	3mL	300 μL
6	0,005	20	5	495	0,010	0,003	3mL	300 μL
7	0	0	0	500	0,000	0	3mL	300 μL
Blanco								

Lectura de muestra (extracto de cascara de camu camu, uvilla, poma rosa):

- Se añadió en tubos de ensayos 500 μL de la muestra (extractos) y 3ml de etanol se completó con 300 μL del reactivo DPPH y se realizó 3 repeticiones por cada muestra se agito bien y se dejó reposar en oscuro por 45 minutos. Después se realizó la lectura a 515nm.

3.4.2..3. Determinación de capacidad antioxidante por el radical ABTS (2,2-bis(3-etilbenzoatiazolin)-6sulfonico).

La determinación del radical ABTS se realizó por el método descrito por ⁽⁸⁶⁾.

- Se pesó 0.0384g de ABTS 7nm y 0.00662g de Persulfato de Potasio 2.45 nm y se disolvió por separado de 2 a 3ml de agua. Luego se mezcló las dos soluciones y se colocó en una 36rolo de 10ml de color ámbar se dejó reposar en un lugar oscuro por 12 o 16 horas a una temperatura de 16 a 25 °C para lograr la liberación de los radicales del ABTS.
- Preparación de las soluciones: se diluyó la solución ABTS en etanol (1.90) para luego completar la absorción de 0.70 ± 0.02 a 734nm, antes del uso (Blanco).
- Reactivo Trolox: 0.0050g, en una 36rolo de 10ml de color ámbar con etanol (200 μM concentrado de Trolox) – Solución Estándar.

Tabla 10: Realización de la curva Padrón de ABTS

Nº. tubo	Concentración Trolox (mg/mL)	Concentración Trolox ($\mu\text{mol/L}$)	Volumen solución de Trolox(μL)	Volumen Met-OH ou EtOH (μL)	Volumen de Pipeteo (μL)	Masa final 37rolox (μmol)	Masa final 37rolox (mg)	Sol. ABTS
1	0,500	2000	1000	0	20	0,040	0,010	2ml
2	0,425	1700	850	150	20	0,034	0,009	2ml
3	0,350	1400	700	300	20	0,028	0,007	2ml
4	0,300	1200	600	400	20	0,024	0,006	2ml
5	0,250	1000	500	500	20	0,020	0,005	2ml
6	0,125	500	250	750	20	0,010	0,003	2ml
7	0	0	0	1000	20	0,000	0	2ml
Blanco								

- La lectura de muestra (extracto de cascara de camu camu, uvilla y poma rosa) se realizó en diferentes concentraciones y se diluyo en etanol. Después se pipeteo $20\mu\text{L}$ de las misma, después se procedió a completar con 2ml de ABTS, se procedió la lectura a 734nm de absorbancia por triplicado al termino de 6 minutos.

3.4.2.4. Determinación de flavonoides totales

La metodología empleada para determinación de los flavonoides totales fue descrito por ⁽⁸⁷⁾. Consistió en la interacción del nitrato de aluminio con el medio básico de los extractos.

3.4.2.5. Determinación de antocianinas

La metodología utilizada fue descrita por ⁽⁸⁸⁾. Método de pH-Diferencial donde la antocianina experimenta una transformación reversible evidenciando cambios de pH, dado que manifiesta un llamativo cambio en la absorbancia. La Oxonium predomina a pH 1 y el hemiacetal a pH 4.5.

- Preparación de reactivo: se preparó dos diluciones de los extractos (camu camu, uvilla, poma rosa), buffer de cloruro de potasio (Ph 1) y (Ph 4.5) buffer de acetato de sodio con un volumen de 3ml, espero 15 minutos para que las diluciones se equilibraran, para luego realizar un barrido en el espectrofotómetro de 400 a 700 nm, obteniendo una absorbancia de la muestra de 0.1 a 1.2.

3.4.2.5. Determinación de taninos

Método de ensayo de la vainillina descrita Por (89), se utilizó 1ml del extracto (colorante de la cascara de camu camu, uvilla y poma rosa), con 5ml de la mezcla de vainillina (1g de vainillina en 50ml de etanol en 100ml de metanol y 50 ml de ácido fórmico al 8% en metanol) el blanco se preparó simultáneamente, se sustituyó el extracto por ácido fórmico al 8% en MeOH. Después se efectuó la lectura de absorbancia a $\lambda=500$ nm, se homogenizó y se deja reposar por 30 minutos en oscuro. La calibración se realizó con soluciones de (+)- catequina (20,40,60,80,100 $\mu\text{g/ml}$).

3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos

Los espectrogramas y los datos obtenidos de los UV-Vis, fueron interpretados de acuerdo a la teoría de la actividad antioxidante, fenoles, DPPH, ABTS, antocianinas, flavonoides, taninos, β -caroteno; los datos numéricos fueron procesados en la hoja de Excel 2013.

3.6. Aspectos éticos

El proyecto de investigación se ajustó a la normatividad establecida en el reglamento de tesis y su cumplimiento fue irrestricto. El valor de la investigación se sustentó en su originalidad y la importancia científica, social que conduce a mejores condiciones de vida y bienestar de la población en especial de la Amazonía Peruana. Además, las muestras tomadas de las 03 especies en estudio fueron sin tala, tomando estrictamente lo necesario y de varias plantas a la vez, de esta manera no se contribuyó a la depredación de estas plantas. El uso de insumos químicos fiscalizados, fueron utilizados en cantidades mínimas, teniendo en cuenta la no contaminación del medio ambiente.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

4.1 Marcha Fitoquímica de la cáscara de los frutos *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccence* (pomarroza).

Tabla 11: Metabolitos secundarios presentes en la cáscara de los frutos

ESPECIE /COMPUESTOS	<i>syzygium malaccence</i> (pomarroza)	<i>myrciaria dubia</i> (camu camu)	<i>pourouma cecropiifolia</i> (uvilla)
alcaloide	-	-	-
saponinas	-	-	-
esteroides	-	-	-
triterpenos	+	++	-
taninos	++	+++	++
fenoles	-	-	-
flavonoides	+++	++	++
quinonas	-	-	-
lactona	+++	++	+
aminas y aminoácidos	-	-	-
cumarinas fijas	-	-	-
cumarinas volátiles	-	+	-

Leyenda: (-) Ensayo Negativo (+) Ensayo Positivo

Contenido: (+) Poco, (++) Mediana, (+++) Abundante

En la tabla 11, podemos observar que en todos los compuestos la presencia de colorantes como los flavonoides en mayores cantidades en la cáscara de pomarroza y en menor presencia en el camu camu y uvilla.

4.2 Resultados del análisis fisicoquímico de la cáscara de *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccence* (pomarroza).

Tabla 12: Composición fisicoquímica de la cascara de la fruta de *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccence* (pomarroza).

N°	DETERMINACION	UNIDAD	CAMU CAMU	UVILLA	POMAROSA
1	HUMEDAD	%	89.75	75.4	89.21
2	CENIZA	%	0.17	1.26	0.50
3	GRASA	%	0.35	0.45	0.09
4	PROTEINA	%	0.87	4.98	0.5
5	CARBOHIDRATOS	%	-	18	9.7
6	FIBRA TOTAL	%	17.56	11.26	-
7	SOLIDOS SOLUBLES	%	7	9.5	5.50
8	VITAMINA "C"	mg/100g	1490.33	0.5	1.87
9	CALORIAS	kcal/100g			41.61

En la tabla 12, se observa los resultados fisicoquímicos de la cáscara de los tres frutos en estudio para todos los análisis, podemos destacar que el camu camu presenta 1490.33 mg/100 g de ácido ascórbico, similar a lo que contiene la pulpa en muchos casos y elevada presencia de fibra total con un 17.56 g/100g que es esencial en la dieta saludable, además, destacar las pocas calorías con 42.07 kcal/100 g de cáscara que presentan al ser consumidos.

La cáscara del fruto de uvilla presenta una alta cantidad de cantidad de carbohidratos con 18 g/100g de cáscara fresca, eso se evidencia con el sabor dulce que presenta, también es bueno de destacar el contenido de fibra total con 11.26 g/100g y con solidos solubles de 9.5 g/100g de cáscara fresca respectivamente; y también proporciona una elevada cantidad de calorías de 95.97 kcal/100 g de cáscara.

Finalmente, la cáscara de pomarroza es bueno destacar la presencia de carbohidratos en un 9.7g/100g, solidos solubles con 5.50 g/100 g de muestra fresca y 41.61 kcal/100 g cantidad presente es importante enfatizar que la cáscara es consumida directamente por ser muy delgada y flexible que cubre a la pulpa del fruto.

4.3 Resultados del rendimiento de extracción de las cáscaras de *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccence* (pomarroza).

Tabla 13: Rendimiento de extracción de la cáscara de los frutos

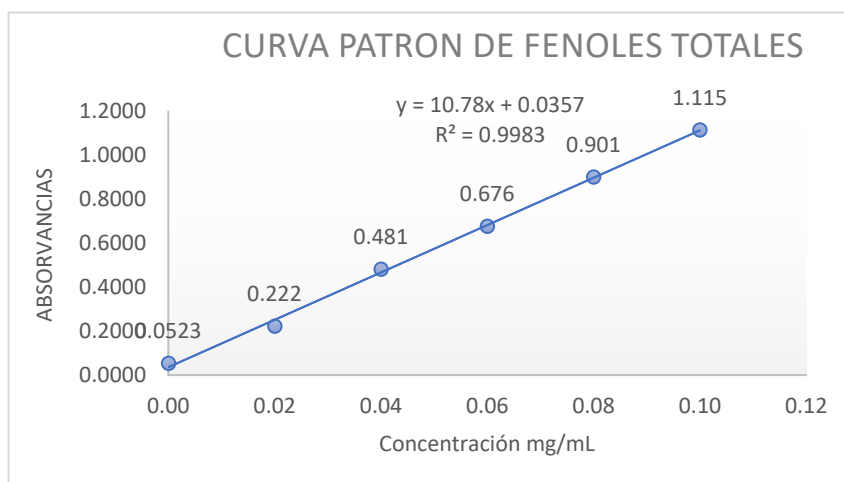
EXTRACCION ETANOLICA DE LAS MATERIAS PRIMAS									
MUESTRA	REPETICIONES	PESO DE MUESTRA CÁSCARA (g)	EXTRACCIÓN (L)	PESO DE MUESTRAS (g)	EXTRACCIÓN (%)	PROMEDIO DE EXTRACCIÓN	D.E	MEDIA ± D. E	HUMEDAD (%)
CAMU CAMU	1	600	1.5	65	10.8	11.2	0.328	11.15 ± 0.32	89.93
	2	610		68	11.1				
	3	618		71	11.5				
UVILLA	1	1210	1.5	105	7.9	9.2	0.63	8.53 ± 0.63	88.12
	2	1215		111	8.6				
	3	1220		122	9.1				
POMARROSA	1	600	1.5	88	14.7	15.1	0.482	15.08 ± 0.48	89.42
	2	608		91	15.0				
	3	615		96	15.6				

En la tabla 13, podemos observar el proceso de descascarado de los frutos, realizado manualmente, es relativamente ejecutado sin dificultad en los frutos del camu camu ya que es delgada, lisa y brillante presenta un rendimiento de 11.2 % y en la uvilla cáscara es comestible, fina y delicada que recubre la pulpa del fruto tiene un rendimiento de 9.2 %; y el fruto de la pomarroza ya que la cáscara es de color rojo o fucsia oscuro al madurar y cubre una pulpa blanca y jugosa, la cáscara es comestible y se puede consumir junto con la pulpa, presenta un rendimiento del 15.2%.

Todos los extractos obtenidos presentan una humedad dentro los parámetros aceptables para estos casos 89.93% del camu camu, 88.12% de la uvilla y 89.42% de la pomarroza que ayuda a proteger del crecimiento de microorganismos.

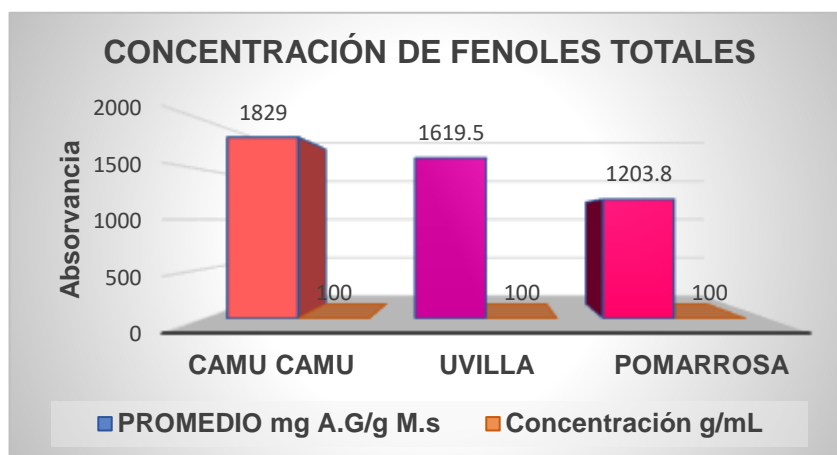
4.4 Resultados de los análisis de los compuestos Fenólicos del colorante de *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccense* (pomarroza).

Gráfico 7: Curva patrón de compuestos Fenólicos



En el Gráfico 7, se presentan los valores promedio de contenido de compuestos fenólicos totales, expresados como miligramos de equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra seca (mg GAE/g MS), correspondientes a los extractos de colorantes naturales obtenidos de *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla) y *Syzygium malaccense* (pomarroza). La cuantificación se realizó mediante la ecuación de la curva estándar del ácido gálico.

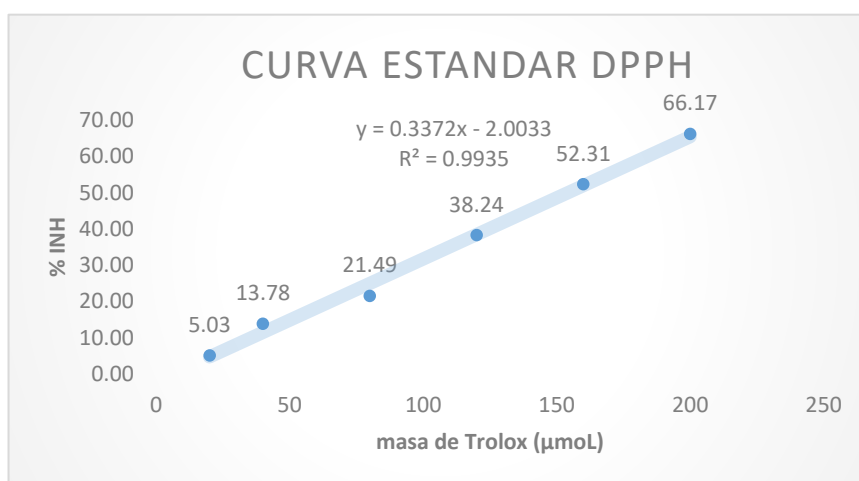
Gráfico 8: Concentración de mg GAE/ g muestra de Fenoles Totales



En el gráfico 8, el extracto de *Myrciaria dubia* mostró el mayor contenido de compuestos fenólicos en la concentración de 0,30:100 ml, con un promedio de $1829 \pm 1,06$ mg GAE/g MS. En el caso de *Pourouma cecropiifolia*, se registró un menor contenido fenólico a la concentración de 0,40:100 mL, alcanzando un promedio de 1426 ± 0.9 mg GAE/g MS. Por último, el extracto de *Syzygium malaccense* presentó el contenido más bajo de compuestos fenólicos, con un valor promedio de 1219 ± 3.53 mg GAE/g MS teniendo como concentración de 1:100 mL, (Ver anexo 3, pág. 93)

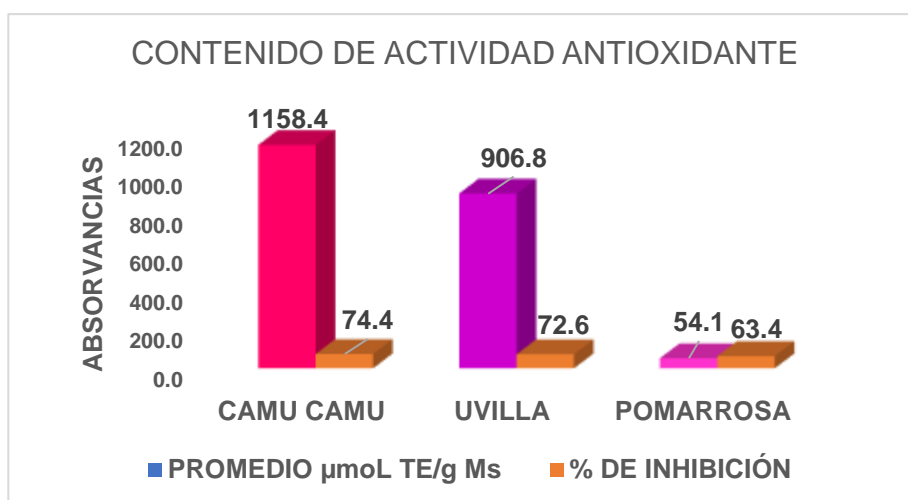
4.5 Resultados de la determinación de la capacidad antioxidante por el método de DPPH del colorante de los frutos de *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma Cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccense* (pomarroza).

Gráfico 9: Curva patrón de actividad antioxidante



En el Gráfico 9, se muestran los valores promedio de la capacidad antioxidante, expresados en micro moles equivalentes de Trolox por gramo de muestra seca ($\mu\text{mol TE/g MS}$), de los extractos colorantes obtenidos de *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla) y *Syzygium malaccense* (pomarroza), evaluados mediante el ensayo DPPH.

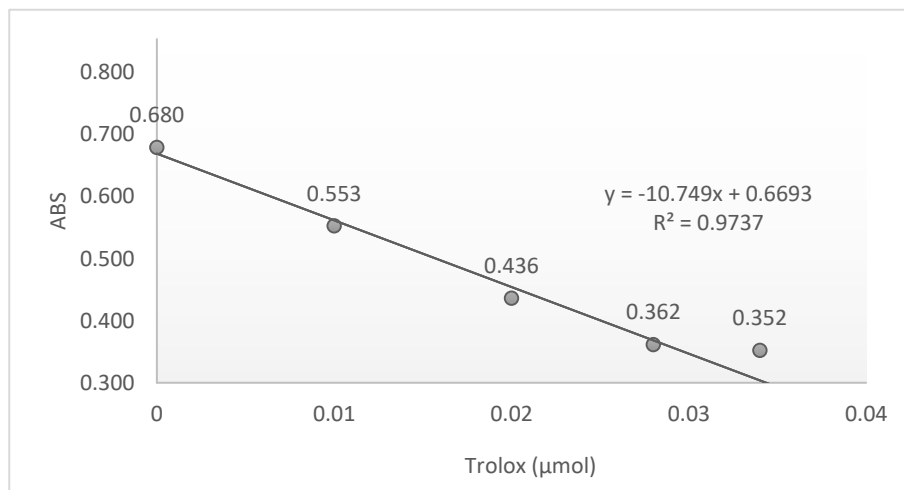
Gráfico 10: Resumen de actividad antioxidante (DPPH)



En el gráfico 10, extracto de *Myrciaria dubia* presentó la mayor actividad antioxidante, con un promedio de $1145,5 \pm 6,8 \mu\text{mol TE/g MS}$ y un porcentaje de inhibición del 74 %. Por su parte, el extracto de *Pourouma cecropiifolia* alcanzó un valor promedio de $906,8 \pm 1,9 \mu\text{mol TE/g MS}$, con una inhibición del 72.6 %. Finalmente, el extracto de *Syzygium malaccense* mostró la menor actividad antioxidante, con un promedio de $54,1 \pm 0,6 \mu\text{mol TE/g MS}$ y un porcentaje de inhibición de 63.4 %. (Ver anexo 4, pág. 94).

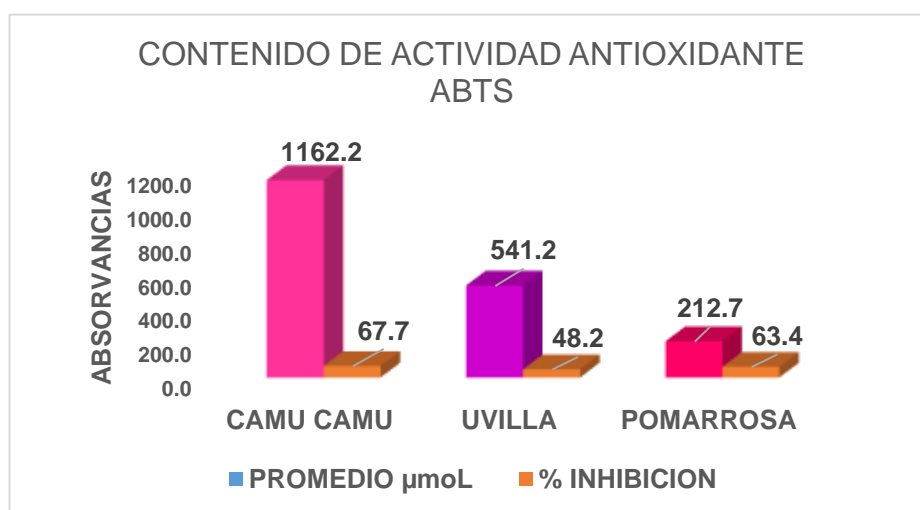
4.6 determinación de la capacidad antioxidante por el método ABTS del colorante de los frutos de *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccence* (pomarroza).

Gráfico 11: Curva patrón de ABTS



En el gráfico 11, se presentan los valores promedio de la capacidad antioxidante de los extractos colorantes, expresados en micro moles de equivalentes de Trolox por gramo de muestra seca (µmol TE/g MS), evaluados mediante el método ABTS.

Gráfico 12: Resumen de actividad antioxidante (ABTS) µmol TE/ g muestra

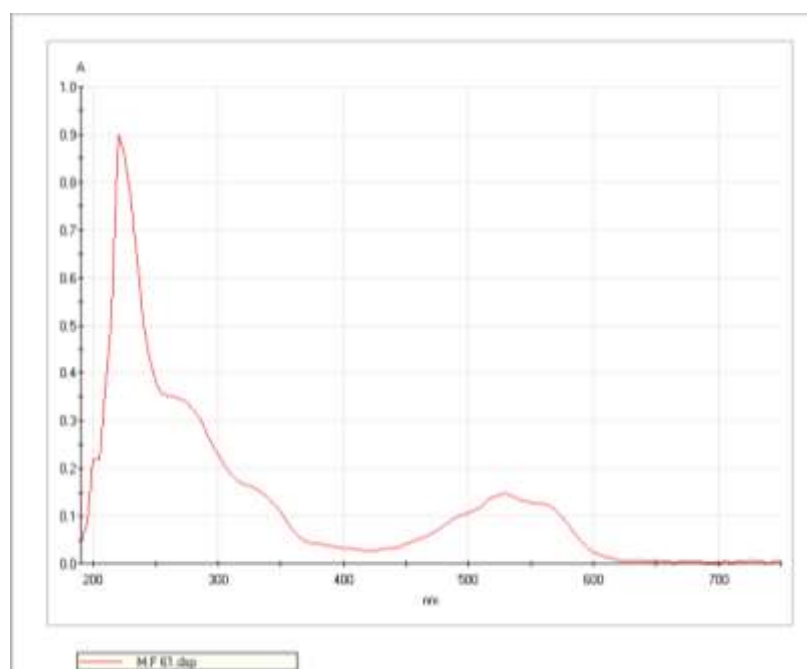


En el gráfico 12, el extracto de *Myrciaria dubia* (camu camu) mostró la mayor actividad antioxidante con un valor promedio de 1162.2 ± 1.4 $\mu\text{mol TE/g MS}$ y un porcentaje de inhibición del 67,7 %. El extracto de *Pourouma cecropiifolia* (uvilla) presentó una actividad intermedia, con un promedio de 541.2 ± 4.9 $\mu\text{mol TE/g MS}$ y una inhibición del 48.2%. Por último, el extracto de *Syzygium malaccense* (pomarroja) mostró la menor capacidad antioxidante con un promedio de $212.7 \pm 1,7$ $\mu\text{mol TE/g MS}$, registrando un porcentaje de inhibición del 63,4 %. (Ver anexo 5, pág. 95).

4.7 COLORANTES DE LA ESPECIE *Syzygium malaccense* (Pomarroja).

Siguiendo el flujograma descrito en la parte experimental, se analizó el extracto de la pomarroja, que por sus absorciones en un rango de longitud de onda entre 200 a 750nm y en un intervalo de 2nm, tal como se observa en el gráfico 13.

Gráfico 13: Espectro del extracto etanólico de *Syzygium malaccense* (pomarroja).



El extracto etanólico presentó un contenido de humedad del 10.6 %, sin evidenciar capacidad de absorción de humedad durante el análisis. En cuanto a su aspecto físico, mostró una coloración marrón característica. Al

adicionar el reactivo de Shinoda al extracto previamente disuelto en etanol, se observó un cambio de coloración a rosado, lo cual indica la presencia de flavonas, según la reacción característica de este ensayo colorimétrico. ⁽⁵⁰⁾ ;
(7)

Se analizaron los valores correspondientes a los picos, hombros y mesetas observados en el espectro de absorbancia obtenido mediante espectroscopía UV-Vis. Estos datos fueron comparados con valores reportados en la literatura especializada, lo que permitió inferir la presencia del colorante identificado previamente mediante reacciones químicas específicas. La coincidencia entre las longitudes de onda características y los perfiles espectrales apoyó la identificación del compuesto cromofórico presente en el extracto.

Tabla 14: Longitudes de onda y sus Absorbancia del Colorante en EOH

Longitud de onda λ (nm)	Absorbancia (A)
205	0.218
225	0.900
265	0.340
338	0.160
490	0.100
535	0.148
563	0.124

En la tabla 14 presenta el espectro de absorción UV-Vis del extracto colorante disuelto en metanol (EtOH), utilizado para la identificación de flavonoides. El espectro muestra picos de absorbancia de alta intensidad a 225 nm, intensidad media a 265 nm, y baja intensidad a 338 nm y 535 nm. Las absorbancias correspondientes se detallan en la Tabla 14.

De acuerdo con lo reportado en la literatura ⁽⁵⁰⁾; (7), las bandas de absorción comprendidas entre 250–280 nm (banda II) y 310–350 nm (banda I) son características de estructuras flavonoídicas del tipo flavonas. Por lo tanto, con base en los datos espectrales obtenidos y su coincidencia con las regiones de absorción descritas, se puede confirmar la presencia de flavonoides del tipo flavona en el extracto analizado.

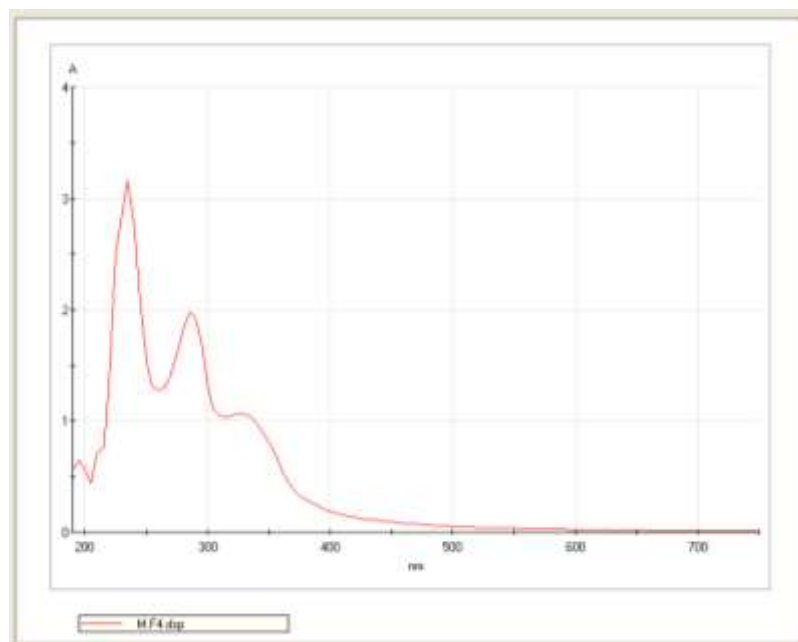
4.8 COLORANTES DE LA ESPECIE *Myrciaria dubia* (Camu camu)

Pigmentos presentes en el extracto etanólico.

El extracto presentó una humedad del 10.1 %, valor que se encuentra dentro del rango aceptable para asegurar la estabilidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial del producto durante su almacenamiento ⁽⁵⁰⁾ la mezcla compleja de pigmentos fue de tonalidad roja, presumiblemente de origen fenólico, y exhibe un índice de solubilidad en etanol de $40,8 \pm 1,3$ segundos, lo que sugiere una buena afinidad con solventes polares moderados como el etanol. (90);(51)

Asimismo, al ser sometido a la prueba colorimétrica de Shinoda, se observó un cambio de coloración a tonalidades de rosado claro permanente, resultado que indica la posible presencia de compuestos del tipo flavonoide, específicamente flavonas o flavonoles, cuya reactividad con magnesio metálico y ácido clorhídrico genera cromóforos característicos como producto de la reducción del sistema cetónico conjugado. ⁽⁵⁰⁾; (7); (91)

Tabla 15: Espectro UV-Vis del colorante en EOH, con rango 200-750 y un intervalo 5 nm.



En el Gráfico 15 se presenta el espectro de absorción UV-Visible del colorante disuelto en etanol (EtOH), utilizado para la identificación preliminar de

flavonoides. El análisis espectrofotométrico mostró máximos de absorbancia a 228 nm (alta intensidad), 284 nm (intensidad media) y 330 nm (baja intensidad), concordantes con los perfiles espectrales característicos de diversos subtipos de flavonoides.

Tabla 16: Longitudes de onda y sus Absorbancia del Colorante en EOH

Longitud de onda λ (nm)	Absorbancia (A)
195	0.646
210	0.725
235	3.170
285	1.979
325	1.065

Las absorbancias registradas se correlacionan con los datos resumidos en la Tabla 16. De acuerdo con la literatura especializada, los flavonoides exhiben dos bandas características en la región ultravioleta: la Banda II (230–270 nm), atribuida al anillo A benzenoide, y la Banda I (340–390 nm), asociada al anillo B con sistema conjugado (90); (51). Específicamente, se ha reportado que las chalconas presentan bandas en 230–270 nm (Banda II) y 340–390 nm (Banda I), mientras que las auronas muestran picos en 230–270 nm (Banda II) y en las regiones de 380 y 430 nm, y las isoflavonas se caracterizan por absorciones en 275–295 nm (Banda II) y 300–330 nm (Banda I).^{(50); (92)}

A partir de estos datos espectrales y la comparación con los valores reportados en la bibliografía, se infiere que el colorante analizado contiene flavonoides del tipo chalconas, auronas e isoflavonas, además de antocianinas, cuya presencia se sugiere por la absorción en el rango visible (500–550 nm), típicamente asociada a estos pigmentos fenólicos.⁽⁹³⁾

Con los datos anteriores podemos afirmar que el colorante contiene colorantes del tipo de chalconas, auronas e isoflavonas. Además de antocianinas⁽⁵²⁾.

4.9 COLORANTES DE LA ESPECIE *Pourouma cecropiifolia* (Uvilla)

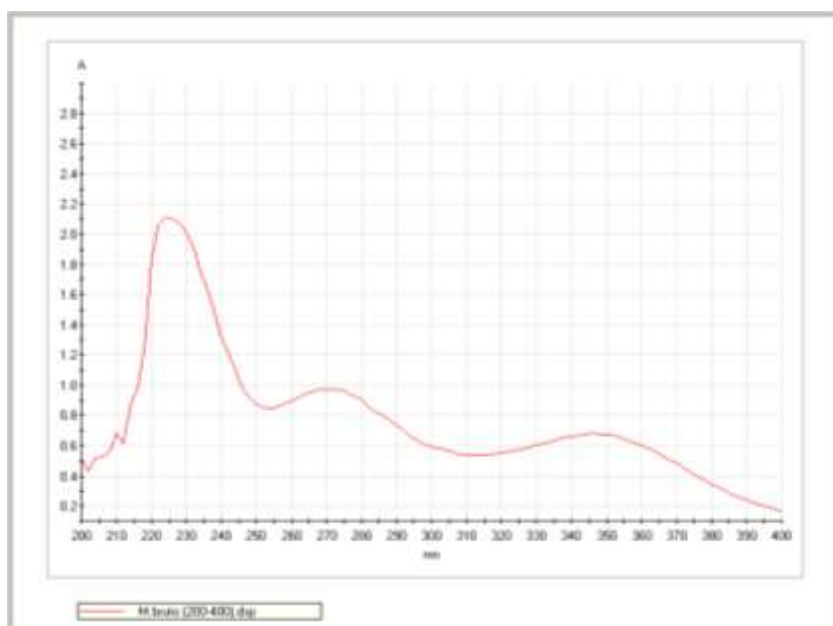
Pigmentos presentes en el extracto etanólico.

El colorante analizado presentó un contenido final de humedad del 11.8 %, valor que se encuentra dentro de los parámetros aceptables para garantizar la estabilidad fisicoquímica y microbiológica del producto durante su almacenamiento ⁽⁹⁴⁾. Este colorante corresponde a una mezcla compleja de pigmentos de tonalidad rojo-violeta, cuya naturaleza química sugiere la presencia de compuestos fenólicos con estructuras conjugadas, responsables de su actividad cromática.

En cuanto a sus propiedades fisicoquímicas, se determinó un índice de solubilidad en etanol de 39.78 ± 10.9 segundos, lo cual indica una buena interacción con disolventes de polaridad intermedia como el etanol, característica típica de metabolitos secundarios polares, entre ellos flavonoides y antocianinas. ^{(90); (51)}.

Al someter la muestra a la prueba colorimétrica de Shinoda, se observó una coloración rosada, fenómeno atribuido a la formación de complejos entre flavonoides y magnesio metálico en medio ácido, lo que genera un cambio cromático distintivo. Esta reacción cualitativa sugiere la presencia de flavonoides, particularmente flavonoles o flavonas, compuestos que poseen estructuras activas conjugadas susceptibles de reducción en este ensayo. ^{(50); (91); (95)}

Gráfico 14: Espectro UV-Vis del colorante en EOH, con rango 200-400 y un intervalo 5 nm



En el Gráfico 14 se presenta el espectro de absorción UV-Visible del colorante disuelto en metanol (MeOH), utilizado para la caracterización preliminar de compuestos fenólicos, particularmente flavonoides. El espectro muestra máximos de absorbancia a 220 nm (alta intensidad), 275 nm (intensidad media) y 343 nm (baja intensidad), lo que refleja la presencia de estructuras conjugadas propias de diversos subtipos flavonoídicos. Las absorbancias específicas están detalladas en la Tabla 17

Tabla 17: Longitudes de onda y sus Absorbancia del Colorante en EOH

Longitud de onda λ (nm)	Absorbancia (A)
206	0.515
212	0.683
220	2.110
275	0.978
343	0.670

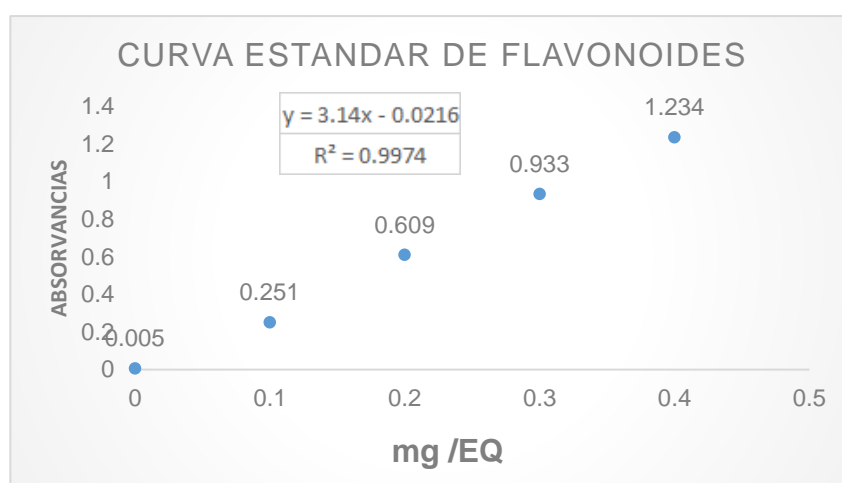
De acuerdo con la bibliografía especializada, los flavonoides presentan dos bandas características en el espectro UV-Vis: la Banda II (230–270 nm), relacionada con el sistema electrónico del anillo A, y la Banda I (330–390 nm), asociada al anillo B y su grado de conjugación ^{(90); (51)}. En este contexto, se ha

establecido que las chalconas presentan picos de absorbancia entre 230–270 nm (Banda II) y 340–390 nm (Banda I); las auronas muestran absorbancias en 230–270 nm (Banda II) y también en 380 y 430 nm; y los flavonoles exhiben bandas en 250–280 nm (Banda II) y 330–360 nm (Banda I).^{(50); (93)}.

Por tanto, al comparar los valores observados (275 nm y 343 nm) con los patrones espectrales previamente descritos, se infiere que el colorante contiene flavonoides del tipo chalconas, auronas y flavonoles, cuya coexistencia podría explicar la diversidad de perfiles cromáticos observados en la matriz evaluada.

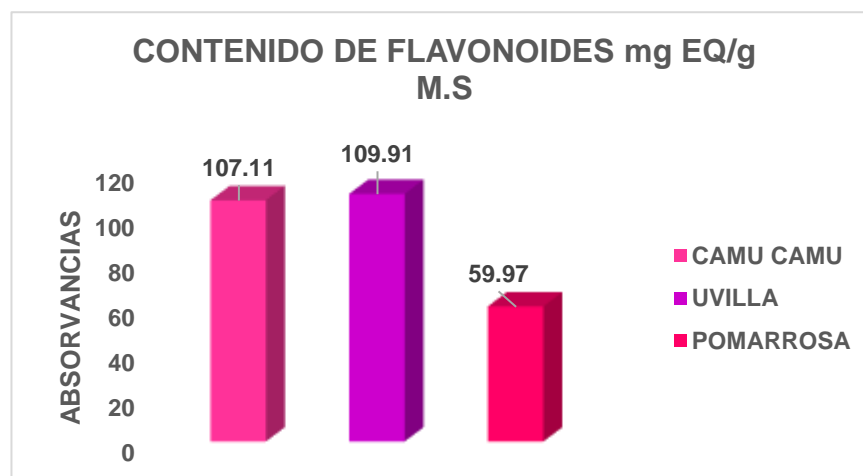
4.10 Contenido de flavonoides en la cáscara de los frutos de de las cáscaras de *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccence* (pomarroza).

Gráfico 15: Curva patrón de Flavonoides



En el gráfico 15, se presenta los valores promedio de los compuestos flavonoles de los extractos colorantes, expresados en miligramos de equivalentes a Quercetina por gramo de muestra seca (mg EQ/g MS).

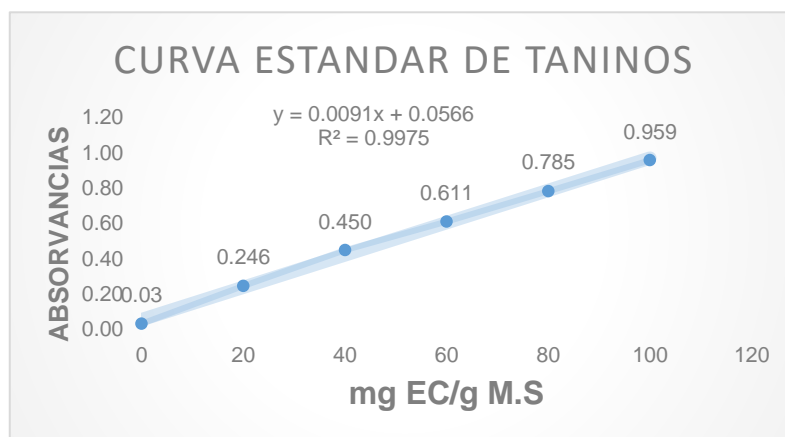
Gráfico 16: Contenido total de flavonoides en los extractos



De acuerdo a los resultados, se puede observar que el extracto del fruto de camu camu muestra un contenido muy alto de flavonoides, 107.11 mg EQ/g M.S, lo que confirma su relevancia como fuente antioxidante natural y su potencial para aplicaciones nutricionales y nutracéuticas. Correspondientes al extracto del fruto de *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), presenta el valor más alto del grupo, ligeramente superior al camu camu. Este resultado refleja que la uvilla es también una fruta amazónica de gran riqueza en flavonoides, especialmente antocianinas y flavonoles. Finalmente, el extracto del fruto *Syzygium malaccense* (Pomarrosa), Aunque su valor es menor comparado con camu camu y uvilla, sigue siendo considerablemente elevado en relación con otros frutos tropicales y constituye una fuente importante de compuestos bioactivos, destacando la cianidina-3-glucósido.

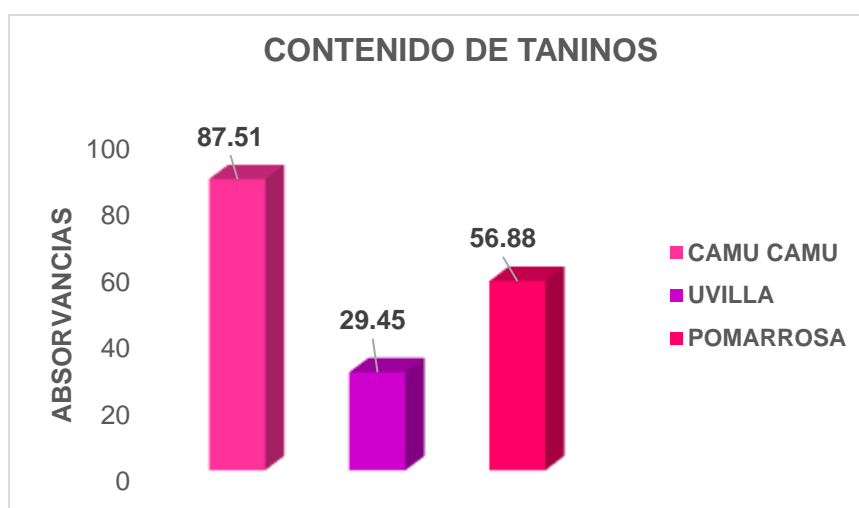
4.11 Contenido de Taninos en la cáscara de los frutos de de las cáscaras de *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccence* (pomarroza).

Gráfico 17: Curva patrón de taninos



En el gráfico 17, se presenta los valores promedio de los compuestos taninos de los extractos colorantes, expresados en miligramos de equivalentes a catequina por gramo de muestra seca (mg EQ/g MS).

Gráfico 18: contenido total de compuestos taninos de los extractos



En el gráfico 18, se puede evidenciar que los tres frutos amazónicos son fuentes relevantes de taninos, siendo el camu camu el más sobresaliente en concentración, seguido por la pomarroza y finalmente la uvilla. Esta

variabilidad en los niveles de taninos refleja la diversidad fitoquímica de cada especie y su potencial para ser utilizada en el desarrollo de productos funcionales y antioxidantes, como compotas enriquecidas.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En la presente investigación se llevó a cabo la extracción de colorantes a partir de *Mircyaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccense* (pomarroja), utilizando el solvente etanol. Los resultados obtenidos permitieron analizar la eficiencia de la extracción y reveló diferencias en cuanto a rendimiento de extracción de las muestras, intensidad de color y estabilidad de los extractos, lo cual está directamente relacionado con la composición fitoquímica de cada especie.

En el caso del camu camu, se obtuvo un extracto de color de tonalidad rosado-rojo, principalmente por su alto contenido de antocianinas, cianidina-3-glucosido, y a su elevada concentración de ácido ascórbico que actúa como antioxidante y estabilizador de color ⁽⁵²⁾.

En el presente estudio, la cáscara de *Myrciaria dubia* (camu camu) mostró los valores más altos en cuanto a contenido de polifenoles totales al ser sometida a un proceso de extracción utilizando etanol como disolvente. Se obtuvo un 88,2 % de inhibición, con un promedio de $562,3 \pm 1,015$ mg equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra (mg GAE/gM). En relación con la actividad antioxidante, los extractos presentaron una inhibición del 63,4 % en el ensayo DPPH, con un promedio de $1145,4 \pm 6,806$ μ mol equivalentes de Trolox por gramo de muestra (μ mol TE/gM), mientras que para el ensayo ABTS, la inhibición fue del 67,5 %, con un promedio de $1159 \pm 5,379$ μ mol TE/gM. Por otro lado, **VILLANUEVA** ⁽⁸⁾, evaluó la capacidad antioxidante de la cáscara del fruto seco de camu camu, utilizando diferentes sistemas radicalarios (DPPH, ABTS y peróxido). En dicho estudio, se aplicó un medio acuoso para la extracción, y los análisis revelaron contenidos de ácido ascórbico de 53,49 mg/g de muestra seca (mg/MS) y de polifenoles totales de 7,70 mg GAE/gM. La actividad antioxidante frente a los radicales libres se expresó en términos de IC₅₀, obteniéndose valores de 46,20; 20; 25 y 8,30 μ g/mL, respectivamente, según el tipo de radical evaluado.

Se conoce que además **CASTRO** ⁽¹²⁾, investigó la relación entre el contenido de vitamina C y antocianinas en diferentes estados de madurez del fruto de *Myrciaria dubia* (camu camu). Sus resultados demostraron una alta concentración de vitamina C tanto en frutos verdes (F = 36; gl = 3; p < 0,001) como en frutos maduros (F = 42; gl = 3; p < 0,001), con un promedio de $1,47 \pm 0,32$ g de ácido ascórbico por 100 g de pulpa fresca. Asimismo, se evidenció una amplia variabilidad en el contenido de antocianinas en frutos maduros (F = 34; gl = 3; p < 0,001), alcanzando valores promedio de $55,17 \pm 24,30$ mg de cianidina-3-glucósido por 100 g de cáscara. Por otro lado, **CAISAHUANA** ⁽¹¹⁾, evaluó el contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante del camu camu en dos estados de madurez del fruto. En su estudio, se observó una menor concentración de compuestos fenólicos en ambos estados, con valores de 480,53 mg equivalentes de ácido gálico por litro (mg GAE/L) en frutos maduros y 382,55 mg GAE/L en frutos menos maduros. Estos resultados sugieren que la maduración del fruto influye directamente en el contenido de metabolitos fenólicos y, por tanto, en su potencial antioxidante.

En otro estudio, **ARELLANO** ⁽²⁸⁾, evaluó el contenido de compuestos fenólicos en distintas partes del fruto de *Myrciaria dubia* (camu camu). Se reportaron valores de 8,66 mg/100 g en la pulpa, 10,50 mg/100 g en la cáscara, y una concentración significativamente mayor en la harina de camu camu, con 672,49 mg/100 g, lo que evidencia que los residuos del fruto procesado presentan un alto potencial como fuente de compuestos bioactivos. De manera complementaria, **MUÑOZ** ⁽⁹⁶⁾, estudió el contenido de polifenoles totales y la actividad antioxidante de las hojas jóvenes de camu camu provenientes de dos localidades peruanas: Yarinacocha y Pucalpilllo. En las hojas recolectadas en Yarinacocha, se determinó un contenido de $0,450 \pm 0,0110$ g equivalentes de ácido gálico por 100 mL (g GAE/100 mL) y una actividad antioxidante de $0,439 \pm 0,008$ mM equivalentes de Trolox (TEAC/100 mL). Por su parte, las hojas de Pucalpilllo presentaron una mayor concentración de compuestos fenólicos, con $0,680 \pm 0,0003$ g GAE/100 mL, y una actividad antioxidante de $0,634 \pm 0,012$ mM TEAC/100 mL. Estos resultados confirman que tanto el tejido vegetal como el origen geográfico influyen en el perfil fenólico y la capacidad antioxidante del camu camu.

En este contexto, **GARCIA** ⁽⁹⁷⁾, desarrolló una investigación enfocada en la extracción y aprovechamiento de pigmentos a partir de la cáscara del fruto maduro de *Myrciaria dubia* (camu camu). En su estudio, se obtuvo un rendimiento del 4,14 % por cada 200 g de cáscara procesada, valor inferior al registrado en el presente trabajo, donde se alcanzó un rendimiento de 9,8 % de extracción de pigmentos, evidenciando una mayor eficiencia en el procedimiento aplicado. De manera complementaria un reciente estudio de, **MARTINS DA SILVA** ⁽⁹⁸⁾, evaluó el contenido de compuestos fenólicos totales en extractos etanólicos de la cáscara de camu camu, reportando un valor de 7,75 %, el cual también resulta inferior al obtenido en nuestra investigación. En cuanto a la actividad antioxidante, dicha investigación reportó valores de IC₅₀ en el ensayo DPPH de 11,80; 48,95 y 25,26 µg/mL, y porcentajes de inhibición en el ensayo ABTS de 92,91 ± 0,205 %, 74,59 ± 0,259 % y 77,21 ± 1,34 %, respectivamente. Estas variaciones pueden estar asociadas a factores como el estado de madurez del fruto, el método de extracción y la región de procedencia de las muestras.

El extracto de la cáscara obtenido de *Pourouma cecropiifolia* (uvilla) presentó una mezcla de pigmentos de tonalidad rojo-violeta, atribuida a la presencia de taninos, lactonas y flavonoides, especialmente de los subtipos chalconas, auronas y flavonoles, **GALLEGOS** ⁽⁹⁹⁾. Estos compuestos son responsables no solo de la coloración característica del extracto, sino también de su actividad bioactiva potencial. En cuanto al contenido de compuestos fenólicos totales, se determinó un valor de 357,3 ± 12,990 mg equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra seca (mg GAE/g MS), con un porcentaje de inhibición del 86,2 %, lo que refleja una alta capacidad de neutralización de radicales libres. Respecto a la actividad antioxidante, el extracto de uvilla mostró su mayor eficacia en el ensayo DPPH, alcanzando un promedio de 906,8 ± 1,959 µmol equivalentes de Trolox por gramo de muestra seca (µmol TE/g MS), con un porcentaje de inhibición del 74,4 %. En contraste, en el análisis con el radical ABTS, se obtuvo un valor inferior, con 527,6 ± 8,576 µmol TE/g MS y una inhibición del 47 %, lo cual indica que la eficacia antioxidante varía según el sistema radicalario empleado y el tipo de compuesto predominante en el extracto.

Por otro lado, **GOMEZ** ⁽¹⁷⁾, evaluó el contenido de compuestos antioxidantes y fenólicos, incluyendo antocianinas, taninos y flavonoides, utilizando dos tipos de solventes: etanol y cloroformo. Los resultados indicaron que el extracto etanólico del almendro presentó los valores más elevados en actividad antioxidante, particularmente en el contenido de flavonoides ($38,85 \pm 0,37$ g de quercetina/100 g), fenoles totales ($214,044 \pm 0,594$ mg GAE/gM) y taninos ($19,660$ mg de (+)-catequina/100 gM). Asimismo, en la cáscara del fruto, se destacaron concentraciones aún mayores de flavonoides ($42,27 \pm 0,00$ g de quercetina/100 gM), fenoles totales ($426,024 \pm 0,463$ mg GAE/gM), taninos ($18,729 \pm 0,0160$ mg de (+)-catequina/100 gM) y antocianinas ($0,2129 \pm 1,8579$ mg de cianidina-3-glucósido/100 gM). En otro estudio, **ORDOÑEZ** (100), reportó un contenido de polifenoles totales de $8,72 \pm 0,02$ mg equivalentes de ácido gálico por 100 g de muestra (mg GAE/100 g), acompañado de una actividad antioxidante medida mediante los métodos DPPH ($1,84 \pm 0,01$ mg/mL) y ABTS ($1,72 \pm 0,01$ mg/mL). Estos valores demuestran que la capacidad antioxidante y el perfil fenólico pueden variar considerablemente en función del tipo de solvente utilizado, el tejido vegetal analizado y la especie de origen.

Así mismo, **CALIXTO** ⁽²¹⁾, en su estudio, reportó un contenido de fenoles totales de $61,72 \pm 17,00$ mg equivalentes de catequina por 100 g de muestra (mg ECA/100 g), así como un contenido de antocianinas de $34,82 \pm 6,03$ mg equivalentes de cianidina por kilogramo (mg ECi/kg). En cuanto a la actividad antioxidante, los valores obtenidos fueron de $169,12 \pm 1,29$; $134,44 \pm 1,62$ y $115,07 \pm 1,30$ $\mu\text{g/mL}$, según los diferentes métodos aplicados, lo que evidencia una capacidad antioxidante moderada. Por otro lado, **REYES** ⁽²⁴⁾, evaluó el contenido fenólico y la capacidad antioxidante del aceite de *Pourouma cecropiifolia* (uvilla). En su estudio, se cuantificaron $403,66 \pm 0,49$ mg equivalentes de ácido gálico por kilogramo (mg GAE/kg) de compuestos fenólicos. La actividad antioxidante, determinada mediante el método DPPH, fue de $1,10 \pm 0,10$ mmol equivalentes de Trolox por kilogramo (mmol TE/kg), y mediante el método ABTS, se reportó un valor de $2,07 \pm 0,04$ mmol TE/kg. En un estudio posterior del mismo autor, **REYES** ⁽²³⁾, se analizó el mucílago de uvilla, encontrándose concentraciones de polifenoles de 77,49 y 76,89 mg

GAE/kg, junto con una capacidad antioxidante de 119,0 mmol TE/kg (DPPH) y 120,0 mmol TE/kg (ABTS). Estos resultados destacan que, en comparación con estudios previos, los extractos evaluados en la presente investigación presentan valores superiores tanto en contenido fenólico como en actividad antioxidante, lo que resalta su potencial funcional como fuente de compuestos bioactivos.

El extracto obtenido de *Syzygium malaccense* (pomarroja) presentó una tonalidad rojo-marrón característica, atribuida a la presencia de triterpenos, lactonas y flavonoides, predominantemente del tipo flavonas. A diferencia del extracto de *Myrciaria dubia* (camu camu), este mostró una mayor estabilidad frente a variaciones de pH y a la exposición a la luz, comportamiento que puede explicarse por su elevado contenido de compuestos fenólicos complementarios, los cuales actúan como estabilizantes moleculares y protectores frente a procesos de oxidación o degradación inducidos por factores ambientales. ⁽⁹⁾

En cuanto al contenido de compuestos fenólicos totales del extracto de *Syzygium malaccense* (pomarroja), se obtuvo un promedio de $153,1 \pm 34,579$ mg equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra seca (mg GAE/g MS), que indica una elevada capacidad de neutralización de radicales libres. Respecto a la actividad antioxidante, los resultados del ensayo DPPH revelaron un promedio de $52,3 \pm 0,581$ μ mol equivalentes de Trolox por gramo de muestra seca (μ mol TE/g MS), con un porcentaje de inhibición del 72,6 %. Por otro lado, mediante el ensayo ABTS, se obtuvo un valor de $105,6 \pm 1,794$ μ mol TE/g MS, con un porcentaje de inhibición del 63 %. Estos valores evidencian que el extracto de pomarroja posee una actividad antioxidante significativa, atribuida a su composición fitoquímica rica en flavonoides, lactonas y triterpenos, en concordancia con su estabilidad observada frente a agentes ambientales.

En otro reporte, **CAMPOS** (15), reportó una mayor concentración de compuestos fenólicos en extractos de *Syzygium malaccense* (pomarroja), con un valor de 1293 mg GAE/100 g, así como un elevado contenido de antocianinas (1045 mg/100 g) expresadas como cianidina-3-glucósido. Sin embargo, a pesar de estos altos niveles de metabolitos bioactivos, la actividad

antioxidante evaluada por el método DPPH fue inferior a la obtenida en la presente investigación, con un valor de 42,52 μmol equivalentes de Trolox por gramo de muestra ($\mu\text{mol TE/gM}$). De manera similar, **GARCIA** ⁽²⁰⁾. Determinó la actividad antioxidante (DPPH) en productos derivados, específicamente en mermelada elaborada a partir de *S. malaccense*. En ese estudio, los resultados fueron considerablemente menores en comparación con los extractos puros, con un valor de 0,426 $\mu\text{mol TE/100 g}$ y una inhibición del 28,225 %, lo cual pone de manifiesto la pérdida de capacidad antioxidante asociada a procesos térmicos y transformación industrial. Por otro lado., **SAVI et.,al** ⁽¹⁰⁾, llevaron a cabo la extracción y caracterización de compuestos bioactivos en hojas de *S. malaccense*, utilizando análisis por cromatografía líquida de alta resolución con detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD). Se determinó un contenido fenólico de 0,0074 mg GAE/kg, y una actividad antioxidante por DPPH de 0,666 $\mu\text{mol TE/kg}$, siendo el valor más alto observado en el método ABTS, con 0,853 $\mu\text{mol TE/kg}$. Estos resultados demuestran que, aunque diferentes partes de la planta contienen compuestos bioactivos, su concentración y actividad antioxidante varían considerablemente según el órgano vegetal, el método de extracción y el tipo de ensayo aplicado.

A diferencia de los resultados obtenidos en el presente estudio, **GONZALES** ⁽²²⁾, cuantificó el contenido de fenoles totales y flavonoides en extractos de semillas de *Syzygium malaccense* (pomarroja), registrando 309,40 mg equivalentes de ácido gálico por gramo de extracto (mg GAE/g) y 19,13 mg equivalentes de quercetina por gramo de extracto (mg QE/g). Estos valores reflejan una concentración considerable de compuestos bioactivos, aunque corresponden a una matriz vegetal distinta (semilla).

De manera complementaria, **LEÓN** ⁽²⁵⁾, llevó a cabo la extracción de polifenoles también a partir de semillas de *S. malaccense*, obteniendo un contenido de 9071 mg/L de compuestos fenólicos totales, junto con una capacidad antioxidante de 1023,3 μmol equivalentes de Trolox ($\mu\text{mol TE}$). Estos resultados confirman que las semillas de pomarroja representan una fuente rica en metabolitos secundarios con actividad antioxidante significativa, aunque las diferencias metodológicas (tipo de muestra, unidad de medida y

técnica empleada) limitan las comparaciones directas con los resultados del presente estudio.

En conjunto, estos hallazgos demuestran que *Syzygium malaccense* posee un alto potencial antioxidante, con variaciones importantes según la parte del vegetal empleada. La cáscara del fruto destaca por su balance entre estabilidad, riqueza fenólica y rendimiento extractivo, siendo particularmente prometedora para el desarrollo de ingredientes funcionales o colorantes naturales con valor agregado. Sin embargo, se recomienda considerar factores como el tipo de extracción las condiciones de almacenamiento y la influencia de procesos tecnológicos para optimizar su uso industria

Los alimentos funcionales, nutraceúticos o llamados superalimentos presentan bioactividad antioxidante y son compuestos capaces de neutralizar especies reactivas del oxígeno (ROS) y del nitrógeno (RNS), eso como consecuencia de exposiciones externas como radiación, contaminación o estrés, el exceso de estos conduce al estrés oxidativo, involucrando un desequilibrio en la patogénesis de enfermedades como cáncer, cardiovasculares, diabetes tipo 2, enfermedades neurodegenerativas y envejecimiento prematuro. ⁽¹⁰¹⁾ ; ⁽¹⁰²⁾

Los que se consumen en la dieta, como los polifenoles, flavonoides, carotenoides, vitamina C, vitamina E y selenio, actúan mediante diferentes mecanismos: donación de electrones, quelación de metales prooxidantes, inhibición de enzimas oxidativas o estimulación de sistemas enzimáticos antioxidantes endógenos como el superóxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT) y glutatión peroxidasa (GPx). ⁽¹⁰³⁾

Los polifenoles o fenoles totales, presentes en las cáscaras del camu camu, uvilla y pomarrosa, tienen la capacidad de interactuar con radicales libres, estabilizándolos mediante la donación de un electrón o de un átomo de hidrógeno, reduciendo así el daño a estructuras celulares como lípidos, proteínas y ADN ⁽¹⁰⁴⁾. Además, poseen propiedades antiinflamatorias, moduladoras del metabolismo y efectos sobre la expresión génica, lo que amplifica su impacto fisiológico ⁽⁴⁴⁾.

El consumo regular de alimentos ricos en antioxidantes ha demostrado correlación con la reducción de marcadores de inflamación, mejora de la función endotelial, aumento de la capacidad antioxidante plasmática y disminución del daño oxidativo al ADN ⁽¹⁰⁵⁾ y también modulan vías de señalización celular y expresiones génicas asociadas a la homeostasis redox, contribuyendo a una mejor salud metabólica y envejecimiento saludable ⁽¹⁰⁶⁾.

En el caso del *Syzygium malaccense* (pomarroza), estudios han demostrado que la cáscara posee elevados niveles de antocianinas, flavonoides totales y otros polifenoles, con fuerte capacidad antioxidante y el consumo podría favorecer la protección cardiovascular, la prevención del daño oxidativo al ADN, y ejercer efectos antidiabéticos por inhibición de enzimas como la α -glucosidasa. ⁽¹⁰⁷⁾

El fruto de la *Pourouma cecropiifolia* (uvilla) es rica en ácidos fenólicos (como ácido cafeico y ferúlico) y flavonoides, particularmente en la cáscara. Estos compuestos pueden disminuir procesos inflamatorios sistémicos, mejorar la función hepática y ejercer efectos hipolipemiantes, así como proteger frente al envejecimiento celular. ^{(108); (109)}.

La *Myrciaria dubia* (camu camu), ampliamente reconocido por su contenido de vitamina C, también contiene abundantes taninos hidrolizables y flavonoles en la cáscara, los cuales potencian su acción antioxidante, y también tiene la capacidad para reducir marcadores inflamatorios, mejorar la sensibilidad a la insulina y modular la expresión génica antioxidante endógena. ^{(110);(111)}.

De esa manera, la inclusión de extractos o cáscaras ricas en polifenoles de estas frutas en la dieta podría representar una estrategia natural y efectiva para la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles, además de contribuir al aprovechamiento integral de subproductos agroindustriales, tradicionalmente descartados.

CAPÍTULO VI: PROPUESTA

Las matrices vegetales de nuestra Amazonía, especialmente la parte comestible presenta un alto valor nutricional y nutracéutico, por otro lado, debido al uso constante de insumos químicos sintéticos como colorantes y saborizantes pueden contribuir a deteriorar la salud de los consumidores, por eso, actualmente se está incentivando el uso de colorantes naturales. El estudio comparativo de los extractos etanólicos obtenidos de *Myrciaria dubia*, *Pourouma cecropiifolia* y *Syzygium malaccense* ha evidenciado que todas estas especies presentan una notable riqueza en compuestos fenólicos, flavonoides, taninos, antocianinas y otros metabolitos secundarios, los cuales son responsables de su actividad antioxidante, coloración natural y estabilidad fisicoquímica.

Los datos más importantes de cada uno de las cáscaras que en el caso del camu camu y la uvilla son subproductos, podemos decir que el camu camu destaca por su altísimo contenido de vitamina C, flavonoides e isoflavonas que estos compuestos pueden ser los responsables de la actividad antioxidante. En el caso de la uvilla que contiene pigmentos del tipo chalconas, auronas y flavonoles y con su alto contenido de polifenoles muestra una actividad antioxidante superior por DPPH y la pomarrosa que es consumida conjuntamente con la cáscara, el pigmento contiene flavonas, triterpenos y lactonas, demostrando una gran estabilidad frente a la luz y pH, siendo muy adecuados en uso alimentario.

Por todo eso, podemos aprovechar estos colorantes naturales extraídos para sustituir aditivos químicos sintéticos en alimentos, bebidas o cosméticos, el uso de colorantes naturales son fuentes de compuestos fenólicos concentrados y la extracción puede contribuir a una economía circular de la cadena agroalimentaria regional.

En el caso de una industrialización de los extractos puede ser consumidos en cápsulas, polvos, suplementos alimentarios o en bebidas estandarizadas por contener los compuestos bioactivos, de esa manera, contribuir a la aplicación potencial en salud preventiva.

Además, el presente trabajo de investigación puede contribuir a procesos de extracción y estandarización a nivel piloto, evaluando su viabilidad técnica, económica y regulatoria, con enfoque sostenible y de bajo impacto ambiental.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

El estudio realizado sobre las especies *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla) y *Syzygium malaccense* (pomarroza) permitió identificar la presencia de colorantes naturales, principalmente compuestos fenólicos, flavonoides y taninos y que la extracción de estos compuestos bioactivos puede llevarse a cabo utilizando etanol y otros disolventes de bajo costo, lo que favorece su viabilidad técnica y económica.

En el proceso de extracción de colorantes naturales a partir de *Syzygium malaccense* (pomarroza), se identificaron flavonoides del tipo flavonas, los cuales presentan potencial de aplicación en las industrias alimentaria y cosmética por sus propiedades colorantes y antioxidantes. Por su parte, *Myrciaria dubia* (camu camu) mostró la presencia de flavonoides como chalconas, auronas, isoflavonas y antocianinas, compuestos con reconocida bioactividad funcional. En el caso de *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), se identificaron colorantes naturales pertenecientes al grupo de las chalconas, auronas y flavonoles. El análisis de fenoles totales reveló que estas tres especies contienen compuestos fenólicos con significativa capacidad antioxidante, lo que contribuye a la reducción del estrés oxidativo. En conjunto, estos frutos representan una fuente prometedora de ingredientes bioactivos para el desarrollo de alimentos funcionales.

Las cáscaras de las tres especies estudiadas presentan una alta capacidad antioxidante, lo que las convierte en una fuente valiosa de compuestos bioactivos con potencial para ser incorporados en la dieta humana, ya sea en forma fresca, procesada o transformada. Su consumo regular podría contribuir a la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles y al mantenimiento de una vida saludable. Gracias a sus propiedades funcionales, los extractos obtenidos de estas cáscaras muestran un elevado potencial de aplicación en las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética.

CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES

- Realizar nuevas investigaciones a nuestros frutos de la región debido a su alto contenido de Vitaminas, antioxidantes, taninos, flavonoides y antocianinas y bioactivos y evaluando las formulaciones combinadas que equilibren intensidad cromática, estabilidad y funcionalidad antioxidante.
- Promover el uso de cáscaras y semillas, tradicionalmente desechadas, como fuentes de compuestos fenólicos concentrados y determinando nuevos métodos de extracción de pigmentos en los frutos de la región.
- Diseñar suplementos, cápsulas, polvos o extractos líquidos estandarizados a partir de los compuestos bioactivos cuantificados, para contribuir a la salud preventiva y envejecimiento saludable.
- Evaluar los extractos por su acción antioxidante tópica, estabilidad al pH y compuestos antiinflamatorios, lo que permitiría su uso en cremas, lociones o productos capilares como ingredientes activos naturales.
- Proponer procesos de extracción y estandarización a nivel piloto, evaluando su viabilidad técnica, económica y regulatoria, con enfoque sostenible y de bajo impacto ambiental.

CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sánchez Juan R. La química de los colorantes en los alimentos. *Química Viva* [Internet]. 2013;12:234–46. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86329278005>
2. Imán Correa S. El cultivo del Camu Camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc. Vaug.) en la Amazonía Peruana. 2001.
3. Gonzáles Coral A, Torres Reyna GM. Manual de cultivo de uvilla *Pourouma cecropiifolia* Martius. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 2010;43.
4. Arango Benítez PA. SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE COMPETENCIAS INVESTIGATIVAS (un proyecto sobre la *Syzgium malaccense*- pomarroso. 2020.
5. Breña Ore JL. LAS ANTOCIANINAS Y SUS APLICACIONES COMO COLORANTES NATURALES DE ALIMENTOS Y BEBIDAS. 2002.
6. Garzón GA. Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: Revisión. *Acta Biol Colomb*. 2008;13(3):4–10.
7. Lock de Ugaz O, Plaza A. COLORANTES NATURALES Y LA OLEORRESINA DE PAPRIKA. *Revista Química del Perú*. 1997;1–21.
8. Villanueva Tiburcio JE, Condezo Hoyos LA, Ramirez Asquieri E. Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh). *Cienc e Tecnol Aliment*. 2010;30(SUPPL. 1):151–60.
9. Augusta IM, Resende JM, Vilela Borges S, Antun Maia MC, Peixoto Gimenes Couto MA. Caracterização física e química da casca e polpa de jambo vermelho (*Syzygium malaccensis*, (L.) Merryl & Perry). *Ciência e Tecnol Aliment*. 2010;30(4):928–32.
10. Savi A, Calegari MA, Santos GC, Queiroz VA, Cunha WD, Mario Antonio Alves da O, et al. Bioactive compounds from *Syzygium malaccense* leaves: optimization of the extraction process, biological and chemical characterization. *Sci Food Technol Food Eng* [Internet]. 2019;42:14. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303265671038>
11. Caisahuana Sanabria MC. Evaluacion de Vitamina C, polifenoles totales y capacidad antioxidante en dos estados de madurez del camu camu (*myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) DE Mazamari-Satipo. 2012.
12. Castro Gómez JC, Gutiérrez Rodríguez F, Amaral CA, A L, Gutiérrez C, Pacaya AT, et al. VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE VITAMINA C Y ANTOCIANINAS EN *Myrciaria dubia*, CAMU CAMU. *Rev Soc Quím Perú* [Internet]. 2013;79(4):319–30. Available from: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v79n4/a04v79n4.pdf>
13. Diaz Reategui AM. EXTRACCION DE COLORANTES AP ARTIR DE LA CASCARA Y SEMILLA DE LA ESPECIE *Pourouma cecropiifolia* (UVILLA). 2013.

14. Luz M. Zapata; Ana M. Heredia; Carlos F. Quinteros; Antonio D. Malleret; Gabriela Clemente; Juan A. Cárcel. Optimización de la extracción de antocianinas de arándanos. *Ciencia, Docencia y Tecnol.* 2014;25(49):166–92.
15. Campos Nunes P, De Souza Aquino J, Rockenbach II, Montenegro Stamford TL. Physico-chemical characterization, bioactive compounds and antioxidant activity of Malay apple [*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry]. *PLoS One.* 2016;11(6):1–11.
16. Refulio Calderon FM. Determinación de antocianinas y actividad antioxidante de una bebida energizante acondicionada con colorante natural del(*Tropaeolum majus* L.) [Internet]. 2016. Available from: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4771>
17. Gomez Moura LM, Tuanama Tangoa RR. “evaluacion de antioxidantes y la cascara de *Pourouma cecropiifolia* (UVILLA [Internet]. 2017. p. 1–175. Available from: <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5053>
18. Bartra Vasquez GL. Aprovechamiento del contenido nutricional de la fruta de poma rosa (*Syzyguin jambos* (L.) Alston) Alston) CON PULPA DE CAMU CAMU (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh) COMO FUENTE DE VITAMINA C, EN LA ELABORACIÓN DE MERMELADAS-PUCALLPA” [Internet]. Universidad Nacional de Ucayali. 2019. Available from: http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4217/UNU_AGRO NOMIA_2019_T_JERSON-QUEVEDO-VASQUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
19. Garamendi Alacote CR, Hernández Cerna ME. Actividad antioxidante del extracto etanólico de la raíz y el fruto de euterpe precatoria mart. “huasaí” procedente de la provincia maynas y chanchamayo [Internet]. 2019. Available from: http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3960/T061_45302990_42612368_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
20. Garcia Maruy GC, Murayari Ocumbe W. Evaluación de antioxidantes, capacidad oxidativa y elaboración de mermelada Light a partir de *Syzygium malaccense* (POMARROSA) en la planta piloto FIA-UNAP IQUITOS [Internet]. Unap. 2019. Available from: https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6301/Ginaliz_Tesis_Titulo_2019.pdf
21. Calixto Cotos MR. Evaluación de los componentes bioactivos, actividad inhibitoria hialuronidasa y la capacidad antioxidante de *Pourouma cecropiifolia* C. Martius “Uvilla Amazónica” [Internet]. 2020. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/11474>
22. González-Blas MV, García-Armas JM, Herrera-Gutiérrez LA. Flavonoides y Fenoles totales con actividad hipoglicemiante en semillas de *Syzygium jambos*. *Rev Salud Amaz y Bienestar* [Internet].

- 2022;1(1):12. Available from:
<https://revistas.unsm.edu.pe/index.php/rsayb/article/view/272/356>
23. Reyes Mera J, Viafara Banguera D, Abreu Naranjo R. Caracterización química y antioxidante del mucílago y la cáscara de uva de monte (*Pourouma cecropiifolia*) de la Amazonía Ecuatoriana. *Rev Multidiscip Investig Contemp* [Internet]. 2024;2(2):74–95. Available from: <https://revmic.com/index.php/IC/article/view/64/104>
 24. Reyes Mera JJ, Viáfara Banguera D, Abreu Naranjo R, Luna Fox SB. Caracterización físico-química , perfil de ácidos grasos y actividad antioxidante del aceite de almendra de *Pourouma cecropiifolia*. *Código Científico Rev Investig*. 2024;5:200–14.
 25. León Cordero S de Jesus, Arenciba Sánchez JA, Casariego Año A, Oquendo Garcia C. Optimization of total polyphenol extraction from *Syzygium malaccense* seed. *Rev Ciencias y la Salud* [Internet]. 2024;8:1–22. Available from: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/QhaliKay/article/view/6015/8647>
 26. Pinedo M, Linares C, Mendoza H, Anguiz R. Plan De Mejoramiento Genetico Del Camu Camu. 2004. 54 p.
 27. Ruiz Sánchez ML. “ Sostenibilidad de la oferta exportable del camu camu en la región Amazónica” [Internet]. 2014. Available from: [Downloads/Ruiz_sm](#)
 28. Arellano Acuña E, Rojas Zavaleta I, Paucar Menacho L. Camu-camu (*Myrciaria dubia*): Tropical fruit of excellent functional properties that help to improve the quality of life. *Sci Agropecu*. 2016;7(4):433–43.
 29. Hernández Londoño L, Rodríguez Montalvo C, Sierra OJ, González Garcia E. Uso Potential Camu-Camu (*Myrciaria dubia*) en el desarrollo de alimentos funcionales. *Rev Colomb investigaciones agroindustriales*. 2022;9(2):26–41.
 30. Langley PC, Pergolizzi J V., Taylor R, Ridgway C. Antioxidant and associated capacities of camu camu (*Myrciaria dubia*): A systematic review. *J Altern Complement Med*. 2015;21(1):8–14.
 31. Mayhuasque Hernández C. Mermelada de “*Syzygium malaccences*” pomarrosa, enriquecida con camu camu “*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh”. 2015.
 32. Gonzales Coral A. APORTES A LA CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE *Pourouma cecropiifolia* C. Martius “Uvilla” EN LA AMAZONÍA PERUANA. *Folia Amaz*. 2006;13(1–2):5.
 33. Gallegos Mancheno MG. ESTABLECIMIENTO DE LOS USOS EN LA AGROINDUSTRIA DE LA UVA SILVESTRE (*Pourouma cecropiifolia*) EN BASE A SUS COMPUESTOS BIOACTIVOS [Internet]. 2021. Available from: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/15526/1/27T00478.pdf>
 34. Arias Arroyo GC. Estudio químico bromatológico y screening fitoquímico

- del fruto de *Pourouma cecropiifolia* C. Martius “Uvilla.” *Cienc Invest.* 2011;14(2):9–11.
35. Lopes-Lutz D, Dettmann J, Nimalaratne C, Schieber A. Characterization and quantification of polyphenols in amazon grape (*Pourouma cecropiifolia* martius). *Molecules.* 2010;15(12):8543–52.
 36. Arica Velásquez NM, Becerra Chávez MA. Polifenoles totales y actividad antioxidante de los extractos metanólico y etanólico del epicarpio de la pomarrosa *Syzygium malaccense* L. [Internet]. 2020. Available from: <https://repositorio.ug.edu.ec/items/d834aaf5-cebf-4084-a6ec-52958d281aca>
 37. Downham A, Collins P. Colouring our foods in the last and next millennium. *Int J Food Sci Technol.* 2000;35(1):5–22.
 38. Moya Vanegas JC. Colorantes naturales y sintéticos en la industria de alimentos [Internet]. 2025. Available from: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/67693>
 39. Vargas Delgado F, Lopez Paredes O. NATURAL COLORANTS FOR FOOD AND NUTRACEUTICAL USES [Internet]. 2003 [cited 2021 Jul 15]. p. 257–98. Available from: https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=delgado+vargas+y+lopez+paredes+2003&btnG=#d=gs_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3Ac_lvhiGm2nwJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D6%26hl%3Des
 40. Stevens LJ, Kuczek T, Burgess J, Hurt E, Arnold LE. Dietary Sensitivities and ADHD Symptoms: Thirty-five Years of Research. *Clin Pediatr (Phila)* [Internet]. 2011;50(40):279–94. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0009922810384728>
 41. Balasundram N, Sundram K, Samman S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chem.* 2006;99(1):191–203.
 42. Cheynier V. Phenolic compounds: from plants to foods. *Phytochem Rev* [Internet]. 2012;11(2):153–77. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11101-012-9242-8>
 43. Dai J, Mumper RJ. Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules.* 2010;15(10):7313–52.
 44. Manach C, Scalbert A, Morand C, Rémésy C, Jiménez L. Polyphenols: Food sources and bioavailability. *Am J Clin Nutr.* 2004;79(5):727–47.
 45. Ignat I, Volf I, Popa VI. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chem.* 2011;126(4):1821–35.
 46. Arrázola Paternina G, Villalba Cadavid M, Rodríguez Negrette AC. Pigmentos y antioxidantes de origen vegetal. 2015. 6 p.
 47. Kumar S, Pandey AK. Chemistry and biological activities of flavonoids: An overview. *Sci World J.* 2013;2013.
 48. Hollman P, Katan M. Dietary flavonoids: intake, health effects and

- bioavailability. *Food Chem Toxicol.* 1999;37(9–10):937–42.
49. Look de Ugaz O. *Investigación Fitoquímica: Métodos en el estudio de productos naturales.* Fondo Editorial Universidad Pontificia Católica del Perú. 1994. 300p p.
 50. Mabry T, Markham K, Thomas M. *The systematic identification of flavonoids.* 1970.
 51. Harborne J. *Phytochemical Methods.* 3ra. Ed. a guide to modern techniques of plant analysis. London: Chapman & Hall; 1998. 286 p.
 52. Drago Serrano ME, López López M, Sainz Espuñes T del R. Componentes bioactivos de alimentos funcionales de origen vegetal. *Rev Mex Ciencias Farm.* 2006;37(4):2–12.
 53. Harborne J, Williams C. Advances in Flavonoid research since 1992. *Dep Bot Sch Plant Sci Univ Reading, Read RG6 6AS,UK.* 2000;72(5):481–504.
 54. Middleton E, Kandaswami C, Theoharides TC. The effects of plant flavonoids on mammalian cells: Implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacol Rev.* 2000;52(4):673–751.
 55. Pietta PG. Flavonoids as antioxidants. *J Nat Prod.* 2000;63(7):1035–42.
 56. Williams RJ, Spencer JPE, Rice-Evans C. Flavonoids: Antioxidants or signalling molecules? *Free Radic Biol Med.* 2004;36(7):838–49.
 57. Beecher GR. Overview of dietary flavonoids: Nomenclature, occurrence and intake. *J Nutr.* 2003;133(10):3248S–3254S.
 58. Haslam E. *Plant polyphenols: Vegetable tannins revisited.* Cambridge: Cambridge University Press; 1989.
 59. Hagerman A. Mechanisms of Protein Precipitation for Two Tannins, Pentagalloyl Glucose and Epicatechin₁₆ (4→8) Catechin (Procyanidin). *Journal Agric Food Chem.* 1998;46(7):2590–2595.
 60. Okuda T, Yoshida T, Hatano T. Hydrolyzable tannins and related polyphenols. *Prog Chem Org Nat Prod.* 1995;66:1–117.
 61. Mueller Harvey I. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *J Sci Food Agric.* 2006;86(13):2010–37.
 62. Pizzi A. Tannins: Major sources, properties and applications. *Monomers, Polym Compos from Renew Resour Amsterdam Elseirver.* 2008;(January):179–99.
 63. Buzzini P, Arapitsas P, Goretti M, Branda E, Turchetti B, Pinelli P, et al. Antimicrobial and Antiviral Activity of Hydrolysable Tannins. *Mini-Reviews Med Chem.* 2008;8(12):1179–87.
 64. Chung KT, Wong TY, Wei CI, Huang YW, Lin Y. Tannins and Human Health: *Crit Rev Food Sci Nutr.* 1998 Aug 1;38(6):421–64.
 65. Okuda T. Systematics and health effects of chemically distinct tannins in medicinal plants. *Phytochemistry.* 2005;66(17 SPEC. ISS.):2012–31.
 66. Bravo L. Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr Rev.* 1998;56(11):317–33.
 67. Halliwell B, Gutteridge JMC. *Free Radicals in Biology and Medicine*

- Carcinogenesis. *J Free Radic Biol Med*. 1985;1(page 116):331–4.
68. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MTD, Mazur M, Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int J Biochem Cell Biol*. 2007;39(1):44–84.
 69. Fingel T, Nalbrock NJ. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*. 1951;23(5):112–6.
 70. Stocker R, Keaney JF. Role of oxidative modifications in atherosclerosis. *Physiol Rev*. 2004;84(4):1381–478.
 71. Barnham KJ, Masters CL, Bush AI. Neurodegenerative diseases and oxidative stress. *Nat Rev Drug Discov [Internet]*. 2004;3(3):205–14. Available from: <https://doi.org/10.1038/nrd1330>
 72. Klaunig JE, Kamendulis LM, Hocevar BA. Oxidative stress and oxidative damage in carcinogenesis. *Toxicol Pathol*. 2010;38(1):96–109.
 73. Young I., Woodside J. Antioxidants in health and disease. *Am J Clin Nutr*. 2014;115(10):603–6.
 74. Scalbert A, Johnson I, SAltmars M. Polyphenols: antioxidants and beyond. *Am J Clin Nutr*. 2023;81(1):215s-217s.
 75. Azmir J, Zaidul IS., Rahman M., Sharif K., Mohamed A, Sahena F, et al. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials : A review. *J food Eng*. 2013;117(4):426–36.
 76. Handa S, Khanuja S, Longo G, Rakesh D. Extraction technologies for medicinal and aromatic plants. United Nations Industrial Development Organization and the International Centre for Science and High Technology; 2008. 267 p.
 77. Chemat F, Vian MA, Cravotto G. Green extraction of natural products: Concept and principles. *Int J Mol Sci*. 2012;13(7):8615–27.
 78. Chan CH, Ngoh GC, Kung FWL. Microwave-assisted extractions of active ingredients from plants. *J Chromatogr A*. 2011;1218(37):6213–25.
 79. Herrero M, Cifuentes A, Ibañez E. Sub- and supercritical fluid extraction of functional ingredients from different natural sources: plants, food-by-products, algae and microalgae. *Food Chem*. 2004;98(1):136–48.
 80. Villota García VP, Bonilla Lucero ML, Segura Mestanza JH, Coba Carrera RL, Brito Moina HL. Colorantes naturales para uso alimenticio. *Cienc Digit*. 2019;3(2.4):1–11.
 81. Gámez-Villazana Jordy. AVANCES EN LA DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS EN ALIMENTOS. *Rev Cienc Tecnol Agrollanía*. 2020;7(17):2–12.
 82. Pokorny J, Yanishlieva N, Gordon M. Antioxidantes de los alimentos. In: Editorial Acribia, SA Zaragoza España. 2005.
 83. Pino M teresa, Vergara H C. Colorantes y antioxidantes naturales en la industria de alimentos: tecnológas de extracción y materias primas dedicadas. *Boletín INIA*. 2022. 1–188 p.
 84. Singleton V., Orthofer R, Raventós ML. Analysis of Total Phenols and

- Other Oxidation Substrates and Antioxidants By Means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Sci Hort* (Amsterdam). 1995;299(1874):281–6.
85. Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Sci Technol*. 1995;28(1):25–30.
 86. Re R, Nicoletta P, Anna P, Ananth P, Min Y, Catherine RE. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med*. 1999;26((9-10)):1231–7.
 87. Xu BJ, Yuan SH, Chang SKC. Comparative analyses of phenolic composition, antioxidant capacity, and color of cool season legumes and other selected food legumes. *J Food Sci*. 2007;72(2).
 88. Sotero V, García D. *Análisis Químico de Alimentos*. 2009. 66 p.
 89. Xu BJ, Chang SKC. A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. *J Food Sci*. 2007;72(2).
 90. Markham K. *Techniques of Flavonoid Identification*. 1982. 113 p.
 91. H W, Bladt S. *Plant Drug Analysis: A Thin Layer Chromatography Atlas*. Second. Ed. Berlin; Springer; 1996.
 92. Bors W, Heller W, Michel C, Saran M. Flavonoids as antioxidants: Determination of radical-scavenging efficiencies. *Methods Enzymol*. 1990;186(C):343–55.
 93. Andersen Ø, Markham KR. *FLAVONOIDS*. Vol. 3, Chemistry, Biochemistry and Applications. 2015. 839 p.
 94. Bott RF. Influência do processo de obtenção, das condições de armazenamento e das propriedades físico-químicas sobre a estabilidade de extratos secos padronizados de plantas medicinais. Universidad de Sao Paulo. 2008.
 95. Ringuelet J, Viña S. Productos naturales vegetales [Internet]. *Productos naturales vegetales*. 2013. 1–261 p. Available from: https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27885/Documento_completo__.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 96. Muñoz Espino JM. Polifenoles totales y actividad antioxidante en la infusión de las hojas de camu camu (*Myrciaria dubia* H . B . K .) en tres etapas de desarrollo , procedente de Yarinacocha y Pucallpillo . 2018.
 97. García Saldaña KA, García Saavedra E, Santa Cruz EV, Leandro Laguna C. Extracción y uso de pigmentos de la cáscara del fruto maduro de camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc. Vaugh), en la estandarización del color de la pulpa para el mercado nacional. *Rev Investig Univ* [Internet]. 2019;9(1):109–15. Available from: <http://revistas.unu.edu.pe>
 98. Silva CSM da, Mourão RHV. Atividade antioxidante de extratos de *Myrciaria dubia* (camu-camu). *Res Soc Dev* [Internet]. 2022;11(2):1. – 14. Available from: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25130/22305>
 99. Gallegos M, Díaz B, López J. Componentes Bioactivos Y Usos

- Potenciales De La Uva Silvestre (*Pourouma Cecropiifolia*) En La Agroindustria, Una Revisión. *Reciena*. 2022;1(2):36–44.
100. Ordoñez ES, Leon-Arevalo A, Rivera-Rojas H, Vargas E. Quantification of total polyphenols and antioxidant capacity in skins and seeds from cacao (*Theobroma cacao* L.), tuna (*Opuntia ficus indica* Mill), grape (*Vitis Vinífera*) and uvilla (*Pourouma cecropiifolia*). *Sci Agropecu* [Internet]. 2019;10(2):175–83. Available from: *Pourouma cecropiifolia* (uvilla).
 101. Lobo V, Patil A, Phatak A, Chandra N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacogn Rev*. 2010;4(8):118–26.
 102. Birben E, Sahiner U, Sackesen C, Erzurum S, Kalayci O. Oxidative Stress and Antioxidant Defense. *WAO J*. 2012;5(1):9–19.
 103. Pisoschi AM, Pop A. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. *Eur J Med Chem* [Internet]. 2015;97:55–74. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejmech.2015.04.040>
 104. Pandey KB, Rizvi SI. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxid Med Cell Longev*. 2009;2(5):270–8.
 105. Plascencia-Villa G, Perry G. Preventive and Therapeutic Strategies in Alzheimer's Disease: Focus on Oxidative Stress, Redox Metals, and Ferroptosis. *Antioxidants Redox Signal*. 2021;34(8):591–610.
 106. Fraga CG, Croft KD, Kennedy DO, Tomás-Barberán FA. The effects of polyphenols and other bioactives on human health. *Food Funct*. 2019;10(2):514–28.
 107. Savitha RC, Padmavathy S, Sundhararajan A. Invitro antioxidant activities on leaf extracts of *syzygium malaccense* (L.) merr and perry. *Anc Sci Life*. 2011;30(4):110–3.
 108. Muñoz P, Parra F, Simirgiotis MJ, Sepulveda Chavera GF, Parra C. Chemical Characterization, Nutritional and Bioactive Properties of *Physalis peruviana* Fruit from High Areas of the Atacama Desert. *Foods*. 2021;10(2699).
 109. Wu SJ, Ng LT. Antioxidant and free radical scavenging activities of wild bitter melon (*Momordica charantia* Linn. var. *abbreviata* Ser.) in Taiwan. *Lwt*. 2008;41(2):323–30.
 110. Chirinos R, Galarza J, Betalleluz-Pallardel I, Pedreschi R, Campos D. Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) fruit at different maturity stages. *Food Chem*. 2010;120(4):1019–24.
 111. Inoue T, Komoda H, Uchida T, Node K. Tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*) has anti-oxidative and anti-inflammatory properties. *J Cardiol*. 2008;52(2):127–32.

ANEXOS

Anexo 1: Resultados de los análisis fisicoquímicos de la cáscara fresca de los frutos de *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccense* (pomarroja).



Facultad en Industrias Alimentarias
Planta Piloto
Centro de Prestación de Servicio de control
De calidad de Alimentos

Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos

INFORME DE ENSAYO N° 045-2024

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre	ELMER ALBERTO BARRERA MEZA
Dirección	Facultad Industrias Alimentarias
Celular	958805592

II. DATOS DEL SERVICIO

N° de solicitud de servicio	11/24
Fecha de solicitud de servicio	21/11/24
Servicio solicitado	Análisis Físico químicos

III. DATOS DEL PRODUCTO

Nombre del producto	Cáscara de uvilla fresca
Numero de muestra	UNO (01)
Tamaño de muestra	100g
Muestra	Traída por el cliente
Formula	" A "
Forma de Presentación	Envasada en bolsa de polietileno

IV. RESULTADOS DEL ENSAYO.

ENSAYO FISICO QUIMICO	RESULTADOS %
Humedad	75.40
Ceniza	1.26
Grasa	0.45
Proteína	4.89
Carbohidratos	18
Fibra total	11.16
Vitamina "C"	0.50mg/100g.
Sólidos Solubles	9.5 °Brix

Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos**INFORME DE ENSAYO N° 046-2024****II. DATOS DEL SOLICITANTE**

Nombre	ELMER ALBERTO BARRERA MEZA
Dirección	Facultad Industrias Alimentarias
Celular	958805592

II. DATOS DEL SERVICIO

N° de solicitud de servicio	11/2024
Fecha de solicitud de servicio	21/11/2024
Servicio solicitado	Análisis Físico químicos

III. DATOS DEL PRODUCTO

Nombre del producto	<i>Cascara de Poma Rosa fresca</i>
Numero de muestra	UNO (01)
Tamaño de muestra	100g
Muestra	Traída por el cliente
Formula	" B"
Forma de Presentación	Envasado en bolsa de polietileno

IV. RESULTADOS DEL ENSAYO.

ENSAYO FISICO QUÍMICO	RESULTADOS %
Humedad	89.21
Ceniza	0.50
Grasa	0.09
Proteína	0.50
Carbohidratos	9.70
Calorias	41.61 Kcal
Fibra total	4.89.
Vitamina "C"	1.87mg/100g.
Solidos Solubles	5.50 °Brix


José Elmer Barrera Meza
Ingeniero en Industrias Alimentarias
INIA - CUP - Zúrate

Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos**INFORME DE ENSAYO N° 0047-2024****III. DATOS DEL SOLICITANTE**

Nombre	ELMER ALBERTO BARRERA MEZA
Dirección	Facultad Industrias Alimentarias
Celular	958805592

II. DATOS DEL SERVICIO

N° de solicitud de servicio	11/2024
Fecha de solicitud de servicio	21/11/24
Servicio solicitado	Análisis Físico químicos

III. DATOS DEL PRODUCTO

Nombre del producto	<i>Cascara fresca de Camu camu</i>
Numero de muestra	UNO (01)
Tamaño de muestra	100g
Muestra	Traída por el cliente
Formula	" C "
Forma de Presentación	Envasado en bolsa de polietileno

IV. RESULTADOS DEL ENSAYO.

ENSAYO FÍSICO QUÍMICO	RESULTADOS %
Humedad	4.29
Ceniza	1.20
Grasa	11.61
Proteína	2.44
Carbohidratos	80.46
Calorías	436.09 Kcal
Fibra total	4.89.
Acidez Titulable (Acido cítrico)	0.77
Vitamina "C"	1051.88mg/100g.
Índice de Peróxido	0.65 mcg/kg.
Sólidos Solubles	42.00 °Brix
Ph	4.35

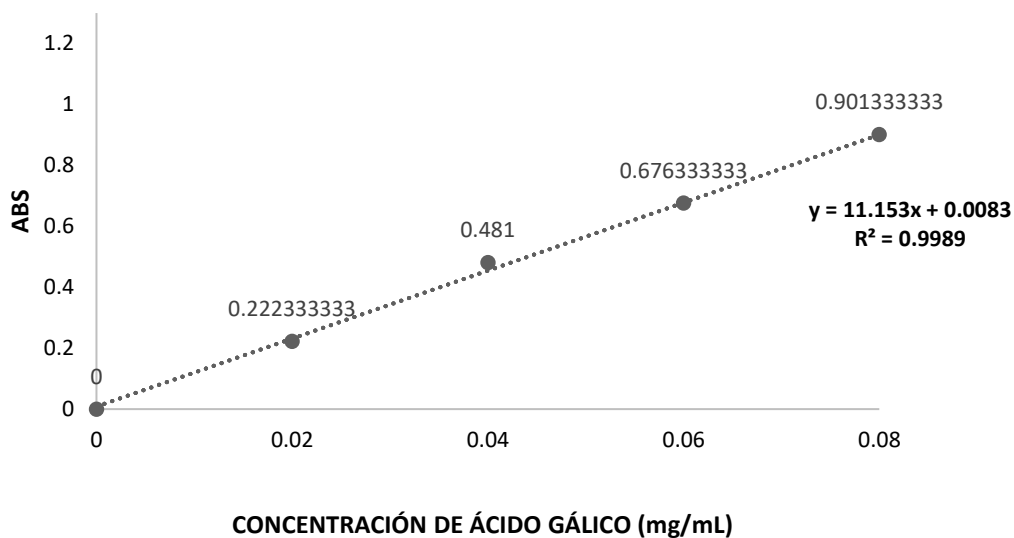

Jorge Luis Toledo Zambrano
Ingeniero en Industrias Alimentarias
- Mesa Civil 2008 -

Anexo 2: Tabla de extracción de las materias primas *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccense* (pomarroza).

EXTRACCION ETANOLICA DE LAS MATERIAS PRIMAS									
MUESTRA	REPETICIONES	PESO DE MUESTRA CÁSCARA (g)	EXTRACCIÓN (L)	PESO DE MUESTRAS (g)	EXTRACCIÓN (%)	PROMEDIO DE EXTRACCIÓN	D.E	MEDIA ± D. E	HUMEDAD (%)
CAMU CAMU	1	600	1.5	65	10.8	11.2	0.328	11.15 ± 0.32	89.93
	2	610		68	11.1				
	3	618		71	11.5				
UVILLA	1	1210	1.5	105	7.9	9.2	0.63	8.53 ± 0.63	88.12
	2	1215		111	8.6				
	3	1220		120	9.1				
POMARROSA	1	600	1.5	88	14.7	15.1	0.482	15.08 ± 0.48	89.42
	2	608		91	15.0				
	3	615		96	15.6				

Anexo 3: Tabla de Determinación de compuestos fenólicos del colorante de los frutos de *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccense* (pomarroja).

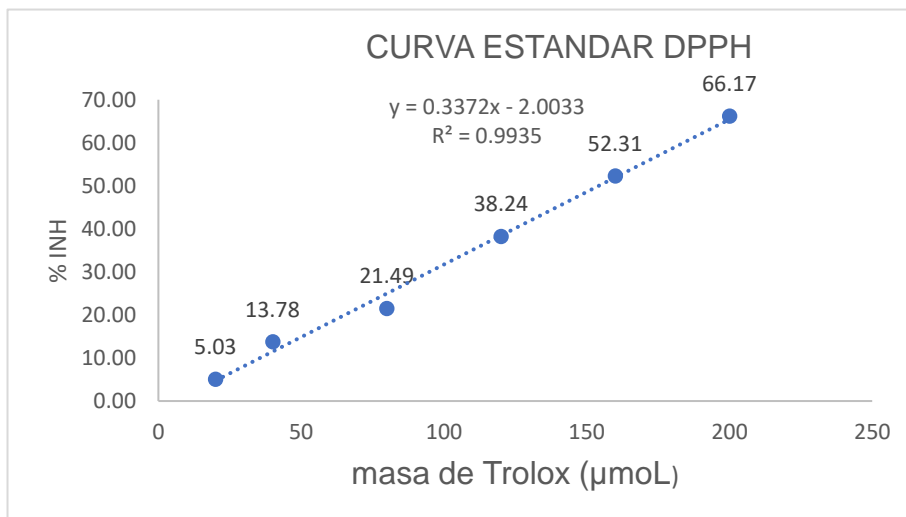
CURVA PATRON



CALCULO DE FENOLES TOTALES

MUESTRA	N°	PESO MUESTRA (g)	PESO MATERIA SECA (g)	VOLUMEN (mL)	FACTOR DE DILUCIÓN	ABS. (765nm)	[A.G.] (mg/mL)	[] en Solución (mg/mL)	ACIDO GALICO (mg/g M.s.)	MEDIA (mg A.G./g M.s.)	D.E.	MEDIA ± D.E
CAMU CAMU	1	0.4932	0.1007	100	20	1.029	0.0921	1.8429	1830.0468	1829.4327	1.0637	1829.43 ± 1.06
	2	0.4932	0.1007	100	20	1.028	0.0921	1.8410	1828.2044			
	3	0.4932	0.1007	100	20	1.029	0.0921	1.8429	1830.0468			
UVILLA	1	0.4920	0.1188	100	20	0.949	0.0847	1.6944	1426.2914	1426.8119	0.9016	1426.81 ± 0.9
	3	0.4920	0.1188	100	20	0.949	0.0847	1.6944	1426.2914			
	2	0.4920	0.1188	100	20	0.950	0.0848	1.6963	1427.8531			
POMARROS A	1	0.4134	0.1050	100	20	0.724	0.0638	1.2770	1216.1852	1219.7191	3.5339	1219.71 ± 3.53
	2	0.4134	0.1050	100	20	0.726	0.0640	1.2807	1219.7191			
	3	0.4134	0.1050	100	20	0.728	0.0642	1.2844	1223.2529			

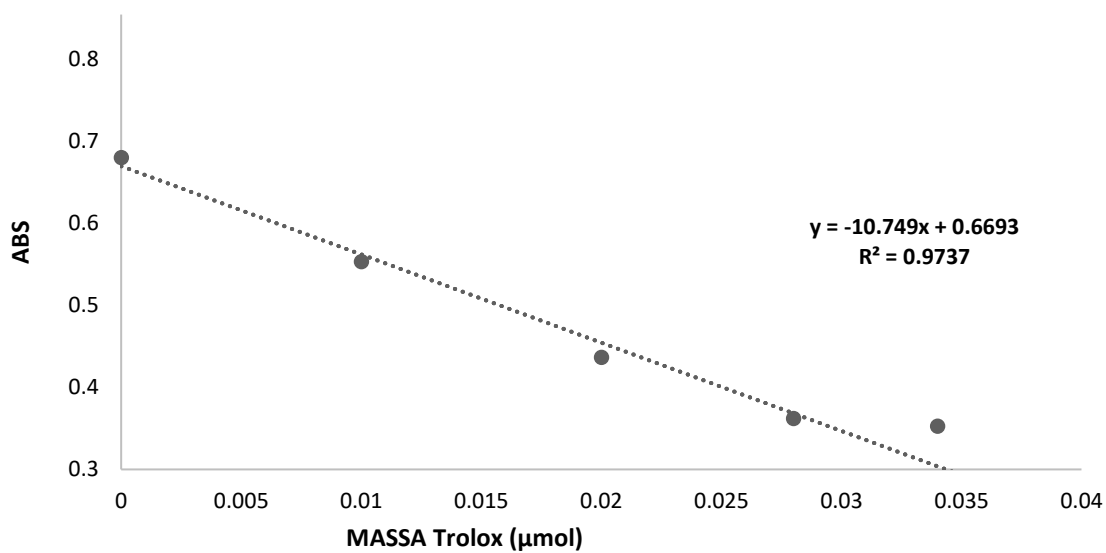
Anexo 4: tabla de determinación de actividad antioxidante mediante DPPH del colorante de los frutos *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccense* (pomarroza).



Tipo de Muestra	Código	Repetición	Peso muestra	Materia seca	Volumen	volumen en tubo	Lectura de absorbancia	lectura de muestra	% de Inhibiçã	Capacidade Antioxidante	Capacidade Antioxidante	MEDIA TEAC	DS
			(g)	(g)	(mL)	(mL)	Abs.515 nm	Abs.515 nm	Abs.515 nm	µmol TE	µmol TE/g materia seca		
			a	c = a* % Mat. seca	c	d	e	f	g	h = @	j = i / b	µmol TE/g materia seca	
Uvilla	30µL/100ml	R1	0.0300	0.0273	100.00	0.500	0.811	0.209	74.229	0.123	904.556	906.818	1.959
		R2	0.0300	0.0273	100.00	0.500	0.811	0.207	74.476	0.124	907.949		
		R3	0.0300	0.0273	100.00	0.500	0.811	0.207	74.476	0.124	907.949		
Uvilla	20µL/100ml	R1	0.0200	0.0182	100.00	0.500	0.811	0.419	48.335	0.075	822.548	826.788	7.345
		R2	0.0200	0.0182	100.00	0.500	0.811	0.419	48.335	0.075	822.548		
		R3	0.0200	0.0182	100.00	0.500	0.811	0.414	48.952	0.076	835.269		
Uvilla	10µL/100ml	R1	0.0100	0.0091	100.00	0.500	0.811	0.590	27.250	0.035	774.971	773.274	2.938
		R2	0.0100	0.0091	100.00	0.500	0.811	0.591	27.127	0.035	769.882		
		R3	0.0100	0.0091	100.00	0.500	0.811	0.590	27.250	0.035	774.971		
Camu Camu	20µL/100ml	R1	0.0200	0.0178	100.00	0.500	0.811	0.294	63.748	0.104	1,166.206	1,158.402	6.883
		R2	0.0200	0.0178	100.00	0.500	0.811	0.298	63.255	0.103	1,155.801		
		R3	0.0200	0.0178	100.00	0.500	0.811	0.299	63.132	0.103	1,153.199		
Camu Camu	15µL/100ml	R4	0.0150	0.0134	100.00	0.500	0.811	0.540	33.416	0.047	701.684	694.746	6.937
		R5	0.0150	0.0134	100.00	0.500	0.811	0.542	33.169	0.046	694.746		
		R6	0.0150	0.0134	100.00	0.500	0.811	0.544	32.922	0.046	687.809		
Camu Camu	10µL/100ml	R10	0.0100	0.0089	100.00	0.500	0.811	0.682	15.906	0.014	313.729	317.197	6.008
		R11	0.0100	0.0089	100.00	0.500	0.811	0.680	16.153	0.014	324.134		
		R12	0.0100	0.0089	100.00	0.500	0.811	0.682	15.906	0.014	313.729		
Poma Rosa	500µL/50ml	R13	0.5000	0.4450	100.00	0.500	0.811	0.219	72.996	0.121	54.452	54.106	0.601
		R14	0.5000	0.4450	100.00	0.500	0.811	0.219	72.996	0.121	54.452		
		R15	0.5000	0.4450	100.00	0.500	0.811	0.229	71.763	0.119	53.412		
Poma Rosa	250µL/50ml	R16	0.2500	0.2225	100.00	0.500	0.811	0.539	22.000	0.047	42.309	43.003	1.027
		R17	0.2500	0.2225	100.00	0.500	0.811	0.530	34.649	0.049	44.182		
		R18	0.2500	0.2225	100.00	0.500	0.811	0.538	33.662	0.047	42.517		
Poma Rosa	150µL/50ml	R19	0.1500	0.1335	100.00	0.500	0.811	0.643	20.715	0.023	34.442	35.252	0.722
		R20	0.1500	0.1335	100.00	0.500	0.811	0.639	21.208	0.024	35.830		
		R21	0.1500	0.1335	100.00	0.500	0.811	0.640	21.085	0.024	35.483		

Anexo 5: tabla de determinación de actividad antioxidante mediante el análisis de ABTS del colorante de los frutos *Myrciaria dubia* (camu camu), *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), *Syzygium malaccense* (pomarroza).

CURVA ESTANDAR DE ABTS



Tipo de muestra	Código	repeticiones	Peso muestra	Materia seca	Volumen Acertado	Volumen el tubo	Lectura de absorbancia	lectura de muestra	% de Inibição	Capacidade Antioxidante	Capacidade Antioxidante	MEDIA TEAC	DS
			(g)	(mg)	(mL)	(mL)	Abs.734 nm	Abs.734 nm	Abs.734 nm	µmol TE	µmol TE/g materia seca	µmol TE/g materia seca	
			a	c = a * % Mat. seca	c	d	e	f	g	h = @			
Uvilla	30µL/100ml	R1	0.300	0.2730	100.00	0.020	0.680	0.350	48.529	0.030	544.049	541.209	4.919
		R2	0.300	0.2730	100.00	0.020	0.680	0.355	47.794	0.029	535.530		
		R3	0.300	0.2730	100.00	0.020	0.680	0.350	48.529	0.030	544.049		
Uvilla	20µL/100ml	R1	0.200	0.1820	100.00	0.020	0.680	0.520	23.529	0.014	381.840	383.544	1.476
		R2	0.200	0.1820	100.00	0.020	0.680	0.519	23.676	0.014	384.396		
		R3	0.200	0.1820	100.00	0.020	0.680	0.519	23.676	0.014	384.396		
Uvilla	10µL/100ml	R1	0.100	0.0910	100.00	0.020	0.680	0.608	10.588	0.006	313.855	315.559	2.951
		R2	0.100	0.0910	100.00	0.020	0.680	0.607	10.735	0.006	318.967		
		R3	0.100	0.0910	100.00	0.020	0.680	0.608	10.588	0.006	313.855		
Camu Camu	20µL/100ml	R1	0.200	0.1800	100.00	0.020	0.680	0.219	67.794	0.042	1,163.933	1,162.210	1.492
		R2	0.200	0.1800	100.00	0.020	0.680	0.220	67.647	0.042	1,161.348		
		R3	0.200	0.1800	100.00	0.020	0.680	0.220	67.647	0.042	1,161.348		
Camu Camu	15µL/100ml	R1	0.150	0.1350	100.00	0.020	0.680	0.408	40.000	0.024	900.687	898.390	1.989
		R2	0.150	0.1350	100.00	0.020	0.680	0.409	39.853	0.024	897.241		
		R3	0.150	0.1350	100.00	0.020	0.680	0.409	39.853	0.024	897.241		
Camu Camu	10µL/100ml	R1	0.100	0.0900	100.00	0.020	0.680	0.590	13.235	0.007	410.374	408.651	2.984
		R2	0.100	0.0900	100.00	0.020	0.680	0.591	13.088	0.007	405.206		
		R3	0.100	0.0900	100.00	0.020	0.680	0.590	13.235	0.007	410.374		
Poma Rosa	1mL/50ml	R1	1.0000	0.9200	100.00	0.020	0.680	0.245	63.971	0.039	214.580	212.726	1.776
		R2	1.0000	0.9200	100.00	0.020	0.680	0.249	63.382	0.039	212.558		
		R3	1.0000	0.9200	100.00	0.020	0.680	0.252	62.941	0.039	211.041		
Poma Rosa	0.5µL/100ml	R1	0.5000	0.4600	100.00	0.020	0.680	0.578	15.000	0.009	92.425	92.425	1.011
		R2	0.5000	0.4600	100.00	0.020	0.680	0.577	15.147	0.009	93.436		
		R3	0.5000	0.4600	100.00	0.020	0.680	0.579	14.853	0.008	91.414		
Poma Rosa	0.250µL/100 ml	R1	0.2500	0.2300	100.00	0.020	0.680	0.640	5.882	0.003	59.460	58.111	1.168
		R2	0.2500	0.2300	100.00	0.020	0.680	0.641	5.735	0.003	57.437		
		R3	0.2500	0.2300	100.00	0.020	0.680	0.641	5.735	0.003	57.437		



