



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE NUTRICIÓN**

**Contenido de compuestos fenólicos, antocianinas y capacidad
antioxidante del fruto de *Myrciaria dubia* “Camu Camu”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Licenciada en Nutrición

AUTORA:

Napuchi Pintado, Jessica Patricia (ORCID: 0000-0001-6286-8903)

ASESOR:

Dr. Díaz Ortega, Jorge Luis (ORCID: 0000-0002-6154-8913)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Promoción de la salud y desarrollo sostenible

TRUJILLO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A dios

Por su amor infinito, por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar los obstáculos y dificultades que se presenta a lo largo de mi vida.

A mi mamá

Zoila, por su gran amor incondicional, por sus consejos brindados y formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en momentos difíciles.

A mis hermanos

Luis y Fernando, que, a pesar de la distancia, ellos estuvieron conmigo y me dieron ánimos a seguir con mi carrera.

A mi papá

Este trabajo está dedicada a la memoria de mi padre Olegario, al hombre de mi vida, a pesar de tenerlo poco tiempo me enseñó su amor, paciencia y esfuerzo de la cual he logrado cumplir mi sueño trazado y sé que desde donde está, siempre me cuidara y guiara.

A mi tía

Barbarita, por ser como una segunda madre para mí y mis hermanos, por su apoyo incondicional y sus consejos brindados

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirnos la vida y por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

A mis padres y hermanos que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria.

A mi asesor el Dr. Jorge Luis Díaz Ortega por la paciencia, tiempo y dedicación, quién gracias a su conocimiento pude concluir mi trabajo de investigación.

También agradezco a mis profesores en especial a la Mg. Jackeline Bustamante Gallo quien gracias a su enseñanza y valioso conocimiento hiciera que pueda crecer cada día como profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE TABLAS	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. MÉTODO	9
3.1. Tipo y diseño de Investigación	9
3.2. Variables y operacionalización	9
3.3. Población, Muestra y muestreo	10
3.5. Procedimientos	10
3.6. Método de análisis de datos	14
3.7. Aspectos éticos	14
IV. RESULTADOS	15
V. DISCUSIÓN	17
VI. CONCLUSIÓN	20
VII. RECOMENDACIONES	21
REFERENCIAS	22
ANEXOS	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de Compuestos Fenólicos del fruto de <i>Myrciaria dubia</i> , determinado por el método de Folin – Ciocalteu	23
Tabla 2. Contenido de Antocianinas del fruto de <i>Myrciaria dubia</i> , según el método de pH diferencia	23
Tabla 3. Capacidad Antioxidante del Fruto De <i>Myrciaria dubia</i> , determinado por el método de DPPH	24

RESUMEN

El presente trabajo de investigación es de corte transversal, diseño no experimental y de tipo descriptivo simple; se realizó como objetivo identificar la concentración de compuestos fenólicos, actividad antioxidantes y antocianinas en *Myrciaria dubia* "camu camu" procedentes del distrito de Lagunas – Loreto. Para determinar el contenido de compuestos fenólicos en el extracto hidroalcohólico del fruto evaluado se empleó el método de Folin – Ciocalteu, para la capacidad antioxidante se utilizó el método de DPPH se midió las absorbancias de la muestra en un espectrofotómetro a 700 nm y para determinar el contenido de antocianinas se empleó el método de pH diferencial. El análisis de resultados para encontrar el promedio y la desviación estándar se realizó en el programa Microsoft Office Excel 2016.

Los resultados que se obtuvieron y se anotaron en la ficha de recolección de datos para el contenido de compuesto fenólicos fue de $93,95 \pm 1,52$ mg eq – AG/100 en muestra fresca expresados en ácido gálico, así como a la determinación de la actividad antioxidante es necesario reducir al 50% la concentración del radical de DPPH fue de $239,865 \mu\text{g}/\text{ml}$ del fruto de *Myrciaria dubia* y en cuanto a la concentración de antocianinas se obtuvo un valor de 1.07 ± 0.32 mg de cianidina-3-glucósido/100g. Se concluye que *Myrciaria dubia* tiene un alto contenido de compuesto fenólicos, mejor actividad antioxidante y antocianinas.

Palabras claves: Compuesto fenólicos, actividad antioxidante, antocianinas, Folin – Ciocalteu, DPPH, *Myrciaria dubia*.

ABSTRACT

The present research work is cross-sectional, non-experimental design and of a simple descriptive type; The objective was to identify the concentration of phenolic compounds, antioxidant activity and anthocyanins in *Myrciaria dubia* "camu camu" from the Lagunas - Loreto district. To determine the content of phenolic compounds in the hydroalcoholic extract of the evaluated fruit, the Folin-Ciocalteu method was used, for the antioxidant capacity the DPPH method was used, the absorbances of the sample were measured in a spectrophotometer at 700 nm and to determine the anthocyanin content, the differential pH method was used. The analysis of results to find the mean standard deviation was carried out in the Microsoft Office Excel 2016 program.

The results obtained and recorded in the data collection sheet for the content of phenolic compounds was 93.95 ± 1.52 mg eq - AG / 100 in fresh sample expressed in gallic acid, as well as the determination of the antioxidant activity, it is necessary to reduce to 50% the concentration of the DPPH radical was 239,865 μ g / ml of the fruit of *Myrciaria dubia* and as for the concentration of anthocyanins, a value of 1.07 ± 0.32 mg of cyanidin-3-glucoside / 100g was obtained. It is concluded that *Myrciaria dubia* has a high content of phenolic compounds, better antioxidant activity and anthocyanins.

Key words: Phenolic compound, antioxidant activity, anthocyanins, folin-ciocalteu, DPPH, *Myrciaria dubia*

I. INTRODUCCIÓN

Los repentinos cambios en las pautas de alimentación y el estilo de vida sano en la población han cambiado significativamente durante estos últimos siglos debido a la globalización y al urbanismo. Los países de Latinoamérica no escapan de dicha situación donde se ve reflejado deficiencias nutricionales en los últimos tiempos, también se observa el daño producido por los radicales libres y va a estar asociados a enfermedades degenerativas como por ejemplo el cáncer, dislipidemias, diabetes, hipertensión arterial, etc. Al mismo tiempo se ve involucrado el proceso del envejecimiento. ¹

Según la OMS y la FAO se recomienda el consumo de un mínimo de 400 gramos diarias de frutas y verduras debido a su importante papel contra la predisposición de enfermedades ocasionada por radicales libres, así de tal manera cada una que ellas tienen antioxidantes y compuestos fenólicos. ²

Los radicales libres (RL) se define como cualquier especie de molécula y son generados en nuestro organismo por diversos sistemas endógenos, así mismo los RL tienen una vida útil de tan solo unos segundos, pero en ese momento puede causar el desarrollo de células cancerígenas, acelerar el procedimiento del envejecimiento y otras enfermedades ³. Los RL pueden afectar negativamente a varias clases importantes de moléculas biológicas, como ácidos nucleicos, lípidos y proteínas, así también alterando el estado redox normal que conduce a un estrés oxidativo. Ciertas investigaciones indican que el estrés oxidativo asociado con los radicales libres genera diversas enfermedades como diabetes mellitus, trastornos neurodegenerativos, enfermedades cardiovasculares, enfermedades respiratorias y varios tipos de cáncer. ⁴

En la actualidad en nuestra amazonia peruana es una de las regiones con mayor biodiversidad tales como es la fauna y flora, este último tiene una gran importancia en la que se caracteriza por ser de gran cantidad y diversa pues constituye una fuente importante en la dieta de la población y también como materia prima para la exportación. Este es el caso del Camu Camu es un fruto que actualmente está siendo reconocido en nuestro país.

El camu camu como nombre científico *Myrciaria dubia* tiene un elevado contenido de Vitamina C presentando 2780 mg convirtiéndose así en un poderoso antioxidante y ha despertado el interés del comercio exterior, y puede ser utilizado como alimento funcional y nutraceúticos. ⁵

Por lo anteriormente expuesto, la presente investigación se plantea el siguiente problema, **¿Cuál es el contenido de compuesto fenólicos, antocianinas y capacidad antioxidante del fruto de *Myrciaria dubia* “camu camu”?**

De tal manera, la hipótesis planteada es implícita porque los resultados los encontraremos durante el procedimiento de la investigación.

El trabajo de investigación se justifica para mejorar el conocimiento e incentivar el consumo de productos naturales, porque se está observando la inadecuada alimentación por medio de varios factores entre ellas el uso de fármacos y químicos, ya que debido a eso se desarrolla algún problema de salud como diabetes, hipertensión, Cáncer, enfermedades cardiacas, etc.

En nuestro país cabe resaltar que la tasa de mortalidad es elevada, es por ello que es importante conocer lo nuestro para así prevenir las enfermedades mencionadas, además que aportan diversos compuestos fenólicos y antioxidantes y al mismo tiempo actúan ante el estrés oxidativo y los radicales libres. Por eso se da a conocer los beneficios que trae consigo *Myrciaria dubia* porque brinda antioxidantes que ayuda a prevenir diversas enfermedades ya mencionadas y además actúa como un mecanismo de prevención.

Se planteó como objetivo general, identificar la concentración de compuestos fenólicos, actividad antioxidantes y antocianinas en *Myrciaria dubia* “camu camu” y como objetivos específicos es determinar el contenido de compuestos fenólicos de *Myrciaria dubia* “camu camu”, cuantificar el contenido de antocianinas totales en *Myrciaria dubia* “camu camu” y determinar la capacidad antioxidante de *Myrciaria dubia* “camu camu”.

II. MARCO TEÓRICO

Existen estudios que relacionan o guardan vínculo con los compuestos fenólicos, antocianinas y capacidad antioxidante, entre ellos se encuentra los siguientes:

En cuanto a los antecedentes internacionales, encontramos a Nunomura y Campos ⁶ utilizaron el método de FRAP y DPPH para evaluar diferentes frutas, encontrando que la mayor capacidad antioxidante frente a DPPH lo tenía el camu camu con un 94.8%, seguido del kiwi con 52.4% esto se debe posiblemente debido a la cantidad de ácido ascórbico y antocianinas; varios autores consideran al alimento con un gran potencial funcional.

Zanatta ⁷ realizó una investigación donde las antocianinas principales se aislaron por cromatografía en contracorriente de alta velocidad. Se identificó la cianidina-3-glucósido como el pigmento principal del camu camu, representando un 89,5%, seguido del delfinidina-3-glucósido que oscila entre 4.2 y 5.1%, respectivamente.

En antecedentes nacionales encontramos según Sotero⁸ realizó la determinación de actividad antioxidante frente al radical libre del DPPH, también se logró determinar la concentración de compuestos fenólicos y vitamina C, mediante el método espectrofotométrico y cromatografía de HPLC. Se observa que los mejores resultados lo obtuvieron la corteza de *Myrciaria dubia* con IC50 de 147 µg/ml, consecutivo de la pulpa con 168 µg/ml y con menor actividad la semilla con 399,77 µg/ml. De acuerdo con la relación de composición fenólica se consideró que en la pulpa seca (23168,0 mg) y en la corteza seca (17905 mg) existe una gran cantidad de componentes fenólicos destacando entre ellas los flavonoides y antocianinas.

Caisahuana⁹ evaluó la capacidad antioxidante de los dos estadios de maduración del Camu camu se vio expresada en porcentaje de inhibición de los radicales libres, siendo para la etapa madura 89,87%, y para la etapa pintón 78,46% de inhibición del radical libre, donde hubo una correlación

entre ácido ascórbico y la capacidad antioxidante de acuerdo a las etapas de maduración, siendo correspondiente a $r = 0,965$ y $r = 0,8456$.

Villanueva y Condezo ¹⁰ evaluaron el contenido de antocianinas y vitamina C de la cáscara seca y fresca, utilizando distintos RL a enfrentar (DPPH, ABTS+ y Peróxido) y de paso relacionar el valor de la vitamina C y polifenoles totales con capacidad antioxidante. En la cáscara de la fruta madura se observó mayor contenido de vitamina C y antocianinas con 22 mg en relación al pintón y 46.4 mg/L de cianidina-3-glucósido, mientras que la cáscara seca del pintón se observó ácido ascórbico y polifenoles totales con 54.0 mg y 8.0 mg de Ac. Gálico/g.

Myrciaria dubia es el nombre científico del Camu camu, que forma parte de la familia Myrtaceae aunque también en distintos países lo conocen como el nombre de Cacari o arazá de agua en Brasil, en Colombia como Minuake (Guanano) o Guayabo y en el país de Venezuela se denomina como guayabito. *Myrciaria dubia* lo podemos encontrar ampliamente distribuido en nuestro país, Colombia, Brasil y Venezuela¹¹. En la Amazonía peruana se encuentra en los lugares de selva baja en las provincias de Iquitos y Pucallpa, sus condiciones ambientales donde crecen esta fruta exótica es el bosque húmedo tropical con una temperatura en promedio máximo de 25° C y como mínimo de 23.2°C, el *Myrciaria dubia* nace de manera natural en bordes de los ríos, lagos, riachuelos, de tal manera llegando a formar grandes extensiones sobre la zona; esta fruta se adapta a terrenos no inundables además puede tolerar inundaciones de 4 – 5 meses y 2 meses de sequía. ¹²

Myrciaria dubia es un árbol de hasta 15 metros de altura esto produce frutos redondos de superficie homogéneo y brillante, de color rojo intenso a negro violáceo, cuando la fruta está en el estado maduro, puede llegar a medir entre 2 a 4 cm de diámetro, la raíz tiene un aspecto conoidal que logra llegar una profundidad hasta 50 cm de la superficie, los tallos tienen un diámetro de hasta 15 cm. El consumo del camu – camu se da principalmente en la pulpa por lo cual contiene entre 1.8 a 3% de vitamina C, esto se puede utilizar en distintas preparaciones como en jugos, helados, mermeladas,

jarabes, conservantes y colorantes naturales para la industria alimentaria.¹³

14

Myrciaria dubia es el fruto que contiene una gran cantidad de ácido ascórbico en la pulpa comestible, según la tabla peruana de composición de alimentos esta fruta contiene 2780 mg de vitamina C ¹⁵, compuesto en el que el ser humano no es capaz de producir por lo tanto debemos consumirla mediante de nuestra dieta. El camu – camu además de tener una gran fuente de ácido ascórbico natural, se han demostrado que la cáscara y pulpa contiene compuestos fenólicos, como flavonoides, antocianinas, derivados de ácido elálgico y gálico. ¹⁴

Myrciaria dubia por su apariencia de diferentes composiciones bioactivos en este fruto se puede utilizar para reducir o impedir diferentes afecciones cardiovasculares y el cáncer; su elevado contenido de ácido ascórbico beneficia a la formación del colágeno de la cual es el encargado de tonificación de los huesos, músculos y tendones. Al ingerir esta fruta además ayuda a prevenir la obesidad y enfermedades asociadas, de igual manera reduce y mejora los dolores de cabeza, diabetes, artritis, básicamente el resfriado y gripes severas. En un estudio ejecutado en Japón, donde varones fumadores voluntarios después de beber una dosis cotidiana de 75 ml de jugo de camu camu que corresponde a un 1060 mg de vitamina C por el transcurso de 7 días, obtuvieron resultados como disminuir los marcadores inflamatorios. Otras utilidades que tiene esta fruta es la disposición de proteger el revestimiento del tracto gastrointestinal, asimismo se ha demostrado que la combinación con la maca negra influye de un modo notable al aumento de la producción de esperma. ¹⁶

Los compuestos fenólicos son probablemente los compuestos naturales más explorados por los beneficios que aporta a nuestra salud, también se consideran importantes antioxidantes en la dieta, por ejemplo, lo podemos encontrar en diferentes frutas, verduras, raíces y también cereales¹⁷; además juegan un rol principal en el tratamiento y prevención del cáncer. Existen diversos bioactivos de los compuestos fenólicos son encargados de sus propiedades quimio preventivas como efectos antioxidantes,

anticancerígenos o anti mutagénicos y antiinflamatorios cabe recalcar que atribuyen a la apoptosis y detener el ciclo celular regulando el metabolismo carcinógeno e inhibiendo la unión del ADN y las células. ¹⁸

Los compuestos fenólicos están formados por un anillo aromático y con más grupos de fenoles, sin embargo, constan de una parte de los grupos más abundantes dentro de los metabolitos secundarios, de esta manera son esenciales para la fisiología y metabolismo celular. Los compuestos fenólicos comprenden desde los ácidos fenólicos, hasta polímeros complejos como los taninos condensados y la lignina; asimismo se localiza pigmentos de flavonoides.¹⁹

Los flavonoides se presentan como derivados de 2 – fenil – benzopirona, los átomos de carbono en las moléculas de flavonoides se ensamblan en dos anillos de benceno, comúnmente denotados como A y B, que están conectados por un oxígeno que contiene anillo de pireno (C). Debido a las diferencias en las estructuras de compuestos estos se clasifican como flavonoles, isoflavonas, neoflavonoides y antocianinas, entre ellas existe variaciones estructurales según el grado de hidrogenación del sistema. Los flavonoides son componentes importantes en la dieta y son ampliamente utilizados y se considera que los flavonoides se encuentran entre los antioxidantes más importantes en los vegetales. ²⁰

Existen varios estudios donde mencionan que los compuestos fenólicos tienen buenos beneficios para la salud debido a sus propiedades antioxidantes, se ha demostrado científicamente que previenen diversas enfermedades crónicas que están relacionadas al estrés oxidativo.

Actualmente existe una importante demanda de colorantes naturales entre ellos el más conocido es el color rojo. Las antocianinas es el conjunto de pigmento que abarca desde un color rojo hasta azul y lo podemos encontrar en varias frutas, vegetales y cereales, son hidrosolubles; la inclinación a dicha pigmentación se ha incrementado durante estos últimos años, asimismo por el desempeño de reducir varias enfermedades como problemas coronarios, cáncer y diabetes, también por el efecto antiinflamatorio, mejoramiento a la visión y comportamiento cognitivo.²¹

Las antocianinas se clasifican en dos grupos según su composición química como flavonoides y fenólicos; particularmente ahora tenemos antocianinas que son las más considerables como: pelargonidina, delphinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina, de la cual se mencionan proceden de la fuente más llamada como hortalizas; la mezcla de estas con diferentes azúcares genera aproximadamente 150 antocianinas; por lo tanto, dichas antocianinas son agentes que ayuda reemplazar los colorantes sintéticos y tiene una obtención de valor agregado para el consumo humano. ²²

Un antioxidante es aquella molécula que previene el daño celular causado por la oxidación, aunque estas reacciones de oxidación son cruciales para la vida, también puede ser perjudiciales. Se conoce que las plantas y los animales tienen un sistema complejo de tipos de antioxidantes como son la vitamina C y vitamina E, también se encuentran las enzimas como catalasa, superóxido dismutasa y peroxidasa. Los antioxidantes se clasifican de dos formas: endógenos que se fabrican en la propia célula y los exógenos ingresan al organismo por medio de una dieta. La presencia de antioxidantes en los alimentos es importante, porque la composición ayuda a conservar su condición nutricional y la mayoría de los antioxidantes se encuentran en vegetales y otros alimentos, además ayuda a preservar de forma considerable la salud de los individuos y así mismo aprovechar los beneficios para su salud. ^{23 24}

Los antioxidantes ayudan a cuidar nuestra salud, asimismo debemos consumirlo diariamente y en cantidades suficientes, una alimentación saludable es la mejor manera de cuidar la salud. Durante el envejecimiento los niveles tisulares de antioxidantes disminuyen a partir de muchos la causa se debe a los daños almacenados por los radicales libres, por ende, se necesita un incremento de compuestos antioxidantes en este ciclo de vida. ²⁵

Se realizaron varios estudios indicando que la presencia mayor de antioxidantes exógenos impide el daño de radicales libres a la misma vez

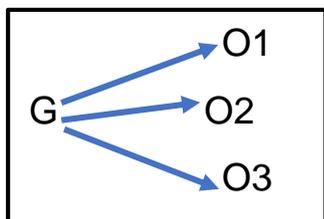
está asociada con el cáncer, por esta razón el consumo de los antioxidantes puede ayudar a disminuir el riesgo de sufrir esta enfermedad. ²⁶

Para determinar la medición de la capacidad antioxidante de un alimento se realiza la cuantificación de las moléculas presentes, la mayor parte de los ensayos realizados para determinar dicha actividad se basa mediante el radical libre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo), los resultados del ensayo DPPH se presentan en diferentes maneras como la concentración máxima de la media inhibitoria (IC50), se refiere a la cantidad de antioxidante necesario para disminuir la concentración inicial del DPPH al 50%. ²⁷

III. MÉTODO

3.1. Tipo y diseño de Investigación

El tipo de trabajo de investigación aplicado es de corte transversal, diseño no experimental, de tipo descriptivo simple.



G = *Myrciaria dubia* (Camu camu)

O1 = Compuestos fenólicos

O2 = Actividad Antioxidante

O3 = Contenido de antocianinas

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Compuesto Fenólicos

- **Definición conceptual:** Los componentes fenólicos intervienen como antioxidantes e inhiben a los radicales libres, son estructuras moleculares que contienen al menos un grupo fenol.

28

- **Definición operacional:** Los compuestos fenólicos se determinó por el método Folin – Ciocalteu.
- **Indicador:** µg equivalente de ácido gálico / 100 gr de la fruta
- **Escala de medición:** Cuantitativa de razón.

3.2.2. Actividad Antioxidante

- **Definición conceptual:** La actividad antioxidante es la sustancia que ayuda a inhibir la degradación oxidativa. ²⁹
- **Definición operacional:** Se determina a través del método DPPH.
- **Indicador:** concentración inhibitoria del extracto al 50%, IC50 µg/ml
- **Escala de medición:** Cuantitativa de razón

3.2.3. Antocianinas:

- **Definición conceptual:** Las antocianinas son pigmentos hidrosolubles presentes en varios vegetales, frutas y otros

alimentos de la cual estas antocianinas son encargadas de brindar un color al alimento desde un rojo hasta azul. ²⁶

- **Definición operacional:** Determinar con el método del pH diferencial.
- **Indicador:** mg/100 gr de la muestra
- **Escala de medición:** Cuantitativa de razón

3.3. Población, Muestra y muestreo

La población está conformada por *Myrciaria dubia* “Camú Camú” en el tercer estadio de maduración.

Criterios de Inclusión:

- *Myrciaria dubia* “camu camu” con adecuada característica organoléptica.

Criterios de Exclusión:

- *Myrciaria dubia* “camu camu” en problemas de deterioro.
- *Myrciaria dubia* “camu camu” con presencia de golpes.

Muestra: Se utilizó 1000 gr de pulpa y cáscara de *Myrciaria dubia*, procedente del Distrito de Lagunas, Provincia de Alto Amazonas, Departamento de Loreto

Muestreo: Se aplicará un muestreo no probabilístico.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se empleó para dicha investigación es la observación, empleando el método de Folin - Ciocalteu para determinar los compuestos fenólicos, a través del método DPPH se determinó la capacidad antioxidante utilizando el espectrofotómetro kyntel KV1200 y para el contenido de antocianinas se utilizará el método de pH diferencial.

Se empleó la ficha de recolección de datos mediante el cual se registran las muestras empleadas en la extracción del fruto de *Myrciaria dubia* “Camu camu”

3.5. Procedimientos

Recolección de Muestras

Se adquirió un 1 kg del fruto *Myrciaria dubia* del mercado local, ubicado en el distrito de Tarapoto (San Martín – Perú), fruto

procedente del distrito de Lagunas ubicada a 149 m.s.n.m. El “camu camu” se empaqueta en una bolsa plástica y luego se adiciono una caja de cartón cubiertas con papel periódico para evitar los golpes excesivos al momento del traslado hacia la ciudad de Trujillo.

Preparación de Muestras

Una vez obtenida la muestra del producto se procedió a la desinfección utilizando 1ml de hipoclorito de sodio (NaClO) al 5% en 1 litro de agua, luego se enjuago con agua destilada para así retirar los residuos de NaClO 5%, posteriormente se realizó la selección adecuadamente separando la pulpa, semilla y cáscara de forma manual.

Preparación del extracto hidroalcohólico de Myrciaria dubia “camu camu”

Después de seleccionar manualmente la muestra, se colocó en la licuadora donde obtuvo un peso inicial de pulpa y cáscara 382.952 gr. del fruto *Myrciaria dubia* y se agregó 371 ml de etanol al 80% luego se colocó en frascos ámbar, luego se dejó macerar a temperatura ambiente por 7 días.

Luego la muestra se filtró en papel Whatman N° 40 donde se obtuvo un volumen de filtración de 429 ml, posteriormente dicha filtración fue colocada en un envase de vidrio y después se colocó a baño maría CDK - 522 a 80°C en un tiempo de 10 horas hasta obtener un concentrado final de 181 ml.

Determinación de Sólidos Solubles

De la muestra obtenida se determinó los grados Brix utilizando un refractómetro ATC para calcular Sólidos solubles totales, logrando obtener un total de 10° Brix para el fruto de *Myrciaria dubia*.

Determinación de Compuestos Fenólicos

Para la determinación de compuestos fenólicos se utilizó el método de Folin – Ciocalteu donde se realizó una curva de calibración de ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico “ácido gálico” (Spectrum chemical, Gardena - California) con concentración de 0 – 16 µg/ml. De la solución del extracto etanólico concentrado del fruto se realizó una solución diluida 1:5 (1 ml de la muestra con 4 ml de agua destilada).

El ensayo se realizó de la siguiente manera: se midió 125 µL de cada una de la solución patrón del ácido gálico y del extracto etanólico diluido de *Myrciaria dubia*, se añadió 0,5 ml de agua destilada y 125 µL del reactivo de Folin – Ciocalteu (Merck. DARMSTADT- Alemania). Después se dejó reaccionar por 6 min y se añadió 1,25 ml de carbonato de sodio al 7%, por último, se agregó 1 ml de agua destilada y se brindó el reposo de 90 minutos a temperatura ambiente. Las absorbancias se realizaron a 760 nm en espectrofotómetro Kyntel KV 1200 y luego el extracto fue diluido con solución etanólica al 50%.³⁰ La muestra se realizó tres veces seguidas y la determinación de compuestos fenólicos serán expresados por mg de AG/g de extracto hidroalcohólico.

Solución de Buffer pH 1,0 de KCL al 0.025 M/ HCL

Se pesó 0.186 gramos de cloruro de potasio (Lab Chem, Navghar - India), se mezcló 98 ml de agua destilada en un vaso de precipitado, después se midió el Ph en el pHmetro digital equilibrado, posteriormente se ajustará el pH a 1,0 con HCL concentrado, luego transferir a un matraz y finalmente se diluye con 100 ml de agua destilada. La solución se colocó a temperatura ambiente.

Solución de Buffer pH 4,5 de Acetato de Sodio al 0.4 M/HCL

Se pesó 5.500 gramos de acetato de sodio (Lab Chem, Navghar, India), se mezclaron 96 ml de agua destilada en un vaso precipitado, después se midió el pH en el pHmetro digital equilibrado, posteriormente se ajustó el pH a 4.5 con HCL concentrado y finalmente se diluyó con 120 ml de agua destilada.

Determinación de Antocianinas

Para la determinación del contenido de antocianinas se empleó el método de pH diferencial donde permite una precisión y rapidez de medición de las antocianinas totales. Se preparó soluciones de extracto metanólico de solución Buffer pH 1,0 (KCL) y pH 4,5 de acetato sódico. Se diluyó 1 ml de muestra de extracto de *Myrciaria dubia* con 4 ml de agua destilada y luego se colocó 0.3 ml de dilución del extracto de *Myrciaria dubia* y colocó 0.6 ml de solución de cloruro

de potasio (pH 1) y de igual manera se realizó con acetato sódico (pH 4.5), se utilizó el etanol a 80% para ambas soluciones.

Después se colocó las muestras a un espectrofotómetro para tomar la lectura de absorbancia de 700 nm.

Para la obtención de antocianinas se utilizó la siguiente fórmula:

$$A = (A_{\text{vis-max}} - A_{700})_{\text{pH1}} - (A_{\text{vis-max}} - A_{700})_{\text{pH 4.5}}$$

Donde $A_{\text{vis-max}}$ es la lectura de absorbancia alta a pH 1 y pH 4.5 y A_{700} es el 700nm tanto para pH1 como pH 4.5

Para calcular la concentración de la muestra se realizó la siguiente fórmula:

$$A.M = (A * \text{Peso molecular} * FD * 1000) / (\epsilon * l)$$

A.M = antocianina monomérica

A = Absorbancia antes calculada

FD = Factor de dilución

ϵ = Coeficiente de extinción molar

Determinación de la Capacidad Antioxidante

Para la determinación de la capacidad antioxidante de *Myrciaria dubia* "Camu camu", a partir del extracto concentrado se preparó una solución diluida 1:50 (1 ml de muestra + 49 ml de agua destilada) y etanol a 80% y se empleó el método de DPPH (1,1 – difenil - 2 – picril - hidrazilo) (Sigma- Aldrich, Alemania) , a continuación, se realizó una curva de calibración con ácido ascórbico (Lab Chem, Navghar - India) para así expresar la capacidad antioxidante del extracto donde se preparó nuevas diluciones del extracto diluido con concentraciones de 75, 150, 300 y 450 $\mu\text{g/mL}$. Se tomó 100 μL de cada una de las concentraciones y se adicionó 5 ml solución etanólica de DPPH ($1 \times 10^{-4}\text{M}$), posteriormente se mezcló y espero por alrededor de 60 minutos en la oscuridad a temperatura ambiente.³⁰

Se calculará la medida de absorbancia a 517 nm utilizando el espectrofotómetro Kynthel Kv 1200 y repitiendo la secuencia 3 veces para tener los siguientes resultados. Los resultados se expresan como IC_{50} mg/dl.²²

Para determinar la actividad antioxidante se realiza la siguiente fórmula:

$$\text{Actividad antioxidante}(\%) = \frac{AC - AM}{AC} \times 100$$

Donde:

AM es la absorbancia de la muestra

AC es la absorbancia del reactivo blanco (DPPH + etanol)

El extracto de la sustancia hidroetanólica inhibe al 50% de RL de DPPH, se obtiene al graficar el porcentaje de actividad antioxidantes entre la concentración de cada una de diluciones. Se utilizó la pendiente e intercepto de línea de regresión lineal para calcular el valor de IC₅₀ en la siguiente fórmula:

$$IC_{50} = \frac{50 - b}{m}$$

Donde:

IC50 = Cantidad de la muestra para disminuir al 50% la concentración del DPPH.

b = Intercepto de línea de regresión

m = pendiente de la línea de regresión lineal

3.6. Método de análisis de datos

Para realizar los análisis de datos se utilizó la estadística descriptiva por medio del programa Microsoft Office Excel 2016 para así obtener el promedio y desviación estándar.

3.7. Aspectos éticos

La investigación se realizó bajo el N° 29763 Ley forestal y de fauna silvestre donde ampara el derecho a la protección, conservación y uso sostenible del patrimonio de flora y fauna silvestre, de la cual no se hizo daño a la siembra ni tierra en la que fue cosechada el fruto.

IV. RESULTADOS

Tabla 1 Contenido de Compuestos Fenólicos del fruto de *Myrciaria dubia*, determinado por el método de Folin – Ciocalteu

Muestra	Concentración del CF* expresados en AG* (ug/ml)	Contenido de compuestos fenólicos (eq-mg AG*/100g)
<i>Myrciaria dubia</i> (n = 03 repeticiones)	359.82 ± 5.84	93.95 ± 1.52

Fuente: Ficha de recolección de datos *AG: Ácido Gálico *CF: Compuesto Fenólicos

Tabla 2 Contenido de Antocianinas del fruto de *Myrciaria dubia*, según el método de pH diferencia

<i>Myrciaria dubia</i> (n = 04 repeticiones.)	Contenido de antocianinas mg /100 g de muestra
1	0.829
2	1.229
3	1.450
4	0.773
Prom.	1.07033
Desv. Estándar	0.32458

Fuente: Ficha de recolección de datos

Tabla 3 Capacidad Antioxidante del Fruto De *Myrciaria dubia*, determinado por el método de DPPH

Muestra	Ecuación de capacidad de antioxidante (DPPH)	IC50 $\mu\text{g/mL}$	Concentración de Vit C*
<i>Myrciaria dubia</i>	$y = 0.197x + 18.498$ $R^2 = 0.9953$	239.865 $\mu\text{g/mL}$	0.44 mM

Fuente: Ficha de recolección de datos

X: Porcentaje de inhibición

Y: Concentración del extracto hidroalcohólico

*Determinado por la recta de inhibición del DPPH por la concentración de vitamina C (Ver anexo 02, Gráfico 09)

V. DISCUSIÓN

Myrciaria dubia “camu camu”, es un fruto perteneciente a la familia *Myrtaceae* provenientes de una especie nativa de la Amazonia peruana, tiene un gran potencial como alimento funcional debido al alto nivel de Vitamina C, cantidades elevadas de antioxidantes y compuestos fenólicos como flavonoides, elagitaninos, ácido elágico, gálico, antocianinas y pro antocianinas, esto favorece a la prevención de enfermedades como enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer, etc y por ello brindan beneficios para la salud ¹⁶ .

En el presente trabajo de investigación se determinó el contenido de compuesto fenólicos mediante el método de Folin – Ciocalteu, utilizando como patrón de ácido gálico para la elaboración de una curva de calibración, siendo esta $Y = 0.0031X - 0.042$, donde “Y” es la absorbancia a 760 nm y “X” es la concentración de ácido gálico expresada en $\mu\text{g/ml}$. (Gráfico N° 01, ver anexo 06).

En la tabla 1 se muestra que el contenido de compuesto fenólicos en el fruto *Myrciaria dubia* “camu camu” correspondiente a 93.95 ± 1.52 mg equivalentes en AG/100 g de muestra fresca en el tercer estadio de maduración, siendo este inferior al determinado por Caisahuana⁹ indica que obtuvo un valor de 480.53 mg equivalentes en Ácido Gálico/ 100g de muestra fresca del tercer estadio de maduración, obteniendo así una alta concentración de compuestos fenólicos, esto se debe a un factor importante que determina esta concentración es el estado de madurez, el tamaño del fruto y también porque el autor utilizó mayor cantidad de muestra, a parte la concentración de etanol en el extracto estaba al 96%. El contenido de compuestos fenólicos difiere en relación a otros estudios, pero determinados en muestra seca, como el reportado por Turin³² quien señala que la muestra seca en el tercer estadio de maduración de *Myrciaria dubia*, tiene como contenido de compuesto fenólicos de 865.81 ± 6.64 mg AG/100 g. Por lo contrario, podemos observar que el estudio realizado por Quezada³¹ reporto el contenido de compuesto fenólicos de 615.81 ± 29.0 mg AG/ 100g en muestra seca en estado maduro. Los diferentes resultados obtenidos en el estudio se deben al método de

extracción y la preparación de dicho fruto. En el método de deshidratación se encuentran mayor contenido de compuestos fenólicos por que conserva y protege sus características organolépticas, también por la mayor cantidad de sus componentes se concentran en este método.

En el tercer estadio de maduración los flavan-3-oles y ácido elágico son los compuestos fenólicos más representativos en este fruto, también posee cantidades importantes de taninos hidrolizados (galo y/o elagitaninos), catequina, epicatequina y rutina; eso confirma que el fruto de *Myrciaria dubia* es una fuente prometedora de compuestos fenólicos antioxidante ⁸

En la tabla 2 se muestra el contenido de antocianinas totales obteniendo un valor de 1.07 ± 0.32 mg de cianidina-3-glucósido/100g en muestra fresca del fruto de *Myrciaria dubia* en el tercer estadio de maduración determinado por el método de Ph diferencial. El estudio realizado por Torres ³⁵ reportó 0.85 ± 0.17 de mg/100 g en muestra fresca en el tercer estadio de maduración.

El contenido de antocianinas es más alto en la cáscara, así pues, el reportado Castro ³⁶ quien encontró un valor de $55,17 \pm 24,30$ mg de cianidina-3-glucósido /100 g cáscara en muestra fresca, asimismo el reportado por Grigio et al³⁷ indica un valor de 107.19 mg de cianidina -3- glucósido/100 g en muestra fresca del tercer estadio de maduración del fruto de *Myrciaria dubia*. El resultado obtenido a comparación de los estudios mencionados, nos indica que mayor contenido de antocianinas podemos encontrar en la muestra fresca de la cáscara del fruto y en el tercer estadio de maduración.

Las antocianinas son pigmentos naturales responsable de dar color a los frutos, por ende, algunos pigmentos lo podemos encontrar en el fruto de *Myrciaria dubia*, según referencias actualizadas son delfinidina – 3 – glucósido, cianidina – 3 – glucósido y malvidina – 3 – glucósido. la combinación de éstas con los diferentes azúcares genera aproximadamente 450 antocianinas que abundan en la naturaleza.³⁸

En la tabla 3 se observa la capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico de la pulpa y cáscara del fruto *Myrciaria dubia* “camu camu” por medio de la concentración inhibitoria del extracto frente al DPPH(IC50), siendo correspondiente a 239,865 µg/ml. Los resultados del estudio realizado son

cercanos al reportado por Muñoz ³⁴ quienes determinaron el valor de IC50 a 289,29 µg/ml en muestra fresca en la que se utilizaron solución de etanol al 95% para la solución etanólica de DPPH. Asimismo, un estudio similar reportado por Mamani³³ obtuvo un valor de 172.397 µg/ml en muestra fresca en el segundo estadio de maduración.

Por otra parte, la capacidad antioxidante se incrementa cuando se utiliza muestra seca, es así que en la investigación de Alvarado³⁹ se encontró una capacidad antioxidante de 32,22 µg/ml en muestra seca del tercer estadio de maduración, utilizando 0,1 mM de DPPH y solución de metanol; en el caso de Sotero ⁸ obtuvo un valor de 167,67 µg/ml en pulpa y 146,94 µg/ml en cáscara en muestra seca en el tercer estadio también aplicó el método de DPPH con una solución de metanol al 50%.

La capacidad antioxidante del fruto de *Myrciaria dubia* (camu-camu) está estrechamente relacionada con el poder reductor de la vitamina C y otros compuestos fenólicos presentes en diferentes concentraciones y en diferentes etapas de maduración.

Entre las limitaciones encontradas en el estudio realizado, se empleó la solución etanólica al 80% en el extracto hidroalcohólico del fruto de *Myrciaria dubia*, en los estudios encontrados de los autores Sotero⁸ y Alvarado³⁹ mencionan que emplearon la solución metanólica al 50% en su extracto, además utilizaron muestras en mayor cantidad y por último el tiempo de maceración del extracto fue distinta a los autores ya mencionados.

VI. CONCLUSIÓN

- El contenido de compuesto fenólicos en el fruto de *Myrciaria dubia* “camu camu” procedente de Yurimaguas – Loreto, expresados en ácido gálico es correspondiente a un valor de $93,95 \pm 1.52$ mg equivalentes de AG/100 g en muestra fresca.
- La capacidad antioxidante del fruto *Myrciaria dubia* (camu camu) corresponde a un IC50 de 239,865 ug/ml.
- El contenido de antocianinas del fruto *Myrciaria dubia* (camu camu) es de 1.07 ± 0.32 mg/100 g de muestra fresca.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar investigaciones de gran escala para así estudiar los beneficios que brinda *Myrciaria dubia* debido a su alto contenido antioxidante y compuesto fenólicos.
- Realizar estudios comparando diferentes métodos ABTS+ y DPPH debido a que el fruto posee un alto contenido de antioxidante, se recomienda buscar alternativas de consumo como, por ejemplo, en capsulas, en polvo, en yogurt y esto permita incrementar la calidad de vida del consumidor.
- Estudiar los componentes bioactivos del *Myrciaria dubia* en diferentes estadios de maduración.

REFERENCIAS

1. Shamay T. Consumo de alimentos en América Latina y el Caribe. *An Ven Nutr* 2014; 27(1): 1 – 7.
2. Organización Mundial de la Salud. Fomento del consumo mundial de frutas y verduras. Disponible en: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/>
3. Lobo V, Patil A. Free Radicals, antioxidants and functional foods: Impacto n human health. *Pharmacogn Rev*: 2013; 4 (8): 1 – 9.
4. Phaniendra A. Free Radicals: properties, sources, targets and their implication in various diseases. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4310837/>
5. Calvay H. Evaluación de la actividad antioxidante en pulpa concentrada de camu camu (*Myrciaria dubia h.b.k. Me vaugh*) en dos estados de madurez en Tingo María. [Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias] Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2006.
6. Nunomura S, Campos A. _Avaliação da atividade antioxidante dos frutos de camu-camu, *Myrciaria dubia* (Myrtaceae). Sociedad Brasileira de Química. 2016. Disponible en: <http://sec.s bq.org.br/cdrom/29ra/resumos/T0590-1.pdf>
7. Zanatta C. Determination of anthocyanins from Camu-camu (*Myrciaria dubia*) by HPLC-PDA, HPLC-MS and NMR. *Agric. Food Chem*: 2005; 53 (24).
8. Sotero V, Silva L. Evaluación de la Actividad Antioxidante de la Pulpa, Cáscara y semilla del fruto de Camu camu (*Myrciaria dubia*). *Rev Soc Quim*: 2014;75(3):1 – 6.
9. Caisahuana M. Evaluación de Vitamina C, Polifenoles totales y Capacidad antioxidante en dos estados de madurez del Camu Camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh). Universidad Nacional del Centro del Perú; Junín: 2012
10. Villanueva J, Condezo L. Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de Camu camu. *Ciênc. Technol. Aliment*: 2010: 30(1): 1 – 10.
11. Osorio V. El cultivo de Camu Camu . Corpoica; Colombia: 2010.

12. Hernandez M. Camu camu. Colombia: Instituto Amazónico de investigación científica; 2010.
13. Braz J. Characterization of the Fruit Pulp of Camu-Camu (*Myrciaria dubia*) of Seven Different Genotypes and Their Rankings Using Statistical Methods PCA and HCA. Sociedade Brasileira de Química. 2016. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-50532016001001838
14. Chang A. El Camu camu: Aspectos Químicas, Farmacológicos y Tecnológicos. Peru: ISSN; 2013. Disponible en: <http://bibliotecafarmaceutica.com/Libros/EL%20CAMU%20CAMU.pdf>
15. Instituto Nacional de Salud. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos [Internet]. 2017. [Citado el 20 de febrero 2020]. Disponible en: <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
16. Arellano E. Camu-camu (*Myrciaria dubia*): Fruta tropical de excelentes propiedades funcionales que ayudan a mejorar la calidad de vida. _Scientia Agropecuaria; Trujillo: 2016.
17. Peñarrieta J, Tejada L. Phenolic Compounds in food. Bolivia: UMSA, 2014.
18. Huang W. Natural Phenolic Compounds from Medicinal herbs and dietary plants: potencial use for cancer prevention. London: University of Hong Kong; 2015.
19. Martin D. Los compuestos fenólicos: un acercamiento a su biosíntesis, síntesis y actividad biológica. Rev Invest Agr Amb [Internet]. 2018 feb. [Citado 13 febrero 2020]; 9(1). Disponible en: <https://doi.org/10.22490/21456453.1968>.
20. Malgorzata K. Natural flavonoids: classification, potential role, and application of flavonoid analogues. Poland: Lodz University of Technology; 2017.
21. Ramos I. Capacidad antioxidante in vitro y actividad regeneradora in vivo de una crema cosmética con extracto hidroalcohólico de *Myrciaria dubia* (kunth) MC Vaugh Camu Camu. [Tesis para optar el grado académico de Magíster en Ciencias Farmacéuticas con mención en Ciencia y

- Tecnología Cosmética] Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2017.
22. Galváo E. Enrichment of antioxidants compounds in cookies produced with camu-camu (*Myrciaria dubia*) coproducts powders. *LWT* 137 (1).
 23. Deepali J. Oxidative stress and antioxidants: an overview. *IJARR* [Internet]. 2017; 2 (9): 110-119. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/319468596_Oxidative_stress_and_antioxidants_an_overview
 24. Coronado M, Vega S, Gutiérrez Y, Vásquez M et al. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Rev Chil Nutr* [Internet]. 2015 jun. [citado 10 enero de 2020]; 42(2): 206-212. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v42n2/art14.pdf>.
 25. Elejalde J. Antioxidants outlook: Diseases preventive versus curative/therapeutic impact. *World Journal of Advanced Research and Reveiws* [Internet]. 2020; 6 (3): 175-179. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/342566433_Antioxidants_outlook_Diseases_preventive_versus_curativetherapeutic_impact
 26. Nassour R. Anthocyanin pigments: Structure and biological importance. *Journal of chemical and pharmaceutical S* [Internet]. 2020 oct.;13(4): 45-57.
 27. Bohorquez R. Determinación de actividad antioxidante de extractos de hojas de *Diplostephium Phylloides (kunth) wedd.* [Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Químico]. Colombia: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales; 2016.
 28. Balasundram N. Phenolic compounds in plants and agroindustrial by – products: antioxidant activity, ocurrence and potential uses. *Food chemistry*; 2013.
 29. Valko M. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology* 2017. Vol. 39, no. 1. p.44-84.
 30. Nossa D, Talero Y, Roza W. Determinación del contenido de polifenoles y actividad antioxidante de los extractos polares de comfrey (*Symphytum officinale* L). *Rev Cubana de Plantas Medicinales* 2016;21(2):125-132.

31. Quezada R. Capacidad Antioxidante de un comprimido a base de arándano (*Vaccinium Corymbosum*) y Camu Camu (*Myrciaria dubia*) liofilizado. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial]. Perú: Universidad Nacional del Santa; 2019. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3429/49413.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
32. Turin H. Evaluación de la Estabilidad Química del Fruto de Camu Camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) obtenido en un Deshidratador Dual. [Tesis para optar el título profesional de Licenciatura en Química]. Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal; 2018. Disponible en <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2533/Turin%20Villagas%20Helen%20Kristol.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
33. Mamani K. Efecto de la concentración de maltodextrina como agente encapsulante de la Vitamina c en el deshidratado por liofilización de la pulpa de Camu camu (*myrciaria dubia hbk mcvaugh*) en Pucallpa. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial]. Perú: Universidad Nacional de Ucayali; 2019. Disponible en: <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3898/000004149T-AGROINDUSTRIAS.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
34. Muñoz J. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuesto fenólicos en recursos vegetales promisorios. Rev Soc Quím Perú 2017. Vol. 73(3): 142-149.
35. Torres V. Determinación del potencial nutritivo y funcional de Guayaba (*Psidium guajava* L.), Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) y Camu Camu (*Myrciaria dubia* Vaugh). [Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial]. Ecuador: Escuela Politecnica Nacional; 2010. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1800/1/CD-2776.pdf>
36. Castro J. Variación del contenido de vitamina c y Antocianinas en *Myrciaria dubia* "camu camu". Rev Soc Quím Perú 2013. Vol. 79(4).
37. Grigio M. Qualitative evaluation and biocompounds present in different parts of camu-camu (*Myrciaria dubia*) fruit. Rev africana Journal. 2017. Vol 11 (5): 124-129.

38. Badui S. Química de los Alimentos. Editorial Pearson Educación, México. 2016.
39. Alvarado C. Actividad antioxidante in vivo del extracto acuoso del fruto de *Myrciaria dubia* “camu camu” y efecto hipolipemiante en ratas Holtzman. [Tesis para optar el Grado Académico de Magíster en Farmacología con mención en Farmacología Experimental]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2019. Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/14990/Alvarado_pc.pdf?sequence=3
40. Rodríguez J. Evaluación del poder antioxidante de una microemulsión conteniendo quercetina y aceites esenciales mediante un método optimizado de análisis Rev Ciencia e Ingeniería 2013. Vol 38(1): 45 – 50. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/5075/507550798006.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variable

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición
Compuestos Fenólicos	Los componentes fenólicos intervienen como antioxidante e inhiben a los radicales libres, son estructuras moleculares que contiene al menos un grupo fenol. ²⁸	Los compuestos fenólicos se determinarán por el método Folin - Ciocalteu	mg de ácido gálico / 100 gr de la fruta	Cuantitativa de razón
Actividad Antioxidante	La actividad antioxidante es la sustancia que ayuda a inhibir la degradación oxidativa. ²⁹	Se determina a través del método DPPH	IC50 ug/ml	Cuantitativa de razón
Antocianinas	Las antocianinas son pigmentos hidrosolubles presentes en varios vegetales, frutas y otros alimentos de la cual estas antocianinas son encargado de brindar un color al alimento desde un rojo hasta azul. ²⁶	Determinar con el método del Ph diferencial.	mg/100 gr de la fruta	Cuantitativa de razón

ANEXO 2: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 4: Ficha de recolección de datos del Contenido de Compuesto Fenólicos

Nº de repeticiones	Absorbancias	Concentración De CF Expresados En µg AG/MI	Eq-mg AG/100g
PROMEDIO			
DESV. ESTÁNDAR			

Tabla 5: Ficha de recolección de datos del Contenido de Antocianinas

Nº de repeticiones	pH 1.0	pH 4.5	Concentración de antocianinas en el extracto (mg/L)	mg de antocianinas /100 g de muestra
PROMEDIO				
DESV. ESTÁNDAR				

Tabla 6: Ficha de recolección de datos de Capacidad Antioxidante

Concentración del extracto en µg/ml	Absorbancias	Coefficiente de % inhibición

DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE COMPUESTOS FENOLICOS

Gráfico 1: Curva de calibración para el contenido de Compuestos Fenólicos

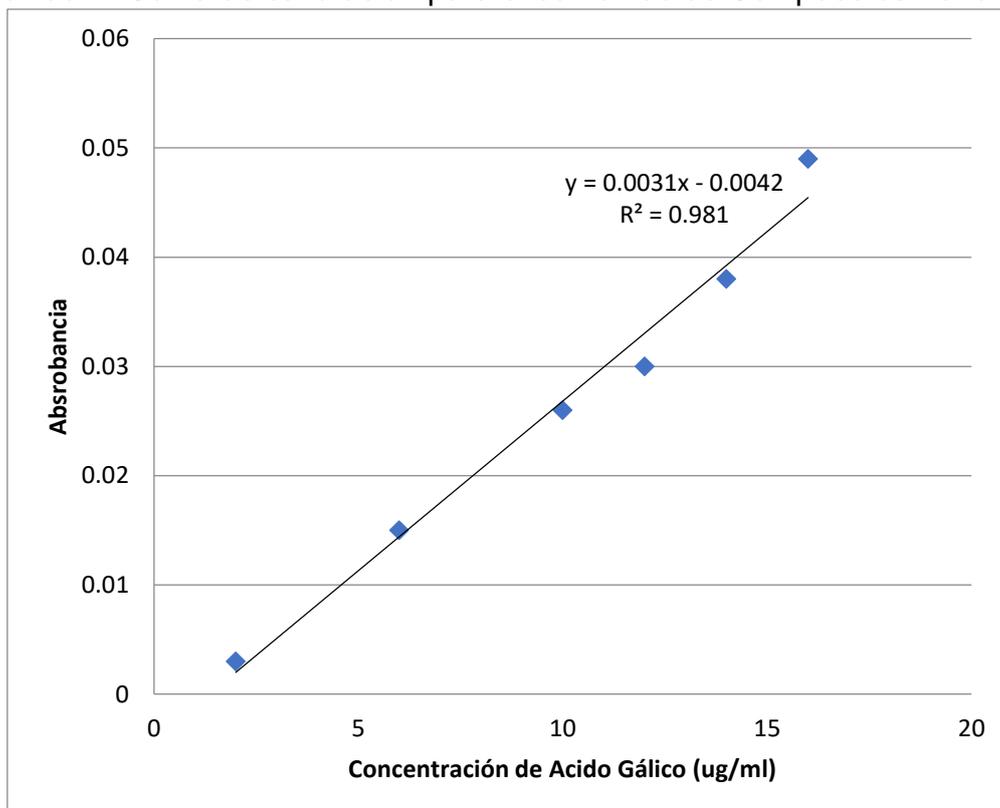


Tabla 7: Determinación de Compuestos Fenólicos del fruto de *Myrciaria dubia*

Muestra	Absorbancia	Ag (Ug/MI)	Xfd (5) Ug	Conc. Del extracto	eq-mgAG/100g
1	1.213	392.645	1963.226	355.343	92.791
2	1.251	404.903	2024.516	366.437	95.688
3	1.221	395.226	1976.129	357.679	93.401
Promedio				359.820	93.960
Desv. Estandar				5.848	1.527

Fuente: Ficha de recolección de datos

DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Gráfico 2: Porcentaje de Inhibición del extracto del fruto *Myrciaria dubia*

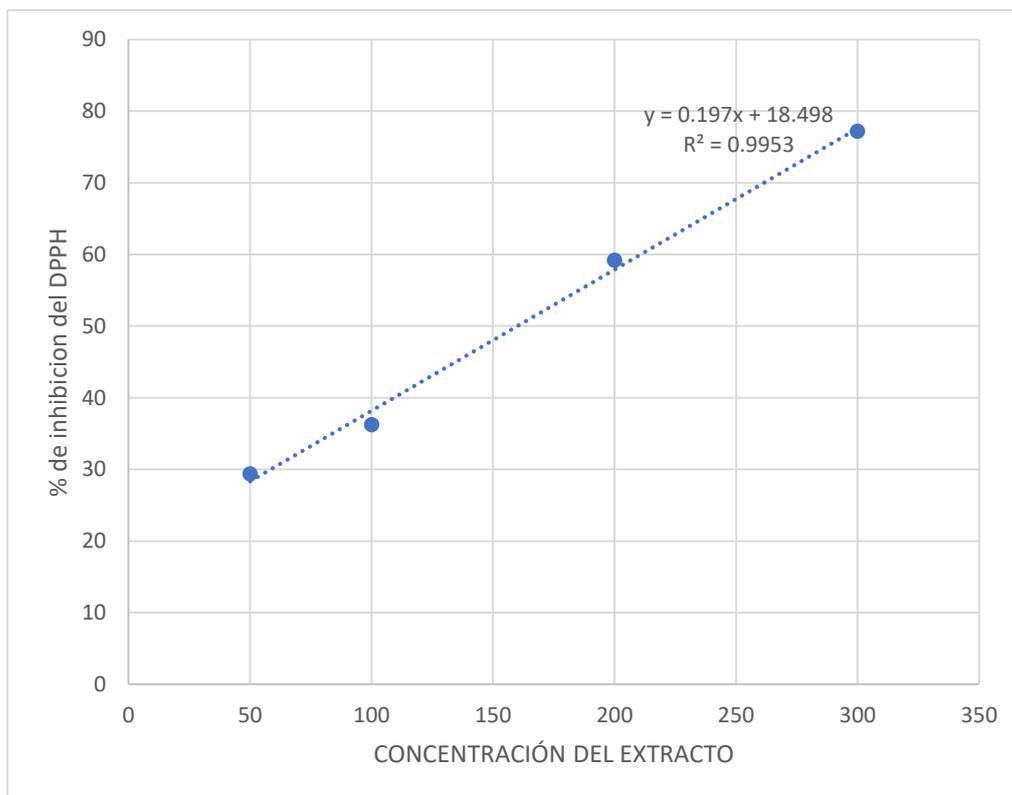


Tabla 8: Determinación del porcentaje de inhibición del DPPH del fruto de *Myrciaria dubia*

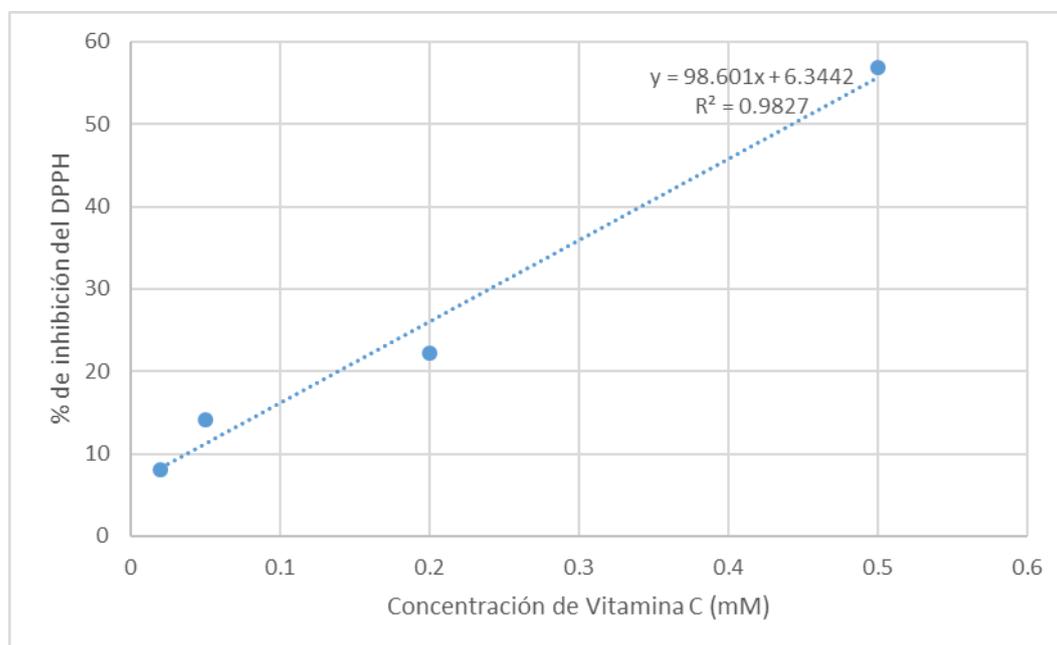
Concentración del extracto de <i>Myrciaria dubia</i>	Absorbancias	Coefficiente del % inhibición
75 ug/mL	0.452	29.375
150 ug/mL	0.408	36.25
300 ug/mL	0.261	59.21875
450 ug/mL	0.146	77.1875

Fuente: Ficha de recolección de datos

- Operación para hallar el IC₅₀ del fruto *Myrciaria dubia*:

$$IC_{50} = \frac{50 - 18.498}{0.197} = IC_{50} 159.90 \mu\text{g/ML}$$

Gráfico 3: Determinado por la recta de inhibición del DPPH por la concentración de vitamina C



DETERMINACIÓN DE ANTOCIANINAS

Tabla 9: Determinación de Antocianinas del fruto de *Myrciaria dubia*, según el método de Ph diferencial

Muestra	pH 1	pH 4.5	Concentración de antocianinas en el extracto (mg/L)	Contenido el extracto concentrado	mg de antocianinas /100 g de muestra
1	0.119	0.059	17.57655589	3.181356616	0.828640129
2	0.271	0.182	26.07189124	4.719012314	1.229149525
3	0.266	0.161	30.75897281	5.567374079	1.450120226
4	0.288	0.232	16.4047855	2.969266175	0.773397454
Prom			22.70305136	4.109252296	1.070326834
Desv. Standar			6.88467044	1.24612535	0.324575203

Anexo 3: Preparación de la Muestra de *Myrciaria dubia*

Figura 1: Estadío de Maduración del Fruto



1) Verde



2) Pintón



3) Maduro



Figura 2: Fruto *Myrciaria dubia*
"Camu camu"



Figura 03: Pesado de la fruta

Anexo 4: Preparación del extracto hidroalcohólico de *Myrciaria dubia*



Figura 4: Despepitado del fruto



Figura 5: La muestra de *Myrciaria dubia*, se licuo



Figura 6: Se colocó en un frasco cubierto de aluminio después se macero por 7 días en un ambiente oscuro.



Figura 7: Extracto Hidroalcohólico de *Myrciaria dubia*



Figura 8: Filtrado del extracto hidroalcohólico de *Myrciaria dubia*



Figura 9: Baño María CDK – 522 a 80°C del extracto hidroalcohólico

