



**Universidad  
Norbert Wiener**

**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO ETANÓLICO  
DE LA RAÍZ Y EL FRUTO DE *Euterpe precatoria* MART.  
“HUASAÍ” PROCEDENTE DE LA PROVINCIA MAYNAS Y  
CHANCHAMAYO**

Tesis para optar el título de profesional de Químico Farmacéutico

Presentado por:

**Br. Garamendi Alacote Carmen Rosa  
Br. Hernández Cerna María Elizabeth**

Asesora:

**Mg. Peña Suasnabar Carmen Gladys**

Co-asesora:

**Q.F. Ramos Llica Eva**

Lima – Perú

2019

## DEDICATORIA

A Dios por el don de la vida.  
A mi hija Maily por ser el mejor de los regalos.  
A mis padres, Ignacia y Aquiles por su respaldo.  
A mis hermanos Ornelia y Javier por su confianza en mí.

Br. Garamendi Alacote Carmen Rosa

A Dios por la salud y cuidado infinito en todo momento de mi vida.

A mis padres Wilder y Crecencia por ser las bases fundamentales que me ayudaron a llegar hasta aquí.

A mis hermanos Miguel, Eduar y Manuel por su apoyo ofrecido. Siendo ejemplo de lucha para alcanzar mis logros.

Ser retado es bueno. El desafío de la vida puede ser el mejor terapeuta\_ **Gall Sheehy.**

Br. Hernández Cerna María Elizabeth

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestra universidad Norbert Wiener por prepararnos académicamente como futuros Químicos Farmacéuticos y concretar nuestro desarrollo profesional con perseverancia y compromiso.

A nuestra asesora Mg. Q.F. Carmen Gladys Peña Suasnabar por su instrucción, guía y el tiempo dedicado para la ejecución de la investigación.

A nuestra Co-asesora Q.F. Eva Ramos Llica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por su apoyo en brindarnos su amplio conocimiento y experiencia en el desarrollo de la investigación.

A Lic. Pedro Saenz Rivera por su participación en el análisis estadístico y Paul Huamaní Tarazona por su apoyo brindado.

A quien fue nuestra docente Q.F. Bertha Jurado Teixeira (Q.E.P.D.) por su capacidad que nos brindó e infundir con amor en el principio de la investigación.

Br. Garamendi Alacote Carmen Rosa

Br. Hernández Cerna María Elizabeth

# ÍNDICE GENERAL

	pág.
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	IV
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	V
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	VII
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	X
<b>RESUMEN</b>	XI
<b>ABSTRACT</b>	XII
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
- Situación problemática	2
- Marco teórico referencial	3
- Estudios antecedentes	12
- Importancia y justificación de la investigación	18
- Objetivo del estudio	19
- Hipótesis de investigación	19
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	20
2.1 Enfoque y diseño	20
2.2 Población, muestra y muestreo	23
2.3 Variable(s) de estudio	24
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
2.5 Proceso de recolección de datos	26
2.6 Métodos de Análisis estadístico	37
2.7 Aspectos bioéticos	38
<b>III. RESULTADOS</b>	39
<b>IV. DISCUSIÓN</b>	75
4.1 Discusión	75
4.2 Conclusiones	79
4.3. Recomendaciones	80
<b>CITAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	81
<b>ANEXOS</b>	90

## ÍNDICE DE TABLAS

	pág.
<b>Tabla 1.</b> Factores climáticos de la provincia Maynas	7
<b>Tabla 2.</b> Factores climáticos de la provincia Chanchamayo	7
<b>Tabla 3.</b> Clases de polifenoles	9
<b>Tabla 4.</b> Técnicas e instrumentos de recolección de datos de la investigación	25
<b>Tabla 5.</b> Procedimiento para la determinación de la actividad antioxidante del extracto etanólico de "huasaí"	36
<b>Tabla 6.</b> Resultado de características físicas de la raíz y el mesocarpio del fruto de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí" de ambas provincias	39
<b>Tabla 7.</b> Resultado del rendimiento de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí" de ambas provincias	43
<b>Tabla 8.</b> Solubilidad del extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí"	44
<b>Tabla 9.</b> Resultado del análisis fitoquímico de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí"	45
<b>Tabla 10.</b> Absorbancia del estándar de ácido gálico a 765 nm	49
<b>Tabla 11.</b> Resultado de absorbancias de FT en los extractos etanólicos por muestra de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí" de ambas provincias	52
<b>Tabla 12.</b> Resultado de FT de los extractos etanólicos de <i>Euterpe precatoria</i> Mart "huasaí" expresados en mg Eq. de AG/g	53
<b>Tabla 13.</b> FT expresados en porcentaje de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí" mediante el Método Folin-Ciocalteu	53
<b>Tabla 14.</b> Resultado de IC <sub>50</sub> µg/mL del estándar Trolox	56
<b>Tabla 15.</b> Resultado de IC <sub>50</sub> µg/mL de la raíz de "huasaí" de la provincia Maynas	56
<b>Tabla 16.</b> Resultado de IC <sub>50</sub> µg/mL de la raíz de "huasaí" de la provincia Chanchamayo	57

<b>Tabla 17.</b> Resultado de IC <sub>50</sub> µg/mL del epicarpio de "huasaí" de la provincia Maynas	57
<b>Tabla 18.</b> Resultado de IC <sub>50</sub> µg/mL del epicarpio de "huasaí" de la provincia Chanchamayo	58
<b>Tabla 19.</b> Resultado de IC <sub>50</sub> µg/mL del mesocarpio del fruto de "huasaí" de la provincia Maynas	58
<b>Tabla 20.</b> Resultado de IC <sub>50</sub> µg/mL del mesocarpio del fruto de "huasaí" de la provincia de Chanchamayo	59
<b>Tabla 21.</b> Comparación de IC <sub>50</sub> µg/mL del estándar Trolox con muestras de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí" de ambas provincias	59
<b>Tabla 22.</b> Resultado de la actividad antioxidante expresados en TEAC de cada muestra de ambas provincias	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
<b>Figura 1.</b> Estructura química del ácido gálico	30
<b>Figura 2.</b> Reacción entre el ácido gálico y el reactivo de Folin-Ciocalteu	30
<b>Figura 3.</b> Estructura química del estándar Trolox	33
<b>Figura 4.</b> Reacción química entre el radical DPPH y la especie antioxidante	34
<b>Figura 5.</b> Muestras de estudio de "huasaí" de Maynas	40
<b>Figura 6.</b> Fruto y mesocarpio del fruto de "huasaí". (a) Maynas (b) Chanchamayo	41
<b>Figura 7.</b> Muestras de estudio "huasaí". (a) Epicarpio de Maynas (b) Epicarpio de Chanchamayo (c) Raíz de Maynas (d) Raíz de Chanchamayo	42
<b>Figura 8.</b> Curva de calibración de ácido gálico	50
<b>Figura 9.</b> Porcentaje de Inhibición vs. Concentración estándar Trolox	54
<b>Figura 10.</b> Datos del análisis de regresión lineal. Gráfico del porcentaje de Inhibición vs. Concentración de los extractos etanólicos de "huasaí" de Maynas y Chanchamayo	55
<b>Figura 11.</b> Comparación de $IC_{50}$ $\mu\text{g/mL}$ de Trolox frente a la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de "huasaí" de ambas provincias	60
<b>Figura 12.</b> Comparación de $IC_{50}$ $\mu\text{g/mL}$ de Trolox frente a la raíz de "huasaí" de ambas provincias	61
<b>Figura 13.</b> Comparación de $IC_{50}$ $\mu\text{g/mL}$ de Trolox frente al epicarpio de "huasaí" de ambas provincias	62
<b>Figura 14.</b> Comparación de $IC_{50}$ $\mu\text{g/mL}$ de Trolox frente al mesocarpio del fruto de "huasaí" de ambas provincias	63
<b>Figura 15.</b> Estadísticas descriptivas de la concentración de FT de "huasaí" de ambas provincias	65

<b>Figura 16.</b> Prueba ANOVA de concentraciones de FT de las muestras de “huasaí” de ambas provincias	66
<b>Figura 17.</b> Comparaciones múltiples de Tukey de FT de “huasaí” de ambas provincias	67
<b>Figura 18.</b> Estadísticas descriptivas de los valores de IC <sub>50</sub> µg/mL de la actividad antioxidante de “huasaí” de ambas provincias	68
<b>Figura 19.</b> Prueba ANOVA de los valores de IC <sub>50</sub> µg/mL de la actividad antioxidante de “huasaí” de ambas provincias	69
<b>Figura 20.</b> Comparaciones múltiples de Tukey de la palmera de “huasaí”	70
<b>Figura 21.</b> Prueba T de Student. Comparación por pares	71
<b>Figura 22.</b> Resultados TEAC expresados en µmol TE/g de muestra de “huasaí” para cada provincia	72
<b>Figura 23.</b> Prueba ANOVA. Valores TEAC de “huasaí” Entre grupos de ambas provincias	73
<b>Figura 24.</b> Comparaciones de Tukey	74
<b>Figura 25.</b> Procedimiento previo al secado para todas las muestras de “huasaí” extendidas dentro de bolsas de papel kraft de ambas provincias	99
<b>Figura 26.</b> Proceso de obtención del extracto etanólico de raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de “huasaí” de ambas provincias	100
<b>Figura 27.</b> Medición de absorbancias por el espectrofotómetro UV/visible	101
<b>Figura 28.</b> Reacción del radical DPPH con un cambio de coloración de color morado (oxidado) a color amarillo (reducido) de la raíz de. “huasaí” de ambas provincias	102
<b>Figura 29.</b> Reacción del radical DPPH del epicarpio de “huasaí” de ambas provincias	103
<b>Figura 30.</b> Reacción del radical DPPH del mesocarpio del fruto "huasaí" de ambas provincias	104
<b>Figura 31.</b> Estructura de palmeras	105

<b>Figura 32.</b> Estructura de las partes de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí"	106
<b>Figura 33.</b> El palmito, parte comestible	107
<b>Figura 34.</b> Exportación de palmitos del Perú 2017-2018 Agrodataperú.	108
<b>Figura 35.</b> Exportación de palmitos preparados	109
<b>Figura 36.</b> Empresas de exportación de palmito	110
<b>Figura 37.</b> Obtención del extracto etanólico seco de raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de "huasaí" de ambas provincias	111
<b>Figura 38.</b> Procedimiento del método de Folin - Ciocalteu	112
<b>Figura 39.</b> Procedimiento del método DPPH	113

## ÍNDICE DE ANEXOS

	pág.
<b>Anexo A.</b> Operacionalización de Variables	93
<b>Anexo B.</b> Instrumento y recolección de datos	95
<b>Anexo C.</b> Evidencia de trabajo de campo	97
<b>Anexo D.</b> Imágenes relacionado a la investigación	99
<b>Anexo E.</b> Flujograma del proceso de investigación	107

## RESUMEN

Las enfermedades crónicas provocan a nivel mundial la muerte a millones de personas cada año, incorporar frutas y verduras a la dieta diaria puede reducir el riesgo de contraer algunas de estas enfermedades. ***Euterpe precatoria* Mart.** palmera conocida como “huasaí”, en el proceso de extracción de palmitos produce la muerte de la palmera de los cuales se originan subproductos agroindustriales que deben ser aprovechados como una alternativa de uso de la raíz. **Objetivo:** Comparar la actividad antioxidante del extracto etanólico de la raíz y el fruto de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” procedente de la provincia de Maynas respecto a la especie oriunda de Chanchamayo. **Metodología:** El diseño de investigación fue cuasi-experimental con enfoque cuantitativo, comparativo y prospectivo; se determinó el contenido de Fenoles Totales por el método Folin-Ciocalteu (49) y la actividad antioxidante por el método 2,2-difenil-1-picril-hidrazilo (DPPH) (51). **Resultado:** El mayor porcentaje de Fenoles Totales presentó la raíz 15,5 % de “huasaí” de Chanchamayo. En la actividad antioxidante se utilizaron las regresiones lineales para obtener los valores de Concentración Inhibitoria media (IC<sub>50</sub>). La raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de “huasaí” de la provincia de Chanchamayo obtuvieron un IC<sub>50</sub> de 3,28 µg/mL; 408,05 µg/mL y 3665,77 µg/mL respectivamente, mientras para la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de “huasaí” de la provincia de Maynas obtuvieron un IC<sub>50</sub> de 3,86 µg/mL; 878,63 µg/mL y 5096,20 µg/mL respectivamente. El contenido de Fenoles Totales y las mediciones de la actividad antioxidante fueron obtenidos y contrastadas mediante el análisis de varianza, test de Tukey (p<0,05) y T de student, se hallaron diferencias significativas al 5 % entre los grupos de las dos provincias y para las tres muestras de raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de “huasaí”. **Conclusión:** El extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto procedente de Chanchamayo obtuvieron mayor contenido de Fenoles Totales y actividad antioxidante que el extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de Maynas.

**Palabras clave:** Euterpe, antioxidante, radicales libres, estrés oxidativo.

## ABSTRACT

Chronic diseases worldwide cause death to millions of people every year, incorporating fruits and vegetables into the daily diet can reduce the risk of some of these diseases. *Euterpe precatoria* Mart. Palm tree known as “huasaí”, in the process of extraction of palm hearts it causes the death of the palm tree from which agro-industrial by-products are originated that must be exploited as an alternative to use the root. **Objective:** To compare the antioxidant activity of the ethanolic extract of the root and the fruit of *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” from the province of Maynas regarding the native species of Chanchamayo. **Methodology:** The research design was quasi-experimental with a quantitative, comparative and prospective approach; the Total Phenol content was determined by the Folin-Ciocalteu method (49) and the antioxidant activity by the 2, 2-diphenyl-1-picril-hydrazyl (DPPH) method (51). **Result:** The highest percentage of Total Phenol presented the root 15, 5% of “huasaí” of Chanchamayo. In the antioxidant activity, linear regressions were used to obtain the values of Mean Inhibitory Concentration (IC<sub>50</sub>). The root, epicarp and mesocarp of the fruit of “huasaí” of the province of Chanchamayo obtained an IC<sub>50</sub> of 3.28 µg / mL; 408.05 µg / mL and 3665.77 µg / mL respectively, while for the root, epicarp and mesocarp of the “huasaí” fruit from the province of Maynas they obtained an IC<sub>50</sub> of 3.86 µg / mL; 878.63 µg / mL and 5096.20 µg / mL respectively. The content of Total Phenol and the measurements of the antioxidant activity were obtained and contrasted by means of the analysis of variance, Tukey test (p <0.05) and student T, significant differences were found at 5% between the groups of both provinces and for the three samples of root, epicarp and mesocarp of the fruit of *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí”. **Conclusion:** The ethanolic extract of the root, epicarp and mesocarp of the fruit from Chanchamayo obtained a higher content of Total Phenol and antioxidant activity than the ethanolic extract of the root, epicarp and mesocarp of Maynas fruit.

**Keywords:** Euterpe, Antioxidant, free radicals, oxidative stress.

## I. INTRODUCCIÓN

Pintaud J. afirma “En la Amazonía se encuentra el 70 % de los géneros de palmeras de América del sur” (1).

Goulding M. menciona que “Tres especies del género *Euterpe* son comunes y se encuentran dispersos a través del Amazonas: *Euterpe oleracea*, *E. precatoria* y *E. catinga*” (2).

*Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” es una palma la cual su fruto lleva igual denominación, esta especie es silvestre y habita en bosques con inundación constante, en áreas pantanosas y al borde de ríos con altitudes de hasta 2000 m.s.n.m. (3).

Mass H. indica que “En el Perú *Euterpe precatoria* Mart. se encuentra en los departamentos de Loreto, Ucayali, San Martín, Amazonas, Madre de Dios, Junín, Pasco, Cusco” (4).

El fruto “huasaí” tiene propiedad antioxidante, se consume al estado fresco en jugo, compota y helado (2). En investigaciones realizadas la actividad antioxidante y el contenido de polifenoles del mesocarpio del fruto de *Euterpe precatoria* Mart. es sobresaliente al mesocarpio del fruto de *Euterpe oleracea* Mart. “acaí” (5).

El estrés oxidativo es vinculada con la producción de radicales libres (RL) dañinas en la evolución de diversas patologías y principio del cáncer por acción de especies reactivas responsables de alteraciones celulares mediante su acción sobre proteínas, lípidos y ADN (6) por ello *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” proporciona beneficios al ser humano cuyo interés en su tratamiento se establecería en la ingesta de fuentes naturales de antioxidantes abundante en compuestos fenólicos.

## - Situación problemática

Según el informe publicado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) 2018, indica que las enfermedades crónicas a nivel mundial producen la muerte a 41 millones de personas cada año. Las enfermedades cardiovasculares constituyen 17,9 millones, cáncer 9,0 millones, enfermedades respiratorias 3,9 millones y la diabetes 1,6 millones. Los factores de riesgo entre ellos son: dieta inadecuada, inactividad física, exposición al humo del tabaco y el uso nocivo del alcohol favorecen el desarrollo de las enfermedades crónicas (7).

*Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” generalmente es aprovechada para la extracción de palmito que es parte comestible, el fruto tiene propiedad antioxidante y se halla durante casi todo el año, se puede aprovechar al máximo en los periodos altos de producción” (8).

Actualmente AGRODATAPERU en el 2018 la industria de palmitos exportó 2 563,743 Kg, de los cuales se producen residuos agroindustriales que deben ser aprovechados (9).

Por ello, se manifiesta el interés de comparar la actividad antioxidante del extracto etanólico de la raíz y el fruto de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” oriundas de las provincias de Maynas y Chanchamayo, con la finalidad de contribuir el aprovechamiento sostenible de una misma especie con mayor concentración en antioxidantes. Por lo manifestado planteamos la siguiente interrogante de investigación.

### **Formulación de problema**

¿El extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” procedente de las provincias Maynas y Chanchamayo que generan como residuos agroindustriales tendrán diferentes concentraciones de metabolitos secundarios con actividad antioxidante?

## Limitaciones

- Difícil acceso en la recolección de la muestra vegetal en ambas provincias.
- Déficit en la separación del epicarpio y mesocarpio del fruto por ser muy fibrosa e insuficiente proporción.
- Reducción del tamaño de la raíz.

## - Marco teórico referencial

### Generalidades de la Familia Arecaceae

Mostacero L. menciona “Esta familia tiene 205 géneros y aproximadamente 2500 especies. En el Perú hay 33 géneros y 145 especies de las cuales 19 son endémicas. Son plantas monoicas o dioicas, trepadoras, arbóreas con tallo cilíndrico grueso o delgado, sus extremidades de las hojas están transformada en un órgano para trepar, flores que abren una sola vez y muere, su inflorescencia es simple o compuesta” (10).

### ***Euterpe precatoria* Mart. “huasái”**

Palma de un solo tallo que se desarrolla en bosques húmedos, tropicales y en pantanos. Las partes utilizadas son: Fruto, semilla, palmito, aceite, hoja y raíz (3).

### Taxonomía

Conforme al Sistema Integrado de Clasificación de las Angiospermas de Arthur Cronquist., *Euterpe precatoria* Mart. “huasái” establece las siguientes categorías taxonómicas.

<b>REINO :</b>	Plantae
<b>DIVISIÓN :</b>	Magnoliophyta
<b>CLASE :</b>	Liliopsida
<b>SUBCLASE :</b>	Arecidae
<b>ORDEN :</b>	Arecales
<b>FAMILIA :</b>	Arecaceae
<b>GÉNERO :</b>	Euterpe
<b>ESPECIE :</b>	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.

**Fuente:** José Ricardo Campos De La Cruz. Biólogo Colegiado - N° 3796- Resolución Directoral N° MINAGRI- DGFFS- DGEFFS.

### **Nombres comunes**

***Euterpe precatoria* Mart.** “huasaí” adquiere múltiples nombres de acuerdo a su ubicación.

- Perú: chonta, huasaí.
- Bolivia: Asaí
- Colombia: asahí
- Brasil: Açaí da terra firme (2)
- Venezuela: manaca (11).

### **Descripción botánica**

- **Raíz:** Presentan raíces visibles en la base, abastecidas con neumatóforos que favorecen el intercambio gaseoso en el momento que las palmas permanecen inundadas (2). Presenta color rojo brillante cuando son jóvenes, unidas de por medio, alcanza 40 cm de largo, 1 - 2 cm de grosor, con ausencia de hijuelos (3).
- **Tallo:** Solitario, delgado, liso, alcanza 20 m de altura y 25 cm de diámetro, color gris, con huellas foliares y en medio de nudos (3).

- **Hoja:** Color verde, horizontal y curvada, llega a medir 80 cm con raquis de 2 - 3 m de largo, con folíolos rectos, normalmente en un único plano a cada lado del raquis y con varios nervios laterales (3).
- **Flor:** Color violeta pálido, monoicas y en racimos (11).
- **Fruto:** Baya esférica de 1 - 1,5 cm de espesor, epicarpio color negro-púrpura en estado maduro y verdoso en estado inmaduro (3).
- **Semilla:** Abarca casi todo el espacio que ocupa el fruto, es esferoidal y en su alrededor presenta elevado contenido de fibras finas, necesita de 75 - 80 días para germinar (3).

### **Distribución geográfica**

Hernández M. menciona “Se distribuye en Centroamérica: Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. En Suramérica: Colombia, Venezuela, Trinidad y las Guayanas, Ecuador, Perú, Brasil y Bolivia. Excluida de los bosques tipo várzea que crecen en las llanuras de inundación” (3).

Gouldin M. manifiesta que “Habita en los humedales de la Amazonía central en estado solitario o formando mánchales y en márgenes de ríos” (2).

### **Floración y fructificación**

Coimbra J. manifiesta: “Florece en época seca, y los frutos maduran en la época de lluvias” (12).

### **Cosecha y productividad**

Loyola R. indica “La cosecha es anual, principalmente en los meses de setiembre y diciembre” (13).

Brañas M. menciona “Se estima que una palma podrá ser cosechada a partir de los 5 ó 7 años de haber sido sembrada” (8).

En el año 2014 la producción media se evaluó en 2,2 toneladas por hectárea por año, con un promedio de 188 palmas productivas por hectárea en una época de fructificación de una palmera de “huasaí” que puede producir entre 5500 a 8500 frutos (14).

## **Beneficios y usos**

### Beneficios

- Retrasa el proceso de degeneración de la epidermis por envejecimiento.
- Puede prevenir patologías degenerativas.
- Evita enfermedades cardíacas (15).

### Usos tradicionales

- Medicinal: Shanley P. menciona “El jugo obtenido al prensar las raíces y hojas nuevas se usa para curar mordeduras de serpientes y para tratamientos contra la anemia. En Perú, la raíz se usa para curar enfermedades en el hígado y renales” (16).
- Alimenticio: El mesocarpio del fruto maduro se consume crudo y cocido, el palmito fresco o en ensalada. El proceso de extracción destructiva de palmitos produce la muerte de las palmeras (16).
- Cosméticos: Shanley P. comenta “El aceite en Perú, algunos indígenas usan el aceite como producto de belleza para el cabello” (16).
- Bisutería: Pendientes y gargantillas confeccionados con semillas de “huasaí” (17).
- Construcción: El tallo de la palmera se utiliza a manera de cercos y pisos (17).

## Factores que influyen en el desarrollo de las plantas

En la producción de plantas medicinales la mayor productividad de materia vegetal y el alto contenido de principio activo va a depender de factores internos de la especie vegetal relacionados con el adecuado crecimiento de la especie, cosecha y las condiciones climáticas, puesto que las plantas están en firme interacción con el medio que las rodea; el clima contribuye en una época establecida en la producción de sus metabolitos secundarios, determinadas condiciones de temperatura, participan en la germinación, crecimiento y desarrollo en las especies vegetales; la luz beneficia el crecimiento de los tejidos jóvenes fase en la cual acontece el almacenamiento de los principios activos (18).

En nuestra investigación de una misma especie silvestre procedente de dos lugares geográficos de la Amazonía peruana intervienen:

**Tabla 1. Factores climáticos de la provincia Maynas**

Factores	Provincia Maynas
Clima	Tropical lluvioso (cálido y húmedo),
Temperatura	Temperaturas que van desde los 20 °C a 36 °C
Altitud	106 m.s.n.m.
Temporada de lluvia	Noviembre - mayo, con la red fluvial en su punto más alto en mayo y su nivel más bajo en octubre.

**Fuente:** PAPSC - Municipalidad provincial de Maynas. 2019 (19, 20).

**Tabla 2. Factores climáticos de la provincia Chanchamayo**

Factores	Provincia Chanchamayo
Clima	Cálido y húmedo
Temperatura	18 °C a 30 °C
Altitud	751 m.s.n.m.
Temporada de lluvia	Abundantes de noviembre - mayo

**Fuente:** Municipalidad provincial de Chanchamayo (21,22).

## **Antioxidantes**

Rivas-Morales C, confirma que: “Son compuestos que pueden inhibir o retardar la oxidación de otras moléculas inhabilitando la iniciación y/o propagación de las reacciones en cadena de los radicales libres” (23).

Franco D, distinguió dos tipos de antioxidantes: “Los sintéticos creados a partir de procesos químicos siendo el Propil galato más utilizado, y los naturales que son ciertos productos naturales presentes en frutas y verduras, entre ellos destacan los polifenoles (tocoferoles, flavonoides y ácidos fenólicos), carotenoides, etc” (24).

### **Clasificación de antioxidantes**

Feduchi C, clasifica a los antioxidantes “en tres grupos, dependiendo como actúan químicamente. Antioxidantes primarios: Impiden la formación de nuevas especies reactivas produciendo moléculas menos nocivas. Pertenecen a este grupo: superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa, catalasa y proteínas ligadores de metales (ferritina y ceruloplasmina). Antioxidantes secundarios: Se hallan las moléculas que intervienen cuando hay superproducción de RL, evitando así las reacciones de cadena, están incluidas en este grupo: glutatión, vitamina C, vitamina E, bilirrubina, ácido úrico y albúmina. Antioxidantes terciarios: Restaura las biomoléculas dañadas por los RL, entre ellos destacan las enzimas reparadoras de ADN, la metionina sulfóxido reductasa y la fosfolipasa A2 que escinde los fosfolípidos oxidados de la membrana” (25).

### **Polifenoles**

Son compuestos fitoquímicos secundarios que se encuentran en la mayoría de comestibles de origen vegetal con actividad antioxidante. Es representada por la existencia de uno o diversos anillos bencénicos correspondiendo como grupo funcional uno o más grupos hidroxilo (26).

**Tabla 3. Clases de polifenoles**

Clase de polifenoles	Ejemplos	Fuentes
Antocianinas	Cianidina, delphinidina, malvidina, pelargonidina, peonidina, petunidina y sus glicósidos	Vino tinto, algunas variedades de cereales, berenjenas, frijoles, rábanos
Flavanoles	Catequina, epicatequina, galocatequina, epigalocatequina	Té verde
Flavanonas	Hesperetina, hesperidina, homoeriodictiol, naringenina, naringina	Pomelo, naranja, limón, jitomate y algunas plantas aromáticas (menta)
Flavonas	Apigenina, luteolina, tangeretina, nobiletina, sinensetina	Perejil, ajo, mijo, trigo, piel de cítricos
Flavonoles	Kaempferol, miricetina, quercetina y su glicósidos	Cebolla, col rizada, puerros, brócoli, arándano, vino tinto y té

Isoflavonas	Daidzeína genisteína gliciteína	Soya, cacahuate, leguminosas
Ácidos hidroxibenzoicos	Ácido gálico, ácido hidroxibenzoico, ácido vanílico	Té trigo , frutas rojas (frambuesa, grosella, fresa)
Ácidos hidroxicinámicos	Ácido cafeico, ácido felúrico, ácido cumarico, ácido sinápico	Kiwis, arándanos, manzana, trigo, arroz, avena
Lignanós	Pinoresinol, podofilotoxina	Semilla de lino, semilla de sésamo, cereales (centeno trigo, avena, cebada), brócoli, col
Estilbenos	Resveratrol	Vino
Taninos (proantocianidinas)	Procianidinas	Té, vinos, chocolate

Modificado de Ortensia IP *et al.*,2014

**Fuente:** Gonzales F. (26).

## Clasificación de polifenoles

Se clasifica en dos grupos:

### a. Flavonoides

Estructura básica que se determina por dos anillos bencénicos asociados por un heterociclo mediante el anillo "C" (26).

Choque G afirma "Poseen efectos terapéuticos en enfermedades cardiovasculares, aterosclerosis y el cáncer. Sus propiedades anti-radicales libres conducen a especies altamente reactivas como el radical hidroxilo" (27).

Asimismo, otras investigaciones se han descubierto actividad antiinflamatoria e hipoglucemiante (28).

### b. No flavonoides

Gonzales F. menciona "Consisten en un grupo heterogéneo de moléculas, que van desde ácidos benzoicos C6-C1, hidroxicinamatos C6- C3 a estructuras más complejas como los estilbenos, lignanos, taninos, galotaninos y elagitaninos" (26).

## Radicales libres (RL)

Rivas-Morales C, manifiesta que "Los radicales libres son fragmentos moleculares de forma independiente que presenta uno o más electrones desapareados en su estructura, se les conoce como especies reactivas del oxígeno (ROS) y especies reactivas del nitrógeno (RNS). Su reactividad es muy alta que es capaz de atacar a casi cualquier molécula que se encuentre más cercana de su lugar de formación" (23).

Giaquinta A, manifiesta "Los radicales libres realizan un proceso normal durante el metabolismo celular y no siempre son dañinos, algunas de sus funciones en el organismo a nivel inmunitario es eliminar virus, bacterias y células defectuosas" (29).

Los problemas residen en las altas concentraciones por tiempos extensos de RL, la superabundancia suele ser originado por factores externos: exposición a contaminación, estrés, exposición a radiación, exposición exagerada al sol, nutrición deficiente; fomentan mayor obtención de RL que ocasionan deterioro a

nivel celular (30). Debido a ello se debe incorporar a la dieta fuentes de antioxidantes por ejemplo frutos frescos y secos, verduras, condimentos, leguminosas, entre otros (31).

### **Estrés oxidativo**

Repetto M. mencionó “el estrés oxidativo es causado por un desequilibrio entre el aumento de la producción de moléculas oxidantes y/o una disminución a la presencia de antioxidantes en las células, este desajuste en el equilibrio puede producir daño a macromoléculas biológicas” (32).

Si el desequilibrio persiste constantemente se activa el proceso de envejecimiento y estimula distintas enfermedades crónicas degenerativas. Las enfermedades vinculadas con el estrés oxidativo conllevan: cáncer, patologías del corazón, patologías del riñón, trastornos oculares, asma, asimismo patologías metabólicas: diabetes (33).

#### **- Estudios antecedentes**

### **Antecedentes Internacionales**

Martins R, (2018) en su estudio “**Acaí (*Euterpe oleracea* Mart.) Seed extract induces cell cycle arrest and apoptosis in human lung carcinoma cells**”. **Objetivo:** Evaluar los efectos e impactos citotóxicos en el ciclo celular y la apoptosis del extracto de semilla de açai (ASE) en la línea celular de carcinoma de pulmón humano (A 549). **Método:** Método DPPH, Capacidad Antioxidante Equivalente al Trolox (TEAC), Capacidad de Reducción Férrica (FRAP) y la Capacidad de Absorción de Radicales de Oxígeno (ORAC). La viabilidad celular del carcinoma de pulmón humano (A549) se controló mediante el método de ensayo MTT y los efectos sobre el ciclo celular y la apoptosis se midieron mediante citometría de flujo. **Resultado:** Los resultados indican una alta actividad antioxidante en ASE y altos valores de compuestos fenólicos totales ( $37,08 \pm 8,56$  g de ácido gálico AG/100 g). En ASE (100 µg/mL) obtuvo una potente reducción en el radical DPPH ( $92,05 \pm 2,5$  %) y en el método ABTS ( $566,01 \pm 43,24$  µM TEAC/µg). A través de los métodos de FRAP y ORAC, los resultados obtenidos

respectivamente fueron  $8,98 \pm 0,35$  mmol  $\text{Fe}^{2+}$  Eq/g de extracto y  $16679,17 \pm 4879,81$   $\mu\text{M}$  TE. Estos frutos fueron recolectados de la Bahía del Amazonas (Brasil). **Conclusión:** Indicaron que el consumo de ASE podría disminuir la proliferación de células de cáncer de pulmón humano, un resultado potencialmente mediado por la actividad antioxidante, la modulación del ciclo celular y la tasa de apoptosis (34).

Garzón G. (2017) en su investigación **“Composition and antioxidant activity of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) from Colombia”** **Objetivo:** Determinar el contenido fenólico total y la actividad antioxidante. **Método:** El análisis de polifenoles totales se realizó por el método Folin-Ciocalteu y la actividad antioxidante mediante el método Ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6-sulfónico (ABTS) y DPPH. **Resultado:** El contenido de polifenoles totales fue de  $6,07 \pm 2,17$  mg Eq. AG/g de muestra fresca. La actividad antioxidante por ABTS fue de  $3,1 \pm 1,3$   $\mu\text{mol}$  TE/100 g y por DPPH fue  $2693,1 \pm 332,8$   $\mu\text{mol}$  TE/100 g. **Conclusión:** El açai de procedencia colombiana presenta polifenoles, antocianinas y tiene actividad antioxidante (35).

Según Brunschwig C. (2016) en su estudio **“Chemical Composition and Antioxidant Activity of *Euterpe oleracea* Roots and Leaflets”**. **Objetivo:** Investigar la actividad antioxidante del extracto de raíz y foliolo de *Euterpe oleracea* y caracterizar sus fitoquímicos. **Método:** Método Folin-Ciocalteu para cuantificación de fenoles y método DPPH, ORAC, FRAP para la actividad antioxidante. **Resultado:** El valor más alto se encontró para el extracto de acetona de foliolos de *Euterpe oleracea* con 84  $\mu\text{g}$  Eq. AG/mg de muestra. En el método de DPPH, los valores del extracto de hoja de *Euterpe oleracea* oscilaron entre 480 y 990  $\mu\text{mol}$  Trolox Eq./g de muestra. En el método FRAP, todos los valores para extractos de las hojas variaron de 1000 a 1400  $\mu\text{mol}$  de Fe (II) Eq/g. El ensayo ORAC, dio valores de 1600 a 2200  $\mu\text{mol}$  TE/g, para extractos de raíces. **Conclusión:** Los extractos de raíz y de hoja de *Euterpe oleracea* fueron activos en los métodos químicos de antioxidantes DPPH, FRAP y ORAC. Este estudio muestra que las raíces y hojas de *Euterpe oleracea*, que actualmente son subproductos de la industria del palmito podrían, junto con los frutos

valorizarse como una nueva fuente no citotóxica de antioxidantes que contienen ácidos hidroxicinámicos y flavonoides (36).

Oliveira P. *et al.*, (2015) publicó “**Acaí (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp dietary intake improves cellular antioxidant enzymes and biomarkers of serum in healthy women**”. **Objetivo:** Evaluar el efecto de la ingesta de pulpa de acaí (*Euterpe oleracea* Martius) en la prevención del daño oxidativo mediante la medición de la actividad antioxidante y biomarcador de la oxidación de proteínas en mujeres. **Método:** Se realizó por el método Folin-Ciocalteu para la cuantificación de fenoles totales y DPPH para actividad antioxidante, su estudio de intervención nutricional estaba conformado por 35 mujeres sanas y se les pidieron consumir 200 g/diarios de pulpa de acaí durante 4 semanas. **Resultado:** La pulpa de acaí recolectadas en Brasil fue 131 mg Eq. AG/ 100 g, lo cual permitió establecer una relación con la actividad antioxidante con valores de la pulpa de un IC<sub>50</sub> de 512 mg/mL, mientras que el IC<sub>50</sub> del antioxidante estándar Trolox (6-hidroxi-2, 5, 7, 8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico) era de 214 mg/mL. La ingesta de acaí redujo la producción de RL. **Conclusión:** El consumo de acaí en la dieta modula el estado antioxidante / prooxidante de las mujeres sanas (37).

Kang J. *et al.* (2012) en su estudio “**Bioactivities of açai (*Euterpe precatoria* Mart.) fruit pulp, superior antioxidant and anti-inflammatory properties to *Euterpe oleracea* Mart.**” cuyo **objetivo** fue evaluar la capacidad antioxidante mediante métodos químicos y la actividad antiinflamatoria en el mesocarpio del fruto de *Euterpe precatoria* Mart. **Método:** Se aplicó el método Folin-Ciocalteu para la determinación de polifenoles totales, el método ORAC y DPPH para la actividad antioxidante y el método Fosfatasa alcalina embrionaria secretada (SEAP) para la actividad antiinflamatoria. Para fines comparativos, se incluyó el mesocarpio del fruto de *Euterpe oleracea*. **Resultado:** Los valores obtenidos en polifenoles totales fueron 73,0 ± 4,8 mg Eq. AG/ g para *Euterpe precatoria* Mart. y 31,2 ± 2,6 mg Eq. AG/g para *Euterpe oleracea* Mart. Por el método ORAC los resultados fueron 1828,4 µmol TE/g para *Euterpe precatoria* y 1014,0 µmol TE/g de *Euterpe oleracea*. Por el método DPPH obtuvieron 320,3 ± 23,8 (µmol TE/g) para *Euterpe precatoria* y 133,4 ± 11,2 (µmol TE/g) para *Euterpe*

*oleracea* en el mesocarpio del fruto recolectados en Bolivia. **Conclusión:** La actividad antioxidante y antiinflamatoria de la especie *Euterpe precatoria* Mart. se evaluaron por varios métodos químicos y al comparar los datos con *Euterpe oleracea* Mart., concluyeron que la actividad antioxidante del mesocarpio de la fruta *Euterpe precatoria* Mart. fue sobresaliente al mesocarpio de la fruta *Euterpe oleracea* Mart. en todos los métodos informados en este estudio (5)

### **Antecedentes Nacionales**

Ortega E. (2015) *et al.*, publicaron: **“Caracterización fisicoquímica y evaluación de la actividad antioxidante del aceite de *Euterpe precatoria* Mart. obtenido por diferentes métodos de extracción”** **Objetivo:** Evaluar el rendimiento en aceite a través de diferentes métodos de extracción, caracterizar el aceite a nivel fisicoquímico y evaluar la actividad antioxidante. **Método:** Se emplearon los métodos de extracción enzimática-prensado, extracción prensado en frío y extracción por solventes; para la evaluación de la inhibición de RL se empleó el método de DPPH. **Resultado:** Las características físicas de los frutos de “huasaí” señalan 1,32 cm de largo, 1,42 cm de diámetro y 1,79 g de peso. El aceite encontrado por extracción enzimática-prensado obtuvo un IC<sub>50</sub> de 6,97 mg/mL, pre tratamiento enzimático fue un IC<sub>50</sub> de 3,61 mg/mL, y la extracción por solventes obtuvo un IC<sub>50</sub> de 1,82 mg/mL; sin embargo, los extractos no tuvieron mayor actividad antioxidante que el Trolox (IC<sub>50</sub> 0,00 mg/mL). **Conclusión:** Las características fisicoquímicas del aceite son similares en las muestras obtenidas por prensado y extracción con pretratamiento enzimático-prensado y el aceite obtenido por extracción por solventes reportó una menor calidad. La capacidad antioxidante más alta (IC<sub>50</sub> 1,82 mg/mL) y la mayor proporción de compuestos fenólicos totales (11010,5 mg Eq. AG/100g) se obtuvo en el aceite extraído por solventes (38).

Según Sotero V. *et al.*, (2013) desarrollaron una investigación titulada **“Caracterización química y evaluación antioxidante de frutos y raíces de *Euterpe oleracea* y *Euterpe precatoria*”**, cuyo **objetivo** fue evaluar la actividad antioxidante y determinar la composición química de dos especies del género *Euterpe*: *Euterpe precatoria* y *Euterpe oleracea*. **Método:** Se aplicó el método

DPPH para la actividad antioxidante. **Resultado:** El fruto y raíz de *Euterpe precatoria* fueron colectados del Jardín de Frutales nativos del “Centro de Investigaciones Allpahuayo”, presentaron triterpenos, esteroides, azúcares reductores, fenoles, taninos y flavonoides. En el fruto como en la raíz de *Euterpe oleracea* se hallaron cumarinas, fenoles, taninos y flavonoides. La actividad antioxidante del fruto íntegro obtuvo un IC<sub>50</sub> de 10,04 mg/mL en *Euterpe oleracea* en tanto *Euterpe precatoria* Mart. obtuvo un IC<sub>50</sub> de 1,35 mg/mL y de la raíz resultó un IC<sub>50</sub> de 0,54 mg/mL en ambas especies. **Conclusión:** Los frutos de *Euterpe precatoria* y *Euterpe oleracea* colectados en Iquitos presentan una excelente actividad antioxidante. De acuerdo al análisis fitoquímico del género *Euterpe*, presentan triterpenos, esteroides, azúcares reductores, fenoles, taninos y flavonoides en fruto y raíz de *Euterpe precatoria*. Cumarinas, fenoles, taninos y flavonoides en fruto y raíz de *Euterpe oleracea* (39).

Según Sotero V. *et al.*, (2011) publicaron “**Evaluación de la actividad antioxidante de seis frutales amazónicos: anona, castaña, chope, huasaí, huito y uvilla**”. **Objetivo:** Evaluar la capacidad antioxidante de los frutos de anona, castaña, chopé, huasaí, huito y uvilla. **Método:** Se evaluó la actividad antioxidante por el método DPPH y para la determinación de polifenoles se realizó utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteu. **Resultado:** El epicarpio de chopé exhibe superior actividad antioxidante con IC<sub>50</sub> de 6,02 µg/mL y la inferior actividad antioxidante fue el fruto entero de “huasaí” con 1347,94 µg/mL, mientras la máxima concentración de compuestos fenólicos se localiza en el mesocarpio del huito con 137,15 mg/100g, en el fruto completo de “huasaí” con 56,799 mg/100g y en la semilla de uvilla con 66,40 mg/100g. **Conclusión:** El epicarpio de chopé tuvo mayor actividad antioxidante y el mesocarpio de huito tuvo mayor concentración de compuestos fenólicos (40).

Según Cuzcano J, (2014) realizó un estudio “**Evaluación bromatológica y de antioxidantes fenólicos presentes en la pulpa de *Euterpe precatoria* Mart. y *Euterpe oleracea* Mart. (huasaí)**”. **Objetivo:** Evaluar la composición bromatológica y antioxidantes fenólicos presentes en la pulpa integral (mesocarpio y epicarpio) del fruto de las dos especies de “huasaí” de la amazonia

peruana. **Método:** Los polifenoles totales fueron determinados por métodos espectrofotométricos desarrollado por Folin-Ciocalteu y para la capacidad antioxidante utilizó el método DPPH. **Resultado:** Los resultados expresados en base seca indicaron que el acaí de las 2 cosechas tienen un mayor contenido de lípidos (49,4 % y 33,1 %), proteínas (13,8 % y 9,3 %), cenizas (5,2 % y 2,2 %) y fibra dietética total (30,9 % y 20,0 %), polifenoles 5,02 y 2,20 g/100 g y la capacidad antioxidante fue de 88 % y 87,8 % respectivamente. **Conclusión:** El “huasaí” recolectado en Venezuela tiene un alto valor nutricional y contiene compuestos antioxidantes que sugieren la necesidad de industrializarlo para aprovechar al máximo sus propiedades (41).

Según Heredia C, (2014) realizó un estudio titulado “**Evaluación de la calidad nutricional y sensorial en tres formulaciones para obtener bebida nutracéutica a partir de huasaí (*Euterpe oleracea* Mart.)**”. **Objetivo:** Evaluación de la calidad nutricional y sensorial en tres formulaciones para obtener bebida nutracéutica a partir de huasaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Método:** El método oficial Official Methods of Analysis (AOAC) para el análisis proximal, para los compuestos nutracéuticos determinaron por métodos espectrofotométricos y para la capacidad antioxidante usaron el método ORAC. **Resultado:** Caracterización física, nutricional y componentes nutracéuticos del fruto fueron: proteína 4 %, grasa 6 %, cenizas 1,4 % y fibra 20 %; fenoles 275,4 mg Eq. AG/100g, flavonoles 5,57mg, quercitina Equiv./100g. La bebida contiene antioxidantes: Fenólicos totales de 85,40 a 31,80 mg Eq. AG/100g, Antocianinas de 20,56 a 7,65 mg.Cianidina-3-glucosido Equiv./100g, Flavonoles totales de 5,6 a 4,7 mg de quercetina Equiv./100g y para la Capacidad de antioxidantes de 78,3 a 27,5 medidos en valores de ORAC (mmol Trolox Equiv./100g). Los frutos fueron recolectados en el Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP) **Conclusión:** La bebida nutracéutica de “huasaí” (*Euterpe oleracea* Mart.), con mayor nivel de preferencia sensorial en cuanto al sabor, color, olor y consistencia es la bebida con la formulación F2 = 1:1,5; una parte de pulpa de “huasaí”, con 1,5 parte de agua (42).

## - Importancia y justificación de la investigación

La importancia de este trabajo es comparar la actividad antioxidante del extracto etanólico de la raíz y el fruto de *Euterpe precatoria* Mart. "huasaí" de las provincias Maynas y Chanchamayo. La determinación de este conocimiento permitirá aprovechar los subproductos que se generan en las industrias nacionales de palmitos y contribuirá una alternativa de lograr ventajas competitivas con productos de mayor valor agregado, de esta manera coadyuvar la mejoría en salud y calidad de vida de las personas, disminuyendo el riesgo de padecer algunas enfermedades no transmisibles.

- Aprovechar los residuos que se generan en las industrias nacionales de palmitos.
- Contar con un recurso natural alternativo como fuente de antioxidante disminuyendo el riesgo de padecer enfermedades causadas por radicales libres.
- Permitirá una alternativa de uso de la raíz generando nuevos productos con valor agregado.

El presente trabajo de investigación es justificado por los siguientes valores:

### **Valor teórico**

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre actividad antioxidante de la raíz y el fruto de *Euterpe precatoria* Mart. "huasaí", con el método de Folin-Ciocalteu y DPPH cuyos resultados podrán sistematizarse en una propuesta en empresas agroindustriales y aprovechar los residuos que se generan en las industrias nacionales de palmitos, permitirá una alternativa de uso de la raíz generando nuevos productos con valor agregado, para ser incorporado como conocimiento a las ciencias de la salud, y mejorar la condición de vida de las personas.

### **Valor práctico**

Esta investigación se realiza porque existe la necesidad de disminuir el riesgo de padecer enfermedades degenerativas causadas por radicales libres, *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” como fuente natural de antioxidante de la provincia con mayor actividad antioxidante. Otras investigaciones se han enfocado en el análisis del fruto íntegro.

### **Valor metodológico**

Se aplicó técnicas de investigación cualitativa y cuantitativa orientado al análisis en relación a la actividad antioxidante del extracto etanólico de la raíz y el fruto de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” de Maynas y Chanchamayo, una vez determinado en ambas variables los resultados obtenidos podrán ser utilizados en otros trabajos de investigación.

#### **- Objetivo del estudio**

Comparar la actividad antioxidante del extracto etanólico de la raíz y el fruto de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” procedente de la provincia de Maynas respecto a la especie oriunda de Chanchamayo.

#### **- Hipótesis de investigación**

La actividad antioxidante de extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” procedente de la provincia de Maynas es diferente al *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” de la provincia Chanchamayo.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó la obtención del extracto etanólico, se evaluó la solubilidad, el análisis fitoquímico y se determinó la cuantificación de fenoles totales (FT) mediante los métodos Folin-Ciocalteu y la actividad antioxidante por DPPH de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” procedentes de Maynas y Chanchamayo.

### 2.1 Enfoque y diseño

El enfoque fue cuantitativo, comparativo y prospectivo.

- **Cuantitativa:** Usa la recolección de datos para probar hipótesis, con pruebas estandarizadas, aparatos de precisión y registros de datos estadísticos (43).
- **Comparativo:** Estudio donde presenta dos o más poblaciones y es necesario contrastar algunas variables para comprobar una hipótesis (43).
- **Prospectivo:** Las muestras de “huasaí” de cada provincia se recogieron luego del planteamiento del problema. En este tipo de estudio se plantea las posibles causas y se intenta definir los posibles efectos (43).

El diseño fue cuasi-experimental, el cual forma parte de los diseños experimentales, también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto y conexión con una o más variables dependientes. En los diseños cuasi-experimentales los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están formados antes del experimento (43).

#### - **Materiales**

- Baguetas
- Fiolas
- Viales
- Goteros

- Mechero
- Papel kraft
- Frascos de vidrio ámbar 1 L
- Embudos de vidrio
- Papel aluminio
- Gradilla de metal
- Tubos falcon
- Tubos de ensayo
- Papel filtro Whatman N°40
- Beackers
- Micropipetas

- **Reactivos**

- |                           |                    |
|---------------------------|--------------------|
| • Molish                  | N° CAS: 90-15-3    |
| • Antrona                 | N° CAS: 90-44-8    |
| • Gelatina al 1 %         | N° CAS: 9000-70-8  |
| • Ninhidrina              | N° CAS: 485-47-2   |
| • Yoduro de potasio       | N° CAS: 7681-11-0  |
| • Oxido de mercurio       | N° CAS: 21908-53-2 |
| • Dragendorff             | N° CAS: 39775-75-2 |
| • Magnesio metálico       | N° CAS: 7439-95-4  |
| • Ácido clorhídrico       | N° CAS : 7647-01-0 |
| • Borntranger             | N° CAS: 39775-75-2 |
| • Hidróxido de sodio      | N° CAS: 1310-73-2  |
| • Vainillina              | N° CAS: 121-33-5   |
| • Hidroxilamina           | N° CAS: 7803-49-8  |
| • Tricloruro férrico 1 %  | N° CAS: 7705-08-0  |
| • Ácido sulfúrico 95-97 % | N° CAS: 7664-93-9  |

- Cloroformo N° CAS: 67-66 - 3
- Anhídrido acético N° CAS: 108-24-7
- Ácido sulfúrico N° CAS: 7664-93 - 9
- Trolox N° CAS: 53188-07-1
- Carbonato de sodio 7,5 % N° CAS: 497-19-8
- Ácido Gálico N° CAS: 149-91-7
- DPPH N° CAS: 1898-66-4
- Folin-Ciocalteu 10 % (Merck-Alemania)

#### - Solventes

- Acetona N° CAS: 67-64-1
- Cloroformo N° CAS: 67-66-3
- Acetato de etilo N° CAS: 141-78-6
- n-Hexano N° CAS: 110-54-3
- Benceno N° CAS: 71-43-2
- Etanol N° CAS : 64-17-5
- Agua destilada

#### - Equipos

- Espectrofotómetro Genesys 10 S UV- VIS.
- Balanza analítica serie 56377 Soehnle
- Estufa serie 51-11-004865 Memmert
- Baño maría Memmert-Cimatec
- Vórtex Velp Científica
- Campana extractora Serie 51-11-004877 KTPERÚ

## **2.2 Población, muestra y muestreo**

### **Población**

Nuestra población en términos estadísticos se considera infinita (por ser desconocida) y está constituida por la raíz y el fruto de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” procedente de la provincia de Maynas (Dpto. Loreto); la raíz y el fruto de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” procedente de la provincia de Chanchamayo (Dpto. de Junín).

### **Muestra**

La colecta de la muestra vegetal fue de 4 kg de raíz y 8 Kg del fruto íntegro de “huasaí” de cada provincia, de los cuales 1 Kg de raíz y fruto se han separado como contra muestra y se trabajó a partir de 2 kg en raíces y 6 Kg de frutos, de los cuales se separa el epicarpio del mesocarpio y de la semilla del fruto.

Muestras representativas de 30 frutos de 2 kg de muestras fueron utilizadas para medir la longitud de fruto (cm), diámetro de fruto (cm), peso de fruto (g).

### **Muestreo**

Se empleó un método pseudoaleatorio, toda vez que no se disponía de un marco conceptual para un sorteo puramente aleatorio.

### **Criterios de inclusión**

La raíz y el fruto de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” en estado fresco y maduro.

### **Criterios de exclusión**

Fruto, tallo y hoja de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” inmaduro, verde y pintón.

### **2.3 Variable(s) de estudio**

- **Variable dependiente**

Actividad antioxidante del extracto etanólico de la raíz y el fruto de *Euterpe precatoria* Mart. "huasaí".

- **Variable Independiente**

Provincias (lugar de procedencia Maynas y Chanchamayo).

- **Variable Interviniente**

Partes de la palmera (raíz, epicarpio, mesocarpio del fruto).

### **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

**Tabla 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos de la investigación**

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Recolección de datos</b>
Observación directa	Certificación de identificación botánica.	Cantidad de muestras: Raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de "huasaí".
Recolección de información	Información bibliográfica de, libros, papers, revistas.	Cuantificación de FT Determinación de la capacidad antioxidante.
Análisis de cuantificación de FT (Folin-Ciocalteu) y la capacidad antioxidante (DPPH) de raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto "huasaí".	Método de espectrometría UV-Visible.	Contenido de compuestos fenólicos y capacidad de antioxidante.

## 2.5 Proceso de recolección de datos

En la presente investigación se utilizó diferentes herramientas para obtener información. Conforme a lo que se deseaba investigar, la característica a observar, el análisis de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante de la raíz y el fruto de “huasaí” procedente de Maynas respecto a la especie oriunda de Chanchamayo relacionados en aprovechar los residuos que se generan en las industrias nacionales de palmitos.

Se realizó el mismo proceso de las muestras de estudio para ambas provincias

- a. Se seleccionó la muestra vegetal, la cual estuvo constituida por la raíz y el fruto “huasaí”.
- b. Se procesó la especie vegetal “huasaí”.
- c. Se realizó la solubilidad y el análisis fitoquímico de la raíz, epicarpio, mesocarpio del fruto de “huasaí”.
- d. Se realizó el análisis de compuestos fenólicos de la raíz, epicarpio, mesocarpio del fruto de “huasaí”.
- e. Se realizó el análisis de la capacidad antioxidante de la raíz, epicarpio, mesocarpio del fruto de “huasaí”.
- f. Se evaluó los resultados.
- g. Procedimiento del análisis e interpretación de los resultados mediante la aplicación de la estadística inferencial.
- h. Presentación de la investigación final.

## Recolección de muestras

Se recolectaron las muestras de “huasaí” 4 kg de raíz y 8 Kg del fruto íntegro de Puerto Almendra a una altitud de 110 m.s.n.m del distrito de San Juan Bautista de la provincia Maynas y del sector puente colgante Kimiri a una altitud de 650 m.s.n.m del distrito de Chanchamayo de la provincia de Chanchamayo, se cosecharon en octubre de 2016. El estudio se realizó en el laboratorio de la Universidad Privada Norbert Wiener entre los meses de enero 2017 – diciembre 2018.

El procesamiento de la especie vegetal “huasaí” procedente de ambas provincias se efectuó mediante las siguientes etapas (44).

- Selección. De la especie vegetal recolectada se seleccionó la raíz y el fruto en buen estado, se descartaron frutos inmaduros, se quitaron partículas que no pertenecen a la especie de estudio, se procedió a lavar la raíz y el fruto de “huasaí” con agua potable, en seguida se colocó en recipientes llenos con agua hasta cubrir totalmente y el último lavado fue con agua destilada.
- Desecación. Se procedió el “Secado al aire libre” por tres días, la raíz y el fruto se extendieron y removieron la evaporación de la humedad esparcido encima del papel kraft. Luego se procedió a despulpar el fruto y se tuvo en cuenta de no dejar el mesocarpio adherido al epicarpio.
- Molienda. Una vez seca la raíz se procedió a cortar 1cm aproximadamente y a triturar el epicarpio, desmenuzar el mesocarpio del fruto en forma manual.
- Maceración. En Maynas los pesos de las muestras fueron: raíz (20 g), epicarpio (136,85 g) y mesocarpio del fruto (24,45 g) y para Chanchamayo se pesaron: raíz (20g), epicarpio (67,6 g) y mesocarpio del fruto (41,75 g); se pusieron en frascos de vidrio ámbar con etanol de 96° cerrado herméticamente a T° ambiente por dos semanas para el epicarpio, mesocarpio del fruto y un mes para la raíz con agitación continua.

- Filtración. Se procedió utilizando papel filtro Whatman N° 40 a fin de conseguir el extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto. Trabajando cada uno de los órganos de la planta por separado.
- Secado. La obtención del extracto etanólico para cada una de las muestras se llevó a una estufa a T° de 40°C por 3 días y se obtuvieron 6 extractos secos de “huasaí” de raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de las dos provincias, fueron reservados y rotulados en frascos de vidrio ámbar. Se evaluó el rendimiento del extracto a partir de 2 kg de raíz y 6 Kg de fruto (epicarpio y mesocarpio del fruto) para cada una de las provincias mediante la fórmula:

$$\text{Rendimiento} = 100 \times \frac{\text{g extracto}}{\text{g material vegetal seco}} \quad (1)$$

**Ecuación 1.** Determinación del porcentaje de rendimiento del extracto etanólico de “huasaí”

**Fuente:** Rodríguez E. (45).

### **Prueba de solubilidad**

En cada tubo de ensayo se puso 1 mL del extracto etanólico de raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de “huasaí” procedente de ambas provincias. Se adicionó a cada uno de los tubos 1 mL de los solventes con distintas polaridades, luego se agitaron repetidamente y notamos los resultados (46, 47).

### **Análisis fitoquímico de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí”**

Se identificó los metabolitos secundarios en la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de la provincia Maynas y Chanchamayo por medio del método descrito por Olga Lock de Ugaz (47). Se efectuó con 17 tubos de ensayo, usando 0,5 mL en cada tubo de solución del extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de “huasaí” para ambas provincias. Luego se añadió I a V gotas de los reactivos químicos.

## Procedimiento y método

### A. Determinación de polifenoles totales

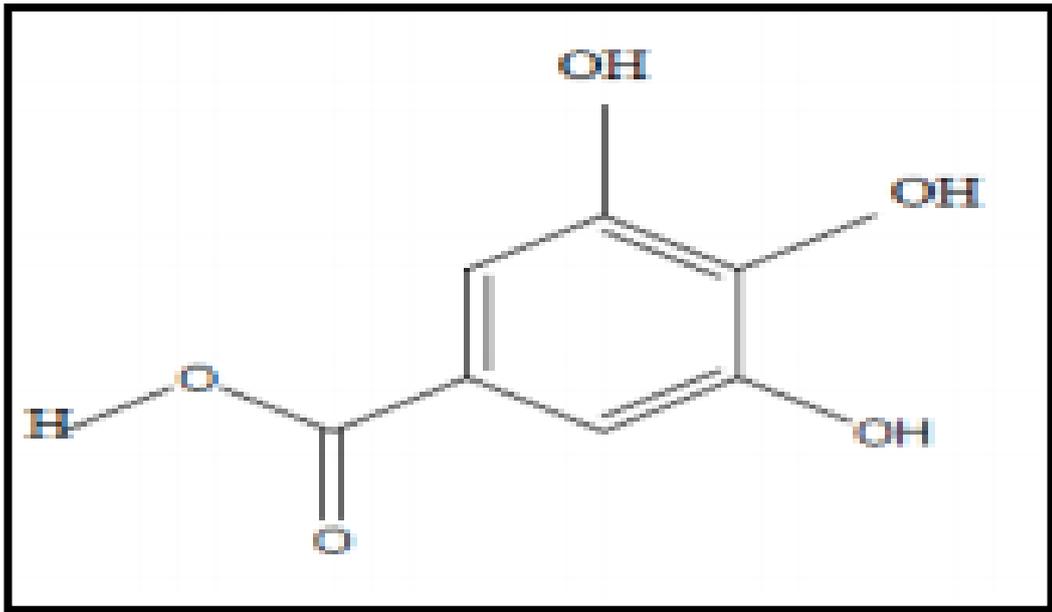
Rivas-Morales C. manifiesta: “Se determina la capacidad que tienen los polifenoles para reducir el Mo (VI) a Mo (V), como resultado de tal reacción, el reactivo de color amarillo adquiere un intenso color azul que se mide con el espectrofotómetro” (23)

### Método del reactivo Folin-Ciocalteu

El método descrito por Moreno-Escamilla *et al.* 2015 determina el contenido de FT que se encuentran en diversos extractos vegetales, se usa el ácido gálico como estándar.

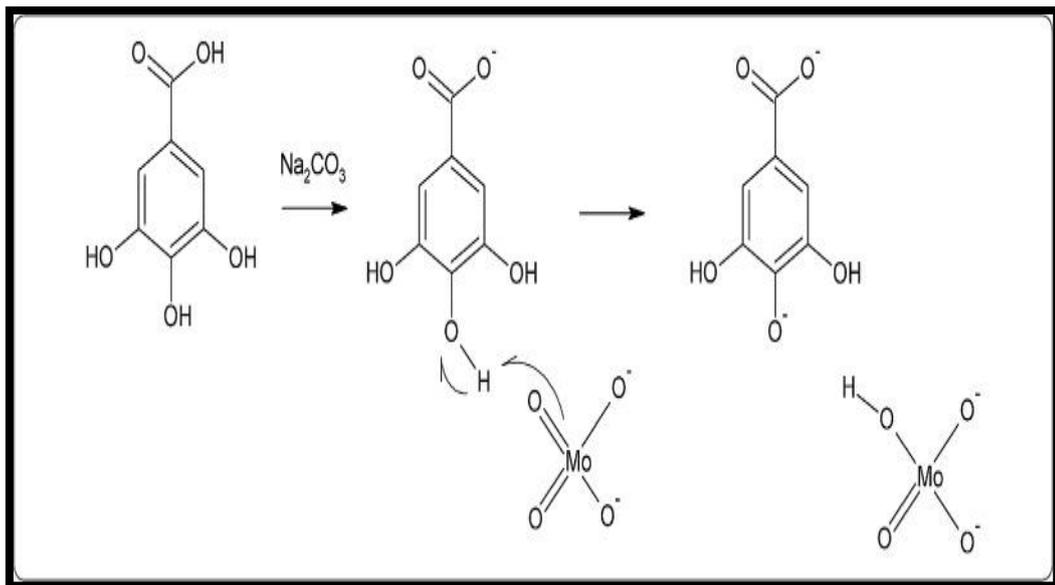
García M, menciona “Se basa en la reducción de los fenoles totales por una mezcla de ácidos fosfomolibdico y fosfotúngstico de color amarillo, y es a partir de esa mezcla de ambos ácidos que se producen iones de molibdato y tungsteno. La reacción se lleva en condiciones básicas con el fin de que se genere el ión fenolato que reduce a la mezcla de ácidos y genera la formación de un complejo de Mo (V) que presenta una de coloración azul cuya absorbancia se mide a una longitud de onda de 765 nm” (48).

Se cuantifica mediante espectrofotometría en fundamento a una recta patrón de ácido gálico, la concentración de fenoles se calcula en base a la curva de calibración y los resultados se expresan en mg de ácido gálico/g (48).



**Figura 1. Estructura química del ácido gálico**

Fuente: García M. 2015



**Figura 2. Reacción entre el ácido gálico y el reactivo Folin-Ciocalteu**

Fuente: Muñoz-Bernal O. 2017 (49).

### **Procedimiento del método del reactivo Folin-Ciocalteu.**

Se pesó el extracto seco de la raíz (0.5g), epicarpio (1g) y mesocarpio del fruto (1g) originario de Maynas; raíz (0.5g), epicarpio (0.5g) y mesocarpio del fruto (1g) originario de Chanchamayo seguidamente se disolvió en 50 mL de metanol en una fiola, luego se agitaron enérgicamente.

### **Cuantificación de FT mediante el método Folin-Ciocalteu**

La concentración de FT fue evaluada mediante espectrofotometría UV-Visible a una longitud de onda de 765 nm fundamentándose en una reacción colorimétrica de óxido-reducción. El agente oxidante usado fue el reactivo de Folin-Ciocalteu (3,4-dioxo-3,4-dihidronaftalen-1-sulfonato de sodio) (47).

### **Preparación de la curva de calibración del ácido gálico**

Se empleó el ácido gálico como estándar para elaborar una solución madre de 100 ppm (0.1 mg/mL).

- El ácido gálico (25mg) se puso en una fiola de 25 mL y se enrasó con agua destilada.
- Se cogió una alícuota (1 mL), se trasladó a una fiola de 10 mL y se enrasó con agua destilada hasta alcanzar una solución de 100 ppm de ácido gálico.
- Luego de esta solución se cogieron 100  $\mu$ L, 200  $\mu$ L, 300  $\mu$ L, 400  $\mu$ L y 500  $\mu$ L para elaborar las diluciones de 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm y 5 ppm respectivamente.
- Previo de aforar los estándares a 10 mL, se añadió 1,25 mL de reactivo de Folin-Ciocalteu a cada uno y se agitaron.
- Posteriormente se aumentó 6,25 mL de solución de Na<sub>2</sub> CO<sub>3</sub> 20 % a cada dilución y se enrasó a 10 mL.

- Reposar por 2 horas protegido de la luz.
- Preparar un blanco de 0 ppm con 1,25 mL de reactivo Folin-Ciocalteu y 6,25 mL de solución Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20 % en una fiola de 10 mL.

### Preparación de la muestra

- Se cogió una alícuota (2 mL) y se trasladó a una fiola de 50 mL.
- Después se cogió 1 mL de esta solución y se trasladó a una fiola de 10 mL.
- Por último, se cogió una alícuota de 2,5 mL, se incrementó 3,75 mL de reactivo Folin-Ciocalteu, se agitó en vórtex y se adicionó 3,75 mL de solución de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20 %.
- Reposar por 2 horas alejado de la luz.
- Preparar un blanco. Tomar una alícuota de 2,5 mL de la dilución final y enrasar a volumen 10 mL. La absorbancia fue medida en un espectrofotómetro UV- visible a una longitud de onda de 765 nm.
- Calcular con la siguiente ecuación.

$$\left[ \frac{\text{mg AG}}{\text{g de extracto}} \right] = \frac{\left[ \frac{\text{mg}}{\text{g}} \right] \times \text{Fd} \times \text{Vol. Final}}{\text{vol. Muestra}} \quad (2)$$

Fd: Factor de dilución

**Ecuación 2.** Determinación de la cuantificación de FT en mg Eq. AG/g de extracto mediante el método de Folin-Ciocalteu.

**Fuente:** García M, Fernández S, Fuentes L. 2015 (48).

## B. Determinación de la actividad antioxidante

Se desarrolló por medio del método DPPH basándose en su capacidad para captar RL y los resultados se expresaron en valores  $IC_{50}$  y TEAC.

### Método de captación del radical DPPH

Fue desarrollado por BRAND-WILLIAMS *et al.*, con algunas modificaciones (50).

Kedare S. menciona “Es un método fácil, rápido y económico; actúa como captadores de RL o donantes de hidrógeno para transformarse en una molécula estable y diamagnética. El método DPPH se puede emplear en disolventes orgánicos acuosos y no polares para investigar antioxidantes tanto hidrófilos como lipófilos. El fundamento del método DPPH consiste en que este radical tiene un electrón desapareado y es de color violeta profundo, decolorándose hacia amarillo pálido por la reacción de la aparición de una sustancia antioxidante, la cual es medida con el espectrofotómetro a 517 nm. Por diferencia de absorbancia se halla el porcentaje de captación de radical libre DPPH. Los resultados se expresan como valor de  $IC_{50}$  que determina la concentración de sustrato que origina una reducción del 50 % en el color del DPPH, el parámetro se da a menor valor del  $IC_{50}$  indica mayor actividad antioxidante” (51).

Los resultados de la capacidad antioxidante se expresan como porcentaje de inhibición de DPPH (mediante la construcción de una curva patrón y se obtiene mediante un cálculo  $IC_{50}$  de la muestra) y TEAC (correspondiente a  $\mu\text{mol}$  de Equivalente Trolox/g muestra). Se elaboró una curva del porcentaje de inhibición versus concentración de las soluciones de Trolox y se calculó el  $IC_{50}$  (52).

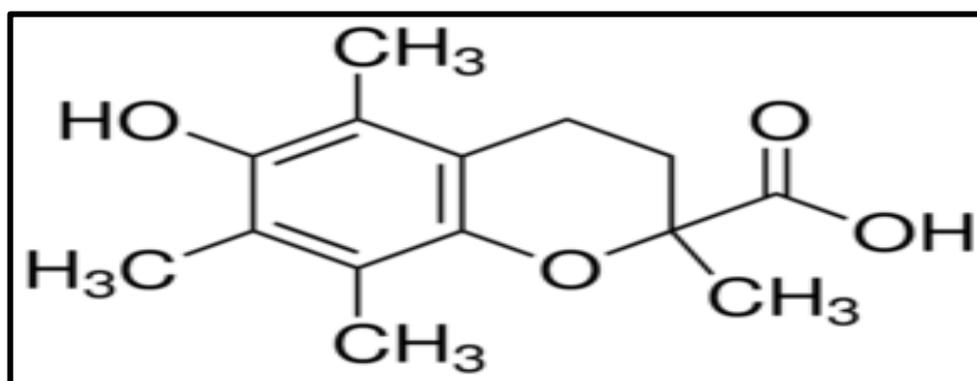


Figura 3. Estructura química del estándar Trolox

Fuente: Sigma Aldrich. Lab-Merck (53).

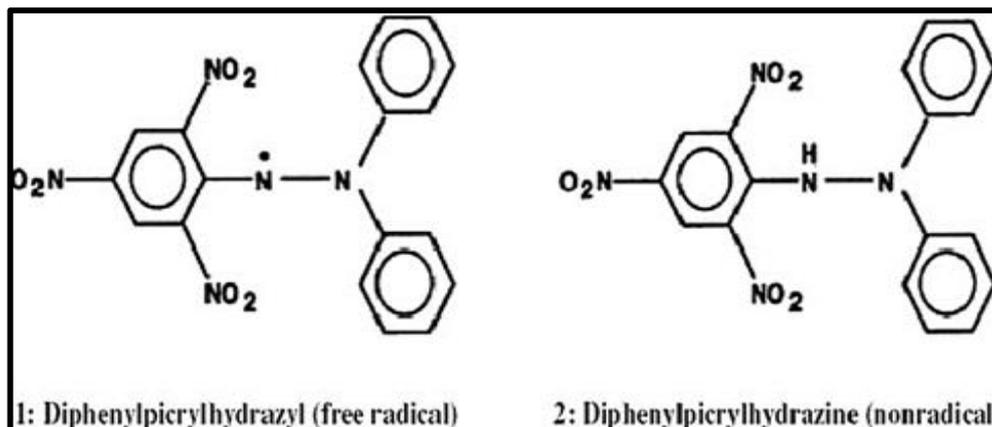


Figura 4. Reacción química entre el radical DPPH y la especie antioxidante

Fuente: Kedare S, Singh R. (51).

- **Porcentaje de inhibición del radical DPPH y la especie antioxidante**

Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de inhibición} = 1 - \left( \frac{A_{\text{muestra}} - A_{\text{blanco}}}{AR} \right) * 100 \quad (3)$$

**Ecuación 3.** Determinación del porcentaje de inhibición del radical DPPH

Fuente: Márquez C.2014 (52)

**Donde:**

$A_{\text{muestra}}$  = Absorbancia de la muestra (con el radical presente)

$A_{\text{blanco}}$  = Absorbancia del blanco (con etanol añadido)

$AR$  = Absorbancia de referencia (incluye el radical y el solvente de la muestra)

Rivas-Morales C. explica: “Con los valores obtenidos de porcentaje Inhibición de cada una de las concentraciones, se procedió a realizar una regresión lineal simple con dichos valores y se obtuvo la ecuación” (23).

$$y = mx + b \quad (4)$$

**Ecuación 4.** Ecuación de la recta

Fuente: Rivas-Morales C. 2016 (32).

Para evaluar la IC<sub>50</sub> se sustituyó el valor correspondiente al 50 % de inhibición de DPPH en el eje “y” y en eje “x” la concentración de antioxidante indispensable para inhibir en un 50 % el DPPH (23).

Seguidamente se calculó el TEAC μmol ET/g mediante la siguiente ecuación:

$$\text{TEAC} = \frac{\text{IC}_{50} \text{ de Trolox}}{\text{IC}_{50} \text{ del fruto}} \quad (5)$$

**Ecuación 5.** Determinación de TEAC (52)

**Fuente:** Márquez C. 2014 (51).

**Donde:**

- IC<sub>50</sub> de Trolox = concentración (moles de Trolox/L de solvente) donde el antioxidante Trolox inhibe el 50 % de los RL presentes.
- IC<sub>50</sub> del fruto = concentración (mg de fruto/L de solvente) donde el antioxidante del fruto inhiben el 50 % de los RL presentes.

- **Procedimiento del método DPPH**

**Preparación de la curva de calibración del estándar Trolox**

- Se pesó 5mg de Trolox y se disolvió en 50mL de solvente agua: etanol (1:1) en una fiola de 50mL.
- Se realizó 5 diluciones a diferentes concentraciones.
- Leer en el espectrofotómetro.

- **Preparación del radical DPPH**

- Elaboración de la solución DPPH: Se elaboró una solución stock concentrada de DPPH se disolvió con metanol (10 mg de DPPH diluido hasta 25 mL con metanol en una fiola ámbar). Luego se disolvió la

solución stock de DPPH con metanol hasta conseguir una absorbancia de 0,9 a 517 nm.

- Preparación de la solución matriz de la muestra: Se disuelve los mg de extracto seco en 10 mL de solvente soluble al extracto seco
- Diluciones de las muestras: Se procederá a preparar las diluciones usando esta ecuación:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

**C1:** concentración de la solución matriz

**C2:** concentración de la dilución a preparar

**V1:** volumen de la solución matriz a necesitar

**V2:** volumen del vial a preparar 4 mL

- Preparación de la muestra con reactivo DPPH, a 5 concentraciones diferentes por triplicado. Reposar por 30 minutos protegido de la luz.
- Cálculo del porcentaje de inhibición de DPPH.

**Tabla 5. Procedimiento para la determinación de la actividad antioxidante del extracto etanólico de “huasaí”**

Método DPPH			
	Tubo Blanco	Tubo control DPPH	Tubo Muestra
Metanol	800 µL	-	-
Agua	-	400 µL	-
Muestra	400 µL	-	400 µL
DPPH	-	800 µL	800 µL

- **Tubo blanco:** es el blanco de la muestra donde se va a leer la lectura del color de la muestra debido a que esto provocara un aumento de la absorbancia durante el análisis.
- **Tubo control:** es el blanco de DPPH donde se va a leer la lectura del DPPH.

## 2.6 Métodos de Análisis estadístico

Los resultados obtenidos en el laboratorio fueron registrados en un archivo de Microsoft Excel 2016, luego de verificar su consistencia se procedió a trasladarlo a una base de datos en el programa estadístico SPSS Versión 24.0. El análisis estadístico consistió:

- Para poder dar validez estadística y comprobar la linealidad del método analítico usado se calculó el coeficiente de determinación  $R^2$  de la curva de calibración mediante regresión lineal.
- Se calculó el promedio del contenido de FT según muestra (raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto) por provincia (Maynas y Chanchamayo) en mg Eq. AG /g y en términos relativos (%).
- Se determinaron y compararon los valores de  $IC_{50}$   $\mu\text{g/mL}$  mediante regresión lineal para el patrón estándar Trolox y según muestra por provincia.
- Se obtuvieron las estadísticas descriptivas (media, desviación estándar máximo y mínimo) de FT, actividad antioxidante expresada en  $IC_{50}$  y TEAC para el patrón estándar Trolox y para cada muestra por provincia; además se realizaron comparaciones globales mediante pruebas de Análisis de Varianza (ANOVA) y comparaciones múltiples mediante los subconjuntos homogéneos de Tukey al 5% de significancia.

- Finalmente, el contenido de FT y los valores de IC<sub>50</sub> obtenidos fueron contrastados entre provincias para cada parte de la muestra mediante pruebas T de Student al 5% de significancia.

## **2.7 Aspectos bioéticos**

En este estudio se consideró aspectos de autenticidad y veracidad de los datos obtenidos y reflejados en la investigación, priorizando la protección del medio ambiente y la propiedad intelectual.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Recolección y caracterización morfológica de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de *Euterpe precatoria* Mart. "huasaí"

Las muestras de "huasaí" fueron cosechadas en estado maduro de la localidad de Puerto Almendra del distrito de San Juan Bautista de la provincia de Maynas del departamento de Loreto y de la localidad del Sector puente Colgante Kimiri del distrito de Chanchamayo de la provincia de Chanchamayo del departamento de Junín, la certificación de identificación botánica fue realizada por el Blgo. José Ricardo Campos De La Cruz. Biólogo Colegiado - N° 3796- Inscrito con el N° 36 en el Registro de Profesionales que realizan certificación taxonómica de especímenes y productos de flora- Resolución Directoral N° MINAGRI- DGFFS- DGEFFS.

**Tabla 6. Resultado de características físicas de la raíz y el mesocarpio del fruto de *Euterpe precatoria* Mart. "huasaí" de ambas provincias**

Comparación características físicas	Prov. Maynas	Prov. Chanchamayo
Peso del fruto (g)	1,71	1,56
Diámetro del fruto (cm)	1,40	1,34
Longitud del fruto (cm)	1,31	1,29
Peso de raíz (g)	13,4	12,51
Diámetro de raíz (cm)	2,10	1,50
Longitud de raíz (cm)	40,20	38,50

En la tabla 6 se muestra la comparación de las características físicas del fruto "huasaí", es esférico y gran parte del peso del fruto es endocarpio. Los resultados del fruto y raíz oriundo de Maynas fueron mayores en longitud y peso respectivamente en comparación a Chanchamayo.



**Figura 5. Muestras de estudio de "huasaí" de Maynas**

En la figura 5 se observa el fruto maduro, el epicarpio color negro-púrpura, el mesocarpio muy fibroso, la semilla que representa la mayor parte del fruto y la raíz color anaranjado de "huasaí" procedente de Maynas.



**Figura 6. Fruto y mesocarpio del fruto de "huasái". (a) Maynas (b) Chanchamayo**

En la figura 6, el fruto maduro oriundo de Maynas es ligeramente más grande que el fruto maduro de Chanchamayo y el mesocarpio del fruto de Maynas presenta fibras más delgadas que el mesocarpio del fruto de Chanchamayo.



**Figura 7. Muestra de estudio "huasai" (a) Epicarpio de Maynas. (b) Epicarpio de Chanchamayo (c) Raíz de Maynas (d) Raíz de Chanchamayo**

En la figura 7 la muestra procedente de Maynas el epicarpio del fruto maduro es de color violeta oscuro y de Chanchamayo el fruto maduro es de color granate. Las raíces son de color anaranjado rojizo procedente de ambas provincias.

### 3.2 Obtención de rendimiento de las muestras

El rendimiento se obtuvo a partir de 2 kg de raíz y 6 kg del fruto integro de los cuales se separó el epicarpio del mesocarpio y la semilla del fruto procedente de ambas provincias.

**Tabla 7. Resultado del rendimiento de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de *Euterpe precatória* Mart. "huasaí" de ambas provincias**

<i>Euterpe precatória</i> Mart. "huasaí"	Porcentaje del Rendimiento	
	Prov. Maynas	Prov. Chanchamayo
Muestra		
Raíz	4,5	6,2
Epicarpio	0,9	1,5
Mesocarpio del fruto	13,7	5,9

En la tabla 7, se observó mayor rendimiento en la raíz y el epicarpio de "huasaí" de Chanchamayo y mayor rendimiento en el mesocarpio del fruto procedente de Maynas.

### 3.3 Prueba de solubilidad en diferentes solventes

La finalidad de esta prueba es determinar el comportamiento del extracto en solventes con diferente polaridad (46).

**Tabla 8. Solubilidad del extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de *Euterpe precatoria* Mart. "huasaí"**

N°	MUESTRA	SOLVENTE	SOLUBILIDAD	
			MAYNAS	CHANCHAMAYO
1	R	Agua	Ligeramente Insoluble	Ligeramente insoluble
	E		Insoluble	Insoluble
	M		Ligeramente insoluble	Ligeramente insoluble
2	R	Etanol	Soluble	Soluble
	E			
	M			
3	R	Metanol	Insoluble	Insoluble
	E		Insoluble	Insoluble
	M		Insoluble	Insoluble
4	R	Acetona	Ligeramente insoluble	Ligeramente insoluble
	E		Ligeramente insoluble	Ligeramente insoluble
	M		Insoluble	Insoluble
5	R	Cloroformo	Insoluble	Insoluble
	E		Insoluble	Insoluble
	M		Insoluble	Insoluble
6	R	Acetato de etilo	Insoluble	Insoluble
	E		Insoluble	Insoluble
	M		Insoluble	Insoluble
7	R	N - hexano	Insoluble	Insoluble
	E		Insoluble	Insoluble
	M		Insoluble	Insoluble
8	R	Benceno	Insoluble	Insoluble
	E		Insoluble	Insoluble
	M		Insoluble	Insoluble

R: Raíz      E: Epicarpio      M: Mesocarpio del fruto

En la tabla 8, se observó el extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de "huasaí" procedente de Maynas y Chanchamayo son solubles en etanol a 96°.

### 3.4 Análisis fitoquímico de *Euterpe precatoria* Mart “huasaí”

Según Olga Lock de Ugaz, el análisis fitoquímico permite determinar cualitativamente los principales metabolitos secundario del extracto etanólico de “huasaí” (47).

**Tabla 9. Resultado del análisis fitoquímico de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí”**

METABOLITO SECUNDARIO	REACTIVO DE IDENTIFICACIÓN	PROV. MAYNAS			PROV. CHANCHAMAYO			RESULTADO OBTENIDO	
		Raíz	Epicarpio	Mesocarpio del fruto	Raíz	Epicarpio	Mesocarpio del fruto	PROV. MAYNAS	PROV. CHANCHAMAYO
Carbohidratos generales	1 Molish + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	++	++	+	+	++	+	R: Violeta pardo E: Violeta pardo M: Violeta pardo	R: Violeta pardo E: Violeta pardo M: Violeta pardo
	2 Antrona+ H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	+	++	+	+	+	+	R: Anillo verdoso E: Anillo verdoso M: Anillo verdoso	R: Anillo verdoso E: Anillo verdoso M: Anillo verdoso

Azúcares reductores	3	Fehling A + Fehling B	++	–	+	++	–	+	R: ppdo. rojo E: Naranja M: ppdo. rojo	R: ppdo. Rojo E: Naranja M: ppdo. rojo
Compuestos fenólicos	4	FeCl <sub>3</sub>	+++	–	–	+++	+	–	R: Verde a oscuro E: Amarillo M: Amarillo	R: Verde a oscuro E: Verde oscuro M: Amarillo
Flavonoides	5	Shinoda	++	+	+	+	+	+	R: Rojo E: Rojo M: Rojo	R: Rojo E: Rojo M: Rojo
Catequinas y Antocianinas	6	Rosenheim	–	–	–	–	+	–	R: Naranja rojizo E: Naranja M: Naranja	R: Rojo a naranja E: Rojo M: Naranja
Antraquinona	7	Borntrager	+++	+	+	++	+	–	R: Rojo en fase acuosa E: Rojo en fase acuosa M: Rojo en fase acuosa	R: Rojo en fase acuosa E: Rojo en fase acuosa M: Amarillo
Taninos	8	Gelatina	+++	++	++	+++	++	++	R: ppdo. lechoso E: ppdo. lechoso M: ppdo. lechoso	R: ppdo. lechoso E: ppdo. lechoso M: ppdo. lechoso

Esteroides	9	Lieberman	++	+	+	+++	+++	+	R: Anillo azul verdoso E: azul verdoso M: Rojo	R: Azul E: azul verdoso M: Rojo
Aminoácidos	10	Ninhidrina	+	+	+	+	+	+	R: Azul violácea E: Azul violácea M: Azul violácea	R: Azul E: Azul intenso M: Azul violácea
Alcaloides	11	Dragendorff	+++	+	+++	+++	+	+++	R: Rojo a Naranja E: Rojo a Naranja M: Rojo a Naranja	R: Rojo a Naranja E: Rojo a Naranja M: Rojo a Naranja
	12	Mayer	+	++	++	+	++	++	R: Blanco a crema E: Blanco a crema M: Blanco a crema	R: Blanco a crema E: Blanco a crema M: Blanco a crema
	13	Bertrand	-	++	++	-	++	++	R: Grisáceo E: ppdo. blanco M: ppdo. Blanco	R: Grisáceo E: ppdo. blanco M: ppdo. blanco
	14	Sonnenschein	++	++	++	+	++	+++	R: Rojo a Naranja E: Naranja M: Rojo a Naranja	R: Naranja E: Naranja M: Rojo a Naranja

Compuestos carbonilos	15	Hidroxilamina	-	-	-	-	-	-	<b>R:</b> ppdo. rojo <b>E:</b> ppdo. rojo <b>M:</b> ppdo. rojo	<b>R:</b> ppdo. rojo <b>E:</b> ppdo. rojo <b>M:</b> ppdo. rojo
Saponinas	16	Prueba de agua	+	-	-	+	-	-	<b>R:</b> Espuma <b>E:</b> Sin espuma <b>M:</b> Sin espuma	<b>R:</b> Espuma <b>E:</b> Sin espuma <b>M:</b> Sin espuma
Glucósidos	17	Vainillina	+++	+++	+++	+++	+++	+++	<b>R:</b> Anillo rojo a pardo <b>E:</b> Anillo rojo a pardo <b>M:</b> Anillo marrón pardo	<b>R:</b> Anillo rojo a pardo <b>E:</b> Anillo rojo a pardo <b>M:</b> Anillo rojo a pardo
<p>R: Raíz    E: Epicarpio    M: Mesocarpio del fruto</p> <p>No detectable -    Escaso +    Moderado ++    Abundante +++</p>										

En la tabla 9 se comprobó la presencia de metabolitos secundarios que poseen actividad antioxidante, como flavonoides y taninos en raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de la especie de estudio para ambas provincias. Se identificó compuestos fenólicos en raíz y epicarpio en la provincia de Chanchamayo y solo en raíz en la provincia de Maynas, además se encontraron catequinas y antocianinas en el epicarpio solo en la provincia de Chanchamayo. La raíz de la provincia de Maynas y Chanchamayo evidenciaron la presencia de carbohidratos generales, azúcares reductores, flavonoides, antraquinonas, esteroides, aminoácidos, alcaloides, saponinas, glucósidos; destacando a compuestos fenólicos, flavonoides y taninos que le confieren propiedades antioxidantes.

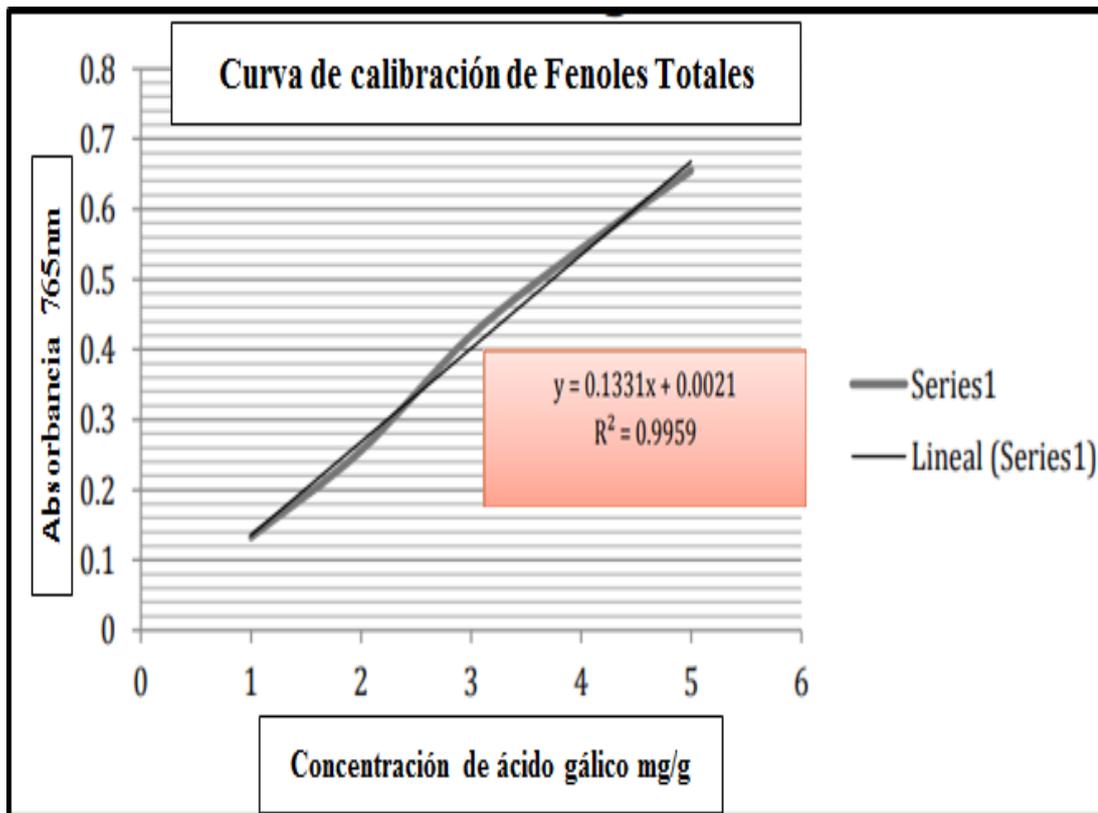
### 3.5 Resultado de cuantificación del estándar ácido gálico

Para elaborar la curva de calibración se realizó con el estándar ácido gálico a concentraciones de 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 y 5,0 ppm ( $\mu\text{g/mL}$ ) a partir de una matriz de ácido gálico 100 ppm, se leyó la absorbancia a 765nm.para cada muestra y se trabajó por triplicado.

**Tabla 10. Absorbancia del estándar de ácido gálico a 765 nm**

Concentración (mg/mL)	Absorbancia promedio
1	0,13
2	0,25
3	0,42
4	0,54
5	0,65

En la tabla 10, se midió la absorbancia de las soluciones de ácido gálico, luego se obtuvo una curva de calibración del estándar ácido gálico correspondiente.



**Figura 8. Curva de calibración de ácido gálico**

Valores de  $R^2$  cercano a 1 dan validez a los valores de FT del estándar ácido gálico (54).

Los valores obtenidos a 765 nm. En la curva de calibración se interpolaron y se obtuvieron compuestos fenólicos totales, los resultados convertidos y expresados en mg Eq. de AG/g, se utilizó la concentración de ácido gálico con la absorbancia mediante la siguiente fórmula (55).

$$[\text{Acido gálico}] = \frac{\text{Absorbancia} + 0,0021}{0,1331}$$

**Fuente:** Cruzado M. (55).

### 3.6 Resultado de la cuantificación de FT para raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de la provincia Maynas y Chanchamayo

#### Cálculos:

$$\left[ \frac{\text{mg AG}}{\text{g de extracto}} \right] = \frac{\left[ \frac{\text{mg}}{\text{g}} \right] \times \text{Fd} \times \text{Vol. Final}}{\text{vol. Muestra}}$$

**Fd: Factor de dilución**

- Mesocarpio del fruto de la provincia de Chanchamayo: 12 500
- Raíz de la provincia de Chanchamayo: 25 000
- Epicarpio de la provincia de Chanchamayo: 25 000
- Mesocarpio del fruto de la provincia de Maynas: 12 500
- Raíz de la provincia de Maynas: 25 000
- Epicarpio de la provincia de Maynas: 24 338

Volumen muestra: 2 mL

Volumen final en la lectura: 2,5 mL

**Tabla 11. Resultado de absorbancias de FT de los extractos etanólicos por muestra de *Euterpe precatoria* Mart. “huasai” de ambas provincias**

PROVINCIAS	MUESTRAS	ABSORBANCIAS	[ $\mu\text{g}$ ácido gálico/ mL extracto]	Media
MAYNAS	Raíz	0,65	152,58	152,58
		0,65	152,82	
		0,65	152,34	
	Epicarpio	0,06	13,91	14,60
		0,06	15,29	
		0,66	14,59	
	Mesocarpio del fruto	0,03	4,09	4,86
		0,05	5,62	
		0,04	4,86	
CHANCHAMAYO	Raíz	0,65	150,00	155,87
		0,69	161,74	
		0,66	155,86	
	Epicarpio	0,09	21,57	20,28
		0,08	18,99	
		0,08	20,27	
	Mesocarpio del fruto	0,07	8,08	9,49
		0,09	10,89	
		0,08	9,49	

En la Tabla 11 se muestra los resultados de las absorbancias por triplicado y la media del extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de las dos provincias.

**Tabla 12. Resultado de FT de los extractos etanólicos de *Euterpe precatoria* Mart “huasaí” expresados en mg Eq. de AG/g**

Cuantificación de FT (mg Eq. AG/g)		
<i>Euterpe precatoria</i> Mart. “huasaí”	Prov. Maynas	Prov. Chanchamayo
Raíz	152,58	155,87
Epicarpio	14,60	20,28
Mesocarpio del fruto	4,86	9,49

En la tabla 12 se observa el resultado de la cuantificación de FT con el reactivo de Folin- Ciocalteu siendo mayor en la muestra de raíz (155,87mg Eq. AG/g), seguida por el epicarpio y por último el mesocarpio del fruto de Chanchamayo respecto a Maynas.

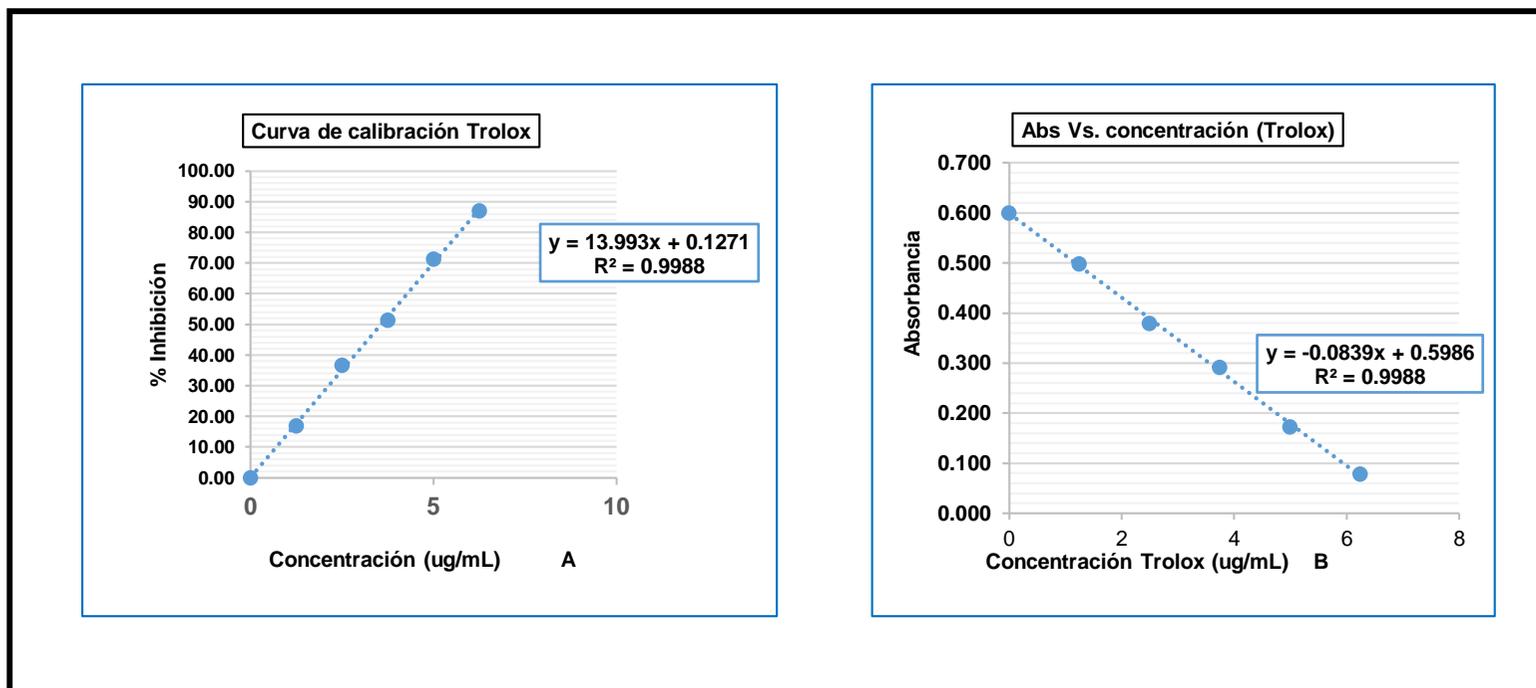
**Tabla 13. FT expresados en porcentaje de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” mediante el Método Folin-Ciocalteu**

Provincias	Muestras	Porcentaje de FT
Maynas	Raíz	15,2
	Epicarpio	1,4
	Mesocarpio del fruto	0,4
Chanchamayo	Raíz	15,5
	Epicarpio	2,0
	Mesocarpio del fruto	0,9

En la tabla 13 indica el resultado del porcentaje siendo superior la cuantificación de FT con el reactivo de Folin-Ciocalteu de las muestras de raíz (15,5 %), epicarpio (2 %) y mesocarpio (0,9 %) del fruto en la provincia de Chanchamayo respecto a la provincia de Maynas.

### **3.7 Actividad antioxidante del extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de “huasaí” en IC<sub>50</sub> µg/mL procedente de ambas provincias**

Para el método DPPH, se calculó el IC<sub>50</sub> de Trolox y de los extractos etanólicos de las muestras de “huasaí” de ambas provincias. Un valor inferior de IC<sub>50</sub> indica superior poder antioxidante (51).



**Figura 9. Porcentaje de Inhibición vs. Concentración estándar Trolox**

En la figura 9 se observa al Trolox que al ser el estándar siempre exhibirá un mayor porcentaje de inhibición.

Valores de R<sup>2</sup> cercano a 1 dan validez a los valores de IC<sub>50</sub> del estándar Trolox (54).

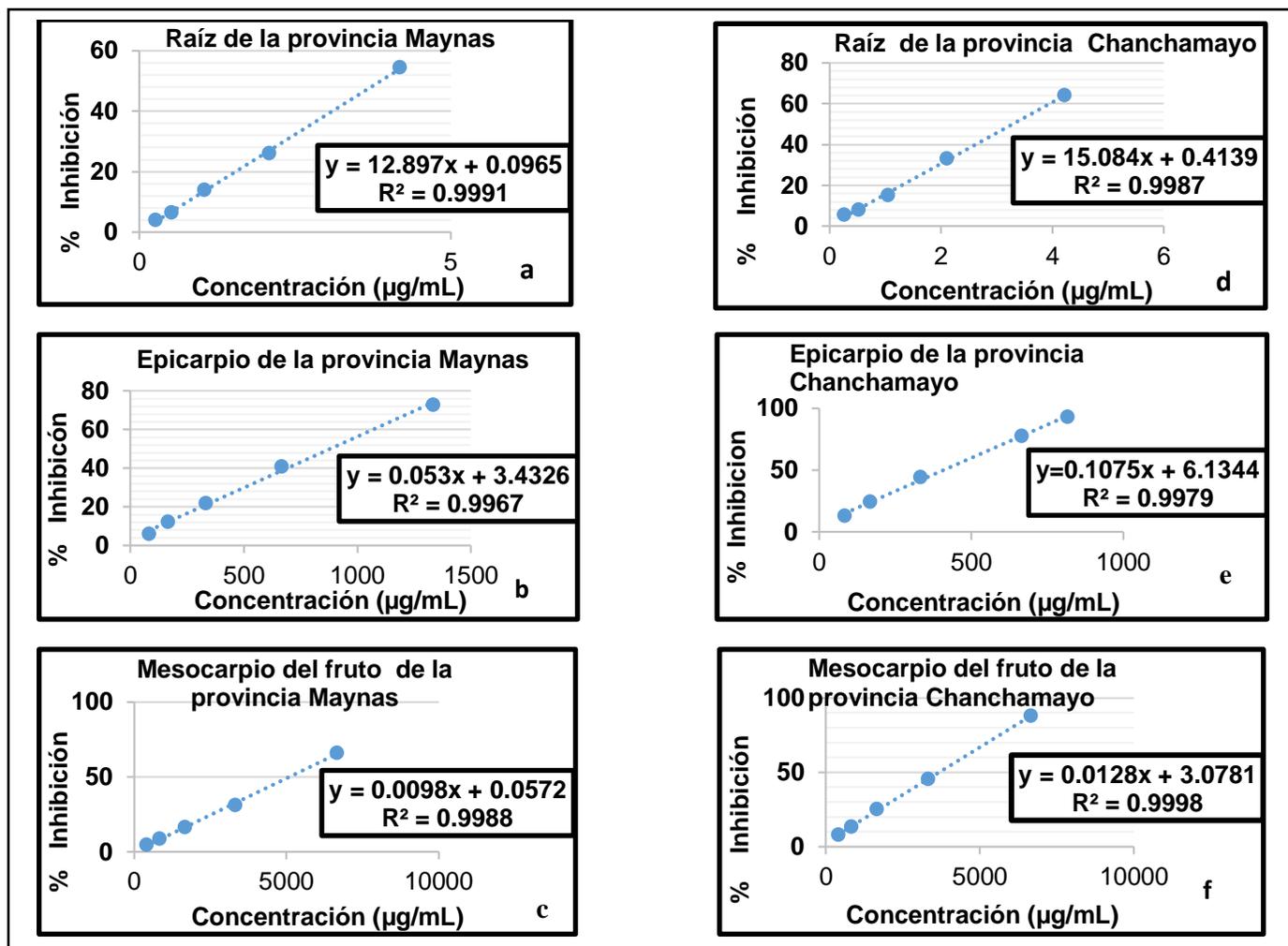


Figura 10. Datos del análisis de regresión lineal. Gráfico del porcentaje de inhibición vs. Concentración de los extractos etanólicos de “huasai” de Maynas y Chanchamayo

En la figura 10 se observa que, los mayores porcentajes de inhibición a diferentes concentraciones de "huasaí" presentaron las muestras procedentes de Chanchamayo.

**Tabla 14. Resultado de IC<sub>50</sub> µg/mL del estándar Trolox**

ESTÁNDAR TROLOX			
Concentración en tubo (µg/mL)	Absorbancia promedio	% Inhibición de DPPH	IC <sub>50</sub> (µg/mL)
6,25	0,08	86,9	
5	0,17	71,1	
3,75	0,29	51,3	3,56
2,5	0,37	36,7	
1,25	0,49	16,9	

En la tabla 14 se observa las concentraciones (µg/mL), Absorbancia promedio, porcentajes de inhibición de DPPH y el valor de IC<sub>50</sub> de Trolox antioxidante sintético. El Trolox como estándar, siempre exhibirá un menor valor de IC<sub>50</sub> a comparación de los extractos etanólicos de "huasaí".

**Tabla 15. Resultado de IC<sub>50</sub> µg/mL de la raíz de "huasaí" de la provincia Maynas**

Concentración del extracto (µg/mL)	Absorbancia Promedio	Porcentaje de inhibición de DPPH	IC <sub>50</sub> (µg/mL)
4,18	0,27	54,4	
2,09	0,44	26,1	
1,04	0,52	13,9	3,86
0,52	0,56	6,5	
0,26	0,58	3,9	

En la Tabla 15 se observa el extracto etanólico de la raíz de "huasaí" de la provincia Maynas presentó alta capacidad antioxidante a una concentración de 4,18 µg/mL con IC<sub>50</sub> de 3,86 µg/mL.

**Tabla 16. Resultado de IC<sub>50</sub> µg/mL de la raíz de "huasaí" de la provincia Chanchamayo**

Concentración del extracto (µg/mL)	Absorbancia Promedio	Porcentaje de inhibición de DPPH	IC <sub>50</sub> (µg/mL)
4,21	0,21	63,94	3,28
2,10	0,40	32,93	
1,05	0,51	15,20	
0,52	0,55	7,85	
0,26	0,57	5,38	

En la tabla 16 el extracto etanólico de la raíz de "huasaí" de la provincia Chanchamayo, presentó alta capacidad antioxidante a una concentración de 4,21µg/mL con un porcentaje de inhibición de DPPH de 63,9 % y un IC<sub>50</sub> de 3,28 µg/mL.

**Tabla 17. Resultado de IC<sub>50</sub> µg/mL del epicarpio de "huasaí" de la provincia Maynas**

Concentración del extracto (µg/mL)	Absorbancia Promedio	Porcentaje de inhibición de DPPH	IC <sub>50</sub> (µg/mL)
1333,33	0,19	72,8	878,63
666,66	0,37	40,8	
333,33	0,48	21,8	
166,66	0,53	12,2	
83,33	0,57	6,0	

En la Tabla 17 se observa que a concentraciones de 1333,33 µg/mL del extracto etanólico del epicarpio de "huasaí" de la provincia Maynas presenta un valor mayor de IC<sub>50</sub> de 878,63 µg/mL.

**Tabla 18. Resultado de IC<sub>50</sub> µg/mL del epicarpio de "huasaí" de la provincia Chanchamayo**

Concentración del extracto (µg/mL)	Absorbancia Promedio	Porcentaje de inhibición de DPPH	IC <sub>50</sub> (µg/mL)
816,66	0,14	93,0	408,05
666,66	0,18	77,7	
333,33	0,36	44,2	
166,66	0,47	24,4	
83,33	0,53	13,1	

En la Tabla 18 se observa que a concentraciones de 816,66 µg/mL del extracto etanólico de epicarpio de "huasaí" de la provincia Chanchamayo presenta un mayor valor de IC<sub>50</sub> de 408,05 µg/mL.

**Tabla 19. Resultado de IC<sub>50</sub> µg/mL del mesocarpio del fruto de "huasaí" de la provincia Maynas**

Concentración del extracto (µg/mL)	Absorbancia Promedio	% de inhibición de DPPH	IC <sub>50</sub> (µg/mL)
6666,66	0,23	65,97	5096,20
3333,33	0,43	31,22	
1666,66	0,50	16,41	
833,33	0,55	8,50	
416,66	0,58	4,61	

En la Tabla 19 se observa que a concentraciones de 6666,66 µg/mL, obtiene un porcentaje de inhibición de DPPH de 65,9 % con un valor mayor de IC<sub>50</sub> de 5096,20 µg/mL del mesocarpio de fruto de "huasaí" de la provincia Maynas con menor actividad antioxidante.

**Tabla 20. Resultado de IC<sub>50</sub> µg/mL del mesocarpio del fruto de "huasaí" de la provincia Chanchamayo**

Concentración del extracto (µg/mL)	Absorbancia Promedio	Porcentaje de inhibición de DPPH	IC <sub>50</sub> (µg/mL)
6666,66	0,13	88,1	3665,77
3333,33	0,36	45,4	
1666,66	0,46	25,1	
833,33	0,53	13,5	
416,66	0,56	8	

En la Tabla 20 muestra que a concentración de 6666,66 µg/mL obtiene un porcentaje de inhibición de DPPH de 88,1 % con IC<sub>50</sub> de 3665,77 µg/mL del mesocarpio de fruto de "huasaí" de Chanchamayo.

**Tabla 21. Comparación de IC<sub>50</sub> µg/mL del estándar Trolox con muestras de *Euterpe precatoria* Mart. "huasaí" de ambas provincias**

<i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí"	IC <sub>50</sub> (µg/mL)
α-Tocoferol (Trolox)	3,56
Raíz de la Prov. Maynas	3,86
Raíz de la Prov. Chanchamayo	3,28
Epicarpio de la Prov. Maynas	878,63
Epicarpio de la Prov. Chanchamayo	408,05
Mesocarpio del fruto de la Prov. Maynas	5096,20
Mesocarpio del fruto de la Prov. Chanchamayo	3665,77

En la tabla 21 se observa que la mayor capacidad antioxidante obtuvo las muestras de "huasaí" procedente de Chanchamayo destacando la raíz con 3,28 µg/mL, evidenciando alta actividad antioxidante que el estándar Trolox, y la menor actividad antioxidante la obtuvo el mesocarpio de Maynas con IC<sub>50</sub> de 5096 µg/mL.

### **3.8 Comparación IC<sub>50</sub> (µg/mL) del estándar Trolox frente a la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de "huasaí" de ambas provincias**

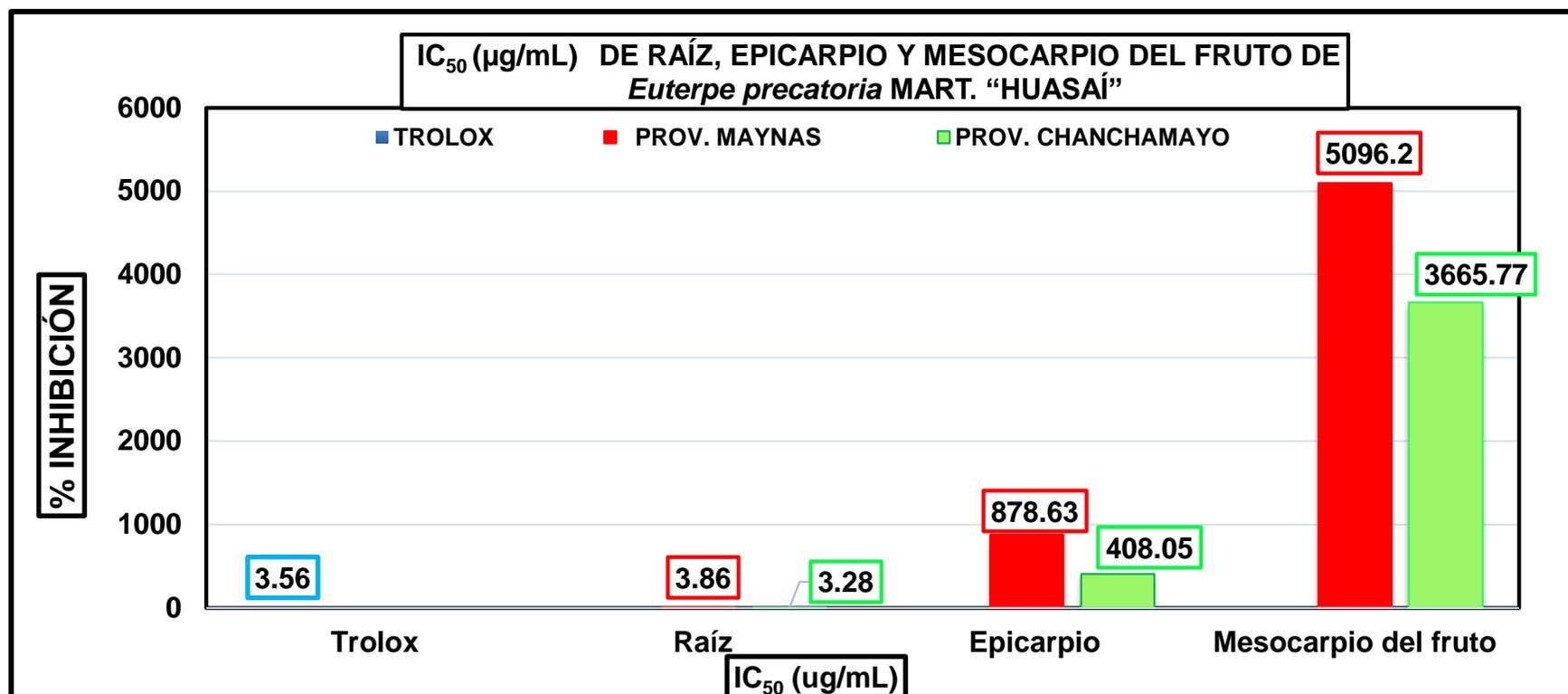
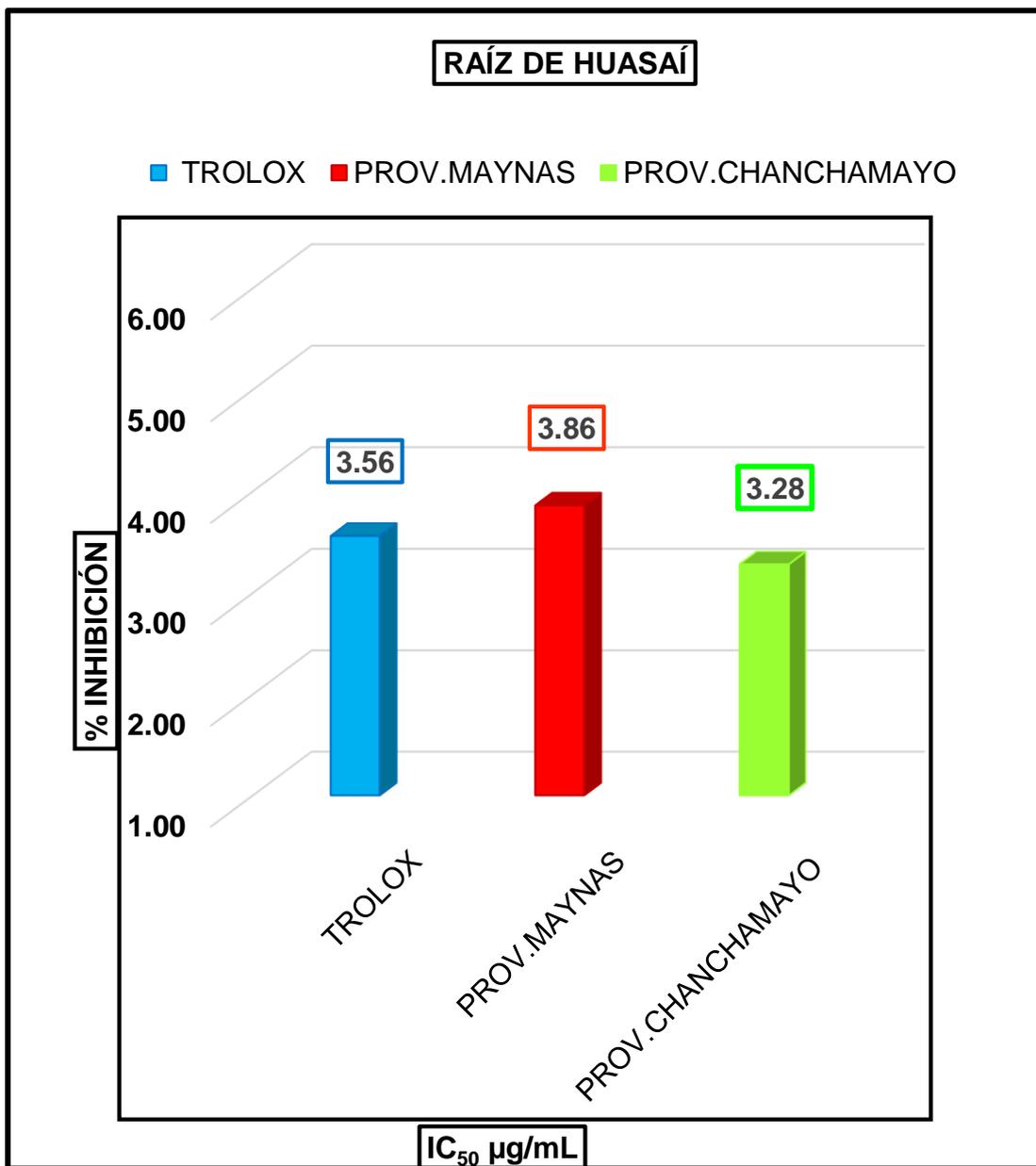


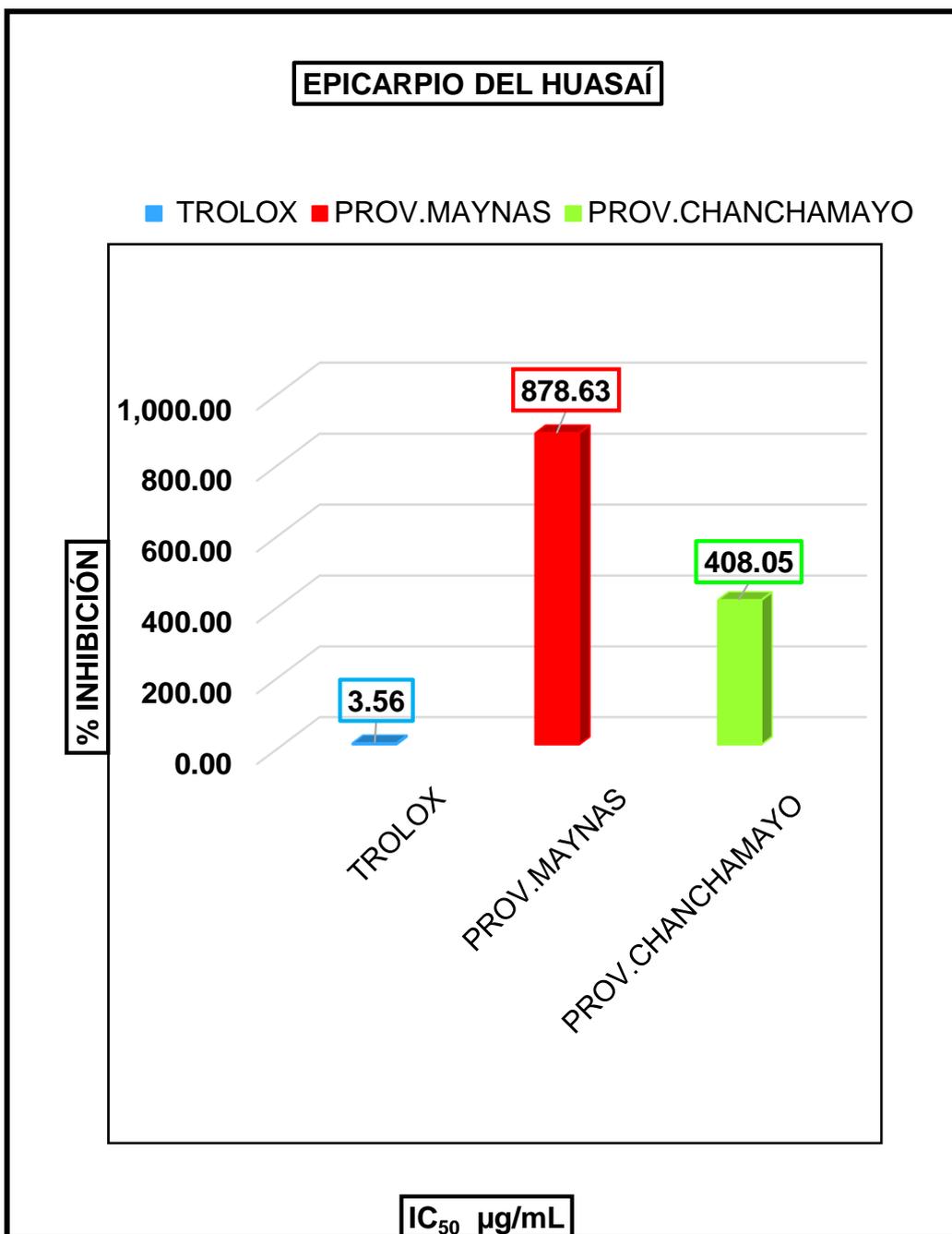
Figura 11. Comparación de IC<sub>50</sub> µg/mL de Trolox frente a la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de “huasai” de ambas provincias

En la figura 11 podemos observar, el IC<sub>50</sub> del Trolox teniendo en cuenta que a menor valor IC<sub>50</sub> indica mayor actividad antioxidante, correspondiendo a la raíz alta actividad antioxidante seguido por el epicarpio y en tercer lugar el mesocarpio del fruto para ambas provincias.



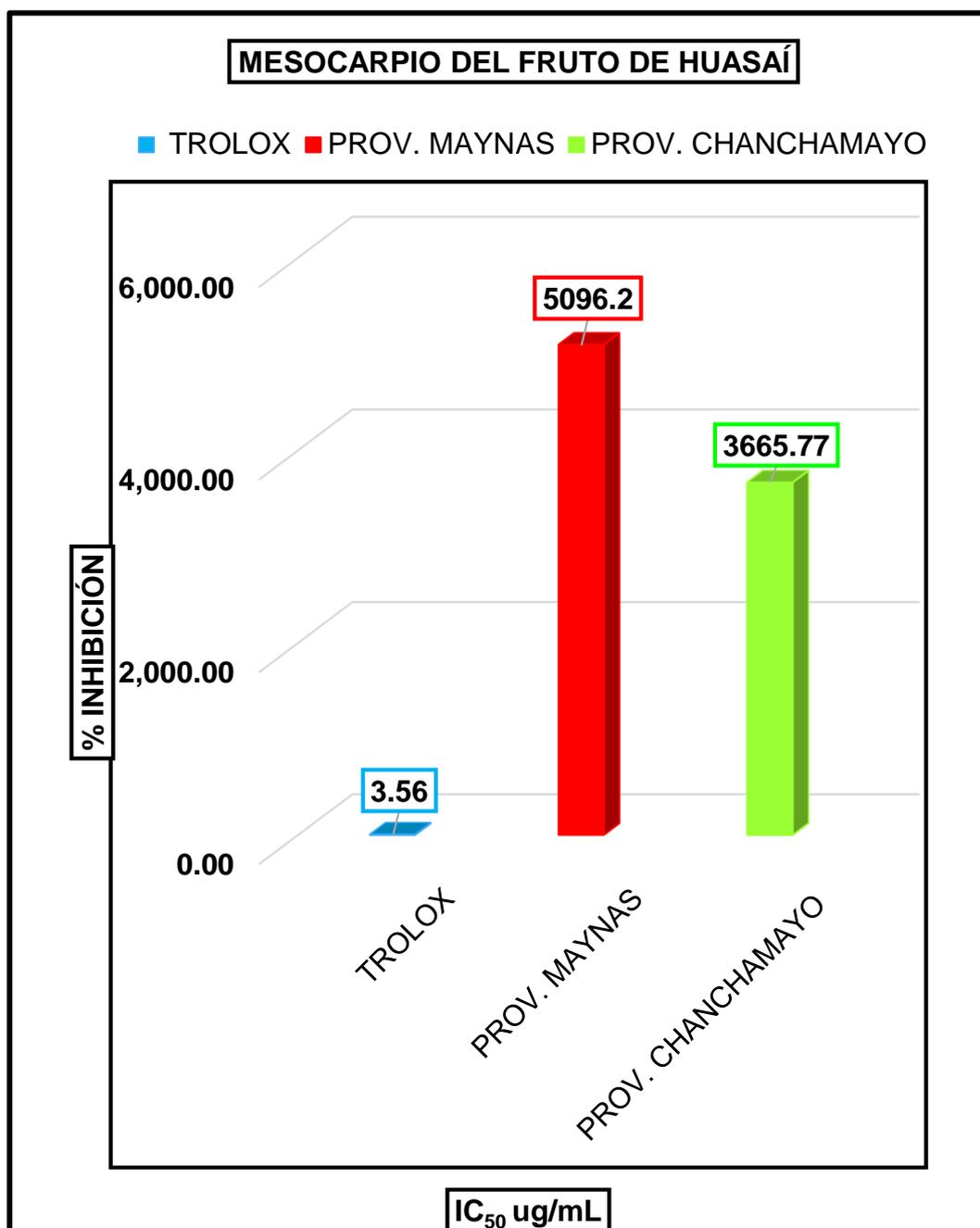
**Figura 12. Comparación de IC<sub>50</sub> µg/mL de Trolox frente a la raíz de “huasaí” de ambas provincias**

En la figura 12 se observa que el Trolox representa un IC<sub>50</sub> de 3,28 µg/mL, la raíz de Chanchamayo representa un IC<sub>50</sub> de 3,28 µg/mL y la raíz de Maynas representa con IC<sub>50</sub> de 3,56 µg/mL, ambas raíces obtuvieron una alta actividad antioxidante, destacando la raíz de Chanchamayo que obtuvo mayor antioxidante que el estándar Trolox.



**Figura 13. Comparación de IC<sub>50</sub> µg/mL de Trolox frente al epicarpio de “huasai” de ambas provincias**

En la figura 13 podemos observar, el epicarpio de Chanchamayo con IC<sub>50</sub> 408,05 µg/mL tiene mayor actividad antioxidante que el epicarpio de Maynas con IC<sub>50</sub> 878.63 µg/mL respecto a Trolox con IC<sub>50</sub> de 3,28 µg/mL.



**Figura 14. Comparación de IC<sub>50</sub> µg/mL de Trolox frente al mesocarpio del fruto de “huasai” de ambas provincias**

En la figura 14 podemos observar, el mesocarpio del fruto de Chanchamayo con IC<sub>50</sub> 3665,77 µg/mL tiene mayor actividad antioxidante que el mesocarpio del fruto de Maynas con IC<sub>50</sub> 5096,92 µg/mL respecto a Trolox que representa con IC<sub>50</sub> de 3,28 µg/mL.

### 3.9 Capacidad Antioxidante Equivalente Trolox (TEAC) para raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de “huasaí” de la provincia Maynas y Chanchamayo

La evaluación de actividad antioxidante de las muestras de “huasaí” de cada provincia mediante el radical DPPH, fueron convertidos a porcentaje de inhibición expresados como capacidad antioxidante en equivalentes Trolox/g de muestra (55).

**Tabla 22. Resultado de la actividad antioxidante expresados en TEAC de cada muestra de ambas provincias**

Provincias	Muestras	TEAC ( $\mu\text{mol ET/g}$ )
Maynas	Raíz	3650,03
	Epicarpio	16,19
	Mesocarpio del fruto	2,79
Chanchamayo	Raíz	4329,62
	Epicarpio	34,83
	Mesocarpio del fruto	3,88

En la tabla 22, se observa los resultados expresados en TEAC ( $\mu\text{mol ET/g}$ ), las cuales las raíces tienen mayor actividad antioxidante en ambas provincias.

### 3.10 Análisis estadísticos de FT

<b>DESCRIPTIVO</b>						
Provincia	Muestras	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Maynas	Raíz	3	152,58	0,24	152,35	152,82
	Epicarpio	3	14,60	0,69	13,92	15,29
	Mesocarpio del fruto	3	4,86	0,76	4,10	5,62
Chanchamayo	Raíz	3	155,87	5,87	150,00	161,74
	Epicarpio	3	20,28	1,29	18,99	21,58
	Mesocarpio del fruto	3	9,49	1,40	8,09	10,89

**Figura 15. Estadísticas descriptivas de la concentración de FT de “huasaí” de ambas provincias**

La figura 15 muestra los FT (mg AG/g) observados según las muestras por provincia. En ella se observan los valores promedio, la dispersión de las mediciones (Desviación estándar) y valores extremos. La mayor concentración se observó en la raíz de la provincia de Chanchamayo (promedio = 155,87). En segundo lugar, tenemos la raíz en Maynas con un promedio de 152,58; este último tuvo una menor dispersión (desviación estándar = 0,24).

<b>ANOVA</b>						
Provincia		Suma de cuadrados		Media cuadrática		p valor
Maynas	Entre grupos	40957,21	2	20478,60	55420,51	0,000
	Dentro de grupos	2,21	6	0,37		
	Total	40959,43	8			
Chanchamayo	Entre grupos	39928,17	2	19964,08	1571,80	0,000
	Dentro de grupos	76,20	6	12,701		
	Total	40004,38	8			

**Figura 16. Prueba ANOVA de concentraciones de FT de las muestras de “huasaí” de ambas provincias**

En la Figura 16, como el p valor obtenido en la prueba ANOVA proporcionado por el SPSS es menor a 0,05 (p valor = 0,000) se llega a la conclusión de que los valores de concentración de fenoles en los extractos de las diferentes partes de la palmera son diferentes en ambas provincia. Para determinar exactamente que extracto tiene mayor concentración se utilizó la prueba de Tukey.

HSD Tukey		Provincia Maynas			Provincia Chanchamayo		
Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0,05			Subconjunto para alfa = 0,05		
		1	2	3	1	2	3
Mesocarpio del fruto	3	4,86			9,49		
Epicarpio	3		14,60			20,28	
Raíz	3			152,58			155,87
Sig.		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

**Figura 17. Comparaciones múltiples de Tukey de FT de “huasai” de ambas provincias**

La figura 17, indica que estadísticamente con un nivel de significancia del 5 % tanto la concentración a base de raíz de la palmera “huasai” presenta la mayor concentración de FT, seguido del epicarpio y en tercer lugar el mesocarpio del fruto por provincias.

### 3.11 Resultados de los análisis estadísticos de actividad antioxidante DPPH/TEAC

DESCRIPTIVA		N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Provincia						
Maynas	Raíz	3	3,87	0,03	3,84	3,89
	Epicarpio	3	879,46	2,90	876,13	881,40
	Mesocarpio del fruto	3	5101,91	12,79	5087,20	5110,35
	Trolox	3	3,56	0,01	3,56	3,57
Chanchamayo	Raíz	3	3,29	0,02	3,27	3,31
	Epicarpio	3	408,23	1,16	407,40	409,56
	Mesocarpio del fruto	3	3672,86	9,86	3665,04	3683,94
	Trolox	3	3,56	0,01	3,56	3,57

**Figura 18. Estadísticas descriptivas de los valores de IC<sub>50</sub> µg/mL de la actividad antioxidante de “huasaí” de ambas provincias**

La figura 18, muestra el valor promedio del IC<sub>50</sub> (µg/mL) de las pruebas por triplicado, en el caso del extracto de la raíz de “huasaí” de la provincia de Chanchamayo el IC<sub>50</sub> es menor (mayor actividad antioxidante) al IC<sub>50</sub> (µg/mL) del Trolox, mientras que en la provincia de Maynas el resultado es mayor por una mínima diferencia. En cuanto a la dispersión de los resultados se observaron resultados homogéneos en el Trolox (desviación estándar = 0,01) y en la raíz de Maynas y Chanchamayo (desviación 0,03 y 0,02 respectivamente).

ANOVA		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p valor
Provincia						
Maynas	Entre grupos	53509650,16	3	17836550,05	415120,75	0,000
	Dentro de grupos	343,73	8	42,96		
	Total	53509993,89	11			
Chanchamayo	Entre grupos	28436247,34	3	9478749,11	384511,36	0,000
	Dentro de grupos	197,21	8	24,65		
	Total	28436444,55	11			

**Figura 19. Prueba ANOVA de los valores de IC<sub>50</sub> µg/mL de la actividad antioxidante de “huasaí” de ambas provincias**

Como el p valor es menor a 0,05 en la figura 19, se puede concluir que existen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que los valores de IC<sub>50</sub> µg/mL obtenidos para cada extracto son diferentes tanto en ambas provincias. Para determinar exactamente que extracto tiene el menor IC<sub>50</sub> se utilizó la prueba de Tukey.

HSD Tukey IC <sub>50</sub> (µg/mL)		Provincia Maynas			Provincia Chanchamayo		
Muestra	N	Subconjunto para alfa=0.05			Subconjunto para alfa=0.05		
		1	2	3	1	2	3
Trolox	3	3,56			3,29		
Raíz	3	3,87			3,56		
Epicarpio	3		879,46			408,23	
Mesocarpio del fruto	3			5101,91			3672,86
Sig.		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

**Figura 20. Comparaciones múltiples de Tukey de la palmera de “huasaí”**

La Figura 20, agrupa en un solo subconjunto (1) a Trolox y al extracto de la raíz de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí”, es decir a un nivel de significancia del 5 %, existe evidencia para indicar que la actividad antioxidante del extracto en base a la raíz es diferente a los obtenidos en base al epicarpio y mesocarpio del fruto, pero comparable al Trolox, este resultado se da en ambas provincias.

<b>Prueba T de Student</b>						
<b>Muestra</b>	<b>Actividad</b>	<b>Provincia</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>p valor</b>
<b>Raíz</b>	FT (mg AG/g)	Maynas	3	152,58	0,24	0,388
		Chanchamayo	3	155,87	5,87	
	IC <sub>50</sub>	Maynas	3	3,87	0,03	0,000
		Chanchamayo	3	3,29	0,02	
<b>Epicarpio</b>	FT (mg AG/g)	Maynas	3	14,60	0,69	0,003
		Chanchamayo	3	20,28	1,29	
	IC <sub>50</sub>	Maynas	3	879,46	2,90	0,000
		Chanchamayo	3	408,23	1,16	
<b>Mesocarpio del fruto</b>	FT (mg AG/g)	Maynas	3	4,86	0,76	0,007
		Chanchamayo	3	9,49	1,40	
	IC <sub>50</sub> (µg/mL)	Maynas	3	5.101,91	12,79	0,000
		Chanchamayo	3	3.672,86	9,86	

**Figura 21. Prueba T de Student. Comparación por pares**

En la figura 21, la comparación por pares entre los promedios conseguidos en la provincia de Maynas versus los resultados conseguidos en la provincia de Chanchamayo.

En primer lugar, no se observa diferencia significativa en los valores de fenoles totales obtenidos en los extractos en base a la raíz de la palmera, mientras que en el resto de las partes si se observa (p valor menor a 0,05) con ventaja favorable a la provincia de Chanchamayo. En cuanto a la actividad antioxidante IC<sub>50</sub>, si se encontró una diferencia estadística significativa en raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto (p valor 0,000) también con ventajas para la provincia de Chanchamayo.

Otra forma de expresar la actividad antioxidante es en valor TEAC µg/mL.

Provincia	Muestras	N	Media	Desviación Estándar
Maynas	Raíz	3	3680,27	26,03
	Epicarpio	3	16,19	0,05
	Mesocarpio del fruto	3	2,79	0,01
Chanchamayo	Raíz	3	4331,89	26,20
	Epicarpio	3	34,88	0,10
	Mesocarpio del fruto	3	3,88	0,01

**Figura 22. Resultados TEAC expresados en µmol TE/g de muestra de “huasaí” para cada provincia**

En la figura 22 indica los valores promedio, la dispersión de las mediciones (Desviación estándar) para las muestras de raíz, epicarpio, mesocarpio del fruto. La mayor desviación estándar la obtuvieron las raíces de Maynas y Chanchamayo (26,03 y 26,20 respectivamente) y la menor e igual desviación estándar (0,01) la obtuvo el mesocarpio del fruto de ambas provincias.

ANOVA		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p valor
Provincia						
Maynas	Entre grupos	26949454,16	2	13474727,08	59678,41	0,000
	Dentro de grupos	1354,73	6	225,79		
	Total	26950808,90	8			
Chanchamayo	Entre grupos	37196843,35	2	18598421,67	81287,12	0,000
	Dentro de grupos	1372,79	6	228,80		
	Total	37198216,14	8			

**Figura 23. Prueba ANOVA. Valores TEAC de “huasaí” Entre grupos de ambas provincias**

En la figura 23 se muestra la prueba de ANOVA que presenta un p valor menor a 0,05 (p valor = 0,000) tanto en la provincia Maynas como en Chanchamayo, lo cual permite concluir que la actividad antioxidante expresada en TEAC no fue igual entre la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto.

HSD Tukey		Provincia=Maynas		Provincia=Chanchamayo	
Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0,05		Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2	1	2
Mesocarpio del fruto	3	2,79		3,88	
Epicarpio	3	16,19		34,88	
Raíz	3		3680,27		4331,89
Sig.		0,55	1,00	0,10	1,00

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

#### Figura 24. Comparaciones de Tukey

En la Figura 24 nos permite concluir a un nivel de significancia del 5 % que la actividad Antioxidante de la raíz de la palmera *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” es estadísticamente significativa y superior a la actividad antioxidante producida por los extractos del mesocarpio del fruto y epicarpio tanto en Maynas como en Chanchamayo.

## IV. DISCUSIÓN

### 4.1 Discusión

La presente investigación realizada compara la actividad antioxidante del extracto de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” procedente de la provincia Maynas entre la provincia Chanchamayo.

En la tabla 6 demuestra las características físicas de “huasaí” de la provincia Maynas se observó que el fruto fue superior en tamaño y peso que el fruto procedente de Chanchamayo. Nuestros estudios son similares a los resultados realizados por Ortega E. (38) *et al.* (2015) con un peso de 1,79g; una longitud de 1,32 cm; y un diámetro de 1,42 cm del fruto de huasaí de la provincia de Maynas.

En la tabla 7 demuestra el resultado del rendimiento del extracto etanólico seco de “huasaí”, se produjeron 6,2 %; 1,5 %; 5,9 % en la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto respectivamente oriundos de Chanchamayo, estos datos obtenidos fueron considerables que las muestras de Maynas con 4,5 %; 0,9 %; 13,7 % en la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto respectivamente. Mientras Ortega R, *et al.* (2015) refiere que en el mesocarpio seco obtuvo un rendimiento de 10,3 % a partir de 100 kg de fruto fresco de “huasaí”, sobresaliente a nuestro estudio (39). Soto alude que pudieran corresponder a factores como concentración, tipo de solvente, almacenamiento, temperatura, tiempo de contacto, entre otros (56).

En la tabla 9 se exhibe el análisis fitoquímico del extracto etanólico de “huasaí”, en las dos provincias se distinguieron compuestos fenólicos y saponinas en raíz pero no mostraron en el mesocarpio del fruto azúcares reductores en raíz y mesocarpio del fruto para las dos provincias; compuestos fenólicos, antocianinas y antraquinonas presentó en el epicarpio de Chanchamayo; solamente mostró antraquinonas para el mesocarpio del fruto de Maynas. En ambas provincias exhibieron los metabolitos secundarios: carbohidratos

generales, flavonoides, taninos, esteroides, aminoácidos, alcaloides y glucósidos para raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto. Sotero en su prueba fitoquímica del fruto de "huasaí" procedente de Loreto, predominaron triterpenos, esteroides, azúcares reductores, fenoles, taninos y flavonoides (39). Nuestros resultados concordaron en relación a compuestos fenólicos, esteroides, azúcares reductores, taninos y flavonoides en raíz, entretanto el autor no reportó fitoquímicos en el epicarpio y mesocarpio del fruto independientemente, sin embargo sí en el fruto entero. Asimismo, en nuestros resultados la existencia de aminoácidos fue evidente en todos los extractos de ambas provincias.

En la tabla 12 muestra el contenido de FT por el método Folin-Ciocalteu, en la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto "huasaí" de Chanchamayo comprenden valores sobresalientes de compuestos fenólicos a diferencia que las muestras de Maynas. La raíz de "huasaí" de Chanchamayo obtuvo una alta cantidad de FT; seguida por el epicarpio y mesocarpio del fruto. En las muestras de Maynas la cantidad de FT también mostró mayor en la raíz, seguida por el epicarpio y mesocarpio del fruto. En nuestra investigación el mesocarpio del fruto de "huasaí" de Maynas y Chanchamayo evidenciaron FT de 4,86 mg/Eq. AG/g y 9,49 mg Eq. AG/g respectivamente, valor ínfimo al reportado por Kang J *et al.*, (2012) recogidas en Bolivia que alcanzó en el mesocarpio del fruto  $73,0 \pm 4,8$  mg Eq. AG/g, en *Euterpe precatoria* Mart. (5).

El porcentaje de inhibición de DPPH de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de "huasaí" oriundas de cada provincia se observan en las tablas del 14 - 19, consiguieron mayor actividad antioxidante en todas las muestras de Chanchamayo predominando la raíz.

En la tabla 21 se observa importante actividad antioxidante en la raíz que en el epicarpio y mesocarpio del fruto en las dos provincias. En Chanchamayo la raíz obtuvo un  $IC_{50}$  de 3,28  $\mu\text{g/mL}$ , manifestando mejor actividad antioxidante que el estándar Trolox con  $IC_{50}$  de 3,56  $\mu\text{g/mL}$ . Para la provincia de Maynas el  $IC_{50}$  de la raíz conresultó 3,86  $\mu\text{g/mL}$ , valor inferior publicado por Sotero *et al.*, originario de Loreto donde la raíz obtuvo un  $IC_{50}$  de 540  $\mu\text{g/mL}$  (39).

Los valores de TEAC son mostrados en la tabla 22, al contrastar se halló que la actividad antioxidante de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de “huasaí” de Chanchamayo resultaron mejores que las muestras de “huasaí” de Maynas por medio del método DPPH. El mesocarpio del fruto de “huasaí” de Chanchamayo mostró 3,88  $\mu\text{mol ET/g}$  en tanto en Maynas el mesocarpio del fruto de “huasaí” fue 2,79  $\mu\text{mol ET/g}$  estos resultados de ambas provincias resultaron superiores a los reportados por Kang *et al.* (2012) recolectadas en Bolivia que obtuvo 320,3  $\pm$  23,8  $\mu\text{mol ET/g}$  para *Euterpe precatoria* y 133.4  $\pm$  11.2  $\mu\text{mol TE/g}$  para *Euterpe oleracea* Mart. (5). En la investigación concluida por Garzón G. (2017) la actividad antioxidante del fruto de *Euterpe oleracea* Mart “acaí” procedente de Colombia efectuado por el método DPPH el valor fue 26,93  $\pm$  332.8  $\mu\text{mol TE/g}$  (35).

En los resultados estadísticos obtenidos mediante la prueba ANOVA, el contenido de FT de la muestra de estudio existe diferencia significativa ( $p = 0,000$ ) en los valores de concentración de FT y los valores de  $\text{IC}_{50}$  en los extractos de las diferentes muestras de la palmera en cada una de las provincias.

En los resultados de cuantificación de FT de “huasaí” de igual especie de distintas provincias, no se observa diferencia significativa en los valores de FT obtenidos en los extractos en la raíz de “huasaí”, entretanto en el resto de las muestras sí se observa ( $p$  valor  $< 0,05$ ) con ventaja a favor de la provincia de Chanchamayo.

Se encontró que la raíz tiene mejor actividad antioxidante a diferencia del epicarpio y mesocarpio del fruto de ambas provincias. La raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de la provincia de Chanchamayo si presenta una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,00$ ) al compararlo frente a las muestras oriundas de Maynas y al estándar Trolox.

Quiñones M, (2012) publicó que varios factores ambientales como la exposición a la luz, el grado de madurez o de conservación, pueden perjudicar la capacidad del contenido total de polifenoles (57).

Mora F, (2015) señala que los factores ecológicos se relacionan con los procesos fisiológicos de las especies vegetales que conllevan en su crecimiento, desarrollo y producción; también los factores edáficos influyen en las propiedades físico-químico del suelo que unido a la condición genética de la planta interactúan entre sí (58).

## 4.2 Conclusiones

- Se comparó la actividad antioxidante del extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” procedente de la provincia de Maynas versus Chanchamayo hallándose diferencias significativas con mayor actividad antioxidante en las muestras de estudio oriundas de Chanchamayo en la raíz con IC<sub>50</sub> de 3,28 µg/mL frente a la raíz de Maynas con IC<sub>50</sub> de 3,86 µg/mL, teniendo como estándar Trolox (IC<sub>50</sub> 3,56 µg/mL).
- Se comparó los metabolitos secundarios del extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí”, presentan flavonoides y taninos en todas las muestras de estudio para ambas provincias, se identificó compuestos fenólicos en raíz y epicarpio para la provincia de Chanchamayo y solo en raíz para la provincia de Maynas; catequinas y antocianinas en el epicarpio exclusivo para la provincia de Chanchamayo.
- La determinación de fenoles totales mediante el método Folin-Ciocalteu fue superior en la raíz con 155,87 mg Eq. AG/g; epicarpio 20,28 mg Eq. AG/g y mesocarpio del fruto 9,49 mg Eq. AG/g, correspondiendo estos a la provincia de Chanchamayo a diferencia de la provincia de Maynas que resultó en la raíz con 152,58 mg Eq. AG/g; epicarpio 14,60 mg Eq. AG/g; y mesocarpio del fruto 4,86 mg Eq. AG/g de muestra.
- Se determinó la actividad antioxidante mediante el método DPPH hallándose un IC<sub>50</sub> de 3,86 µg/mL; 878,63 µg/mL y 5096,20 µg/mL para el extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” respectivamente procedente de la provincia de Maynas. En la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de *Euterpe precatoria* Mart “huasaí” obtuvo un IC<sub>50</sub> de 3,28µg/mL; 408,05 µg/mL y 3665,77 µg/mL

para el extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto respectivamente oriundo de la provincia de Chanchamayo.

#### 4.3. Recomendaciones

- Investigar el estudio de factores que puedan influir la actividad antioxidante de la raíz de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí”.
- Fomentar la ingesta de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” en regiones urbanas, con el propósito de obtener beneficios saludables, siendo un fruto oriundo de la selva.
- Desarrollar investigaciones complementarias en la identificación de las estructuras de compuestos fenólicos hallados en la raíz de *Euterpe precatoria* Mart. de la provincia de Chanchamayo, porque podría servir de materia prima para que la industria farmacéutica extraiga el ácido tánico para la elaboración de medicamentos antidiarréicos, productos cosméticos y por el contenido de sustancias antioxidantes.

## CITAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pintaud J, Galeano G, Balslev H, Bernal R, Borchsenius F, Ferreira E, et al. Las palmeras de América del Sur: diversidad, distribución e historia evolutiva. *Rev Perú Biol.* 2008; pág 5-27.
2. Goulding M, Smith N. Acaí (*Euterpe*). Palmeras centinelas para la conservación de la Amazonía. Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica; 2017.pag.125-49.
3. Hernández M, Mass W, Manejo & Aprovechamiento del Huasaí / *Euterpe precatoria* / Perú: Conam; 23 pág.
4. Mass H, Campanera M. Árboles medicinales. Conocimientos y usos en la cuenca baja del río Marañón. Perú 2011. Huasaí pág. 34.
5. Kang J, Thakali K, Xie Ch, Kondo M, Tong Y, Ou B, et al. Bioactivities of açai (*Euterpe precatoria* Mart.) fruit pulp, superior antioxidant and anti-inflammatory properties to *Euterpe oleracea* Mart. *Food Chem* [Internet]. 2012. [citado el 9 de diciembre de 2016];133 (3):671-7 Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814612000817>
6. Chen Z, Bertin R, Frolidi G. EC<sub>50</sub> estimation of antioxidant activity in DPPH. assay using several statistical programs. *Rev Food Chem* [Internet]. 2013 [citado el 10 de noviembre de 2016];133(3):671-7 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814612016020>
7. Organización Mundial de la Salud. Enfermedades no transmisibles. 2018. [citado el 15 de junio de 2019]; Disponible en: <https://www.who.int/es/newsroom/factsheets/detail/noncommunicablediseases>

8. Brañas M, Mass W. Palmeras nativas [Internet] 2011. Perú. Huasaí. pág. - 30 [citado el 15 de mayo de 2016]; Disponible en: [www.aecid.org.pe/publicaciones/store/pub.40.pdf](http://www.aecid.org.pe/publicaciones/store/pub.40.pdf)
9. AGRODATAPERU Palmitos Perú Exportación 2018 Diciembre [Internet]. [citado el 03 de febrero de 2019]; Disponible en: <https://www.agrodataperu.com/2019/01/palmitos-peru-exportacion-2018-diciembre.html>
10. Mostacero J, Mejía F, Gamarra O. Taxonomía de los fanerógamos útiles del Perú. Vol II. Perú: Ed. Normas Legales; 2002.p. 1021-22.
11. Pinedo M, Rengifo E, Cerruti T. Plantas medicinales de la Amazonía peruana. IIAP: Perú; 1997.
12. Coimbra J. Guía de Frutos Silvestres Comestibles de la Chiquitanía. [Internet]. Bolivia. FCBC; 2014. Asaí [citado el 18 mayo de 2017]; pag.24. Disponible en:<http://www.bmchiquitano.com/wp-content/uploads/2014/06/Gu%C3%ADa-de-Frutos-Silvestres-Comestibles-de-la-Chiquitan%C3%ADa.pdf>
13. Loyola R. Inventario y evaluación de los bosques y las cuencas de los ríos de Itaya-Nanay y Tahuayo-departamento Loreto. Perú; 2015. Capítulo 6, Usos actuales y potenciales de las especies forestales; pág. 67-79.
14. Isaza C, Galeano G, Bernal R. Manejo Actual del Asaí (*Euterpe precatoria* Mart.) para la producción de frutos en el sur de la Amazonía Colombiana. Rev. Colombia Forestal. [Internet]. 2014 [citado el 23 de Abril de 2016]; 17(1)77-99. Disponible en: [www.scielo.org.co/pdf/cofo/v17n1/v17n1a05.pdf](http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v17n1/v17n1a05.pdf)
15. Castro S, Barrera J, Carrillo M, Hernandez M. Asaí (*Euterpe precatoria*) Cadena de valor en el sur de la región amazónica. [Internet]. Colombia 2015. [citado el 11 setiembre de 2018]; pag116-117. Disponible en:<https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/asaipubli.pdf>

16. Shanley P, Cymerys M, Serra M, Medina G. Frutales y plantas útiles en la vida amazónica. [Internet]: Italia, FAO. 2012, Açái (solitario) (*Euterpe precatoria*) [citado el 30 de mayo de 2016] pág. 170-1. Disponible en: [www.fao.org/docrep/015/i2360s/i2360s.pdf](http://www.fao.org/docrep/015/i2360s/i2360s.pdf)
17. Paniagua N, Bussmann R, Macía M. El Bosque Sí Tiene Valor: El uso de palmeras en las comunidades campesinas e indígenas de la región de Inambari, Madre de Dios, Perú. *Ethnobotany Research and Applications*. 2014 pág 55
18. Acosta L. Principios agroclimáticos básicos para la producción de plantas medicinales. *Rev. Cubana Plant Med* [Internet]. 2003 [citado el 30 de agosto de 2018]; 8(1). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47962003000100008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962003000100008)
19. PAPSC - Municipalidad Provincial de Maynas [Internet]. [citado el 14 julio de 2019]. Disponible en: <https://www.munimaynas.gob.pe/wp-content/uploads/2019/06/PAPSC2019.pdf>
20. Senamhi. Ministerio del Ambiente. Loreto. [Internet]. 2019 [citado el 29 junio de 2019]; Disponible en: <https://senamhi.gob.pe/main.php?dp=loreto&p=mapa-climatico-del-peru>
21. Municipalidad provincial de Chanchamayo. [Internet]. [citado el 14 enero de 2019]. Disponible en: <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Huancayo/junincaracterizacion.pdf>
22. Camayo B, Massipe R, Torres A, Quispe M, Pomachagua J. Validación y aplicación del modelo Bristow Campbell para estimar la radiación solar global de la región de Junín. *Rev. RTQ. Cuba* [Internet]. 2017 [citado el 25 de junio de 2019]; 37(3) pág. 622. Disponible en:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S22246185201700030001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S22246185201700030001)

5

23. Rivas-Morales C, Oranday-Cárdenas M, Verde-Star M. Investigación en plantas de importancia médica. México. Omnia Science. Actividad antioxidante y toxicidad. 2016 pag.43.
24. Franco D, Moure A. Antioxidantes naturales. Aspectos saludables, toxicológicos y aplicaciones industriales. [Internet]. España. Consellería del Medio Rural. 2010 [citado el 30 de agosto de 2018] p.74. Disponible en: [http://mediorural.xunta.gal/fileadmin/arquivos/publicacions/alimentacion/antioxidantes\\_2010\\_es.pdf](http://mediorural.xunta.gal/fileadmin/arquivos/publicacions/alimentacion/antioxidantes_2010_es.pdf)
25. Feduchi E, Blasco I, Romero C, Yáñez E. Bioquímica: Conceptos esenciales. Madrid. Médica Panamericana. 2011. Capítulo 1, Rutas centrales del metabolismo intermediario; pag.248-251.
26. Gonzales F, Hernández N, Cooper B, Núñez L, Reyes M. Rev. Ci. Salud. Empleo de antioxidantes en el tratamiento de diversas enfermedades crónico degenerativas. Choque G, Rómulo J. Estudio de propiedades moleculares de cuatro flavonoides de *Baccharis boliviensis*. Rev.Cs.Farm. y Bioq. 2017; pág. 39-55.
27. Choque G, Rómulo J. Estudio de propiedades moleculares de cuatro flavonoides de *Baccharis boliviensis*. Rev. Cs. Farm. y Bioq. 2017 pág. 39-55.
28. Andzi T, Feuya G. Comparative study of the anti-oxidant activity of the total polyphenols extracted from *Hibiscus Sabdariffa*L., *Glycine max* L. Merr., yellow tea and red wine through reaction with DPPH free radicals. Arab J Chem [Internet]. 2016 [citado el 1 de setiembre de 2018]; 9(1):1-8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535214003268>
29. Giaquinta A, Araque A, Curbelo R, Rojo A. Glaucoma and antioxidants: A systematic review. Rev Mexic de Oftalmol. [Internet]. 2017 [citado el 3 de

setiembre de 2018]; 91(3):112-21. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187451916300117>

30. Ortemberg A. Antioxidantes para rejuvenecer: Descubre los mejores aliados de la salud y la belleza. Perú: Océano Grupo Editoria; 2000. pag 135.
31. Gray C. ¿Qué es el Estrés Oxidativo? Environmental Health Fact Sheet. [Internet]. 2018 [citado el 1 de setiembre de 2018]. Disponible en: <http://ehscc.umich.edu/wpcontent/uploads/OxidativeStressSPN.pdf>
32. Repetto M. Toxicología fundamental. 4ta ed. España. Díaz de Santos 2009, Capítulo 6, Mecanismos de toxicidad; pág.161-182.
33. Jaramillo F, Valdivia A. Fundamentos de estrés oxidativo celular. [Internet]. México. Univ Autónoma de aguas calientes. Estrés oxidativo y enfermedades e humanos: [citado el 3 de setiembre de 2018] pag. 71-82. Disponible en: [https://www.uaa.mx/direcciones/dgdv/editorial/docs/zombis\\_fundamentos\\_estres\\_oxidativo\\_celular.pdf](https://www.uaa.mx/direcciones/dgdv/editorial/docs/zombis_fundamentos_estres_oxidativo_celular.pdf)
34. Martins R, Bauer D, Ramos C, Pimentel J, Machado A, Soares R, Castro A, Junger A, et al. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) Seed Extract Induces Cell Cycle Arrest and Apoptosis in Human Lung Carcinoma Cells. Rev. Foods. [Internet]. 2018 [citado el 3 de julio de 2019]; 7 (11): 178. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6262440/>
35. Garzón G, Narváez-Cuenca C, Vincken J, Gruppen H. Polyphenolic composition and antioxidant activity of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) from Colombia. Food Chem [Internet]. 2017. [citado el 16 de agosto de 2018]; 217:364-72. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27664647>
36. Brunschwig Ch, Leba L, Saout M, Martial K, Bereau D, Robinson J. Chemical Composition and Antioxidant Activity of *Euterpe oleracea* Roots and Leaflets.

Rev. Int J Mol Sci. [Internet]. 2013 [citado el 5 de agosto de 2019] 18(1): 61. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5297696/>

37. Oliveira P, Pala D, Teixeira C, Oliveira de Souza M, Ferreira do Amaral J, Lima R, et al. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp dietary intake improves cellular antioxidant enzymes and biomarkers of serum in healthy women Nutr [Internet]. 2016. [citado el 9 agosto de 2018]; 32(6):674-80. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0899900715005274>
38. Ortega E, Jurado B, Ramos E, Malpatida K, Aparicio E. Caracterización fisicoquímica y evaluación de la actividad antioxidante del aceite de *Euterpe precatoria* Mart. obtenido por diferentes métodos de extracción. Rev Soc Quím Perú. 2015. pág. 33-43.
39. Sotero V, Maco M, Merino-Zegarra C, Vela E, Dávila E, García D. Caracterización química y evaluación antioxidante de frutos y raíces de *Euterpe oleracea* y *Euterpe precatoria*. Rev Soc Quím Perú. 2013; pág.236-42.
40. Sotero V, Silva L, Merino-Zegarra C, Maco M, Dávila E, Ramirez W, García D. Evaluación de la actividad antioxidante de seis frutales Amazónicos: anona, castaña, chope, huasaí, huito y uvilla. IIAP [Internet]. 2011[citado el 1 de julio de 2018]; 20(2):53-8. Disponible en: <http://revistas.iiap.org.pe/index.php/foliaamazonica/article/view/355/424>
41. Cuzcano J, Vela R. Evaluación bromatológica y de antioxidantes fenólicos presentes en la pulpa de *Euterpe precatoria* Mart. y *Euterpe oleracea* Mart. (huasaí) [Tesis pregrado]. Iquitos: [Internet] Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; 2015. Disponible en: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/5769>
42. Heredia C. Evaluación de la calidad nutricional y sensorial en tres formulaciones para obtener bebida nutracéutica a partir de huasaí (*Euterpe oleracea* Mart.) [Tesis pregrado]. Iquitos: [Internet] Facultad de Ingeniería,

Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; 2015. Disponible en:  
<http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/67>

43. Hernández R, Fernández C, Batista P. Metodología de la investigación. 6ta Edición. Mac Graw Hill. México; pág. 151
44. Arellano K, Herrera J. Quispe S et al. Evaluación de los compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de tres colores de pétalos de mastuerzo (*Tropaeolum majus l.*) Rev Soc Quím Perú. 81(4) 2015.
45. Rodríguez E, Árias A, Vásquez E, Martínez J. Rendimiento y capacidad antioxidante de extractos de *Rosmarinus officinalis*, *salvia officinalis* y *psidium guajava* obtenidos con CO<sub>2</sub> supercrítico. Rev. Acad. Colomb. Cienc. (Colombia) Bioquímica [Internet] 2012 [citado el 28 de junio de 2019]; 28: 305-314. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v36n140/v36n140a01.pdf>
46. Pasto Daniel J, Johnson Carl R. Determinación de estructuras orgánicas. Editorial Reverté, S.A. España. 2003.
47. Lock de Ugaz O. Investigación Fitoquímica, Métodos en el estudio de productos naturales. 2da rev. ed. Perú. Univ Católica del Perú; 1994. pág. 6-8.
48. García M, Fernández S, Fuentes L. Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu. [Internet]. 2015 [citado el 2 de julio de 2019] Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/52056/Garcia%20Mart%c3%adnez%20et%20al.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
49. Muñoz-Bernal O, Torres-Aguirre G, Núñez-Gastélum J, De la Rosa L, Rodrigo-García J, Ayala-Zavala F, Nuevo acercamiento a la interacción del reactivo de Folin-ciocalteu con azúcares durante la cuantificación de polifenoles totales.

[Internet]. México Rev. Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 20(2): 23-28, 2017. Disponible en: [www.scielo.org.mx](http://www.scielo.org.mx)

50. Brand-Williams W, Cuvelier M, Berset C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. LWT [Internet]. 1995 [citado el 3 de setiembre de 2018]; 28 (1):25-30. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S00236438958000853>
51. Kedare S, Singh R. Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay Association of Food Scientists and Technologists. J Food Sci Technol (India) [Internet]. 2011 [citado el 3 de setiembre de 2018]; 48 (4): 412–22. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3551182/>
52. Márquez C, Otero C, Rojano B, Osorio J. Actividad antioxidante y concentración de compuestos fenólicos del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* S.) en poscosecha. Temas Agrarios. 2014 [citado el 19 de setiembre de 2018] Vol. 19:(2) Julio - Diciembre 2014 (173 - 184). Disponible en: <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/732/848>
53. Sigma Aldrich. Laboratorio Merck. Trolox. [Internet] 2019. [citado el 3 de agosto de 2019]; Disponible en: [https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/238813?lang=en&region=PE#cited\\_3](https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/238813?lang=en&region=PE#cited_3)
54. Laguna C. Correlación y regresión lineal. Instituto Aragonés de ciencias de la salud. Metodología en Salud Pública. [Internet]. [citado el 2 de julio de 2018] Disponible en: <https://www.academia.edu>
55. Cruzado M, Pastor A, Castro N, Cedrón JC. Determinación de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de extractos de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) Rev. Soc. Quím. Perú v.79 n.1 Lima. 2013.

56. Soto-García M, Rosales-Castro M. Efecto del solvente y de la relación masa/solvente, sobre la extracción de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de extractos de corteza de *Pinus durangensis* y *Quercus sideroxyla*. Rev. Scielo. Maderas, Cienc. tecnol. vol.18 no.4. [Internet]. 2016; [citado el 12 de enero de 2018]; 18(4): 701 – 714. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/maderas/v18n4/aop6116.pdf>
57. Quiñones M, Miguel M, Aleixandre A. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. Nutr Hosp [Internet]. 2012 [citado el 15 de setiembre de 2018]; 27(1):76-89. Disponible en:[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112012000100009](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100009)
58. Mora F, Muñoz R, Meza V, Fonseca W. Factores edáficos que influyen en el crecimiento de *Vochysia guatemalensis* en la región huetar norte de Costa Rica. agronomía costarricense 39(1): 71-89 [Internet]. 2015; [citado el 10 de marzo de 2018] Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr>

## **ANEXOS**

### Anexo A. Matriz de consistencia

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE
"Actividad antioxidante del extracto etanólico de la raíz, y del fruto de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí" procedente de la provincias Maynas y Chanchamayo"	<b>General</b>			<b>Independiente</b>
	¿Cuál será la diferencia entre la actividad antioxidante del extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí" procedente de la provincia Maynas y de Chanchamayo?	Comparar la actividad antioxidante del extracto etanólico de la raíz y el fruto de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí" procedente de la provincia de Maynas respecto a la especie oriunda de Chanchamayo.	Existe diferencia en la actividad antioxidante del extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí" procedente de la provincia de Maynas y Chanchamayo.	Provincia de Maynas y Chanchamayo
	<b>Específicos</b>			<b>Dependiente</b>
	1. ¿Cuál es el contenido de fenoles totales del extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí" de la provincia de Maynas y Chanchamayo?	1. Comparar los metabolitos secundarios del extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí" procedente de la provincia de Maynas y Chanchamayo	1.- El extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí" en la provincia de Maynas y Chanchamayo poseen fenoles totales.	Actividad antioxidante del extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí".

	<p>2. ¿Cuál es la concentración inhibitoria media (IC<sub>50</sub>) de la actividad antioxidante del extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí" de la provincia de Maynas y Chanchamayo?</p>	<p>2.- Determinar las concentraciones de fenoles totales del extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí" procedente de la provincia de Maynas y Chanchamayo.</p>	<p>2.- Los extractos etanólicos de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí" poseen actividad antioxidante de la provincia de Maynas y Chanchamayo.</p>	
	<p>3. ¿Cuáles son los metabolitos del extracto etanólico de la raíz epicarpio y mesocarpio del fruto de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí" procedente de la provincia de Maynas y Chanchamayo responsables de la actividad antioxidante?</p>	<p>3.-Determinar la actividad antioxidante del extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de <i>Euterpe precatoria</i> Mart "huasaí" procedente de la provincia de Maynas y Chanchamayo.</p>	<p>3.- Los metabolitos secundarios mayoritarios de los extractos etanólicos de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí" poseen actividad antioxidante procedente de la provincia de Maynas y Chanchamayo.</p>	

### Anexo B. Operacionalización de Variables

INDEPENDIENTE	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	ITEMS	INSTRUMENTO	INDICADOR	ITEMS	ESCALA
	Provincias	Lugar de procedencia de la especie vegetal de estudio	Lugares de procedencia de la especie de <i>Euterpe precatoria</i> Mart "huasaí" de la provincia Maynas y Chanchamayo	Prov. Maynas	Clima	Senamhi (Bibliografía científica especializada)	Estación seca		De mínima a máxima
				Prov. Chanchamayo	Clima		Estación lluviosa		De mínima a máxima
							Estación Seca		De mínima a máxima
							Estación lluviosa		De mínima a máxima
DEPENDIENTE	Actividad antioxidante del extracto etanólico de raíz y del fruto	Capacidad de una sustancia para neutralizar radicales libres	Capacidad del extracto etanólico de raíz y el fruto de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí" para	Operación preliminar  (Identificación Macroscópica)	Frutos	Certificado Taxonómico	Característica del fruto	Color negro a violáceo	SI/NO

			neutralizar radicales libres probada mediante el reactivo 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DDPH)		Raíz		Característica de la raíz	Color rojizo	SI/NO
				Solubilidad	SI/NO	Sistema de solventes	Grado de Solubilidad		De insoluble a Soluble
				% de Inhibición del radical libre en función del Trolox	% de capacidad antioxidante de la muestra	Método DPPH	formación de molécula diamagnética estable	% de captación de radicales libres expresado en IC <sub>50</sub>	Menor a mayor actividad antioxidante
		Cantidad de fenoles totales de una sustancia expresados en mg/g	Cantidad de fenoles totales de raíz y fruto de "huasaí" determinado por el método de Folin-Ciocalteu	Curva de calibración del estándar de mg Eq. AG/g	Cantidad de fenoles totales	Método Folin-Ciocalteu	formación del ión fenolato	Fenoles totales expresado en %	De mayor a menor % de fenoles totales

### Anexo C. Instrumento y recolección de datos

INSTRUMENTO Y RECOLECCIÓN DE DATOS										
<b>TÍTULO</b>	ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE LA RAÍZ Y EL FRUTO DE <i>Euterpe precatoria</i> MART. "huasaí" PROCEDENTE DE LA PROVINCIA MAYNAS Y CHANCHAMAYO									
<b>ANALISTAS</b>	Carmen Rosa Garamendi Alacote María Elizabeth Hernández Cerna									
<b>ASESORA</b>	Mg. Q.F. Carmen Gladys Peña Suasnabar									
<b>MÉTODOS</b>	Método de FOLIN-CIOCALTEU									
	Método del radical DPPH									
<b>MUESTRA</b>	Extracto etanólico de la raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de <i>Euterpe precatoria</i> Mart. "huasaí"									
	MÉTODO FOLIN-CIOCALTEU									
<b>PROVINCIAS</b>	Muestras	Concentración (A, B, C, D, E ppm)	F.d	Vol. muestra	Vol. Final	A1	A2	A3	$\left[ \text{mg Eq. } \frac{\text{AG}}{\text{g}} \text{ de extracto} \right] = \frac{[\text{mg/g}] \times \text{Fd} \times \text{Vol. final}}{\text{Vol. Muestra}}$	% FT
Maynas	R									
	E									
	M									
Chanchamayo	R									
	E									
	M									

Estándar	Ácido gálico						mg Eq. AG/g
<b>MÉTODO DPPH</b>							
PROVINCIAS	Muestras	Concentración µg/mL de muestra	A1	A2	A3´	Porcentaje de inhibición $= 1 - \left( \frac{Amuestra - Ablanco}{AR} \right) * 100$	IC <sub>50</sub>
Maynas	R						
	E						
	M						
Chanchamayo	R						
	E						
	M						
Estándar	Trolox						

A1: Promedio de la absorbancia de la muestra; A2: Absorbancia del blanco de la muestra; A3: Absorbancia del blanco de la muestra; A3´: Promedio de la Absorbancia del radical DPPH.

## Anexo D. Evidencia de trabajo de campo

JOSÉ R. CAMPOS DE LA CRUZ  
CONSULTOR BOTÁNICO  
C. B. P. Nº 3796  
Tel: 5362006 RPM 963689079  
e-mail: joramde@gmail.com



### CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACION BOTÁNICA

JOSÉ RICARDO CAMPOS DE LA CRUZ. BIÓLOGO COLEGIADO- Nº 3796 – INSCRITO CON EL Nº 36 EN EL REGISTRO DE PROFESIONALES QUE REALIZAN CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ESPECÍMENES Y PRODUCTOS DE FLORA - RESOLUCIÓN DIRECTORAL Nº 0311-2013- MINAGRI-DGFFS-DGEFFS.

**Certifica:** Que,

CARMEN ROSA, GARAMENDI ALACOTE y  
MARÍA ELIZABETH, HERNANDEZ CERNA.

Estudiantes de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Norbert Wiener, con fines de investigación científica, han solicitado la identificación y certificación botánica de una palmera procedente de la Provincia de Maynas del Departamento de Loreto, donde es conocida con el nombre vulgar de “huasaí”, la muestra en estado fértil con flores y frutos ha sido identificada como *Euterpe precatoria* Mart. Y según el Sistema Integrado de Clasificación de las Angiospermas de Arthur Cronquist. (1981), ocupa las siguientes categorías taxonómicas.

REINO : Plantae  
DIVISIÓN : Magnoliophyta  
CLASE : Liliopsida  
SUBCLASE : Arecidae  
ORDEN : Arecales  
FAMILIA : Arecaceae  
GENERO : *Euterpe*  
ESPECIE : *Euterpe precatoria* Mart.

Se expide la presente certificación para los fines que se estime conveniente.

Lima, 02 de octubre del 2016



*José R. Campos de la Cruz*  
José R. Campos de la Cruz  
BIÓLOGO  
C.B.P. 3796

Jr. Sánchez Silva # 156 – Urb. Santa Luzmila - Lima 07 / e-mail: joricampos@yahoo.es

1. Certificación de identificación botánica de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” de la provincia de Maynas.

JOSÉ R. CAMPOS DE LA CRUZ  
CONSULTOR BOTÁNICO  
C. B. P. N° 3796  
Tel: 5362006 RPM 963689079  
e-mail: jocamde@gmail.com



## CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACION BOTÁNICA

JOSÉ RICARDO CAMPOS DE LA CRUZ. BIÓLOGO COLEGIADO- N° 3796 – INSCRITO CON EL N° 36 EN EL REGISTRO DE PROFESIONALES QUE REALIZAN CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ESPECÍMENES Y PRODUCTOS DE FLORA - RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0311-2013- MINAGRI-DGFFS-DGEFFS.

**Certifica:** Que,  
CARMEN ROSA, GARAMENDI ALACOTE y  
MARÍA ELIZABETH, HERNANDEZ CERNA.

Estudiantes de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Norbert Wiener, con fines de investigación científica, han solicitado la identificación botánica de una palmera procedente de la Provincia de Chanchamayo del Departamento de Junín, donde es conocida con el nombre vulgar de “huasaí”, la muestra en estado fértil con flores y frutos ha sido identificada como *Euterpe precatoria* Mart. Y según el Sistema Integrado de Clasificación de las Angiospermas de Arthur Cronquist. (1981), ocupa las siguientes categorías taxonómicas.

REINO	:	Plantae
DIVISIÓN	:	Magnoliophyta
CLASE	:	Liliopsida
SUBCLASE	:	Arecidae
ORDEN	:	Arecales
FAMILIA	:	Arecaceae
GENERO	:	<i>Euterpe</i>
ESPECIE	:	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.

Se expide la presente certificación para los fines que se estime conveniente.

Lima, 02 de octubre del 2016



Jr. Sánchez Silva # 156 – Urb. Santa Luzmila - Lima 07 / e-mail: joricampos@yahoo.es

## 2. Certificación de identificación botánica de *Euterpe precatoria* Mart. “huasaí” de la provincia de Chanchamayo.



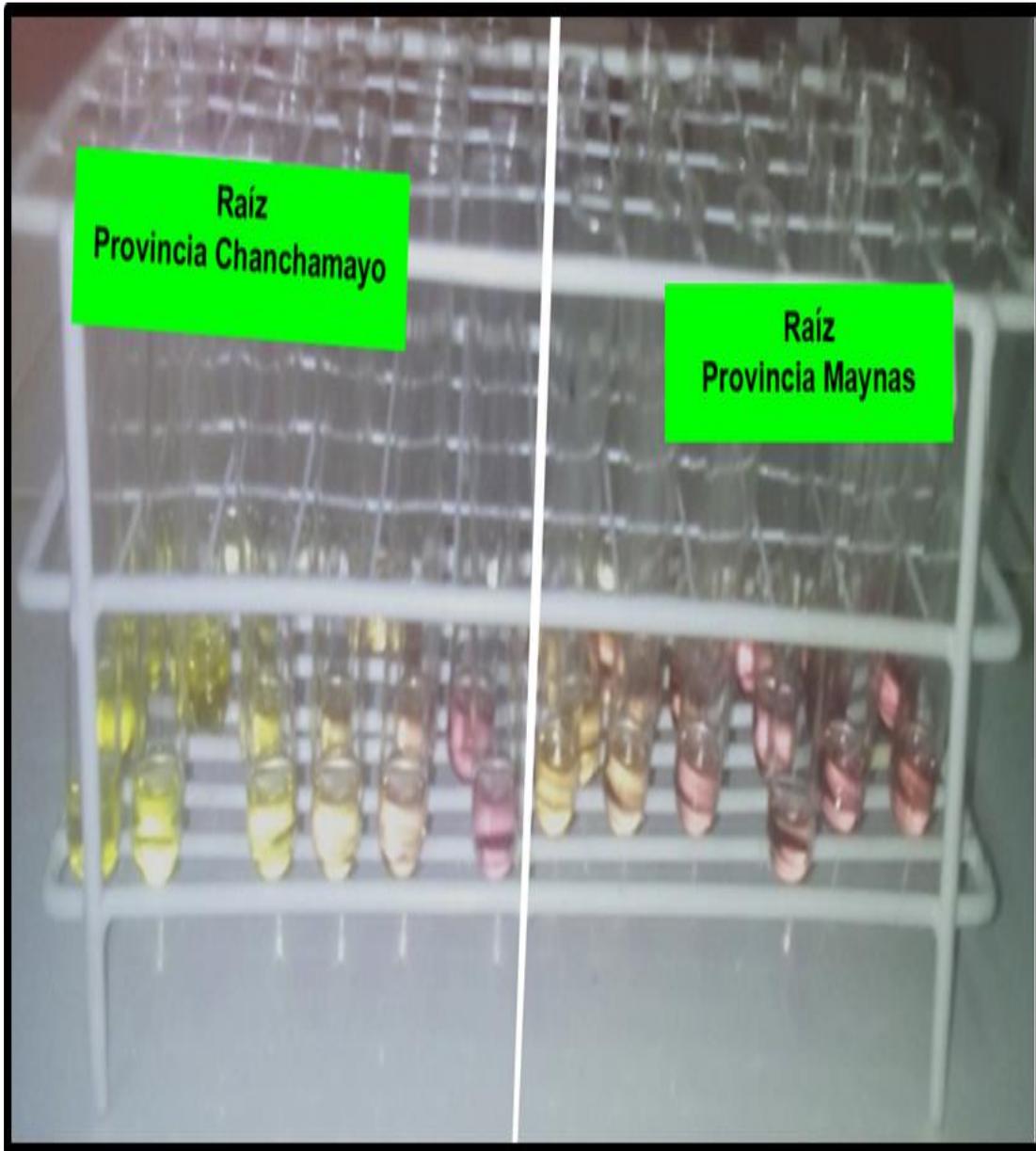
**Figura 25. Procedimiento previo al secado para todas las muestras de “huasaí” extendidas dentro de bolsas de papel kraft de la provincia Maynas y Chanchamayo**



**Figura 26. Proceso de obtención del extracto etanólico de raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de “huasai” de ambas provincias**



Figura 27. Medición de absorbancias por el espectrofotómetro UV/visible



**Figura 28. Reacción del radical DPPH con un cambio de coloración de color morado (oxidado) a color amarillo (reducido) de la raíz de “huasái” de ambas provincias**

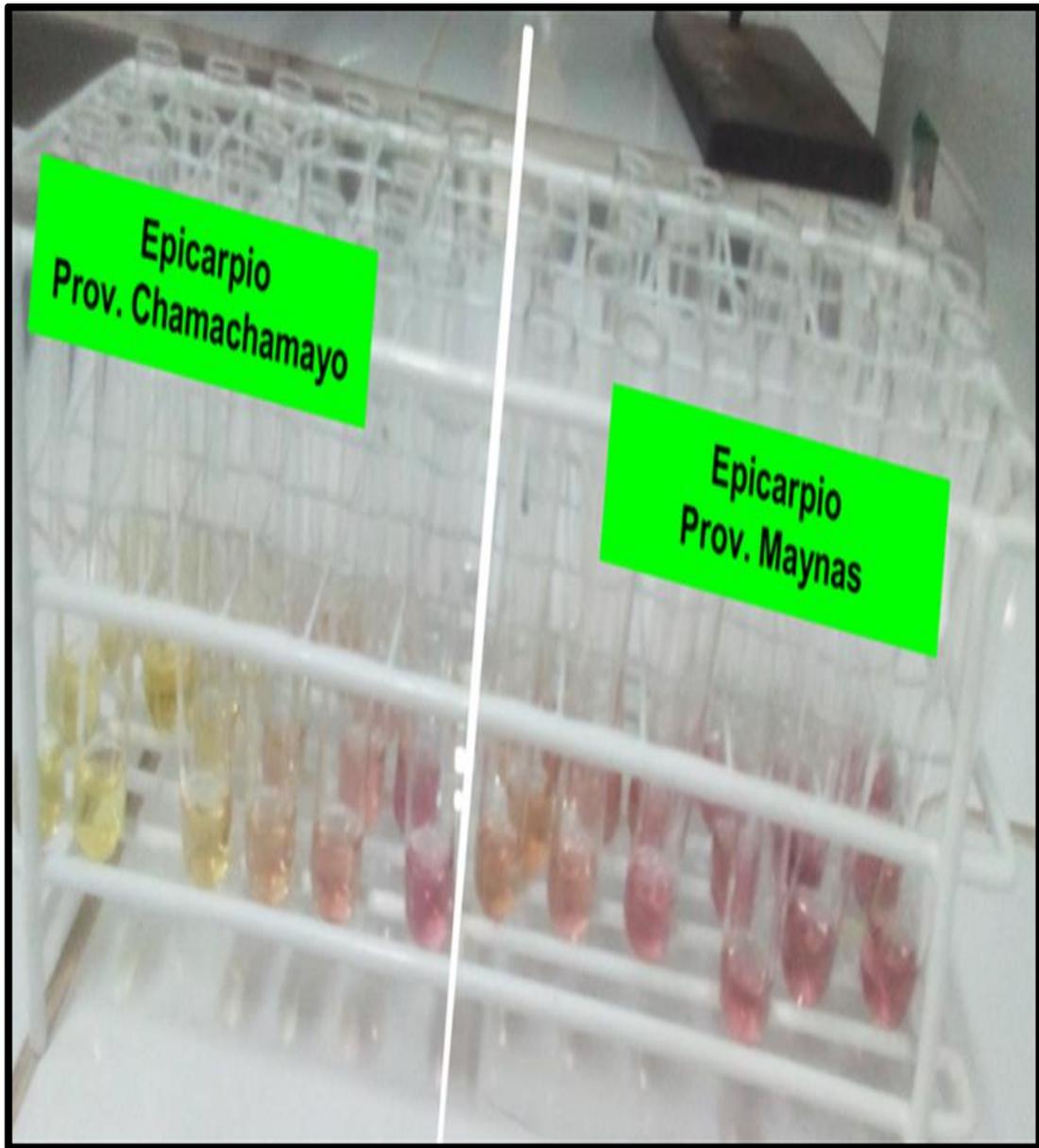


Figura 29. Reacción del radical DPPH del epicarpio de “huasaí” de ambas provincias

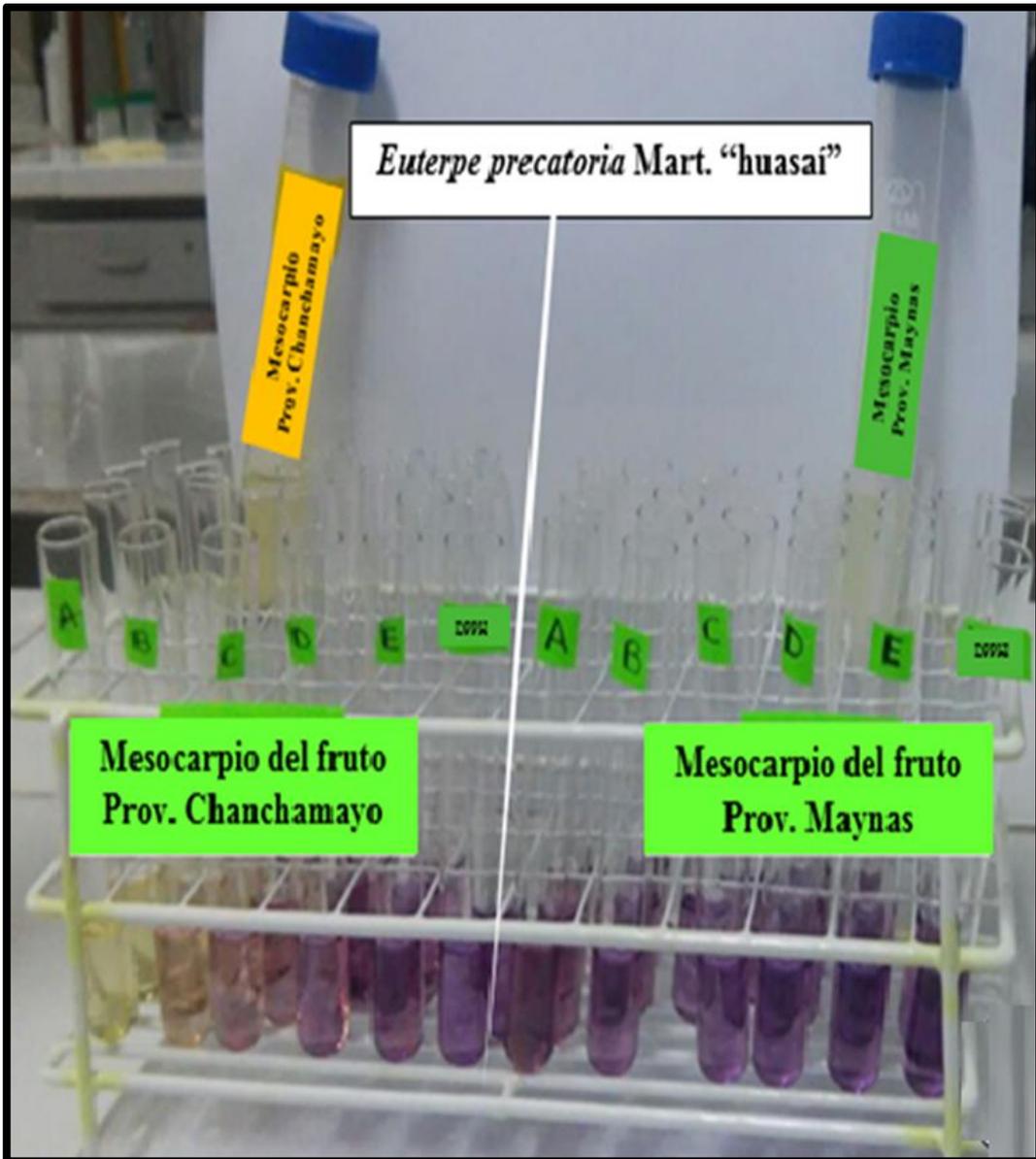
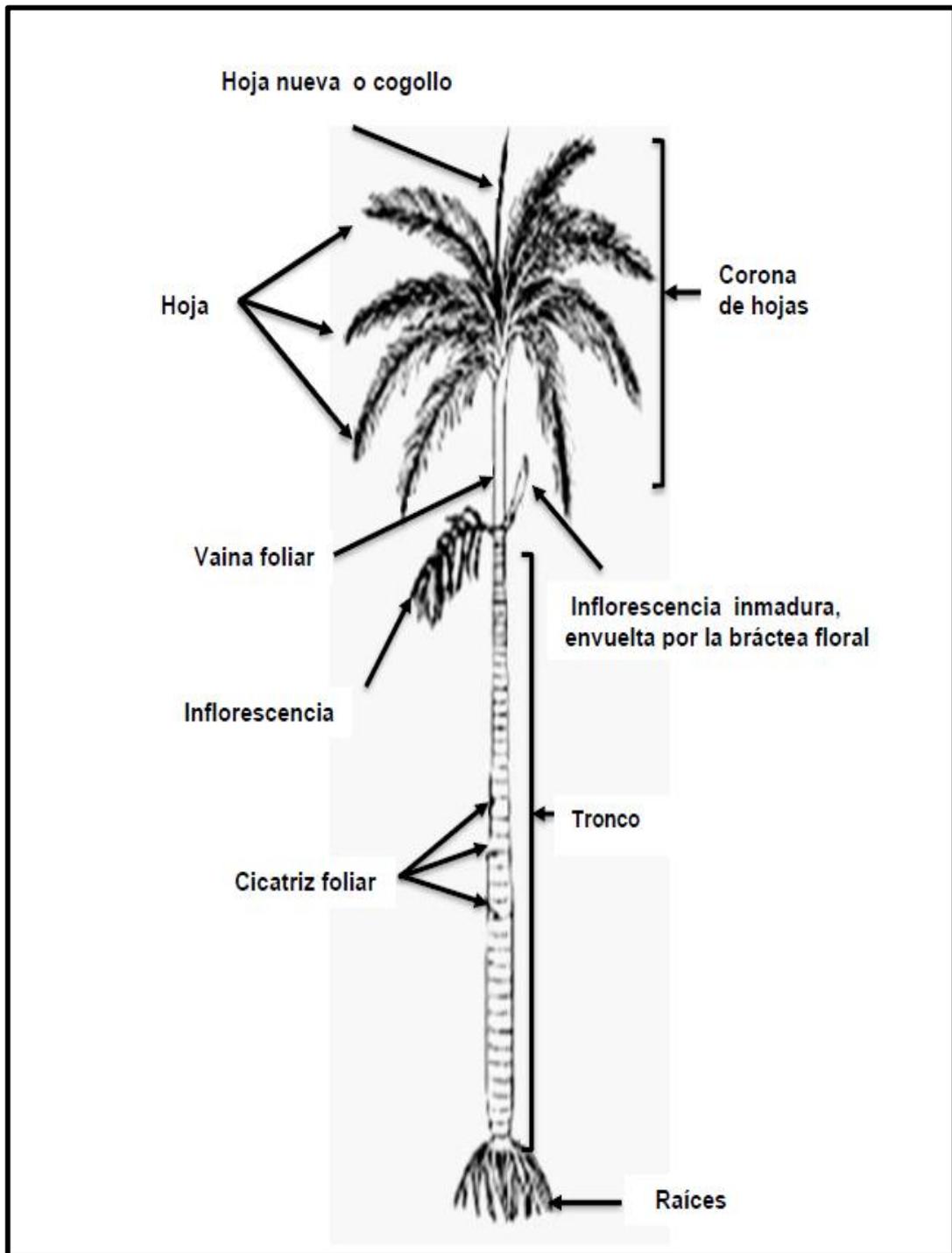


Figura 30. Reacción del radical DPPH del mesocarpio del fruto "huasaí" de ambas provincias

## Anexo E. Imágenes relacionado a la investigación



**Figura 31. Estructura de palmeras**

**Fuente:** Comunidades Llaquash, San Martín, Perú 2014



Figura 32. Estructura de las partes de *Euterpe precatoria* Mart. "huasái"

Fuente: Fotos del "huasái". Hernández M, Mass (3).



El cogollo o palmito (zona meristemática)

**Figura 33. El palmito, parte comestible**

**Fuente: Hernández M.(3)**

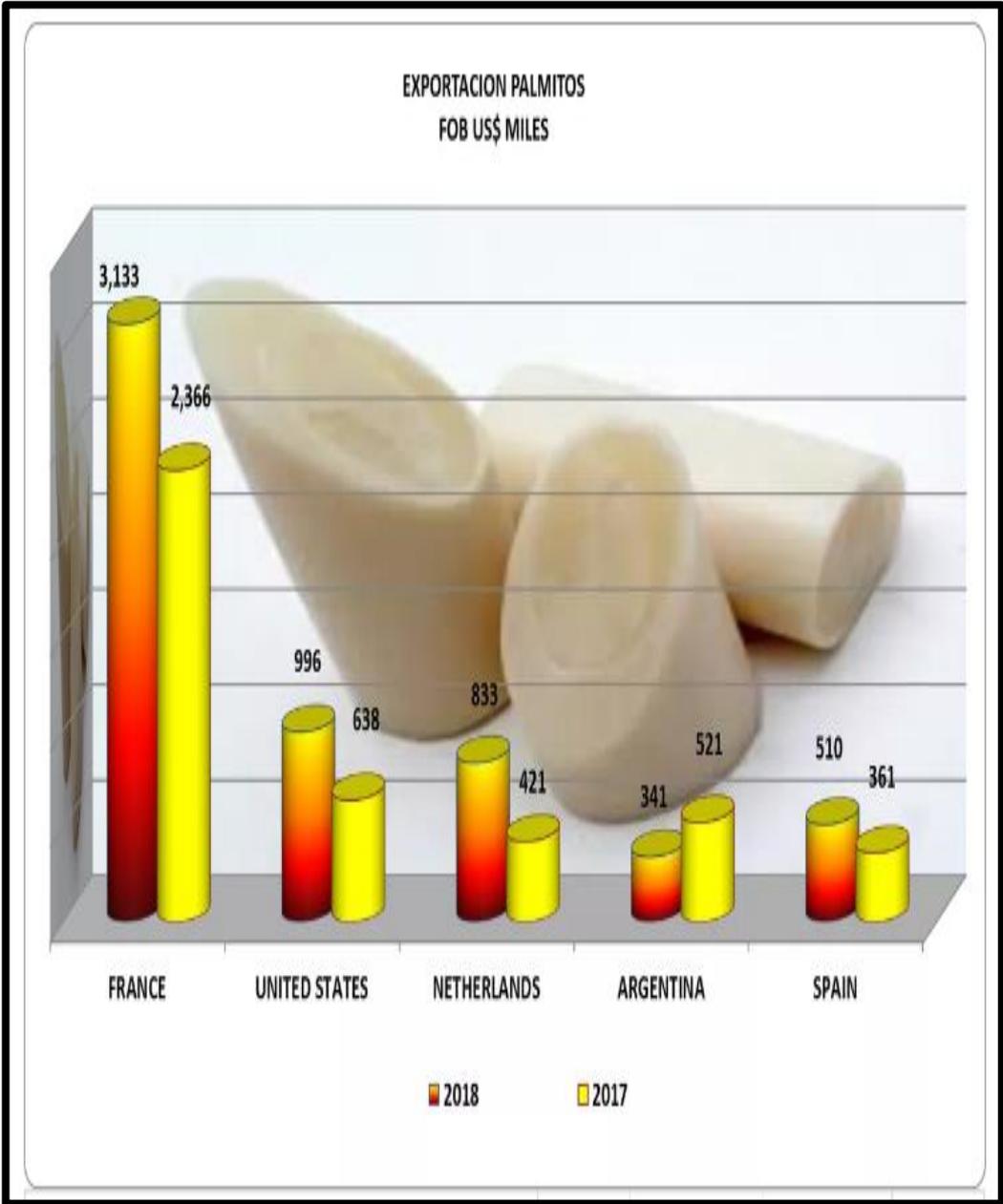


Figura 34. Exportación de palmitos del Perú 2017-2018 Agroataperú.

EXPORTACION PALMITOS PREPARADOS			12			
MES	2018			2017		
	FOB	KILOS	PREC. PROM.	FOB	KILOS	PREC. PROM.
ENERO	474,865	171,464	2.77	223,661	75,434	2.96
FEBRERO	538,065	209,593	2.57	417,128	150,928	2.76
MARZO	379,552	161,548	2.35	358,095	138,199	2.59
ABRIL	374,381	144,045	2.60	402,668	149,230	2.70
MAYO	846,273	343,809	2.46	292,975	124,347	2.36
JUNIO	570,513	238,746	2.39	280,901	128,916	2.18
JULIO	597,423	228,913	2.61	459,013	187,892	2.44
AGOSTO	314,030	110,581	2.84	411,479	156,067	2.64
SEPTIEMBRE	837,617	329,503	2.54	460,792	202,916	2.27
OCTUBRE	715,449	288,079	2.48	577,795	223,546	2.58
NOVIEMBRE	415,486	174,128	2.39	488,443	196,086	2.49
DICIEMBRE	372,913	163,334	2.28	595,605	250,552	2.38
<b>TOTALES</b>	<b>6,436,567</b>	<b>2,563,743</b>	<b>2.51</b>	<b>4,968,555</b>	<b>1,984,113</b>	<b>2.50</b>
<b>PROMEDIO MES</b>	<b>536,381</b>	<b>213,645</b>		<b>414,046</b>	<b>165,343</b>	
<b>% CRE. PROM. ACTUAL</b>	<b>30%</b>	<b>29%</b>	<b>0%</b>	<b>16%</b>	<b>37%</b>	<b>-15%</b>

Figura 35. Exportación de palmitos preparados

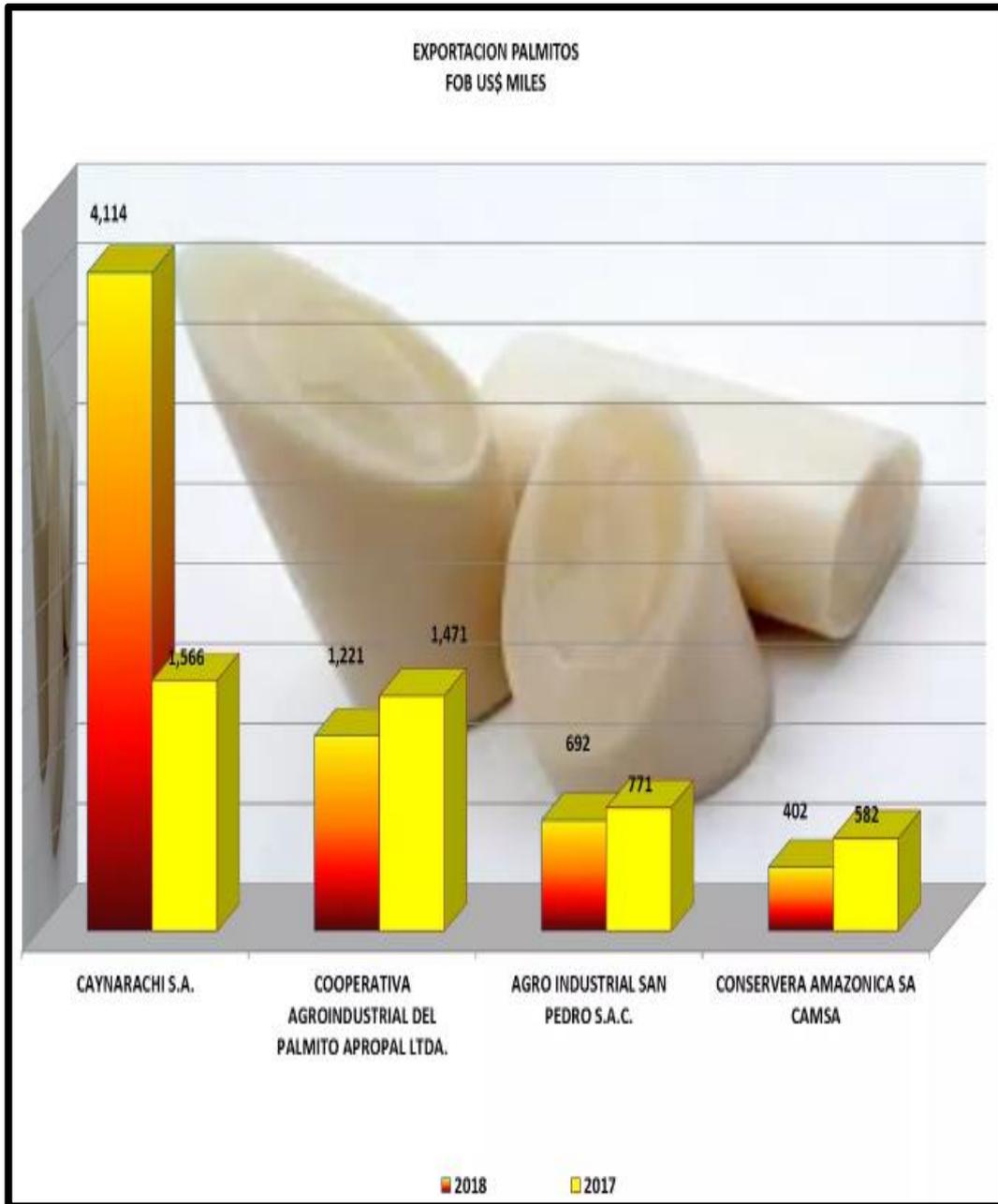


Figura 36. Empresas de exportación de palmito

## Anexo F. Flujograma del proceso de investigación

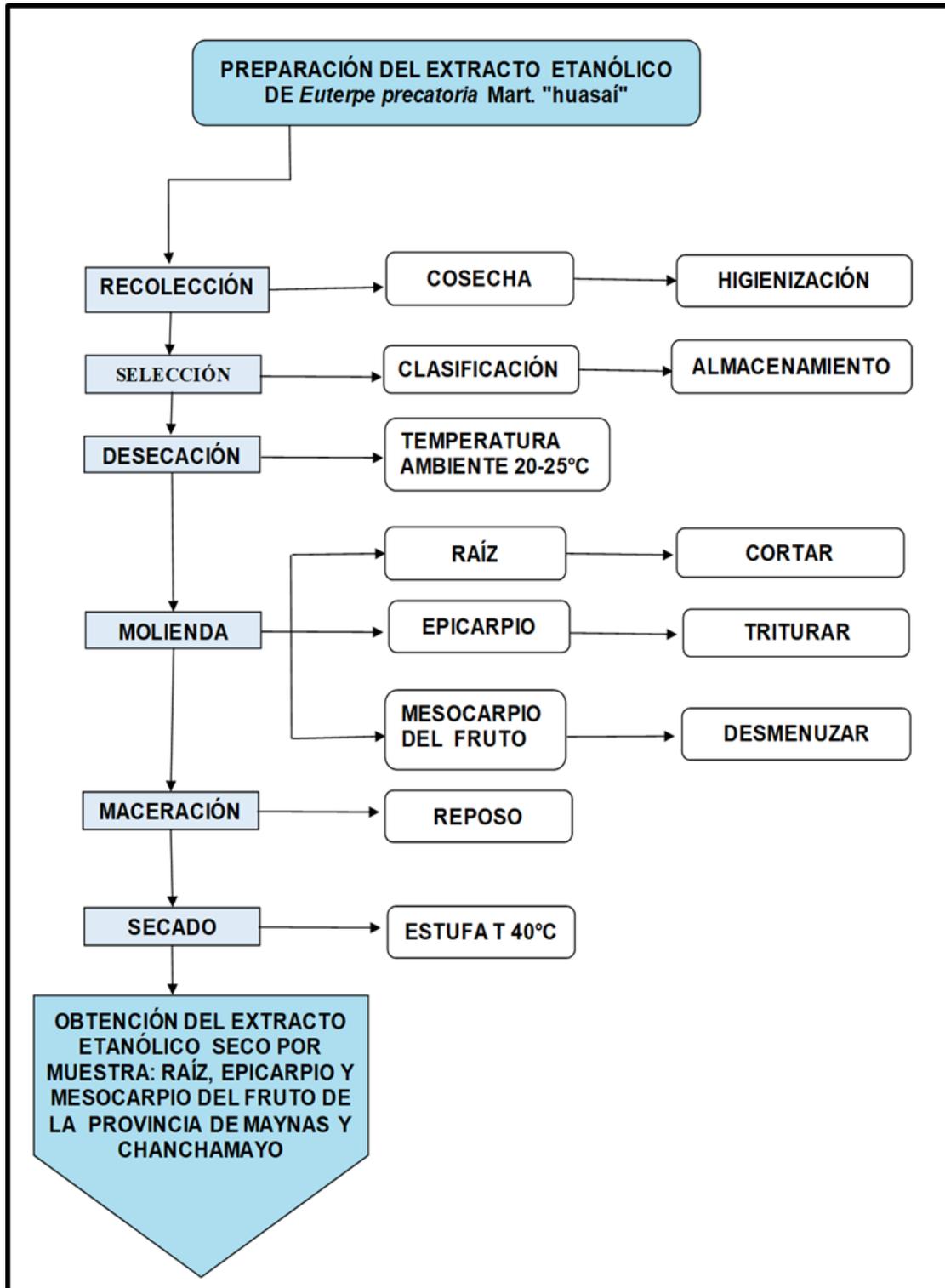
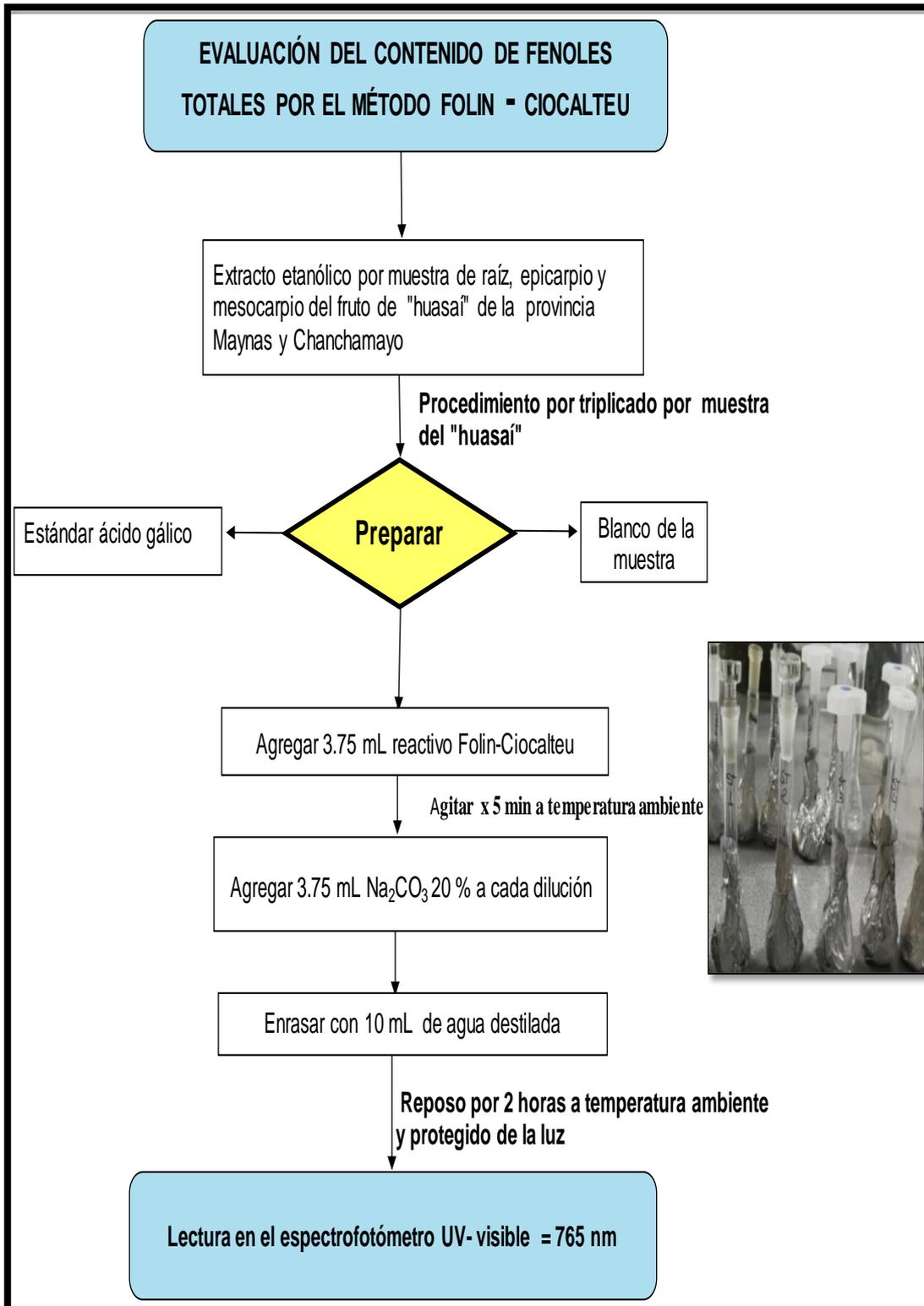
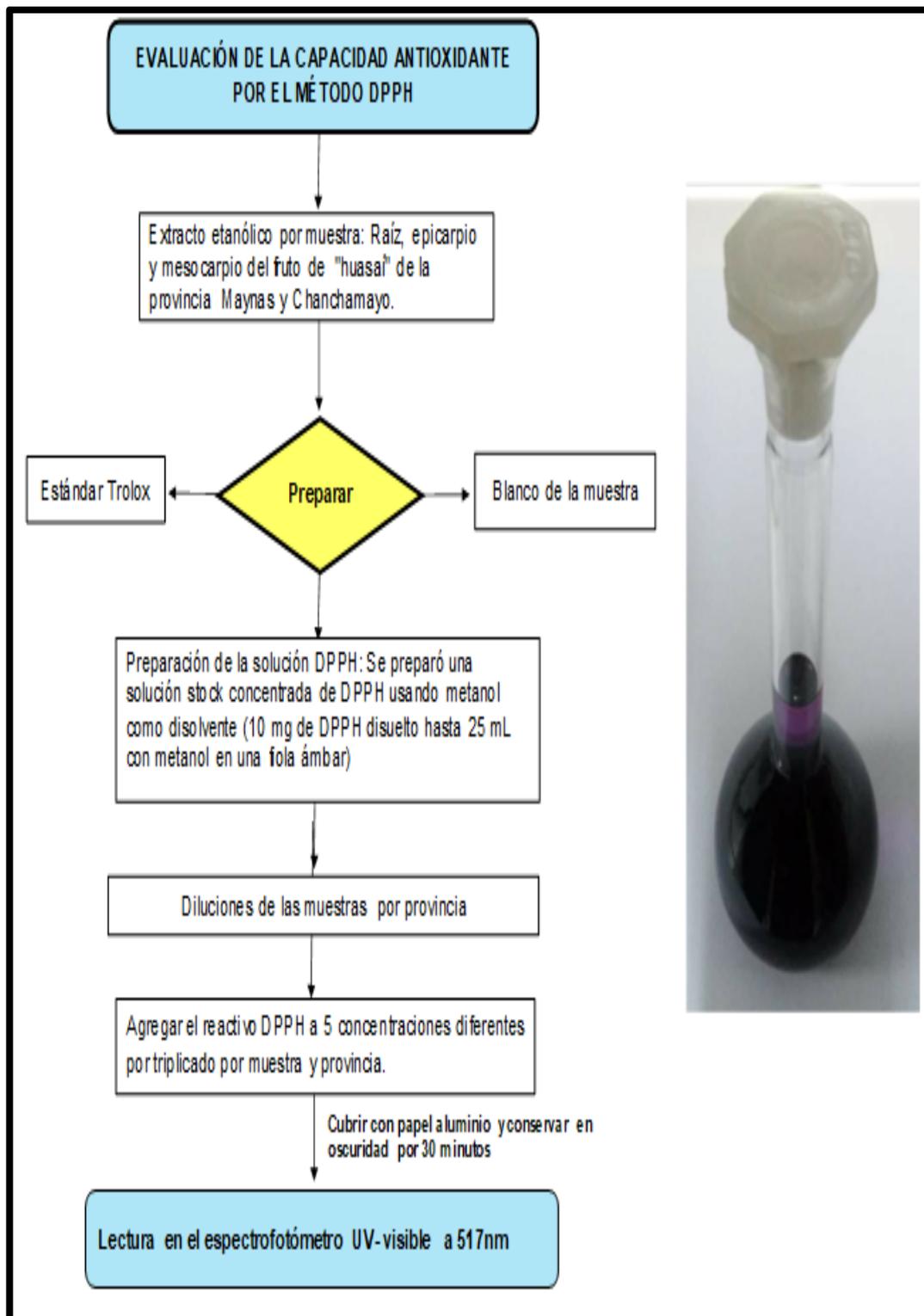


Figura 37. Obtención del extracto etanólico seco de raíz, epicarpio y mesocarpio del fruto de "huasaí" de ambas provincias



**Figura 38. Procedimiento del método de Folin - Ciocalteu**



**Figura 39. Procedimiento del método DPPH**

## Anexo E. Hoja de cálculo

### I. CÁLCULO DE CUANTIFICACIÓN DE FT

1. Se realizó con los datos de recta patrón se utilizó la siguiente la fórmula

$$[\text{Acido gálico}] = \frac{\text{Absorbancia} + 0,0021}{0,1331}$$

**Fuente:** Cruzado M, Pastor A, Castro N, Cedrón JC. (53)

2. Se despeja “x” de la ecuación de la curva de calibración de ácido gálico, siendo el mismo procedimiento para todas las muestras y se reemplaza el valor de la absorbancia en “y”, y se obtiene valores obtenidos en fenoles totales.

#### A. Provincia Maynas

- **Raíz:**

$$x = \frac{\text{"y"} - 0,0021}{0,1331} = \frac{0,652 - 0,0021}{0,1331} = 4,88$$

- **Epicarpio**

$$x = \frac{0,063 - 0,0021}{0,1331} = 0,45$$

- **Mesocarpio del fruto**

$$x = \frac{0,037 - 0,0021}{0,1331} = 0,26$$

#### B. Provincia Chanchamayo

- **Raíz**

$$x = \frac{0,651 - 0,0021}{0,1331} = 4,8$$

- **Epicarpio**

$$x = \frac{0,651 - 0,0021}{0,1331} = 0,69$$

- **Mesocarpio del fruto**

$$x = \frac{0,095 - 0,0021}{0,1331} = 0,69$$

## II. CÁLCULO DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE IC<sub>50</sub> µg/mL POR EL MÉTODO DPPH

Se calculó los resultados de las muestras de estudio de la capacidad antioxidante expresados en µg/mL y del estándar Trolox.

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

**IC<sub>50</sub>**: Concentración necesaria del antioxidante para reducir en un 50 % la concentración inicial del radical DPPH.

**b**: Intercepto de la línea de regresión lineal.

**m**: Pendiente de la línea de regresión lineal.

$$\text{Estándar Trolox } IC_{50} = \frac{50 - 0,1271}{13,993} = 3,56 \text{ µg/mL}$$

### A. Provincia de Maynas

- Raíz

$$IC_{50} = \frac{50 - 0,0965}{12,897} = 3,86 \text{ µg/mL}$$

- Epicarpio

$$IC_{50} = \frac{50 - 3,4326}{0,053} = 878,63 \text{ µg/mL}$$

- Mesocarpio del fruto

$$IC_{50} = \frac{50 - 0,572}{0,0098} = 5096,2 \text{ µg/mL}$$

### B. Provincia de Chanchamayo

- Raíz

$$IC_{50} = \frac{50 - 0,4139}{15,084} = 3,28 \text{ µg/mL}$$

- Epicarpio

$$IC_{50} = \frac{50 - 6,1344}{0,1075} = 408,05 \text{ µg/mL}$$

- Mesocarpio del fruto

$$IC_{50} = \frac{50 - 3,0781}{0,0128} = 3665,77 \text{ µg/mL}$$