



**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA  
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUIMICA**

**TESIS**

**ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE *IN VITRO* DE *INGA EDULIS* MART. "GUABA"  
Y *MAYTENUS MACROCARPA* (RUIZ & PAV.) BRIQ. "CHUCHUHUASI" POR  
DPPH (1,1-DIFENIL-2-PICRIL-HIDRAZILO)**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL**

**QUÍMICA FARMACÉUTICA**

**PRESENTADO POR:**

**YESENIA ZEVALLOS LAZARTE**

**ASESORES:**

**Q.F. MARIO JAVIER DE LA CRUZ FLORES, MGR.  
ING. DORA ENITH GARCÍA DE SOTERO, DRA.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2020**



Facultad de Farmacia y Bioquímica  
Escuela Profesional de Facultad de Farmacia y Bioquímica

"Año de la Universalización de la Salud"

**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N°010-PCGT-FFyB-UNAP-2020/OFICIO -N°679- 2019-DIVN-UNAP**

En la ciudad de Iquitos, Distrito de Iquitos, Departamento de Loreto, por vía Zoom de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, a los 06 días del mes de julio de 2020, a horas 20:00, se dio inicio a la sustentación pública de Tesis titulado "ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE *In Vitro* de *Inga edulis* Mart. "GUABA" Y *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq "CHUCHUHUASI" POR DPPH (1,1-DIFINIL-2-PICRIL-HIDRAZILO)", aprobado con Resolución Decanal N°115-2020-FFyB-UNAP, presentado por la Bachiller: YESENIA ZEVALLOS LAZARTE, para optar el Título Profesional de Químico(a) Farmacéutico(a) que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal N°050-FFyB-UNAP-2019 está integrada por:

Q.F. LUIS DOMINGO NONATO RAMÍREZ, Dr.	Presidente
Q.F. BRENDA SORAYA URDAY RUIZ, Mgr.	Miembro
Q.F. WILFREDO OSWALDO GUTIÉRREZ ALVARADO.	Miembro



Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fue respondidas: acelerado mente

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones

La sustentación pública y la tesis han sido aprobada con la calificación Buena

Estando la bachiller apto para obtener el Título Profesional de Químico(a) Farmacéutico(a).

Siendo las 21:15 se dio por terminado el acto académico

Q.F. LUIS DOMINGO NONATO RAMÍREZ, Dr.  
Presidente

Q.F. BRENDA SORAYA URDAY RUIZ, Mgr.  
Miembro

Q.F. WILFREDO OSWALDO GUTIÉRREZ ALVARADO.  
Miembro

Q.F. MARIO JAVIER DE LA CRUZ FLORES, Mgr.  
Asesor

ING. DORA ENITH GARCÍA DE SOTERO, Dña.  
Asesora

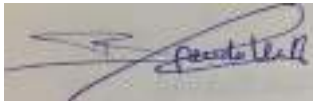
## MIEMBROS DEL JURADO

Tesis aprobada en la Sustentación Virtual -Servidor ZOOM, el 06 de Julio del 2020 por los jurados nombrados por la Dirección de la Facultad de Farmacia y Bioquímica para optar el Título de:

### QUÍMICA FARMACEÚTICA



.....  
**Q.F. LUIS DOMINGO NONATO RAMIREZ Dr.**  
Presidente



.....  
**Q.F. BRENDA SORAYA URDAY RUIZ Mgr.**  
Miembro



.....  
**Q.F. WILFREDO OSWALDO GUTIERREZ ALVARADO**  
Miembro

## AUTORIZACIÓN DE ASESORES

El M.Sc. Mario Javier De la Cruz Flores, Docente Auxiliar adscrito a la Facultad de Farmacia y Bioquímica, y la Ing. Dra, Dora Enith García de Sotero, Docente Principal de la Facultad de Ingeniería Química.

### INFORMAN:

Que la bachiller **YESENIA ZEVALLOS LAZARTE** ha realizado bajo nuestra dirección, el trabajo contenido en la tesis intitulada **“ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE *IN VITRO* DE *INGA EDULIS* MART. “GUABA” Y *MAYTENUS MACROCARPA* (RUIZ & PAV.) BRIQ. “CHUCHUHUASI” POR DPPH (1,1-DIFENIL-2-PICRIL-HIDRAZILO)**”, y considerando que el mismo reúne los requisitos necesarios para ser presentado ante el Jurado Calificador, a tal efecto damos pase para su sustentación y posterior obtención del título profesional.

**AUTORIZAMOS:** A la bachiller a presentar el Trabajo Final de carrera para proceder a su sustentación cumpliendo así con la normativa vigente que regula el Reglamento de Grados y Títulos en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.



.....  
Q.F. MARIO JAVIER DE LA CRUZ FLORES Mgr.  
Asesor



.....  
ING. DORA ENITH GARCIA DE SOTERO, Dra.  
Asesor

## **DEDICATORIA**

A mi amado Dios quien me dio la fortaleza y paciencia en todo momento para culminar este proyecto de tesis.

A mis padres Josué y Patricia, por siempre brindarme su apoyo y consejos para así hacer de mí una mejor persona.

A mis hermanas por el apoyo emocional, enseñándome a nunca rendirme.

A Daniel Esteban por brindarme su apoyo incondicional e impulsarme a seguir adelante en esta etapa de mi vida.

**YESENIA ZEVALLOS LAZARTE.**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirme desarrollar este proyecto de tesis.

A mi abuela Olga Navarro por brindarme su apoyo.

A mis asesores ING. Dora Enith García de Sotero, Dra. y Q.F. Mario Javier De la Cruz Flores, MSc por todo el apoyo, tiempo y paciencia y por su valiosa instrucción y asesoramiento para realizar esta investigación.

A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana - UNAP y a la Facultad de Farmacia y Bioquímica por ser nuestra casa de formación y desarrollarnos como profesionales.

A todas aquellas personas que, de una y otra forma, colaboraron y participaron en la realización de esta investigación, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

**YESENIA ZEVALLOS LAZARTE.**

## ÍNDICE

PORTADA	i	
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii	
JURADOS	iii	
ASESORES	iv	
DEDICATORIA	v	
AGRADECIMIENTO	vi	
ÍNDICE	vii	
ÍNDICE DE TABLAS	ix	
ÍNDICE DE FIGURAS	x	
LISTA DE GRÁFICOS	xi	
LISTA DE ANEXOS	xii	
SIGLAS Y ABREVIATURAS	Xiii	
RESUMEN	xiv	
ABSTRACT	xv	
INTRODUCCIÓN	1	
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b>	<b>3</b>	
1.1	Antecedentes	3
1.2.	Bases Teóricas	6
1.2.1	Inga Edulis mart. “guaba”	6
1.2.1.1	Clasificación Taxonómica	6
1.2.1.2	Distribución	6
1.2.1.3	Sinonimias	6
1.2.1.4	Nombres comunes	6
1.2.1.5	Descripción Botánica	6
1.2.1.6	Origen	7
1.2.1.7	Ecología y Adaptación	7
1.2.1.8	Fructificación y Fenología	7
1.2.1.9	Valor Nutricional	8
1.2.1.10	Propiedades medicinales	8
1.2.1.11	Forma de Uso	8
1.2.2	Maytenus Macrocarpa (Rui & Pav.) Briq “chuchuhuasi”	9
1.2.2.1	Clasificación Taxonómica	9
1.2.2.2	Distribución	9
1.2.2.3	Sinonimias	9
1.2.2.4	Nombres Comunes	9
1.2.2.5	Hábitat	9
1.2.2.6	Descripción Botánica	10
1.2.2.7	Etnofarmacología y forma de empleo	11
1.2.2.8	Características climáticas	13
1.2.2.9	Biotopo de poblaciones naturales	13

1.3	Definición de Términos Básicos	14
1.3.1	Estrés Oxidativo	14
1.3.2	Radicales libres	14
1.3.3	Especies Reactivas del Oxígeno	15
1.3.4	Defensa Antioxidante	16
1.3.5	Actividad Antioxidante en las plantas	17
1.3.6	Ensayo con DPPH (1,1 difenil-2-picril-hidrazilo)	18
	<b>CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>	19
2.1	Formulación de Hipótesis	19
2.2	Variables y su Operacionalización	19
2.2.1	Variable Independiente	19
2.2.2	Variable Dependiente	19
2.2.3	Operacionalización de variables	20
	<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b>	22
3.1	Tipo y Diseño	22
3.1.1	Diseño de la Investigación	22
3.2	Diseño Muestral	22
3.2.1	Población y muestra	22
3.3	Procedimiento y Recolección de Datos	23
3.3.1	Actividad Antioxidante <i>in vitro</i>	23
3.3.1.1	Colecta de especies vegetales	23
3.3.1.2	Preparación y limpieza de muestras vegetales	23
3.3.1.3	Certificación de la especie vegetal	24
3.3.1.4	Secado y micropulverizado de las muestras vegetales	24
3.3.1.5	Preparación de los extractos vegetales	24
3.3.1.6	Determinación de la actividad antioxidante <i>in vitro</i>	24
3.3.1.7	Preparación de la solución DPPH	25
3.3.1.8	Lectura en el espectrofotómetro	25
3.3.1.9	Porcentaje de inhibición del DPPH	25
3.3.1.10	Concentración Inhibitoria Media (IC <sub>50</sub> )	25
3.4	Aspectos Éticos	26
	<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b>	27
	<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b>	34
	<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES</b>	36
	<b>CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES</b>	37
	<b>CAPÍTULO IV: FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	38
	<b>ANEXOS</b>	42



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Clasificación de los antioxidantes	17
Tabla 2.	Porcentaje de Inhibición al radical DPPH de las especies vegetales en estudio	27
Tabla 3.	Estadísticos Descriptivos de los grupos de estudio	32
Tabla 4	Prueba de homogeneidad de varianzas – porcentaje de inhibición DPPH	33
Tabla 5.	Cálculo de IC <sub>50</sub> a partir de la ecuación obtenida con su respectivo R <sup>2</sup>	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Corteza de <i>Maytenus macrocarpa</i> (Ruiz & Pav.) Briq	10
Figura 2: Hojas de <i>Maytenus macrocarpa</i> (Ruiz & Pav.) Briq	10
Figura 3: Flores de <i>Maytenus macrocarpa</i> (Ruiz & Pav.) Briq	11
Figura 4: DPPH antes y después de reaccionar con el compuesto antioxidante	18

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1:	Porcentaje de Inhibición del radical DPPH• por el extracto de <i>Inga edulis</i> Mart. “guaba” - Hojas	28
Gráfico 2:	Porcentaje de Inhibición del radical DPPH• por el extracto de <i>Inga edulis</i> Mart. “guaba” – Fruto inmaduro	29
Gráfico 3:	Porcentaje de Inhibición del radical DPPH• por el extracto de <i>Maytenus macrocarpa</i> (RUIZ & PAV.) Briq. “chuchuhuasi” - corteza	30
Gráfico 4:	Porcentaje de Inhibición del radical DPPH• entre los grupos de estudio por cada concentración evaluada	31

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.	Mapa de ubicación de áreas de colecta de especies vegetales	42
Anexo 2.	Diagrama de flujo: Determinación de la actividad antioxidante en especies vegetales.	43
Anexo 3.	Reactivo DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo)	44
Anexo 4.	Espectrofotómetro UV/Vis marca Genesys 10S	44
Anexo 5.	Constancia de certificación de la especie vegetal	45

## SIGLAS Y ABREVIATURAS

mg	:	miligramo.
mL	:	mililitro.
FFB	:	Facultad de Farmacia y Bioquímica.
<i>M. macrocarpa</i> :		<i>Maytenus macrocarpa</i>
(+)	:	control positivo.
L	:	litro.
SD	:	Desviación estándar.
AAO	:	Actividad antioxidante
mM	:	milimol
IC <sub>50</sub>	:	Concentración Inhibitoria al 50%

“Actividad antioxidante *in vitro* de *Inga edulis* Mart. “guaba” y *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq “chuchuhuasi” por DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo)”

Zevallos Lazarte, Yesenia

## RESUMEN

---

Las especies vegetales poseen valor químico que generan interés de su estudio a través de investigaciones científicas, el objetivo de este trabajo fue evaluar la Actividad Antioxidante *in vitro* de *Inga edulis* Mart. “guaba” y *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq “chuchuhuasi” por método de captura de radical libre del DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo). Especies vegetales colectadas por conveniencia: hojas, fruto inmaduro y corteza pulverizados, maceradas en metanol por siete días y posteriormente filtrados. Se prepararon soluciones de las muestras a evaluar en concentraciones de 0,01; 0,05; 0,10; 0,25 y 0,50 mg/mL y para el DPPH a concentración de 0,1 mMol; la lectura se realizó en equipo espectrómetro UV/vis a 517 nm.

Los resultados obtenidos para hojas de *Inga edulis* Mart  $IC_{50}=824,95$  mg; mientras que fruto inmaduro  $IC_{50}=992040,21$  mg; corteza de *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq presentó un  $IC_{50}=6613074,35$  mg. Con respecto a la capacidad de reaccionar con el radical libre estable DPPH, el  $IC_{50}$  que se obtuvo fue menor en la hoja de *Inga edulis* Mart; y se concluye que las hojas exhiben una mayor capacidad antioxidante en comparación al fruto de *Inga edulis* Mart y corteza de *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq.

**Palabras claves:** Actividad antioxidante, DPPH, guaba, chuchuhuasi

**"In vitro antioxidant activity of *Inga edulis* Mart. "guaba" and *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq "chuchuhuasi" by DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil)"**

Zevallos Lazarte, Yesenia

**ABSTRACT**

---

Plant species have chemical value that generates interest from their study through scientific research, the objective of this work was to evaluate the Antioxidant Activity *in vitro* of *Inga edulis* Mart. "guaba" and *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq "chuchuhuasi" by DPPH-free radical capture method (1,1-diphenyl-2-picril-hydrantyl). Plant species collected for convenience: leaves, ripe fruit and pulverized bark, macerated in methanol for seven days and then filtered. Solutions of the samples to be evaluated at concentrations of 0.01 were prepared; 0,05; 0,10; 0.25 and 0.50 mg/mL and for DPPH at a concentration of 0.1 mMol; the reading was performed in UV/vis spectrometer equipment at 517 nm.

The results obtained for inga leaves edulis Mart  $IC_{50}=824,95$  mg; while immature fruit  $IC_{50}=992040,21$  mg; *Maytenus macrocarpa* bark (Ruiz & Pav.) Briq had an  $IC_{50}=6613074,35$  mg. With regard to the ability to react with the stable free radical DPPH, the  $IC_{50}$  obtained was lower on the inga edulis Mart sheet; and it is concluded that the leaves exhibit a greater antioxidant capacity compared to the fruit of *Inga edulis* Mart and bark of *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq.

**Keywords:** Antioxidant activity, DPPH, guaba, chuchuhuasi

## INTRODUCCIÓN

El estrés oxidativo se encuentra relacionado con el desarrollo de numerosas enfermedades crónicas, tales como: cáncer, insuficiencia renal, diabetes mellitus, hipertensión arterial, cirrosis; así también en el proceso de envejecimiento <sup>(1)</sup>.

La prevención de estas enfermedades crónicas, constituye una mejor estrategia que su tratamiento; reducir el riesgo es el gran interés para científicos y la industria farmacéutica. Por esta razón, muchos productos funcionales son diseñados en la actualidad con el objetivo de proporcionar una ingesta importante de antioxidantes y así reducir el riesgo de enfermedades asociadas al estrés oxidativo <sup>(1)</sup>.

Cuando nos referimos a estrés oxidativo, se hace hincapié al desequilibrio que existe entre la generación de especies oxidantes; asimismo a la capacidad de defensa antioxidante del organismo para hacer frente a la agresión oxidativa y sus posibles efectos adversos <sup>(1)</sup>.

En los alimentos existe un proceso denominado auto-oxidación y generación de la rancidez y ésta es a causa de radicales libres como consecuencia de la peroxidación lipídica; y, en los sistemas vivos los radicales libres atacan moléculas biológicas claves, produciendo muchas enfermedades degenerativas <sup>(1)</sup>.

Un desequilibrio entre prooxidantes y antioxidantes en el organismo, genera estrés oxidativo, elemento clave en el desarrollo de enfermedades crónicas tales como cáncer, arteriosclerosis, artritis reumatoidea, algunas formas de anemia, diabetes, entre otras <sup>(2,3)</sup>.

En la actualidad, se tiene mayor interés por antioxidantes naturales, fundamentalmente por tres razones: (1) baja seguridad que ofrece el consumo de antioxidantes sintéticos, (2) la eficacia antioxidante de una variedad de agentes fitoquímicos, y (3) la idea generalizada de que el consumo de ciertos



agentes fitoquímicos pueden afectar de manera positiva la patología de las enfermedades crónicas y el proceso de envejecimiento; además, la creencia de que los compuestos naturales son innatamente más seguros que los compuestos sintéticos y por consiguiente son comercialmente más aceptados

(4).

Los alimentos, frutas y las hojas de algunas plantas son una fuente importante de compuestos con actividad antioxidante para el ser humano, porque constituyen ser elementos protectores frente al efecto nocivo de radicales libres; y, en ese sentido, los seres vivos hemos desarrollado mecanismos de defensa contra la oxidación química y las radiaciones; siendo estos mecanismos de detoxificación enzimática o mediante moléculas más pequeñas (que llamamos antioxidantes) que captan las especies tóxicas (generalmente radicales) <sup>(5)</sup>.

Un antioxidante es una sustancia capaz de neutralizar la acción oxidante de radicales libres mediante la liberación de electrones en nuestra sangre, los que son captados por radicales libres <sup>(5)</sup>. El problema para la salud se produce cuando el organismo tiene que soportar exceso de radicales libres durante años, producidos mayormente por contaminantes externos, que provienen principalmente de la contaminación atmosférica y otros, los que producen distintos tipos de radicales libres en nuestro organismo <sup>(5)</sup>.

Es por ello que el presente trabajo de investigación, planteó como objetivo determinar la actividad antioxidante *in vitro* de *Inga edulis* Mart. “guaba” y *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq “chuchuhuasi” por DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo).

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1 ANTECEDENTES:

**Valdivieso G. (2016)**, evaluó el efecto abortivo potencial de diferentes dosis del extracto acuoso de *M. macrocarpa* “chuchuwasi” (25, 50 y 100 mg/kg) sobre embriones preimplantacionales de ratón de la cepa *Ibina Swiss Rockfeller*. Administraron extractos a ratones por vía intraperitoneal entre el primer y cuarto día de gestación. Evaluaron la calidad y desarrollo de los embriones. Aplicaron el test de Micronucleo (MN) a fin de conocer si el extracto de *M. macrocarpa* era genotóxico. En sus resultados, los tratamientos mostraron significancia en el número de embriones degradados o inviábiles y en la tasa de MN. Concluyó que el extracto acuoso de *M. macrocarpa* no tiene un efecto sobre el desarrollo normal de los embriones <sup>(6)</sup>.

**Tuesta G. et al (2014)**, estudiaron frutos de caimito (*Pouteria caimito*), caimitillo (*Chrsophylum sanguinolentum*), guava (*Inga edulis*) y yarina (*Phytelephas macrocarpa*) para determinar su potencial antioxidante. Los extractos metanólicos de las cáscaras, pulpas y arilos fueron evaluados utilizando los métodos de ABTS y DPPH. En sus resultados muestran que *C. sanguinolentum* muestra una muy buena actividad antioxidante con valores de  $EC_{50}=17,54$  y  $19,98 \text{ mg.mL}^{-1}$  respectivamente; el arilo de *Inga edulis* arrojó una actividad moderada ( $EC_{50}=81,54 \text{ mg.mL}^{-1}$ ). Concluyeron que el contenido total de compuestos fenólicos determinados de los frutales estudiados, se correlacionan con la actividad antioxidante exhibida por las diferentes partes analizadas de los frutos <sup>(7)</sup>.

**Alosilla A. et al (2013)**, determinaron el efecto del extracto etanólico de hojas de *Maytenus macrocarpa* sobre la motilidad intestinal en ratones a dosis de 0.1mL/10g como marcador intestinal, utilizaron el método Arbos, donde obtuvieron el porcentaje de recorrido intestinal de carbón activado de 43,28%, 33,03%, 74,37%, 67,52% y 63,09% respectivamente. Concluyeron que el extracto etanólico de las hojas de *Maytenus macrocarpa* presenta actividad estimulante de la motilidad intestinal del roedor <sup>(8)</sup>.

**Darly, P. et al (2012)**, evaluaron el efecto de dos especies amazónicas en enfermedades relacionadas con los procesos de oxidación, determinaron la capacidad antioxidante, el contenido de polifenoles totales, los efectos farmacológicos *in vitro* (efecto antiproliferativo) e *in vivo* (antinociceptivo, antiinflamatorio y antiulcerogénico) de los extractos hidroalcohólicos de las hojas de *Byrsonima crassifolia* (BC) e *Inga edulis* (IE). Utilizaron como metodología en la capacidad antioxidante (método Oxygen Radical Absorbance Capacity), el contenido de polifenoles totales (método Folin-Ciocalteu - PT). En sus resultados señalaron que los extractos de BC e IE presentaron capacidad antioxidante de 1,422 y 694  $\mu\text{mol}$  de Trolox equivalente  $\text{g}^{-1}$  de hoja seca respectivamente, y un valor relativamente alto de polifenoles totales de 35,93 y 24,50  $\text{mg}$  equivalente ácido gálico  $\text{g}^{-1}$  de hoja seca respectivamente. Asimismo, en el cultivo de células tumorales humanas (nueve linajes), demostraron que los extractos no presentaron actividad antiproliferativa significativa; mientras que en el modelo de nocicepción inducida por el calor (placa caliente), demostraron que el extracto de IE presentó efecto antinociceptivo ( $P < 0,05$ ) después de 30 min (250 y 500  $\text{mg kg}^{-1}$ ) y 60 min (125 y 500  $\text{mg kg}^{-1}$ ) su administración oral; y, asimismo en los modelos de inflamación sólo demostraron una reducción del edema para IE en la concentración de 500  $\text{mg kg}^{-1}$ . Concluyeron que los extractos de las dos especies redujeron las lesiones ulcerativas producidas por etanol en un 84% ( $P < 0,05$ ), establecieron una posible conexión con la actividad antioxidante observada e indicando la necesidad de estudios para la elucidación del mecanismo de acción involucrado <sup>(9)</sup>.

**Huaccho J. et al (2012)**, analizaron experimentalmente los efectos de las hojas de *Maytenus macrocarpa* "chuchuhuasi" sobre la frecuencia cardiaca, patrones electrocardiográficos, frecuencia respiratoria, y temperatura. Utilizaron ratas albinas en 9 grupos de 8 ratas. Grupo 1 (control: Halatal), grupo 2 (placebo: agua destilada), grupo 3 (adrenalina), grupo 4 (atropina), grupo 5 (acetilcolina), grupo 6 (propranolol), grupo 7 (chuchuhuasi 500  $\text{mg/kg}$ ), grupo 8 (chuchuhuasi 1 000  $\text{mg/kg}$ ) y grupo 9 (chuchuhuasi 1 500  $\text{mg/kg}$ ). La temperatura rectal lo midieron con termómetro de mercurio, la frecuencia respiratoria por conteo directo; el electrocardiograma y la frecuencia cardiaca, mediante el uso de

polígrafo. A través del programa MATLAB analizaron los datos obtenidos en el electrocardiograma. En sus resultados *Maytenus macrocarpa* mostró mayor actividad depresora sobre la frecuencia cardíaca (promedio 308,6 ppm), mayor efecto inotrópico negativo (promedio onda P: 0,08300 mv, promedio onda R: 0,1539 mv), marcada bradipnea (promedio 51,6 rpm) e hipotermia (promedio: 31,84 °C) a dosis de 1 500 mg/kg. Concluyeron que *Maytenus macrocarpa* posee efecto bradicardizante, depresor de la frecuencia respiratoria y la temperatura corporal <sup>(10)</sup>.

## 1.2. BASE TEÓRICO

### ESPECIES EN ESTUDIO:

#### 1.2.1. *Inga edulis* Mart. “guaba”.

##### 1.2.1.1 Clasificación taxonómica:<sup>(11)</sup>

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Fabales
Familia	:	Fabaceae
Género	:	<i>Inga</i>
Especie	:	<i>Inga edulis</i> Mart.

##### 1.2.1.2 Distribución:

América tropical y subtropical.

##### 1.2.1.3 Sinonimias:

*Inga edulis* var. *edulis*, *Inga edulis* var. *parviflora* Benth

##### 1.2.1.4 Nombre comunes:

Guaba, pacaé.

##### 1.2.1.5 Descripción botánica <sup>(12)</sup>.

Es un árbol con 8 a 15 m de altura, tronco bajo, ramificando algunas veces casi desde la base, copa algo rala. Hojas compuestas pinnadas, raquis alado con cuatro a seis pares de folíolos subsésiles, elípticos u ovalados, los inferiores siempre más pequeños, base obtusa o redondeada, nervaduras laterales paralelas y presencia de glándulas interpeciolares. Inflorescencias terminales o subterminales agrupadas en las axilas de las hojas. Flores con cáliz verdoso y corola blanquecina, perfumadas, sésiles, agrupadas en el ápice del raquis.

El fruto es una vaina cilíndrica indehiscente, de color verde, multisurcado longitudinalmente y de largo variable, pudiendo llegar hasta un metro. Las semillas son negras de 3 cm de longitud, con un rango entre 1,4 y 4,5 cm, cubiertas por una pulpa (arilo) blanca, suave y azucarada.

#### 1.2.1.6 Origen <sup>(12)</sup>.

Planta que se encuentra silvestre en la Amazonia, América Central y las Indias Occidentales. Por la alta variabilidad existente y por el alto número de especies de ingas observados, probablemente tenga como centro de distribución la región amazónica.

#### 1.2.1.7 Ecología y adaptación <sup>(12)</sup>.

Planta adaptada a las condiciones de climas tropicales y subtropicales, a climas con temperaturas medias iguales o superiores a 20°C, siempre y cuando no existan heladas; adaptada a condiciones de precipitación entre 1,000 y más de 5,000 mm, suelos ácidos con pH 4,0 y alta saturación con aluminio y aun en condiciones de suelos de desierto que han sido incorporados en sistemas de riego. Se le encuentra distribuida en toda América del Sur tropical, desde el Océano Pacífico al Atlántico, aunque solamente en la región amazónica existe de manera natural. Otras especies del género Inga son cultivadas desde tiempo precolombino en la costa peruana.

#### 1.2.1.1.8 Fructificación y Fenología <sup>(12)</sup>.

Se inicia a los tres a cuatro años, aumentando hasta el año ocho a diez en que alcanza el máximo. La vida útil de una planta es estimada en 20 años. No se tiene datos de productividad por planta. La fonología varía según la zona y según las especies. Las ingas fructifican en Brasil desde setiembre a junio; mientras que en Colombia y Perú se encuentran frutos entre febrero y diciembre.

En plantas con nueve años de edad, la producción de frutos está alrededor de 45 kg/árbol. En la región de Belém, Brasil y en muchas otras zonas de la Amazonia, la producción se distribuye en todos los meses del año, excepto enero, con mayor concentración en mayo, julio, octubre y noviembre.

#### 1.2.1.1.9 Valor nutricional. <sup>(12)</sup>

Valor nutricional de 10g de pulpa de guaba.

<u>Unidad</u>	<u>Valor</u>
Agua	84,9 mg
Valor energético	53,0 cal
Proteínas	1,0 g
Aceite	0,1 g
Carbohidratos	13,6 g
Fibras	0,8 g
Calcio	24 mg
Fósforo	18 mg
Fierro	0,4 mg
Tiamina	0,05 mg
Riboflavina	0,10 mg
Niacina	0,50 mg
Ac. Ascórbico	1,40 mg

#### 1.2.1.10 Propiedades medicinales.

Las semillas y las hojas se utilizan en la medicina tradicional como astringente en las enfermedades intestinales y como antirreumático. El té hecho de la corteza es utilizado para acelerar la labor de parto y la pulpa fresca ayuda a curar la constipación. “Otros”: los frutos inmaduros lo utilizan como alternativa para tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2.

#### 1.2.1.11 Forma de uso.

Cocción e infusión

## 1.2.2. *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq “chuchuhuasi”

### 1.2.2.1 Clasificación taxonómica:

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Celastrales
Familia	:	Celastraceae
Género	:	Maytenus
Especie	:	<i>Maytenus macrocarpa</i> (Ruiz & Pav.) Briq

1.2.2.2 Distribución: se distribuye en la región subandina de la hoya del Amazonas en Colombia, Ecuador y Perú. En la frontera colombo – ecuatoriana se distribuye en alturas entre 300 y 400 m.s.n.m. <sup>(13)</sup>.

### 1.2.2.3 Sinonimias:

*Maytenus macrocarpa*, *Maytenus ebenifolia*, *Maytenus terapotensis*, *Maytenus Multiflora* (R.&P.) Loesener, *Celastrus macrocarpus* R.&P., *Haenkea macrocarpa* (R&P) Steudel.

### 1.2.2.4 Nombre comunes.

Chuchuhuasi, Chuchuhuasha, Chuchuguaza, Chuchuhuasca

### 1.2.2.5 Hábitat.

La familia de las Celastráceas comprende alrededor de 800 especies, en tanto el género *Maytenus* está representado por 200 especies distribuidas en ambos hemisferios. Florece desde mediados de agosto hasta mediados de febrero; fructifica desde finales de septiembre hasta finales de marzo; presenta buena capacidad de rebrote; la regeneración natural es infrecuente en bosque primario y en bosque intervenido <sup>(14)</sup>.



### 1.2.2.6 Descripción botánica

Se trata de un árbol perteneciente a la familia de las Celastráceas, caracterizado por presentar una altura entre 12-25 metros; tronco de 60 cm de diámetro con corteza de color rojizo y bien ramificado en su parte media superior. Fuste irregular. Copa abierta, ramificación densa, decurrente. Corteza (0.3-0.5 cm) externa café oscuro; corteza interna crema. Madera muy dura, pero “lechosa” <sup>(15)</sup>.



Figura 1: Corteza de *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq

Fuente: Golden, Map (2005)

**Hojas:** persistentes, coriáceas, alternas, pecioladas, enteras; estípulas muy pequeñas, deciduas; lámina angostamente elíptica u ovado-elíptica, ápice abruptamente acuminado, simples (5-8 cm), alternas, dísticas; pecíolo (0.2 cm), glabro; lámina elíptica (5-8 cm X 3 cm), consistencia coriácea, ápice agudo, base cuneada, margen entero levemente revoluto, nervación pinnada camptódroma (6-8 pares de nervios secundarios), haz y envés glabro. Follaje verde claro vistoso con hojas persistentes <sup>(17)</sup>.



Figura 2: Hojas de *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq

Fuente: Golden, Map (2005)

**Flores:** unisexuales pequeñas en inflorescencia axilar (0.5 cm), fascículo; pedicelos (0.1-0.2 cm), glabros; corola blanca, cáliz 5 lobulado, 5 pétalos, redondos en el ápice, estambres 5, insertados debajo del disco, filamentos alesnados, anteras ovaladas, ovario inmerso en el disco <sup>(18)</sup>.



Figura 3: Flores de *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq

Fuente: Flora SBS (2009), Barriga García, H. (1992)

**Fruto:** ovoidal, con una cápsula loculicida (1 cm), bivalvada; 1 semilla con arilo crema <sup>(17)</sup>.

**Semillas:** oblongas con arilo blanco <sup>(20)</sup>.

#### 1.2.2.7 Etnofarmacología y forma de empleo.

##### Raíz:

- El polvo de la raíz macerado en alcohol o aguardiente de caña se emplea como emenagogo y antirreumático.
- Por vía externa le atribuyen propiedades anticancerígenas, antiinfecciosas y antiulcerosas en piel <sup>(21)</sup>.

##### Hojas:

- Las hojas de son usadas en cocimiento son antifebrífugas. Los nativos emplean las hojas para curar las erupciones cutáneas.
- Empleada en medicina popular mascando las hojas para aliviar el dolor de estómago.
- Las hojas también son utilizadas en la medicina popular de la Argentina como sialagogas, antiasmáticas y antisépticas <sup>(22)</sup>.

- En medicina popular, una infusión de 20 g de hojas en medio litro de agua, se utiliza como febrífugo y para curar erupciones cutáneas.
- Se usa para limpiar el interior del organismo después del nacimiento de un niño, tomando un té preparado a base de la planta dos veces al día durante un período de nueve días y bañándose con él por tres veces <sup>(23)</sup>.

#### Corteza:

- Sirve para el reumatismo y la artritis y además sirve como reconstituyente.
- Extractos de la corteza del tronco tienen actividad antiinflamatoria y analgésica.
- Para la disentería y el dolor de garganta
- La corteza es utilizada para el tratamiento del cáncer.
- Para la bronquitis y preventivo de la caries, inmunoestimulante <sup>(24)</sup>.
- Los indígenas Siona del río Putumayo en Colombia, realizan una decocción con 2 cm de la corteza en 2 litros de agua, dejando que hierva hasta que quede la mitad del volumen inicial. El resultante se toma a razón de dos tazas diarias como reconstituyente y antiartrítico <sup>(22)</sup>.
- La corteza se cocina en agua y machacada agregándole luego frutos de jojoba este líquido es aplicado en forma de gárgaras cura el dolor de garganta.
- El té preparado con la corteza del tronco o con las hojas es tomado para curar la disentería.
- La corteza de esta planta es machacada en agua y se bebe este zumo por 15 días para el tratamiento del cáncer <sup>(23)</sup>.
- Reumatismo: la corteza en cocimiento. Se toma una copita en ayunas.
- Resfríos y bronquios: se raspan 200 g de corteza y se hierven en dos litros de agua una hora. Se cuela el líquido resultante y se coloca en una botella agregando un cuarto de litro de aguardiente. Se deja macerar durante 10 días. Tomar una cucharada en las mañanas por 15 días.

- Antidiarreico: la corteza se hierve con un poco de agua; tomar una cucharada cada tres horas.
- Hemorroides: con el cocimiento de la corteza se hacen baños de asiento.
- Afecciones de las mamas: una taza de la corteza, rallada o en trozos, se cocina en tres tazas de agua- El líquido se aplica en los pezones con grietas <sup>(22)</sup>.

#### 1.2.2.8 Características climáticas.

- Clima: Tropical con abundante intensidad solar, temperaturas entre 22 y 27° C, precipitación pluvial entre 1000 a 3400 mm anuales.
- Suelo: Crece sea en suelos arenosos que en francos y arcillosos, pero con buen contenido de materia orgánica.

#### 1.2.2.9 Biotopo de poblaciones naturales.

Habita en áreas no inundables (suelos de altura), inundables anualmente o sólo en creciente alta, alejada o cerca de los cuerpos de agua, purmas y bosques primarios, con intensidad lumínica de intermedia a sombreada. Es resistente a la inundación. Comparte su hábitat con las siguientes especies: *Castanea sativa* “castaña”, *Callathea lutea* (Aubl.) G. Mey “bijao”, *Carica papaya* “papaya”, *Malva sylvestris* “malva”, *Psidium guajava* “guayaba”, *Anacardium occidentale* “ubos”, *Mauritia flexuosa* “aguaje”, *Bactris gasipae* “pijuayo”.

## 1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

### 1.3.1 ESTRÉS OXIDATIVO

En la última década se han acumulado evidencias que permiten afirmar que los radicales libres y el conjunto de especies reactivas que se les asocian juegan un papel central en nuestro equilibrio homeostático, que es el normal funcionamiento de los mecanismos de regulación que conservan el estado normal fisiológico de los organismos.

Cuando el aumento del contenido intracelular de ERO sobrepasa las defensas antioxidantes de la célula se produce el estrés oxidativo, a través del cual se induce daño a moléculas biológicas como lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. El estrés oxidativo se presenta en diversos estados patológicos en los cuales se altera la funcionalidad celular, contribuyendo o retroalimentando el desarrollo de enfermedades degenerativas como la aterosclerosis, cardiomiopatías, enfermedades neurológicas y cáncer <sup>(25)</sup>.

### 1.3.2 RADICALES LIBRES

Los radicales libres son un grupo de átomos que tienen un electrón desapareado o libre, por lo que son muy reactivos ya que tienden a captar un electrón de moléculas estables con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica. Una vez que el radical libre ha conseguido sustraer el electrón que necesita, la molécula estable que se lo cede se convierte a su vez en un radical libre por quedar con un electrón desapareado, iniciándose así una verdadera reacción en cadena que destruye nuestras células. La vida media biológica del radical libre es de microsegundos, pero tiene la capacidad de reaccionar con todo lo que esté a su alrededor provocando un gran daño a moléculas, membranas celulares y tejidos<sup>(25)</sup>.

### 1.3.3 ESPECIES REACTIVAS DEL OXÍGENO

Especies reactivas del oxígeno (ERO), se aplica colectivamente a moléculas radicales y no radicales que son agentes oxidantes y/o son fácilmente convertidos a radicales.

El oxígeno es una molécula básicamente oxidante, las células lo utilizan para su metabolismo porque es el principal responsable de la producción de especies reactivas del oxígeno (ERO). Sin embargo, no todas las especies oxidantes tienen un origen endógeno; la existencia de factores exógenos, como la radiación solar, toxinas fúngicas, pesticidas o xenobióticos, pueden incrementar su nivel. En condiciones normales, las células metabolizan la mayor parte del oxígeno ( $O_2$ ) con la formación de agua sin formación de intermediarios tóxicos, mientras que un pequeño porcentaje (en torno al 5%) forman tres intermediarios altamente tóxicos, dos de los cuales son literalmente radicales libres (el anión superóxido y el hidroxilo). En situaciones en las que exista una mayor actividad metabólica (etapas del crecimiento, desarrollos activos o procesos inflamatorios) ocurre una mayor demanda tisular de  $O_2$  y parte de él se metaboliza, generándose un alto número de sustancias oxidantes <sup>(25)</sup>.

La segunda gran fuente de ERO también es endógena y está constituida por el metabolismo de las células defensivas tales como los polimorfonucleares, los monocitos sensibilizados, los macrófagos y los eosinófilos. Para que éstas puedan cumplir su misión, están dotadas de diversas proteínas, así como de vías metabólicas que generan varias especies químicamente agresivas como peróxido de hidrógeno, radicales superóxido e hidroxilo, cuyo fin último es lesionar y destruir elementos extraños. En condiciones normales estas especies reactivas son producidas y utilizadas en compartimentos celulares como los lisosomas que, aunque en el interior de los fagocitos, no tienen por qué dañar a las células siempre y cuando los mecanismos antioxidantes de éstas funcionen adecuadamente. Sin embargo, el papel de los radicales libres no ha de ser abordado sólo desde una perspectiva negativa o patológica. Estos compuestos cumplen también una función fisiológica al participar, en

condiciones normales, en la defensa frente a las infecciones, en el metabolismo normal, en la fagocitosis e inflamación <sup>(25)</sup>.

#### 1.3.4 DEFENSA ANTIOXIDANTE

Un antioxidante se puede definir como aquella sustancia natural o artificial con capacidad para neutralizar y proteger a un sistema biológico frente a radicales libres, tales como los radicales de oxígeno, los de nitrógeno y los radicales lipídicos; éste al reaccionar con el radical libre le cede un electrón oxidándose a su vez y transformándose en un radical libre débil, con escasos o nulos efectos tóxicos y que en algunos casos como la vitamina E, pueden regenerarse a su forma primitiva por la acción de otros antioxidantes <sup>(26)</sup>.

Tienen diferentes mecanismos de acción; unos impiden la formación de los radicales libres y/o especies reactivas (sistema de prevención), otros inhiben la acción de los radicales libres (sistema barredor) y otros favorecen la reparación y la reconstitución de las estructuras biológicas dañadas (sistema de reparación).

Cada antioxidante posee una afinidad hacia un determinado radical libre o hacia varios, puede actuar en los diferentes procesos de la secuencia oxidativa y tener más de un mecanismo de acción. Es necesaria la incorporación al organismo de ciertos oligoelementos como el cobre, hierro, cinc, selenio y manganeso, ya que forman parte del núcleo activo de las enzimas antioxidantes <sup>(26)</sup>.

Los antioxidantes se clasifican en endógenos, fabricados por la propia célula, y exógenos, que ingresan en el organismo a través de la dieta o de suplementos con formulaciones antioxidantes <sup>(27)</sup>.

Tabla 1: Clasificación de los antioxidantes

Exógeno	Endógeno	Cofactores
Vitamina E	Glutación	Cobre
Vitamina C	CoenzimaQ	Zinc
Betacaroteno	Ácido tióctico	Manganeso
Flavonoides	Enzimas: Superóxidodismutasa (SOD) Catalasa Glutación peroxidasa	Hierro
Licopeno		Selenio

Fuente: Criado (2009)

### 1.3.5 ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN LAS PLANTAS

Las plantas desarrollaron mecanismos que permiten la inducción de respuestas frente a los estímulos diversos del ambiente. Entre los sistemas de respuesta, está la síntesis de fitoquímicos y antioxidantes. Estos compuestos cumplen funciones importantes como atrapadores de radicales libres, estabilizadores y protectores del DNA y proteínas frente al estrés por oxidación en todos los seres vivos aerobios <sup>(29)</sup>.

Los compuestos oxidantes más abundantes en las células vegetales se derivan de la activación de la molécula de dioxígeno ( $O_2$ ), lo que da lugar a especies químicas parcialmente reducidas, como el oxígeno singlete  $O_2^1$  y el radical superóxido ( $O_2^-$ ), que constituyen las especies activas (o reactivas) de oxígeno (ROS) primarias. Las reacciones posteriores de las especies activas de oxígeno primarias con los componentes celulares, forman otros radicales libres (como el radical hidroxilo HO-) u otros compuestos oxidantes como el peróxido de hidrógeno,  $H_2O_2$ , que tienen carácter oxidante pero no son radicales libres.

Las ROS, en general, son producto de reacciones del metabolismo energético como la fotosíntesis, la respiración y la fotorespiración <sup>(29)</sup>.



### 1.3.6 ENSAYO CON DPPH (1,1-DIFENIL-2-PICRIL-HIDRAZILO)

Blois (1958) demostró por primera vez la capacidad del radical libre DPPH• para aceptar un átomo de hidrógeno (H•) proveniente de una molécula de cisteína. La molécula DPPH, es conocida como un radical libre estable debido a la deslocalización de un electrón desapareado sobre la molécula completa, por lo cual la molécula no se dimeriza, como es el caso de la mayoría de los radicales libres.

La deslocalización del electrón también intensifica el color violeta intenso típico del radical, el cual absorbe en metanol a 517 nm. Cuando la solución de DPPH reacciona con el sustrato antioxidante que puede donar un átomo de hidrógeno, el color violeta se desvanece. El cambio de color es monitoreado espectrofotométricamente y es utilizado para la determinación de los parámetros para las propiedades antioxidantes <sup>(30)</sup>.

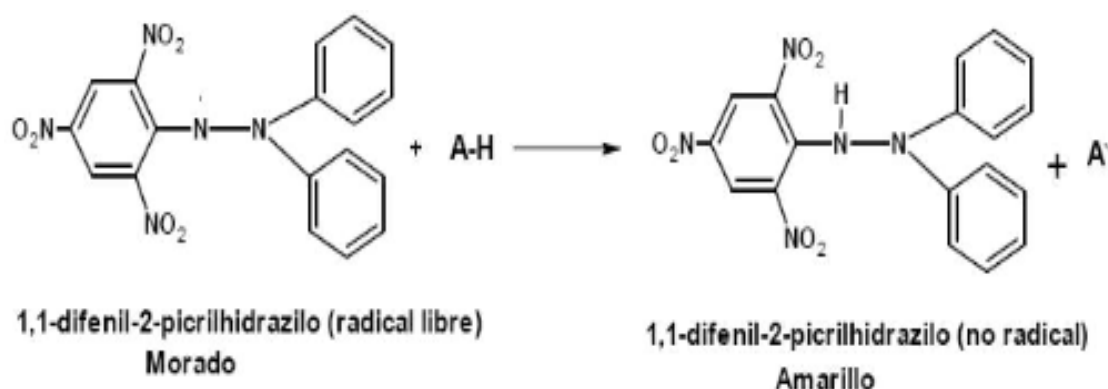


Figura 4: DPPH antes y después de reaccionar con el compuesto antioxidante

Fuente: Alam *et al* (2012)

## CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.1 Formulación de la Hipótesis

Las hojas y fruto inmaduro de *Inga edulis* Mart. “guaba” y corteza de *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq “chuchuhuasi” presentan actividad antioxidante *in vitro*.

### 2.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

#### 2.2.1 Variable dependiente:

Actividad antioxidante *in vitro*.

##### 2.2.1.1 Indicador:

Capacidad de inhibición de radicales libres al 50%.

#### 2.2.2 Variable independiente

Extracto metanólico de hojas y fruto inmaduro de *Inga edulis* Mart. y corteza de *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq.

Indicador:

Concentración de extractos metanólicos: 0,01; 0,05; 0,10; 0,25; 0,50 mg/ml

### 2.2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	INDICE	ESCALA
Actividad antioxidante <i>in vitro</i> .	Ensayo donde se evalúa la actividad antioxidante de un tratamiento, en términos de concentraciones inhibitorias (IC <sub>50</sub> ).	Ensayos empleados para determinar la potencial antioxidante que presentan los extractos de las especies vegetales, con la finalidad de conocer la concentración que producirá un efecto antioxidante de la especie en experimentación y visualizar la relación riesgo-beneficio que implicará el uso de estos extractos vegetales como alternativa medicinal.	Capacidad de inhibición de radicales libres al 50%.	Porcentaje de inhibición: De 0 – 100%	Racional Tipo: Cuantitativo

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	INDICE	ESCALA
Extracto metanólico de hojas de <i>Inga edulis</i> Mart. y <i>Maytenus macrocarpa</i> (Ruiz & Pav.) Briq.	Producto con diversos compuestos químicos, obtenido por maceración, filtrado, evaporado (solvente) y llevado hasta sequedad, la misma que es evaluada experimentalmente.	Material vegetal seco micropulverizado a la cual se adiciona Alcohol (metanol), sometida a maceración por 7 días, filtrado, concentrado en rota vapor a 40° C y a 40 rpm, la misma que se colocará en una estufa a 40°C hasta sequedad y luego su posterior uso en los ensayos.	Concentración de extractos metanólicos: 0,01; 0,05; 0,10; 0,25; 0,50 mg/mL	mg/mL	Racional. Tipo: Cuantitativo

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1 TIPO Y DISEÑO

#### 3.1.1 TIPO:

- Experimental: porque se realizó comparaciones de la variable dependiente entre los grupos experimentales y del control.
- Prospectivo: porque en el registro de la información se tomaron en cuenta todos los hechos a partir de la fecha de estudio.
- Longitudinal: porque se estudiaron las variables a lo largo del tiempo durante el periodo de investigación.

#### 3.1.2 Diseño de la investigación

La presente investigación tuvo un diseño experimental verdadero debido a que la intervención fue a propósito de la investigación y al mismo tiempo cumplió con la asignación aleatoria (grupo control) en cada uno de los ensayos planteados. La Actividad antioxidante *in vitro* estuvo conformado por extractos metanólicos de 02 especies vegetales provenientes de la comunidad de Tamshiyacu. Se evaluaron mediante el método descrito por Villaño *et col* (2007) <sup>(29)</sup>.

### 3.2. DISEÑO MUESTRAL

Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, ubicada en calle Pevas 5ta cuadra de la ciudad de Iquitos, capital del Departamento de Loreto.

#### 3.2.1 Población y muestra

Población vegetal

Estuvo constituida por las hojas y fruto inmaduro de la especie vegetal: *Inga edulis* Mart. “guaba” y corteza de *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq “chuchuhuasi”

Muestra Vegetal

*Inga edulis* Mart

*Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq

Criterios de inclusión vegetal:

- Material vegetal identificado y georeferenciado.
- Material vegetal en buen estado de conservación.

### 3.3 PROCEDIMIENTO Y RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.3.1 ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE *in vitro*

##### 3.3.1.1 Colecta de especies vegetales

Las especies vegetales se colectaron en un solo punto de la región Loreto en la Amazonía Peruana, la colecta comenzó desde la ubicación de las especies vegetales en la comunidad de Tamshiyacu, tomando datos geo-referenciados del lugar donde fueron situadas. Se utilizaron tijeras podadoras y telescópicas, se cortaron la cantidad de 2 kg de hojas, fruto inmaduro y corteza de las especies vegetales seleccionadas. Las especies vegetales colectadas se colocaron en sobres de manila debidamente rotulado, en donde se mantuvo hasta su llegada al laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

##### 3.3.1.2 Preparación y limpieza de muestras vegetales

Una vez que las muestras del material vegetal llegaron al laboratorio, se limpiaron las hojas, fruto inmaduro y se cortaron las cortezas en pequeños fragmentos. Al mismo tiempo se realizó una selección de hojas y corteza en buen estado de cada una de las especies vegetales para la elaboración de exsiccatas y su posterior identificación y certificación.

### 3.3.1.3 Certificación de la especie vegetal

El Herbarium Amazonense de la Universidad Nacional de Amazonia Peruana – UNAP certificó la especie vegetal y entregó una constancia con su respectivo código de identificación, según corresponde.

### 3.3.1.4 Secado y micropulverizado de las muestras vegetales

Una vez limpiada las muestras, se trasladó a un ambiente de secado con un equipo deshumecedor a una temperatura de 40 °C por una semana. Después del secado de las muestras, se realizó la molienda (empresa “Chacrana”), quedando las muestras en polvo de material vegetal (micropulverizado). El micropulverizado se guardó en frascos de color ámbar para su posterior uso en los diferentes ensayos.

### 3.3.1.5 Preparación de los extractos vegetales

De cada una de las especies, se pesó 5 g de muestra seca y micropulverizada, lo cual fue diluido en 80 mL de metanol puro, dejando macerar por 7 días en refrigeración a 8° C; para lo cual se utilizó frascos de color ámbar. Transcurrido el tiempo, se filtró; y la solución obtenida se enrasó a 100 mL con metanol, obteniendo una concentración de 50 mg/mL (solución madre). A partir de esta solución, se diluyó a concentraciones menores: 0,01 mg/mL, 0,05 mg/mL, 0,10 mg/mL, 0,25 mg/mL y 0,50 mg/mL.

### 3.3.1.6 Determinación de la actividad antioxidante *in vitro*

La determinación de la actividad antioxidante se realizó por el método de DPPH (Radical libre 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo con pureza del 99.9%), siguiendo la metodología de Villaño *et al*, (2007) <sup>(29)</sup>.

### 3.3.1.7 Preparación de la Solución DPPH

Se pesó 3.9 mg de DPPH (394.32 g/mol de peso molecular) en polvo y se enrasó a 10 mL con metanol puro, el cual fue homogenizado utilizando el equipo ultrasonificador; obteniendo una solución stock de 1 mM de DPPH. A partir de esta solución, se preparó la solución del trabajo, de 0,1 mM de DPPH, para lo cual; se enrasa 1 mL de la solución stock con 10 mL de metanol.

### 3.3.1.8 Lectura en el espectrofotómetro:

Para la lectura se utilizó cubetas de poliestireno de 1,5 mL de capacidad, donde se agregó 0,975 mL de DPPH a una concentración de 0,1 mM y 0,025 mL de los extractos de cada concentración y en otra cubeta se agregó 1 mL de metanol puro (blanco). Las lecturas de las absorbancias se realizaron en un espectrofotómetro UV/Vis de marca Genesys a una longitud de onda de 517 nm. Cada absorbancia fue leída a intervalos de 30 segundos durante 5 minutos. Todas las lecturas fueron realizadas por triplicado.

### 3.3.1.9 Porcentaje de inhibición del DPPH

Este parámetro nos indica el porcentaje de Inhibición del radical DPPH, por un agente antioxidante; en este caso, por los extractos vegetales de cada una de las concentraciones evaluadas, empleando la siguiente formula:

$$\% \text{ Inhibición DPPH} = [(Ac - Am) / Ac] \times 100$$

Donde: Ac, es la absorbancia del DPPH• sin el extracto y Am, es la absorbancia del DPPH• con el extracto.

### 3.3.1.10 Concentración Inhibitoria Media (IC<sub>50</sub>)

El IC<sub>50</sub>, es la cantidad de muestra que se necesita para capturar radicales DPPH en un 50%. Así un menor valor nos indica una mayor capacidad



antioxidante, porque requiere menos muestra para inhibir un 50% de radicales DPPH. El IC<sub>50</sub> se calcula mediante la ecuación de la recta siguiente:

$$y = a \ln(x) + b$$

Donde: y= es la ecuación de la recta

a,b = valores obtenidos por análisis de regresión, concentración versus % de Inhibición.

ln (x) = inversa de la función exponencial.

### 3.4 Aspectos Éticos:

Las especies vegetales utilizadas, no causaron ninguna alteración en su existencia como especie, ya que son de rápida reproducción.

La recolección de hojas y fruto inmaduro de *Inga Edulis* Mart. “guaba” y corteza de *Maytenus Macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq. “chuchuhuasi” no mostraron daño en su existencia como especie, ya que solo se utilizó en cantidades mínimas (100g) por cada una de ellas.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### Actividad Antioxidante *in vitro*

Se realizó la evaluación de la actividad antioxidante *in vitro* de hojas y fruto inmaduro de la especie vegetal *Inga edulis* Mart. “guaba” y corteza de *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq “chuchuhuasi”, procedentes de la Comunidad de Tamshiyacu, región Loreto

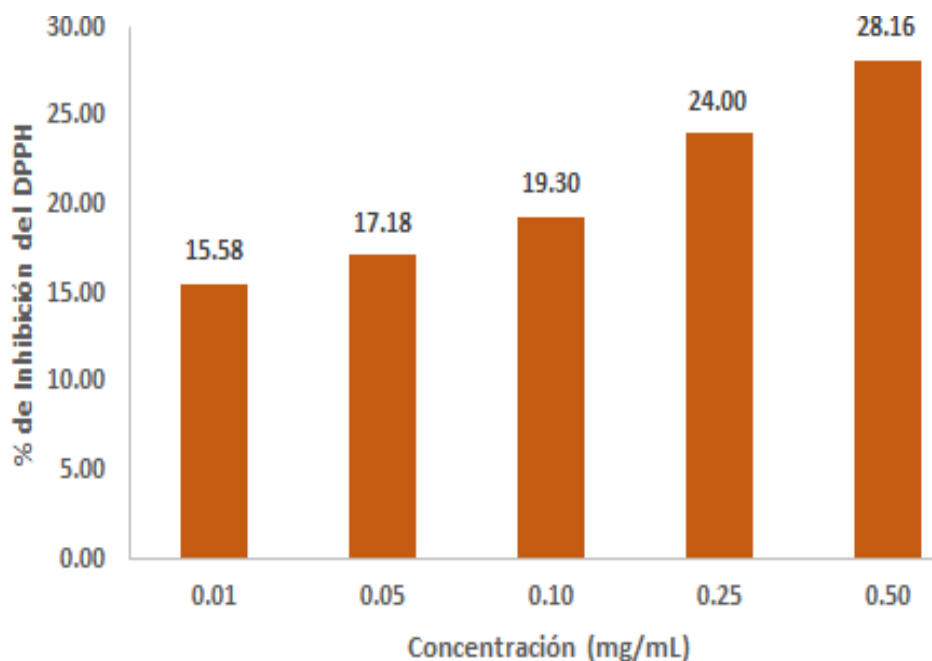
Tabla 2: Porcentaje de Inhibición al radical DPPH• de las especies vegetales en estudio

Especie vegetal	Parte usada	% Inhibición ± DesVest
		Extracto metanólico
<i>Inga edulis</i> Mart.	Hojas	28,16±0,30
	Fruto inmaduro	21,22±0,34
<i>Maytenus macrocarpa</i> (Ruiz & Pav.) Briq	Corteza	20,14±0,43

Fuente: elaboración propia

Tabla 2: Se muestran el promedio de los porcentajes de inhibición obtenidos de las dos especies vegetales obtenidos a la mayor concentración 0,50 mg/mL. El extracto metanólico de hojas de *Inga edulis* Mart. presentó **28,16%** de Inhibición con una desviación estándar de 0,30; siendo el valor más alto en porcentaje de inhibición a radicales libres producidos por el reactivo DPPH y la más baja presenta *Maytenus macrocarpa*(Ruiz & Pav.) Briq con **20,14%** de inhibición con una desviación estándar de 0,43.

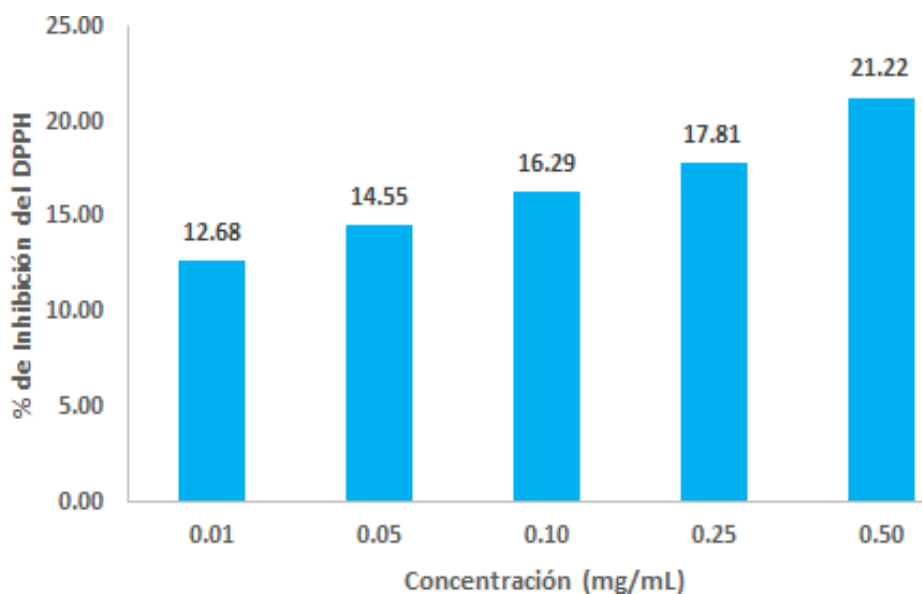
Gráfico 1: Porcentaje de Inhibición del radical DPPH por el extracto de *Inga edulis* Mart. “guaba” - Hojas



Fuente: elaboración propia

Gráfico 1: Muestra el promedio de porcentaje de inhibición al radical DPPH por el extracto de hojas de *Inga edulis* Mart. “guaba”. Se observa un 15,58% a la concentración de 0,01 mg/mL; un 17,18% a la concentración de 0,05 mg/mL; un 19,30% a la concentración de 0,10 mg/mL; un 24,00% a la concentración de 0,25 mg/mL y un 28,16% a la concentración de 0,50 mg/mL respectivamente.

Gráfico 2: Porcentaje de Inhibición del radical DPPH por el extracto de *Inga edulis* Mart. “guaba” – fruto inmaduro



Fuente: elaboración propia

Gráfico 2: Muestra el promedio de porcentaje de inhibición al radical DPPH por el extracto de *Inga edulis* Mart. “guaba” – fruto inmaduro. Se observa un 12,68% a la concentración de 0,01 mg/mL; 14,55% a la concentración de 0,05 mg/mL; 16,29% a la concentración de 0,10 mg/mL; 17,81% a la concentración de 0,25 mg/mL y 21,22% a la concentración de 0,50 mg/mL respectivamente.

Gráfico 3: Porcentaje de Inhibición del radical DPPH• por el extracto de *Maytenus macrocarpa* (RUIZ & PAV.) Briq. “chuchuhuasi” - corteza

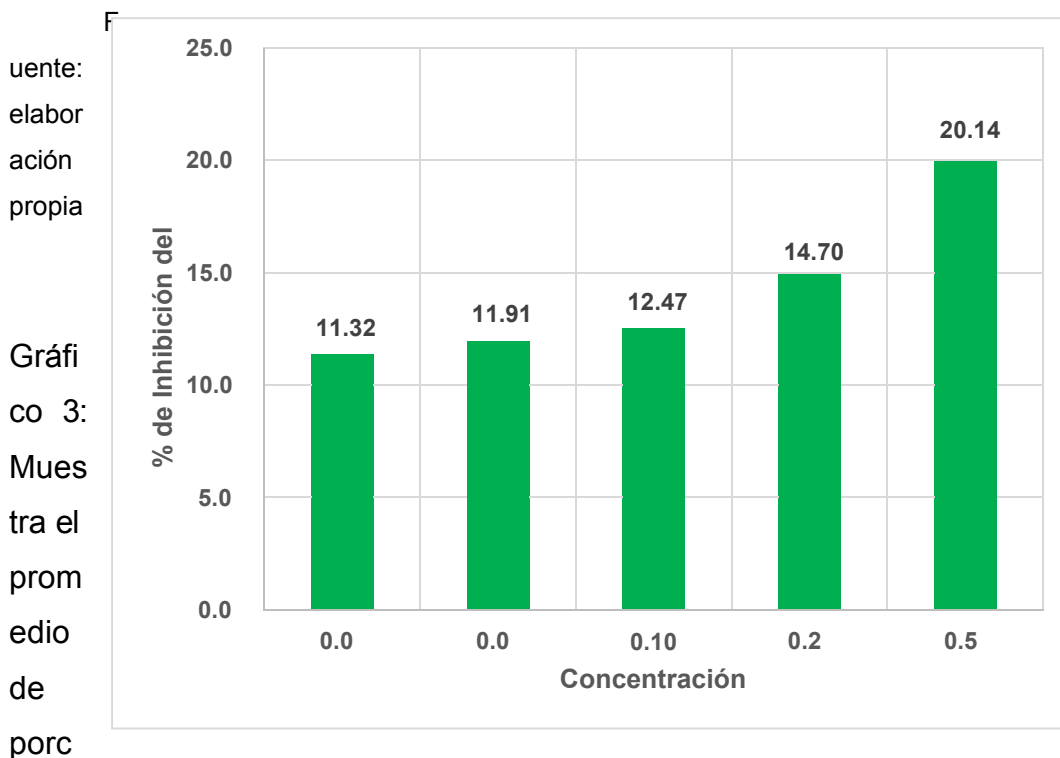
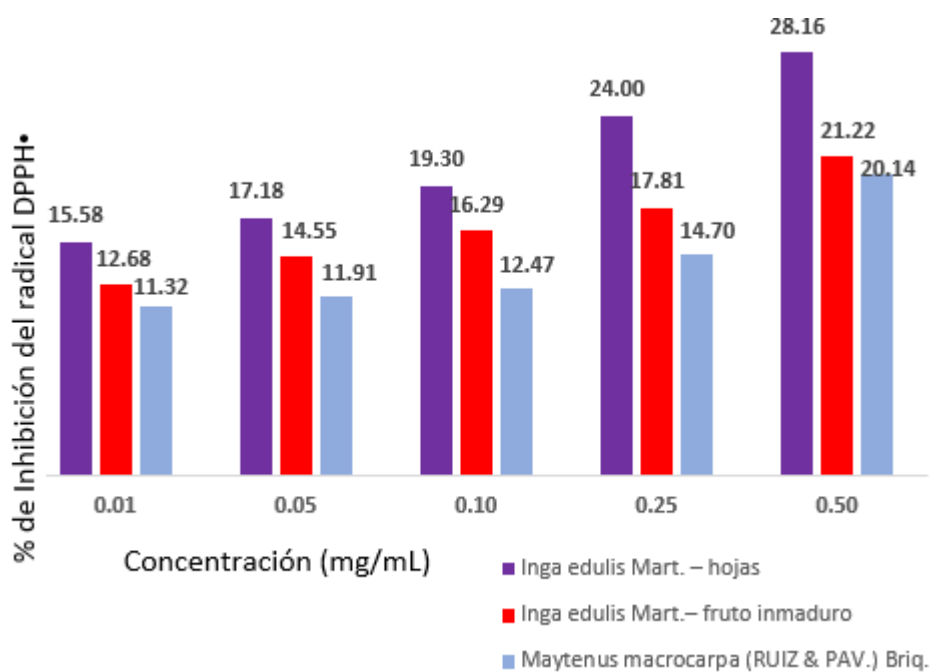


Gráfico 3: Muestra el promedio de porcentaje de inhibición del radical DPPH• por el extracto de *Maytenus macrocarpa* (RUIZ & PAV.) Briq. “chuchuhuasi” - corteza. Se observa un 11,32% a la concentración de 0,01 mg/mL; 11,91% a la concentración de 0,05 mg/mL; 12,47% a la concentración de 0,10 mg/mL; 14,70% a la concentración de 0,25 mg/mL y 20,14% a la concentración de 0,50 mg/mL respectivamente.

Gráfico 4: Porcentaje de Inhibición del radical DPPH• entre los grupos de estudio por cada concentración evaluada



Fuente: elaboración propia

Gráfico 4: Para la mayor concentración evaluada, que es de 0,50 mg/mL, se observa que las hojas de *Inga edulis* Mart. “guaba” alcanzó el mayor porcentaje de inhibición con un 28,16%, mientras que para fruto inmaduro fue de 21,22% y para corteza de *Maytenus macrocarpa* (RUIZ & PAV.) Brij. 20,14%.

Tabla 3: Estadísticos descriptivos de los grupos de estudio

Grupos de estudio	N	Media	Desviación estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
<i>Inga edulis</i>							
Mart. – hojas	5	20,84	5,17	14,42	27,27	15,58	28,16
<i>Inga edulis</i>							
Mart. - fruto inmaduro	5	16,51	3,26	12,47	20,55	12,68	21,22
<i>Maytenus macrocarpa</i> (RUIZ & PAV.) Briq.							
	5	14,11	3,61	9,63	18,59	11,32	20,14

Fuente: elaboración propia

En la tabla 3, se observa los estadísticos de los grupos de estudio donde las hojas de *Inga edulis* Mart obtuvo un promedio de 20,84 de porcentaje de inhibición del radical DPPH con una desviación estándar de 5,17; mientras que fruto inmaduro el promedio fue de 16,51 de porcentaje de inhibición del radical DPPH con una desviación estándar de 3,26 y *Maytenus macrocarpa* (RUIZ & PAV.) Briq. obtuvo un promedio de 14,11 de porcentaje de inhibición del radical DPPH con una desviación estándar de 3,61. Asimismo, se observa para cada grupo los respectivos intervalos de confianza al 95%.

Tabla 4: Prueba de homogeneidad de varianzas – Porcentaje de inhibición DPPH

Estadístico			
de Levene	df1	df2	Sig.
1,129	2	12	0,355

En la tabla 4, se muestra los resultados de la prueba para determinar si los grupos presentan varianzas homogéneas, siendo la conclusión con un valor de sig = 0,355 que los grupos no presentan varianzas homogéneas.

Tabla 5. Cálculo de IC<sub>50</sub> a partir de la ecuación obtenida con su respectivo R<sup>2</sup>

Especie vegetal	Ecuación	R <sup>2</sup>	IC <sub>50</sub>
<i>Inga edulis</i> Mart. – hojas	$y = 3,1997\ln(x) + 28,513$	0,8771	<b>824,95 mg</b>
<i>Inga edulis</i> Mart. - fruto inmaduro	$y = 2,0667\ln(x) + 21,464$	0,9230	<b>992040,21 mg</b>
<i>Maytenus macrocarpa</i> (RUIZ & PAV.) Briq.	$y = 1,9828\ln(x) + 18,861$	0,6942	<b>6613074,35 mg</b>

Fuente: realización propia

La Tabla 5 muestra los valores de IC<sub>50</sub> de las especies vegetales estudiadas, donde se evidencia que las hojas de *Inga edulis* Mart. presentó un menor IC<sub>50</sub>, lo que nos indica que a esta concentración inhibe un 50% al radical DPPH•, difiriendo significativamente con fruto inmaduro de *Inga edulis* Mart. y corteza de *Maytenus macrocarpa* (RUIZ & PAV.) Briq.



## CAPÍTULO V: DISCUSION

Se evaluó la actividad antioxidante *in vitro* de extractos metanólicos de hojas y fruto inmaduro de *Inga edulis* Mart.; corteza de *Maytenus macrocarpa* (RUIZ & PAV.) Briq, mediante el método de inhibición del DPPH•. De las dos especies vegetales evaluadas sólo las hojas de *Inga edulis* Mart. presentó mejor inhibición al radical DPPH• en la concentración de 0,50 mg/mL con un 28,16%, la misma que difiere de *Inga edulis* Mart. – fruto inmaduro con 21,22% y *Maytenus macrocarpa* (RUIZ & PAV.) Briq con 20,14%, y esto concuerda con el estudio “DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE POR DPPH Y ABTS DE 30 PLANTAS RECOLECTADAS EN LA ECOREGION CAFETERA” realizado por **Tovar del Río (2013)** donde “Se considera una actividad antioxidante cuando es superior al 25%” <sup>(32)</sup>.

El DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidracil) es útil para investigar la actividad sobre el secuestro de radicales libres. La reacción del DPPH con extractos metanólicos de especies vegetales, demuestran que presentan cinética rápida, aprovechando así el secuestro de radicales libres en los primeros minutos; estando este fenómeno estrechamente relacionado con el % inhibición y el IC<sub>50</sub> de las muestras <sup>(33)</sup>.

Nuestro estudio obtuvo un valor de IC<sub>50</sub>=**824,95 mg** para hojas e IC<sub>50</sub>=**992040,21 mg** para fruto inmaduro de *Inga edulis* Mart., y esto concuerda con los resultados del estudio para determinar potencial antioxidante de frutos de *Pouteria* caimito, *Chrosophylum sanguinolentum*, *Inga edulis*, *Phytelephas macrocarpa* descrito por **Tuesta G. et al (2014)**, en cuanto a que el arilo de guaba (*I. edulis*) mostró una moderada actividad antioxidante (EC= 105,74 mg. mL<sup>-1</sup>). Además, coincide con lo referido por **Darly, P. et al (2012)**, en su evaluación del efecto de dos especies amazónicas en enfermedades relacionadas con los procesos de oxidación, capacidad antioxidante de los extractos hidroalcohólicos de las hojas de *Inga edulis*, ya que en sus resultados señalaron que los extractos de *Inga edulis* presentaron capacidad antioxidante de 1,422 y 694 µmol de Trolox equivalente g-1 de hoja seca respectivamente.

Asimismo, concuerda con el estudio “ENRIQUECIMENTO DE COMPOSTOS FENÓLICOS DE FOLHAS DE *Inga edulis* POR EXTRAÇÃO EM FASE SÓLIDA: QUANTIFICAÇÃO DE SEUS COMPOSTOS MAJORITÁRIOS E AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE, realizado por **Aécio Luís de Sousa Dias. et al (2010)** <sup>(34)</sup>, a partir de la utilización de dos procesos de extracción de hojas de *Inga edulis* (líquido-líquido y SPE-C18) en donde un importante incremento de capacidad antioxidante de esa fracción por métodos Capacidad de absorción de radicales oxígenos (ORAC) y Capacidad antioxidante como equivalentes Trolox (TEAC), confirma la importancia de compuestos fenólicos como potentes agentes antioxidantes.

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

- Los extractos metanólicos de las especies vegetales en estudio, *Inga edulis* Mart. – hojas presentó mejor porcentaje de inhibición al radical DPPH• en la concentración de 0,50 mg/mL con un 28,16%, la misma que difiere de *Inga edulis* Mart. – fruto inmaduro con 21,22% y *Maytenus macrocarpa* (RUIZ & PAV.) Briq con 20,14%.
- Los valores de  $IC_{50}=824,95$  mg obtenido para hojas e  $IC_{50}=992040,21$  mg para fruto inmaduro de *Inga edulis* Mart.,  $IC_{50}=6613074,35$  mg para corteza de *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq (chuchuhuasi) permite concluir que las hojas de *Inga edulis* Mart. presenta menor  $IC_{50}$ , identificándose así como el de mejor actividad antioxidante *in vitro*.

## CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

- En relación a las especies estudiadas, fomentar investigaciones científicas sobre estas y otras especies vegetales oriundas de la Amazonía Peruana, a fin de contribuir a su aprovechamiento sostenible, dando así un valor agregado a las mismas.
- Estudios de fraccionamiento por columna cromatográfica a cada uno los extractos de la especie vegetal *Inga edulis* Mart; para identificar metabolitos secundarios por CG-masa (Cromatografía de Gases) y por RMN (Resonancia Magnética Nuclear).

## CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Suja K.P., Jayalekshmy A., Arumughan C. (2004). Free radical Scavenging behavior of Antioxidant Compounds of Sesame (*Sesamum indicum* L.) in DPPH• System. *Journal of agricultural and food chemistry*; 52: 912-915.
2. Tapia A., Rodriguez J., Theoduloz C., Lopez S., Feresin G.E., Schmeda-Hirschmann G. (2004). Free radical scavengers and antioxidants from *baccharis grisebachii*. *Journal of Ethno-pharmacology*; 95: 155-161.
3. Celik S.E., Özyürek M., Güçlü K., Apak R. (2010). Solvent effects on the antioxidant capacity of lipophilic and hydrophilic antioxidants measured by CUPRAC, ABTS/persulphate and FRAP methods. *Talanta*; 8: 1300–1309.
4. Dorman H.J.D, Hiltunen R. (2004). Fe(III) reductive and free radical scavenging properties of summer savory (*Satureja Hortensis* L.) extract and subfractions. *Food chemistry*; 88:193-199.
5. Finkel T., Holbrook N. (2000). “Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing”, en *Nature*. 408, pp. 239-247. Consultado el 30 de Setiembre del 2017.
6. Efecto del extracto acuoso de *Maytenus macrocarpa* “chuchuhuasi” sobre embriones preimplantacionales de ratón (*Mus musculus*). [Tesis de pre grado para optar el título de Biólogo]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos (2016). Disponible en: [http://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/01/877318/efecto-del-extracto-acuoso-de-maytenus-macrocarpa-chuchuwasi-so\\_jO7nTAF.pdf](http://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/01/877318/efecto-del-extracto-acuoso-de-maytenus-macrocarpa-chuchuwasi-so_jO7nTAF.pdf) Fecha de acceso: 29 Mayo 2018
7. Gabriela TUESTA, Paolo ORBE, Claudia MERINO, Elsa RENGIFO, Billy CABANILLAS (2014). Actividad antioxidante y determinación de compuestos fenólicos del caimito (*Pouteria caimito*), caimitillo (*Chrsophylum sanguinolentum*), guava (*Inga edulis*) y yarina (*Phytelephas macrocarpa*). Disponible en: [revistas.iiap.org.pe/index.php/foliaamazonica/article/view/11](http://revistas.iiap.org.pe/index.php/foliaamazonica/article/view/11) Fecha de acceso: 10 Abril 2019.
8. Alosilla A., Chaves F., Ascaño A. Acción del extracto etanólico de las hojas de *Maytenus macrocarpa* (Ruiz. Pav.) Briq. “chuchuhuasi” sobre la motilidad intestinal. *Horiz Med* 2013; 13(2): 6-11.

9. Pompeu Darly R., Rogez Hervé, Monteiro Karin M., Tinti Sirlene V., Carvalho João E. Capacidad antioxidante e triagem farmacológica de extratos brutos de folhas de *Byrsonima crassifolia* e de *Inga edulis*. *Acta Amaz.* [Internet]. 2012 Mar [cited 2018 Sep 28]; 42(1): 165-172. Disponible en:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0044-59672012000100019&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672012000100019&lng=en). <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672012000100019>.
10. Huaccho Rojas Juan Jesús, Cavero Aguilar Evelyn Sally, Quezada Rojas Melissa Andrea, Lara Paredes Andrea Mercedes, Lluen Escobar Silvana Estela, Paragulla Bocángel Ahmed Alberto et al. Efectos sobre la temperatura, frecuencia respiratoria, frecuencia cardiaca y electrocardiograma de *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq. (chuchuhuasi). *Rev Cubana Plant Med* [Internet]. 2012 Sep [citado 2018 Oct 01]; 17(3): 233-243. Disponible en:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47962012000300004&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962012000300004&lng=es).
11. *Inga edulis*. Taxonomy Browser. Disponible en:  
[www.tropicos.org/Taxonomybrowser.aspx?nameid=13006228&projectid=0&conceptid=1](http://www.tropicos.org/Taxonomybrowser.aspx?nameid=13006228&projectid=0&conceptid=1) Fecha de acceso: 28 de Setiembre 2017
12. Guaba, ingá o pacaé (*Inga edulis*): ficha y características. Disponible en:  
<http://archivo.infojardin.com/tema/guaba-inga-o-pacaé-inga-edulis-ficha-y-características.167193/> Fecha de acceso: 24 de Setiembre 2017
13. Barriga García, H. (1992). *Flora medicinal de Colombia*. Bogotá: Tercer Mundo.
14. Mostacero, J. (2002). *Taxonomía de las Fanerógamas Útiles de Perú*. Lima, Concytec.
15. Alonso, J. (2004). *Tratado de fitofármacos y nutracéuticos*. Buenos Aires, Argentina: Corpus.
16. Golden Map. (2005). Componentes de formas farmacéuticas semisólidas; Recuperado el 12 de Junio de 2012, de Golden Map:  
[http://es.goldenmap.com/Maytenus\\_laevis](http://es.goldenmap.com/Maytenus_laevis)
17. Cuamácas, S. (1995). *Arboles de los bosques interandinos del norte del Ecuador*. Quito, Ecuador: Casa de la Cultura Ecuatoriana.

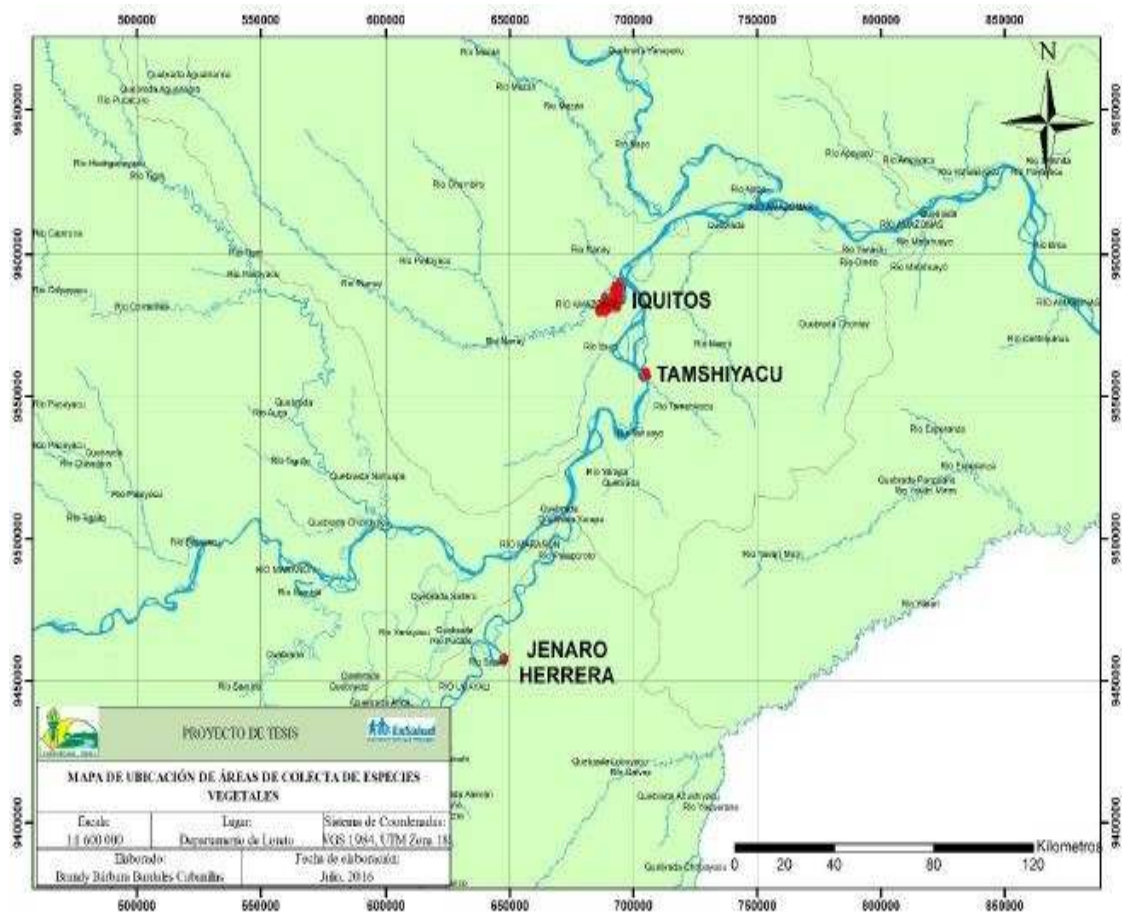
18. Flora, B. (2009). Plantas tradicionales de América. Recuperado el 12 de Agosto de 2018, de Flora SBS: <https://sites.google.com/site/florasbs/celastraceae>
19. Barriga García, H. (1992). Flora medicinal de Colombia. Bogotá: Tercer Mundo.
20. Mostacero, J. (2002). Taxonomía de las Fanerógamas Útiles de Perú. Lima, Concytec.
21. De La Torre, L. (2008). Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador. Quito, Ecuador: Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
22. Bernal H. (1990). Especies vegetales promisorias de los países del Convenio Andrés Bello. Bogotá, Colombia: Secretaría Ejecutiva del Convenio Andrés Bello.
23. Estrella, E. &. (1993). Salud y población indígena de la Amazonía del Ecuador. Quito, Ecuador: El Simposio.
24. Pesantes, C. (1999). Plantas medicinales usadas en la medicina popular para el tratamiento del cáncer. Trujillo, Perú. La Unión.
25. Avello M, Suwalsky M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. Rev. Atenea. 2006; N° 494, 161-172.
26. Cano. A.: Acosta. M.: Arnao. M. B. 2000. A method to measure antioxidant activity in organic media: application to lipophilic vitamins. Redox Report 5, 365-370.
27. Criado C, Moya S. Vitaminas y antioxidantes. Madrid: Saned; 2009.
28. Benavides A, Ramírez H, Robledo V, Fuentes L. Antioxidantes en las plantas: algunos factores edáficos y ambientales que los modifican. Rev. TMNV. 2009; N° 250, 13-26.
29. Villaño D, Fernández-Pachón MS, Moyá ML, Troncoso AM, García- Parrilla MC. Radical Scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical. Talanta 2007:230-235.
30. Ojha H., Mishra K., Chaudhury N.K., 2012. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results. Food Chemistry; 130: 1036–1043.

31. Alam N., Bristi N.J., Rafiquzzaman Md. 2012. Review on *in vivo* and *in vitro* methods evaluation of antioxidant activity. Saudi Pharmaceutical Journal,21, 143-152.
32. Determinación de la actividad antioxidante por DPPH y ABTS de 30 plantas recolectadas en la ecoregión Cafetera. [Tesis de pre grado para optar el título de Químico Industrial] Pereira – Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira (2013). Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/3636>. Fecha de acceso 19 Marzo 2019.
33. Tamizaje Fitoquímico, Perfil Cromatográfico y Evaluación de la Actividad Antioxidante *in vitro*, de las cortezas de *Erythrina fusca* L., *Campsiandra angustifolia* S. B., y *Swartzia polyphylla* DC. [Tesis de pre grado para optar el título de Químico Farmacéutico] Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (2010). Disponible en: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/3606> Fecha de acceso: 20 Marzo 2019.
34. Aécio Luís de Sousa Dias, Jesus Nazareno Silva de Souza, Hervé Rogez. Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Brasil. Quim. Nova, Vol. 33, No. 1, 38-42, (2010). Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000100008&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000100008&script=sci_abstract) Fecha de acceso: 20 Abril 2019.

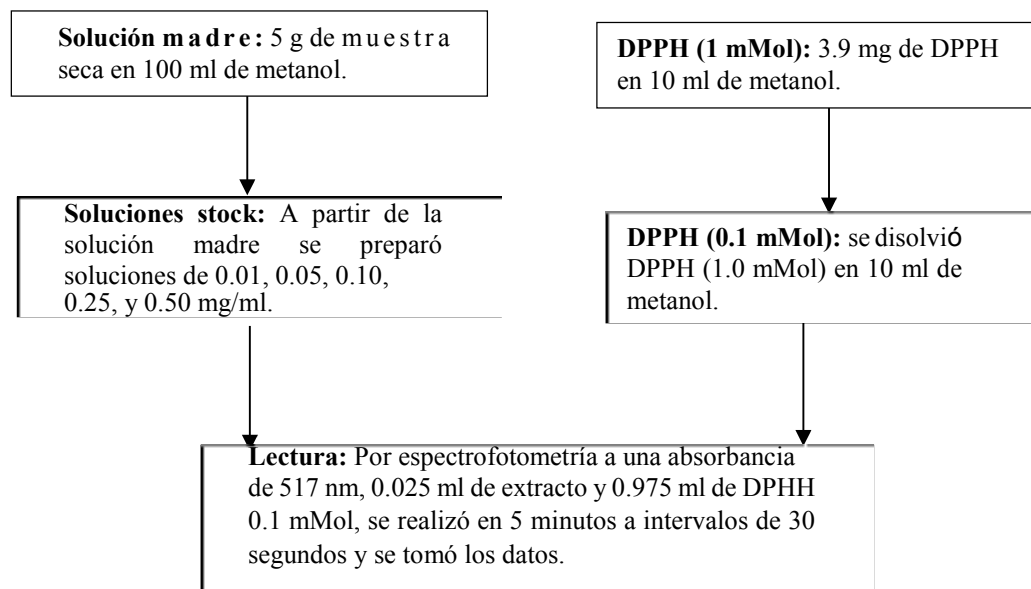


# ANEXOS

**Anexo 1:** Mapa de ubicación de áreas de colecta de especies vegetales



**Anexo 2:** Diagrama de flujo - Determinación de la actividad antioxidante en especies vegetales.



Fuente: Elaboración propia

**Anexo 3: Reactivo DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo)**



**Anexo 4: Espectrofotómetro UV/Vis marca Genesys 10S**



## Anexo 5: Constancia de certificación de la especie vegetal

 **UNAP**

Centro de Investigación de  
Recursos Naturales  
Herbarium Amazonense - AMAZ

INSTITUCIÓN CIENTÍFICA NACIONAL DEPOSITARIA DE MATERIAL BIOLÓGICO  
CODIGO DE AUTORTIZACIÓN AUT-ICND-2017-005

### CONSTANCIA

El coordinador del Herbarium Amazonense (AMAZ) del CIRNA, de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

**HACE CONSTAR:**

Que, la muestra botánica presentado por YESENIA ZEVALLOS LAZARTE, Bachiller de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, pertenece a la tesis titulado "Determinación de la actividad antioxidante por DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrozilo) de *Inga edulis* Mart. "guaba" y *Maytenus macrocarpa* (Ruiz & Pav.) Briq. "chuchuhuasi"; fueron verificados y determinado en este Herbarium Amazonense - AMAZ, CIRNA - UNAP, como sigue:

Nombre Vulgar	Nombre científico	Familia
"guaba"	<i>Inga edulis</i> Mart.	Fabaceae
"chuchuhuasi"	<i>Maytenus macrocarpa</i> (Ruiz & Pav.) Briq.	Chrysobalanceae

Se expide la presente constancia a la interesada, para los fines que se estime conveniente.

Atentamente,

Iquitos, 16 de mayo, 2019

  
  
Bigo. Richard J. Huaranca Acostupa M.Sc.  
Coordinador de Herbarium AMAZ  
CIRNA-UNAP

Dirección Pisco/Manay - Iquitos Perú  
Apts. 496

Centro de Investigación de Recursos Naturales