



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## **Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional**

Esta licencia permite a otras distribuir, combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial y, a pesar que son nuevas obras deben siempre rendir crédito y ser no comerciales, no están obligadas a licenciar sus obras derivadas bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA  
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA  
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD



AT\_2025-FFBB-082

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título de **Informe final de tesis** es:

**Evaluación de la actividad antioxidante *in vitro* del extracto etanólico de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy (Bugambilia)**

Presentado por:

**MOQUILLAZA LOPEZ GREISHKA VALIA**

Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA**. El resultado obtenido es **2%** por el cual se otorga el calificativo de:

**APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.**

Con Código de Matricula: 20174639

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 26 de setiembre de 2025

.....  
Dr. PEÑA GALINDO JULIO JOSE  
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION  
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Farmacia y Bioquímica



Evaluación de la actividad antioxidante *in vitro* del extracto etanólico de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy (Bugambilia)

Salud pública y conservación del medio ambiente

INFORME FINAL DE TESIS

Bach. Greishka Valia Moquillaza López

Ica - Perú

2025

### **Dedicatoria**

Esta investigación realizada para obtener mi título profesional se lo dedico a mis padres, el Cirujano Dentista Menes Moquillaza Ramos y la secretaria Marianela López Muñoa, quienes me apoyaron, ayudaron y creyeron en mi desde el día uno que estuve en la lucha constante de la vida, a mis hermanos Micaela Moquillaza López y Gabriel Moquillaza López por ser mi impulso de superación constante.

## **Agradecimientos**

A mi asesora la Dra. Jessica Yolanda Huarcaya Rojas, quien con su guía en la investigación y en mi formación profesional en la carrera pude culminar esta etapa satisfactoriamente. Al biólogo William Huamani que me apoyo en esos años de formación y en la elaboración de mi tesis. A mis amistades que he conocido y me han apoyado a lo largo de mi carrera profesional.

## Índice

Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos .....	iii
Resumen .....	x
Abstract .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	12
Problema general.....	14
Problemas específicos .....	14
Antecedentes internacionales de la investigación .....	14
Antecedentes nacionales de la investigación.....	18
Bases teóricas .....	21
Radicales Libres .....	21
Estrés Oxidativo .....	22
Antioxidante .....	23
Antioxidantes endógenos .....	24
Antioxidantes exógenos .....	25
Métodos para la evaluación de la capacidad antioxidante total .....	26
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy .....	28
Sinonimia botánica.....	28
Sinonimia común.....	28
Clasificación sistemática .....	29
Descripción botánica .....	29
Origen y distribución.....	30
Historia.....	31
Parte utilizada.....	32
Usos etnomedicinales .....	33
Otros usos.....	35
Actividad farmacológica .....	35
Contraindicaciones y efectos secundarios.....	36

Toxicidad.....	37
Objetivo general.....	37
Objetivos específicos .....	37
II.    ESTRATEGIA METODOLÓGICA .....	38
Tipo de investigación .....	38
Diseño de la investigación.....	38
Nivel de investigación.....	38
Hipótesis general.....	38
Hipótesis específicas .....	38
Operacionalización de Variables .....	39
Población y muestra .....	39
Lugar de investigación .....	39
Materiales utilizados .....	39
Instrumentos de laboratorio.....	40
Equipos de laboratorio .....	40
Reactivos.....	40
Procedimientos.....	41
Tratamiento del material vegetal.....	41
Obtención del extracto etanólico por maceración .....	45
Identificación de metabolitos secundarios en el extracto etanólico .....	45
Determinación de la actividad antioxidante .....	46
Análisis e Interpretación de los Resultados.....	49
Método DPPH.....	49
Método ABTS .....	54
III.    RESULTADOS.....	57
IV.    DISCUSIÓN .....	61
V.    CONCLUSIONES .....	62
VI.    RECOMENDACIONES .....	63
VII.    REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	64

VIII.	ANEXOS.....	71
	Anexo N°01: Tratamiento de la muestra vegetal.....	71
	Anexo N°02: Identificación de metabolitos secundarios del extracto etanólico.....	77
	Anexo N°03: Procedimiento del método DPPH .....	82
	Anexo N°04: Procedimiento del método ABTS .....	88
	Anexo N°05: Solicitud de la certificación de la especie vegetal.....	91
	Anexo N°06: Certificación botánica de la especie vegetal .....	92
	Anexo N°07: Constancia del uso de las instalaciones del laboratorio de Farmacognosia .....	93
	Anexo N°08: Boleta de venta electrónica de los reactivos utilizados .....	94
	Anexo N°09: Resolución decanal .....	95
	Anexo N°09: Matriz de consistencia.....	97

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Composición estimada de metabolitos secundarios en diferentes partes de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy (porcentaje sobre base seca).....	33
<b>Tabla 2.</b> Descripción operacional de las variables para la evaluación antioxidante del extracto etanólico de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy.....	39
<b>Tabla 3.</b> Datos experimentales de absorbancia a diferentes concentraciones del extracto etanólico de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy mediante el método DPPH.....	49
<b>Tabla 4.</b> Promedios de absorbancia cruda y corregida del extracto etanólico de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy mediante el método DPPH.....	50
<b>Tabla 5.</b> Datos experimentales de absorbancia a diferentes concentraciones del ácido gálico mediante el método DPPH.....	51
<b>Tabla 6.</b> Resultados experimentales del método ABTS para el extracto etanólico de <i>Bougainvillea glabra</i> Chosiy.....	54
<b>Tabla 7.</b> Porcentaje de inhibición del ácido gálico calculado a partir de la absorbancia.....	55
<b>Tabla 8.</b> Identificación de los metabolitos secundarios del extracto etanólico de las inflorescencias de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy.....	57
<b>Tabla 9.</b> Determinación de la actividad antioxidante del extracto etanólico de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy mediante DPPH.....	57
<b>Tabla 10.</b> Actividad antioxidante del extracto etanólico de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy determinada por el método ABTS.....	58
<b>Tabla 11.</b> Porcentaje de inhibición del ácido gálico según su absorbancia a diferentes concentraciones.....	58
<b>Tabla 12.</b> Comparación del porcentaje de inhibición y valores de GAEAC del extracto etanólico de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy.....	59

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Factores que generan radicales libres y acción protectora de los antioxidantes. ....	22
<b>Figura 2.</b> Representación del estrés oxidativo, daño progresivo causado por radicales libres hasta la muerte celular. ....	23
<b>Figura 3.</b> Formación de radicales libres, daño celular por reacción en cadena y neutralización por antioxidantes. ....	24
<b>Figura 4.</b> Enzimas implicadas en la remoción de especies reactivas de oxígeno (ROS) y sus productos de oxidación.....	25
<b>Figura 5.</b> Antioxidantes exógenos y sus principales fuentes dietéticas.....	26
<b>Figura 6.</b> Procedimiento del método DPPH para la evaluación de la capacidad antioxidante. Elaboración propia con base en Brand-Williams et al. (1995) (30). ....	27
<b>Figura 7.</b> Esquema del procedimiento del método ABTS para evaluar la capacidad antioxidante in vitro. Ilustración elaborada por la tesista con base en Re at al. (1999) (31). ....	28
<b>Figura 8.</b> Morfología de la planta <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy. ....	30
<b>Figura 9.</b> Estructura floral de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy. ....	30
<b>Figura 10.</b> Distribución geográfica nativa de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy.....	31
<b>Figura 11.</b> Flores de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy rodeadas por brácteas fucsias.....	32
<b>Figura 12.</b> Usos tradicionales de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy.....	35
<b>Figura 13.</b> Lugar de recolección de la <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy en vía pública del distrito de San José de Los Molinos, Ica, Perú. Coordenadas aproximadas: -14.0066, -75.7239.....	42
<b>Figura 14.</b> Flujograma representativo del procedimiento experimental aplicado en la evaluación de la actividad antioxidante del extracto etanólico de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy. ....	44
<b>Figura 15.</b> Curva de regresión lineal para la determinación del IC <sub>50</sub> del extracto etanólico de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy mediante el método DPPH.....	58
<b>Figura 16 .</b> Curva de inhibición del radical ABTS por el extracto etanólico de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy a diferentes concentraciones.....	59
<b>Figura 17.</b> Curva de regresión lineal del estándar ácido gálico en el ensayo ABTS, utilizada para el cálculo de la capacidad antioxidante equivalente (GAEAC) .....	60
<b>Figura 18.</b> Recolección de la muestra vegetal.....	71
<b>Figura 19.</b> Pesada de la muestra fresca, limpia y seca .....	71
<b>Figura 20.</b> Preparación para secar la muestra seca y limpia.....	72
<b>Figura 21.</b> Uso de la estufa para la secada de la muestra .....	72
<b>Figura 22.</b> Muestra seca triturada de forma manual para reducir volumen.....	73
<b>Figura 23.</b> Uso del molinillo para triturar la muestra .....	73
<b>Figura 24.</b> Proceso de la molienda intermedia de la muestra vegetal .....	74
<b>Figura 25.</b> Obtención de una molienda intermedia .....	74

<b>Figura 26.</b> Proceso de pesada de la muestra triturada en la balanza analítica .....	75
<b>Figura 27.</b> Pesada obtenida tras la molienda .....	75
<b>Figura 28.</b> Hidratación de la muestra con etanol de 96° .....	76
<b>Figura 29.</b> Maceración en frasco ámbar de la muestra molida con etanol de 96° .....	76
<b>Figura 30.</b> Filtración del extracto con gasa después de 15 días de maceración .....	77
<b>Figura 31.</b> Filtración con papel filtro para obtener el extracto concentrado .....	77
<b>Figura 32.</b> Obtención del extracto concentrado .....	78
<b>Figura 33.</b> Identificación de flavonoides.....	78
<b>Figura 34.</b> Identificación de taninos.....	79
<b>Figura 35.</b> Identificación de alcaloides .....	79
<b>Figura 37.</b> Uso de la campana extractora para la identificación de metabolitos secundarios ....	80
<b>Figura 36.</b> Reducción de 10 mL del extracto concentrado en baño maría .....	80
<b>Figura 38.</b> Identificación de triterpenos/esteroides.....	81
<b>Figura 39.</b> Identificación de quinonas por precipitación.....	81
<b>Figura 41.</b> Obtención del reactivo diluido en etanol 96°.....	82
<b>Figura 40.</b> Temperar el reactivo DPPH tras su almacenamiento en refrigeración .....	82
<b>Figura 42.</b> Proceso de obtención de la curva para el método DPPH.....	83
<b>Figura 43</b> Lectura de las celdas para hallar la curva .....	83
<b>Figura 44.</b> Curva obtenida tras la lectura del reactivo DPPH .....	84
<b>Figura 45.</b> Proceso de separación de etanol 96° con uso del rotavapor .....	84
<b>Figura 46.</b> Muestra obtenida tras someter el extracto concentrado al rotavapor.....	85
<b>Figura 47.</b> Proceso de la obtención de la solución madre de la inflorescencia de Buganvilia... 85	
<b>Figura 48.</b> Solución madre obtenida en una Fiola de 100 mL .....	86
<b>Figura 49.</b> Proceso de elaboración de los estándares .....	86
<b>Figura 50.</b> Proceso de reacción de los estándares a oscuridad .....	87
<b>Figura 51.</b> Lectura de las celdas y obtención de las absorbancias .....	87
<b>Figura 52.</b> Pesada del ácido gálico para la elaboración del patrón.....	88
<b>Figura 53.</b> Obtención de la concentración del reactivo ABTS.....	88
<b>Figura 54.</b> Concentración hallada para la elaboración del reactivo .....	89
<b>Figura 55.</b> Reactivo ABTS activado con el persulfato de potasio.....	89
<b>Figura 56.</b> Proceso de elaboración de los estándares .....	90
<b>Figura 57.</b> Lectura de las absorbancias de los estándares obtenidos.....	90

## Resumen

**Objetivo:** El propósito de esta investigación fue evaluar la capacidad antioxidante del extracto etanólico obtenido de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy (bugambilia).

**Métodos:** El extracto fue obtenido mediante maceración con etanol al 96° durante 15 días, seguido de concentración hasta sequedad. Se identificaron los metabolitos secundarios presentes mediante reacciones cualitativas específicas. La actividad antioxidante se evaluó aplicando los métodos DPPH y ABTS. En el ensayo DPPH, se calculó el porcentaje de inhibición para determinar el valor de IC<sub>50</sub>. En el método ABTS, se empleó ácido gálico como estándar, expresando los resultados en equivalentes antioxidantes.

**Resultados:** Por medio de las reacciones cualitativas específicas se han podido identificar metabolitos secundarios como taninos, flavonoides, triterpenos/esteroides, quinolonas y alcaloides, evidenciando de esa manera la riqueza fitoquímica del extracto. En cuanto a la evaluación de la actividad antioxidante, el método DPPH arrojó un valor de IC<sub>50</sub> de 6.73 mg/L, indicando lo que es una eficacia moderada en la neutralización de radicales libres. Sin embargo, en el método ABTS ha demostrado que el extracto si posee una capacidad antioxidante equivalente a 0.4467 mM de ácido gálico, confirmando de esta manera su acción como agente reductor frente a especies reactivas del oxígeno.

**Conclusiones:** La inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy contiene metabolitos bioactivos que contribuyen a su capacidad antioxidante. Los resultados obtenidos mediante los métodos aplicados respaldan su potencial como fuente natural en estrategias orientadas a la prevención del daño oxidativo.

**Palabras Claves:** *Bougainvillea glabra*; actividad antioxidante; metabolitos secundarios; DPPH; ABTS.

## Abstract

**Objective:** The aim of this research was to evaluate the antioxidant capacity of the ethanolic extract obtained from the inflorescence of *Bougainvillea glabra* Choisy (bougainvillea).

**Methods:** The extract was obtained by maceration in 96° ethanol for 15 days, followed by concentration to dryness. The secondary metabolites present were identified through specific qualitative reactions. Antioxidant activity was assessed using the DPPH and ABTS methods. In the DPPH assay, the percentage of inhibition was calculated to determine the IC<sub>50</sub> value. In the ABTS method, gallic acid was used as a standard, and the results were expressed in antioxidant equivalents.

**Results:** Specific qualitative reactions enabled the identification of secondary metabolites such as tannins, flavonoids, triterpenes/steroids, quinolones, and alkaloids, demonstrating the phytochemical richness of the extract. Regarding antioxidant activity, the DPPH method yielded an IC<sub>50</sub> value of 6.73 mg/L, indicating moderate efficacy in neutralizing free radicals. Meanwhile, the ABTS method showed that the extract exhibited an antioxidant capacity equivalent to 0.4467 mM of gallic acid, confirming its role as a reducing agent against reactive oxygen species.

**Conclusions:** The inflorescence of *Bougainvillea glabra* Choisy contains bioactive metabolites that contribute to its antioxidant capacity. The results obtained through the applied methods support its potential as a natural source for strategies focused on oxidative damage prevention.

**Palabras clave:** *Bougainvillea glabra*; antioxidant activity; secondary metabolites; DPPH; ABTS.

## I. INTRODUCCIÓN

La evaluación de la actividad antioxidante *in vitro* del extracto etanólico de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy (Bugambilia) representó un campo de investigación de notable relevancia científica y aplicada en los últimos años. Esta planta fue utilizada tradicionalmente en diversas culturas por sus presuntas propiedades medicinales, entre ellas su efecto antioxidante. La validación científica de dicha actividad permitió respaldar estos usos tradicionales y proporcionó una base sólida para su aplicación en medicina herbal y fitoterapia (1).

El estrés oxidativo, caracterizado por el desequilibrio entre la producción de radicales libres y la capacidad antioxidante del organismo, desempeñó un papel clave en la progresión de enfermedades crónicas como cáncer, patologías cardiovasculares y neurodegenerativas. Los radicales libres, como especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, ocasionaron daño celular al reaccionar con lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Los antioxidantes presentes en extractos vegetales, como los derivados de la bugambilia, fueron capaces de neutralizar estos radicales. Compuestos como polifenoles, flavonoides y otros fitoquímicos actuaron donando electrones a los radicales libres, estabilizándolos y reduciendo el estrés oxidativo celular. Esta protección celular contra el daño oxidativo tuvo implicaciones importantes para la salud. Diversos estudios sugirieron que una ingesta adecuada de antioxidantes a través de la dieta redujo el riesgo de enfermedades crónicas relacionadas con el estrés oxidativo, y las investigaciones recientes confirmaron estos efectos protectores, fortaleciendo la base científica de estrategias preventivas y terapéuticas basadas en dieta y fitoterapia (2).

Los antioxidantes naturales fueron ampliamente reconocidos en la industria farmacéutica y cosmética por sus beneficios en la salud cutánea y su capacidad para contrarrestar el envejecimiento prematuro. Un extracto de bugambilia con actividad antioxidante resultó especialmente prometedor para el desarrollo de nuevos productos en estas áreas. Dichos antioxidantes no solo protegieron la piel frente al estrés oxidativo inducido por agentes ambientales, sino que también favorecieron la regeneración celular y mejoraron su apariencia general. Así, las investigaciones sobre esta planta respaldaron el uso de antioxidantes vegetales en formulaciones farmacéuticas y cosméticas. Estos extractos ofrecieron una alternativa más segura a los antioxidantes sintéticos, con menor riesgo de efectos adversos. La exploración de compuestos naturales no solo abrió nuevas posibilidades para el tratamiento y cuidado de la piel, sino que también impulsó un uso más sostenible de los recursos vegetales (3).

Los avances en métodos analíticos y tecnológicos facilitaron la evaluación precisa de la actividad antioxidante *in vitro* de extractos vegetales. Ensayos como el DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) y el ensayo del poder reductor se establecieron como

herramientas clave. El ensayo DPPH se basó en la capacidad de los antioxidantes para neutralizar el radical DPPH, cuantificable mediante espectrofotometría. Por otro lado, el ensayo del poder reductor evaluó la donación de electrones de los antioxidantes, también medida espectrofotométricamente. Estas técnicas permitieron obtener datos precisos, comparar distintas muestras y optimizar procesos de extracción, siendo fundamentales para determinar la eficacia de los antioxidantes naturales en la protección celular.

La investigación en torno a antioxidantes naturales como los presentes en la bugambilia jugó un papel crucial en la innovación de productos naturales y sostenibles. Estos compuestos encontraron aplicaciones en los sectores farmacéutico, alimentario, cosmético y de cuidado personal. Su capacidad para proteger frente al estrés oxidativo y sus beneficios para la salud fueron ampliamente documentados. La incorporación de antioxidantes vegetales en productos fitoterapéuticos diversificó el mercado y ofreció una respuesta a la creciente demanda de alternativas naturales, impulsando prácticas industriales más responsables con el medio ambiente. El aprovechamiento de antioxidantes provenientes de plantas como la bugambilia redujo la dependencia de compuestos sintéticos y promovió la conservación de la biodiversidad.

Por ello, las investigaciones continuaron explorando nuevas aplicaciones y beneficios de los antioxidantes vegetales, destacando su importancia en la innovación y el desarrollo sostenible. Este enfoque no solo benefició a la industria y a los consumidores, sino que también contribuyó a la protección del medio ambiente para las generaciones futuras (4). La evaluación de la actividad antioxidante *in vitro* del extracto etanólico de *Bougainvillea glabra* Choisy no solo validó sus usos tradicionales y posibles aplicaciones terapéuticas, sino que también representó un avance en el campo biomédico y farmacológico. Este enfoque permitió no solo confirmar los efectos antioxidantes conocidos de la planta, sino también identificar nuevos compuestos bioactivos con potencial en la promoción de la salud humana. Los estudios realizados ayudaron a entender el mecanismo mediante el cual los antioxidantes de la bugambilia protegieron las células del daño oxidativo, un proceso relacionado con el envejecimiento y múltiples enfermedades crónicas como enfermedades cardiovasculares, cáncer y neurodegenerativas (5).

Estos hallazgos respaldaron la integración de la bugambilia en la medicina tradicional, así como su aplicación en terapias complementarias. Además, fomentaron la innovación en los sectores farmacéutico y cosmético al proveer compuestos naturales útiles en nuevas formulaciones. Los antioxidantes naturales ofrecieron una alternativa prometedora a los sintéticos, alineándose con las expectativas de los consumidores actuales y los principios del desarrollo sostenible. El uso responsable de los recursos vegetales en la extracción y aplicación de antioxidantes contribuyó a la conservación ambiental y a un enfoque más ético en la industria (6).

### **Problema general**

¿Cuál es la capacidad antioxidante del extracto etanólico de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy (Bugambilia)?

### **Problemas específicos**

- ¿Cuáles serán los metabolitos secundarios que se encuentran en el extracto etanólico de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy (Bugambilia)?
- ¿Cuál será la actividad antioxidante *in vitro* del extracto etanólico o de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy (Bugambilia) mediante el método DPPH y ABTS?
- ¿Cuál de los métodos usados para determinar la actividad antioxidante es el más sensible al extracto etanólico de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy (Bugambilia)?

### **Antecedentes internacionales de la investigación**

Manjunath (7), en el año 2024, en la India, realizó una investigación cuyo objetivo fue determinar los componentes fitoquímicos del extracto de tallo de *Bougainvillea glabra* tanto cualitativos como cuantitativos, así como para investigar su actividad antioxidante *in vitro* y su actividad hepatoprotectora *in vitro*. El análisis fitoquímico del extracto de tallo reveló la presencia de carbohidratos, glucósidos, alcaloides, proteínas, aminoácidos, esteroides, flavonoides, taninos y fenoles. Además, el análisis cuantitativo incluyó el contenido fenólico total, el contenido total de flavonoides, el contenido total de taninos, la capacidad antioxidante total, el poder reductor total y el ensayo antioxidante *in vitro*. Se encontró que la capacidad antioxidante total era  $R_2 = 0,9946$ , determinada utilizando la estimación estándar de equivalentes de ácido ascórbico. El extracto de tallo de *Bougainvillea glabra* exhibió un valor de  $IC_{50}$  de  $436,7 \pm 14,5 \mu\text{g/ml}$  en el ensayo de eliminación de 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH). Además, se determinó que la viabilidad celular de las líneas celulares HepG2 tratadas con el extracto de tallo era del 85%. Las actividades de eliminación de óxido nítrico, SOD y ROS contra las líneas celulares HepG2 tratadas con  $H_2O_2$  indicaron la actividad hepatoprotectora del extracto de tallo de *Bougainvillea glabra*.

Jaramillo et al. (8), en 2023, en Ecuador, realizaron este estudio con el objetivo de analizar la composición química y la actividad antioxidante de las hojas de dos variedades de *Bougainvillea glabra*. Donde se utilizó cromatografía de capa delgada (CCD) para identificar compuestos fenólicos y flavonoides, además de cuantificar estos y evaluar la capacidad antioxidante. Las hojas fueron recolectadas, secadas y molidas para preparar extractos acuosos, etanólicos e hidroalcohólicos al 50%. Los extractos hidroalcohólicos fueron secados para su análisis. Los resultados de CCD demostraron la presencia de

fenoles y flavonoides en las hojas de *B. glabra*, cuyos niveles se correlacionaron significativamente ( $p < 0,05$ ) con la actividad antioxidante. La variedad naranja mostró un contenido más alto de fenoles totales y flavonoides que la variedad morada, y exhibió una actividad antioxidante superior frente al radical DPPH. Este estudio representa la primera evaluación cualitativa de las hojas de *B. glabra Choisy* en sus variedades morada y naranja, destacando la relación positiva entre los fenoles, flavonoides y la capacidad antioxidante mediante métodos cuantitativos como la espectrometría de absorción, subrayando así su potencial uso medicinal.

Giri et al. (9), en 2023, en Corea del Sur, hicieron un estudio de investigaron sobre los efectos de la adición de hojas de *Bougainvillea glabra* (BG) como suplemento alimenticio en el crecimiento, los parámetros inmunes de la mucosa cutánea, el estrés oxidativo sérico, la expresión de genes relacionados con el sistema inmunitario y la susceptibilidad a la infección por patógenos en la carpa *Cyprinus carpio*. Durante un período de 8 semanas, se alimentaron carpas con dietas que contenían cuatro concentraciones diferentes de BG (0 g/kg como dieta basal, 20 g/kg como BG20, 30 g/kg como BG30, 40 g/kg como BG40 y 50 g/kg como BG50) con un peso promedio de  $14,03 \pm 0,81$  g. Los resultados mostraron un mejor rendimiento en el crecimiento con la dieta BG40. Respecto a los parámetros inmunes de la mucosa cutánea, la lisozima, la proteína, la inmunoglobulina (IgM) y la actividad de la proteasa fueron significativamente mayores en BG40 en comparación con el control, mientras que la fosfatasa alcalina no mostró diferencias significativas. En cuanto a las actividades inmunes séricas, las actividades de la lisozima, la vía alternativa del complemento y la IgM fueron más altas en BG40. Las actividades fagocíticas y de superóxido dismutasa (SOD) fueron mayores en los grupos BG30-BG50. Además, los niveles séricos de ALT, AST y MDA fueron menores en BG40 que en el control. Las actividades enzimáticas intestinales también mejoraron en BG40 y BG50, excepto la lipasa en BG50. El análisis de expresión génica mostró regulación positiva significativa en BG40 para genes antioxidantes (SOD, GPx, Nrf2), un gen antiinflamatorio (IL-10) y I $\kappa$ B $\alpha$ , mientras que IL-1 $\beta$  y NF- $\kappa$ B p65 mostraron regulación negativa en BG40 y BG50 respectivamente. La suplementación con BG no afectó significativamente la expresión génica de TNF- $\alpha$ , TLR22 o HSP70. Finalmente, los peces alimentados con BG40 mostraron una mayor supervivencia relativa después del desafío con *Aeromonas hydrophila* (67,74%). Estos hallazgos indican que la adición de hojas de BG a 40 g/kg en la dieta puede mejorar el crecimiento, las respuestas inmunes y la resistencia a enfermedades en *C. carpio*, sugiriendo su potencial como aditivo alimenticio beneficioso en acuicultura.

Nasrat et al. (10), en el 2022, en Suiza. Realizaron un estudio para evaluar cómo la inducción *in vitro* de callos en *Bougainvillea*, bajo distintas condiciones lumínicas y tratamientos con reguladores de crecimiento, afecta las propiedades fitoquímicas y antioxidantes, utilizando diferentes solventes de extracción. Según los resultados obtenidos, se observó que el tiempo máximo necesario (17.67 días) para iniciar la formación de callo ocurrió cuando los nodos fueron cultivados en medio WPM, suplementado con 7.5  $\mu\text{M}$  de 2,4-D y 0.5  $\mu\text{M}$  de BAP bajo luz. En contraste, el tiempo mínimo (7 días) se alcanzó al tratar los nodos con 2.5 y 5  $\mu\text{M}$  de 2,4-D junto con 1 y 1.5  $\mu\text{M}$  de BAP en condiciones de oscuridad. Además, se encontró que el callo mostró un incremento en su peso fresco y seco cuando los nodos se cultivaron en medio WPM con 7.5  $\mu\text{M}$  de 2,4-D y 1.5  $\mu\text{M}$  de BAP, tanto en oscuridad como en luz. En cuanto al contenido de fenólicos y las actividades antioxidantes, se encontró que el extracto acuoso de la parte nodal convencionalmente propagada mostró el mayor contenido fenólico y las actividades antioxidantes más altas. Sin embargo, la mayor capacidad quelante de hierro (II) se observó en el extracto acuoso de callos inducidos en condiciones de oscuridad. En resumen, este estudio indica que el cultivo de callos de *Bougainvillea* puede generar metabolitos secundarios y actividades antioxidantes comparables a las de las plantas madre.

Ravikumar y Pratheep (11), en 2022, en India, realizaron este estudio centrado en examinar la composición química de los extractos metanólicos derivados de las flores de *Bougainvillea glabra* a través de una serie de pruebas químicas cualitativas. El análisis detectó alcaloides, flavonoides, compuestos fenólicos y taninos dentro del extracto. Los ensayos antimicrobianos *in vitro* confirmaron la eficacia del extracto de flores contra *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas putida*, *Escherichia coli* y *Candida albicans*. Además, las propiedades antioxidantes del extracto se evaluaron utilizando tres métodos distintos, incluida la cuantificación de fenólicos, flavonoides y betalainas. Los resultados demostraron una actividad antioxidante significativa, particularmente observada en el ensayo de Poder Antioxidante Reductor Férrico (FRAP) ( $134,71 \pm 0,97$  TE/100 g de extracto). La presencia de antioxidantes naturales en las flores de *B. glabra* sugiere su capacidad para neutralizar el exceso de radicales libres, mitigando así el daño oxidativo y potencialmente retrasando la aparición del envejecimiento prematuro y las enfermedades degenerativas crónicas. En consecuencia, las flores de *B. glabra* representan una fuente natural prometedora de antioxidantes adecuados para el desarrollo en alimentos.

Saleem et al. (12), en 2021, en Pretoria, el objetivo principal de este estudio fue actualizar y autorizar la revisión sobre *Bougainvillea glabra*, abarcando sus usos tradicionales,

composición química, propiedades farmacológicas *in vitro* e *in vivo*, así como evaluaciones toxicológicas utilizando extractos crudos o, cuando aplicable, compuestos bioactivos aislados. Se emplearon diversas bases de datos relevantes como PubMed, Science Direct, Scopus, Ovid y Google Scholar para llevar a cabo una búsqueda sistemática utilizando palabras clave específicas, con el fin de recuperar publicaciones pertinentes sobre esta especie vegetal. El análisis incluyó un total de 52 artículos, siguiendo las directrices de los Elementos de Informe Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis (PRISMA). Los resultados de esta revisión abarcaron estudios sobre extractos crudos, fracciones de solventes y compuestos puros aislados de *Bougainvillea glabra*, que informaron una variedad de efectos biológicos, incluyendo actividad antibacteriana, antifúngica, antidiabética, citotóxica, analgésica, antipirética, antiinflamatoria y antioxidante. El análisis fitoquímico de diversas partes de *Bougainvillea glabra* reveló la presencia de 105 fitoquímicos, principalmente pertenecientes a clases de metabolitos secundarios como fenólicos, flavonoides, betacianinas, terpenoides, glucósidos y aceites esenciales. Se concluyó que la mayoría de las actividades farmacológicas observadas en los extractos crudos de esta planta están relacionadas con estos compuestos. Sin embargo, se señaló la escasez de estudios que han logrado aislar los compuestos responsables de estas actividades biológicas. Además, se destacó la necesidad de investigaciones adicionales sobre la toxicidad de *Bougainvillea glabra* para establecer de manera adecuada sus parámetros de seguridad. En consecuencia, se recomienda que las futuras investigaciones transformen las afirmaciones etno farmacológicas sobre esta especie vegetal en información basada en evidencia, para apoyar su potencial como fuente de medicamentos populares seguros y efectivos.

Riaz et al. (13), en 2021, en Pakistán, llevaron a cabo un estudio para evaluar el potencial antioxidante, antidiabético, trombolítico y citotóxico de extractos obtenidos a partir de hojas de *Bougainvillea glabra*, utilizando solventes de distinta polaridad. Para ello, se empleó el método de maceración con n-hexano, cloroformo, acetato de etilo, n-butanol y metanol. Los extractos fueron sometidos a análisis fitoquímicos, determinándose que el extracto metanólico presentó el mayor contenido de compuestos fenólicos (58.57%) y flavonoides (29.41%). La actividad antioxidante fue evaluada mediante el método del radical libre DPPH, registrándose un 65.16% de capacidad depuradora en el extracto metanólico, el cual también mostró el mayor poder reductor. En cuanto a la citotoxicidad, se evaluó la hemólisis eritrocitaria, siendo el extracto clorofórmico el que presentó el porcentaje más alto de lisis celular (6.86%). Este mismo extracto mostró la mayor actividad trombolítica, con una lisis de coágulos del 59.10%. Por su parte, la máxima inhibición de actividad antidiabética se observó también en el extracto metanólico

(16.20%). Estos hallazgos respaldan el uso potencial de los extractos de *Bougainvillea glabra* en el desarrollo de productos con aplicaciones farmacológicas, especialmente en la industria nutra farmacéutica.

Salem et al. (14), en 2019, en Turquía, en este estudio se examinaron los extractos de metanol y diclorometano (DCM) de flores de *Bougainvillea glabra* para determinar su composición fitoquímica, actividad antioxidante, inhibición enzimática y efectos citotóxicos. Se encontró que el extracto de metanol presentaba niveles más altos de componentes bioactivos totales, y el análisis UHPLC-MS reveló la presencia de compuestos fenólicos y flavonoides bien conocidos. Las actividades antioxidantes se evaluaron mediante ensayos de eliminación de radicales (DPPH y ABTS), poder reductor (FRAP y CUPRAC), fosfomolibdeno (TAC) y capacidad quelante de metales. Nuestros resultados indican que el extracto de metanol contiene numerosos compuestos antioxidantes. Por otro lado, el extracto de DCM mostró una mayor inhibición de las enzimas colinesterasas y  $\alpha$ -glucosidasa, mientras que el extracto de metanol demostró una inhibición significativa de la ureasa. Ambos extractos exhibieron una citotoxicidad que varió de fuerte a moderada contra las líneas celulares cancerosas MCF-7, MDA-MB-231, CaSki, DU-145 y SW-480, con valores de CI50 que oscilan entre 88,49 y 304,7  $\mu\text{g/mL}$ . Estos hallazgos indican que *B. glabra* posee un considerable potencial antioxidante, de inhibición enzimática y citotóxico, sugiriendo su potencial para la identificación de nuevas moléculas bioactivas.

#### **Antecedentes nacionales de la investigación**

Arias y Riquez (15), en 2023, en Lima, realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la actividad antioxidante *in vitro* del extracto hidroalcohólico obtenido de las hojas de *Tropaeolum majus* L. (Mastuerzo). Se llevó a cabo una investigación experimental, explicativa, prospectiva, longitudinal y cuantitativa, utilizando la determinación de la actividad antioxidante total basada en la capacidad de las sustancias antioxidantes para neutralizar radicales libres, utilizando el método DPPH\* (2,2-Difenil-1-picrilhidrazilo). Los resultados mostraron que el extracto inhibió el radical DPPH en porcentajes del 15.617% a una concentración de 100  $\mu\text{g/mL}$ , del 57.694% a 500  $\mu\text{g/mL}$  y del 93.471% a 1000  $\mu\text{g/mL}$ . La concentración de 1000  $\mu\text{g/mL}$  del extracto hidroalcohólico de *Tropaeolum majus* L. (Mastuerzo) exhibió la mayor actividad antioxidante, alcanzando 972.023  $\mu\text{M}$  de Equivalente Trolox, indicando que mayores concentraciones del extracto poseen una mayor capacidad antioxidante. Los compuestos fenólicos presentes en las hojas de *Tropaeolum majus* L. (Mastuerzo) fueron identificados como los principales metabolitos secundarios responsables de sus efectos antioxidantes. En conclusión, se determinó que el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus* L.

(Mastuerzo) posee una significativa actividad antioxidante *in vitro*, siendo los compuestos fenólicos los principales responsables de esta propiedad antioxidante.

Romero y Ticona (16), en 2021, en Lima, realizaron una investigación con el propósito de investigar la actividad antioxidante del extracto alcohólico obtenido de las hojas de *Prunus serotina Ehrh*, comúnmente conocido como capulí. Se llevó a cabo un análisis analítico, prospectivo y longitudinal, con un enfoque explicativo utilizando un método deductivo. El diseño experimental utilizado fue crucial para evaluar la capacidad antioxidante del extracto mediante el método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil). En primer lugar, se realizó la clasificación taxonómica precisa de las hojas de capulí en los laboratorios del Instituto Científico Michael Owen Dillon (IMOD). Posteriormente, se aplicó el método DPPH a tres diferentes concentraciones del extracto alcohólico (100 µg/mL, 500 µg/mL y 1000 µg/mL). Los resultados revelaron porcentajes significativos de inhibición de radicales libres: 52.173%, 76.519% y 98.115%, respectivamente. Estos valores fueron interpretados en términos de µM Equiv. trolox, dando como resultado: 552.700 µM Equiv. trolox, 795.663 µM Equiv. trolox y 1011.182 µM Equiv. trolox, respectivamente. Estos hallazgos indican claramente que el extracto alcohólico de las hojas de capulí posee una alta actividad antioxidante, demostrando un efecto protector significativo contra el estrés oxidativo. Este estudio no solo confirma la presencia de compuestos antioxidantes en las hojas de *Prunus serotina Ehrh*, sino que también resalta su potencial aplicación en la industria farmacéutica y de alimentos funcionales como una fuente natural y efectiva de antioxidantes.

Yacktayo Abregú (17), en 2021, en Tingo María, la actividad antioxidante es la capacidad que tiene una sustancia para inhibir la degradación oxidativa, de modo que los metabolitos secundarios cumplen una función importante en la protección frente a agentes externos en las especies forestales. La *Miconia barbeyana* es una especie forestal que se encuentra en los bosques primarios y secundarios de la Amazonía peruana. Por lo que este estudio tuvo como propósito realizar un tamizaje fitoquímico, para así poder cuantificar los niveles de polifenoles totales y flavonoides, y evaluar la capacidad antioxidante del extracto acuoso de hojas y corteza a diferentes temperaturas. Siendo utilizado para poder detectar metabolitos secundarios, siendo este un análisis cualitativo mediante tamizaje fitoquímico, mientras que los polifenoles totales se pudieron determinar con el método Folin-Ciocalteu, los flavonoides mediante un método colorimétrico y la capacidad antioxidante a través de la inhibición del radical DPPH\* a 95°C, 65°C y 45°C. Donde el análisis fitoquímico reveló la presencia de flavonoides, leucoantocianidinas, saponinas, taninos, triterpenos y/o esteroides, antocianinas y cumarinas en hojas y corteza. Donde los mayores niveles de polifenoles totales se registraron en la corteza a 95°C, con

173,97±2,38 mg AGE/g ( $P<0,05$ ). De manera similar, siendo el contenido más alto de flavonoides también se observó en la corteza a 95°C, alcanzando 33,08±0,92 mg EC/g ( $P<0,05$ ). La actividad antioxidante más elevada fue de 8,89±0,9  $\mu$ M GAEAC/g en la corteza a 95°C. Concluyendo que la *Miconia barbeyana* contiene una amplia variedad de metabolitos secundarios, destaca por su alto contenido de polifenoles y flavonoides, y presenta una notable capacidad antioxidante en la corteza.

Oc Llatance (18), en 2020, en Chachapoyas, realizó un estudio con el objetivo de evaluar la capacidad antioxidante de extractos de hojas de diez especies vegetales nativas del Amazonas: repollo (*Brassica oleracea* var. *Quital*), higo (*Ficus carica*), pajuro (*Erythrina edulis Triana* ex *Micheli*), palta (*Persea americana*), chirimoya (*Annona cherimola* Mill), naranja (*Citrus sinensis*), durazno (*Prunus persica*), granadilla (*Passiflora ligularis*), guayaba (*Psidium guajava* L.) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*). La actividad antioxidante se evaluó mediante dos métodos: ABTS<sup>+</sup> (ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico de amonio) y DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo), realizando todas las mediciones por triplicado. Los resultados mostraron que la actividad antioxidante, expresada en  $\mu$ mol de Trolox equivalente por gramo de hojas, siguió el siguiente orden decreciente: *Psidium guajava* L. (763,778), *Eucalyptus globulus* (439,667), *Persea americana* (188,600), *Passiflora ligularis* (129,044), *Prunus persica* (46,872), *Annona cherimola* Mill. (38,816), *Citrus sinensis* (31,316), *Erythrina edulis Triana* ex *Micheli* (25,817), *Ficus carica* (16,872) y *Brassica oleracea* var. *italica* (7,964).

Contreras Orellana (19), en 2019, en Huacho, realizó una investigación donde su objetivo fue determinar la capacidad antioxidante y el contenido de fenoles totales en las semillas de uva (*Vitis vinifera*) procedentes del Valle de Cañete-Lima, seleccionando siete variedades representativas: Quebranta, Italia, Uvina, Borgoña blanca, Moscatel, Red globe y Borgoña negra. Las semillas utilizadas se obtuvieron del orujo de las bodegas vitivinícolas tras el proceso de fermentación, luego se secaron y molieron para extraer compuestos fenólicos mediante dos sistemas de solventes: metanol/agua (1:1 v/v, pH=2.2) y acetona/agua (70:30 v/v). Para evaluar la capacidad antioxidante de los extractos, se emplearon los métodos DPPH, ABTS y FRAP. El contenido de polifenoles totales se determinó utilizando el ensayo de Folin-Ciocalteu. Adicionalmente, se aplicó el Análisis de Componentes Principales para examinar la variabilidad y las asociaciones entre los métodos de evaluación y las distintas variedades de semillas de uva. La correlación entre la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles totales se analizó mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Finalmente, las medias de las mediciones para las diferentes variedades se compararon utilizando la prueba de Tuke

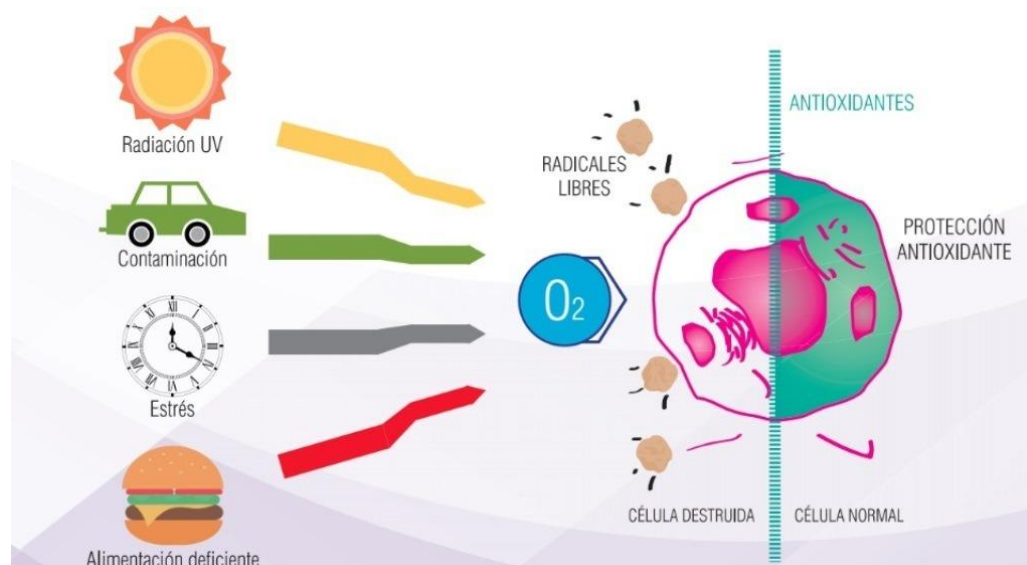
Los resultados indicaron que todos los extractos mostraron actividad antioxidante en los ensayos realizados. La variedad Quebranta destacó con el mayor promedio de capacidad antioxidante, seguida por Italia y Uvina, las cuales no mostraron diferencias significativas entre sus promedios. En contraste, la variedad Borgoña negra exhibió el menor promedio de actividad antioxidante. En el método DPPH, se observó actividad directa sin la necesidad de extracción tipo Quencher, resultando en actividades antioxidantes más bajas en todas las semillas. Sin embargo, los extractos mostraron valores de 181.08 a 53.46  $\mu\text{Mol}$  DPPH inhibido por gramo de semilla, un Índice de Capacidad de Inhibición que varió de 207.49 a 86.11  $\mu\text{Mol}$  DPPH secuestrado por gramo de semilla y un  $\text{IC}_{50}$  que osciló entre 0.21 y 0.55 mg de semilla/mL de extracto. En el ensayo ABTS+, los valores fluctúan desde 1292.94 hasta 660.4  $\mu\text{Mol}$  Equiv. Trolox por gramo de semilla, mientras que en el ensayo FRAP se obtuvieron valores de 451.19 a 225.01  $\mu\text{Mol}$  Equiv. Ácido gálico por gramo de semilla. En cuanto a la cuantificación de polifenoles, se observó un orden similar, con Quebranta mostrando el mayor promedio y Borgoña negra el mínimo, con valores de 97.26 a 63.23 mg Equiv. Ácido gálico por gramo de semilla. Se encontró una alta correlación significativa ( $\alpha=0.05$ ) entre los polifenoles totales y los ensayos de capacidad antioxidante FRAP ( $r=0.942$ ), DPPH ( $r=0.919$ ) y ABTS+ ( $r=0.890$ ). En conclusión, las semillas de uva del Valle de Cañete son una valiosa fuente natural de compuestos fenólicos, exhibiendo una excelente actividad antioxidante que está estrechamente relacionada con su contenido de polifenoles totales. Estos hallazgos respaldan el potencial funcional de los extractos de semillas de uva como agentes antioxidantes naturales.

### **Bases teóricas**

#### **Radicales Libres**

Los radicales libres son átomos que poseen al menos un electrón desapareado en su orbital externo, lo que les confiere una alta reactividad química. Debido a esta característica, tienden a estabilizarse capturando electrones de otras moléculas, iniciando reacciones en cadena que pueden dañar estructuras celulares fundamentales como lípidos de membranas, proteínas y ácidos nucleicos. Se generan de forma continua durante el metabolismo normal (en las mitocondrias y en células inmunitarias durante la fagocitosis) también provienen de fuentes externas como la radiación ultravioleta, la contaminación ambiental, el humo de tabaco y ciertas toxinas químicas, no son intrínsecamente dañinas en concentraciones moderadas cumplen funciones fisiológicas importantes en la señalización celular y en la defensa inmunológica (ayudando a destruir patógenos) pero en exceso de radicales libres puede desbordar los mecanismos de protección antioxidante

y generar estrés oxidativo, contribuyendo al daño tisular, al envejecimiento prematuro y al desarrollo de diversas patologías (20).



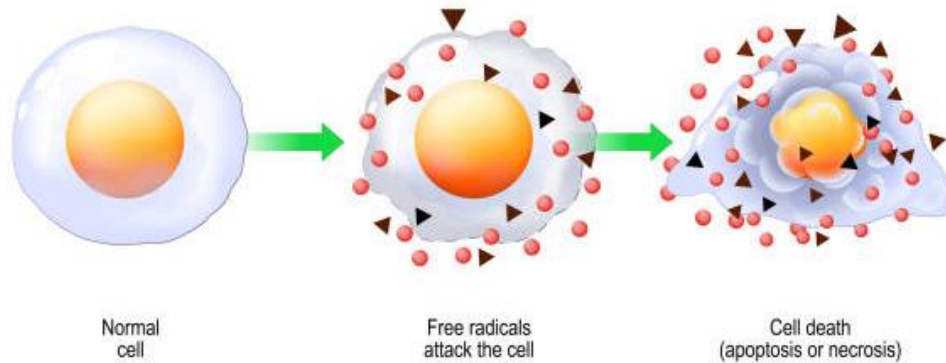
**Figura 1.** Factores que generan radicales libres y acción protectora de los antioxidantes. Fuente: Nutrilite® (21).

### **Estrés Oxidativo**

Se define como un estado de desequilibrio en el que la producción de radicales libres u otras especies oxidantes supera la capacidad antioxidante del organismo, predominando las reacciones oxidativas, por lo que el exceso de especies reactivas del oxígeno induce daño en moléculas biológicas esenciales (peroxidación de lípidos de membrana, oxidación de proteínas y lesiones en el ADN), comprometiendo la integridad y funcionalidad celular. Este fenómeno se ha implicado en la fisiopatología de numerosas enfermedades degenerativas crónicas, siendo contribuyente al desarrollo y progresión de patologías como la aterosclerosis, las cardiomiopatías, diversas enfermedades neurodegenerativas (Alzheimer, Parkinson) e incluso el cáncer, así como en el proceso de envejecimiento acelerado (22).

## OXIDATIVE STRESS

(imbalance between the production of free radicals and antioxidants)

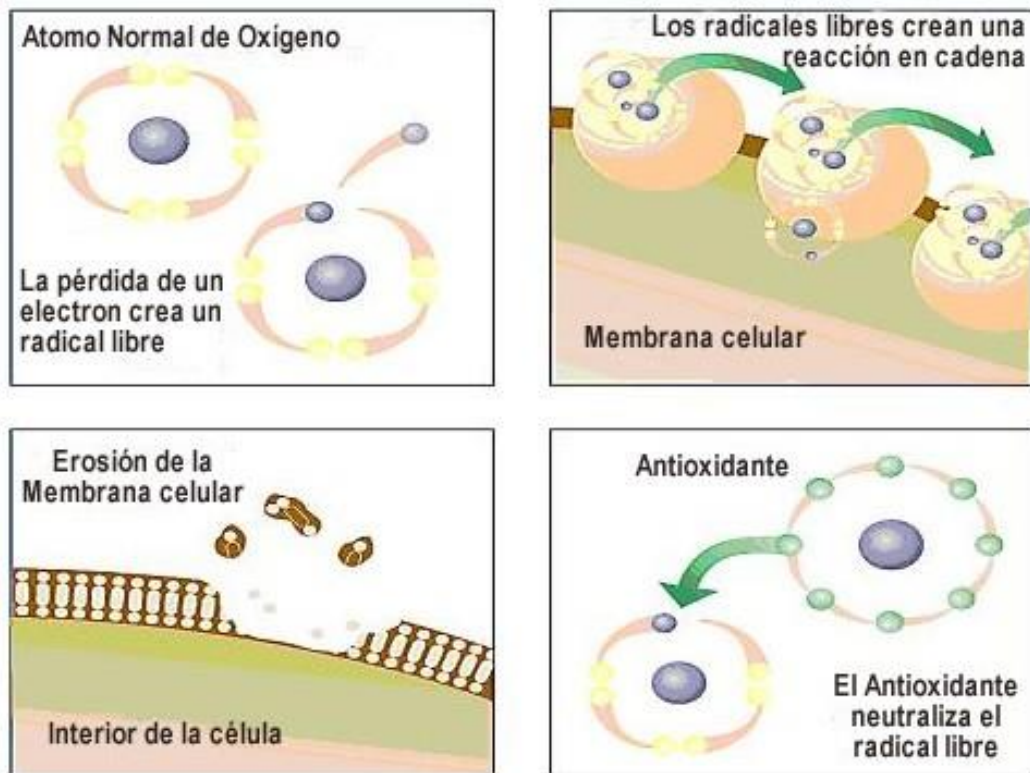


**Figura 2.** Representación del estrés oxidativo, daño progresivo causado por radicales libres hasta la muerte celular.

Fuente: Health Jade (23).

### **Antioxidante**

Se definen como moléculas capaces de neutralizar o retardar la oxidación de otros compuestos, contrarrestando la acción dañina de los radicales libres y otras especies oxidantes. Su mecanismo habitual consiste en donar electrones a las especies reactivas, estabilizándolas y deteniendo las reacciones en cadena antes de que produzcan más daño celular. En condiciones fisiológicas, los antioxidantes mantienen un delicado equilibrio redox que protege a las células del estrés oxidativo, previniendo la alteración de membranas, enzimas y material genético. El organismo cuenta con sistemas antioxidantes endógenos (moléculas enzimáticas y no enzimáticas producidas por las células) y asimismo obtiene antioxidantes exógenos a través de la dieta; ambos componentes actúan de forma coordinada para preservar la homeostasis redox y evitar el daño oxidativo excesivo en tejidos. Los antioxidantes son fundamentales para la defensa contra los radicales libres y el mantenimiento de la salud celular, si bien es importante un balance adecuado entre oxidantes y antioxidantes para un funcionamiento óptimo (un exceso de antioxidantes también podría interferir en ciertas señales biológicas redox) (24).



**Figura 3.** Formación de radicales libres, daño celular por reacción en cadena y neutralización por antioxidantes.

Fuente: Fundación Española del Corazón (25).

### **Antioxidantes endógenos**

Son aquellos mecanismos de defensa antioxidante producidos por las células y tejidos del organismo. Comprenden tanto enzimas antioxidantes especializadas como moléculas no enzimáticas de origen metabólico. Entre las enzimas antioxidantes más destacadas se encuentran superóxido dismutasa, catalasa y glutatión peroxidasa, las cuales actúan secuencialmente para detoxificar especies reactivas derivadas del oxígeno. Junto a estas enzimas, el organismo cuenta con antioxidantes no enzimáticos de origen endógeno, siendo el glutatión reducido el más abundante en el medio intracelular; este tripéptido actúa directamente captando radicales libres y también sirve de cofactor en reacciones antioxidantes enzimáticas (como en la eliminación del peróxido de hidrógeno por el glutatión peroxidasa). En conjunto, los antioxidantes endógenos forman una red de protección interna que mantiene el equilibrio redox y protege a las células del daño oxidativo cotidiano. Cuando la capacidad de estos sistemas endógenos disminuye o se ve sobrepasada como en situaciones de déficit nutricional, mutaciones genéticas o durante el envejecimiento, la resistencia al estrés oxidativo se reduce y aumenta la susceptibilidad a lesiones celulares y enfermedades asociadas al daño oxidativo (26).

ENZIMAS INVOLUCRADAS EN LA REMOCIÓN DE ROS Y PRODUCTOS DE OXIDACIÓN.	
<b>Superoxido-dismutasa</b>	$O_2^{\cdot -} \longrightarrow H_2O_2$
<b>Catalasa</b>	$H_2O_2 \longrightarrow H_2O$
<b>Glutación peroxidasa</b>	$LOOH \longrightarrow LOH$
<b>Glutación S-transferasa</b>	$ROOH \longrightarrow ROH$
<b>Glutación reductasa</b>	$GSSG \longrightarrow GSH$
<b>Metionin-SO<sub>2</sub> reductasa</b>	$Met-SO_2 \longrightarrow Met$

**Figura 4.** Enzimas implicadas en la remoción de especies reactivas de oxígeno (ROS) y sus productos de oxidación.

Fuente: El Colegio Mexicano de Nutrición Clínica y Terapia Nutricional (27).

#### **Antioxidantes exógenos**

Se denominan antioxidantes exógenos a aquellos antioxidantes que el organismo no puede sintetizar por sí mismo y que deben ser obtenidos del exterior, fundamentalmente a través de la dieta. Este grupo comprende numerosas sustancias presentes en alimentos de origen vegetal y en menor medida animal, entre las que destacan las vitaminas con acción antioxidante y diversos fitonutrientes. Por ejemplo, la vitamina C (ácido ascórbico) es el antioxidante hidrosoluble más abundante en el plasma sanguíneo, mientras que la vitamina E (tocoferoles/tocotrienoles) es el principal antioxidante liposoluble; asimismo, los carotenoides (como  $\beta$ -caroteno, licopeno, luteína) y los compuestos fenólicos (flavonoides y otros polifenoles presentes en frutas, verduras, vino tinto, té, café, etc.) contribuyen significativamente a la capacidad antioxidante de una dieta rica en vegetales. Estos antioxidantes dietéticos actúan captando radicales libres o inactivando otras especies reactivas de oxígeno, impidiendo la propagación del daño oxidativo en los tejidos y complementando la función de los sistemas antioxidantes endógenos. Evidencias epidemiológicas respaldan el beneficio de una ingesta elevada de antioxidantes exógenos provenientes de alimentos: el consumo habitual de frutas, verduras y otros productos ricos en antioxidantes se ha asociado con menor incidencia de enfermedades cardiovasculares, ciertos tipos de cáncer y con un enlentecimiento de los

procesos de envejecimiento celular. Por ello, las recomendaciones nutricionales enfatizan una dieta balanceada abundante en fuentes naturales de antioxidantes como estrategia para apoyar la salud y prevenir patologías crónicas. Sin embargo, la suplementación con antioxidantes en forma de píldoras o dosis farmacológicas no ha demostrado beneficios claros en individuos sanos y, en algunos casos, puede incluso ser perjudicial. Diversos ensayos clínicos y metaanálisis han reportado que dosis excesivas de antioxidantes aislados pueden tener efectos adversos; por ejemplo, la administración de  $\beta$ -caroteno en fumadores se asoció con mayor riesgo de cáncer de pulmón, y el uso prolongado de altas dosis de vitamina E o vitamina A se ha vinculado con un aumento de la mortalidad general. Por tanto, actualmente se recomienda obtener los antioxidantes principalmente de fuentes dietéticas naturales en lugar de suplementos, salvo en situaciones específicas de deficiencia bajo supervisión médica (28).

ANTIOXIDANTES EXÓGENOS	FUENTES DIETÉTICAS
<b>Vitamina C</b> (Ácido ascórbico/ascorbato).	Pimiento, fresa, kiwi, col de bruselas, brócoli.
<b>Vitamina E</b> (tocoferoles, tocotrienoles).	Aceite vegetal y sus derivados (margarina, aderezos para la ensalada), nueces, semillas.
<b>Carotenoides</b> (caroteno, zeaxantina, luteína, licopeno, criptoxantina, etc).	<b>Vegetales y fruta de color naranjado o rojizo</b> (zanahoria, jitomate, durazno, ciruela) vegetales de hoja verde (espinaca, col).
<b>Polifenoles</b> (Flavonoles, antocianinas, isoflavonas, ácido fenólico).	<b>Frutas</b> (manzanas, moras, uvas), vegetales (apio, col, cebolla) leguminosas (frijol, soya), nueces, vino, té, café, chocolate.
Elementos traza (selenio, zinc).	Pescados y mariscos, carne, granos enteros.

**Figura 5.** Antioxidantes exógenos y sus principales fuentes dietéticas.

Fuente: Fundación Española del Corazón (29).

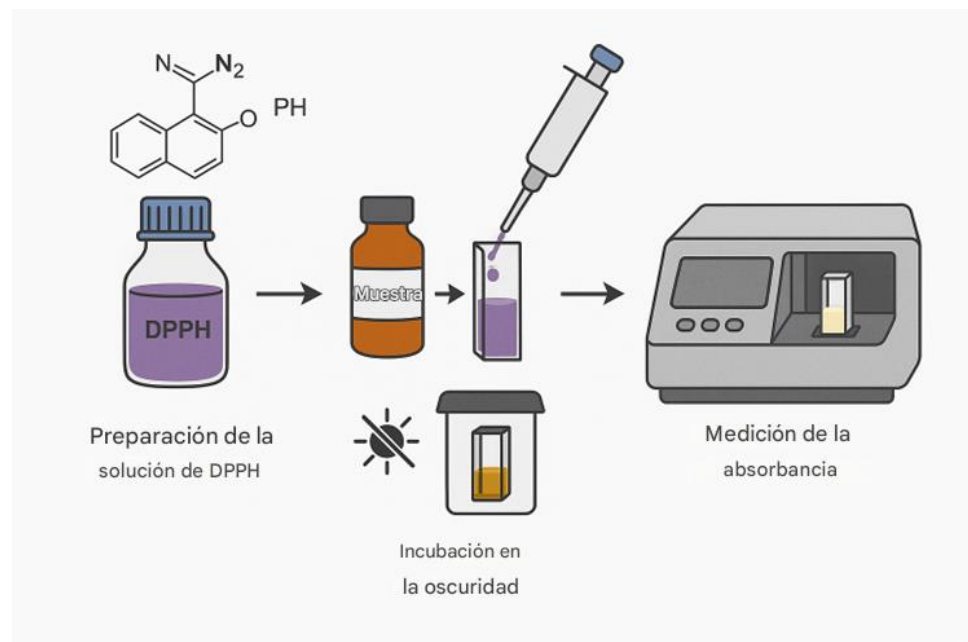
### Métodos para la evaluación de la capacidad antioxidante total

#### - Método DPPH

El método del radical libre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) es uno de los ensayos más utilizados para evaluar la capacidad antioxidante de extractos naturales, compuestos puros o alimentos funcionales. Este método se basa en la capacidad de los antioxidantes para donar un electrón o un átomo de hidrógeno al

radical DPPH, el cual es un radical libre estable que presenta un intenso color púrpura con un máximo de absorbancia a 517 nm. Cuando el radical DPPH es reducido por la acción del antioxidante, su color se desvanece a amarillo claro, generando una disminución de la absorbancia que puede ser cuantificada por espectrofotometría. La magnitud de esta disminución es proporcional a la capacidad antioxidante del compuesto evaluado.

Este ensayo es sencillo, rápido, económico y no requiere equipamiento especializado, lo que lo hace ideal para estudios preliminares de extractos vegetales. Sin embargo, presenta limitaciones, como su sensibilidad reducida ante ciertos compuestos lipofílicos y su baja semejanza con condiciones fisiológicas reales, ya que el radical DPPH no se encuentra en sistemas biológicos (30).

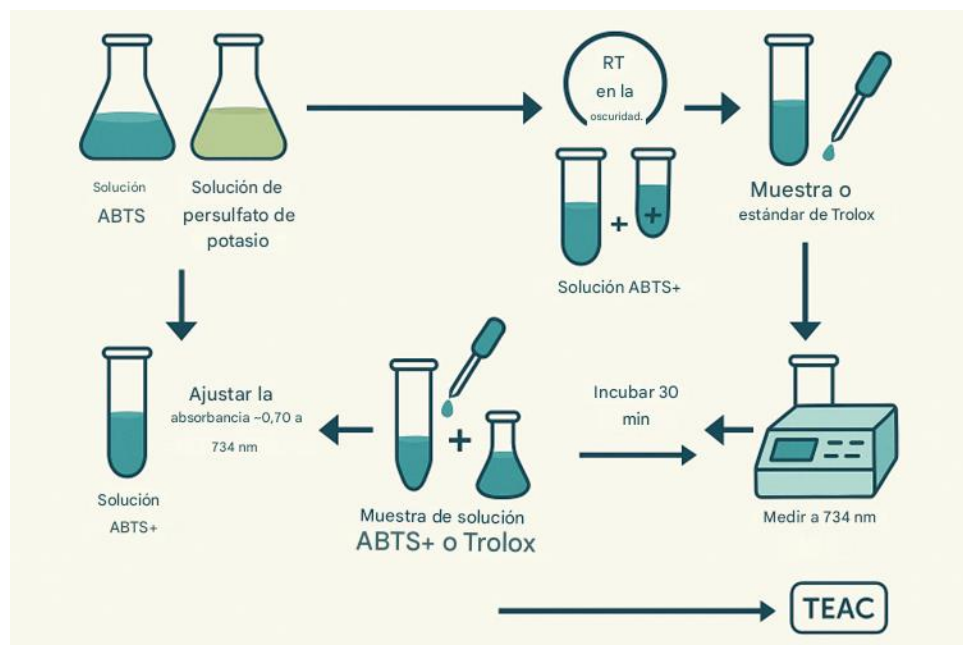


**Figura 6.** Procedimiento del método DPPH para la evaluación de la capacidad antioxidante. Elaboración propia con base en Brand-Williams et al. (1995) (30).

#### - Método ABTS

El método ABTS (2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)) evalúa la actividad antioxidante mediante la generación del radical catiónico ABTS<sup>+</sup>, que presenta una coloración azul verdosa intensa, con un pico de absorbancia máximo a 734 nm. Este radical es generado químicamente por la reacción del ABTS con un agente oxidante como el persulfato de potasio. Al añadir una sustancia con capacidad antioxidante, el radical ABTS<sup>+</sup> es reducido, lo que genera una pérdida de color proporcional a la actividad antioxidante del compuesto evaluado.

A diferencia del método DPPH, el ABTS permite evaluar tanto antioxidantes hidrofílicos como lipofílicos, y puede aplicarse en sistemas acuosos y orgánicos, lo que le otorga una mayor versatilidad. Además, es considerado más sensible en algunos casos, especialmente para compuestos de baja polaridad (31).



**Figura 7.** Esquema del procedimiento del método ABTS para evaluar la capacidad antioxidante *in vitro*. Ilustración elaborada por la tesista con base en Re at al. (1999) (31).

### ***Bougainvillea glabra* Choisy**

#### **Sinonimia botánica**

*Bougainvillea arborea* Glaz., *Bougainvillea brachycarpa* Heimerl, *Bougainvillea formosa* W. Bull, *Bougainvillea glabra* var. *acutibracteata* Heimerl, *Bougainvillea glabra* var. *alba* Mendes & Viégas, *Bougainvillea glabra* var. *brachycarpa* (Heimerl) Heimerl, *Bougainvillea glabra* var. *graciliflora* Heimerl, *Bougainvillea glabra* var. *obtusibracteata* Heimerl, *Bougainvillea glabra* var. *sanderiana* Dimmock, *Bougainvillea glabra* var. *typica* Heimerl, *Bougainvillea rubicunda* Schott, *Bougainvillea rubicunda* Schott ex Rohrb., *Bougainvillea sanderiana* (Dimmock) W. Falc. bis, y *Bougainvillea spectabilis* var. *glabra* (Choisy) Hook (32, 33, 34, 35).

#### **Sinonimia común**

Bugambilla, Buganvilla (Esp., Rep. Mex.); Papelillo, Flor de papel (Esp., Mex.); Veranera, Trinitaria roja (Col., Ven., Pan.); Napoleón (Centroamérica); Santa Rita (Arg., Uy.); Primavera, Flor-de-papel, Três-marias, Santa-Rita (Brasil); Paper flower, Lesser bougainvillea, Smooth bougainvillea (Ing.); Bougainvillée glabre (Fr.); Buganvillea menor (Esp.), Ceboleiro-de-mata (Brasil) (36).

### **Clasificación sistemática**

DIVISIÓN: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

ORDEN: CARYOPHYLLALES

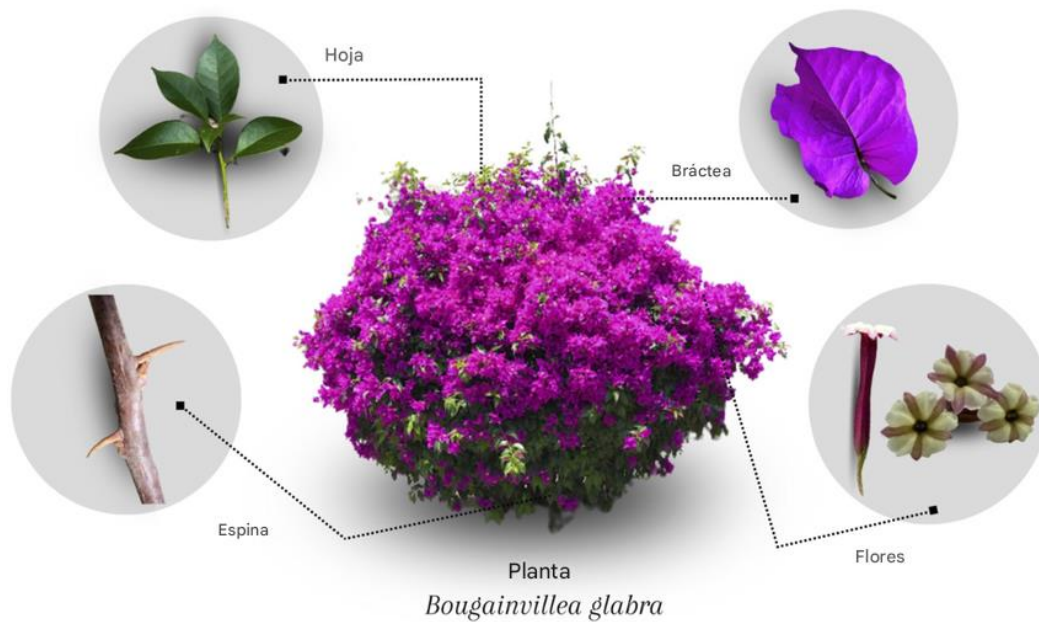
FAMILIA: NYCTAGINACEAE

GÉNERO: *Bougainvillea*

ESPECIE: *Bougainvillea glabra* CHOISY.

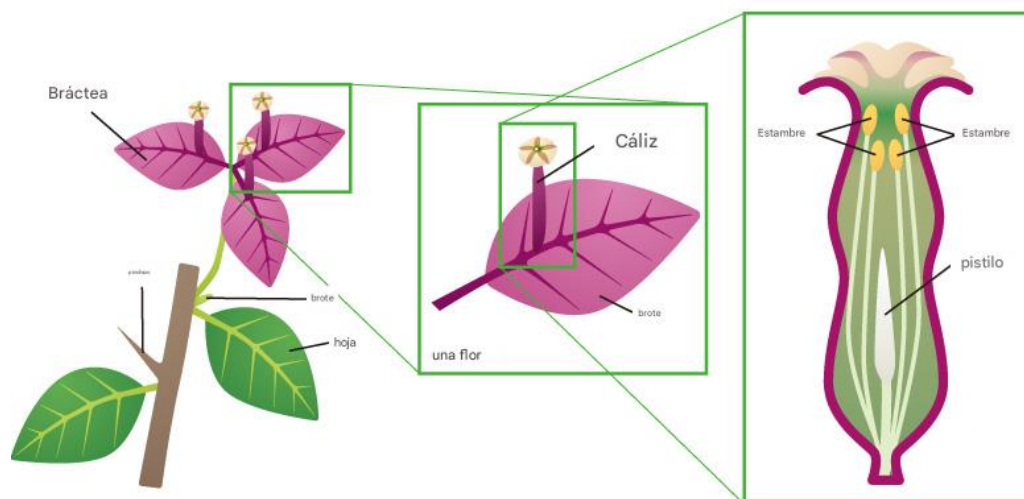
### **Descripción botánica**

*Bougainvillea glabra* Choisy es una especie trepadora perennifolia la familia Nyctaginaceae. Tiene unos tallos leñosos, delgados, flexibles, con presencia de espinas axilares cortas y curvadas, pueden alcanzar entre 3 y 10 metros de altura. Sus hojas son simples, alternas, de forma ovada a elíptica, con márgenes enteros y ápice agudo, con una longitud de 5 a 13 cm y una textura glabra en el haz, mientras que el envés presenta una pubescencia ligera sobre las nervaduras principales. Las flores verdaderas son pequeñas, de color blanco a crema, hermafroditas, con un perianto tubular de 1,5 a 2,5 cm de longitud y lóbulos apicales en número de cinco. Estas se agrupan en inflorescencias cimosas de tres flores, cada una protegida por una bráctea grande, papirácea, intensamente coloreada (rosa, púrpura, magenta o fucsia), de 2,5 a 5 cm de largo. Las brácteas son el principal atractivo ornamental de la especie. El androceo está formado por entre 6 y 8 estambres, y el gineceo presenta un ovario súpero unicelular, estrecho y alargado. El fruto es un aquenio seco, indehiscente, de forma oblonga, con costillas longitudinales notorias, que mide aproximadamente 1 cm de longitud. La planta se adapta con facilidad a climas cálidos y suelos bien drenados, tolera condiciones de sequía y es capaz de florecer durante gran parte del año en regiones tropicales y subtropicales (37, 38).



**Figura 8.** Morfología de la planta *Bougainvillea glabra* Choisy.

Fuente: Saravanan S, Kalaiselvi M (39).



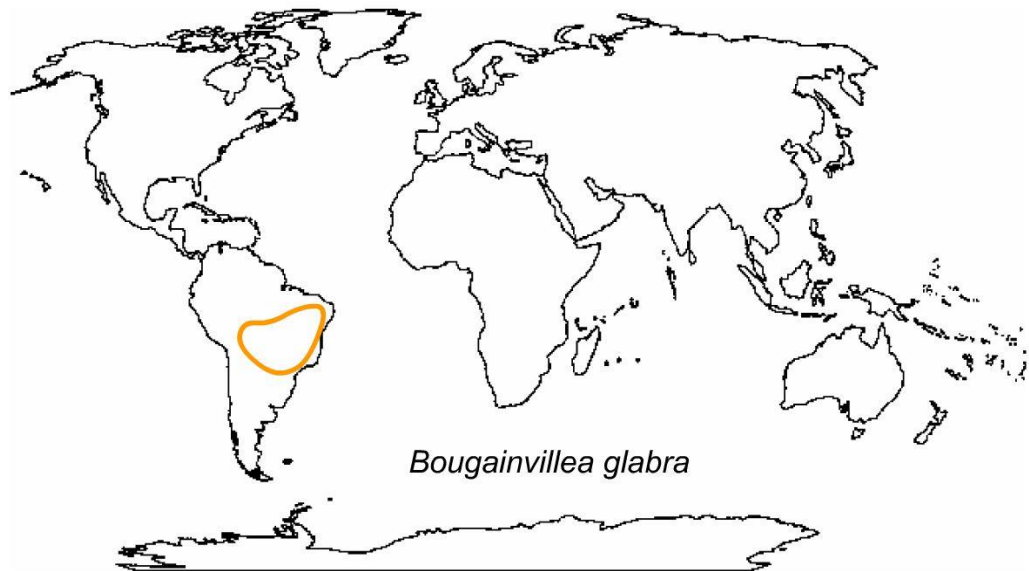
**Figura 9.** Estructura floral de *Bougainvillea glabra* Choisy.

Fuente: Yamamoto K. Tokyo: Botanical Educational Illustrations (40).

### Origen y distribución

*Bougainvillea glabra* Choisy, perteneciente a la familia Nyctaginaceae, es una planta trepadora perenne originaria de Sudamérica, específicamente de países como Brasil, Perú, Colombia, Argentina, entre otros. El género *Bougainvillea* fue descrito por primera vez a partir de especímenes recolectados en Río de Janeiro por el naturalista Philibert Commerson en 1768, y su nombre rinde homenaje al explorador francés Louis Antoine de Bougainville. Originalmente endémica de la región amazónica sudamericana (Brasil, Perú y Colombia), *B. glabra* se naturalizó en múltiples zonas tropicales y subtropicales

del mundo, incluyendo México, el Caribe, partes de Estados Unidos (como Florida y Hawái), así como regiones de Asia, Australia y Sudáfrica. Además, se ha adaptado a diversos tipos de suelos, desde terrenos arenosos hasta áreas rocosas, en altitudes que van desde el nivel del mar hasta aproximadamente 1 000 m (38, 41, 42).



**Figura 10.** Distribución geográfica nativa de *Bougainvillea glabra* Choisy.

Fuente: Lima L, Oliveira MS (43).

### **Historia**

La historia de *Bougainvillea glabra* Choisy está estrechamente ligada a los primeros viajes de exploración botánica del siglo XVIII. Esta especie fue descrita por primera vez en Brasil por el naturalista francés Philibert Commerson, quien formó parte de la expedición del explorador Louis Antoine de Bougainville en 1768. Durante dicho viaje, Commerson recolectó varias especies de la flora tropical sudamericana, y entre ellas se encontraba el género que más tarde llevaría el nombre del comandante de la expedición, *Bougainvillea*. Sin embargo, no fue sino hasta 1850 que el botánico suizo Jacques Denis Choisy describió formalmente a *Bougainvillea glabra* Choisy como una especie distinta, reconociendo sus características particulares, como las brácteas delgadas, de textura papirácea y colores intensos, que la diferencian de otras especies del mismo género. Desde su descubrimiento, *B. glabra* se introdujo rápidamente en los jardines botánicos europeos y se convirtió en una planta ornamental altamente valorada por su floración vistosa, rusticidad y adaptabilidad a climas cálidos y secos. Durante el siglo XIX y principios del XX, fue distribuida globalmente a través del comercio hortícola, naturalizándose en regiones tropicales y subtropicales de América, Asia, África y Oceanía. Actualmente, *Bougainvillea glabra* Choisy es una de las especies más cultivadas del género, tanto en su forma original como en numerosos híbridos desarrollados a lo

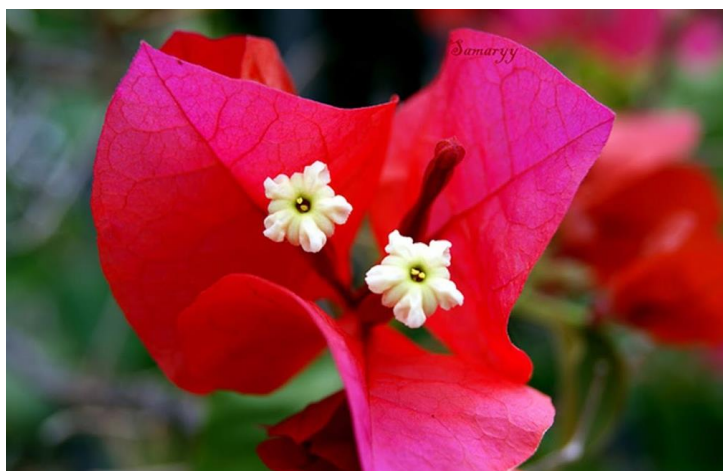
largo del tiempo por su valor ornamental y su potencial fitoterapéutico en la medicina tradicional de varias culturas (38, 44).

### **Parte utilizada**

La inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy constituye la parte más ampliamente empleada de la planta con fines medicinales, farmacológicos y ornamentales. Está compuesta por flores verdaderas pequeñas, generalmente blancas, que se hallan rodeadas por brácteas de colores intensos (rosadas, fucsias, violetas, naranjas o rojas), las cuales son hojas modificadas que cumplen funciones protectoras y atractivas para los polinizadores.

Desde un enfoque etnobotánico, estas brácteas han sido utilizadas tradicionalmente en la preparación de infusiones, extractos y otros preparados naturales destinados al tratamiento de afecciones respiratorias, digestivas, dérmicas y febriles. Su elección como materia prima vegetal en estudios fitoquímicos se justifica no solo por su disponibilidad y facilidad de procesamiento, sino también por su alta concentración de metabolitos secundarios activos.

Numerosas investigaciones han confirmado que las inflorescencias y brácteas contienen compuestos bioactivos como flavonoides, antocianinas, taninos, saponinas, alcaloides y polifenoles, los cuales han sido relacionados con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas y expectorantes. Su intensa pigmentación está directamente asociada con la presencia de antocianinas y otros pigmentos fenólicos, responsables tanto de su color como de su capacidad para intervenir en procesos de protección celular frente al daño oxidativo. En comparación con otras partes de la planta, la inflorescencia muestra una mayor concentración fitoquímica, lo que la posiciona como una fuente vegetal preferente en la investigación de productos naturales de valor terapéutico (38, 45, 46, 47, 48).



**Figura 11.** Flores de *Bougainvillea glabra* Choisy rodeadas por brácteas fucsias.

Fuente: Samaryy (49).

### Composición química

Diversas investigaciones han evidenciado que todas las partes de la planta (raíz, tallo, hojas e inflorescencias) contienen metabolitos secundarios de alto interés farmacológico, lo que respalda su uso en la medicina tradicional y su creciente evaluación en estudios científicos.

Los flavonoides son uno de los principales grupos de compuestos presentes en la planta, especialmente en hojas e inflorescencias, donde se ha identificado quercetina, kaempferol y miricetina. También se encuentran ácidos fenólicos como el gálico, ferúlico y cafeico, que participan en procesos antioxidantes y antiinflamatorios. Las antocianinas predominan en las brácteas de las inflorescencias, aportando pigmentación intensa y capacidad antioxidante. Por su parte, las raíces y tallos contienen alcaloides, esteroides y triterpenoides, con efectos potenciales como antimicrobianos, hepatoprotectores y antiinflamatorios.

La presencia de taninos, saponinas y otros compuestos fenólicos en proporciones variables a lo largo de la planta sugiere una actividad sinérgica en sus efectos biológicos. Estas propiedades han motivado su estudio para el desarrollo de fitofármacos, productos cosméticos y antioxidantes naturales (38, 45, 46, 47, 50).

**Tabla 1.** Composición estimada de metabolitos secundarios en diferentes partes de *Bougainvillea glabra* Choisy (porcentaje sobre base seca).

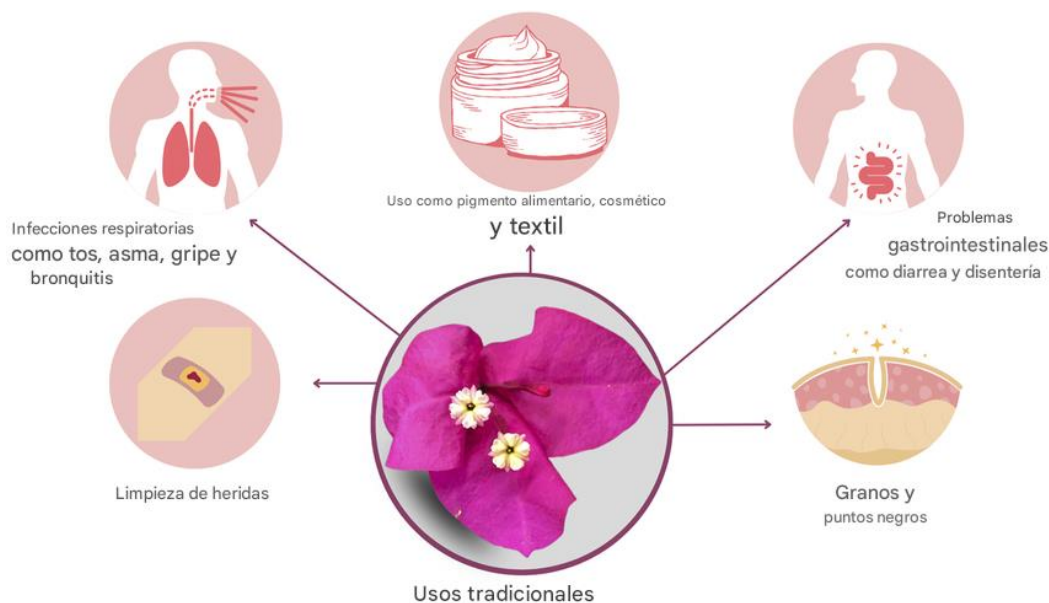
Fuente: Elaboración propia con base en los datos reportados por Ornelas-García et al. (2023), Abarca-Vargas y Petricevich (2018), Saleem et al. (2020), Sheeja y Lincy (2018), e Islam et al. (2016).

Parte vegetal	Porcentaje (%)					
	Flavonoides	Ácidos fenólicos	Antocianinas	Taninos	Saponinas/ Alcaloides	Triterpenos /Esteroides
Raíz	1.5	1.2	0.2	0.8	0.5	0.6
Tallo	1.8	1.5	0.3	1.0	0.6	0.8
Hoja	3.5	4.0	0.8	2.5	1.0	1.2
Inflorescencia	4.0	3.8	2.5	3.0	1.2	1.0

### Usos etnomedicinales

*Bougainvillea glabra* Choisy es ampliamente utilizada en la medicina tradicional de diversas culturas, gracias a su riqueza en metabolitos secundarios con actividad terapéutica. Cada una de sus partes raíces, tallos, hojas e inflorescencias presenta aplicaciones específicas en función de sus propiedades fitoquímicas. Las raíces de esta

especie se han empleado tradicionalmente en forma de decocciones para tratar afecciones como fiebre, malaria y reumatismo. También se han utilizado en la cicatrización de heridas y en el tratamiento de enfermedades dermatológicas, como erupciones cutáneas. Su aplicación se justifica por la presencia de compuestos con propiedades antipiréticas y antiinflamatorias comprobadas en estudios fitoquímicos recientes. Los tallos se han utilizado de forma tópica para el alivio de dolores articulares e inflamaciones locales, como artritis y lumbalgias. También se ha reportado su uso en la limpieza y desinfección de heridas gracias a sus efectos antimicrobianos y cicatrizantes, posiblemente relacionados con la presencia de compuestos fenólicos y triterpenos. Las hojas son las más comúnmente utilizadas en infusiones, especialmente para tratar enfermedades del aparato respiratorio como tos, asma y bronquitis, así como trastornos gastrointestinales como diarrea, disentería y dolor estomacal. Se ha documentado también su uso como antelmíntico, hipoglucemiante, antiulceroso y antihipertensivo. Estas aplicaciones se explican por su contenido en flavonoides, alcaloides y taninos, los cuales han demostrado actividad farmacológica en estudios *in vitro* e *in vivo*. Por su parte, las inflorescencias especialmente las brácteas han sido utilizadas en preparados herbales para tratar enfermedades respiratorias severas como tosferina, bronquitis y neumonía. Además, se les atribuyen efectos hepatoprotectores y antihipertensivos, así como propiedades digestivas y antiinflamatorias. Estas acciones se asocian a su alto contenido en antocianinas, flavonoides y otros polifenoles bioactivos. El uso tradicional de *Bougainvillea glabra* Choisy en diversas culturas responde a su disponibilidad y a su eficacia percibida, la cual ha sido respaldada por una creciente evidencia científica. Motivando su estudio en farmacología, etnobotánica y fitoterapia como un recurso vegetal de interés en el desarrollo de productos terapéuticos naturales (38, 45, 46, 47, 51, 52).



**Figura 12.** Usos tradicionales de *Bougainvillea glabra* Choisy.

Fuente: Saravanan S, Kalaiselvi M (39).

### Otros usos

Sus brácteas han sido utilizadas como colorantes naturales para alimentos, textiles y dispositivos solares sensibilizados, gracias a su elevado contenido de betalainas que aportan colores vibrantes y fotoconductividad útil en celdas solares. Las fibras extraídas de los tallos y corteza se han evaluado como materiales sostenibles para biocompuestos ligeros, especialmente en la industria automotriz y construcción, destacándose por su resistencia mecánica y adecuación ambiental. Asimismo, los residuos florales y vegetales han sido utilizados para producir carbones porosos, empleados como electrodos en supercapacitores, aprovechando su estructura de carbono y propiedades eléctricas. Además, en la acuicultura se han explorado las hojas de *B. glabra* como aditivo alimenticio para mejorar el crecimiento y la resistencia a enfermedades en peces como la tilapia, demostrando beneficios nutricionales y sanitarios. Estos usos industriales, energéticos, alimentarios y ambientales posicionan a *B. glabra* como una planta de alto valor no solo medicinal, sino también económico y ecológico (53, 54, 55, 56).

### Actividad farmacológica

Uno de los mecanismos más destacados es su actividad antioxidante, que se evidencia en la capacidad de reducir especies reactivas de oxígeno y proteger células frente al estrés oxidativo. Esta propiedad ha sido correlacionada con la disminución de marcadores de envejecimiento y daño celular, así como con efectos neuro protectores en modelos *in vivo*. En el ámbito antimicrobiano, los extractos de flores y hojas han mostrado eficacia contra bacterias Gram-positivas y Gram-negativas, como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Bacillus subtilis*, incluyendo inhibición de formación de biofilm. Además, extractos

con nanopartículas de ZnO basadas en *B. glabra* redujeron biofilms bacterianos, sugiriendo su uso potencial en terapia antimicrobiana.

La planta también ha revelado propiedades anticancerígenas: extractos metanólicos demostraron citotoxicidad frente a líneas celulares de cáncer de mama, colon y pulmón, con inhibiciones superiores al 50 %.

Por último, se han observado efectos antiinflamatorios y analgésicos en modelos animales, donde los extractos florales y de tallo consiguieron inhibiciones de la inflamación y del dolor superiores al 70 %.

Estos resultados colocan a *Bougainvillea glabra* Choisy como una fuente farmacológica prometedora, con efectos que abarcan desde la protección frente al daño oxidativo hasta aplicaciones en oncología e infecciones resistentes (38, 57, 58).

### **Contraindicaciones y efectos secundarios**

- Uso oral
  - ✓ Malestares gastrointestinales: La ingesta excesiva de bugambilia puede provocar vómitos, diarrea o indigestión en algunas personas.
  - ✓ Efectos sobre la fertilidad: Estudios preclínicos sugieren que extractos de bugambilia (especialmente de *B. spectabilis*, especie afín) tienen actividad antifertilidad. En ratas, se han observado alteraciones en la reproducción con ciertos extractos. Por ello, no se aconseja su uso en mujeres que deseen quedar embarazadas, ya que podría interferir con la fertilidad.
  - ✓ No existen estudios clínicos extensos sobre interacciones farmacológicas de la bugambilia; sin embargo, se aconseja precaución. Debido a sus efectos fisiológicos, podría potenciar o interferir con ciertos fármacos como antidiabéticos, antihipertensivos, digestivos o respiratorios (antitusivos, broncodilatadores, antiácidos) (59).
- Uso tópico
  - ✓ Dermatitis de contacto: El jugo o látex que se desprende de los tallos y otras partes de la bugambilia puede causar irritación cutánea severa. Está documentado que el contacto con la savia de la planta puede provocar dermatitis seria, con enrojecimiento, ardor e incluso ampollas en la piel afectada.
  - ✓ Reacciones alérgicas cutáneas: Algunas personas pueden desarrollar eccema de contacto o alergia cutánea a la bugambilia. Además de la irritación primaria, es posible una respuesta alérgica retardada manifestada por enrojecimiento, comezón intensa y erupción en el sitio de aplicación horas después. Estos casos no son comunes, mujeres embarazadas o lactantes podrían en teoría usar

productos tópicos solo si estos son preparados seguros y probados, ya que la absorción percutánea de los componentes es baja (60, 61, 62).

### **Toxicidad**

No se han documentado efectos tóxicos graves con dosis bajas o moderadas de bugambilia, y ensayos en animales no muestran toxicidad aguda a dosis elevadas (por ejemplo, ratas que recibieron 2000 mg/kg de extracto no sufrieron mortalidad ni síntomas evidentes). Sin embargo, el consumo de cantidades muy grandes sí puede resultar tóxico, causando malestares intensos. Es fundamental moderar la dosis y evitar preparaciones concentradas sin supervisión profesional. De hecho, revisiones científicas señalan que *B. glabra* tiene una toxicidad muy baja o nula cuando se emplea adecuadamente, atribuida en parte a que sus principales compuestos (betalaínas, flavonoides) presentan mínima toxicidad reportada. Aun así, la falta de toxicidad no es absoluta: se requieren más estudios para confirmar la seguridad en humanos a largo plazo (63).

### **Objetivo general**

Evaluar la actividad antioxidante del extracto etanólico de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy (Bugambilia)

### **Objetivos específicos**

- Identificar los metabolitos secundarios del extracto etanólico de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy (Bugambilia)
- Determinar la actividad antioxidante *in vitro* del extracto etanólico de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy (Bugambilia) mediante el método DPPH y ABTS
- Determinar el método antioxidante con mayor sensibilidad a la actividad antioxidante en el extracto etanólico de las inflorescencias de *Bougainvillea glabra* Choisy (Bugambilia)

## II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

### **Tipo de investigación**

Aplicada ya que implicó la necesidad de identificar problemas que requirieron intervención y establecer estrategias adecuadas para su resolución (64).

### **Diseño de la investigación**

Descriptivo, debido a que permitió el registro, análisis e interpretación de la naturaleza y composición de los fenómenos observados (65).

Explicativo a que se centró en profundizar la comprensión de las relaciones causa-efecto entre variables, con el propósito de identificar y explicar los factores que influyeron en el fenómeno investigado (66).

### **Nivel de investigación**

Experimental dado que se controlaron rigurosamente las condiciones en las que se manipularon las variables. Esto permitió intervenir sobre la variable independiente dentro de un entorno controlado, haciendo uso de instrumentos tecnológicos para obtener resultados precisos y siguiendo los principios del método científico (67).

### **Hipótesis general**

El extracto etanólico de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy (Bugambilia) posee gran poder antioxidante

### **Hipótesis específicas**

- Los metabolitos secundarios presentes en el extracto etanólico de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy (Bugambilia) son alcaloides.
- El extracto etanólico de las inflorescencias de *Bougainvillea glabra* Choisy (Bugambilia) muestra alta capacidad antioxidante *in vitro* en los métodos DPPH y ABTS, por la presencia de flavonoides y fenoles.
- Entre los métodos DPPH y ABTS, el más efectivo será el más sensible a los compuestos fenólicos y flavonoides presentes en el extracto etanólico de las inflorescencias de *Bougainvillea glabra* Choisy (Bugambilia).

## Operacionalización de Variables

**Tabla 2.** Descripción operacional de las variables para la evaluación antioxidante del extracto etanólico de *Bougainvillea glabra* Choisy

Variable independiente	Definición	Escala	Indicador	Índice
Extracto etanólico de la inflorescencia de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy (Bugambilia)	Flores empleadas en la medicina tradicional	Nominal Cualitativo	Metabolitos secundarios	Reacciones de coloración y precipitación
Variable dependiente	Definición	Escala	Indicador	Índice
Actividad antioxidante	Sustancia con capacidad de prevenir, retardar la oxidación producidas por los radicales libre	Razón Cuantitativo	DPPH ABTS	IC50 GAEAC (Gallic Acid Equivalent Antioxidant Capacity)

### Población y muestra

- **Población vegetal:**

*Bougainvillea glabra* Choisy.

- **Muestra vegetal:**

Inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy.

- **Muestreo:**

- **Criterios de inclusión**

Inflorescencia sana, sin fisuras, limpias, enteras

- **Criterios de exclusión**

Inflorescencia rotas, viejas, descoloridas por el sol, perforadas, infectadas por insectos u hongos

### Lugar de investigación

Investigación realizada en la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”, en la Facultad de Farmacia y Bioquímica, haciendo uso del espacio del laboratorio de Farmacognosia.

### Materiales utilizados

- Detergente
- Etiquetas

- Frascos ámbar
- Gasa
- Marcador permanente
- Paño absorbente
- Papel aluminio
- Papel filtro
- Papel Kraft
- Papel toalla

#### **Instrumentos de laboratorio**

- Bagueta
- Celdas de espectrofotómetro
- Embudo
- Espátula
- Fiola de 25 mL y 100 mL
- Gradilla
- Luna de reloj
- Pipetas de diversas capacidades (1 mL, 5 mL)
- Placa excavada
- Probeta
- Propipeta
- Tubo de ensayo
- Vaso precipitado de diversas capacidades (25 mL, 50 mL, 100 mL)
- Viales

#### **Equipos de laboratorio**

- Balanza analítica
- Baño maría
- Espectrofotómetro
- Estufa
- Lámpara ultravioleta
- Molinillo
- Plancha de calentamiento y agitación

#### **Reactivos**

- Ácido clorhídrico HCl 10%
- Ácido clorhídrico QP (HCl QP)
- Ácido gálico
- Ácido sulfúrico QP (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> QP)
- Agua destilada

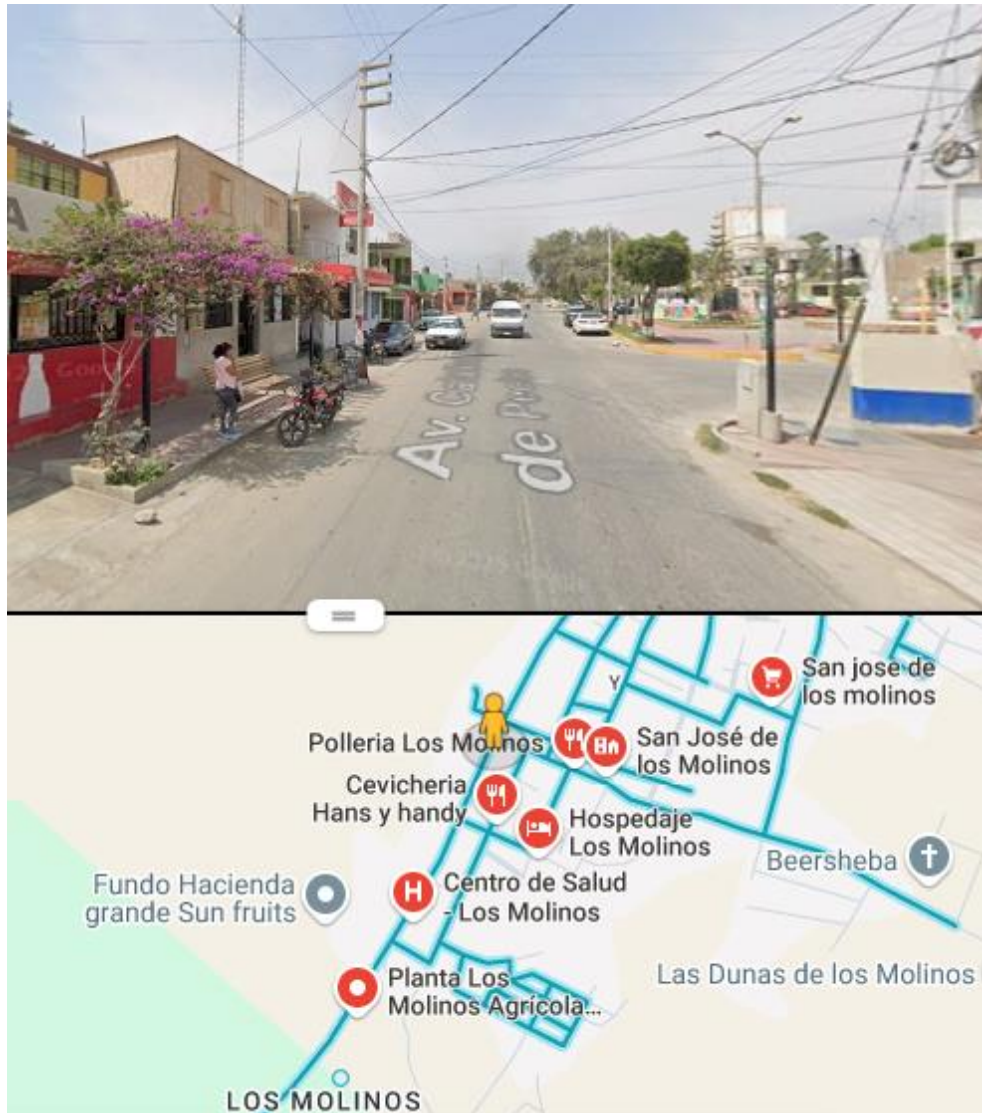
- Anhidrido acético (CH<sub>3</sub>CO)
- Cloruro férrico (FeCl<sub>3</sub> 5%)
- Diclorometano
- Etanol 96°
- Hidróxido de sodio al 5% (NaOH 5%)
- Limaduras de Mg
- Reactivo ABTS
- Reactivo DPPH
- Rx. Dragendorff
- Rx. Mayer
- Rx. Wagner

### **Procedimientos**

#### **Tratamiento del material vegetal**

##### **- Recolección**

La recolección de la muestra de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy se realizó en el distrito de Los Molinos, en la ciudad de Ica, donde la planta crecía de forma ornamental en jardines residenciales. El proceso se llevó a cabo en horario matutino, aproximadamente a las 7:00 a. m. Para su traslado, se utilizaron bolsas de papel Kraft, lo que permitió transportar adecuadamente la muestra hasta la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” para su posterior clasificación taxonómica.



**Figura 13.** Lugar de recolección de la *Bougainvillea glabra* Choisy en vía pública del distrito de San José de Los Molinos, Ica, Perú. Coordenadas aproximadas: -14.0066, -75.7239.

Imagen obtenida mediante Google Maps.

- **Clasificación Taxonómica**

Una vez recolectada la muestra, una porción compuesta por hojas, tallos y flores fue llevada a la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”, donde se realizó la clasificación taxonómica siguiendo el sistema de Arthur Cronquist (1988). Esta actividad fue ejecutada por el biólogo David Máximo Miranda Huamán.

- **Selección**

Se procedió a seleccionar únicamente inflorescencias íntegras y en buen estado, descartando aquellas que presentaban daños, roturas o infestación por insectos. Las muestras seleccionadas fueron separadas y protegidas en papel Kraft para evitar cualquier tipo de contaminación.

- **Limpieza**

La limpieza de la muestra se llevó a cabo en el laboratorio de Farmacognosia de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica. En primer lugar, se empleó agua de caño para eliminar el polvo y otras impurezas adheridas al material vegetal, y posteriormente se realizó una segunda limpieza utilizando agua destilada.

- **Secado**

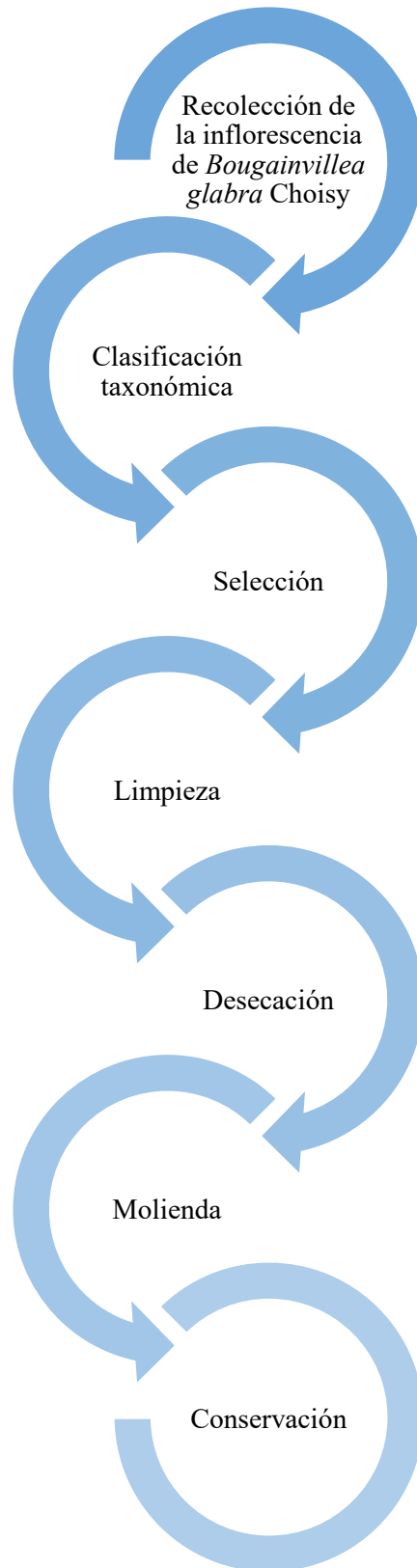
El proceso de desecación se efectuó a temperatura ambiente y bajo sombra. Las inflorescencias fueron extendidas sobre papelotes de papel Kraft durante un periodo de 15 días, removiéndolas periódicamente para asegurar un secado uniforme. Al constatar que las muestras no estaban completamente secas, se completó el proceso en una estufa a temperatura controlada durante dos horas.

- **Molienda**

Finalizado el secado, se procedió a la molienda de la inflorescencia. Inicialmente, se utilizó un método manual para reducir su volumen, y luego se empleó un molino analítico para obtener una molienda de granulometría intermedia, con fragmentos visibles de tamaño irregular, no reducidos completamente a polvo fino. Este paso fue fundamental para facilitar el proceso posterior de maceración.

- **Conservación**

Para conservar adecuadamente el material vegetal molido, se almacenó en un frasco ámbar con tapa hermética, rotulado con la fecha correspondiente. Se colocaron aproximadamente 25 g de muestra seca junto con 280 mL de etanol al 96°, cantidad suficiente para cubrir completamente la muestra, superando el nivel en aproximadamente dos dedos.



**Figura 14.** Flujograma representativo del procedimiento experimental aplicado en la evaluación de la actividad antioxidante del extracto etanólico de *Bougainvillea glabra* Choisy. Elaboración propia.

### **Obtención del extracto etanólico por maceración**

Se pesaron 25 g de inflorescencias previamente secadas y molidas, las cuales fueron hidratadas con 45 mL de etanol al 96°. Luego, se transfirieron a un frasco ámbar y se añadió un volumen adicional de 235 mL del mismo disolvente, alcanzando un total de 280 mL. Esta cantidad fue necesaria debido a la alta capacidad de absorción del material vegetal molido, por lo que se agregó etanol suficiente hasta cubrir por completo la muestra, excediendo su nivel entre dos y tres dedos, a fin de asegurar una maceración adecuada.

La mezcla se mantuvo en reposo con agitación diaria durante un periodo de 15 días. Transcurrido ese tiempo, se llevó a cabo una filtración utilizando gasa y papel filtro, con el propósito de separar los sólidos del extracto líquido. El filtrado fue empleado para la identificación de metabolitos secundarios. Posteriormente, con el fin de determinar el rendimiento del extracto, este fue concentrado mediante evaporación al vacío en un rotavapor, obteniéndose así la solución madre destinada a los ensayos de determinación de capacidad antioxidante (68).

### **Identificación de metabolitos secundarios en el extracto etanólico**

#### **Detección de Taninos**

- Reacción de Cloruro Férrico: En una placa excavada se agrega 1 gota del extracto filtrado concentrado + más una gota de FeCl<sub>3</sub> 5%. Si hay coloración azul-negro, verde o azul verdoso son resultados positivos.

#### **Detección de Flavonoides**

- Reacción de Shinoda: En una placa excavada se vierte 1 gota del extracto filtrado concentrado, se agregan 2 limaduras de Mg y 2 gotas de HCl QP. La reacción nos dará positiva cuando aparecen tonos de color rojo, anaranjado o rosado.

#### **Detección de Alcaloides**

En una placa excavada se coloca 1 gota del extracto filtrado concentrado y 1 gota de HCl 10% y luego se procederá a efectuar la reacción de precipitación, agregando 1 gota de cada reactivo en cada espacio de la placa excavada con la gota del filtrado:

- Rx Mayer: Se observa precipitado blanco.
- Rx Dragendorff: Se observa precipitado anaranjado.
- Rx Wagner: Se observa precipitado marrón o castaño.

#### **Detección de triterpenos/esteroides y quinolonas**

En un vaso precipitado se colocó 10 mL del extracto filtrado concentrado a baño maría a una temperatura de 50°C hasta secado. Se prosiguió a agregar 2 mL de diclorometano, y se realizó un raspado con la bagueta. Para realizar la precipitación en dos tubos de ensayo:

- 1er tubo de ensayo de detección de triterpenos/esteroides: Se genera la reacción de liberación búster al añadir 1 mL de anhídrido acético + 2 gotas de ácido sulfúrico QP, dando una precipitación azul.
- 2do tubo de ensayo de detección de quinolonas: Se le agrego 1 mL de hidróxido de sodio al 5%, se agitó dando dos fases, con una precipitación densa y la fase acuosa de color naranja.

### **Determinación de la actividad antioxidante**

#### **Métodos para determinar la actividad Antioxidante**

- **Ensayo de decoloración del catión radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH)**

Para mi evaluación de la capacidad antioxidante mediante el método DPPH, se inició con la pesada de 0.00394 g del reactivo DPPH, los cuales fueron disueltos en 100 mL de etanol. A continuación, se realizó un barrido espectrofotométrico con las celdas del equipo, con el fin de determinar la longitud de onda óptima para la lectura de absorbancia.

#### **Preparación de la solución madre de la *Bougainvillea glabra* Choisy**

En cuanto al extracto vegetal, se midieron 50 mL del concentrado utilizando una probeta, los cuales fueron transferidos al balón del rotavapor. Se añadió agua destilada hasta cubrir el balón, lo necesario para permitir la condensación del etanol, y el sistema se mantuvo a 45 °C durante el tiempo necesario para la separación del etanol, siendo este tiempo 26 minutos. Luego del proceso, el balón fue enfriado con un poco de agua vertida por encima para facilitar el manejo. El contenido viscoso del balón, correspondiente al extracto seco, fue transferido a un vaso precipitado previamente pesado (197.8976 g). Este vaso se llevó a baño maría a 50 °C con el extracto obtenido, teniendo como peso final de 198.6505 g. La diferencia de masa indicó un rendimiento de 0.7529 g de extracto seco, equivalente a una concentración de 15.06 g/L, considerando que se partió de aproximadamente 25 g de inflorescencia seca macerada en 280 mL de etanol. Esto arrojó un rendimiento del 16.9 % de material extraíble.

Con 925.9 mg del extracto seco se preparó una solución madre a una concentración de 2 mg/mL, para lo cual se agregaron 463 mL de etanol.

- Se ajustó la solución madre a 1 mg/mL, midiendo 50 mL con una probeta y enrasando en una fiola de 100 mL.

Esta solución se distribuyó en cinco fiolas de 25 mL, más una adicional utilizada como blanco. Con ayuda de una pipeta, se extrajeron volúmenes de 0.25 mL,

0.625 mL, 1.25 mL, 2.25 mL y 5 mL que fueron transferidos a sus respectivas fioles y enrasados con etanol.

El reactivo DPPH ya preparado fue mantenido a temperatura ambiente. En cada celda del espectrofotómetro se mezclaron 1 mL del reactivo DPPH con 1 mL de cada dilución del extracto. Se procedió a realizar las lecturas espectrofotométricas de las cinco celdas correspondientes a las diferentes concentraciones, tras dejar en oscuridad por 30 min.

#### **Preparación de la solución madre del ácido gálico**

En paralelo, se preparó la solución madre del ácido gálico con una cantidad reducida debido a disponibilidad limitada del reactivo, pesando 25 mg (0.025 g) y enrasando en una fiola de 25 mL, cumpliendo con la proporción estándar 1:1. Al igual que con el extracto.

Se separaron volúmenes de 0.25 mL, 0.625 mL, 1.25 mL, 2.25 mL y 5 mL, que fueron enrasados con etanol en fioles individuales. Luego, se transfirieron 1 mL de cada dilución a celdas espectrofotométricas, añadiendo 1 mL del reactivo DPPH a cada una. Las mezclas se dejaron reposar en oscuridad durante 30 minutos antes de proceder a la lectura a una longitud de onda de 518 nm. Finalmente, se compararon los resultados obtenidos para el extracto y el patrón, permitiendo elaborar las respectivas curvas de actividad antioxidante.

#### **- Ensayo de decoloración con el radical catiónico ABTS**

El ABTS líquido tiene una lectura de 400 nm puro sin activar, pero activado con el persulfato es a 734 nm, por lo que tuvimos que hallar su concentración del líquido ABTS para saber cuántos mL vamos a utilizar en una preparación de persulfato de potasio de 0.006g en 10 mL de agua destilada.

Por lo que utilizamos 7 viales para tener una variación de concentración de ABTS, agua destilada y 1 mL de persulfato de potasio, haciendo reaccionar por 16 horas a oscuras y proseguir a su lectura a 734 nm en el espectrofotómetro.

1. 1 mL de ABTS concentrado líquido + 1 mL de persulfato de potasio
2. 0.9 mL de ABTS + 0.1 mL de agua destilada + 1 mL de persulfato de potasio
3. 0.8 mL de ABTS + 0.2 mL de agua destilada + 1 mL de persulfato de potasio
4. 0.7 mL de ABTS + 0.3 mL de agua destilada + 1 mL de persulfato de potasio
5. **0.6 mL de ABTS + 0.4 mL de agua destilada + 1 mL de persulfato de potasio**

6. 0.5 mL de ABTS + 0.5 mL de agua destilada + 1 mL de persulfato de potasio
7. 0.4 mL de ABTS + 0.6 mL de agua destilada + 1 mL de persulfato de potasio

Pasadas las 16 horas se leyó cada vial en una celda con el espectrofotómetro a 734 nm, siendo el vial número 5 con la absorbancia ideal de 0.7003 abs, por lo que esa será la concentración a utilizar para hacer la metodología.

#### **Preparación de la solución madre del ácido gálico**

Por limitación en la cantidad de reactivo disponible, se ajustó la preparación del estándar de ácido gálico a un volumen de 25 mL, respetando la proporción 1:1 establecida en el protocolo. Se pesaron 0.025 g (25 mg) de ácido gálico utilizando una balanza analítica, y posteriormente se disolvieron en etanol absoluto dentro de una fiola aforada de 25 mL. Esta solución fue utilizada como patrón de referencia para comparar la actividad antioxidante del extracto evaluado.

#### **Preparación de los estándares**

Se preparó el reactivo ABTS<sup>+</sup> mediante la reacción entre ABTS y persulfato de potasio. Inicialmente, la proporción determinada de manera teórica fue de 0.6 mL de solución de ABTS por cada 1 mL de persulfato de potasio. Sin embargo, tras varias pruebas experimentales para ajustar la preparación, en las cuales se evaluaron diferentes proporciones entre ambos reactivos, considerando criterios como la intensidad de color del radical formado, la estabilidad del complejo ABTS<sup>+</sup> y la reproducibilidad de la absorbancia en lecturas espectrofotométricas. Como resultado de este proceso de ajuste, se determinó que la proporción más eficiente fue la adición de 4.8 mL de ABTS por cada 10 mL de persulfato de potasio, ya que esta mezcla permitió una generación estable del radical ABTS<sup>+</sup> con buena intensidad cromática y adecuada sensibilidad para las lecturas antioxidantes.

Para esta preparación definitiva, se pesaron 0.006 g de persulfato de potasio, los cuales se disolvieron en 10 mL de agua destilada, y posteriormente se añadieron 4.8 mL de la solución de ABTS previamente preparada. La mezcla se dejó reposar en oscuridad y a temperatura ambiente durante 12 a 16 horas, permitiendo así la formación completa y estable del radical ABTS<sup>+</sup>, indispensable para el desarrollo del ensayo de actividad antioxidante. Posteriormente, para la construcción de la curva estándar, se prepararon tres celdas de lectura a las que se añadieron 2 mL del reactivo ABTS<sup>+</sup> activado junto con 0.020 mL, 0.040 mL y 0.060 mL de ácido gálico, respectivamente. Este patrón permitió obtener los valores de absorbancia requeridos para la calibración del método. Las mezclas se

dejaron en reposo en oscuridad durante 6 minutos para garantizar la reacción completa, y luego se procedió a la lectura espectrofotométrica a una longitud de onda de 734 nm.

**Preparación de las muestras de solución madre del extracto de *Bougainvillea glabra* Choisy**

En tres cubetas espectrofotométricas se adicionaron 2 mL del reactivo ABTS<sup>+</sup> activado, seguido de 0.020 mL, 0.040 mL y 0.060 mL, respectivamente, de la solución madre concentrada del extracto etanólico de *Bougainvillea glabra* Choisy (Bugambilia). Las mezclas se mantuvieron en oscuridad durante 6 minutos para permitir el desarrollo completo de la reacción entre el radical ABTS<sup>+</sup> y los compuestos antioxidantes presentes en el extracto. Finalmente, se procedió a realizar la lectura de absorbancia a una longitud de onda de 734 nm utilizando un espectrofotómetro

**Análisis e Interpretación de los Resultados**

Los datos obtenidos a partir de los procedimientos experimentales realizados para evaluar la actividad antioxidante del extracto etanólico de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy fueron organizados y procesados mediante la herramienta Microsoft Excel. Esta plataforma facilitó la tabulación de los resultados obtenidos en los ensayos DPPH y ABTS, así como el cálculo de los porcentajes de inhibición y la construcción de las curvas de calibración respectivas. A partir de dichas curvas se estimarán los valores de IC<sub>50</sub> y GAEAC, parámetros esenciales para cuantificar la capacidad antioxidante del extracto. El análisis que se desarrolla a continuación permitirá interpretar de forma clara y sistemática los resultados experimentales, contribuyendo a la valoración del potencial antioxidante de la muestra vegetal.

**Método DPPH**

**Tabla 3.** Datos experimentales de absorbancia a diferentes concentraciones del extracto etanólico de *Bougainvillea glabra* Choisy mediante el método DPPH

Concentración mg/L	Abs control	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs negativo
0.250	1.185	1.1208	1.1082	1.0959	0.0127
0.625	1.185	0.9922	1.0096	0.9653	0.0127
1.250	1.185	0.9811	0.9876	0.9942	0.0127
2.250	1.185	0.8156	0.8155	0.8156	0.0127
5.000	1.185	0.7638	0.7468	0.7669	0.0127

**Abs control:** DPPH solo

**Abs negativo:** Muestra madre sin DPPH

**Tabla 4.** Promedios de absorbancia cruda y corregida del extracto etanólico de *Bougainvillea glabra* Choisy mediante el método DPPH

Concentración mg/L	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Promedio crudo	Promedio corregido
0.250	1.1208	1.1082	1.0959	1.1083	1.0956
0.625	0.9922	1.0096	0.9653	0.9890	0.9763
1.250	0.9811	0.9876	0.9942	0.9876	0.9749
2.250	0.8156	0.8155	0.8156	0.8156	0.8029
5.000	0.7638	0.7468	0.7669	0.7595	0.7468

**Promedio crudo:** Promedio de las Abs de la muestra

**Promedio corregido:** Promedio restando el Abs negativo

#### Cálculo del porcentaje de inhibición de la absorbancia corregida

$$\% \text{ Inhibición} = \left( \frac{A_o - A_m}{A_o} \right) \times 100$$

Siendo:

- $A_o$ : Absorbancia control
- $A_m$ : Absorbancia de la muestra corregida

#### Reemplazando datos

**0.25 mg/L**

$$\% I = \left( \frac{1.185 - 1.0956}{1.185} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Inhibición} = 7.54\%$$

**0.625 mg/L**

$$\% I = \left( \frac{1.185 - 0.9763}{1.185} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Inhibición} = 17.61\%$$

**1.25 mg/L**

$$\% I = \left( \frac{1.185 - 0.9749}{1.185} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Inhibición} = 17.73\%$$

**2.25 mg/L**

$$\% I = \left( \frac{1.185 - 0.8029}{1.185} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Inhibición} = 32.24\%$$

**5.0 mg/L**

$$\% I = \left( \frac{1.185 - 0.7468}{1.185} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Inhibición} = 36.98\%$$

#### Determinación del IC<sub>50</sub> por regresión lineal directa del extracto de la muestra en Excel

Para la determinación del valor de IC<sub>50</sub> del extracto etanólico de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra*, se utilizó el método de regresión lineal a partir de los valores de porcentaje de inhibición del radical DPPH obtenidos experimentalmente a diferentes concentraciones.

Los datos fueron procesados en Microsoft Excel, ingresando en una tabla dos columnas correspondientes a:

- Concentración del extracto ( $\mu\text{g/mL}$ )
- % de inhibición calculado

Posteriormente, se aplicaron las funciones de Excel:

- $m = \text{PENDIENTE}(y; x)$
- $b = \text{INTERSECCION EJE}(y; x)$

para obtener la ecuación de la recta en la forma:

$$y = mx + b$$

- $y$ : porcentaje de inhibición
- $x$ : concentración del extracto
- $m$ : pendiente (5.6762)
- $b$ : intersección con el eje Y (11.7769)

Una vez obtenida la ecuación, el valor de  $\text{IC}_{50}$  se estimó sustituyendo  $y = 50$  (50% de inhibición) y despejando  $x$ :

$$\text{IC}_{50} = \frac{50 - b}{m} \rightarrow \frac{50 - 11.7769}{5.6762} \rightarrow \frac{38.223}{5.6762} \rightarrow 6.73 \text{ mg/L}$$

El gráfico de dispersión fue generado en Excel y se complementó con una línea de tendencia lineal, junto con la ecuación de la recta y el coeficiente de determinación  $R^2$ , el cual indicó el grado de ajuste de los datos experimentales a la recta estimada.

#### Determinación del $\text{IC}_{50}$ del ácido gálico

**Tabla 5.** Datos experimentales de absorbancia a diferentes concentraciones del ácido gálico mediante el método DPPH

Concentración mg/L	Abs control	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs promedio
0.250	1.185	0.1238	0.6800	0.5400	0.4479
0.625	1.185	0.116	0.4800	0.3600	0.3187
1.250	1.185	0.1129	0.3000	0.2400	0.2176
2.250	1.185	0.0994	0.1800	0.1500	0.1431
5.000	1.185	0.0895	0.1000	0.0800	0.0898

**Abs control:** DPPH solo

#### Cálculo del porcentaje de inhibición de la absorbancia corregida

$$\% \text{ Inhibición} = \left( \frac{A_0 - A_m}{A_0} \right) \times 100$$

Siendo:

- $A_0$ : Absorbancia control
- $A_m$ : Absorbancia de la muestra

### Reemplazando datos

**0.25 mg/L**

$$\% I = \left( \frac{1.185 - 0.4479}{1.185} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Inhibición} = 62.20\%$$

**0.625 mg/L**

$$\% I = \left( \frac{1.185 - 0.3187}{1.185} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Inhibición} = 73.11\%$$

**1.25 mg/L**

$$\% I = \left( \frac{1.185 - 0.2176}{1.185} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Inhibición} = 81.63\%$$

**2.25 mg/L**

$$\% I = \left( \frac{1.185 - 0.1431}{1.185} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Inhibición} = 87.92\%$$

**5.0 mg/L**

$$\% I = \left( \frac{1.185 - 0.0898}{1.185} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Inhibición} = 92.42\%$$

### Determinación del $IC_{50}$ por regresión lineal logarítmica del ácido gálico en Excel

Para la determinación del valor de  $IC_{50}$  del ácido gálico, se empleó el método de regresión lineal logarítmica, utilizando como variable independiente el  $\log_{10}$  de las concentraciones y como variable dependiente el porcentaje de inhibición del radical DPPH. Los datos experimentales mostraron un comportamiento sigmoidal característico de compuestos antioxidantes puros, con un incremento rápido de la inhibición a bajas concentraciones seguido de una meseta de saturación. La transformación logarítmica permitió linealizar la curva y calcular con mayor precisión el valor de  $IC_{50}$  a partir de la ecuación de la recta obtenida en Excel.

Los datos fueron procesados en Microsoft Excel, ingresando en una tabla dos columnas correspondientes a:

- Concentración del extracto ( $\mu\text{g/mL}$ )
- % de inhibición calculado

Posteriormente, se aplicaron las funciones de Excel:

- $m = \text{PENDIENTE}(y; x)$
- $b = \text{INTERSECCION EJE}(y; x)$

para obtener la ecuación de la recta en la forma:

$$y = mx + b$$

- $y$ : porcentaje de inhibición
- $x$ :  $\text{Log}_{10}(\text{concentración})$
- $m$ : pendiente (5.4000)

- $b$ : intersección con el eje Y (69.3308)

Una vez obtenida la ecuación, el valor de  $\log_{10}$  ( $IC_{50}$ ) se estimó sustituyendo  $y = 50$  (50% de inhibición) y despejando  $x$ :

$$IC_{50} = 10^{\left(\frac{50-b}{m}\right)} \rightarrow 10^{\left(\frac{50-69.3308}{-5.4000}\right)} \rightarrow 10^{-3.5779}$$

El cálculo es:

1. Separar la parte entera y la fracción:

$$-3.5779 = -3; -0.5779$$

2. Usar propiedades de potencias:

$$10^{-3.5779} = 10^{-3} \cdot 10^{-0.5779}$$

3. Evaluar:

$$10^{-3} = 0.001$$

$$10^{-0.5779} \approx 0.264$$

4. Multiplicar:

$$0.001 \times 0.264 \approx 0.000264 \text{ mg/L } IC_{50} \text{ del ácido gálico}$$

En el análisis de la actividad antioxidante, ambos  $IC_{50}$  se obtuvieron por regresión lineal, pero con enfoques distintos según la forma de la curva. El ácido gálico mostró una respuesta típica de compuestos puros: a concentraciones bajas, el % de inhibición del DPPH aumentó muy rápido, pero al alcanzar cierto punto, la reacción se saturó y el incremento fue mínimo, aunque la concentración siguiera aumentando. Este comportamiento genera una curva con forma de “S” (sigmoideal), caracterizada por una zona de subida empinada seguida de una parte casi plana llamada meseta. Para linealizar esta forma y ubicar con precisión el punto medio de inhibición, se transformaron las concentraciones a  $\log_{10}$ , aplicando así regresión logarítmica.

Por su parte, el extracto de inflorescencia de *Bougainvillea glabra* presentó un aumento de inhibición más uniforme y proporcional a la concentración, lo que permitió un ajuste aceptable con regresión lineal directa. El resultado final fue un  $IC_{50}$  de 0.000264 mg/L para el ácido gálico y 6.73 mg/L para el extracto, lo que significa que el compuesto patrón es unas 25 500 veces más potente en esta prueba. Aunque el extracto es mucho menos eficiente, mantiene una capacidad antioxidante mensurable, lo que sugiere que, a pesar de su menor pureza, contiene compuestos con potencial bioactivo.

## Método ABTS

**Tabla 6.** Resultados experimentales del método ABTS para el extracto etanólico de *Bougainvillea glabra* Chosiy

Concentración mg/L	Abs Patrón	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs Promedio	Abs control
0.02	0.0055	0.0474	0.0472	0.0480	0.0475	2.6270
0.04	0.0164	0.0174	0.0169	0.0172	0.0172	2.6270
0.06	0.0177	0.0080	0.0078	0.0078	0.0079	2.6270

### Cálculo de % inhibición del promedio de la inflorescencia de Bugambilia

$$\% \text{ Inhibición} = \left( \frac{A_o - A_m}{A_o} \right) \times 100$$

Siendo:

- $A_o$ : Absorbancia control (ABTS solo)
- $A_m$ : Absorbancia promedio

### Reemplazando datos

**0.02 mg/L**

$$\% I = \left( \frac{2.6270 - 0.0475}{2.6270} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Inhibición} = 98.1907\%$$

**0.04 mg/L**

$$\% I = \left( \frac{2.6270 - 0.0172}{2.6270} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Inhibición} = 99.3469\%$$

**0.06 mg/L**

$$\% I = \left( \frac{2.6270 - 0.0079}{2.6270} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Inhibición} = 99.7001\%$$

### Cálculo de % inhibición del patrón (Ácido gálico)

$$\% \text{ Inhibición} = \left( \frac{A_o - A_m}{A_o} \right) \times 100$$

Siendo:

- $A_o$ : Absorbancia control (ABTS solo)
- $A_m$ : Absorbancia del ácido gálico

**0.02 mg/L**

$$\% I = \left( \frac{2.6270 - 0.0055}{2.6270} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Inhibición} = 99.7906\%$$

**0.04 mg/L**

$$\% I = \left( \frac{2.6270 - 0.0164}{2.6270} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Inhibición} = 99.3753\%$$

**0.06 mg/L**

$$\% I = \left( \frac{2.6270 - 0.0177}{2.6270} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Inhibición} = 99.3256\%$$

## Graficar la curva del porcentaje de inhibición del ácido gálico

**Tabla 7.** Porcentaje de inhibición del ácido gálico calculado a partir de la absorbancia

Concentración mg/L	Abs Ácido gálico	% Inhibición del ácido gálico
0.02	0.0055	99.7906
0.04	0.0164	99.3757
0.06	0.0177	99.3262

Ejes del gráfico:

- **Eje X:** concentración del estándar (mg/mL)
- **Eje Y:** % de inhibición del Ácido gálico

Se traza una recta de regresión lineal (ajuste lineal), que da una ecuación tipo:

$$y = ax + b$$

- $y$  = % de inhibición del ácido gálico
- $x$  = concentración de ácido gálico (mg/mL), siendo este el GAEAC

Con los datos obtenidos en el proceso experimental, se realizó la curva obteniendo la siguiente recta de regresión de lineal, la cual se procedió a ordenar matemáticamente para encontrar la “x” siendo está el GAEAC:

$$y = -11.6102x + 99.9619$$

$$x = \frac{y - b}{a} \rightarrow x = \frac{y - 99.9619}{-11.6102}$$

### Hallando el GAEAC usando % inhibición de la inflorescencia de Bugambilia

**0.02 mg/L**

$$x = \frac{y - 99.9619}{-11.6102}$$

$$x = \frac{98.1907 - 99.9619}{-11.6102}$$

$$x = \frac{-1.7712}{-11.6102} \rightarrow 0.1525 \text{ mg/mL}$$

**0.04 mg/L**

$$x = \frac{y - 99.9619}{-11.6102}$$

$$x = \frac{99.3469 - 99.9619}{-11.6102}$$

$$x = \frac{-0.6150}{-11.6102} \rightarrow 0.0529 \text{ mg/mL}$$

**0.06 mg/L**

$$x = \frac{y - 99.9619}{-11.6102}$$

$$x = \frac{99.7001 - 99.9619}{-11.6102}$$

$$x = \frac{-0.02618}{-11.6102} \rightarrow 0.0226 \text{ mg/mL}$$

Siendo su GAEAC promedio 0.0760 mg/mL, se procede a convertir a mM (milimoles), teniendo como dato adicional la masa molar del patrón, siendo este el ácido gálico con una masa molar de 170.12 g/mol, con la siguiente formula:

$$\text{GAEAC (mM)} = \left( \frac{\text{GAEAC} \left( \frac{\text{g}}{\text{L}} \right)}{\text{PM} \left( \frac{\text{g}}{\text{mol}} \right)} \right) \times 1000$$

$$\text{GAEAC (mM)} = \left( \frac{0.0760 \frac{\text{g}}{\text{L}}}{170.12 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \right) \times 1000$$

$$\text{GAEAC (mM)} = 0.4467 \text{ mM}$$

### III. RESULTADOS

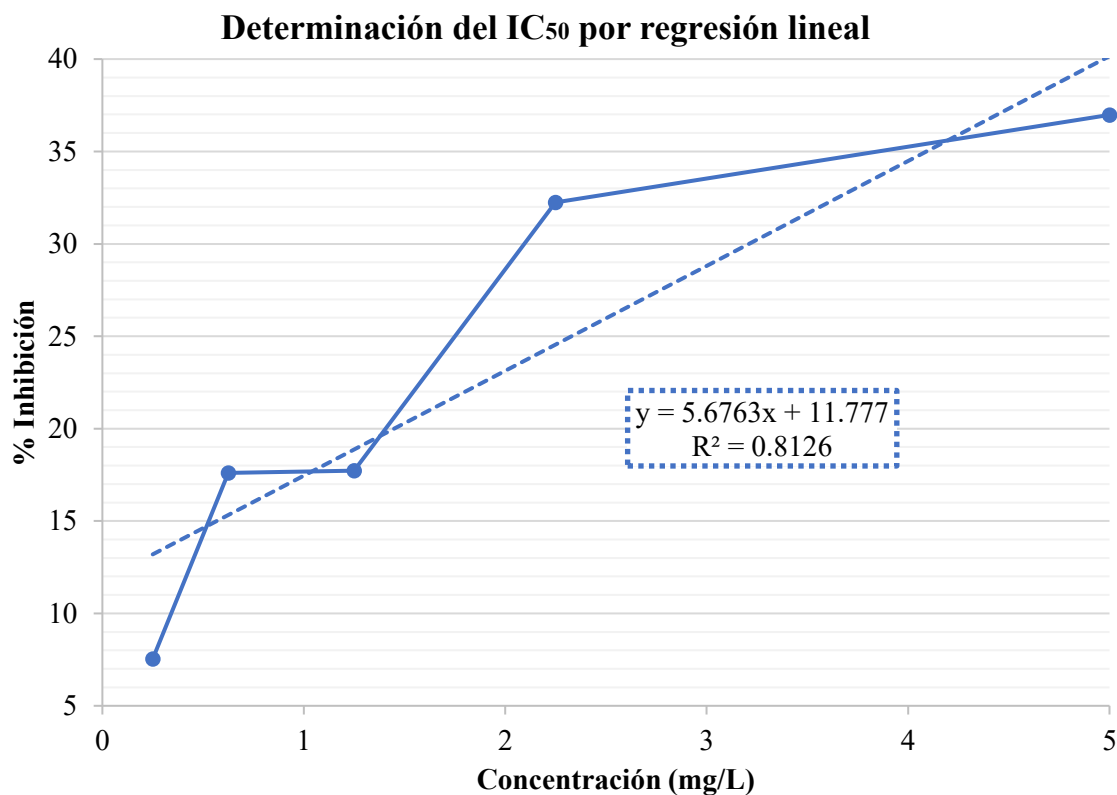
**Tabla 8.** Identificación de los metabolitos secundarios del extracto etanólico de las inflorescencias de *Bougainvillea glabra* Choisy

Metabolitos detectados	Reacción específica	Resultados	Observaciones
Taninos	Rx Cloruro Férrico	++	Coloración verde oscuro
Flavonoides	Rx Shinoda	+	Coloración naranja leve
Alcaloides	Rx Mayer	++	Precipitado blanco
Alcaloides	Rx Wagner	++	Precipitado marrón
Alcaloides	Rx Dragendorff	++	Precipitado anaranjado
Triterpenos/Esteroides	Rx Liebermann Burchard	+++	Coloración azul
Antraquinonas	Rx Bornträger	+++	Formación de dos fases

+: presencia débil; ++: presencia moderada; +++: presencia abundante.

**Tabla 9.** Determinación de la actividad antioxidante del extracto etanólico de *Bougainvillea glabra* Choisy mediante DPPH

Concentración mg/L	Promedio corregido	% Inhibición
0.250	1.0956	7.54
0.625	0.9763	17.61
1.250	0.9749	17.73
2.250	0.8029	32.24
5.000	0.7468	36.98



**Figura 15.** Curva de regresión lineal para la determinación del IC<sub>50</sub> del extracto etanólico de *Bougainvillea glabra* Choisy mediante el método DPPH

**Tabla 10.** Actividad antioxidante del extracto etanólico de *Bougainvillea glabra* Choisy determinada por el método ABTS

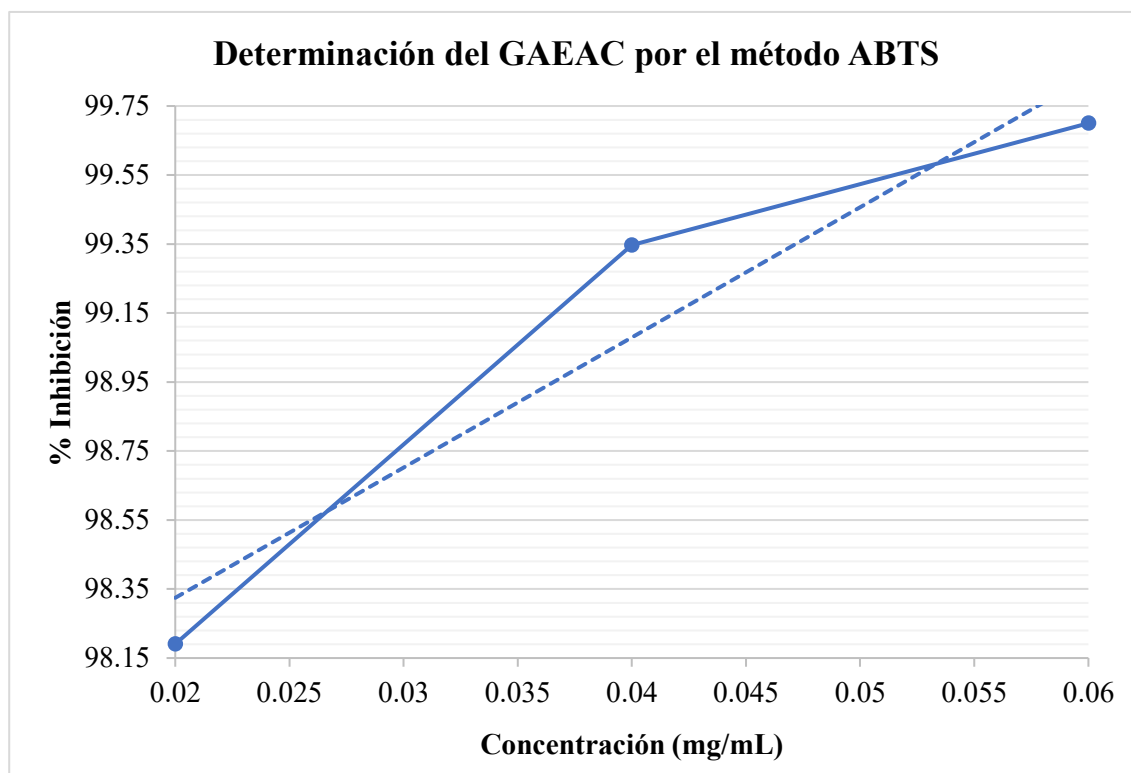
Concentración mg/L	Absorbancia promedio	% Inhibición Bugambilia
0.02	0.0475	98.1907
0.04	0.0172	99.3469
0.06	0.0079	99.7001

**Tabla 11.** Porcentaje de inhibición del ácido gálico según su absorbancia a diferentes concentraciones

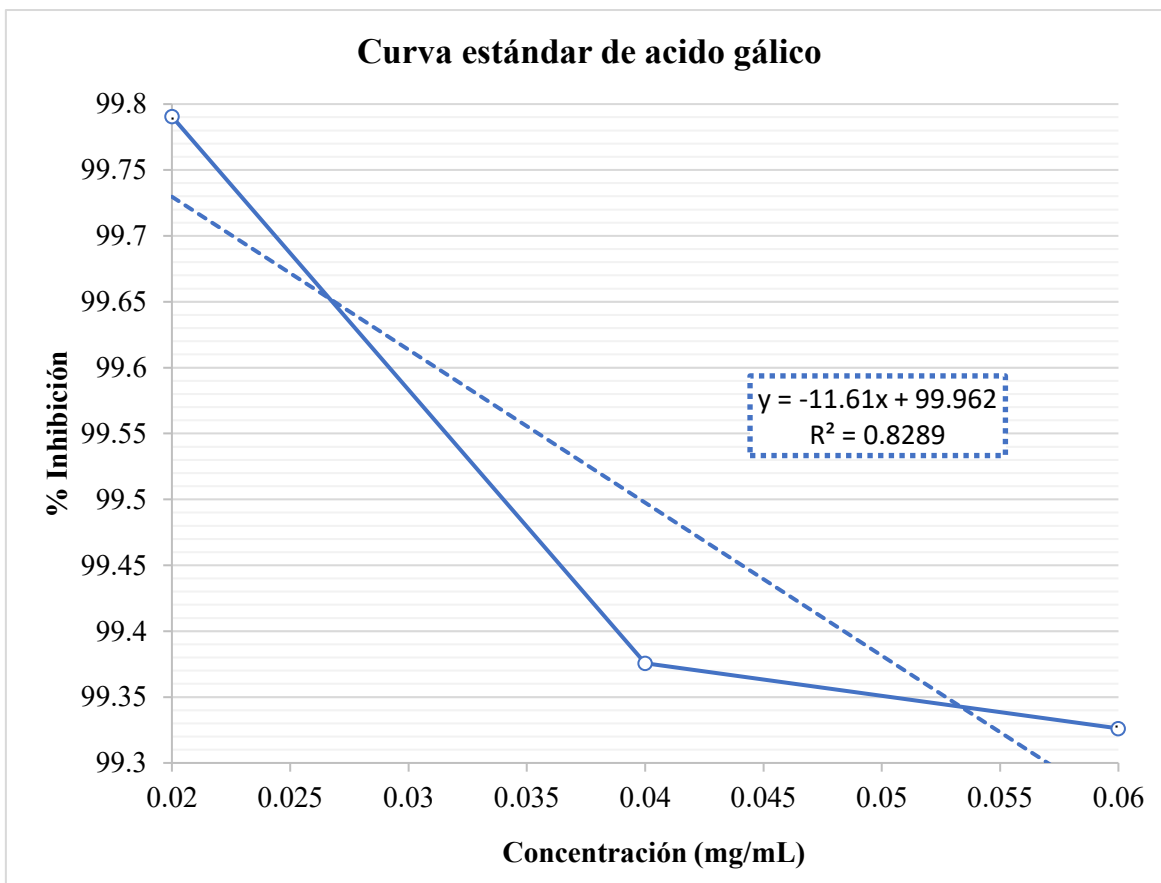
Concentración mg/L	Absorbancia del Ácido Gálico	% Inhibición Ácido Gálico
0.02	0.0055	99.7906
0.04	0.0164	99.3753
0.06	0.0177	99.3256

**Tabla 12.** Comparación del porcentaje de inhibición y valores de GAEAC del extracto etanólico de *Bougainvillea glabra* Choisy

Concentración mg/L	% Inhibición Ac. Galico	% Inhibición Bugambilia	GAEAC (mg/mL)	GAEAC promedio
0.02	99.7906	98.1907	0.1525	0.0760 mg/mL
0.04	99.3753	99.3469	0.0529	
0.06	99.3256	99.7001	0.0226	



**Figura 16 .** Curva de inhibición del radical ABTS por el extracto etanólico de *Bougainvillea glabra* Choisy a diferentes concentraciones.



**Figura 17.** Curva de regresión lineal del estándar ácido gálico en el ensayo ABTS, utilizada para el cálculo de la capacidad antioxidante equivalente (GAEAC)

#### IV. DISCUSIÓN

La presente investigación determinó que el extracto etanólico de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy (bugambilia) presentó una actividad antioxidante moderada, con un IC<sub>50</sub> de 113,19 mg/mL por el método DPPH y una equivalencia antioxidante de 0,305 mM de ácido gálico por el método ABTS. En comparación, Sirisarn et al. (2024) reportaron valores de IC<sub>50</sub> entre 78–95 mg/mL en extractos de brácteas, lo que sugiere una eficacia intermedia pero suficientemente relevante para justificar investigaciones adicionales (58).

La identificación cualitativa de taninos, flavonoides, triterpenos/esteroides, alcaloides y quinolonas respalda el perfil fitoquímico del extracto, asociado directamente con la actividad antioxidante.

Sirisarn et al. (2024) también reportaron actividad antimicrobiana frente a *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*, así como citotoxicidad en líneas celulares tumorales humanas de pulmón, colon y mama (A549, HT-29, MCF-7), con inhibiciones superiores al 60 % (58). En paralelo, Giri et al. (2023) observaron mejoras inmunológicas y reducción del estrés oxidativo en carpas alimentadas con hojas de *B. glabra*, demostrando así su bioactividad en modelos vertebrados (13).

Ornelas-García et al. (2023) subrayan que factores como el origen geográfico, la técnica de extracción y el estado fenológico influyen significativamente en la concentración de metabolitos y, por ende, en la bioactividad observada (38). Del mismo modo, Mahey et al. (2025) detallaron la presencia de compuestos esenciales como ácidos fenólicos y flavonoides en las brácteas de *B. glabra*, respaldando su potencial uso en aplicaciones nutraceuticas (53).

Este estudio presenta limitaciones: se utilizó un único método de extracción (maceración etanólica), muestras recolectadas exclusivamente en Ica (Perú) y ensayos únicamente *in vitro*. Por ello, es necesario continuar con investigaciones que incluyan técnicas analíticas avanzadas (HPLC-MS), modelos celulares e *in vivo*, así como una estandarización de condiciones de cultivo y extracción.

De tal manera con todas las investigaciones realizadas, la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy evidencia un perfil fitoquímico valioso, con propiedades antioxidantes, antimicrobianas e inmunomoduladoras. Estas características respaldan su uso tradicional y validan su inclusión en el desarrollo de productos farmacéuticos, cosméticos y nutraceuticos.

## V. CONCLUSIONES

1. La evaluación del extracto etanólico obtenido de las inflorescencias de *Bougainvillea glabra* Choisy demostró una capacidad significativa para neutralizar radicales libres, lo que valida su potencial como fuente natural de antioxidantes.
2. Se identificaron metabolitos secundarios en el extracto etanólico mediante pruebas cualitativas de coloración y/o precipitación encontrándose flavonoides, alcaloides, saponinas, taninos, triterpenos/esteroides y quinonas.
3. La actividad antioxidante del extracto se comprobó por medio de ensayos *in vitro* mediante los métodos DPPH y ABTS. En el ensayo DPPH, el extracto presentó una  $IC_{50}$  de 6.73 mg/L, mientras que en el ensayo ABTS se obtuvo 0.3479 mM GAE, evidenciando una actividad antioxidante considerable.
4. El método ABTS mostró mayor sensibilidad frente al extracto etanólico en comparación con el método DPPH, posiblemente por su capacidad para interactuar con una gama más amplia de compuestos tanto hidrosolubles como liposolubles, posicionándolo como el método más eficiente para detectar la actividad antioxidante en este tipo de extractos. Evaluar la actividad antioxidante del extracto etanólico de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy (Bugambilia)

## VI. RECOMENDACIONES

1. Profundizar en la separación y análisis de los compuestos fitoquímicos presentes en el extracto, con el fin de identificar los compuestos responsables de la actividad antioxidante observada, especialmente aquellos pertenecientes a las clases de flavonoides, taninos y quinonas, encontrados en el tamizaje fitoquímico.
2. Profundizar en la investigación de plantas ornamentales, debido a que constituyen una fuente valiosa de compuestos bioactivos
3. Comparar otros métodos de extracción y solventes polares o mixtos, para optimizar el rendimiento de compuestos antioxidantes y mejorar la eficacia del extracto frente a radicales libres.
4. Incorporar métodos adicionales de evaluación antioxidante, como FRAP, ORAC o CUPRAC, con el objetivo de obtener una caracterización más completa de la capacidad antioxidante del extracto, considerando distintos mecanismos de acción y tipos de radicales implicados.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pérez-González A, Sosa-Macías M, Cruz-Gregorio A, et al. Antioxidant and anticancer activity of *Bougainvillea glabra* Choisy: a systematic review. *J Ethnopharmacol.* 2023;284:114734. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10620508/>
2. Nascimento TK, Silva FAP, Oliveira FA, et al. Antioxidant and anti-inflammatory properties of *Bougainvillea glabra* Choisy extracts: A potential therapy for inflammatory diseases. *Food Chem.* 2021;340:127880. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127880
3. Gutiérrez RM, Mitchell S, Solis RV. *Psidium guajava*: A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *J Ethnopharmacol.* 2018;209:241–246. doi: 10.1016/j.jep.2017.07.034
4. Sánchez-Rangel JC, Benavides J, Heredia JB, Cisneros-Zevallos L, Jacobo-Velázquez DA. The Folin-Ciocalteu assay revisited: Improvement of its specificity for total phenolic content determination. *Anal Methods.* 2023;15(6):5990–5999. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/270162854\\_The\\_Folin-Ciocalteu\\_assay\\_revisited\\_improvement\\_of\\_its\\_specificity\\_for\\_total\\_phenolic\\_content\\_determination](https://www.researchgate.net/publication/270162854_The_Folin-Ciocalteu_assay_revisited_improvement_of_its_specificity_for_total_phenolic_content_determination)
5. Rice-Evans C, Miller N, Paganga G. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci.* 2022;27(4):152–159. doi: 10.1016/j.tplants.2021.10.001
6. Gullón B, Pintado ME, Pérez-Álvarez JA, Viuda-Martos M. Assessment of polyphenolic profile and antioxidant properties of pomegranate peel (*Punica granatum* L.). *Food Chem.* 2024;278:207–213. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713515002844>
7. Manjunath LN. Antioxidant activity of *Bougainvillea glabra* stem extract on various in vitro experimental models. 2024:507–526. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/379226962>
8. Jaramillo Jaramillo CG, Solano Maza LO, Campo Fernández M, Rojas de Astudillo L. Chemical composition and antioxidant activity of the leaves of two varieties of *Bougainvillea glabra* Choisy. *Rev Científica Universidad Técnica de Machala.* 2023;9(1):9–20. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9046148>
9. Giri SS, Kim SG, Woo KJ, et al. Effects of *Bougainvillea glabra* leaf extract on growth, mucosal immune responses and disease resistance in common carp (*Cyprinus carpio*). *Fish Shellfish Immunol.* 2023;132:108514. doi: 10.1016/j.fsi.2022.08.543

10. Nasrat MN, Sakimin SZ, Hakiman M. Phytochemicals and antioxidant activities of conventionally propagated nodal segment and in vitro induced callus of *Bougainvillea glabra* Choisy using different solvents. *Horticulturae*. 2022;8(8):712. doi: 10.3390/horticulturae8080712
11. Ravikumar PM, Pratheep T. Exploring the therapeutic properties of *Bougainvillea glabra*: a study of its antimicrobial and antioxidant effects in methanol extract. *J Pharm Res Int*. 2022;65(1):11285–92. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/369658685>
12. Saleem H, Usman A, Zengin G. *Bougainvillea glabra* (Choisy): a comprehensive review on botany, traditional uses, phytochemistry, pharmacology and toxicity. *J Ethnopharmacol* [Internet]. 2021;266:113356. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32956758/>
13. Riaz M, Fatima H, Rehman MM, Qadir R, Hussain S, Hafeez A, Siddique AB. Appraisal of antioxidant potential and biological studies of bogan bail (*Bougainvillea glabra*) leaf extracts using different solvents. *Czech J Food Sci*. 2021;39(3):176–180. Disponible en: <https://doi.org/10.17221/273/2020-CJFS>
14. Saleem H, Htar TT, Naidu R, Zengin G, Ahmad I, Ahemad N. Phytochemical profile, antioxidant, enzyme inhibition, and cytotoxic potential of *Bougainvillea glabra* flowers. *Nat Prod Res*. 2020;34(18):2602–6. doi: 10.1080/14786419.2018.1543684
15. Arias Arias Canchihuamán LM, Riquez Sarzo HA. Actividad antioxidante in vitro del extracto hidroalcohólico de *Tropaeolum majus* L. (mastuerzo) [tesis]. Lima: Universidad María Auxiliadora; 2023. Disponible en: <https://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12970/1483/TESIS%20ARIAS-RIQUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. Romero Huamani M, Ticona Arredondo S, Sanderss G. Tamizaje fitoquímico y actividad antioxidante del extracto alcohólico de las hojas de *Prunus serotina* Ehrh (capulí) [tesis]. Lima, Perú: Universidad María Auxiliadora; 2021. Disponible en: <https://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12970/400/TAMIZAJE%20FITOQU%20C%20DMICO%20Y%20ACTIVIDAD%20ANTIOXIDANTE%20DEL%20EXTRACTO%20ALCOH%20C%20LICO%20DE%20LAS%20HOJAS%20DE%20Prunus%20serotina%20Ehrh%20%28capul%20AD%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
17. Yactayo Abregú VS. Tamizaje fitoquímico y evaluación antioxidante del extracto acuoso a diferentes temperaturas de hojas y corteza de *Miconia barbeyana* (paliperro) [tesis]. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2021

[citado 2024 Jun 22]. Disponible en: <https://repositorio.unas.edu.pe/items/af94288f-9618-4c89-9605-c37e7c1e50cf>

18. Oc Llatance E. Actividad antioxidante de extractos de diez vegetales de la región Amazonas [tesis]. Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; 2020. Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/2111/Edwin%20Oc%20Llatance.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
19. Contreras Orellana DE. Determinación de capacidad antioxidante y fenoles totales en semillas de *Vitis vinifera* L. “Vid”, del Valle de Cañete [tesis]. Huacho: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión; 2019. Disponible en: <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/3064/DEYSI%20CONTRERAS%20ORELLANA.pdf?sequence=1>
20. Guija-Guerra H, Guija-Poma E. Radicales libres y sistema antioxidante. *Horiz Med (Lima)*. 2023;23(2):e2158. doi: 10.24265/horizmed.2023.v23n2.12
21. Nutrilite®. ¿Por qué son importantes los antioxidantes? [imagen en internet]. Amway México; 2020 [citado 2025 Jul 10]. Disponible en: <https://www.delriomedestetica.com/radicales-libres>
22. Avello M, Suwalsky M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea (Concepc)*. 2006;(494):161–72. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0718-04622006000200010&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0718-04622006000200010&script=sci_arttext)
23. Health Jade. Oxidative stress: imbalance between the production of free radicals and antioxidants [imagen en internet]. Healthjade.com; [citado 2025 Jul 10]. Disponible en: <https://www.istockphoto.com/es/vector/estr%C3%A9s-oxidativo-radicales-libres-y-antioxidantes-gm1471892414-502387457>
24. Coronado MH, Vega y León S, Gutiérrez TR, Vázquez F, Radilla V. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Rev Chil Nutr*. 2015;42(2):206–12. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v42n2/art14.pdf>
25. Fundación Española del Corazón. Radicales libres y antioxidantes [imagen en internet]. Fundación Española del Corazón; [citado 2025 Jul 10]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Accion-antioxidante-Los-antioxidantes-poseen-la-capacidad-para-donar-un\\_fig1\\_236168937](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Accion-antioxidante-Los-antioxidantes-poseen-la-capacidad-para-donar-un_fig1_236168937)
26. Powers SK, Jackson MJ. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiol Rev*. 2008;88(4):1243–76. doi: 10.1152/physrev.00031.2007
27. El Colegio Mexicano de Nutrición Clínica y Terapia Nutricional. Enzimas involucradas en la remoción de especies reactivas de oxígeno y productos de

- oxidación [imagen en internet]. Nutriologos.org.mx; [citado 2025 Jul 10]. Disponible en: <https://portalantioxidantes.com/antioxidantes>
28. Pham-Huy LA, He H, Pham-Huy C. Free radicals, antioxidants in disease and health. *Int J Biomed Sci.* 2008;4(2):89–96. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3614697>
  29. Fundación Española del Corazón. Antioxidantes exógenos y sus fuentes dietéticas [imagen en internet]. Fundación Española del Corazón; 2023 [citado 2025 Jul 10]. Disponible en: <https://blogs.ugto.mx/enfermeriaenlinea/unidad-didactica-4-nutricion-en-la-salud-y-enfermedad>
  30. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT Food Sci Technol.* 1995;28(1):25–30. doi: 10.1016/S0023-6438(95)80008-5
  31. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med.* 1999;26(9-10):1231–7. doi: 10.1016/S0891-5849(98)00315-3
  32. Hooker WJ. *Botanical Magazine; or, Flower Garden Displayed.* London; 1854. [Citado 2025 Jun 25]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=3541&lvl=3&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock>
  33. NCBI. Taxonomy Browser: *Bougainvillea glabra* Choisy; sinonimia homotípica [Internet]. Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information; [citado 2025 Jun 25]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?id=3541>
  34. The Plant List. *Bougainvillea glabra* Choisy: sinónimos diversos [Internet]. [citado 2025 Jun 25]. Disponible en: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-2675632>
  35. GBIF Backbone Taxonomy. *Bougainvillea glabra* Choisy: listado de sinónimos heterotípicos [Internet]. Global Biodiversity Information Facility; [citado 2025 Jun 25]. Disponible en: <https://www.gbif.org/species/5384862>
  36. EPPO Global Database. *Bougainvillea glabra* (BOUGL) – Common names in multiple languages [Internet]; 2025 [citado 2025 Jun 25]. Disponible en: <https://gd.eppo.int/taxon/BOUGL>
  37. León Guaman JS. Caracterización botánica de *Bougainvillea glabra* [tesis de licenciatura]. Machala: Universidad Técnica de Machala; 2021 [citado 2025 Jun 25]. Disponible en: [https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16198/1/E-8561\\_LEON%20GUAMAN%20JOSELYNE%20SAMANTHA.pdf](https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16198/1/E-8561_LEON%20GUAMAN%20JOSELYNE%20SAMANTHA.pdf)

38. Ornelas-García I, Guerrero-Barrera A, Avelar-González FJ, Chávez-Vela NA, Gutiérrez-Montiel D. *Bougainvillea glabra* Choisy (Nyctaginaceae): revisión de fitoquímica y descripción botánica. *Front Chem* [Internet]. 2023;11:1276514. [Citado 2025 Jun 25]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37927559/>
39. Saravanan S, Kalaiselvi M. Morphological and anatomical features of *Bougainvillea glabra* Choisy. *J Pharmacogn Phytochem*. 2024;13(3):51–7. Disponible en: [https://www.researchgate.net/figure/Bougainvillea-glabra-morphology\\_fig2\\_374863064](https://www.researchgate.net/figure/Bougainvillea-glabra-morphology_fig2_374863064)
40. Yamamoto K. *Bougainvillea* flower structure illustration. Tokyo: Botanical Educational Illustrations; 2020. Disponible en: <https://oki-park.jp/sp/kaiyohaku/en/inst/40/41>
41. Lim TK. Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants. Vol. 9: Modified Stems, Roots, Bulbs. Dordrecht: Springer; 2014. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-007-7395-0>
42. North Carolina State University. *Bougainvillea glabra* – Plant profile. North Carolina Extension Gardener Plant Toolbox. Disponible en: <https://plants.ces.ncsu.edu/plants/bougainvillea-glabra/>
43. Lima L, Oliveira MS. *Bougainvillea glabra*: distribuição geográfica e potencial ornamental. *Rev Biol Trop*. 2021;69(2):224–31. Disponible en: [https://www.plantasyhongos.es/herbarium/htm/Bougainvillea\\_glabra.htm](https://www.plantasyhongos.es/herbarium/htm/Bougainvillea_glabra.htm)
44. Desmond R. The European discovery of the Indian flora. Oxford University Press; 1992. 44. Choisy JD. *Bougainvillea glabra*. In: *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève*. 1850;14:79–82.
45. Saleem H, Zengin G, Ahmad I, et al. Phytochemical profiling and antioxidant potential of *Bougainvillea glabra* flowers. *Nat Prod Res*. 2020;34(18):2602–6. doi: 10.1080/14786419.2018.1543684
46. Sheeja S, Lincy MJ. Phytochemical evaluation of *Bougainvillea glabra* bracts. *Int J ChemTech Res*. 2018;11(9):22–30. Disponible en: [https://sphinxsai.com/2018/ch\\_vol11\\_no9/1/\(22-30\)V11N09CT.pdf](https://sphinxsai.com/2018/ch_vol11_no9/1/(22-30)V11N09CT.pdf)
47. Islam MZ, Hossain MT, Hossen F, et al. In-vitro antioxidant and antimicrobial activity of *Bougainvillea glabra* flower. *Res J Med Plant*. 2016;10(3):228–36. Disponible en: <https://scialert.net/abstract/?doi=rjmp.2016.228.236>
48. Saleem H, Naidu R, Ahemad N, et al. Biochemical and toxicological properties of *Bougainvillea glabra* aerial parts. *J Pharm Biomed Anal*. 2019;170:132–8. doi: 10.1016/j.jpba.2019.03.027
49. Samaryy. Flor de *Bougainvillea glabra* Choisy [imagen en internet]. [citado 2025 Jun 25]. Disponible en: <https://i.ytimg.com/vi/vsuSagOWBg0/maxresdefault.jpg>

50. Abarca-Vargas R, Petricevich VL. *Bougainvillea* genus: a review on phytochemistry, pharmacology, and toxicology. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2018;2018:9070927. doi: 10.1155/2018/9070927
51. Priyanka KM. A comprehensive review of pharmacological potential of *Bougainvillea glabra*. *Int J Pharm Sci*. 2025;3(4):612–9. Disponible en: <https://www.ijpsjournal.com/assetsbackoffice/uploads/article/A%2BComprehensive%2BReview%2Bof%2BPharmacological%2BPotential%2Bof%2BBougainvillea%2BGlabra.pdf>
52. Springer Nature. Transforming the therapeutic and nutritional benefits of *Bougainvillea glabra* flowers. *Bioact Compd Health Dis*. 2025. doi: 10.1007/s44187-025-00302-z
53. Mahey P, Sontakke M, Muchahary S, et al. Transforming the therapeutic and nutritional benefits of *Bougainvillea* flowers for sustainable uses and food security. *Discover Food*. 2025;5(1):156. doi: 10.1007/s44187-025-00302-z
54. Ramesh M, Ravikanth D, Tamil Selvan M, Sahayaraj A, Saravanakumar A. Extraction and characterization of *Bougainvillea glabra* fibers: a study on chemical, physical, mechanical and morphological properties. *SciDirect*. 2024. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813024045926>
55. Yadav N, Patnaik S. Bougainvillea-derived porous carbons and their performance in magnetic field as supercapacitor electrodes. *arXiv*. 2021. Disponible en: <https://arxiv.org/abs/2110.10722>
56. Arumugam Uma, Pathinathan Philominal, Elangovan Prabu, Mohamed Saiyad Musthafa. Dietary *Bougainvillea glabra* leaf meal on growth, haematology and disease resistance in Nile tilapia. *SciDirect*. 2021. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848621014691>
57. Kalaiyaran V, Kalaiselvi C, Jothimanivannan C, Sakthivel M, Subash Varma S, Tamil Selvan J. Pharmacological activities of *Bougainvillea glabra*: a review. *World J Pharm Res* [Internet]. 2022;11(13):11285–92. Disponible en: <https://www.wisdomlib.org/science/journal/world-journal-of-pharmaceutical-research/d/doc1382229.html>
58. Sirisarn W, Mordmuang A, Kerdkumthong K, Saeheng S. Exploring *Bougainvillea glabra* flowers: a promising source of natural antimicrobial and anticancer agents. *J Appl Biol Biotech*. 2024;12(6):174–84. doi: 10.7324/JABB.2024.195322
59. Rodríguez A, Mendoza P. Uso tradicional de bugambilia (*Bougainvillea glabra*) como antiinflamatorio y sus efectos digestivos en poblaciones rurales de Perú. *Ethnobot Salamanca*. 2021;18(3):97–104.

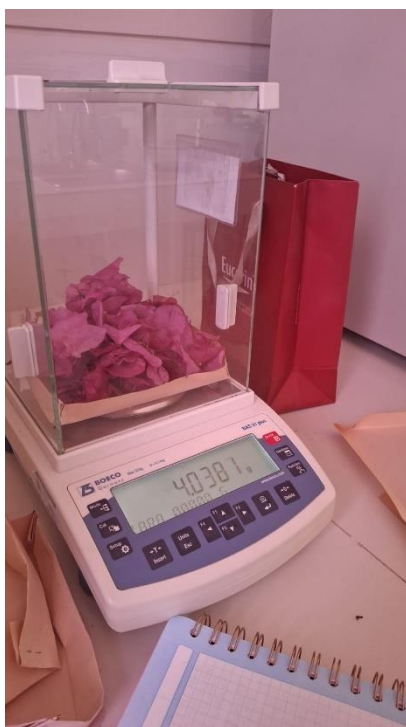
60. World Health Organization. Safety issues concerning traditional herbal remedies: *Bougainvillea glabra*. WHO Safety Sheet. 2023.
61. Gutiérrez F, Alvarado C, Zambrano H. Hipoglucemiante, antihipertensiva y gastroprotectora: perfil farmacológico de *Bougainvillea glabra* en seres humanos. *Phytother Res*. 2022;36(1):12–20.
62. García M, Ledesma J. Usos tradicionales de bugambilia en el control de presión arterial: evidencias y precauciones. *Med Trad Pop*. 2021;12(1):5–14.60.
63. López-Pérez R, Sánchez V, Martínez L. Evaluación de toxicidad aguda y subcrónica de extractos etanólicos de *Bougainvillea glabra* en ratas. *Toxicol Exp Appl*. 2022;356:120–8.
64. Inacio EJH. Método de investigación. *Acta Académica*. 2019 [citado 2024 Jul 17]. Disponible en: <https://www.aacademica.org/edson.jorge.huaiare.inacio/78>
65. Guevara Alban GP, Verdesoto Arguello AE, Castro Molina NE. Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas y de investigación-acción). *Recimundo*. 2020:163–73.
66. Condori-Ojeda P. Niveles de investigación. *Curso Taller*. 2020 [citado 2024 Jul 17]. Disponible en: <https://www.aacademica.org/cporfirio/17>
67. Gil M. Tipos de investigación [Internet]. [citado 2024 Jul 17]. Disponible en: [https://www.geocities.ws/ucla\\_investigacion/tiposinvestigacion.pdf](https://www.geocities.ws/ucla_investigacion/tiposinvestigacion.pdf)
68. Perales R, Leysa G. Antioxidant and antibacterial activity of betacyanins from *Bougainvillea glabra* bracts. *Front Chem*. 2023;11:1276514. doi: 10.3389/fchem.2023.1276514

## VIII. ANEXOS

### Anexo N°01: Tratamiento de la muestra vegetal



**Figura 18.** Recolección de la muestra vegetal



**Figura 19.** Pesada de la muestra fresca, limpia y seca



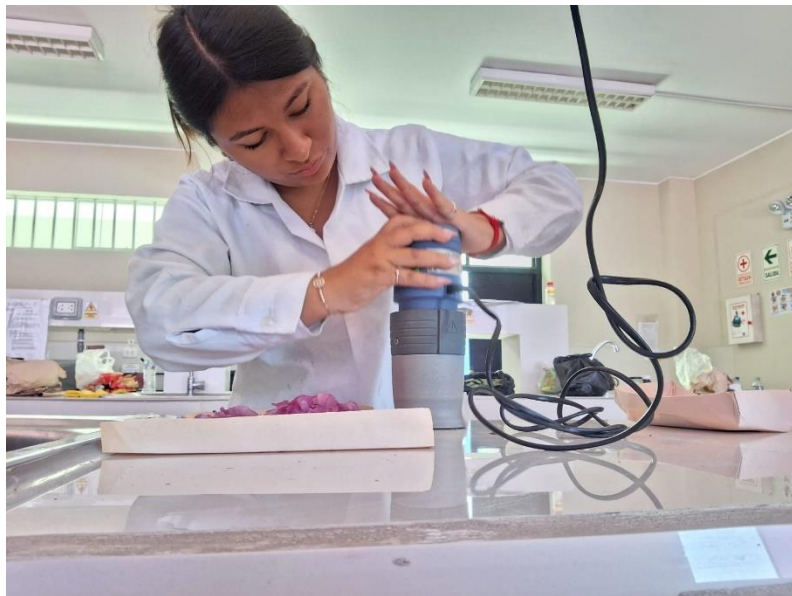
**Figura 20.** Preparación para secar la muestra seca y limpia



**Figura 21.** Uso de la estufa para la secada de la muestra



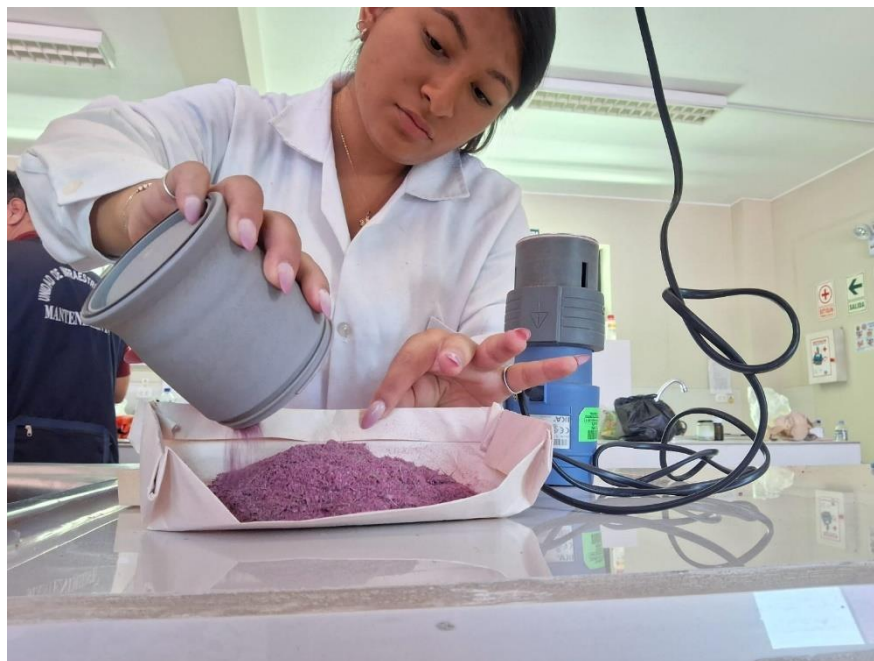
**Figura 22.** Muestra seca triturada de forma manual para reducir volumen



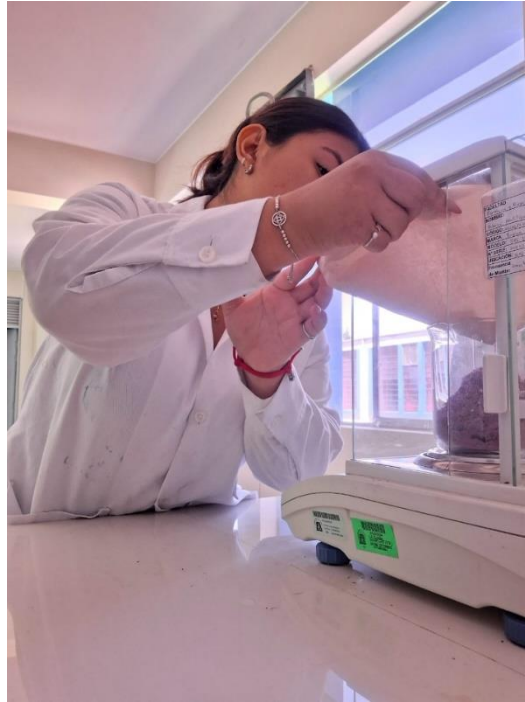
**Figura 23.** Uso del molinillo para triturar la muestra



**Figura 24.** Proceso de la molienda intermedia de la muestra vegetal



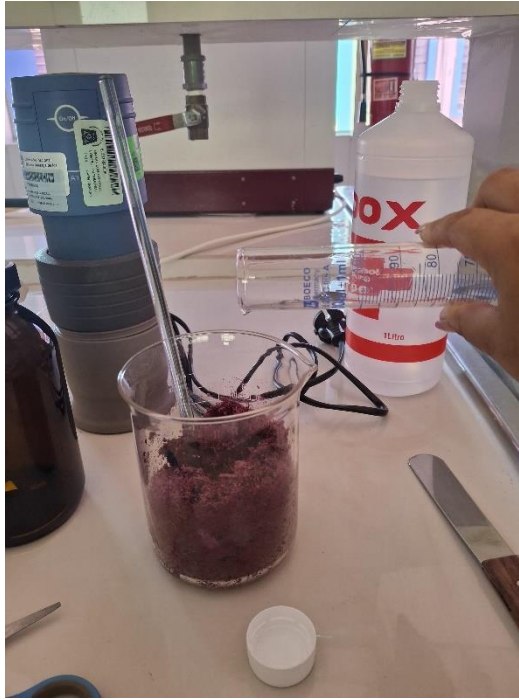
**Figura 25.** Obtención de una molienda intermedia



**Figura 26.** Proceso de pesada de la muestra triturada en la balanza analítica



**Figura 27.** Pesada obtenida tras la molienda



**Figura 28.** Hidratación de la muestra con etanol de 96°



**Figura 29.** Maceración en frasco ámbar de la muestra molida con etanol de 96°

**Anexo N°02: Identificación de metabolitos secundarios del extracto etanólico**



**Figura 30.** Filtración del extracto con gasa después de 15 días de maceración



**Figura 31.** Filtración con papel filtro para obtener el extracto concentrado



**Figura 32.** Obtención del extracto concentrado



**Figura 33.** Identificación de flavonoides



**Figura 34.** Identificación de taninos



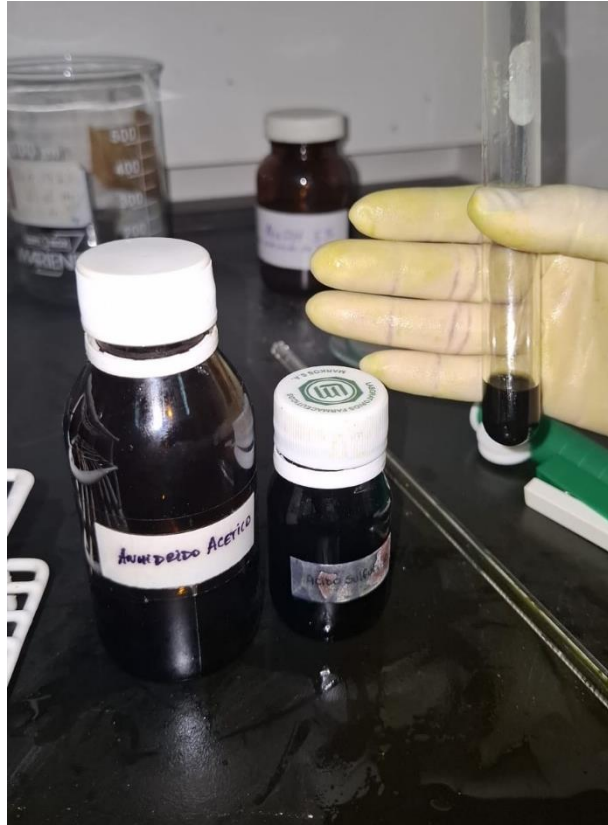
**Figura 35.** Identificación de alcaloides



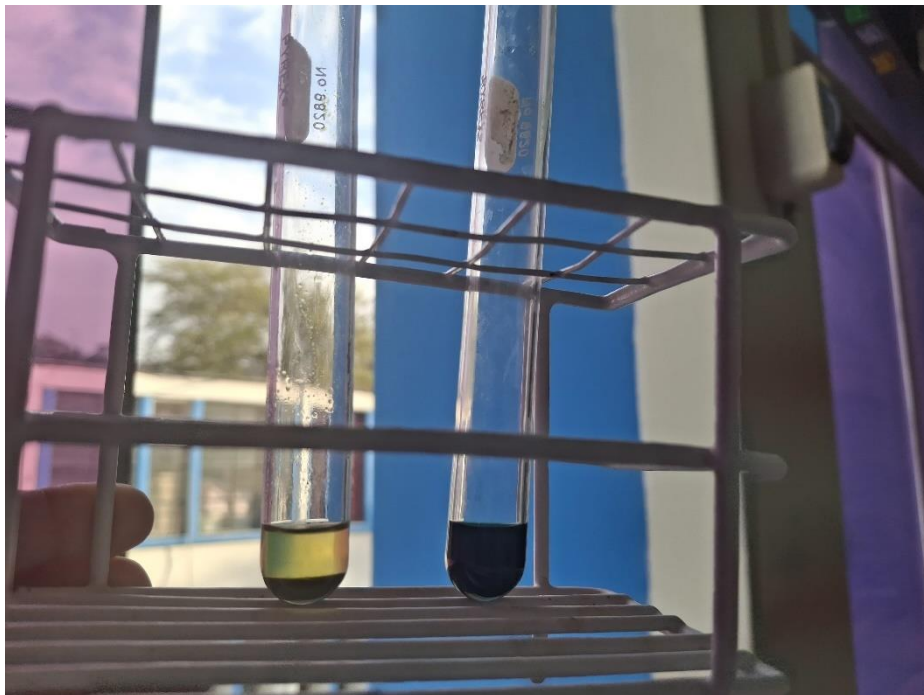
**Figura 37.** Reducción de 10 mL del extracto concentrado en baño maría



**Figura 36.** Uso de la campana extractora para la identificación de metabolitos secundarios



**Figura 38.** Identificación de triterpenos/esteroides



**Figura 39.** Identificación de quinonas por precipitación

**Anexo N°03: Procedimiento del método DPPH**



**Figura 41.** Temperar el reactivo DPPH tras su almacenamiento en refrigeración



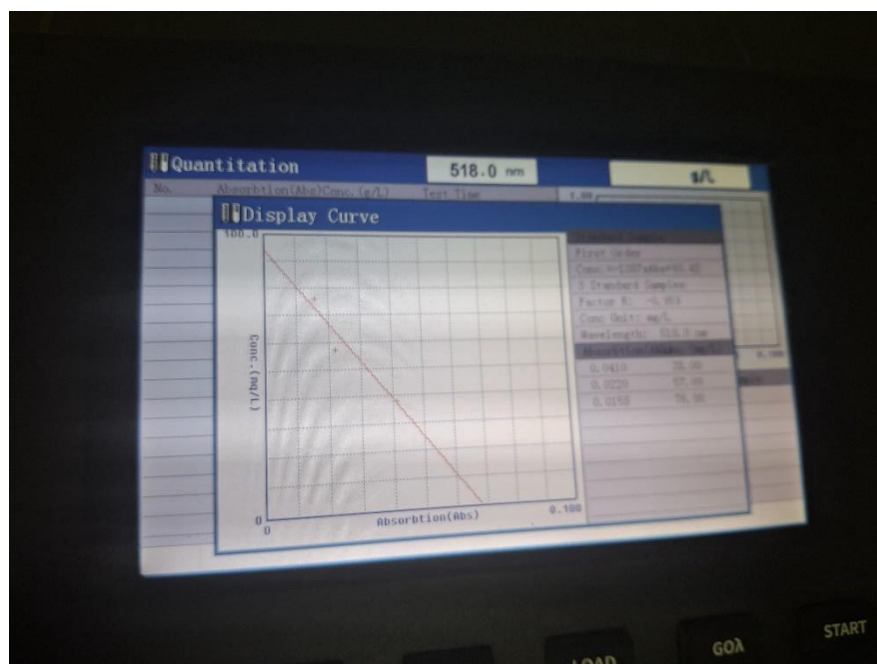
**Figura 40.** Obtención del reactivo diluido en etanol 96°



**Figura 42.** Proceso de obtención de la curva para el método DPPH



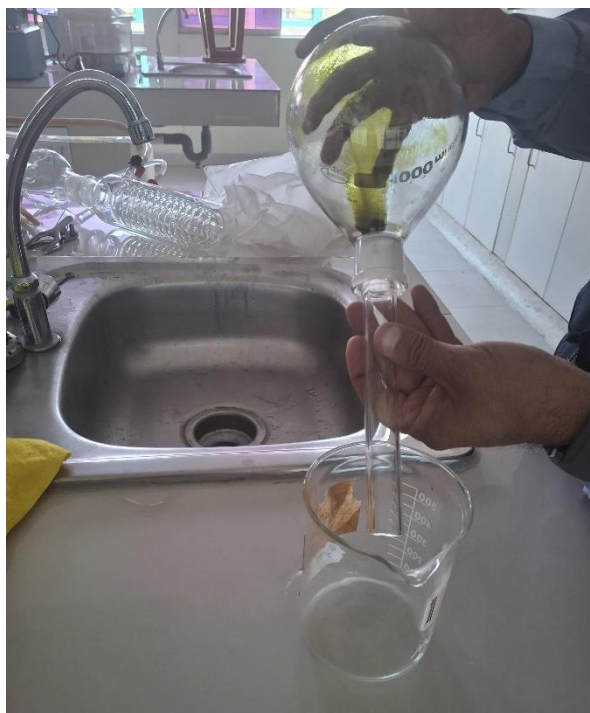
**Figura 43** Lectura de las celdas para hallar la curva



**Figura 44.** Curva obtenida tras la lectura del reactivo DPPH



**Figura 45.** Proceso de separación de etanol 96° con uso del rotavapor



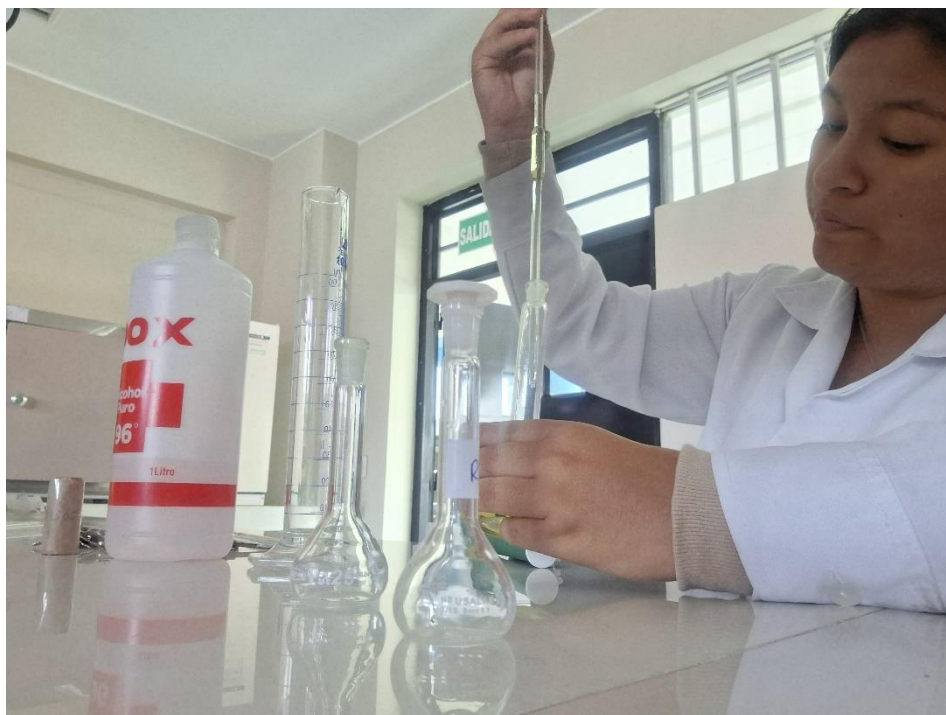
**Figura 46.** Muestra obtenida tras someter el extracto concentrado al rotavapor



**Figura 47.** Proceso de la obtención de la solución madre de la inflorescencia de Buganvilia



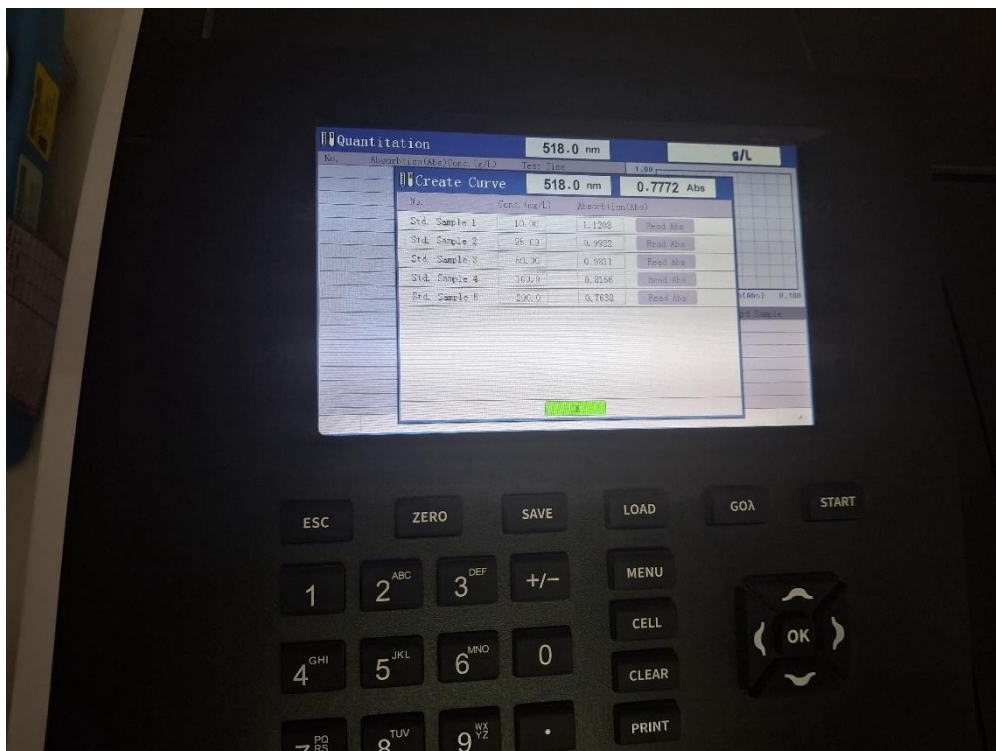
**Figura 48.** Solución madre obtenida en una Fiola de 100 mL



**Figura 49.** Proceso de elaboración de los estándares

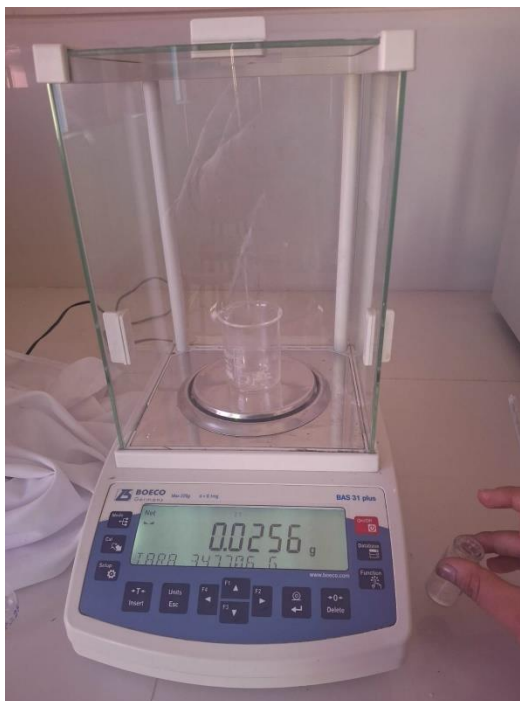


**Figura 50.** Proceso de reacción de los estándares a oscuridad



**Figura 51.** Lectura de las celdas y obtención de las absorbancias

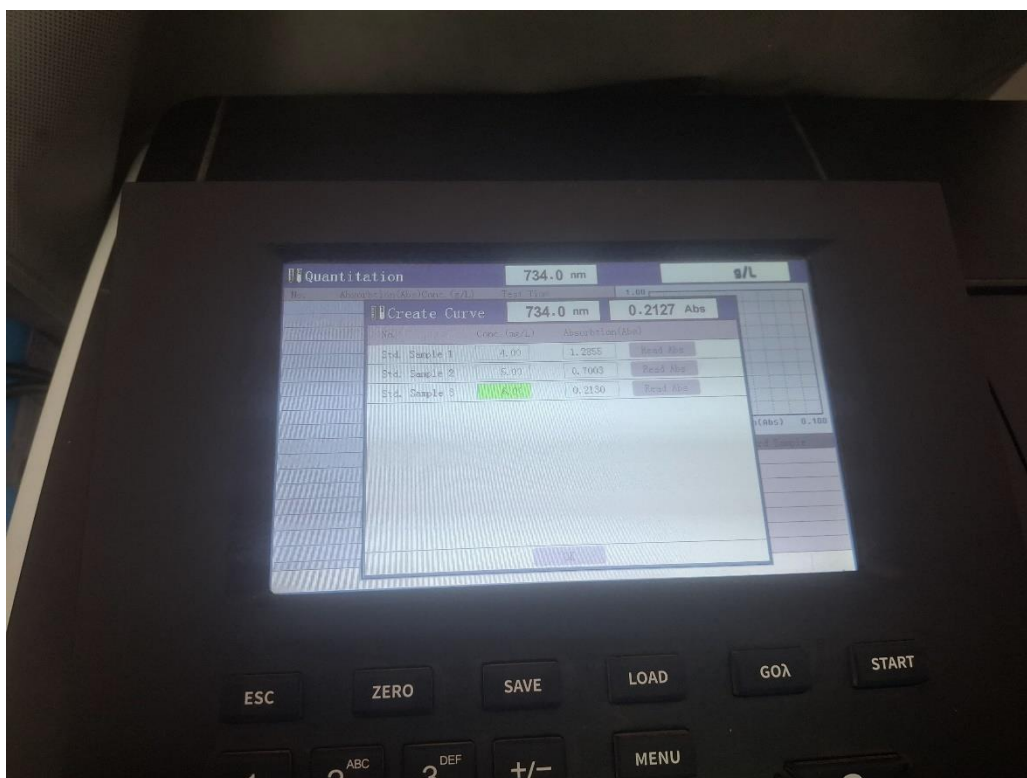
#### Anexo N°04: Procedimiento del método ABTS



**Figura 52.** Pesada del ácido gálico para la elaboración del patrón



**Figura 53.** Obtención de la concentración del reactivo ABTS



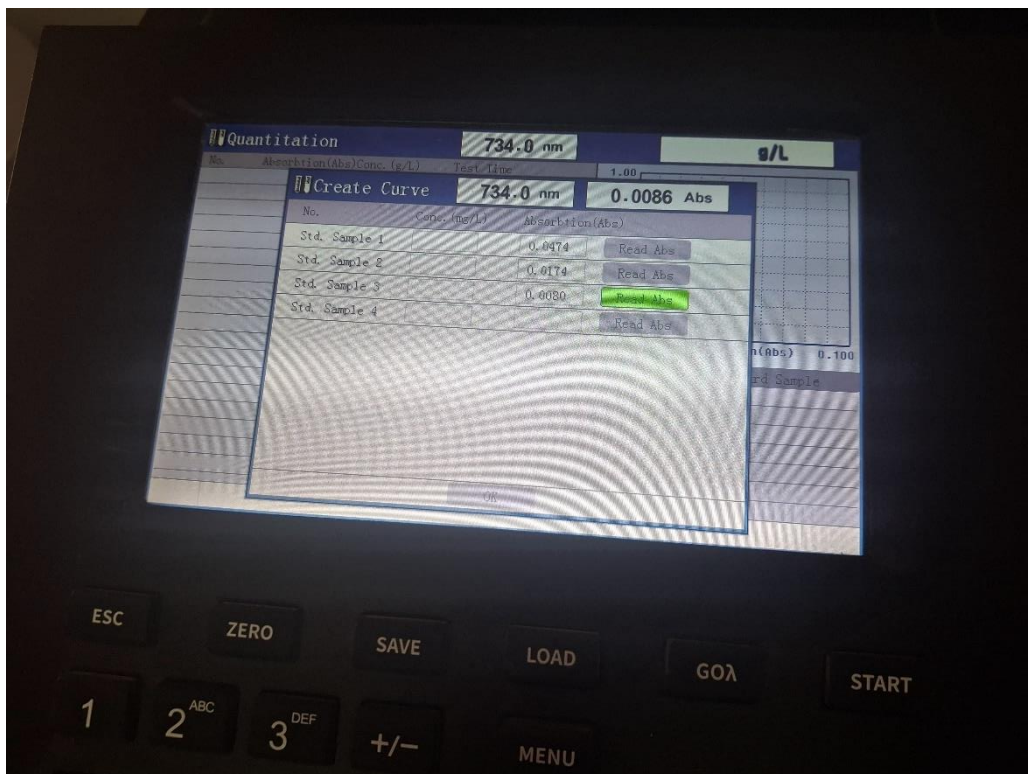
**Figura 54.** Concentración hallada para la elaboración del reactivo



**Figura 55.** Reactivo ABTS activado con el persulfato de potasio



**Figura 56.** Proceso de elaboración de los estándares



**Figura 57.** Lectura de las absorbancias de los estándares obtenidos

## Anexo N°05: Solicitud de la certificación de la especie vegetal

SOLICITO: Certificación de especie vegetal

SEÑOR DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA

S.D.

Yo, **MOQUILLAZA LOPEZ, GREISHKA VALIA** identificada con DNI N° 76405865 con Código N° 20170449, Egresada de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, promoción 2022; ante usted con el debido respeto me presento y expongo:

Que, me encuentro culminando y presentando el proyecto de tesis titulado:

**"Evaluación de la actividad antioxidante in vitro del extracto etanólico de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy (Buganvilia)",** cuya asesora es la Dra. Huarcaya Rojas, Jessica Yolanda

Y, siendo requisito indispensable la presentación de una constancia que acredite la identificación del vegetal motivo de la presente investigación **SOLICITO** a Ud. se sirva otorgar una certificación correspondiente a *Bougainvillea glabra* para poder continuar con mis trámites.

**POR TANTO:**

A usted Señor Decano, solicito acceda a mi petición por ser de justicia, agradeciendo de antemano su buena voluntad.

Ica, 18 de julio de 2024

---

DNI N° 76405865

## Anexo N°06: Certificación botánica de la especie vegetal

### CERTIFICACIÓN BOTÁNICA

“AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA  
INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS  
DE JUNÍN Y AYACUCHO”

El Blgo. Que suscribe determina que, la muestra biológica presentada por el bachiller en Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” **MOQUILLAZA LOPEZ GREISHKA VALIA** con DNI N° 76405865 para su determinación, el cual pertenece al nombre científico de ***Bougainvillea glabra*** CHOISY. “buganvilia”, según Sistema de Clasificación de Arthur Cronquist, (1988).

REINO: PLANTAE

DIVISIÓN: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

ORDEN: CARYOPHYLLALES

FAMILIA: NYCTAGINACEAE

GÉNERO: ***Bougainvillea***

ESPECIE: ***Bougainvillea glabra*** CHOISY.

N.V. “buganvillea”

Se emite la presente certificación a solicitud del interesado para fines de estudio.

Ica 26 de julio 2024

  
Dr. Miranda Huamán David Máximo  
BIÓLOGO  
CBP. 3681

## Anexo N°07: Constancia del uso de las instalaciones del laboratorio de Farmacognosia



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA  
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA



### CONSTANCIA

LA JEFA DE LABORATORIO DE FARMACOGNOSIA DE LA FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA.

HACE CONSTAR QUE LA ESTUDIANTE:

**MOQUILLAZA LOPEZ, Greishka Valia**

**Código N.º 20174639**

Se le autoriza el uso de las instalaciones del laboratorio para el desarrollo de su proyecto de tesis, el cual lleva como título: "Evaluación de la actividad antioxidante in vitro del extracto etanólico de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra choisy* (Bugambilia), asesorada por la Dra. Jessica Huarcaya Rojas, los días viernes de 11 am a 1pm  
Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Ica, 2 de octubre 2024

**Anexo N°08: Boleta de venta electrónica de los reactivos utilizados**



A & O TECH E.I.R.L.  
 JR. LA PRUDENCIA NRO. 8037 URB. PRO  
 LIMA - LIMA - LOS OLIVOS  
 TELF.: (01) 504 7767  
 E-MAIL: atencionalcliente@aotechperu.com.pe  
 WEB: www.aotechperu.com.pe

R.U.C. 20549758054  
 BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA  
 B001-0000068

DATOS DEL ADQUIRIENTE							
MOQUILLAZA LOPEZ GREISHKA VALIA							
DIRECCIÓN							
AV. RAUL PORRAS BARRENECHEA 130-PARCONA ICA - ICA							
DNI	ORDEN DE COMPRA	FECHA O/C	CONDICIÓN DE PAGO	VENCIMIENTO			
76405865	COTZ33475		CONTADO				
FECHA DE EMISIÓN	MONEDA	VENDEDOR	GUIA N°				
15/04/2025	SOLES	OFICINA	T001-00007961				

ITEM	CÓDIGO	CANT	U.M.	DESCRIPCIÓN	PREC. VTA UNIT.	DSCTO	V. VENTA
1	300267-50MG	1.00	UND	DPPH, FREE RADICAL - CAS 1898-66-4 - CALBIOCHEM DPPH, FREE RADICAL, CAS 1898-66-4, IS A CELL-PERMEABLE, STABLE FREE RADICAL THAT ACTS AS A HYDROGEN RADICAL SCAVENGER. FCO X 50 MG	310.30	0.00	310.30
2	194434-100ML	1.00	UND	ABTS CHROMOPHORE X 100ML	823.90	0.00	823.90

**SON : MIL TRESCIENTOS TREINTA Y OCHO CON 36/100 SOLES**

Cuenta corriente Soles BCP: 1912123351089  
 CI:00219100212335108956

Cuenta Dolares BCP: 1912525476167  
 CI:00219100252547616756

Banco de la Nacion - Detraccion  
 00074040772

DESCUENTOS	S/	0.00
SUB-TOTAL	S/	1,134.20
IGV 18%	S/	204.16
PRECIO VENTA	S/	1,338.36

Representación impresa de la BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA, consulte <https://consulta.factesol.net.pe/>  
 Autorizado mediante RESOLUCIÓN DE INTENDENCIA : 0340050008568/SUNAT



powered by



## Anexo N°09: Resolución decanal



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
Ciudad Universitaria s/n Teléfono 055 762573



FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA  
DECANATO

"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"

### RESOLUCION DECANAL N° 091-D/FFB-UNICA-2025

Ica, 24 de enero de 2025

#### VISTO:

El Oficio N°088-UI-CI-FFB-UNICA-2025 de fecha 22 de enero de 2025, Exp. N° 292 del 23 de enero de 2025, presentado por el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, haciendo llegar el reporte y la constancia de haber realizado el análisis con el software de verificación de similitud al proyecto de tesis presentado por el (la) **Bach. MOQUILLAZA LOPEZ GREISHKA VALIA (Autor)**.

#### CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución Rectoral N° 1578-R-UNICA-2024 de fecha 28 de setiembre de 2024, se Ratifica la Resolución Presidencial N° 100-CEU-UNICA-2024 de fecha 26 de setiembre de 2024 emitida por el Comité Electoral Universitario, que resuelve nombrar como Decano de la Facultad de Farmacia y Bioquímica al **Dr. FELIPE ARTEMIO SURCO LAOS**, para el periodo comprendido del 30 de setiembre de 2024 al 29 de setiembre de 2028.

Que, la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga", es una unidad fundamental de organización, formación académica y profesional integrada por profesores y estudiantes, la misma que es autónoma en lo académico, administrativo, económico y normativo como lo establece el Estatuto de la UNICA.

Que, el Reglamento de Grados Académicos y Títulos Profesionales, aprobado con RR. N° 048-R-UNICA-2021 (25-01-2021), establece que, para la obtención del Título Profesional mediante Tesis, el Bachiller debe cumplir con el desarrollo de un proyecto de tesis, con el asesor designado.

Que, habiendo presentado el (la): **Bach. MOQUILLAZA LOPEZ GREISHKA VALIA (Autor)**, su solicitud pidiendo aprobación de Proyecto y Asesor con fecha 24 de octubre de 2024, Exp. N° 8025 se acuerda aceptar la propuesta de asesor: **Dra. HUARCAYA ROJAS JESSICA YOLANDA**, con Oficio N° 2308-UI-CI-FFB-UNICA-2024 de fecha 27 de noviembre de 2024, quien debe coordinar y revisar el proyecto enviando un documento que está apto para pasar el antiplagio de acuerdo al Artículo 32.- Procedimiento para la obtención del Título profesional donde señala que el proyecto de tesis pase por el sistema antiplagio, y una vez aprobada deberá ser formalizada mediante Resolución Decanal.

Que, habiéndose reunido la Comisión de Investigación de la Facultad de Farmacia y Bioquímica el día 26 de noviembre de 2024, se aprueba el proyecto de tesis.

Que, de acuerdo al Art° 32, inciso 10.- del Reglamento de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga", Aprobado con R.R. N° 048-R-UNICA-2021 de fecha 25-01-2021; con esta aprobación, el asesorado deberá desarrollar el proyecto de tesis en un plazo mínimo de cuatro (4) meses, debiendo concluirse en un plazo máximo de dieciocho (18) meses, pudiéndose prorrogar el plazo por dos (2) meses más. Vencido el plazo, el asesorado tendrá que presentar un nuevo proyecto.

Que, mediante el Oficio N° 088-UI-CI-FFB-UNICA-2025 de fecha 22 de enero de 2025, Exp. N° 292 del 23 de enero de 2025; el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, hace llegar el reporte de Antiplagio y la constancia de haber realizado el análisis con el software de verificación de similitud de fecha 20 de enero de 2025, para la emisión de la Resolución Decanal de aprobación del Proyecto de Tesis "**EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE IN VITRO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE LA INFLORESCENCIA DE *Bougainvillea glabra Choisy* (Bugambilia)**" presentado por el (la) **Bach. MOQUILLAZA LOPEZ GREISHKA VALIA**, habiendo obtenido el calificativo de Aprobado con el 3% de similitud, de acuerdo a lo establecido en el Artículo 4°, inciso 4.3 del Reglamento para la Evaluación de Originalidad de los Documentos de Investigación aprobado con RR. N°1668-R-UNICA-2020 (14-12-2020) y R.R. N° 761-R-UNICA-2021 (04-05-2021) que Aprueba el uso obligatorio del servicio de iThenticate de Tmitin.

Que, en virtud a lo expuesto, y en uso de las atribuciones conferidas al Señor Decano en el Artículo 70° de la Ley Universitaria N° 30220.

#### SE RESUELVE:

**ARTICULO 1°.-** Aprobar, el Proyecto de Tesis presentado por el (la): **Bach. MOQUILLAZA LOPEZ**

Campus Universitario (Panamericana Sur Km 305) – Facultad de Farmacia y Bioquímica - ICA  
Email: [farmacia@unica.edu.pe](mailto:farmacia@unica.edu.pe)





UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
Ciudad Universitaria s/n Teléfono 056 752573



FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA  
DECANATO

"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"  
GREISHKA VALÍA (Autor), Titulado: "EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE *IN VITRO* DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE LA INFLORESCENCIA DE *Bougainvillea glabra Choisy* (Bugambilia)", para la obtención del Título Profesional.

ARTÍCULO 2º.- Debiendo continuar desarrollando el proyecto con el asesor designado: Dra. HUARCAYA ROJAS JESSICA YOLANDA con N°Orcid.org/0000-0002-7483-7239; teniendo un periodo de 04 meses, del 24 de enero al 23 de mayo de 2025.

ARTÍCULO 3º.- Transcribir la presente resolución a los interesados e instancias pertinentes para los fines correspondientes.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA  
  
DR. FELISA ARZÉMIO SORCOSLAOS  
DECANO

### Anexo N°09: Matriz de consistencia

Título: Evaluación de la actividad antioxidante *in vitro* del extracto etanólico de la inflorescencia de *Bougainvillea glabra* Choisy (Bugambilia)

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Metodología
<p><b>Problema general</b> ¿Cuál es la capacidad antioxidante del extracto etanólico de la inflorescencia de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy (Bugambilia)?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>¿Cuáles serán los metabolitos secundarios que se encuentran en el extracto etanólico de la inflorescencia de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy (Bugambilia)?</li> <li>¿Cuál será la actividad antioxidante <i>in vitro</i> del extracto etanólico o de la inflorescencia de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy (Bugambilia) mediante el método DPPH y ABTS?</li> <li>¿Cuál de los métodos usados para determinar la actividad antioxidante es el más sensible al extracto etanólico de la inflorescencia de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy (Bugambilia)?</li> </ol>	<p><b>Objetivo general</b> Evaluar la actividad antioxidante del extracto etanólico de la inflorescencia de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy (Bugambilia)</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Identificar los metabolitos secundarios del extracto etanólico de la inflorescencia de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy (Bugambilia)</li> <li>Determinar la actividad antioxidante <i>in vitro</i> del extracto etanólico de la inflorescencia de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy (Bugambilia) mediante el método DPPH y ABTS</li> <li>Determinar el método antioxidante con mayor sensibilidad a la actividad antioxidante en el extracto etanólico de las inflorescencias de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy (Bugambilia)</li> </ol>	<p><b>Hipótesis general</b> El extracto etanólico de la inflorescencia de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy (Bugambilia) posee gran poder antioxidante</p> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Los metabolitos secundarios presentes en el extracto etanólico de la inflorescencia de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy (Bugambilia) son alcaloides</li> <li>El extracto etanólico de las inflorescencias de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy (Bugambilia) muestra alta capacidad antioxidante <i>in vitro</i> en los métodos DPPH y ABTS, por la presencia de flavonoides y fenoles.</li> <li>Entre los métodos DPPHy ABTS, el más efectivo será el más sensible a los compuestos fenólicos y flavonoides presentes en el extracto etanólico de las inflorescencias de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy (Bugambilia)</li> </ol>	<p><b>Variable independiente:</b> Extracto etanólico de la inflorescencia de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy (Bugambilia)</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Actividad antioxidante</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada</li> <li><b>Diseño de la investigación:</b> Experimental</li> <li><b>Nivel de investigación:</b> Descriptivo Explicativo</li> <li><b>Técnicas:</b> - Tamizaje fitoquímico - Método DPPH y ABTS</li> <li><b>Instrumentos:</b> Espectrofotómetro</li> </ol>