

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



TESIS:

Efecto antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L. “huanarpo macho”. Ayacucho 2025.

**Para optar el título profesional de:
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**PRESENTADO POR:
Bach. Liz Kiabeth MAURICIO YUPARI**

**ASESOR:
Dr. Johnny Aldo TINCO JAYO**

**AYACUCHO - PERÚ
2025**

A mis padres, por su amor
sin medida y a mis
hermanas, por ser mi
alegría, mi apoyo y mi
lugar seguro.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, *mi alma máter*, a mi Escuela de Formación Profesional Farmacia y Bioquímica por proporcionarme un entorno que fomenta tanto la brillantez académica como la profesional.

Al Dr. Q.F. Johnny Aldo TINCO JAYO, por su tolerancia y apoyo a lo largo de la composición de esta tesis.

Al Dr. Q.F. Edwin Carlos ENCISO ROCA y Mg. Q.F. Hugo Roberto LUNA MOLERO, por su colaboración, apoyo y sugerencias.

A las personas que me ayudaron a mantenerme motivada y centrada en mis objetivos. Sus palabras de aliento, su comprensión y compañía han sido fundamentales en este camino.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II. DESARROLLO DE LA PERSPECTIVA TEÓRICA	3
2.1. Marco referencial	3
2.1.1. Antecedentes internacionales	3
2.1.2. Antecedentes nacionales	5
2.1.3. Antecedentes locales	6
2.2. Marco teórico	8
2.2.1. Clasificación taxonómica de <i>Jatropha gossypifolia</i> L.	8
2.2.2. Descripción del género	8
2.2.3. Ubicación geográfica y hábitat	8
2.2.4. Descripción botánica	9
2.2.5. Usos tradicionales	9
2.2.6. Composición química	9
2.2.7. Compuestos fenólicos	10
2.2.8. Acción antioxidante de los compuestos fenólicos	11
2.2.9. Radicales libres	12
2.2.10. Antioxidantes	12
2.2.11. Estrés oxidativo	12
2.2.12. Mecanismo de los oxidantes	12
2.2.13. Métodos para determinar el efecto antioxidante	13
2.3. Marco conceptual	16
2.3.1. Antioxidante	16
2.3.2. Radical libre	16
2.3.3. Polifenoles	16
2.3.4. Flavonoides	17
2.4. Marco ético y legal	17
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Alcance de investigación	19
3.2. Diseño de investigación	19
3.3. Unidad de análisis	19

3.4. Población de estudio	19
3.5. Muestra	19
3.6. Criterios de selección	19
3.6.1. Criterios de inclusión	19
3.6.2. Criterios de exclusión	19
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
3.7.1. Recolección de la muestra	20
3.7.2. Preparación de la muestra	20
3.7.3. Obtención del extracto hidroalcohólico	20
3.7.4. Screening fitoquímico del extracto hidroalcohólico	20
3.7.5. Cuantificación del contenido de fenoles totales	20
3.7.6. Cuantificación del contenido de flavonoides	21
3.7.7. Determinación del efecto antioxidante	21
3.8. Análisis de datos	23
3.9. Consideraciones éticas	23
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	25
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	33
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES	39
CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Distribución de modelos de ensayos del efecto antioxidante <i>in vitro</i> .	13
Tabla 2. Metabolitos secundarios presentes en el extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypifolia</i> L.	27
Tabla 3. Contenido de fenoles totales y flavonoides en el extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypifolia</i> L.	28
Tabla 4. Efecto antioxidante ($\mu\text{mol ET/g}$ de extracto) del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypifolia</i> L.	29
Tabla 5. Porcentaje de inhibición de radicales libres DPPH y ABTS del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypifolia</i> L.	30
Tabla 6. Concentración inhibitoria cincuenta (IC50) del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypifolia</i> L.	31

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Núcleo estructural de los flavonoides.	11
Figura 2. Estructura química del radical libre DPPH.	15
Figura 3. Estructura química del ABTS ⁺ (verde-azul) .	15
Figura 4. Estructura del complejo coloreado Fe ⁺³ -TPTZ .	16

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Matriz de definición y operacionalización de variables.	51
Anexo 2. Matriz de consistencia.	52
Anexo 3. Constancia de clasificación taxonómica de <i>Jatropha gossypiiifolia</i> L.	53
Anexo 4. Procedimientos de obtención de extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypiiifolia</i> L..	54
Anexo 5. Identificación de los metabolitos secundarios contenidos en el extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypiiifolia</i> L.	55
Anexo 6. Determinación del contenido de fenoles totales del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypiiifolia</i> L.	56
Anexo 7. Determinación del contenido de flavonoides del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypiiifolia</i> L.	57
Anexo 8. Diagrama para evaluar la actividad antioxidante por el método DPPH del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypiiifolia</i> L.	58
Anexo 9. Curva de calibración para evaluar la concentración inhibitoria cincuenta (IC50) por el método DPPH del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypiiifolia</i> L.	59
Anexo 10. Diagrama para la determinación de la actividad antioxidante por el método ABTS del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypiiifolia</i> L.	60
Anexo 11. Curva de calibración para evaluar la concentración inhibitoria cincuenta (IC50) por el método ABTS del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypiiifolia</i> L.	61

Anexo 12.	Diagrama para la determinación de la actividad antioxidante por el método FRAP del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypifolia</i> L.	62
Anexo 13.	T - Student del contenido de fenoles totales del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypifolia</i> L.	63
Anexo 14.	T - Student del contenido de flavonoides del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypifolia</i> L.	64
Anexo 15.	T - Student de la actividad antioxidante DPPH del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypifolia</i> L.	65
Anexo 16.	T - Student de la actividad antioxidante ABTS del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypifolia</i> L.	66
Anexo 17.	T – Student de la actividad antioxidante FRAP del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypifolia</i> L.	67
Anexo 18.	Prueba de análisis de varianza (ANOVA) y comparaciones múltiples (Tukey) de la actividad antioxidante (IC50) del método DPPH y ABTS del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypifolia</i> L.	68

RESUMEN

Diversas afecciones crónicas se vinculan con el estrés oxidativo, fenómeno resultante de la descompensación entre la generación de radicales libres y la acción protectora de los compuestos antioxidantes naturales del cuerpo. Este hecho ha incentivado la búsqueda de alternativas naturales con potencial antioxidante. En esta investigación se evaluó dicha capacidad en un extracto hidroalcohólico elaborado a partir de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L. El estudio, de tipo experimental y enfoque cuantitativo, incluyó recolección, secado y maceración de las muestras vegetales en etanol al 70 %, seguido de un análisis fitoquímico cualitativo. Se emplearon técnicas espectrofotométricas para la cuantificación de fenoles totales y flavonoides, y para determinar el efecto antioxidante se aplicaron los ensayos DPPH, ABTS y FRAP. Se realizó el tamizaje fitoquímico identificando fenoles, lactonas, flavonoides, triterpenos, aminoácidos, azúcares reductores, glucósidos cardiotónicos, catequinas y alcaloides. Las hojas mostraron valores de $493,46 \pm 5,04$ mg GAE/g de extracto en fenoles totales y $276,29 \pm 3,30$ mg QE/g en flavonoides, mientras que los tallos alcanzaron $343,38 \pm 1,78$ mg GAE/g y $119,54 \pm 3,77$ mg QE/g, respectivamente, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). La evaluación del efecto antioxidante en hojas, mediante los ensayos DPPH, ABTS y FRAP, mostró resultados de ($584,62 \pm 1,77$; $532,86 \pm 1,71$ y $664,48 \pm 1,13$ $\mu\text{mol ET/g}$ de extracto) superiores a tallos ($297,68 \pm 1,69$; $348,81 \pm 1,40$ y $333,41 \pm 1,13$ $\mu\text{mol ET/g}$ de extracto); ($p < 0,05$). Se concluye que las hojas de *Jatropha gossypifolia* L. “huanarpo macho” tienen un mayor efecto antioxidante que los tallos.

Palabras clave: *Jatropha gossypifolia* L., efecto antioxidante, flavonoides y fenoles totales.

ABSTRACT

A number of chronic conditions are linked to oxidative stress, a phenomenon resulting from a mismatch between the generation of free radicals and the protective action of the body's natural antioxidant compounds. This has prompted the search for natural alternatives with antioxidant potential. In this research, this capacity was evaluated in a hydroalcoholic extract elaborated from leaves and stems of *Jatropha gossypifolia* L. The study, of experimental type and quantitative approach, included collection, drying and maceration of the plant samples in 70 % ethanol, followed by a qualitative phytochemical analysis. Spectrophotometric techniques were used for the quantification of total phenols and flavonoids, and DPPH, ABTS and FRAP assays were used to determine the antioxidant effect. Phytochemical screening was performed to identify phenols, lactones, flavonoids, triterpenes, amino acids, reducing sugars, cardiogenic glycosides, catechins and alkaloids. Leaves showed values of $493,46 \pm 5,04$ mg GAE/g of extract in total phenols and $276,29 \pm 3,30$ mg QE/g in flavonoids, while stems reached $343,38 \pm 1,78$ mg GAE/g and $119,54 \pm 3,77$ mg QE/g, respectively, with statistically significant differences ($p < 0.05$). The evaluation of the antioxidant effect in leaves, by means of DPPH, ABTS and FRAP assays, showed results of ($584,62 \pm 1,77$; $532,86 \pm 1,71$ and $664,48 \pm 1,13$ $\mu\text{mol ET/g}$ of extract) superior to stems ($297,68 \pm 1,69$; $348,81 \pm 1,40$ and $333,41 \pm 1,13$ $\mu\text{mol ET/g}$ of extract); ($p < 0.05$). It is concluded that the leaves of *Jatropha gossypifolia* L. ‘huanarpo macho’ have a greater antioxidant effect than the stems.

Keywords: *Jatropha gossypifolia* L., antioxidant effect, flavonoids and total phenols.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El empleo de plantas medicinales tiene raíces profundas en la historia de múltiples civilizaciones, y hoy en día ha recobrado importancia debido al creciente interés por encontrar opciones naturales para prevenir y tratar diversas enfermedades. Una de las condiciones más relevantes en este campo es el estrés oxidativo, dado que se ha asociado al inicio y progresión de enfermedades crónicas como la arteriosclerosis, cáncer y diversos trastornos neurodegenerativos.^{1,2}

Este fenómeno ocurre cuando los mecanismos antioxidantes del organismo presentan una regulación deficiente frente a la sobreproducción de radicales libres y su neutralización. Aunque el cuerpo humano dispone de defensas antioxidantes naturales, factores como la edad, la contaminación ambiental y una alimentación deficiente pueden deteriorar estos mecanismos, incrementando el riesgo de desarrollar diversas patologías.³

Ante esta problemática, la comunidad científica se ha concentrado en los antioxidantes de origen vegetal, debido a su capacidad para reducir los efectos del estrés oxidativo. Recientes investigaciones han confirmado que ciertos polifenoles y flavonoides presentes en plantas medicinales poseen una notable actividad antioxidante, lo que refuerza su potencial como agentes terapéuticos naturales.²

Dentro de las especies con posible acción antioxidante se encuentra *Jatropha gossypifolia* L., conocida localmente como “huanarpo macho”, una planta originaria de la sierra peruana. Esta especie se emplea en la medicina ancestral debido a sus beneficios estimulantes y antiinflamatorios, aunque sus capacidades antioxidantes aún no han sido estudiadas en profundidad. Algunos estudios preliminares sobre otras especies del mismo género sugieren que contienen compuestos fenólicos con efectos antioxidantes, lo que plantea la necesidad de investigaciones más específicas.

En este sentido, la presente investigación adquiere relevancia por diversas razones. Desde el aspecto científico, pretende ampliar el conocimiento sobre los efectos antioxidantes de *Jatropha gossypifolia* L. En el plano tecnológico, los resultados podrían aprovecharse en el desarrollo de productos como suplementos dietéticos, cosméticos o medicamentos a base de esta planta. Finalmente, desde una perspectiva

social y humanística, esta investigación promueve el reconocimiento de los recursos naturales locales, incentivando su uso responsable y fomentando el crecimiento económico de comunidades rurales mediante prácticas sostenibles y valorización del saber ancestral.

Enunciado del problema

¿Tendrá efecto antioxidante el extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L. “huanarpo macho”?

Objetivo general

Evaluar el efecto antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L. “huanarpo macho”.

Objetivos específicos

- Cuantificar el contenido de fenoles totales y flavonoides de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L. “huanarpo macho”.
- Evaluar el efecto antioxidante de los compuestos fenólicos utilizando los métodos DPPH, ABTS y FRAP.

CAPÍTULO II. DESARROLLO DE LA PERSPECTIVA TEÓRICA

2.1. Marco referencial

2.1.1. Antecedentes internacionales

Iqbal et al.⁴, en el año 2023 investigaron la acción del extracto etanólico de *Jatropha mollissima* contra la cardiotoxicidad inducida por doxorubicina y la toxicidad renal. Se analizaron sus fitoquímicos y actividad antioxidante con ensayos DPPH, superóxido dismutasa (SOD), y óxido nítrico (NO), mientras que su efecto antiproliferativo y apoptótico se evaluó con bromuro de 3-(4,5-dimetiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazolio (MTT) y tinción celular. Los resultados mostraron una reducción dosis-dependiente de la viabilidad celular y efectos protectores en marcadores cardíacos y renales. En conclusión, *J. mollissima* tiene propiedades antioxidantes, antiproliferativas, cardioprotectoras y nefroprotectoras, con potencial para mitigar efectos adversos de la quimioterapia.

León et al.⁵, en el año 2021 llevaron a cabo una investigación orientada a identificar compuestos fenólicos en los órganos aéreos de *Jatropha cardiophylla* (Tor.) Müll. Arg., mediante la técnica para obtención basada en etanol como medio extractor. En el estudio fitoquímico se encontraron varios ácidos fenólicos, entre ellos el gálico, cafeico y protocatecuico, así como flavonoides como la epicatequina. La evaluación de la capacidad antioxidante, cuantificada como trolox equivalente por unidad de masa de extracto ($\mu\text{mol ET/g}$), mostró los siguientes valores: en el ensayo DPPH se registró una inhibición de $296,26 \pm 1,73$; $416,63 \pm 3,53$ en el método ABTS; y en el ensayo FRAP $456,71 \pm 2,67$.

Vega et al.⁶, en el año 2021 investigaron los fitoconstituyentes y la capacidad antioxidante presente en fracciones obtenidas con metanol a partir de hojas y tallos de *Jatropha cinerea* y *Jatropha cordata*. Se aplicaron métodos como la espectrometría de masas y la cromatografía líquida para el análisis. Los resultados mostraron que los tallos eran ricos en ácidos fenólicos y las hojas en flavonoides, destacando compuestos como ácido gálico, vitexina e isovitexina. *J. cordata* presentó la mayor capacidad antioxidante y concentración de fenoles. En conclusión, ambas especies son fuentes

naturales con potencial biotecnológico debido a su elevada concentración de compuestos con actividad antioxidante.

Wu et al.⁷, en el año 2019 tuvieron como objetivo actualizar y discutir la química, la farmacología específica y las actividades toxicológicas de *Jatropha gossypifolia* y sus metabolitos bioactivos. Para ello, en el año 2018 llevaron a cabo una revisión amplia recurriendo a bases de datos especializadas y motores de búsqueda académicos como PubMed, SciFinder, Cochrane Library, así como plataformas reconocidas de literatura científica tales como Web of Science, Scopus, ScienceDirect y Google Scholar, seleccionando estudios relacionados con la química, farmacología y toxicología de esta planta hasta diciembre de ese año. Los resultados mostraron que las hojas poseen propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas e insecticidas, las raíces y tallos presentan actividad antiinflamatoria y antimicrobiana, las semillas y frutos actúan como sedantes, analgésicos y antidiarreicos, y el látex tiene propiedades bactericidas y molusquicidas, utilizado tópicamente para heridas y mordeduras de animales venenosos. Concluyeron que exhibe propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas, antioxidantes, antineoplásicas, anticolinesterásicas y antihipertensivas, aunque los mecanismos de acción no han sido completamente explorados, destacando su potencial en la medicina complementaria y alternativa.

Hanafy et al.⁸, en el año 2018 examinaron la relación entre los fenoles y el potencial antioxidante en hojas de cuatro especies de *Jatropha* adaptadas a las condiciones de Egipto. Se evaluaron parámetros farmacopéicos y macronutrientes, mientras que los niveles de compuestos fenoles fueron determinados mediante espectrofotometría, y se utilizó el método DPPH con el propósito de medir el efecto antioxidante. Los resultados revelaron que *J. curcas*, *J. gossypifolia* y *J. multifida* mostró las cantidades más altas de actividad antioxidante, mientras que *J. integerrima* presentó los valores más bajos. En conclusión, estas especies podrían ser de interés para aplicaciones farmacéuticas debido a su riqueza en polifenoles.

Ramírez et al.⁹, en el año 2016 investigaron el perfil polifenólico presente en fracciones de *Jatropha dioica*, con el objetivo de evaluar su actividad como agente neutralizador de radicales libres. El potencial antioxidante fue medida mediante el ensayo ABTS/peroxidasa, mientras que la estimación de los polifenoles se realizó mediante el reactivo de Folin-Ciocalteu. Se evidenció que el proceso hidroalcohólico resultó ser el más efectivo para mantener los polifenoles, siendo la raíz el tejido con la mayor concentración. Se observó que el 89% del efecto antioxidante observado estaba

relacionado con la presencia de polifenoles, lo que permitió concluir que *J. dioica* tiene un gran potencial como fuente de metabolitos antioxidantes, con posibles usos terapéuticos en enfermedades vinculadas al daño oxidativo.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Obispo¹⁰, en el año 2024 investigó la actividad antioxidante del aceite esencial de *Clinopodium bolivianum* (muña o "koa"). El aceite fue extraído de las hojas por destilación por arrastre de vapor y analizado mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS), identificándose 33 compuestos, siendo la pulegona el mayoritario (63,82%). La capacidad antioxidante se evaluó con los métodos DPPH y ABTS, obteniéndose valores de CI_{50} de 1344,00 $\mu\text{g/mL}$ y 40,123 $\mu\text{g/mL}$, respectivamente. Se formularon un champú, una crema de peinar y una loción capilar, siendo esta última la que presentó mayor actividad antioxidante. Todas las formulaciones mostraron estabilidad adecuada, lo que resalta el potencial cosmético del aceite esencial de muña.

Tinco et al.¹¹, en el año 2021 estudiaron la actividad antioxidante de los metabolitos procedentes de la fracción de acetato de etilo de hojas y tallos de *Jatropha macrantha*, así mismo evaluaron su actividad biológica en modelos de disfunción eréctil en ratas provocadas por la aplicación de ketamina. Mediante LC-ESI-MS/MS (Cromatografía líquida de alta resolución acoplada a espectrometría de masas en tándem), se identificaron sustancias como cumarinas, flavonoides, ácidos fenólicos y terpenos. La cantidad total de fenoles y flavonoides fue determinada aplicando el reactivo de Folin-Ciocalteu junto con cloruro de aluminio. Las pruebas DPPH, ABTS y FRAP fueron empleadas para estimar el potencial antioxidante. En cuanto a los resultados, se demostró que la fracción LEAF evidenció más actividad antioxidante y un mejor desempeño en la función sexual de ratas con disfunción inducida, en comparación con SEAF, aunque fue menos eficaz que el sildenafil. En conclusión, *J. macrantha* evidenció resultados prometedores tanto en la mejora del comportamiento sexual como por su potencial como fuente natural de antioxidantes.

Cano et al.¹², en el año 2020 identificaron los metabolitos presentes en una solución hidroalcohólica obtenida empleando las hojas de *Minthostachys mollis* (muña), así como una evaluación de su acción antioxidante. Se efectuó la preparación del extracto utilizando hojas desecadas y pulverizadas, sometidos a un procedimiento de maceración con etanol y agua. Se aplicaron pruebas de solubilidad usando disolventes con distintas polaridades, seguido de una caracterización fitoquímica

preliminar. Algunos compuestos fueron separados empleando cromatografía en capa fina, obteniéndose un total de 12 fracciones, las cuales se analizaron por espectrofotometría UV-Visible. Para medir la actividad antioxidante se utilizaron las pruebas DPPH y ABTS, además se propusieron las estructuras de cinco flavonas y una flavanona, mostrando una notable capacidad neutralizante de radicales libres según los métodos aplicados.

Rodríguez y vega¹³, en el año 2019 evaluaron los componentes fenólicos y La facultad de contrarrestar los radicales libres en una solución etanólica elaborada a partir del látex y las hojas de *Jatropha curcas*, recolectados en el Instituto de Investigación de Plantas Medicinales de la UNAP. Para ello, se empleó un extracto etanólico al que se le añadió un 1% de ácido fórmico. Mediante espectrofotometría UV-visible, la técnica DPPH evaluó la capacidad antioxidante. Según los resultados, el látex presentaba mayores niveles de actividad antioxidante (95,48% de inhibición) y compuestos fenólicos totales (2.943,91 mg/100 g) que las hojas (1.568,53 mg/100 g y 90,02% de inhibición). En conclusión, *J. curcas* es una fuente rica en antioxidantes, con el látex mostrando el mayor potencial.

Hurtado et al.¹⁴, en el año 2015 evaluaron el potencial antioxidante derivado de un extracto elaborado con etanol y agua a partir del follaje de *Juglans neotropica* Diels también conocida comúnmente como nogal peruano. Se evaluaron diversos parámetros, incluyendo el contenido de humedad, características fisicoquímicas, comportamiento frente a distintos solventes, exploración fitoquímica en etapa inicial y pruebas de cromatografía en capa delgada. Con el objetivo de determinar el potencial antioxidante, se utilizó el método DPPH. La capacidad antioxidante fue cuantificada empleando concentraciones de 25 y 35 µg/mL, obteniéndose un valor de IC₅₀ similar a 12,82 µg/mL. Los resultados mostraron una presencia abundante de compuestos fenólicos.

2.1.3. Antecedentes locales

Quispe¹⁵, en el año 2024 determinó el potencial antioxidante de los extractos hidroalcohólicos y liofilizados del jugo de *Prunus serotina* Ehrhart, conocida como “guinda”. Para dicha evaluación, se emplearon los ensayos DPPH y ABTS, además de la cuantificación de flavonoides mediante cloruro de aluminio y de fenoles totales mediante el uso del reactivo Folin-Ciocalteu. Fenoles totales (29,93 ± 0,81 mg EAG/g) y flavonoides (19,57 ± 0,25 mg EQ/g) fueron más prevalentes en la preparación hidroalcohólica que en el jugo liofilizado (16,89 ± 0,39 mg EAG/g y 7,26 ± 0,43 mg

EQ/g, respectivamente). Además, su capacidad antioxidante fue superior, especialmente en DPPH ($76,85 \pm 0,34$ mmol ET/g) y ABTS ($102,95 \pm 0,34$ mmol ET/g). En conclusión, una fuente natural con un alto potencial antioxidante, especialmente en sus extractos de pulpa y epicarpio.

Atao¹⁶, en el año 2023 investigó sobre extractos etéreos y atomizados de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho” con el fin de determinar su potencial antioxidante. Utilizó ensayos basados en DPPH, ABTS y FRAP. La cuantificación de los fenoles totales se realizó mediante el reactivo de Folin-Ciocalteu, mientras que los flavonoides se analizaron con cloruro de aluminio. Los hallazgos sugieren que el extracto atomizado mostró niveles más elevados de compuestos fenólicos (26,06 mg EAG/g) y de flavonoides (71,60 mg EQ/g), y que posee mejor capacidad antioxidante según ABTS e inhibición del 75,97 % que el extracto etéreo. En conclusión, *J. macrantha* es una fuente rica en fenoles y flavonoides con alta actividad antioxidante.

Taboada¹⁷, en el año 2023 evaluó la actividad antioxidante y su influencia sobre la fertilidad utilizando un extracto atomizado preparado a partir de hojas y tallos de *Cnidioscolus diacanthus* (Pax. & Hoffm.), conocido comúnmente como “huanarpo hembra”. En este estudio se cuantificaron los compuestos fenólicos totales y los flavonoides, empleando los reactivos de Folin-Ciocalteu y cloruro de aluminio. Para determinar la capacidad antioxidante del extracto, aplicó los ensayos DPPH, ABTS y FRAP. Los resultados indicaron que los tallos contenían mayores niveles de fenoles ($464,38 \pm 4,40$ mg GAE/g) y flavonoides ($369,17 \pm 3,16$ mg QE/g) en comparación con las hojas, que presentaron $212,38 \pm 3,19$ mg GAE/g y $121,49 \pm 2,69$ mg QE/g, respectivamente. En cuanto a la fertilidad, las ratas macho a las que se administraron 100 mg/kg del extracto secado por pulverización presentaron niveles más elevados de progesterona (2.500 ng/mL en ambos casos) y testosterona (1.430 ng/mL en las hojas y 1.433 ng/mL en los tallos), lo que indica un posible impacto positivo en el equilibrio hormonal.

Huamán¹⁸, en el año 2021 evaluó el potencial antioxidante de los metabolitos fenólicos encontrados en las hojas y tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg., conocida comúnmente como “huanarpo macho”. Se elaboró un extracto hidroalcohólico inicial, al cual se le aplicó posteriormente una partición líquido-líquido utilizando acetato de etilo para concentrar sustancias fenólicas. Tanto los flavonoides como los compuestos fenólicos fueron determinados mediante reactivos específicos como cloruro de aluminio y Folin-Ciocalteu, respectivamente. Para medir el potencial antioxidante

utilizó las pruebas DPPH, ABTS y FRAP. Los datos obtenidos muestran que las hojas contenían una mayor concentración de fenoles (309,06 mg EAG/g) y flavonoides (106,36 mg EQ/g) en comparación con los tallos, además de presentar una mayor capacidad antioxidante. En conclusión, *J. macrantha* se destaca como una fuente rica en compuestos antioxidantes, siendo sus hojas las que muestran el potencial más alto.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Clasificación taxonómica de *Jatropha gossypifolia* L.

División	: “Magnoliophyta”
Clase	: “Magnoliopsida”
Subclase	: “Rosidae”
Orden	: “Malpighiales Juss. ex Bercht. & J. Presl”
Familia	: “Euphorbiaceae Juss.”
Género	: “ <i>Jatropha</i> L.”
Especie	: “ <i>Jatropha gossypifolia</i> L.”
N.V	: “huanarpo macho”

Certificado a través del Museo de Historia Natural de la UNMSM, determinado por MSc. Hamilton Beltrán Santiago. (Anexo 3)

2.2.2. Descripción del género

El género *Jatropha*, es autóctono de Perú y está ampliamente distribuido en regiones como Puno y en el valle del río Marañón, en el Amazonas. Se emplean los tallos juveniles del huanarpo; se han utilizado durante generaciones en la medicina tradicional, orientada a potenciar la salud sexual masculina y se asemejan a la anatomía de un hombre.¹⁹

2.2.3. Ubicación geográfica y hábitat

El género *Jatropha* prospera en suelos áridos y semiáridos, crece entre 1 900 y 2 500 m s. n. m. y no depende de tierras agrícolas. El tallo se vuelve amarillo y las flores empiezan a florecer durante la estación seca, mientras que las hojas y el tallo se vuelven verde brillante y no tienen flores durante la estación lluviosa.²⁰ Es una especie nativa de América tropical, presente en diversas regiones de Sudamérica. Crece en zonas áridas, semiáridas y en áreas perturbadas como bordes de caminos, pastizales degradados y terrenos abandonados. Se desarrolla tanto en estado silvestre como cultivada, propagándose principalmente por semillas²¹.

2.2.4. Descripción botánica

Corresponde a un arbusto de baja estatura entre 1 y 2,5 m, cuyas hojas exhiben una coloración que varía entre verde intenso y, con mayor frecuencia, un matiz rojo violáceo oscuro. Las dimensiones foliares se sitúan entre 16 a 19 cm de longitud y 10 a 12,9 cm de ancho. Dichas hojas se disponen de manera alterna, una forma palmada y una superficie cubierta de vellosidad, con un extremo acuminado, una base en forma de corazón y bordes con un margen dentado. Las flores de la planta son unisexuales y de color violáceo, agrupadas en inflorescencias cimosas, con un cáliz compuesto por cinco pétalos; en las flores masculinas, dicho cáliz puede presentar una estructura tubular petaloide. El fruto es una cápsula con tres surcos, dentro de la cual se encuentra una semilla oscura con manchas negras. En cuanto a las características microscópicas de las hojas, diversas investigaciones han identificado rasgos importantes que permiten distinguir esta especie de otras dentro del género *Jatropha*.²¹

Es un árbol con hojas grandes, alternas, vellosas y lobuladas. Sus flores púrpuras se agrupan en cimas paniculadas, y sus pequeños frutos cápsulares (de aproximadamente 1 cm) contienen entre una y tres semillas de color oscuro, con manchas y alto contenido oleoso.^{22,23}

Olowokudejo, mediante microscopía electrónica, analizó la epidermis de varias especies de *Jatropha*. En el caso de *J. gossypiiifolia*, se observó una capa de cera constante en una de sus superficies, sin surcos visibles. Además, presenta estomas paracíticos y braquiparacíticos con bordes cuticulares gruesos, junto a pelos uniseriados y glándulas alargadas.²⁴

2.2.5. Usos tradicionales

Se usan varias partes de la planta en la elaboración de distintas preparaciones (infusiones, decocciones, maceraciones, entre otras) y se administran por distintas vías, como la oral, tópica o en baños. Se le atribuyen principalmente propiedades antiinflamatorias, antidiarreicas, antiofídicas, analgésicas, antipiréticas, antimicrobianas, cicatrizantes, antianémicas, antidiabéticas y antihemorrágicas.²¹ Los lugareños en la región andina del Perú lo usan como ictiotóxico para pescar, y las hojas y raíces como afrodisíaco para los hombres.^{20,25}

2.2.6. Composición química

En *Jatropha gossypiiifolia* L., se ha determinado una elevada concentración de compuestos fitoquímicos como alcaloides, fenoles, ácidos grasos, esteroides, taninos, terpenoides, flavonoides, triterpenoides, lignanos y proteínas.^{21,26}

2.2.7. *Compuestos fenólicos*

Se distinguen por uno o varios grupos hidroxilos (-OH) unidos a un anillo aromático. Se sabe que estos compuestos, que se encuentran en grandes cantidades en frutas, verduras, raíces y cereales, tienen cualidades antiinflamatorias y antioxidantes, además de ayudar a prevenir una serie de enfermedades. Estas sustancias son producidas por las plantas como resultado de funciones metabólicas vitales como el crecimiento, la reproducción y los mecanismos de defensa contra factores ambientales nocivos como los rayos UV o los ataques de enfermedades y herbívoros.²⁷ Los ácidos fenólicos, los flavonoides, los taninos, los estilbenos y los lignanos son los miembros más representativos de este grupo. Los dos mecanismos principales para la producción de estas sustancias químicas son la condensación de las unidades de acetil-CoA en poliacetatos y el proceso del ácido shikímico influenciado por la luz. Para que las especies vegetales produzcan metabolitos secundarios, son necesarias ambas vías metabólicas.²⁸

- **Ácidos fenólicos**

Los ácidos fenólicos se dividen en dos categorías principales: los derivados del ácido hidroxibenzoico y los del ácido hidroxicinámico. La estructura de estos compuestos se caracteriza por tener varios grupos hidroxilo, lo cual permite una mayor separación entre el grupo carboxilo y el núcleo aromático. En particular, el anillo aromático del ácido cinámico, cuenta con una cadena lateral compuesta por tres átomos de carbono ($C-C=C$), la cual genera resonancia electrónica que facilita la deslocalización de electrones en los enlaces π . Este proceso favorece la neutralización de los radicales libres, lo que a su vez incrementa la capacidad antioxidante del compuesto.

Por otro lado, el segundo grupo se caracteriza por incluir un fragmento $CH=CH-COOH$, que reemplaza al grupo carboxilo ($COOH$) presente en los ácidos hidroxibenzoicos.²⁷

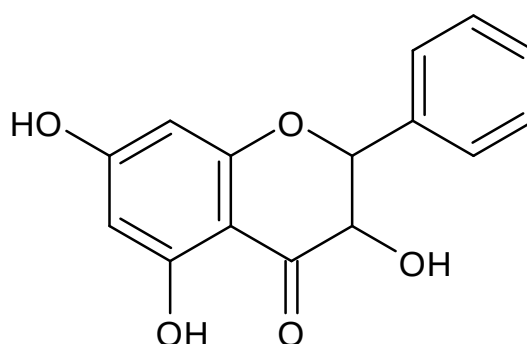
- **Flavonoides**

Los flavonoides forman un amplio conjunto de compuestos fenólicos generados por el metabolismo secundario vegetal. Se les atribuyen diversas acciones farmacológicas, destacando especialmente su actividad venotónica, su capacidad antioxidante y su acción inhibidora sobre diversas enzimas implicadas en funciones del sistema vascular.²⁹

Estructuralmente, los flavonoides se caracterizan por tener una estructura molecular pequeña o de baja masa, cuya base es el esqueleto de difenilpirano ($C_6-C_3-C_6$), esta estructura consiste en dos anillos fenólicos, denominados A y B, conectados por una cadena de tres átomos de carbono que da lugar a la formación de un anillo heterocíclico. Esta familia de compuestos polifenólicos comparte un núcleo característico de 2-fenil-bencil- γ -pirona, el cual puede experimentar diversas modificaciones estructurales, dando origen a subgrupos como flavonoles, auronas, isoflavonas, flavonas y antocianinas, entre otros.³⁰

Figura 1

*Núcleo estructural de los flavonoides*³⁰



2.2.8. Acción antioxidante de los compuestos fenólicos

Su potencial antioxidante depende de su configuración química, la cantidad de grupos $-OH$ y su peso molecular. En concreto, se ha demostrado que los grupos orto-dihidroxilo en el anillo B, el doble enlace entre C-2 y C-3 junto a la función oxo en C-4 del anillo C, así como los hidroxilos en las posiciones 3 y 5 y la función 4-oxo en los anillos A y C, incrementan notablemente esta actividad. Además, estas características estructurales son propias de los flavonoides.³¹

Debido a sus características redox, que son cruciales para eliminar y neutralizar los radicales libres, así como para descomponer los peróxidos, los compuestos fenólicos tienen un efecto antioxidante. en función del tipo de sustancias químicas y de lo solubles que sean en la fase lipídica o acuosa. Pueden quelar cationes divalentes como el Fe^{2+} y el Zn^{2+} mediante la combinación de grupos hidroxilo y carboxilo, además de ser conocidos por impedir la absorción de diversos minerales. Dado que los flavonoides son quelantes del hierro y eliminadores de radicales libres (donantes de electrones o átomos de hidrógeno), se descubrieron más pruebas de su potente acción antioxidante.³²

2.2.9. Radicales libres

Corresponden a especies químicas capaces de mantenerse de forma independiente. Son especialmente reactivos porque tienen un orbital con un electrón no apareado. La ruta del transporte electrónico, biosíntesis de prostaglandinas y el sistema enzimático del citocromo P450 son algunos de los procesos enzimáticos que suelen producir radicales libres generados en el cuerpo humano durante el metabolismo celular aeróbico. Sin embargo, los procesos no enzimáticos, como los desencadenados por la radiación ionizante o la reacción del oxígeno con moléculas orgánicas, también pueden producir “accidentalmente” radicales libres. Además, el organismo está expuesto a sustancias oxidantes en el medio ambiente, como el humo del tabaco y el ozono.³³

2.2.10. Antioxidantes

Incluyen sustancias químicas, ya sean de origen natural o sintético, que se hallan en numerosos alimentos y plantas. Incluyen sustancias químicas, tanto naturales como sintéticas, que se encuentran en numerosos alimentos y plantas. Estos agentes son capaces de ralentizar los procesos de oxidación de sustancias susceptibles, mediante procesos como la eliminación de radicales libres o la fijación del oxígeno reactivo. Desde hace décadas, se han utilizado antioxidantes sintéticos como aditivos en la industria alimentaria a fin de mantener la calidad de los productos, particularmente evitando la oxidación de los lípidos.³⁴

2.2.11. Estrés oxidativo

La producción excesiva de oxígeno reactivo provoca estrés oxidativo, el cual se manifiesta como un desequilibrio oxidativo respecto a las especies reductoras o, más exactamente, una alteración de la señalización redox. Entre estas especies reactivas se incluyen el óxido nítrico, el peroxinitrito, los radicales hidroxilo, alcoxilo y peroxilo lipídico, así como el anión superóxido, todos ellos capaces de alterar y modular la función de diversas biomoléculas esenciales para el funcionamiento celular.³⁵

2.2.12. Mecanismo de los oxidantes

Los sistemas antioxidantes del organismo son agrupados en dos grandes grupos: enzimáticos y no enzimáticos. En los enzimáticos se encuentran enzimas como glucosa-6-fosfato deshidrogenasa, la reductasa de glutatión, la peroxidasa de glutatión, la transferasa de glutatión, la dismutasa del superóxido y la catalasa. Por otro lado, los antioxidantes no enzimáticos incluyen compuestos como el ácido ascórbico, el glutatión, los tocoferoles, la coenzima Q, así como diversos flavonoides y carotenoides, entre los que destacan la luteína, el licopeno y la zeaxantina.³³

Especies oxidantes de oxígeno y de nitrógeno (ROS y RNS) las proteínas favorecen el desarrollo de estrés oxidativo, un fenómeno que contribuye al surgimiento de múltiples trastornos patológicos. Este desequilibrio ha sido asociado a enfermedades crónicas y degenerativas de tipo reumatológico, renal, neurológico, endocrino, respiratorio, cardiovascular, así como a diversos tipos de cáncer y a la diabetes.³⁶

2.2.13. Métodos para determinar el efecto antioxidante

Mediante una serie de pruebas, la capacidad antioxidante puede determinarse utilizando productos intermedios o finales. Las diferencias entre los distintos métodos de evaluación antioxidante son el resultado de múltiples factores, entre ellos el tipo de oxidante empleado, las características del sustrato, duración de la reacción, el tipo de instrumental empleado, la sensibilidad del ensayo y las interacciones que se producen entre la muestra y el medio reactivo. Un inductor, también conocido como agente oxidante, oxida una molécula, cambiando su color y produciendo una luz de quimioluminiscencia o fluorescencia. El método seleccionado viene determinada por los iniciadores, que pueden ser oxidantes secuestradores de hidrógeno atómico u oxidantes captadores de electrones.³⁷

Tabla 1

*Distribución de modelos de ensayos del efecto antioxidante in vitro.*³⁸

Prueba de reacción de transferencia de electrones	Ensayo de la reacción de transferencia de átomos de hidrógeno
• ABTS⁺ (Acido 2,2'azino-bis(3- etilbenzotiazolin)-6- sulfónico) • FRAP (parámetro antioxidante reductor de iones férricos) • DPPH (2,2-difenil -1-picrilhidrazilo) • DMPD (N,N-dimetil-p-fenilendiamina) • CUPRAC (capacidad reductora del ión cúprico)	• ORAC (capacidad para la absorción de radicales de oxígeno) • TRAP (características antioxidantes totales para la eliminación de radicales) • Prevención de la oxidación de lípidos de baja densidad • Prevención del proceso oxidativo del ácido linoleico

• Determinación de fenoles totales

Según Singleton *et al.*, el ensayo de Folin-Ciocalteu, que se basa en la reactividad de los compuestos fenólicos con este reactivo, se utiliza para evaluar la

concentración de polifenoles. Al utilizar una reacción redox en un medio alcalino para producir una coloración azul que puede medirse a 765 nm, el ensayo es una técnica para cuantificar las sustancias químicas fenólicas en productos vegetales. Este proceso involucra la reducción del ácido fosfomolibdotúngstico, presente en el reactivo compuesto por molibdato y wolframato de sodio en ácido fosfórico. La intensidad del color refleja la concentración de polifenoles y su capacidad antioxidante. Aunque se trata de un método preciso, variables como la concentración de reactivación, el tiempo de reacción y el volumen de la muestra pueden afectar a los resultados; por este motivo, se recomienda el ácido gálico como patrón de referencia.³⁹

- **Determinación de flavonoides**

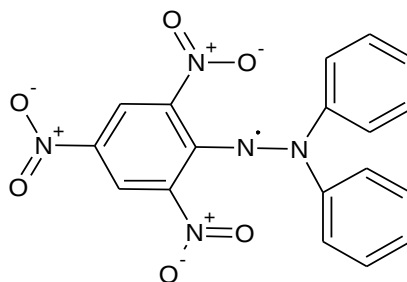
Esta técnica se fundamenta en la interacción de compuestos químicos, como los flavonoides, con el cloruro de aluminio, dando lugar a la formación de complejos estables que generan un desplazamiento hacia longitudes de onda mayores. Este fenómeno permite minimizar la interferencia de otros compuestos fenólicos presentes en las plantas, como los ácidos fenólicos, que suelen coexistir con los flavonoides. El principio colorimétrico se basa en la capacidad del cloruro de aluminio para formar complejos estables con los grupos hidroxilo ubicados en las posiciones C3 o C5 de flavonas y flavonoles, así como con el grupo ceto en C4. Adicionalmente, este reactivo puede formar complejos inestables con grupos orto-dihidroxilo en los anillos A o B de los flavonoides en medio ácido, lo que se manifiesta como una coloración rojiza. Los metabolitos secundarios presentes en la muestra reaccionan con el cloruro de aluminio, generando complejos que pueden ser cuantificados espectrofotométricamente a 415 nm, empleando una curva de calibración elaborada con quercetina como patrón.⁴⁰

- **Evaluación del potencial antioxidante a través del ensayo DPPH**

Durante el ensayo, un electrón desapareado se transfiere a una molécula completa. El DPPH no requiere síntesis previa, ya que es un radical libre que mantiene su estructura y posee una coloración púrpura intenso que se encuentra disponible comercialmente. La actividad antioxidante se manifiesta al ceder electrones que estabilizan el radical libre DPPH, generando un cambio cromático. La disminución del color indica la acción antioxidante. Aunque se trata de un procedimiento simple, su sensibilidad puede depender de distintos factores, entre ellos, la clase y cantidad del disolvente empleado, la concentración del agente reactivo, así como la existencia de iones metálicos o de átomos de hidrógeno.⁴¹

Figura 2

Estructura química del radical libre DPPH⁴¹



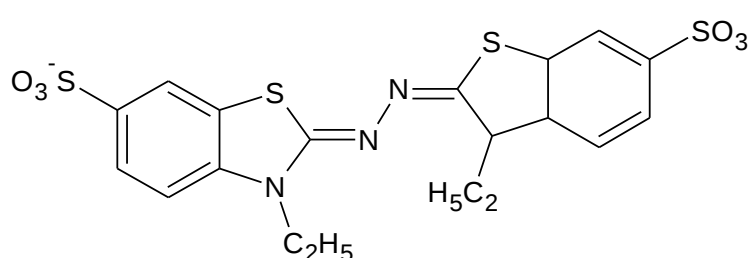
1,1-difenil-2-picrilhidrazilo

- **Capacidad de neutralización del radical 2,2-azinobis 3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico (ABTS)**

El método propuesto por Miller *et al.* (1993) evalúa el potencial antioxidante del ABTS^{o+} para eliminar aniones radicales de larga duración. Este radical se genera mediante su por diversos agentes como persulfato de potasio, peróxido de hidrógeno, adquiriendo un color verde-azulado. Este radical permite valorar la actividad antioxidante tanto de compuestos hidrofílicos como lipofílicos presentes en extractos de origen vegetal y en fluidos biológicos, debido a su solubilidad en medios polares y apolares, así como a su independencia frente a la fuerza iónica del entorno. Las lecturas espectrofotométricas se realizan a una longitud de onda de 734 nm. La reducción del radical, tras la incorporación del antioxidante, se determina mediante la disminución en la absorbancia, la cual se compara con un patrón de Trolox. Los resultados que se obtienen se reportan como Capacidad Antioxidante Equivalente a Trolox (TEAC). Su principal ventaja es su aplicación en muestras hidrosolubles y liposolubles, con resultados rápidos y reproducibles mediante espectrofotometría. Además, al operar en una longitud de onda poco común en alimentos, minimiza interferencias, siendo ideal para el análisis de extractos vegetales.^{42,43}

Figura 3

Estructura química del ABTS⁺(verde-azul)⁴²



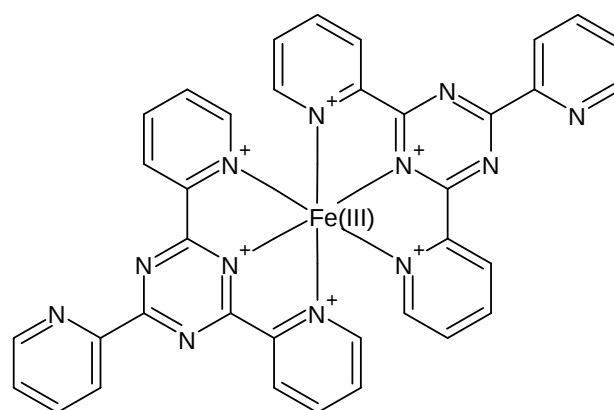
2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico)

- **Método de reducción del hierro (FRAP)**

Mediante la conversión del hierro férrico (Fe^{3+}) en hierro ferroso (Fe^{2+}) en un entorno ácido, esta técnica cuantifica la capacidad antioxidante. El reactivo TPTZ quela el hierro, lo que resulta en un complejo azul Fe^{3+} -TPTZ con máxima absorbancia (595 nm) y el complejo amarillo es Fe^{2+} -TPTZ. La espectrofotometría se utiliza para evaluar la producción de este complejo y cuantificar la actividad antioxidante. La principal desventaja de este ensayo es que requiere realizarse en una matriz acuosa, a pesar de que proporciona resultados de forma rápida y consistente. Por lo tanto, se requiere un antioxidante de referencia hidrosoluble, como Trolox o ácido ascórbico.⁴²

Figura 4

*Estructura del complejo coloreado Fe^{+3} -TPTZ.*⁴²



2,4,6-tris(2-piridil)-1,3,5-triazina

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Antioxidante

“Son sustancias que inhiben o retardan el proceso de oxidación de otras moléculas al impedir el inicio de las reacciones en cadena provocadas por los radicales libres”.⁴⁴

2.3.2. Radical libre

“Moléculas inestables que contienen electrones desapareados en su última órbita, lo que les otorga un carácter paramagnético y una alta reactividad. Esta propiedad les permite interactuar de manera inespecífica con diversas moléculas celulares y biomoléculas, afectando su estructura y función”.⁴⁵

2.3.3. Polifenoles

“Conjunto heterogéneo de moléculas que comparten la característica de poseer en su estructura varios grupos bencénicos sustituidos por funciones hidroxílicas”.⁴⁶

2.3.4. Flavonoides

“Los flavonoides son pigmentos naturales presentes en los vegetales y que protegen al organismo de los daños producidos por sustancias o elementos oxidantes como los rayos ultravioletas, la contaminación ambiental y de sustancias nocivas presentes en los alimentos”.⁴⁷

2.4. Marco ético y legal

No aplica

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Alcance de investigación

Según Hernández, *et al.*⁴⁸ el alcance de la investigación es de tipo descriptivo y explicativo.

3.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación aplicado para la identificación de metabolitos secundarios y la determinación del contenido de compuestos fenólicos corresponde a un diseño no experimental, transversal y de tipo descriptivo. En cambio, para la evaluación del efecto antioxidante, se emplea un diseño experimental con posprueba únicamente y con grupo control, ya que se manipulan las concentraciones del extracto para analizar su efecto en condiciones controladas.⁴⁸

3.3. Unidad de análisis

Extracto hidroalcohólico de hojas y tallos.

3.4. Población de estudio

Las hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L. “huanarpo macho” fueron recolectados en el departamento de Apurímac, comunidad Cocas del distrito Pacucha.

3.5. Muestra

425 g de tallos y 275 g de hojas de *Jatropha gossypifolia* L. “huanarpo macho”, que fueron recolectadas en el mes de enero de 2025, que crece en la comunidad de Cocas del distrito Pacucha a 3125 m s. n. m. del departamento de Apurímac. El muestreo se realizó por conveniencia.

3.6. Criterios de selección

3.6.1. Criterios de inclusión

Se seleccionó hojas y tallos en buen estado, hojas verdes.

3.6.2. Criterios de exclusión

No se incluyen las hojas y tallos en mal estado, las hojas rotas o ennegrecidas, ni los tallos con insectos o cualquier tipo de parásito específico de la planta. Tampoco se admitirán las raíces y floraciones de *Jatropha gossypifolia* L.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. *Recolección de la muestra*

Los tallos y las hojas se recolectaron en el distrito Pacucha, se envasaron en bolsas de papel kraft y fueron transportados al Laboratorio de Farmacología. Parte de la muestra fue utilizada para la certificación botánica por el herbario San Marcos, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016). (Anexo 3)

3.7.2. *Preparación de la muestra*

Para garantizar un secado adecuado, se eligieron hojas y tallos sanos, se introdujeron en bolsas de papel Kraft, se almacenaron a temperatura ambiente y protegidas del sol. Durante dos semanas, las muestras se secaron bajo observación; para garantizar un secado uniforme y evitar la descomposición, se sustituyó con frecuencia el papel kraft y se rotaron las muestras. Tras el secado completo, los materiales se trituraron mecánicamente hasta obtener un polvo utilizando un triturador manual y se conservaron a temperatura ambiente en frascos de color ámbar. (Anexo 4)

3.7.3. *Obtención del extracto hidroalcohólico*

En recipientes de vidrio ámbar se utilizaron 4 L de etanol a 70°, 425 g de hojas secas pulverizadas y 275 g de tallos de huanarpo macho seco para hacer el extracto hidroalcohólico mediante el proceso de maceración. Después, la mezcla se agitó dos veces al día durante 15 minutos cada una mientras se conservaba en un lugar fresco y oscuro durante 15 días. Para obtener un líquido en forma de jarabe, fue sometido a filtración mediante una bomba de vacío y papel filtro; posteriormente, se concentró utilizando un evaporador rotatorio (R300 BUCHI) hasta alcanzar una consistencia similar a jarabe. Finalmente, se distribuyó en bandejas de vidrio y se dejó en la estufa a 45 °C hasta alcanzar su completa desecación. (Anexo 4)

3.7.4. *Screening fitoquímico del extracto hidroalcohólico*

Los materiales se etiquetaron y separaron en porciones de dos mililitros en doce tubos de ensayo después de diluir un gramo de muestras de hojas y tallos en cien mililitros de agua destilada. Se utilizaron las técnicas descritas por Miranda y Cuéllar⁴⁹ para realizar experimentos de desgasificación, formación de espuma, coloración y precipitación. (Anexo 5)

3.7.5. *Cuantificación del contenido de fenoles totales*

Thaipong *et al.*⁵⁰ ajustaron la metodología de Swain y Hillis,⁵¹ con la finalidad de estimar la concentración total de compuestos fenólicos. Para ello, se tomaron 100 mg del extracto, los cuales fueron disueltos en 100 mL de metanol, obteniendo una

concentración final de 1 mg/mL. Esta preparación fue empleada directamente en el análisis. En una mezcla final de 2400 µL, se añadieron 150 µL de la muestra, junto con 150 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu (0.25 N). La solución se dejó reposar durante tres minutos para favorecer la reacción, tras lo cual se incorporaron 300 µL de una solución de Na₂CO₃ al 1N, agitando vigorosamente con vórtex. Posteriormente, la mezcla fue mantenida a temperatura ambiente (aproximadamente 20 °C) durante dos horas, protegida de la exposición a la luz. La lectura de la absorbancia se realizó a una longitud de onda de 725 nm utilizando un espectrofotómetro UV-Vis (Genesys 150, Thermo Scientific). La curva de calibración fue elaborada utilizando soluciones estándar de ácido gálico con concentraciones que variaban desde 0,0 hasta 30,0 µg/mL (incluyendo los valores: 0,0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; 25,0 y 30,0 µg/mL). Todas las determinaciones se efectuaron por triplicado, expresando los resultados en miligramos de equivalentes de ácido gálico (GAE) por gramo de extracto seco. (Anexo 6)

3.7.6. Cuantificación del contenido de flavonoides

Zhishen *et al.*⁵² describieron una metodología basada en el uso de cloruro de aluminio, empleando la misma muestra utilizada previamente para el análisis de fenoles totales. Se tomaron 500 µL de la muestra, a los cuales se añadieron 150 µL de una solución de NaNO₂ al 5 %, mezclando suavemente y dejando reposar durante cinco minutos a temperatura ambiente. Luego, el volumen se ajustó a 1 mL con agua destilada. Posteriormente, se agregaron 150 µL de AlCl₃ al 10 %, agitando en vórtex para asegurar una adecuada interacción, y se dejó reposar durante seis minutos a temperatura ambiente. En la etapa siguiente, se incorporaron 5 mL de agua destilada junto con 2 mL de NaOH al 4 %, mezclando nuevamente. La mezcla se dejó en reposo durante 15 minutos, protegida de la luz directa. La absorbancia se midió a una longitud de onda de 510 nm. Para establecer la curva de calibración, se utilizó quercetina en concentraciones de 40,0; 80,0; 120,0; 160,0 y 200,0 µg/mL. Todos los análisis se realizaron por triplicado, y los resultados fueron expresados como miligramos equivalentes de quercetina por gramo de muestra (mg QE/g). (Anexo 7)

3.7.7. Determinación del efecto antioxidante

- **Ensayo de eliminación de radicales libres DPPH**

Se evaluó la capacidad antioxidante mediante el ensayo de barrido de radicales libres DPPH, siguiendo el protocolo original descrito por Brand-Williams *et al.*⁵³, con las modificaciones propuestas por Thaipong *et al.*⁵⁰ Para llevar a cabo el análisis, se disolvieron 100 mg del extracto en 100 mL de metanol, logrando una concentración

final de 1 mg/mL. La absorbancia se registró a $1,1 \pm 0,02$ nm mediante un espectrofotómetro UV-Vis (modelo Genesys 150, Thermo Scientific). En una mezcla de reacción, se añadieron 150 μ L de la muestra y 2850 μ L de la solución de trabajo de DPPH (ST), ajustando nuevamente la absorbancia al valor de $1,1 \pm 0,02$ nm. Para evitar la degradación por luz, la mezcla se incubó en completa oscuridad durante 24 horas. (Anexo 8)

El porcentaje de actividad antioxidante fue determinado aplicando la fórmula correspondiente.^{54,55}

$$\% \text{ de secuestro del DPPH} = \left[\frac{A_{\text{DPPH}} - A_{\text{MP}}}{A_{\text{DPPH}}} \right] \times 100$$

Donde A_{MP} es la absorbancia del material estudiado y A_{DPPH} es la absorbancia del DPPH.

Se empleó Trolox para elaborar una curva patrón en el rango de 25 a 800 μ M. Los resultados fueron reportados en miligramos de Trolox equivalente por gramo de muestra (mg TE/g), que es la unidad utilizada para representar los valores obtenidos.

Posteriormente, se trabajó con distintas concentraciones del extracto hidroalcohólico (0,25; 0,50; 0,75 y 1,0 mg/mL), evaluando su capacidad para inhibir el radical DPPH mediante el cálculo del valor IC_{50} , correspondiente a la concentración necesaria para reducir el 50 % de los radicales.

- **Ensayo por el método de secuestro del catión radical ABTS^{o+}**

Se preparó una solución al disolver 100 mg del extracto en 100 mL de metanol, logrando así una concentración final de 1 mg/mL. Este protocolo siguió a Arnao *et al.*⁵⁶ con las adaptaciones propuestas por Thaipong *et al.*⁵⁰ La absorbancia se registró a 734 nm en un espectrofotómetro UV-Vis Genesys 150 de Thermo Scientific, tras combinar 150° μ L de la disolución con 2850° μ L de la solución de trabajo (ST) de ABTS, preajustada a $1,10 \pm 0,02$ de absorbancia. Finalmente, la mezcla reaccionó durante dos horas en oscuridad. (anexo 10)

Se aplicó una fórmula específica para calcular el porcentaje de inhibición de radicales libres:

$$\% \text{ de actividad de eliminación de ABTS} = \left[\frac{A_{\text{ABTS}} - A_{\text{MP}}}{A_{\text{ABTS}}} \right] \times 100$$

Donde:

A_{ABTS} : absorbancia del radical ABTS⁺.

A_{MP} : absorbancia registrada para la muestra estudiada.

Para construir la curva de calibración, se empleó Trolox como estándar, utilizando un rango de concentraciones entre 50 y 400 μmol . Los resultados obtenidos se reportaron como micromoles equivalentes de Trolox por gramo de extracto ($\mu\text{mol ET/g}$). Asimismo, se prepararon diluciones del extracto hidroalcohólico a concentraciones de 0.25, 0.50, 0.75 y 1.0 mg/mL, y se calculó el valor de IC₅₀, el cual representa la concentración requerida para lograr una inhibición del 50 % del radical ABTS.

- **Método de reducción del hierro (FRAP)**

Siguiendo el método desarrollado por Benzie y Strain⁵⁷, con las modificaciones realizadas por Thaipong *et al.*⁵⁰, se preparó la muestra disolviendo 100 mg del extracto hidroalcohólico en 100 mL de metanol, obteniendo una solución final de 1 mg/mL. Para el ensayo, se mezclaron 150 μL de la muestra con 2850 μL de la solución FRAP, permitiendo que la reacción transcurriera durante 30 minutos antes de registrar la absorbancia a una longitud de onda de 593 nm. Los resultados fueron expresados como micromoles equivalentes de Trolox por gramo de extracto ($\mu\text{mol ET/g}$). Asimismo, se elaboró una curva de calibración empleando Trolox como estándar, con un rango de concentración entre 50 y 800 μmol , y los datos se presentaron también en $\mu\text{mol ET/g}$ de extracto. (Anexo 12)

3.8. Análisis de datos

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para el tratamiento estadístico de los resultados, seguido por la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, así como la prueba t de Student para muestras independientes, con un nivel de confianza del 95 %. Los datos fueron analizados con el software estadístico SPSS, versión 21, en un sistema operativo Windows.

3.9. Consideraciones éticas

No aplica.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Tabla 2

Metabolitos secundarios presentes en el extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de Jatropha gossypifolia L.

Metabolito secundario	Ensayo	Observación	Resultado	
			Hojas	Tallos
Fenoles, taninos	FeCl ₃	Color azul negruzco intenso	++++	+++
Lactonas, cumarinas	Baljet	Coloración vino	+++	+++
Flavonoides	Shinoda	Coloración naranja rojizo	++++	++
Triterpenos, esteroides	Liebermam B.	Coloración verde petróleo - negro	+++	+
Aminoácidos	Ninhidrina	Coloración violeta intenso	++++	++++
Azúcares reductores	Benedict	Precipitado rojo	+++	++++
Saponinas	Espuma	Presencia de espuma	+	+
Catequinas	Catequinas	Fluorescencia verde carmelita	++++	+++
Glucósidos cardiotónicos	Kedde	Coloración violeta	++++	++
Alcaloides	Wagner	Precipitado rojizo	+++	++
	Mayer	Precipitado blanquecino	++	++
	Dragendorff	Precipitado naranja intenso	++	++

Nota: escaso (+), moderado (++), intenso (+++), muy abundante (++++)

Tabla 3

*Contenido de fenoles totales y flavonoides en el extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L.*

Muestra	Fenoles totales	Flavonoides
	(mg GAE/g de extracto)	(mg QE/g de extracto)
Hojas	493,46 ± 5,04	276,29 ± 3,30
Tallos	343,38 ± 1,78	119,54 ± 3,77

Nota. mg GAE/g: miligramos de fenoles totales expresados como ácido gálico por gramo de muestra. mg QE/g: miligramos de flavonoides expresado como quercetina por gramo de extracto. T– Student para muestras independientes. Análisis de varianza ($p < 0,05$).

Tabla 4

*Efecto antioxidante ($\mu\text{mol ET/g}$ de extracto) del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L.*

Muestra	DPPH	ABTS	FRAP
	($\mu\text{mol ET/g}$ de extracto)	($\mu\text{mol ET/g}$ de extracto)	($\mu\text{mol ET/g}$ de extracto)
Hojas	584,62 $\pm$ 1,77	532,86 $\pm$ 1,71	664,48 $\pm$ 1,13
Tallos	297,68 $\pm$ 1,69	348,81 $\pm$ 1,40	333,41 $\pm$ 1,13

Nota. $\mu\text{mol ET/g}$ de extracto micromoles equivalentes de trolox por miligramo de extracto. T– Student para muestras independientes. Análisis de varianza ($p < 0,05$).

Tabla 5

Porcentaje de inhibición de radicales libres DPPH y ABTS del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de Jatropha gossypifolia L.

Muestra	DPPH (%)	ABTS (%)
Hojas	64,37 ± 0,20	90,05 ± 0,29
Tallos	32,13 ± 0,19	59,31 ± 0,23

Nota. Porcentaje de inhibición (%).

Tabla 6

Concentración inhibitoria cincuenta (IC50) del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de Jatropha gossypifolia L.

Muestra	DPPH (IC ₅₀ mg/mL)	ABTS (IC ₅₀ mg/mL)
Hojas	0,74 ± 0,00	0,41 ± 0,00
Tallos	1,59 ± 0,00	0,82 ± 0,00
Trolox	0,11 ± 0,00	0,08 ± 0,00

Nota. Prueba de análisis de varianza (ANOVA) y comparaciones múltiples (Tukey) de la actividad antioxidante (IC₅₀) del método DPPH y ABTS. Análisis de varianza (p<0,05).

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L., una planta conocida comúnmente como “huanarpo macho” y utilizada tradicionalmente por sus propiedades medicinales. Los resultados obtenidos permiten afirmar que las hojas de esta especie poseen un contenido significativamente mayor de compuestos fenólicos y flavonoides en comparación con los tallos, lo cual se ve reflejado también en una mayor capacidad antioxidante determinada por los métodos DPPH, ABTS y FRAP. Estas evidencias respaldan el potencial bioactivo de *Jatropha gossypifolia* L., posicionándola como una planta con valor terapéutico en el contexto del estrés oxidativo.

El extracto hidroalcohólico de *Jatropha gossypifolia* L. se sometió a un cribado fitoquímico que permitió identificar metabolitos secundarios, como taninos, lactonas, aminoácidos, alcaloides, catequinas, saponinas y glucósidos cardiotónicos. Estos compuestos son reconocidos por su potencial bioactivo, particularmente en actividades antioxidantes, antimicrobianas y antiinflamatorias.⁵⁸ (anexo 5)

Wu *et al*⁷., realizaron una revisión bibliográfica abarcando diversas fracciones de la planta (hojas, tallos, raíces, semillas, frutos y látex), este estudio se centró específicamente en la fracción hidroalcohólica de hojas y tallos, lo que permite aportar evidencia experimental más específica sobre estas estructuras vegetales. Los resultados obtenidos no solo respaldan la presencia de actividad antioxidante, sino que también sugieren que los compuestos fenólicos y flavonoides presentes podrían ser los principales responsables de dicha acción.

Las catequinas, por ejemplo, que se encontraron abundantemente en las hojas, son flavonoides ampliamente estudiados por su capacidad para inhibir la oxidación de lípidos y prevenir el daño celular inducido por especies reactivas de oxígeno. Su presencia en el extracto de hojas contribuye directamente a los valores altos obtenidos en los ensayos de DPPH, ABTS y FRAP. Similarmente, los taninos poseen propiedades quelantes que permiten secuestrar iones metálicos, reduciendo la generación de radicales libres. La concentración superior en las hojas puede estar relacionada con su

mayor exposición a factores ambientales como la luz UV, que induce en las plantas la producción de compuestos protectores. En cambio, los tallos, al estar más protegidos estructuralmente, presentan una composición más limitada de estos compuestos. Esta diferencia morfofisiológica explicaría también la menor capacidad antioxidante observada en los tallos. En cuanto a los triterpenos y esteroides detectados, estos compuestos poseen propiedades antiinflamatorias y hepatoprotectoras, asimismo, la presencia de alcaloides y glucósidos cardiotónicos, aunque en menor proporción, sugiere que *Jatropha gossypifolia* L. podría tener aplicaciones terapéuticas más amplias que van más allá del efecto antioxidante.¹¹ (Anexo 5)

Una revisión extensa sobre el género *Jatropha* señala la existencia de diversos metabolitos secundarios, incluyendo alcaloides, péptidos cíclicos, distintos tipos de terpenos (monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos y triterpenos), flavonoides, lignanos, cumarinas, floroglucinoles, ésteres de ácido ferúlico, ácidos fenólicos y ácidos grasos.⁵⁹

Respecto al método de extracción, se empleó una solución hidroalcohólica (etanol-agua), lo cual permitió la obtención eficiente de metabolitos tanto polares como semipolares. Esta elección es fundamental, ya que otros solventes como el metanol o el acetato de etilo pueden extraer distintos perfiles de compuestos. Trabajos previos, como los de Tinco *et al.*¹¹ y Ramírez *et al.*⁹ han demostrado que la fracción de etanol/agua permite un mayor rendimiento de compuestos antioxidantes en comparación con extractos puramente acuosos o etéreos.

Halliwell & Gutteridge⁶⁰, mencionan acerca de que la diferencia entre fenoles totales y flavonoides tiene una implicancia directa en la actividad antioxidante, ya que ambos son reconocidos por su habilidad para estabilizar radicales libres a través de la cesión de electrones o átomos de hidrógeno.

Los resultados obtenidos revelaron que el extracto hidroalcohólico de hojas de *Jatropha gossypifolia* L., presentaron una concentración significativamente mayor de compuestos fenólicos y flavonoides en comparación con los tallos. Las hojas mostraron valores de $493,46 \pm 5,04$ mg GAE/g de extracto en fenoles totales y $276,29 \pm 3,30$ mg QE/g en flavonoides, mientras que los tallos alcanzaron $343,38 \pm 1,78$ mg GAE/g y $119,54 \pm 3,77$ mg QE/g, respectivamente. (anexo 6 y 7)

Estos resultados concuerdan con los hallazgos de Huamán¹⁸ en la que se menciona que las hojas de *Jatropha macrantha* presentan mayor concentración de polifenoles y flavonoides que los tallos, y también una mayor capacidad antioxidante.

Este patrón de distribución bioquímica se repite en el estudio con *Jatropha gossypifolia* L., lo que sugiere que la concentración de compuestos bioactivos en las hojas puede ser una característica compartida por varias especies del género *Jatropha*. La mayor acumulación de metabolitos secundarios en las hojas puede atribuirse a su función protectora frente a factores ambientales adversos, como radiación UV, sequía o ataque de herbívoros.

Asimismo, León *et al.*⁵ reportaron compuestos como ácido gálico, ácido cafeico y epicatequina en *J. cardiophylla*, los cuales poseen estructuras altamente reactivas frente a especies reactivas de oxígeno. Por su parte Vega *et al.*⁶ observaron que las hojas de *J. cordata* y *J. cinerea* tenían mayores concentraciones de flavonoides como vitexina e isovitexina. Estos compuestos tienen mecanismos antioxidantes bien establecidos, que incluyen quelación de metales, inhibición de peroxidación lipídica y aumento de la actividad enzimática endógena. En concordancia con nuestros resultados, estas especies también mostraron un mejor rendimiento en los métodos DPPH, ABTS y FRAP.

A nivel metodológico, los ensayos aplicados permitieron evaluar diferentes mecanismos de acción antioxidante. El método DPPH evalúa la capacidad del extracto para donar hidrógeno y neutralizar radicales libres, mientras que ABTS mide la capacidad de neutralizar cationes radicales, y el FRAP evalúa la capacidad del extracto de reducir iones férricos (Fe^{3+}) a ferrosos (Fe^{2+}). El alto rendimiento en los tres métodos sugiere que el extracto de hojas de *Jatropha gossypifolia* L. tiene un amplio espectro de mecanismos antioxidantes, lo cual es especialmente relevante para aplicaciones terapéuticas, ya que diferentes enfermedades oxidativas involucran múltiples tipos de radicales.

Los resultados del efecto antioxidante para las hojas con los ensayos de DPPH, ABTS y FRAP fueron ($584,62 \pm 1,77$; $532,86 \pm 1,71$ y $664,48 \pm 1,13$ $\mu\text{mol ET/g}$ de extracto) superiores a tallos ($297,68 \pm 1,69$; $348,81 \pm 1,40$ y $333,41 \pm 1,13$ $\mu\text{mol ET/g}$ de extracto). Huamán¹⁸ descubrió que las hojas presentaron una mayor actividad antioxidante en comparación con los tallos, al evaluarse mediante métodos como DPPH, ABTS y FRAP. Los resultados de estos ensayos fueron similares a los del patrón Trolox, lo cual respalda el elevado contenido de estos metabolitos en las hojas. La mayor cantidad de flavonoides y sustancias químicas fenólicas de las hojas, que les permiten funcionar como donantes de electrones y estabilizadores de radicales libres, contrasta sorprendentemente con nuestros resultados. (anexo 8,10 y 12)

En cuanto al FRAP, el valor alcanzado por las hojas 664,48 $\mu\text{mol ET/g}$ fue superior a los 416,63 $\mu\text{mol ET/g}$ reportados por León *et al.*⁵ para *J. cardiophylla*, reafirmando el poder reductor del extracto. Este resultado es especialmente valioso ya que el FRAP está relacionado con la capacidad del extracto de prevenir reacciones de Fenton, responsables de la generación de radicales hidroxilo, altamente reactivos. (anexo 12)

El análisis del porcentaje de inhibición de radicales libres reafirmó la superioridad antioxidante de las hojas frente a los tallos. Mientras que las hojas alcanzaron un porcentaje de inhibición del $64,37 \pm 0,20 \%$ en DPPH y $90,05 \pm 0,29 \%$ en ABTS, los tallos mostraron valores significativamente menores, con un $32,13 \pm 0,19 \%$ y $59,31 \pm 0,23 \%$, respectivamente. (anexo 8,10 y 12)

La comparación con *Jatropha curcas* realizada por Rodríguez y Vega¹³ muestra que, aunque el látex de esta especie presentó un 95,48 % de inhibición por DPPH, las hojas de *Jatropha gossypifolia* L. también muestran una buena respuesta (64,37 %), aunque inferior, lo que podría estar relacionado con el tipo de tejido y la naturaleza química de los compuestos presentes. Sin embargo, es importante considerar que el látex, por su composición, puede contener mayores concentraciones de compuestos activos, aunque también con mayor riesgo de toxicidad. En cambio, las hojas, al ser más seguras, representan una alternativa más viable para productos naturales de consumo humano.

Asimismo, los valores de IC₅₀ registrados (0,74 mg/mL y 1,59 mg/mL en hojas y tallos respectivamente) de *Jatropha gossypifolia* L. se aproximan al límite que define un efecto antioxidante significativo según criterios establecidos, así como también IC₅₀ a 0,41mg/mL para hojas y 0,82 mg/mL para tallos en ABTS, si bien es superior al de Trolox 0,11 mg/mL para hojas y 0,08 mg/mL para tallos, esta cercanía indica un potencial significativo, sobre todo considerando que se trata de un extracto crudo y no de compuestos aislados.

De hecho, estudios como los de Iqbal *et al.*⁴ con *J. mollissima* han evidenciado no solo la actividad antioxidante, sino también propiedades cardioprotectoras, antiproliferativas y nefroprotectoras, lo que amplía el interés en este grupo de plantas.

A pesar de los hallazgos obtenidos, esta investigación presenta algunas limitaciones. En primera instancia, no se identificaron los compuestos fenólicos específicos mediante técnicas cromatográficas, lo que impide establecer una relación directa entre metabolitos individuales y su actividad antioxidante. Además, no se

realizaron pruebas in vivo para determinar la biodisponibilidad o la toxicidad del extracto, por lo que los resultados deben considerarse preliminares. En futuras investigaciones se recomienda realizar análisis mediante HPLC, LC-MS o RMN a fin de reconocer y medir los componentes implicados del efecto observado. Asimismo, sería relevante evaluar la citotoxicidad en líneas celulares normales y tumorales, así como analizar su potencial terapéutico en modelos animales de afecciones relacionadas con el estrés oxidativo, incluyendo la diabetes, el alzheimer y las patologías cardiovasculares. También se podría estudiar la estandarización del extracto y su formulación en cápsulas, jarabes o productos cosméticos, explorando su vida útil, absorción y efectos sinérgicos con otros compuestos naturales. En el ámbito alimentario, su incorporación como conservante natural o suplemento funcional es otra línea prometedora.

En conclusión, el extracto hidroalcohólico de hojas de *Jatropha gossypifolia* L. demostró tener un contenido elevado de compuestos fenólicos y flavonoides en comparación con las hojas, junto con un alto efecto antioxidante en diferentes sistemas de ensayo in vitro. Estos hallazgos la posicionan como una fuente prometedora de antioxidantes naturales, con potencial aplicación en la industria farmacéutica, alimentaria y cosmética. Sin embargo, se requieren estudios adicionales que profundicen en su caracterización química, seguridad y efectividad biológica.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que el extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L. presentó un notable efecto antioxidante.
2. Las hojas de *Jatropha gossypifolia* L. mostraron un mayor contenido de compuestos fenólicos y flavonoides en comparación con los tallos, también se identificó la presencia de metabolitos secundarios como fenoles, lactonas, flavonoides, triterpenos, aminoácidos, azúcares reductores, glucósidos cardiotónicos, catequinas y alcaloides.
3. Los métodos DPPH, ABTS y FRAP demostraron mayor efecto antioxidante de extracto de hojas en comparación con los tallos.

CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios que incluyan otros métodos de extracción, como técnicas asistidas por ultrasonido o microondas, con el fin de optimizar la obtención de compuestos antioxidantes.
2. Evaluar el efecto antioxidante del extracto en modelos biológicos, tanto en condiciones de laboratorio como en organismos vivos, con el fin de confirmar su eficacia en situaciones fisiológicas reales.
3. Ampliar la identificación de los compuestos bioactivos presentes utilizando técnicas avanzadas como HPLC, LC-MS o RMN, para determinar las moléculas encargadas del efecto antioxidante.
4. Investigar otras partes de la planta, como raíces, semillas o flores, a fin de ampliar el conocimiento sobre el potencial antioxidante integral de *Jatropha gossypifolia* L.
5. Se considerará necesario el desarrollo de productos farmacéuticos o nutracéuticos formulados a partir del extracto, incluyendo estudios de toxicidad y estabilidad para garantizar su seguridad y eficacia.
6. Disponer de mayor tiempo y acceso a equipos especializados en futuros estudios, ya que estas limitaciones restringieron la posibilidad de realizar análisis más profundos y detallados durante la presente investigación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sabini M, Menis F, Beoletto V. Historia de las plantas medicinales [Internet]. Una farmacia en el monte. Ministerio de Ciencia y Tecnología de la provincia de Córdoba; 2019 [citado 15 de abril de 2025]. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/126065>
2. Gutiérrez R, Reyes C, Martínez J, López J, Lazalde B. Estrés oxidativo: promotor de enfermedades. Revista-e Ibn Sina. 18 de junio de 2018;9(1):1-9.
3. Velázquez M, Prieto B, Contreras R. El envejecimiento y los radicales libres - Revista Ciencias [Internet]. [citado 15 de abril de 2025]. Disponible en: <https://acortar.link/idSxPM>
4. Iqbal M, Gu Y, Khan I, Wang R, Chen J. Evaluation of the in vitro antioxidant and antitumor activity of hydroalcoholic extract from *Jatropha mollissima* leaves in Wistar rats. Front Chem. 2023;11:1283618.
5. Leon M, Ovando M, Molina C, Trasviña R, Medina L. Identificación y Actividad Antioxidante de los Compuestos Fenólicos de *Jatropha cardiophylla* (Torr.) Müll. Arg. TIP Revista especializada en ciencias químico-biológicas [Internet]. 2021 [citado 14 de abril de 2025];24. Disponible en: <https://acortar.link/h6rUfp>
6. Vega Y, Hayano C, Gámez N, Medina L. Determination of chemical constituents and antioxidant activities of leaves and stems from *Jatropha cinerea* (ortega) Müll. Arg and *Jatropha cordata* (ortega) Müll. Arg. Plants (Basel). 2021;10(2):212.
7. Wu Q, Patocka J, Nepovimova E, Kuca K. *Jatropha gossypifolia* L. y sus metabolitos biológicamente activos: una mini revisión. Journal of Ethnopharmacology. 24 de abril de 2019;234:197-203.
8. Hanafy A, Abdelhamid A and Mohamed E. Proximate composition, phenolic content and antioxidant potencial of the leaves of *Jatropha* species. Int J Res Pharm Sci. 2018;10(1):419–24.
9. Ramírez A, Serrano L, Barragán L, Quintanar M, Arellano R, Delgadillo D. Determinación de los compuestos polifenólicos en extractos de *Jatropha dioica* y su capacidad antioxidante. Rev Mex Cienc Farm. 2016;47(4):42-8.
10. Obispo R. Actividad antioxidante del aceite esencial de *Clinopodium bolivianum* (Benth.) Kunth. “koa” y su utilización en tres formulaciones de productos cosméticos capilares [Internet]. 2024. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/24082>
11. Tinco J, Aguilar E, Enciso E, Arroyo J & Herrera O. Phytochemical Screening by LC-ESI-MS/MS and Effect of the Ethyl Acetate Fraction from Leaves and Stems of *Jatropha macrantha* Müll Arg. on Ketamine-Induced Erectile Dysfunction in Rats. Molecules 2022, Vol 27, Page 115 [Internet]. 25 de diciembre de 2021 [citado 07 de marzo de 2025];27(1):115. Disponible en: <https://acortar.link/DObp0h>.

12. Cano C, Bonilla P, Valdivieso R. Metabolitos secundarios y capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas de *Minthostachys mollis* (muña). *Ciencia e Investigación*. 23(1):15-8.
13. Rodríguez R, Vega C. Actividad antioxidante y compuestos fenólicos de la hoja y látex del *Jatropha curcas* (piñón blanco). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana [Internet]. 2019 [citado 7 de marzo de 2025]; Disponible en: <https://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6760>
14. Hurtado P, Jurado B, Ramos E, Calixto M. Evaluación de la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico estandarizado de hojas de *Juglans Neotropica* Diels (nogal peruano). *Revista de la Sociedad Química del Perú*. julio de 2015;81(3):283-91.
15. Quispe B. Actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico y extracto liofilizado del fruto de *Prunus serotina* Ehrhart “guinda” - Ayacucho 2023. 2024 [citado 18 de marzo de 2025]; Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/6471>
16. Atao G. Efecto antioxidante del extracto etéreo y atomizado de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”, Ayacucho 2022. Disponible en: https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/6156/1/TESIS%20FAR649_Ata.pdf
17. Taboada D. Efecto antioxidante y sobre la fertilidad del extracto atomizado de las hojas y tallos de *Cnidoscolus diacanthus* (Pax. & Hoffm.) Macbr. “huanarpo hembra”. Ayacucho - 2022. Disponible en: https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/5673/1/TESIS%20FAR632_Tab.pdf
18. Huaman V. Efecto antioxidante de los compuestos fenólicos de hojas y tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho - 2021. Disponible en: https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4657/1/TESIS%20FAR589_Hua.pdf
19. Oshima M, Gu Y, Tsukada S. Effects of *Lepidium meyenii* Walp and *Jatropha macrantha* on blood levels of estradiol-17 beta, progesterone, testosterone and the rate of embryo implantation in mice. *J Vet Med Sci*. octubre de 2003;65(10):1145-6.
20. Organismo andino de salud. Plantas medicinales de la subregión andina [Internet]. Disponible en: https://www.orasconhu.org/sites/default/files/file/webfiles/doc/pub_plantas_medicinales.pdf
21. Félix-Silva J, Brandt R, da Silva A, Zucolotto S, de Freitas M. *Jatropha gossypifolia* L. (Euphorbiaceae): A Review of Traditional Uses, Phytochemistry, Pharmacology, and Toxicology of This Medicinal Plant. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2014;2014(1):369204.

22. Corrêa MP. Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura / Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal; 1984. v.5, n.2. 485 p.
23. Schvartsman S. Plantas venenosas e animais peçonhentos. 2nd ed. São Paulo: Sarvier; 1992. 288 p.
24. Olowokudejo JD. Comparative epidermal morphology of West African species of *Jatropha* L. (Euphorbiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*. 1993;111:139-54.
25. Malca C. Contribución al Conocimiento de los Principios Activos de *Cniscolus basiacantha* (Huanarpo hembra). Facultad de Farmacia y Bioquímica. Tesis-UNMSM. 1956 (1):1-35.
26. Rivero B. Evaluación toxicológica y farmacológica del extracto hidroalcohólico de *Jatropha gossypifolia* L. [Internet]. Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas; 2014 [citado 8 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/2994>
27. Mauricio J, Tejeda L, Mollinedo P, Vila J, Bravo J. Phenolic compounds in food. *Revista boliviana de química* [Internet]. 2014;31. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4263/426339682006.pdf>
28. Quiñones M, Miguel M, Aleixandre A. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*. febrero de 2012;27(1):76-89.
29. López M. Flavonoides [Internet]. [citado 9 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13028951>
30. Martínez C. Identificación de flavonoides con actividad antioxidante presentes en *Alchornea coelophylla* (Euphorbiaceae). [Tesis]. [Pereira - Colombia]: Universidad Tecnológica de Pereira; 2014.
31. Paladino S. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos contenidos en las semillas de la vid (*Vitis vinifera* L.). Disponible en: https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/2627/tesispaladino.pdf
32. Pérez G, Martínez G. Los Flavonoides como Antioxidantes Naturales. Disponible en: <https://bit.ly/43VvDT1>
33. Terrado S, Barthelemy A, Valls M, Armand O. Radicales libres y defensas antioxidantes.
34. Peñarrieta M, Alvarado J, Bergenståhl B, Akesson B. Total Antioxidant Capacity and Content of Phenolic Compounds in Wild Strawberries (*Fragaria vesca*) Collected in Bolivia. *International Journal of Fruit Science*. 10 de diciembre de 2009;9.

35. Galina M. Estrés oxidativo y antioxidantes. Redalyc [Internet]. 2018;22. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/837/83757421004/83757421004.pdf>
36. Maldonado O, Jiménez E, Guapillo M, Ceballos G, Méndez E. Radicales libres y su papel en las enfermedades crónico-degenerativas [Internet]. [citado 9 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=70100>
37. Quintanar M, Calderón J. La capacidad antioxidante total. Bases y aplicaciones. Redalyc. 2009;28(3):89–101. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/490/49016098004.pdf>
38. Huang D, Boxin O, Prior R. The chemistry behind antioxidant capacity assays. J Agric Food Chem. 23 de marzo de 2005;53(6):1841-56.
39. García E, Fernández I, Fuentes A. Determinación de polifenoles totales por el método de Folin Ciocalteu. ETSIAMN; 2017.
40. Thangaraj P. Pharmacological Assays of Plant-Based Natural Products, Progress in drug research [Acceso 17 de febrero 2025]. Progress i. Rainsford KD, editor. Vol. 71. Hilo, USA: Springer; 2016. 49–55 p. Available 53 from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-26811-8>.
41. Shahidi F, Zhong Y. Measurement of antioxidant activity. Journal of Functional Foods. 1 de octubre de 2015;18:757-81.
42. Figueroa S, Mollinedo O. Actividad antioxidante del extracto etanólico del mesocarpio del fruto de *Hylocereus undatus* “pitahaya” e identificación de los fitoconstituyentes. [Tesis]. [Lima-Perú]: Universidad Privada Norbert Wiener; 2017.
43. Bohórquez R. Determinación de actividad antioxidante de extractos de hojas de *Diplostephium phyllicoides* (Kunth) Wedd. [Tesis]. [Bogotá-Colombia]: Universidad El Bosque; 2016.
44. Rivas C, Oranday M, Verde M. Investigación en plantas de importancia médica. En México; 2016 [citado 10 de marzo de 2024]. p. 351-410. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/316860979_investigacion_en_plantas_de_importancia_medica.
45. Corrales L, Muñoz M. Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno. nova. 15 de diciembre de 2012;10(18):213-25.
46. Zavaleta J, Muñoz A, Blanco T, Alvarado C, Loja B. Capacidad antioxidante y principales ácidos fenólicos y flavonoides de algunos alimentos. Horizmed [Internet]. 20 de diciembre de 2005 [citado 14 de marzo de 2025];5(2). Disponible en: <https://www.horizontemedico.usmp.edu.pe/index.php/horizontemed/article/view/251>
47. Chong R. Alimentos ricos en flavonoides y sus beneficios a la salud. [Tesis]. [Tarapoto-Perú]: Universidad Nacional de San Martín Tarapoto; 2011.

48. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación [Internet]. 6.^a ed. México, D.F.: McGraw-Hill; 2014 [citado 2025 jun 9]. Disponible en: <https://acortar.link/oirh6o>.
49. Miranda, M. y Cuellar, A. Manual de Prácticas de Laboratorio: Farmacognosia y Productos Naturales. Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad La Habana-Cuba, 2000.
50. Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, Hawkins Byrne D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*. 1 de septiembre de 2006; 19(6):669-75.
51. Swain T, Hillis W. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I.—The quantitative analysis of phenolic constituents. *J Sci Food Agric*. enero de 1959; 10(1):63-8.
52. Zhishen M, Mengcheng T and Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem*. 1999;64:555–9.
53. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*. 1 de enero de 1995; 28(1):25-30.
54. Enciso E, Aguilar E, Tinco J, Arroyo J, Herrera O. Biomolecules with Antioxidant Capacity from the Seeds and Sprouts of 20 Varieties of *Chenopodium quinoa* Willd. (Quinoa). *Plants (Basel)*. 9 de noviembre de 2021;10(11):2417.
55. Aguilar E, Bonilla P, Enciso E. Capacidad antioxidante de extractos obtenidos de las hojas de *Senecio rufescens* DC. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. octubre de 2020;86(4):374-85.
56. Arnao M, Cano A, Acosta M. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chemistry*. 1 de mayo de 2001; 73(2):239-44.
57. Benzie I, Strain J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of «antioxidant power»: the FRAP assay. *Anal Biochem*. 15 de julio de 1996;239(1):70-6.
58. Cowan M. Plant products as antimicrobial agents. *Clin Microbiol Rev*. octubre de 1999;12(4):564-82.
59. Cavalcante N, Conceição D, Guedes da Silva Almeida J. The genus *Jatropha* (Euphorbiaceae): A review on secondary chemical metabolites and biological aspects. *Chem Biol Interact* [Acceso 14 de abril de 2025]. 2020;318(February):108976. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2020.108976>.
60. Halliwell B, Gutteridge JMC. Free radicals in biology and medicine. 5th ed. Oxford: Oxford University Press; 2015.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de definición y operacionalización de variables.

Variables implicadas	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Valoración	Escala de medición	Ítem del instrumento
Variable independiente	Son productos obtenidos mediante técnicas extractivas de compuestos vegetales a diferentes contexturas que serán utilizados para la preparación de medicina alternativa, así como productos farmacéuticos o aplicados directamente. Producto de la maceración en alcohol 70% por 15 días, concentrado en baño maría conservado y almacenado en el envase de vidrio color ámbar herméticamente cerrado.	Producto obtenido de la maceración de tallos y hojas de las plantas en soluciones ionizadas.	Obtención de extracto de hidroatcoholico	Concentración del extracto	Mayor concentración indica mayor presencia de compuestos bioactivos	Cuantitativo indirecta razón	-Procedimiento de extracción y cuantificación en laboratorio.
Extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypifolia</i> L. "huanarpo macho"		Líquido de color verde oscuro. Soluble en agua. Maceración en alcohol 70° por 15 días, en material de vidrio.					
Variable dependiente	Es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa.	Establecimiento de la capacidad antioxidante con los modelos de DPPH, ABTS y FRAP. Estos ensayos basados en la transferencia de electrones.	Capacidad antioxidante	Rendimiento de la actividad antioxidante.	Mayor porcentaje indica mayor actividad antioxidante	Cuantitativo indirecta razón	Espectrofotometría
Efecto antioxidante							

Anexo 2

Matriz de consistencia.

Título: Efecto antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L.

Autor: Mauricio Yupari Liz Kiabeth

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	Metodología
Problema general ¿Tendrá efecto antioxidante el extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypifolia</i> L. “huanarpo macho”?	Objetivo general Evaluar el efecto antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypifolia</i> L. “huanarpo macho”.	Hipótesis general El extracto hidroalcohólico de <i>Jatropha gossypifolia</i> L. “huanarpo macho” poseen efecto antioxidante.	Variable independiente - Extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypifolia</i> L. “huanarpo macho”. Indicador: - mg de muestra. Variable dependiente - Efecto antioxidante Indicador: - Captación del radical libre DPPH expresado como $\mu\text{gET/g}$ de muestra. - Captación del radical libre ABTS expresado como $\mu\text{gET/g}$ de muestra. - Capacidad Reductora del Hierro (FRAP) expresado como $\mu\text{gET/g}$ de muestra	Nivel de investigación Descriptivo, explicativo. Diseño de investigación No experimental, experimental. Población <i>Jatropha gossypifolia</i> L. “huanarpo macho” Muestra 425 g de tallos y 275 g de hojas de <i>Jatropha gossypifolia</i> L. “huanarpo macho”, recolectados en el centro poblado de Cocas del distrito Pacucha del departamento de Apurímac. Método - Recolección de muestra - Obtención del extracto hidroalcohólico - Tamizaje fitoquímico - Determinación del contenido de fenoles totales y flavonoides - Determinación del efecto antioxidante del extracto hidroalcohólico (DPPH, ABTS y FRAP) Análisis estadístico Los resultados se procesaron mediante el t de Student para muestras independientes; análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey con un nivel de confianza de 95%. Se utilizó el software SPSS versión 21 en entorno Windows.
Problemas específicos ¿Cuál es el contenido de fenoles totales y flavonoides en las hojas y tallos de <i>Jatropha gossypifolia</i> L. “huanarpo macho”? ¿Cuál es el efecto antioxidante del extracto hidroalcohólico de <i>Jatropha gossypifolia</i> L. en los ensayos DPPH, ABTS y FRAP?	Objetivos específicos - Cuantificar el contenido de fenoles totales y flavonoides de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypifolia</i> L. “huanarpo macho”. - Evaluar el efecto antioxidante de los compuestos fenólicos con modelos de DPPH, ABTS y FRAP.	Hipótesis específicas - El extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de <i>Jatropha gossypifolia</i> L. presenta un contenido significativo de fenoles totales y flavonoides. - El extracto hidroalcohólico de <i>Jatropha gossypifolia</i> L. posee una capacidad antioxidante elevada, demostrada mediante los modelos DPPH, ABTS y FRAP.		

Anexo 3

Constancia de clasificación taxonómica de *Jatropha gossypifolia* L.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

CONSTANCIA N° 051-USM-MHN-2025

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (fértil) recibida de **Liz Kiabeth Mauricio Yupari**, maestranda en Toxicología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y clasificada como: *Jatropha gossypifolia* L. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Malpighiales Juss. ex Bercht. & J. Presl

FAMILIA : Euphorbiaceae Juss.

GÉNERO : *Jatropha* L.

ESPECIE : *Jatropha gossypifolia* L.

Nombre vulgar: “Huanarpo macho”

Procedencia: Departamento Apurímac, provincia Andahuaylas, distrito Pacucha, comunidad de Cocas

Determinado por: MSc. Hamilton Beltrán Santiago.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 1 de julio de 2025

Dra. Joaquina Albán Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

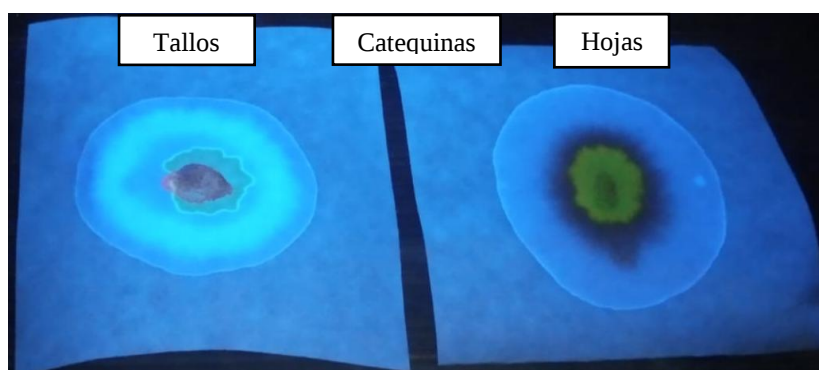
Anexo 4

Procedimientos de obtención de extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L.



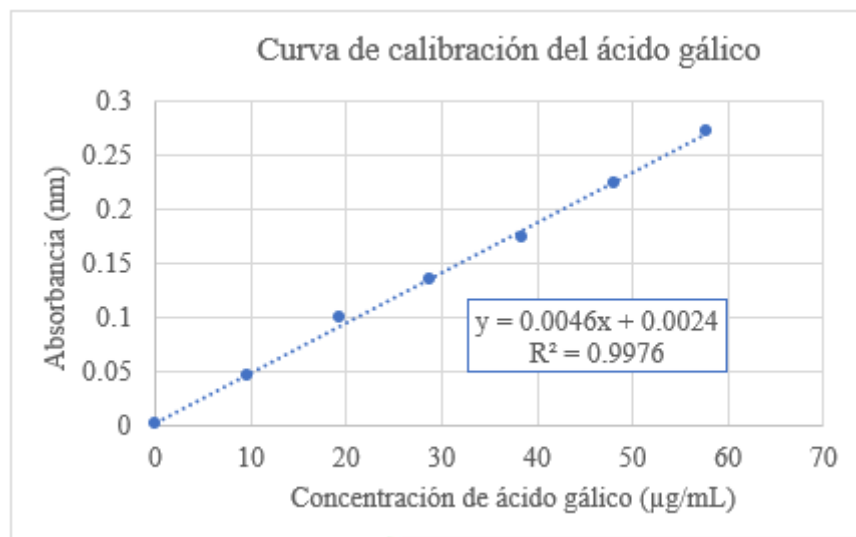
Anexo 5

Identificación de los metabolitos secundarios contenidos en el *extracto hidroalcohólico* de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L.

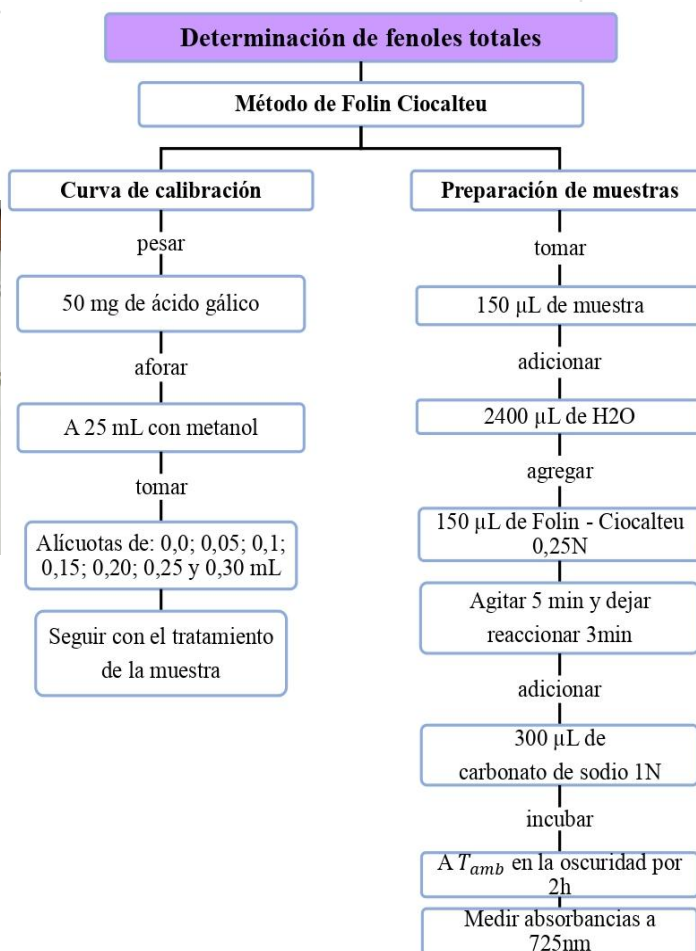


Anexo 6

Determinación del contenido de fenoles totales del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L.

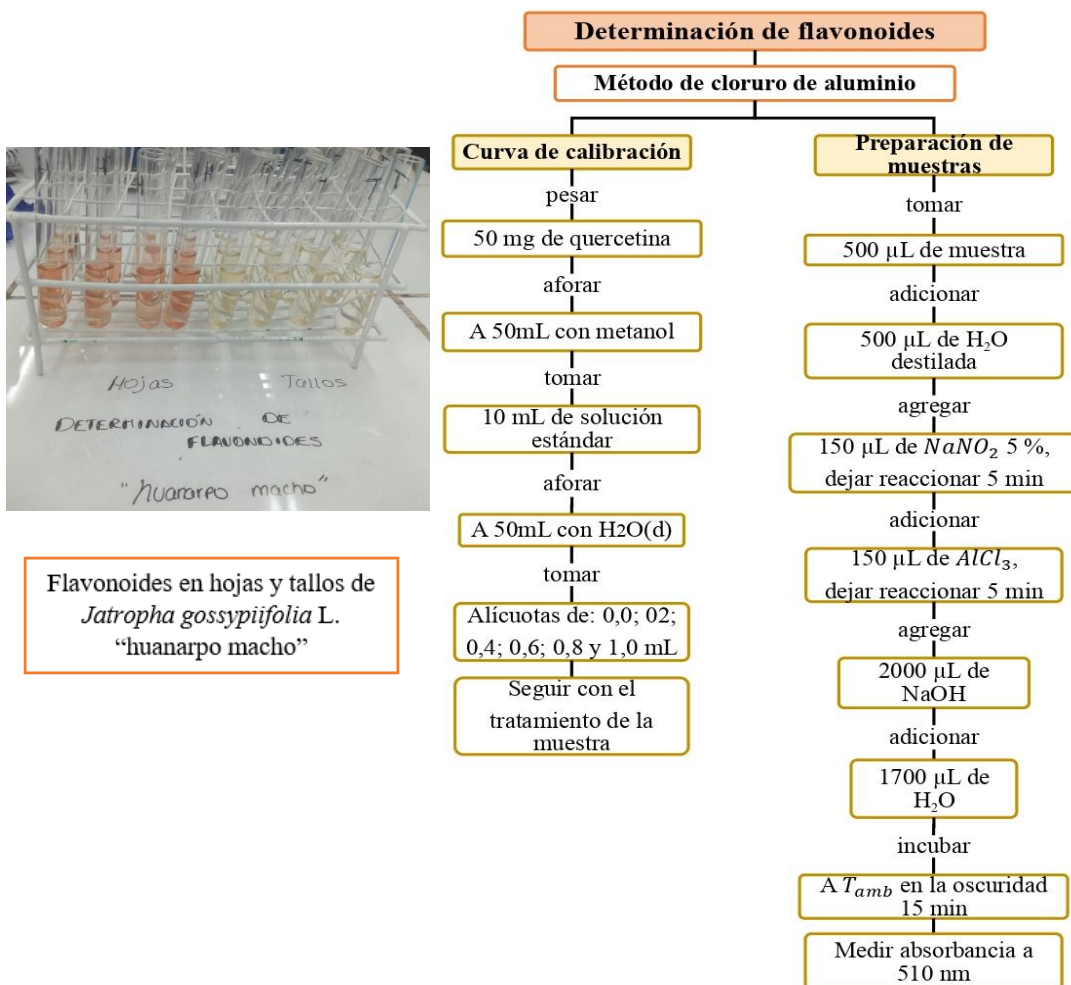
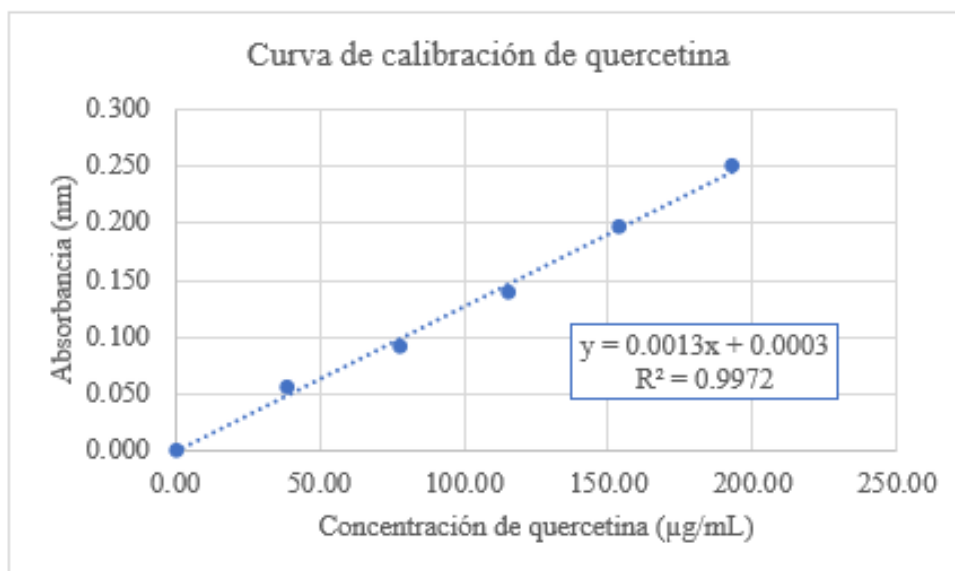


Fenoles totales en hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L. "huanarpo macho"



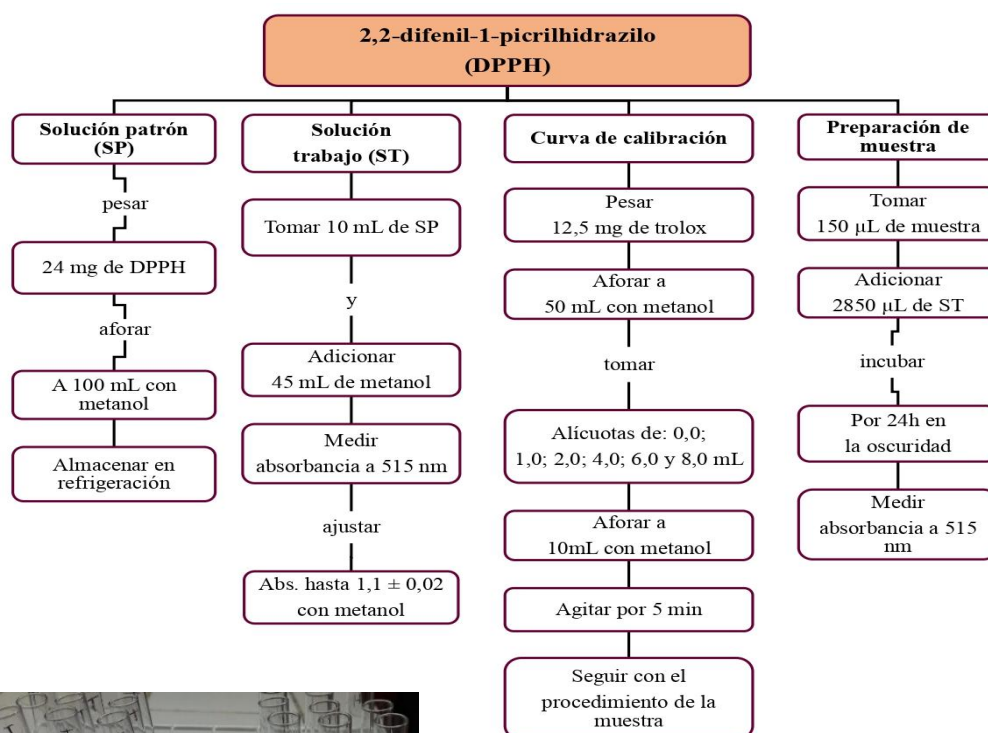
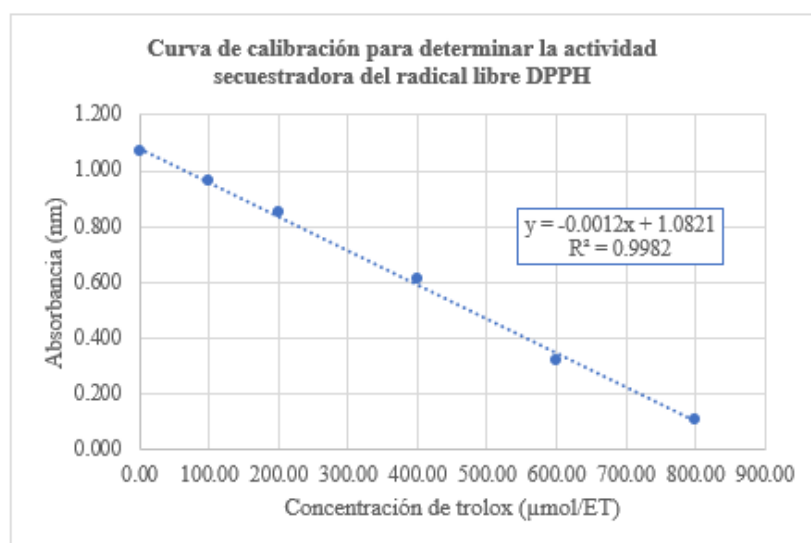
Anexo 7

Determinación del contenido de flavonoides del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L.



Anexo 8

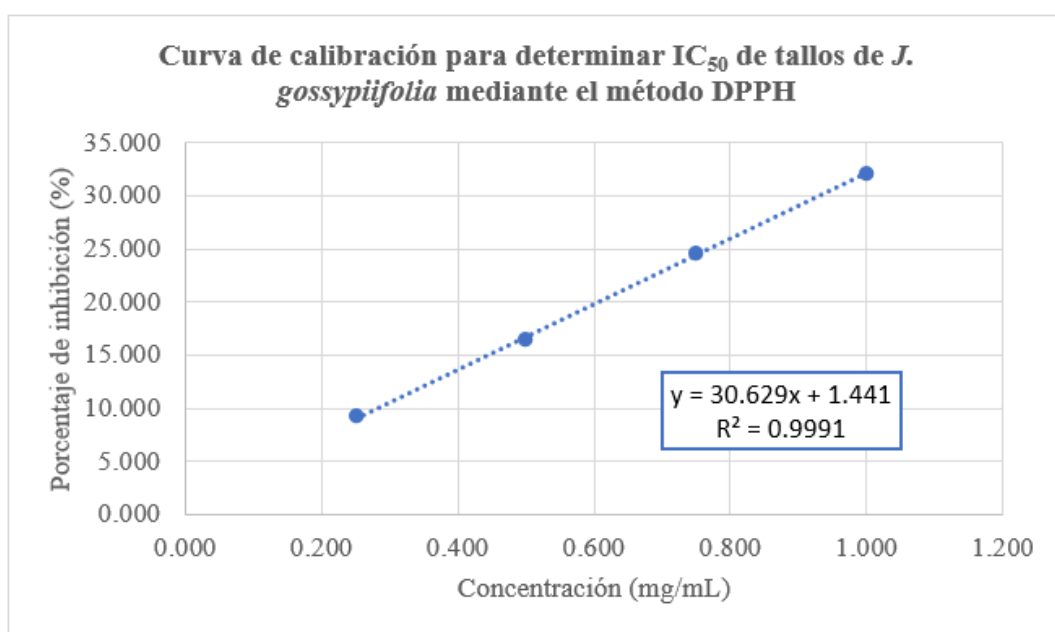
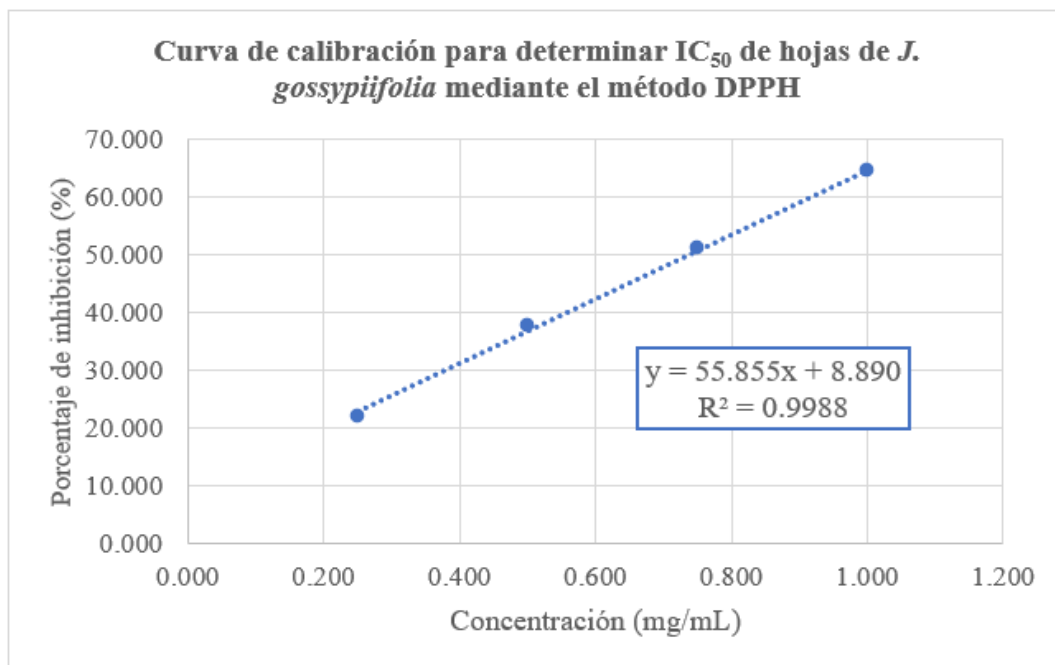
Diagrama para evaluar la actividad antioxidante por el método DPPH del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L.



Secuestro del DPPH de
hojas y tallos de *Jatropha*
gossypifolia L. "huanarpo
macho"

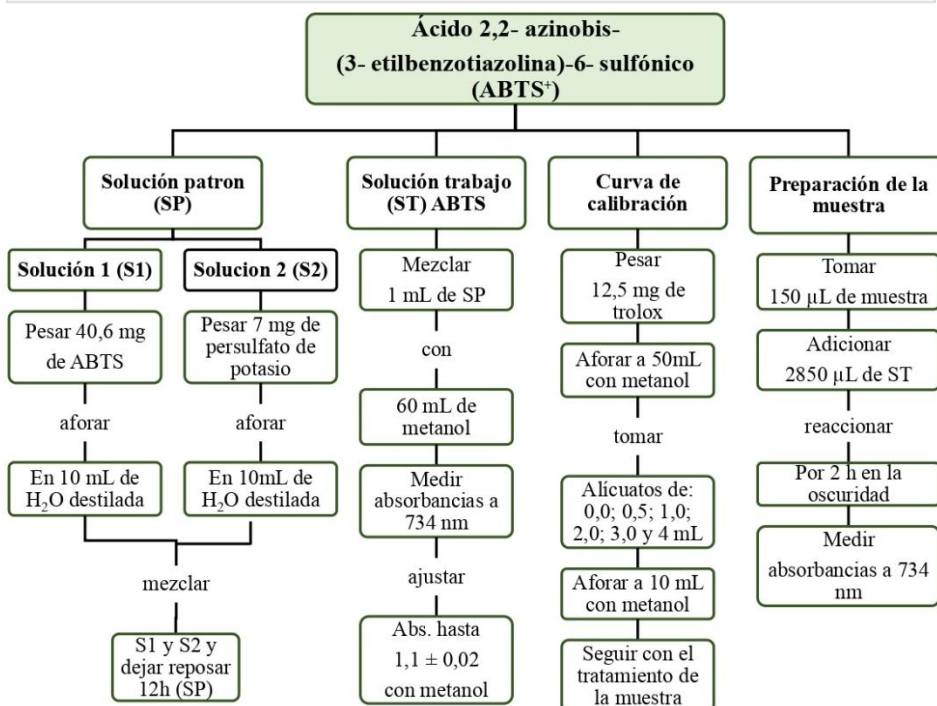
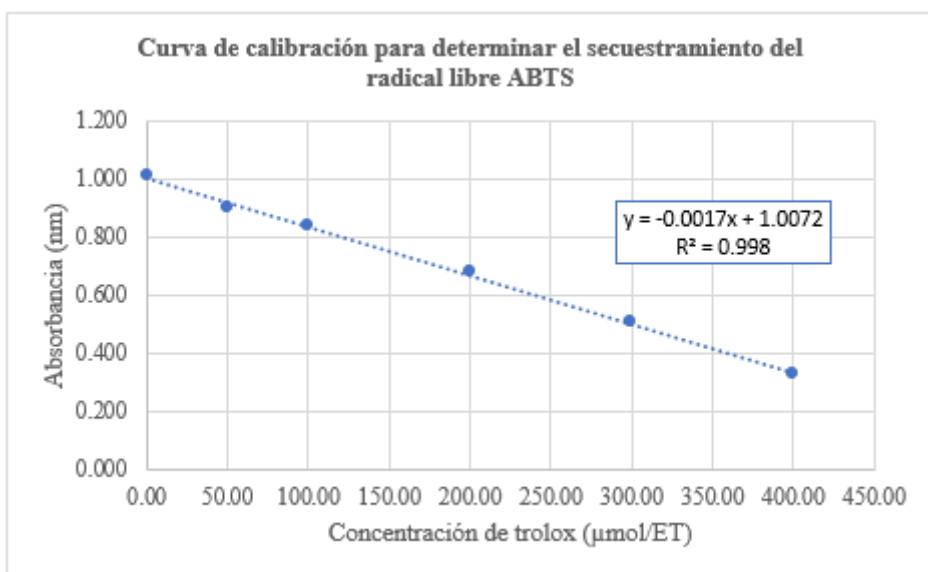
Anexo 9

Curva de calibración para evaluar la concentración inhibitoria cincuenta (IC₅₀) por el método DPPH del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L.



Anexo 10

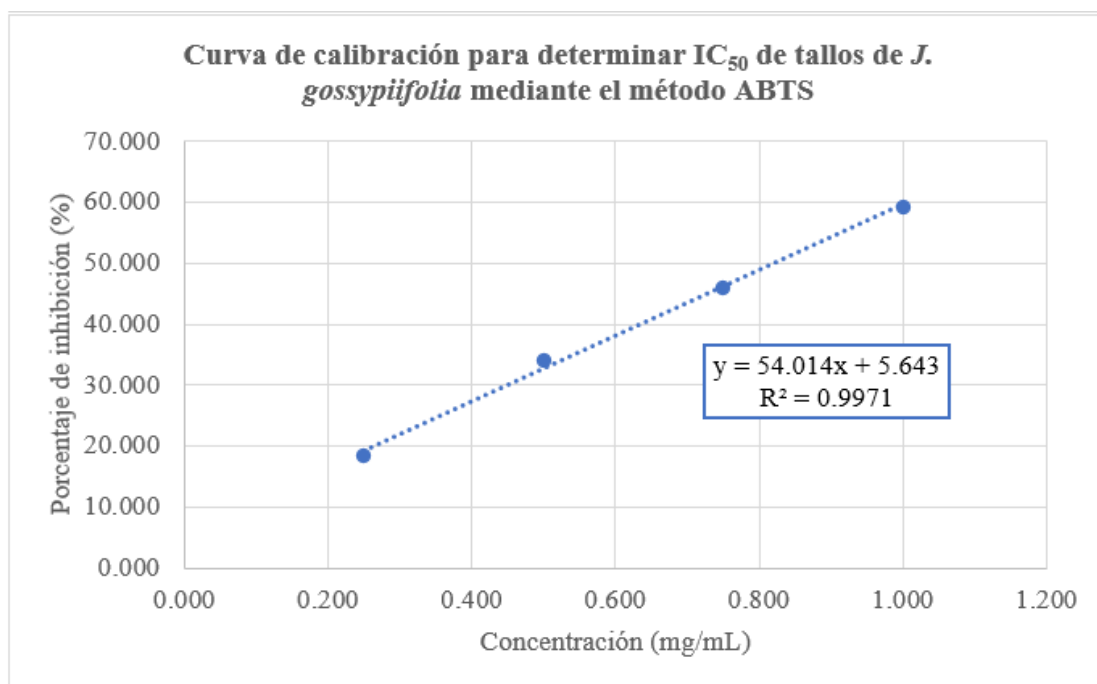
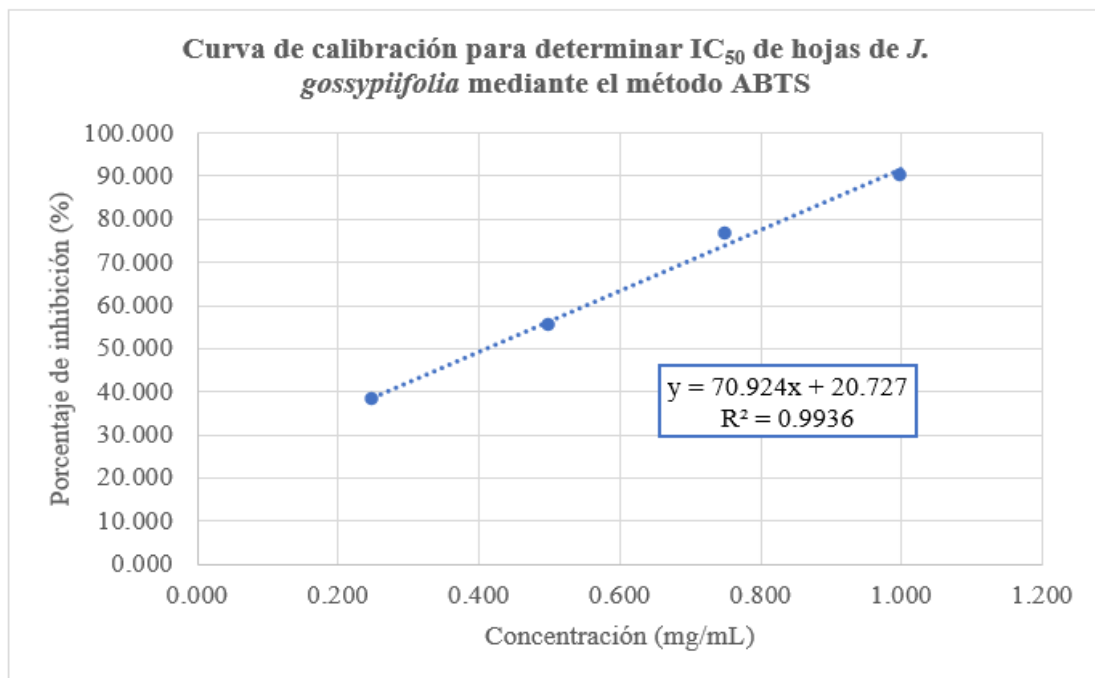
Diagrama para la determinación de la actividad antioxidante por el método ABTS del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L.



Secuestro del radical libre ABTS de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L.
"huanarpo macho"

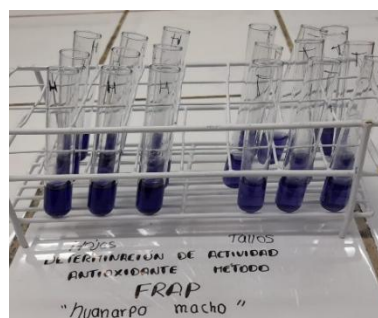
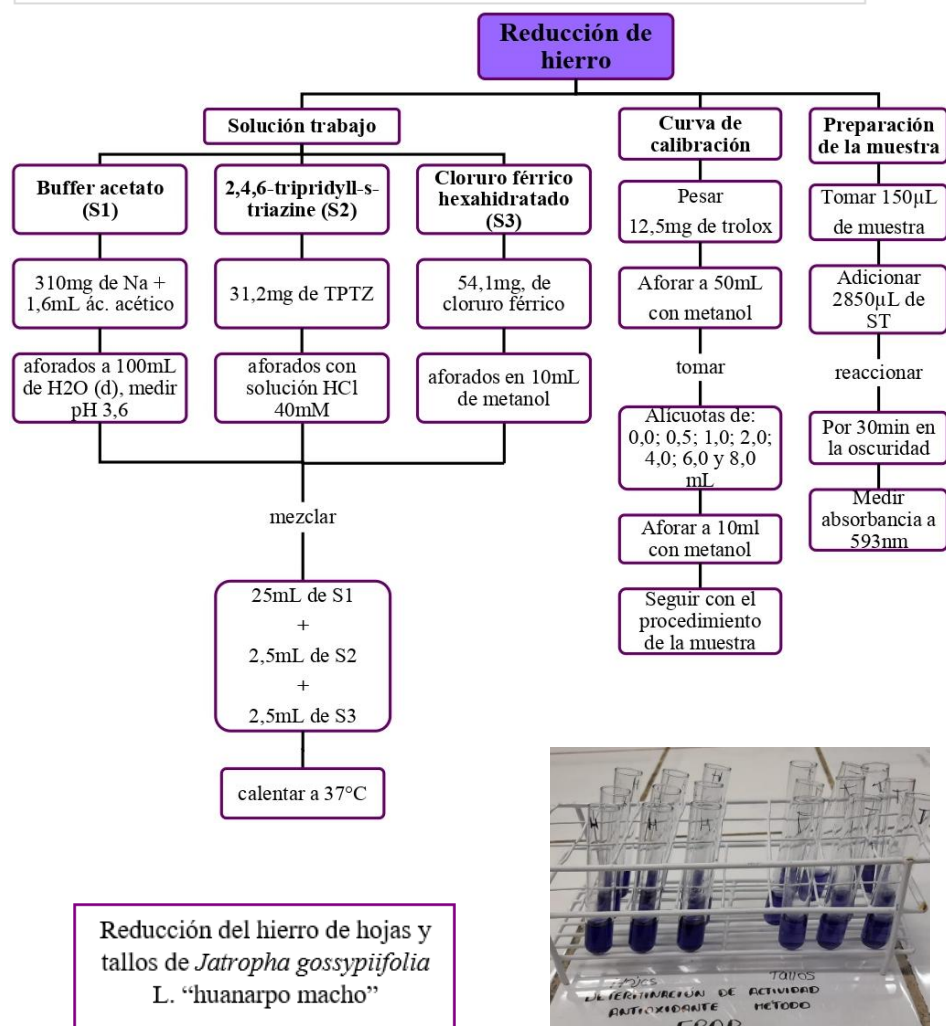
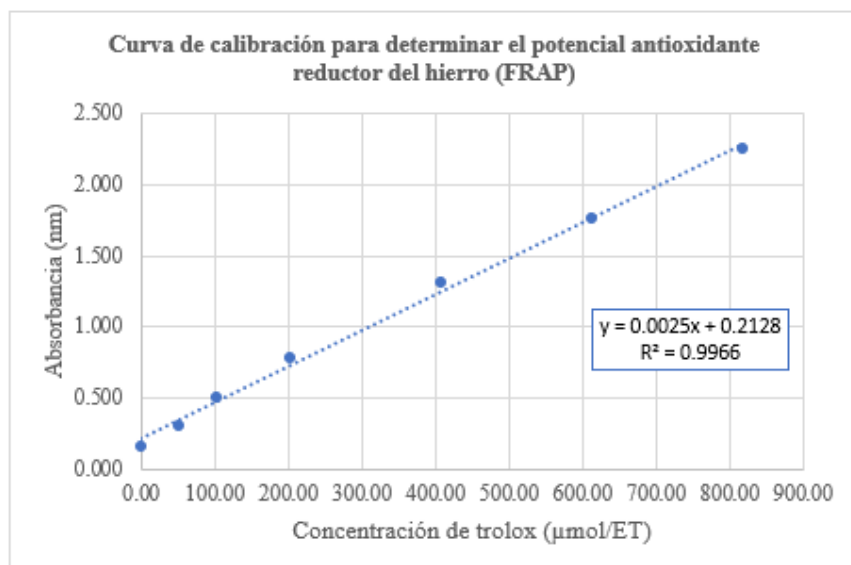
Anexo 11

Curva de calibración para evaluar la concentración inhibitoria cincuenta (IC₅₀) por el método ABTS del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L.



Anexo 12

Diagrama para la determinación de la actividad antioxidante por el método FRAP del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L.



Anexo 13

T - Student del contenido de fenoles totales del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de Jatropha gossypifolia L.

		Prueba de muestras independientes								
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
mg EAG/g extracto	Se asumen varianzas iguales	13,235	0,002	84,215	16	0,000	150,07889	1,78208	146,30104	153,85673
	No se asumen varianzas iguales			84,215	9,954	0,000	150,07889	1,78208	146,10569	154,05209

Anexo 14

T - Student del contenido de flavonoides del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de Jatropha gossypifolia L.

		Prueba de muestras independientes								
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
mg EQ/g de extracto	Se asumen varianzas iguales	0,315	0,582	93,813	16	0,000	156,75222	1,67090	153,21006	160,29438
	No se asumen varianzas iguales			93,813	15,731	0,000	156,75222	1,67090	153,20514	160,29931

Anexo 15

T - Student de la actividad antioxidante DPPH del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de Jatropha gossypifolia L.

		Prueba de muestras independientes								
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
μmol ET/mg de extracto	Se asumen varianzas iguales	0,021	0,888	351,628	16	0,000	286,94444	0,81605	285,21450	288,67438
	No se asumen varianzas iguales			351,628	15,964	0,000	286,94444	0,81605	285,21419	288,67470

Anexo 16

T - Student de la actividad antioxidante ABTS del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de Jatropha gossypifolia L.

		Prueba de muestras independientes								
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
μmol ET/mg de extracto	Se asumen varianzas iguales	0,686	0,420	249,258	16	0,000	184,05444	0,73841	182,48909	185,61980
	No se asumen varianzas iguales			249,258	15,403	0,000	184,05444	0,73841	182,48414	185,62475

Anexo 17

T – Student de la actividad antioxidante FRAP del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de Jatropha gossypifolia L.

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
μmol ET/mg de extracto	Se asumen varianzas iguales	0,142	0,711	620,750	16	0,000	331,06667	0,53333	329,93605	332,19728
	No se asumen varianzas iguales			620,750	16,000	0,000	331,06667	0,53333	329,93605	332,19728

Anexo 18

Prueba de análisis de varianza (ANOVA) y comparaciones múltiples (Tukey) de la actividad antioxidante (IC₅₀) del método DPPH y ABTS del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
IC ₅₀ DPPH	Entre grupos	3,281	2	1,641	3691636,000	0,000
	Dentro de grupos	0,000	6	0,000		
	Total	3,281	8			
IC ₅₀ ABTS	Entre grupos	0,837	2	0,419	289824,538	0,000
	Dentro de grupos	0,000	6	0,000		
	Total	0,837	8			

IC₅₀DPPH

HSD Tukey^a

Extracto	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Trolox	3	0,1120		
Hojas	3		0,7360	
Tallos	3			1,5853

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

IC₅₀ABTS

HSD Tukey^a

Extracto	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Trolox	3	0,0750		
Hojas	3		0,4127	
Tallos	3			0,8210

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

RESOLUCIÓN DECANAL N° 665-2025-UNSCH-FCSA-D

En la ciudad de Ayacucho, siendo las nueve y treinta de la mañana del día doce del mes de setiembre del año dos mil veinticinco, se reunieron en el aula J-201 los docentes miembros del jurado evaluador, para el acto de sustentación del trabajo de tesis titulado **Efecto antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L. "huanarpo macho". Ayacucho 2025.**, presentado por el bachiller **LIZ KIABETH MAURICIO YUPARI** para optar el título profesional de Químico Farmacéutico. El jurado evaluador está conformado por:

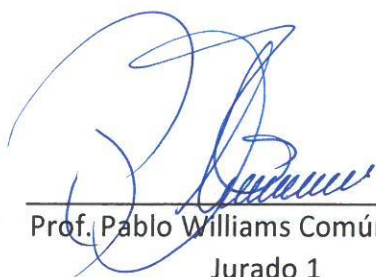
Con el quorum de reglamento se dio inicio a la sustentación de tesis, el presidente de la comisión pide al secretario docente dar lectura a los documentos presentados por el recurrente, resolución decanal y algunas indicaciones al sustentante.

El presidente invita al sustentante abandonar el auditorium para que pueda proceder con la calificación.

Bachiller: **LIZ KIABETH MAURICIO YUPARI**

De la evaluación realizada por los miembros del jurado calificador, llegaron al siguiente resultado: Aprobar al Bachiller: **LIZ KIABETH MAURICIO YUPARI**; quien obtuvo la nota final de diecisiete (17) para la cual los miembros del jurado evaluador firman al pie del

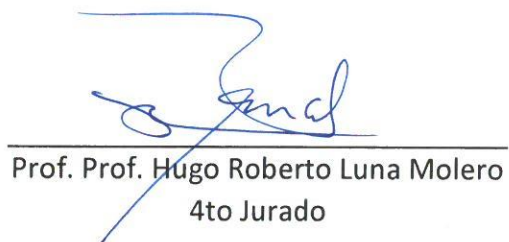
presente, siendo las 11:30 de la mañana, se da por concluido el presente acto académico.



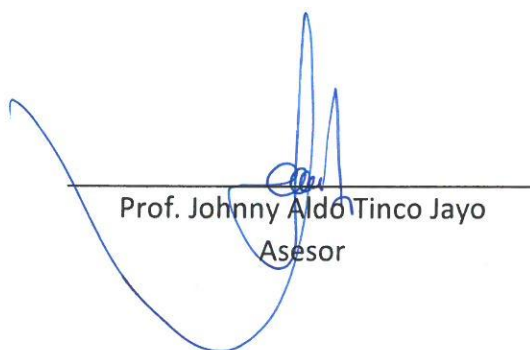
Prof. Pablo Williams Común Ventura
Jurado 1



Prof. Kirianova Godoy Bautista
Jurado 2



Prof. Prof. Hugo Roberto Luna Molero
4to Jurado



Prof. Johnny Aldo Tinco Jayo
Asesor



Prof. Enrique Javier Aguilar Felices
Presidente



Prof. Vivian Vilma Falconi Oré
Secretario docente

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

El Instructor en Segunda Instancia, en virtud de la RCU N.° 039-2021-UNSCH-CU, y en calidad de director de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, emite la presente

CONSTANCIA

DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A Liz Kiabeth MAURICIO YUPARI, Bachiller de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud, en mérito a que la tesis titulada: Efecto antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L. "huanarpo macho". Ayacucho 2025.; ha alcanzado un índice de similitud de 14% (catorce); cumpliendo satisfactoriamente lo establecido en el Art. 13 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga mediante el uso del SOFTWARE TURNITIN.

En ese sentido, se emite la presente constancia en señal de conformidad.

Ayacucho, 18 de agosto de 2025.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

.....
Marco R. Aronés Jara
DIRECTOR

Firmado
digitalmente por
**MARCO ROLANDO
ARONES JARA**
Fecha: 2025.08.18
10:54:06 -05'00'

Efecto antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L. “huanarpo macho”. Ayacucho 2025.

by Liz Kiabeth Mauricio Yupari

Submission date: 18-Aug-2025 10:23AM (UTC-0500)

Submission ID: 2731438048

File name: 00_BORRADORA_TESIS_MAUICIO_YUPARI_LIZ_KIABETH.pdf (2.11M)

Word count: 13743

Character count: 76220

Efecto antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha gossypifolia* L. "huanarpo macho".
Ayacucho 2025.

ORIGINALITY REPORT

14%	13%	5%	10%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Student Paper	9%
2	repositorio.unsch.edu.pe Internet Source	3%
3	docs.bvsalud.org Internet Source	<1 %
4	cybertesis.unmsm.edu.pe Internet Source	<1 %
5	repositorio.unamba.edu.pe Internet Source	<1 %
6	repositorio.unaj.edu.pe:8080 Internet Source	<1 %
7	ainfo.cnptia.embrapa.br Internet Source	<1 %
8	dspace.utpl.edu.ec Internet Source	<1 %

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches

< 30 words