

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



Efecto antioxidante del extracto etéreo y atomizado de
Jatropha macrantha M. Arg. “huanarpo macho”,
Ayacucho 2022.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
QUÍMICA FARMACÉUTICA

PRESENTADO POR:

Bach. ATAÓ LEGUIA, Glenda Edith

ASESOR:

Dr. Q.F. TINCO JAYO, Johnny Aldo

Ayacucho - Perú

2023

A mis padres, por brindarme su apoyo incondicional en todo momento. A mi hija por ser la luz de mis días, mi motivo y razón a no rendirme hasta alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTO

A mi centro de estudios, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga ya que, me brindó la bienvenida y diversas oportunidades, también por permitirme ser parte de su enseñanza durante mi estadía de formación profesional.

A la Facultad de Ciencias de la Salud y la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, a su plana docente que con su prestigiosa trayectoria me brindó los conocimientos necesarios durante mi formación profesional.

Al Dr. Q.F. Johnny Aldo TINCO JAYO, por brindarme su paciencia y dedicación en la etapa de elaboración de tesis ya que, sin su apoyo no sería posible la culminación de este proceso.

A todas aquellas personas que me han brindado su apoyo y orientación para hacer posible el presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ABREVIATURAS EMPLEADAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xvii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Redacción del marco conceptual	6
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. Lugar de ejecución	15
3.2. Nivel de investigación	15
3.3. Definición de la población y muestra	15
3.4. Procedimiento para la recolección de datos	15
3.5. Análisis de datos	19
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN	27
VI. CONCLUSIONES	35
VII. RECOMENDACIONES	37
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXOS	45

ABREVIATURAS EMPLEADAS

EAG	Equivalente a ácido gálico
EQ	Equivalente a quercetina
g	gramo
mg	miligramo
mL	mililitro
μL	microlitro
μM	micromol
mmol	milimol
μg	microgramo
PM	peso molecular
nm	nanómetro
T°	temperatura
DPPH	1,1 – difenil – picril - hidrazilo
ABTS	2,2' – azinobis – (3 - etilbenzotiazolina) – 6 – sulfónico
FRAP	Poder antioxidante reductor del hierro
TPTZ	2,4,6 – tripiridil – triazina

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1 Metabolitos secundarios de los tallos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.	22

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1	Estructura base de los flavonoides. 9
Figura 2	Reducción del radical libre 1,1 difenil 2 – picril – hidrazilo (DPPH) 12
Figura 3	Estructura de ABTS antes y después de la reacción agentes antioxidantes. 13
Figura 4	Contenido de fenoles totales y flavonoides en el extracto atomizado y etéreo de los tallos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023. 23
Figura 5	Capacidad antioxidante ($\mu\text{mol ET/mg}$ de extracto) del extracto atomizado y etéreo de los tallos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023. 24
Figura 6	Porcentaje de inhibición del extracto atomizado y etéreo de los tallos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023. 25
Figura 7	Concentración inhibitoria cincuenta (IC_{50}) del extracto atomizado y etéreo de los tallos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023. 26

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1	Certificado de identificación botánica de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023. 46
Anexo 2	Flujograma de la preparación de la muestra. Ayacucho 2023. 47
Anexo 3	Tamizaje fitoquímico de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023. 48
Anexo 4	Flujograma para, la cuantificación del contenido fenoles totales de los extractos atomizados y etéreos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023. 49
Anexo 5	Flujograma para, la cuantificación del contenido Flavonoides de los extractos atomizados y etéreos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023. 50
Anexo 6	Flujograma para, la cuantificación de la actividad antioxidante por el ensayo de DPPH de los extractos atomizados y etéreos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023. 51
Anexo 7	Flujograma para, la cuantificación de la actividad antioxidante por el ensayo de ABTS de los extractos atomizados y etéreos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023. 52
Anexo 8	Flujograma para, la cuantificación de la actividad antioxidante por el ensayo de FRAP de los extractos atomizados y etéreos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023. 53
Anexo 9	Diluciones para la curva patrón: ácido gálico para determinar fenoles totales de los extractos atomizados y etéreos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023. 54
Anexo 10	Curva patrón de ácido gálico para determinar el contenido de fenoles totales de los extractos atomizados y etéreos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023. 55
Anexo 11	Muestras para la cuantificación del contenido de fenoles totales del extracto atomizados y etéreo de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023. 56
Anexo 12	Diluciones de la curva patrón: Quercetina para para la cuantificación de flavonoides de los extractos atomizados y etéreos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023. 57
Anexo 13	Curva patrón de la quercetina para la cuantificación del contenido de flavonoides del extracto atomizados y etéreo de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023. 58
Anexo 14	Muestras para, la cuantificación de fenoles totales de los extractos atomizados y etéreos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023. 59
Anexo 15	Diluciones de la curva patrón: DPPH para, la cuantificación de la actividad antioxidante del extracto atomizados y etéreo de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023. 60
Anexo 16	Curva patrón del DPPH para, la cuantificación de la actividad antioxidante del extracto atomizados y etéreo de 61

	<i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.	
Anexo 17	Muestras para, la cuantificación de la capacidad antioxidante en el ensayo DPPH de los extractos atomizados y etéreos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.	62
Anexo 18	Diluciones de la curva patrón: ABTS para, la cuantificación de la capacidad antioxidante de los extractos atomizados y etéreos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.	63
Anexo 19	Curva patrón del ABTS para, la determinación de la actividad antioxidante del extracto atomizados y etéreo de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.	64
Anexo 20	Muestras para, la cuantificación de la capacidad antioxidante con ensayo ABTS de los extractos atomizados y etéreos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.	65
Anexo 21	Diluciones de la curva patrón: FRAP para, la cuantificación de la capacidad antioxidante de los extractos atomizados y etéreos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.	66
Anexo 22	Curva patrón del FRAP para, la determinación de la actividad antioxidante de los extractos atomizados y etéreos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.	67
Anexo 23	Muestras para, la cuantificación de la capacidad antioxidante por el ensayo de FRAP de los extractos atomizados y etéreos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.	68
Anexo 24	T - Student del contenido de fenoles totales del extracto atomizado y etéreo de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.	69
Anexo 25	T - Student del contenido de flavonoides del extracto atomizado y etéreo de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.	70
Anexo 26	T - Student de la actividad antioxidante DPPH del extracto atomizado y etéreo de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.	71
Anexo 27	T - Student de la actividad antioxidante ABTS del extracto atomizado y etéreo de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.	72
Anexo 28	T - Student de la actividad antioxidante FRAP del extracto atomizado y etéreo de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.	73
Anexo 29	Prueba de análisis de varianza (ANOVA) y comparaciones múltiples (Tukey) de la actividad antioxidante (IC ₅₀) del método DPPH y ABTS del extracto atomizado y etéreo de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.	74
Anexo 30	Matriz de consistencia	75

RESUMEN

Huanarpo macho es una planta altamente relevante debido a sus propiedades afrodisiacas, pero no solo se debe a dicha propiedad, sino también debido a la gran cantidad de metabolitos presentes a los que se le atribuye las diversas propiedades biológicas: lactonas, cumarinas, flavonoides, terpenos, aminoácidos libres y las catequinas. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto antioxidante del extracto etéreo y atomizado de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho” por los métodos: DPPH, ABTS y FRAP; la cual se desarrolló en el Laboratorio de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica. La ejecución fue entre los meses de enero - junio. Los datos obtenidos fueron a partir de extractos atomizados y etéreos. El contenido de fenoles totales fue determinado siguiendo la metodología de Folin – Ciocalteu, el contenido de flavonoides por la metodología de cloruro de aluminio. El extracto atomizado presentó mayor contenido de fenoles totales, flavonoides, capacidad antioxidante, porcentaje de inhibición e IC_{50} : $266,05 \pm 1,54$ mg EAG/g de extracto (fenoles totales) y $71,60 \pm 1,77$ mg EQ/g de extracto (flavonoides); el método ABTS presentó mejor capacidad antioxidante $497,81 \pm 1,70$ μ mol ET/mg de extracto; % inhibición ABTS $75,97 \pm 0,24$ y el mejor IC_{50} se obtuvo por el método ABTS $2,21 \pm 0,06$ mg/mL; el IC_{50} del trolox fue $0,08 \pm 0,00$ mg/mL. Finalmente, se puede mencionar que, *Jatropha macrantha* M. Arg es una fuente de fenoles y flavonoides que presenta efecto antioxidante.

Palabras clave: *Jatropha macrantha* M. Arg., actividad antioxidante, fenoles totales y flavonoides.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, el uso de productos de origen vegetal es de gran relevancia debido a la existencia de una gran cantidad de flora en las diferentes regiones del país. Desde que el hombre tuvo contacto con las plantas, mantuvo una estrecha relación con los recursos naturales; es así que, las plantas representan un símbolo importante para el hombre, debido a su disponibilidad, también porque es una fuente de alimento; así mismo porque es utilizado como una fuente terapéutica en diferentes afecciones, tal es el caso de que son usadas como antiinflamatorias, antioxidantes, antiulcerosas, entre otras; etc. Tal es el motivo que, actualmente se buscan alternativas naturales o terapias complementarias para tratar alguna afección, debido a que los medicamentos químicos están presentando efectos secundarios no deseados; la medicina alterna natural, actualmente está siendo muy utilizada y cada vez más creciente por la aceptación en los tratamientos. La OMS (Organización Mundial de la Salud); estima que un aproximado de 80 % de la población depende del tratamiento en atención primaria de medicina tradicional. El uso y la práctica de la medicina natural está basada en el uso terapéutico de las diferentes partes de las plantas y en las distintas formas de preparación.¹

Jatropha, pertenece a un género de plantas que tienen un aproximado de 180 especies entre árboles leñosos, matorrales, arbustos y algunas hierbas; estas se encuentran ampliamente distribuidas en las zonas tropicales, subtropicales, áridas y principalmente se pueden encontrar en los continentes de África, Asia y América. Algunas plantas, presentan metabolitos secundarios que tienen propiedades biológicas, que son sintetizadas en cantidades pequeñas; los polifenoles presentes en algunas plantas, representan un conjunto de diversas moléculas que presentan varios grupos bencenos que son reemplazados por grupos hidroxilos, las cuales se clasifican según a la estructura y los más resaltantes son los ácidos fenólicos y los flavonoides.^{1,2}

Los antioxidantes, los podemos encontrar en algunos alimentos; estos compuestos generan un gran aporte en el organismo en la prevención de las diversas formas de los radicales libres y no dañan la normal función de las células y es así como se asocia el proceso de oxidación – reducción. Los radicales libres pueden ser originados de manera exógena o endógena; son compuestos que presentan un electrón desapareado y buscan completar su estructura, así generando una serie de reacciones en cadena y finalmente generando una inestabilidad electrónica. Para proteger al cuerpo de los radicales libres, existen dos vías fundamentales que son los antioxidantes no enzimáticos y enzimáticos. Es así que, el desequilibrio del oxígeno puede producir afecciones neurodegenerativas, cardiovasculares, inflamatorias y el cáncer.³

Jatropha macrantha M. Arg “huanarpo macho”; generalmente es utilizado como un brebaje afrodisíaco; también hay estudios de esta planta donde indican que presenta otras propiedades como: vasodilatador, broncodilatador, antiagregante, cicatrizante y presenta un efecto modulador de la respuesta eréctil. Este concepto fue motivo para evaluar de manera experimental la actividad antioxidante del extracto etéreo y atomizado de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”, se determinó el contenido fenoles totales y flavonoides; la actividad antioxidante se realizó por los métodos de DPPH, ABTS y FRAP. De acuerdo a todo ello se plantearon los siguientes objetivos.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto antioxidante del extracto etéreo y atomizado de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”.

Objetivos específicos

- Determinar el contenido de compuestos fenólicos: fenoles totales y flavonoides en el extracto etéreo y atomizado de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”.
- Establecer la capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos por los métodos DPPH, ABTS y FRAP.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Huamán⁴, en Perú en el año 2021, realizó un estudio con el objetivo de evaluar el efecto antioxidante de los compuestos fenólicos de hojas y tallos de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". A partir de un extracto hidroalcohólico de las hojas y tallos; se determinó el contenido de fenoles totales (Folin – Ciocalteu) y flavonoides (cloruro de aluminio). La cuantificación de la actividad antioxidante fue determinada por los siguientes métodos: DPPH, ABTS y FRAP. Las hojas tuvieron mayor contenido de fenoles y flavonoides con resultados de; 309, 06 ± 5, 70 mg EAG/g de extracto y 106, 36 ± 1, 39 mg EQ/g de extracto, respectivamente. Mientras que, los tallos presentaron tener menor contenido de fenoles y flavonoides: 251, 14 ± 2, 50 mg EAG/g de extracto y 61, 14 ± 1, 37 mg EQ/g de extracto, respectivamente. Ambos extractos de hojas y tallos presentaron tener diferencias significativas ($p < 0, 05$). El efecto antioxidante de las hojas y tallos equivalente al Trolox en los métodos: DPPH, hojas 314, 06 ± 3, 47 $\mu\text{mol ET/g}$ de extracto, y en tallos 188, 08 ± 3, 12 $\mu\text{mol ET/g}$; mientras que en el ensayo de ABTS se obtuvo en hojas 406, 62 ± 3, 26 $\mu\text{mol ET/g}$, y en tallos un 363, 73 ± 3, 32 $\mu\text{mol ET/g}$ de extracto y finalmente por el método de FRAP se obtuvo en hojas un 314, 75 ± 2, 12 $\mu\text{mol ET/g}$ y en los tallos 231, 60 ± 1, 18 $\mu\text{mol ET/g}$; es así que se llegó a concluir que, las hojas presentan mayor efecto antioxidante con respecto a los tallos.

Tinco et al.⁵, en Perú, el año 2021, realizaron un estudio del Tamizaje fitoquímico por LC-ESI-MS/MS y efecto de la fracción de acetato de etilo de Hojas y tallos de *Jatropha macrantha* Müll Arg. Sobre la disfunción eréctil inducida por ketamina en ratas. En los resultados del análisis fitoquímico se evidenciaron la presencia de cumarinas, flavonoides, ácidos fenólicos y terpenos. Se evaluaron los fenoles totales (Folin – Ciocalteu) y flavonoides (cloruro de aluminio). También los TPC de LEAF y SEAF fueron 359 ± 5, 21 mg GAE/g y 306 ± 1, 93 mg GAE/g,

respectivamente; TF en LEAF y SEAF fueron $23,7 \pm 0,80$ mg EQ/g y $101 \pm 1,42$ mg EQ/g, respectivamente. Y los resultados para DPPH, ABTS y FRAP en SEAF se evidenciaron $647 \pm 3,27$; $668 \pm 2,30$; y $575 \pm 2,86$ $\mu\text{molTE/g}$, respectivamente, mientras que LEAF mostró $796 \pm 3,15$; $679 \pm 0,85$; y $806 \pm 3,42$ $\mu\text{molTE/g}$, respectivamente. Con respecto al comportamiento sexual, LEAF mostró tener un mejor efecto en frecuencia de montaje, frecuencia de intromisión, frecuencia de eyaculación, latencia de montaje, latencia de intromisión, latencia eyaculatoria y latencia post eyaculatoria que SEAF. Con la cual llegaron a la conclusión que la hoja de *Jatropha macrantha* a 50 mg/kg mostró un efecto mejor en el comportamiento sexual en ratas macho con disfunción eréctil que SEAF, pero no más alto que sildenafil.

Oré⁶, en Ayacucho – Perú en el año 2023, realizó un estudio con el objetivo de evaluar el efecto antiulceroso de los compuestos fenólicos presentes en las hojas y tallos de *Jatropha macrantha* Müll Arg, a partir del extracto hidroalcohólico de las muestras extraídas de San Sebastián de Sacraca - provincia Paucar de Sara Sara. Se evaluó el contenido de fenoles totales (Folin – Ciocalteu). Se usaron compuestos fenólicos a concentraciones de 25, 50 y 100 mg/Kg; donde en una concentración de 100 mg/Kg se evidenció una mejor inhibición de úlcera en un porcentaje de 88, 24 % con resto a las dosis inferiores, inclusive mayor que la inhibición de la ranitidina 76, 47 % e igual inhibición que el sucralfato 88, 24 %. Finalmente se demostró que, los compuestos fenólicos presentes en las hojas y los tallos, a una dosis de 100 mg/Kg presentó un efecto antiulceroso.

Vales et al.⁷, en Iquitos en el año 2019, realizaron el estudio con la finalidad de evaluar la actividad antioxidante y antibacteriana *in vitro* del extracto etanólico de la raíz de *Jatropha curcas* L. (piñón blanco), a partir del extracto etanólico de plantas recolectadas en el Centro Experimental de Plantas Medicinales en la Facultad de Ciencias Agronómicas, se cuantificó el contenido de fenoles, flavonoides, antocianinas y la capacidad antioxidante mediante el método de DPPH. Se evidenció la presencia de los fenoles totales con $213,61 \pm 0,09$ mg GAE/100 g de muestra; flavonoides $8,92 \pm 9,81$ g quercetina/100 g de muestra y antocianinas $10,19 \pm 2,00$ mg cianidina – 3 – glucósido/100 g de muestra; mientras que el porcentaje de inhibición (DPPH) fue de 85, 58 % a una concentración de 5 mg/mL. Finalmente se demostró que, esta especie presenta una elevada actividad antioxidante.

León et al.⁸, en México en el año 2021, realizaron una investigación con la finalidad de identificar la capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos presentes de *Jatropha cardiophylla* (Tor.) Müll. Arg. Se realizó una extracción etanólica de la parte aérea de esta planta y se evidenciaron los siguientes resultados: presencia de ácidos fenólicos, gálico cafeico y protocatecuico; también compuestos flavónicos (epicatequina); la capacidad antioxidante de la parte aérea en micromoles equivalente a trolox por gramo de extracto $\mu\text{molET/g}$ fue; DPPH – actividad inhibitoria ($296, 26 \pm 1,73$), ABTS – actividad inhibitoria ($416, 63 \pm 3, 53$) y FRAP – poder reductor del hierro ($456, 71 \pm 2, 67$). Finalmente, se concluye que existe potencial de la parte aérea de la planta *Jatropha cardiophylla* (Tor.) Müll. Arg.; y representa una fuente de compuestos fenólicos con una actividad antioxidante.

Vargas⁹, en México en el año 2018, realizó un estudio con la finalidad de evaluar la actividad antioxidante y quelante de hidrolizados proteicos de pasta residual de *Jatropha curcas* L. obtenida en almendra y semilla completa; las semillas trituradas mediante la molienda fueron reposadas con hexano durante 12 horas. Los concentrados proteicos se obtuvieron mediante precipitación isoeléctrica (pH de solubilidad = a 10, 5; pI = a 4, 5), luego fueron liofilizados e hidrolizados. Se evidenció que los hidrolizados CPHI y CPHA mostraron quelación hacia los metales hierro y cobre; los compuestos fenólicos presentes en la cáscara mejoran esta capacidad teniendo el mayor porcentaje en el CPHI con 21,66% (quelación de Fe^{2+}) y 46,33% (quelación de Cu^{2+}). Con respecto a la actividad antioxidante se evidenció que el hidrolizado de CPHA es capaz de captar el 48,59% de los radicales hidroxilos y 63,21% de radicales DPPH, indicando mayor efecto con respecto a CPHI y presentan propiedades funcionales, antioxidantes y quelantes.

Fröhlich et al.¹⁰, en Brasil en el año 2013, realizaron una investigación con la finalidad de determinar la capacidad antioxidante, actividad antimicrobiana y determinar los triterpenos aislados de *Jatropha isabellei* Müll Arg; a partir del extracto de las partes subterráneas pulverizadas y maceradas con etanol al 70 % y el extracto fue dividido con disolventes de polaridad creciente: diclorometano, acetato de etilo y n – butanol. La metodología del DPPH fue usada para la determinación de la capacidad antioxidante, los mejores resultados de la capacidad antioxidante se evidenciaron en la fracción de acetato de etilo ($14, 78 \pm 1, 10 \mu\text{g/mL}$), así mismo presentó mejores resultados de fenoles ($635, 80 \pm 0, 13 \mu\text{g EAG/mg}^{-1}$), flavonoides ($25, 90 \pm 0,79 \mu\text{g EQ/mg}^{-1}$) y taninos condensados

(15, 63 ± 0, 46 µg Ecatequina/mg⁻¹), por lo tanto, evidenciando la relación que existe entre el contenido de fenoles y la actividad antioxidante.

2.2. Redacción del marco conceptual

2.2.1. Clasificación taxonómica de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”

DIVISIÓN	: MAGNOLIOPHYTA
CLASE	: MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	: ROSIDAE
ORDEN	: EUPHORBIALES
FAMILIA	: EUPHORBIACEAE
GÉNERO	: JATROPA
ESPECIE	: <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg.
N.V.	: “huanarpo macho

Fuente: Certificado emitido por la Bióloga Laura Aucasime Medina, especialista en Taxonomía vegetal. (ANEXO 1).

2.2.2. Distribución

Esta especie crece entre los 1000 y 2500 m.s.n.m. esta planta es originaria del Perú, las podemos hallar en los departamentos de Cajamarca, Áncash, Lambayeque, La Libertad; así mismo puede hallarse en abundancia por la Amazonia, específicamente en el departamento de Puno y valle fluvial del Marañón. Crece en suelos áridos y semiáridos; además, no necesita un suelo agrícola.¹¹

2.2.3. Descripción botánica

La planta es un arbusto mediano de una altura aproximada entre 1, 5 a 2 metros; presenta una floración de color roja; generalmente las partes usadas del huanarpo macho son los tallos en estadio joven, tan peculiar debido a la similitud a la anatomía de un hombre, así mismo es utilizado desde tiempos antaños en la medicina tradicional como coadyuvante en la función sexual masculina.¹² Muy aparte, esta especie presenta las siguientes características:¹²

Raíz: presenta una forma pivotante y a la vez conoidea, generalmente, esta parte es caracterizada por presentar pocas raíces secundarias y presenta una corteza de un espesor regular.

Tallo: esta planta presenta un arbusto ramificado cuyas ramas son extendidas, otros de esta especie pueden presentar una altura de un metro, suelen presentar unas ramas carnosas que se marcan visiblemente por presentar las cicatrices de

los callos que anteriormente estuvo presente el peciolo; el tallo presenta mayor grosor hacia la base.

Hojas: de ancho miden aproximadamente entre 10 - 12 cm y de largo entre de 9-10 cm, agudos ovalados y enteros; con yemas ligeramente pedunculadas, estipulas, durante la época de sequía, las hojas son caducas y posteriormente son de color parduzco.

Flores: se caracterizan por ser pequeñas de una coloración rojo escarlata, mientras que presenta pequeñas brácteas que son foliáceas en forma lanceo - ovaladas de 10 mm de largo en promedio; los sépalos masculinos tienen una forma oblonga ovaladas, dentadas glandulares, agudos, libres y miden de largo entre 4 a 5 mm. Tienen pétalos libres parecidas a las uñas de un largo de 2 cm, mientras que presenta 10 estambres en el androceo. No presenta pelos en la superficie del ovario; presenta inflorescencias de forma capitulada, de una coloración escarlata, y usualmente aparecen de manera tardía durante el la época seca.

2.2.4. Propiedades farmacológicas

Es considerada como una planta medicinal potencialmente afrodisíaca. En otros estudios se mencionan que presenta un efecto broncodilatador, antiinflamatorio, modulador del estradiol, progesterona y testosterona, antioxidante e inhibidor de la aldosa reductasa.^{4,13,14} Otras especies de este género presentaron tener propiedades en el tratamiento de alopecia, anti carcinogénicas, debido a que se evidenció en cultivos celulares una reducción de cáncer de colon humano, próstata, esófago y piel.¹⁵ En este sentido, *Jatropha macrantha* es cada vez más usado en tratamientos de la disfunción eréctil.⁸

2.2.5. Usos tradicionales

Esta planta es usada en la serranía generalmente como un afrodisíaco y por presentar otras propiedades importantes. Según estudios realizados del género *Jatropha*, mayormente desde años atrás, principalmente el tallo de *Jatropha macrantha* es la parte más una utilizada en forma de tintura o en forma de un extracto acuoso y en infusiones con el fin de poder recuperar la potencia sexual, así mismo esta planta es muy conocida y usada a nivel de la región andina y selva del Perú.^{16,17} La raíz de esta especie, presenta alcaloides muy similares a la yohimbina.¹⁷

2.2.6. Composición química

Jatropha macrantha M. Arg., en su composición presenta esteroides, saponinas, taninos, flavonoides, aceites esenciales, alcaloides y proantocianidinas, esta última es un compuesto químico con actividad farmacológica en caso de situaciones inflamatorias y según algunos estudios, se les atribuye a las proantocianidinas como responsables de la estimulación sexual para corregir la disfunción eréctil.¹³ En otras especies relacionadas al género *Jatropha* se evidenciaron: lignanos, diésteres, apigenina, isovitexina, diterpenos, diterpenoides, entre otros.¹⁸

2.2.7. Compuestos fenólicos

Aquellos metabolitos secundarios más importantes las cuales fueron producidas por las plantas y así tienen su origen a partir del mundo vegetal. Este concepto agrupa a todas aquellas sustancias que en su composición poseen funciones o grupos de fenol y presentan uno o más grupos hidroxilos. Además, los compuestos fenólicos actúan como fitoalexinas, quiere decir que las plantas heridas sintetizan o secretan fenoles como mecanismo de defensa frente a los posibles ataques bacterianos o fúngicos; solubles en agua, también estos compuestos contribuyen en la pigmentación de pieles en las frutas, flores y hortalizas; brindan la coloración naranja, rojo, púrpura o violeta, azul; una vez que los fenoles llegan a la etapa de oxidación, dan lugar a la aparición de las quinonas que presentan una coloración pardo.¹⁹

Ácidos fenólicos

Grupo amplio de compuestos orgánicos, ampliamente distribuidos en la naturaleza, con actividades antioxidantes, anti mutagénicas, antitumorales, entre otras. Proviene de dos grandes grupos: los ácidos hidroxicinámicos e hidroxibenzoicos. La actividad antioxidante de estos compuestos se ve evidenciada en que, cuando exista una separación mayor entre el grupo carbonilo y el anillo aromático. A más presencia de los grupos hidroxilo, esta capacidad se verá elevada.²⁰

Flavonoides

Proviene del término flavus, que significa (color amarillo y rojo, así como la miel o el oro). Se refiere a un conjunto de compuestos polifenólicos que se encuentran distribuidos ampliamente entre frutas y vegetales; la coloración de las flores y los frutos es gracias a la existencia de estos compuestos. Su estructura química consta de tres anillos y se caracteriza por presentar un núcleo 2 – fenil – bencil –

y pirona. Los flavonoides mayormente se encuentran en formas glicosiladas o esterificadas; así mismo presenta dos anillos aromáticos cíclicos (A y B) con una estructura del tipo C6-C3-C6, que están unidas mediante una cadena de 3 carbonos, esta última está ciclada a través a un oxígeno.^{21,22}

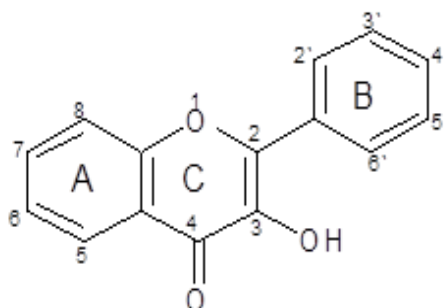


Figura 1. Estructura base de los flavonoides

Fuente: Pérez.²³

2.2.8. Radicales libres

Son una especie química que tiene la capacidad de existir de manera independiente y este a su vez puede tener uno o más electrones libres o desapareados en su estructura, siendo así compuestos inestables, así se consideran como compuestos altamente reactivos; de otro modo, también son conocidos como especies reactivas del oxígeno y nitrógeno. Estos radicales libres o desapareados tienen la capacidad de generar daño, de manera que oxida las macromoléculas biológicas, así como el ADN, membranas celulares y tejidos. Son partícipes en los procesos fisiopatológicos de distintas enfermedades, así como: patologías cardiovasculares, cáncer, diabetes, afecciones broncopulmonares, patologías gastroentéricas, complicaciones reumáticas o procesos neurodegenerativos.²⁴

2.2.9. Estrés oxidativo

En un concepto que está ligada a las células y a la manera de que un radical libre afecte a la misma (célula), es así que, hay un equilibrio cuando, existe la producción de radicales libres u otras especies reactivas concomitante a la generación de los mecanismos antioxidantes (exógeno y endógeno). Gracias a la existencia este proceso de equilibrio, la toxicidad generada por la oxidación es inferior y por lo tanto con la existencia de un daño celular menor. En cuanto no exista o se rompa este balance, se produce una carencia en el sistema antioxidante por la pronta alza de forma acelerada de los radicales desapareados.²⁵

2.2.10. Antioxidantes

Sustancias que tienen la característica de prevenir o retrasar una oxidación de un compuesto oxidable a pesar de que éste se encuentre en menor concentración que el sustrato. Existen dos vías de defensa o agentes antioxidantes para organismo frente a los agentes oxidantes, estas pueden ser de origen enzimáticos y no enzimáticos o proteínas de unión. Todos estos compuestos actúan de manera conjunta para neutralizar las diferentes formas reactivas del oxígeno, de manera que forman una red de agentes antioxidantes. A sí mismo, en la piel podemos encontrar a los protectores enzimáticos denominados glutatión peroxidasa, superóxido dismutasa y la catalasa, que representan la primera barrera contra los radicales libres. Así mismo, dentro de los protectores no enzimáticos, podemos mencionar a la vitamina E, vitamina C, glutatión, carotenoides y el ácido úrico.²⁶

2.2.11. Secado por atomización

Este proceso consiste en la deshidratación de un producto en un tiempo corto y a la vez se evita el deterioro del producto. Una vez atomizada un producto, este adquiere una mayor superficie de intercambio; el aire caliente ingresa a la cámara, se genera un aumento significativo en lo referente a la transferencia de calor y masa. Es así que, el secado mediante la atomización conserva las propiedades o características organolépticas y nutricionales de los alimentos debido a que el secado es rápido y a una temperatura alta. Una de las características más importantes de este proceso, es la formación de gotas que consta de agua y sólidos. Y al final la partícula que está dentro del atomizador está completamente formada por sólidos.²⁷

- **Elementos de un secado por atomización²⁷**

Sistemas calefactores del aire; está situada entre la cámara y el ventilador; su función es alcanzar la temperatura deseada (90 – 650 °C); mientras que el ventilador debe proporcionar aire a la velocidad requerida. A su vez, este sistema calefactor puede ser: por combustión directa de un gas o fuel – oil en el seno de la corriente del aire; por cambiadores de calor con vapor de agua a presión y por resistencias eléctricas.

Sistema de atomización; el objetivo de este sistema es transformar el alimento líquido en finas gotas. Existen tres sistemas de atomización: boquilla o toberas de alta presión, discos rotativos de alta velocidad y toberas de dos flujos.

Cámara de secado; es el espacio donde se trata de obtener una mezcla íntima de aire caliente con las respectivas gotas del producto a secar.

Sistema de separación de polvo y sistema de impulsión del aire; la separación de los polvos finos se realiza mediante separadores de dos tipos: el cicló y el saco; el primero es un separador centrífugo de polvo que tiene una forma cónica, gira en forma helicoidal descendente y finalmente asciende por el centro; mientras que el segundo, son filtros de tejido burdo que tienen la función de retener el polvo.

- **Ventajas y desventajas del secado por atomización²⁷**

Ventajas

Corto tiempo de secado.

Uniformidad del producto final.

Se consigue consistencia, densidad global, la apariencia y las propiedades de flujo deseado.

Es una operación de secado continua y fácil.

Evita la decoloración, oxidación, descomposición, pérdida de aroma y la desnaturalización proteica.

Desventajas

Costos de instalación.

La eficacia térmica no es muy suficiente debido a que se pierden mucho calor con los gases que salen.

2.2.12. Métodos para determinar la actividad antioxidante

- **Ensayo de DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo)**

Fundamentalmente, es una técnica o método que se fundamenta en que, existe una reducción del radical DPPH por la presencia de los agentes antioxidantes presentes en una muestra o extracto de una muestra. El DPPH es un radical que se presenta como un radical libre y estable debido que existe desequilibrio (deslocalización de un electrón) en esta molécula, por tal motivo, esta molécula no llega a dimerizarse. La pérdida o deslocalización de un electrón, es motivo también para intensificar la coloración violeta que es típico de este radical, se lee a una absorbancia de 517 nm. Una vez que el DPPH reacciona con el extracto que tiene antioxidantes que pueden transferir un átomo de hidrógeno, el color violáceo va perdiendo su intensificación, dando una coloración final de amarillo pálido. Esta decoloración es monitoreada constantemente mediante espectrofotometría y así determinándose los parámetros para las propiedades antioxidantes. Este método es usado actualmente con mayor frecuencia, la reacción dura un tiempo aproximado de 20-30 minutos en lugar de un tiempo de reacción total de 120 minutos que es necesario para llegar al estado estacionario

y así terminar la reacción redox. La actividad antioxidante es medida según la decoloración que presenta el sustrato una vez añadido el antioxidante, se mide en una longitud de onda (λ) de 515 nm. Este método se caracteriza debido a que se puede realizar de manera rápida y sencilla, pues no requiere de una infraestructura mayor, pero la desventaja es que solo se disuelve en medios orgánicos.^{28,29}

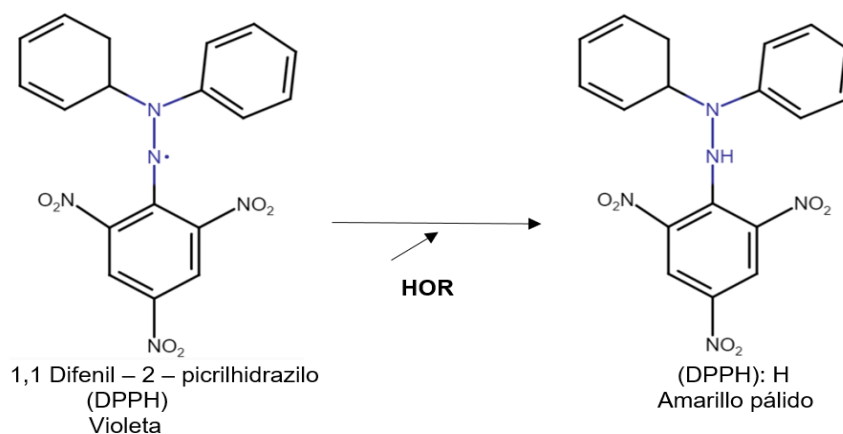


Figura 2: Reducción del radical libre 1,1 difenil 2 – picril – hidrazilo (DPPH)

Fuente: Herrera.²⁹

- **Ensayo de ABTS^{•+} (Acido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6- sulfónico)**

La generación de estos radicales libres (ABTS^{•+}) constituyen la base de uno de los métodos espectrométricos utilizados para medir la capacidad antioxidante de los extractos. Originalmente, el este ensayo se basaba en la activación de la metilmioglobina por peróxido de hidrógeno en la presencia de este radical (ABTS), seguida de la generación de radicales libres catiónicos en presencia o ausencia de los compuestos antioxidantes. Actualmente, los métodos ABTS se basan en reacciones SET y HAT, donde los radicales ABTS se forman después de reacciones químicas o enzimáticas; en el caso de ser química reacciona con persulfato de potasio o puede ser una reacción enzimática como con la peroxidasa y mioglobulina. Los formatos de ensayo más adecuados incluyen métodos de decoloración o blanqueo en los que los radicales libres se generan de manera directa en una forma estable más antes de la reacción con un antioxidante. Una vez haya sido generado el radical ABTS, éste pasa a tener nuevas características y es leída mediante espectrofotometría en una longitud (λ) de 734 nm. Una de las ventajas de este ensayo es que, suelen ser solubles en medios acuosos y medios orgánicos; mayormente indicado para realizar ensayos coloreados, como es el caso la identificación de las sustancias o compuestos con características

fenólicas, debido a que, estos compuestos suelen presentar una máxima absorción y más próxima a la región infrarroja (λ 734).^{28,30}

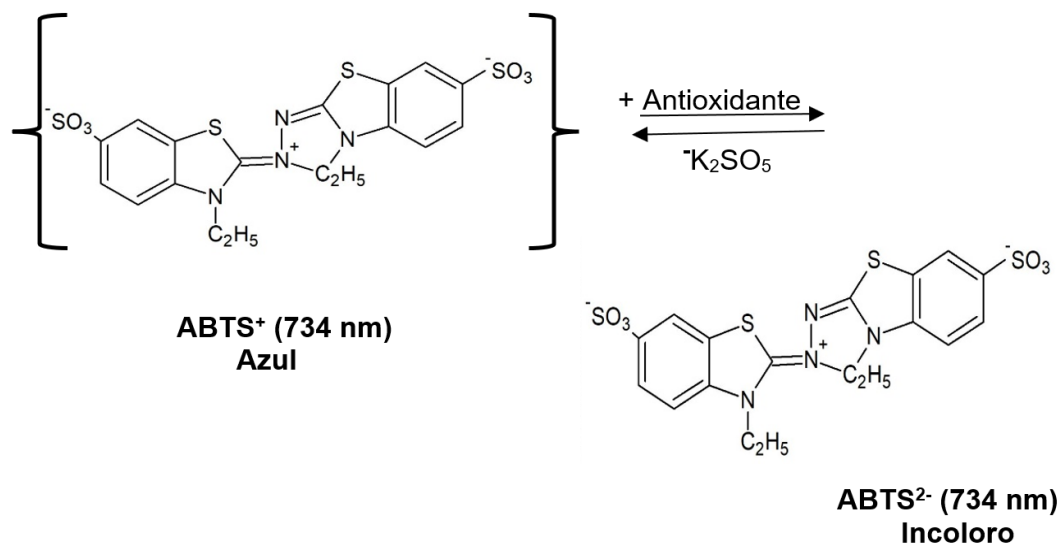


Figura 3: Estructura de ABTS antes y después de la reacción con agentes antioxidantes.

Fuente: Zutela, *et al.*³¹

- **Ensayo FRAP (Potencial antioxidante reductora férrica)**

El ensayo desarrollado originalmente por Benzie y Strain que, es capaz de medir o cuantificar el poder reductor en muestras plasmáticas, pero también ha sido adaptado y utilizado para la determinación de antioxidantes en productos vegetales o botánicos. Esta reacción química es usada para medir la reducción de un complejo de hierro- 2,4,6, tripyridyl-s-triazine (TPTZ) por un antioxidante, donde el hierro férrico (Fe³⁺-TPTZ) se reduce a los iones ferrosos a un pH bajo para formar un complejo coloreado de ferro-tripyridyltriazine (Fe²⁺-TPTZ), con una longitud de onda de absorción de 593 nm. Este método generó algunas críticas debido a que, la reacción no se produce en un pH fisiológico y también debido a la absorbancia a la que es leída; tal es el caso de la bilirrubina oxidasa que, en un tiempo después podría generarse el aumento de los valores de FRAP ya que también es detectada a esta longitud de onda; otro inconveniente es que, cualquier sustancia que tenga un potencial redox inferior podría hacer que el hierro se reduzca y generar valores no certeros de FRAP.^{29,32}

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación fue desarrollada en el laboratorio de Farmacología y Farmacognosia de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, durante los meses de enero – junio de 2022.

3.2. Nivel de investigación

Básico – Descriptivo

3.3. Definición de la población y muestra

3.3.1. Población

Tallos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”, que crece en la comunidad de Sacraca de la Provincia de Paucar de Sara Sara del Departamento de Ayacucho, altitud de 2691 m.s.n.m.

3.3.2. Muestra

Tres kilogramos de tallos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”, recolectados en la comunidad de Sacraca, provincia de Paucar del Sara Sara, Departamento de Ayacucho.

3.3.3. Unidad de análisis

Compuestos fenólicos extraídos de los tallos de de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”.

3.4. Procedimiento para la recolección de datos

3.4.1. Recolección y preparación de la muestra

La muestra (tallos) vegetal fue recolectada en la comunidad de Sacraca en una bolsa de polietileno; luego se trasladó a la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, específicamente a los laboratorios de Farmacología y Farmacognosia. Los tallos recolectados fueron debidamente limpiados.

Seguidamente se procedió a desecar los tallos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho” a una temperatura ambiente.

3.4.2. Obtención: extracto atomizado de la muestra

El extracto etanólico se preparó de acuerdo a la técnica de maceración, se utilizó envases de vidrios de color ámbar, 4 litros de etanol de 70° y 1000 g de tallos secos pulverizados de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”, la muestra se mantuvo en un lugar fresco y oscuro durante 14 días, agitándose 15 minutos dos veces al día durante los 14 días de la maceración, luego se filtró con una bomba al vacío y un papel filtro, luego se llevó a concentrar hasta obtener una relación del 10 % de sólidos totales y finalmente se realizó el atomizado agregando maltodextrina 15% en el Atomizador OLT-SD8000B. El producto final se empaquetó en bolsas de polietileno para su uso posterior.

3.4.3. Obtención: extracto etéreo de la muestra

El extracto etanólico se preparó de acuerdo a la técnica de maceración en la cual se utilizó envases de vidrios de color ámbar, para lo cual se usó 4 litros de etanol de 70° y 1000 g de tallos secos pulverizados de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”, la muestra se mantuvo en un lugar fresco y oscuro durante 14 días, agitándose 15 minutos dos veces al día durante los 14 días de la maceración, luego se filtró con una bomba al vacío y un papel filtro, luego se disolvió 1 g con agua destilada y 100 mL de este se agregó al embudo de separación y se adiciono 50 mL de éter de petróleo con agitación constante por 3 días, la parte superior fue separado y llevado a la estufa para sequedad, luego del cual se puso en frascos de color ámbar.

3.4.4. Determinación del contenido: fenoles totales del tallo de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho”.

La determinación del contenido de fenoles totales fue siguiendo el método de Folin-Ciocalteu.³³

- **Preparación: curva de calibración – ácido gálico**

Primero, realizó un peso de 50 mg de patrón (ácido gálico), se llevó a un volumen de 25 mL con metanol, a partir de esta solución madre de ácido gálico se tomó las siguientes alícuotas: 0,0; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30 mL, respectivamente para aforar a 10 mL con metanol y se siguió del mismo modo con el tratamiento de las muestras.

- **Preparación de las muestras**

De la solución anterior (muestra), se tomó directamente 150 μL , se agregó 2400 μL de agua destilada, posterior se agregó 150 μL de reactivo de Folin-Ciocalteu 0,25 N, se homogenizó por un periodo de 5 y la reacción duró 3 minutos. Pasados los 3 minutos se añadió 300 μL de carbonato de sodio 1N, e inmediatamente se incubó a temperatura ambiente por un período de 2 horas en la oscuridad. Finalmente se midió la absorbancia (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC) a 725 nm frente a un blanco sin muestra preparado de igual forma.

3.4.5. Determinación: contenido de flavonoides del tallo de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”

El contenido de flavonoides se determinó de acuerdo al método de Cloruro de aluminio, prosiguiendo con la metodología descrita por Zhishen y col.³⁴

- **Preparación: curva de calibración**

La curva de calibración se realizó con el patrón quercetina se pesó 50 mg de Quercetina se aforó en una fiola de 50 mL con metanol, luego se tomó 10 mL con agua destilada, luego se llevó a las siguientes concentraciones (40,0; 80,0; 120,0; 160,0; 200,0 $\mu\text{g/mL}$), se añadió 150 μL de nitrito de sodio al 5%, se llevó al vortex y a reposar por 5 minutos, también se añadió 150 μL de cloruro de aluminio al 10% y se homogenizó en el vortex, dejando esto en reposo durante 6 minutos. Finalmente, se añadió 2000 μL de hidróxido de sodio (NaOH) al 4% y se agregó 1700 μL de agua destilada, homogenizando en el vortex se dejó en reposo protegido de la luz a temperatura ambiente, esto durante 15 minutos. Todas las lecturas se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron como mg equivalentes de quercetina por g de extracto (mg QE/g de extracto). Se leyó a una longitud de onda de 510 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC).

- **Preparación de la muestra**

Se preparó la muestra pesando 100 mg de extracto atomizado en 100 mL en metanol obteniéndose una concentración de 1mg/mL, del cual se tomó 500 μL de la muestra, se agregó 500 μL de agua destilada, luego se preparó de la misma manera que el estándar . Para terminar, se leyó a una longitud de onda de 510 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC).

3.4.6. Establecimiento de la capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos con los métodos de DPPH, ABTS y FRAP.

- **Determinación de la actividad antioxidante por el método de secuestro del radical libre 1,1 – difenil – picril – hidrazilo (DPPH).**

Se procedió según la metodología descrita por Brand – Williams *et al.*³⁵, con algunas modificaciones hechas por Thaipong *et al.*³³

Primeramente, se preparó una solución patrón (SP), la cual se pesó 24 mg de este radical (DPPH), la cual se diluyó con 10 mL de metanol y fue almacenado en refrigeración. Se preparó una ST (solución de trabajo) mezclando 45 mL de metanol y 10 mL de SP, se ajustó a una absorbancia de $1,1 \pm 0,02$ a 515 nm, mientras que, la curva de patrón se preparó pesando 12,5 mg (trolox), se aforó con metanol a una fiola con volumen de 50 mL, se tomó 0; 1; 2; 4; 6; 8 mL, luego se diluyó con metanol y se llevó un volumen de 10 mL con el mismo diluyente, se homogenizó y se continuó con el mismo procedimiento de la muestra. La muestra fue preparada tomando 150 μ L del extracto, se añadió 2850 μ L de solución de trabajo (ST), luego se reposó en la oscuridad durante 24 horas. Pasado el tiempo de reposo se realizaron las lecturas respectivas a 515 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC).

- **Determinación de la actividad antioxidante por el método de secuestro del catión radical del ácido 2,2'- azinobis – (3 – etilbenzotiazolina) – 6 - sulfónico (ABTS \cdot^+)**

Se procedió según el método descrito por Arnao *et al.*³⁶, con algunos cambios descritos por Thaipong *et al.*³³

Primero, se preparó una SP (solución patrón), esta estuvo constituida por ABTS al 7,4 mM de y persulfato de potasio al 2,6 mM de, se dejó reposar durante 12 horas para una posterior reacción. La ST (solución de trabajo) se preparó con 1 mL de SP (Solución patrón) diluido con un volumen de 60 mL de metanol, cuya absorbancia se ajustó a $1,1 \pm 0,02$ a 734, donde se diluyó con metanol. La curva patrón o calibración se preparó de la siguiente manera; 12,5 mg de estándar (trolox), este se diluyó con metanol y se llevó a un volumen de 50 mL con el mismo diluyente, seguido se tomó 0; 0,5; 1; 2; 3; 4 mL y se aforó con metanol a 10 mL. Luego se siguió con el procedimiento de la muestra. La muestra se preparó de la siguiente manera: 150 μ L del extracto que fue mezclado con 2850 μ L de solución de trabajo de ABTS y reaccionó en la oscuridad durante un período de 2 horas y

la absorbancia fue leída a 734 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC).

- **Determinación de la actividad antioxidante por el método de reducción de hierro (FRAP).**

Se procedió según la metodología descrita por Benzie y Strain³⁷, con algunos cambios descritos por Thaipong *et al.*³³ primero, la solución patrón (SP) estuvo constituida por: buffer acetato de pH 3,6 a una concentración de 300 mM; TPTZ a una concentración de 10 mM que se diluyeron con una solución de HCl, esta solución estuvo a una concentración de 40 mM y una solución de FeCl₃.6H₂O a una concentración de 20 mM de. La solución de trabajo (ST) se obtuvo homogenizando 25 mL; 2,5 mL y 2,5 mL de buffer acetato, solución de TPTZ y una solución de FeCl₃, respectivamente a una temperatura de 37 °C, para lo cual se hizo uso de un baño maría. Finalmente fueron mezclados la muestra y la solución ST en volúmenes de 150 µL de y 2850 µL respectivamente, la reacción duró 30 minutos y se leyó a 593 nm. La curva se preparó con el patrón – trolox (25 – 800 mg).

3.5. Análisis de datos

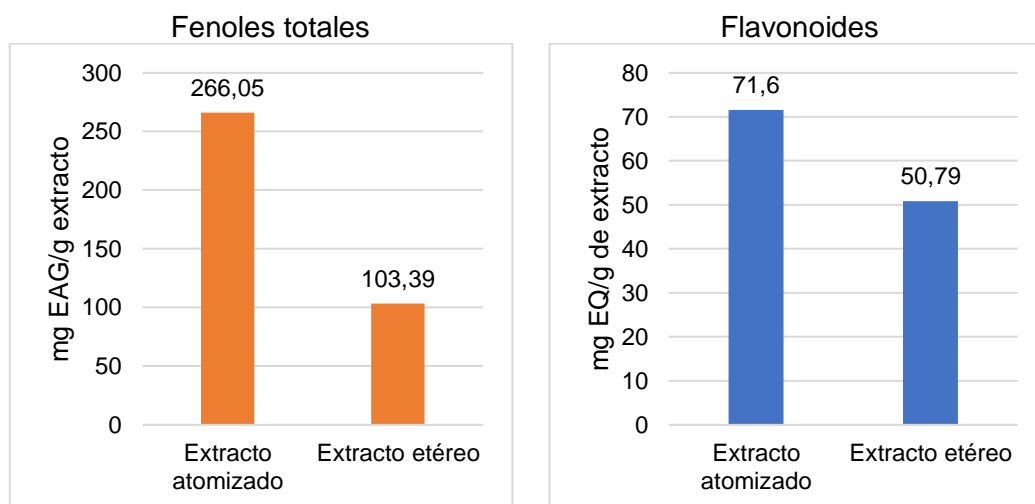
Los resultados obtenidos se procesaron mediante el t de Student para muestras independientes; el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey con un nivel de confianza de 95%. Se hizo uso del software SPSS versión 21 en entorno Windows.

IV. RESULTADOS

Tabla 1. Metabolitos secundarios de los tallos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.

Metabolitos secundarios	Ensayos	Resultado	
		Extracto atomizado	Extracto etéreo
Azúcares reductores	Benedict	+++	-
Aminoácidos libres	Ninhidrina	+++	-
	(azul)		
Fenoles/taninos	Cloruro férrico	+++	-
	(azul, verde, negro)		
Flavonoides	Shinoda	+++	-
	(rojo)		
Triterpenos/esteroides	Lieberman	+++	+++
	(violeta, azul, verde)		
Lactonas/cumarinas	Baljet	+++	+++
	(rojo claro a oscuro, naranja, violeta)		
Resinas	Resinas	+++	-
Saponinas	Espuma	++	-
	Wagner		
Alcaloides	(manchas marrones)	+++	-
	Mayer		
Alcaloides	(manchas marrones)	+++	-
	Dragendorff	+++	+++
Azúcares reductores	Fehling	+++	-
Cardenólidos	Kedde	+++	-
Quinonas	Quinonas	++	-

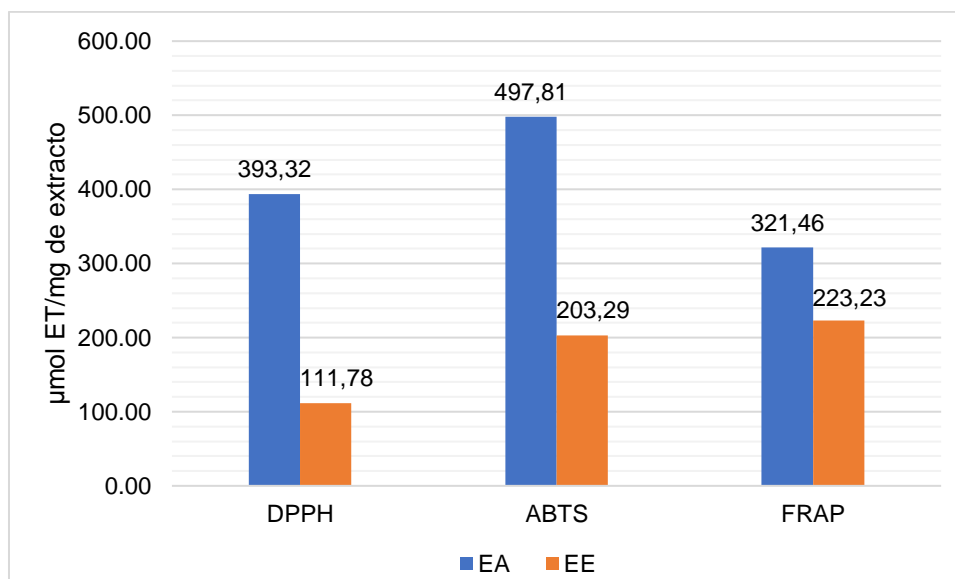
Leyenda: Ausente (-); leve (+); regular (++); moderado (+++); intenso (++++).



Muestra	Fenoles totales (mg EAG/g de extracto)	Flavonoides (mg EQ/g de extracto)
Extracto atomizado	266,05 ± 1,54 ^a	71,60 ± 1,77 ^a
Extracto etéreo	103,39 ± 2,49 ^b	50,79 ± 3,75 ^b

$p < 0,05$; t – Student para muestras independientes.

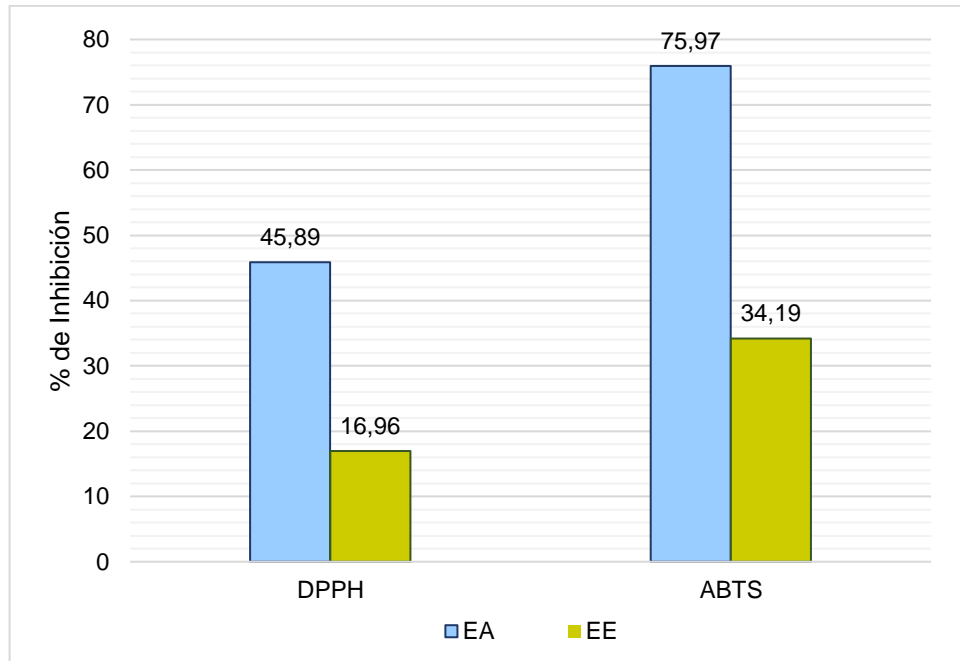
Figura 4. Contenido de fenoles totales y flavonoides en el extracto atomizado y etéreo de los tallos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.



	DPPH	ABTS	FRAP
Muestra	(μmol ET/mg de extracto)	(μmol ET/mg de extracto)	(μmol ET/mg de extracto)
Extracto atomizado	393,32 ± 1,56 ^a	497,81 ± 1,70 ^a	321,46 ± 1,04 ^a
Extracto etéreo	111,78 ± 1,82 ^b	203,29 ± 0,99 ^b	223,23 ± 0,79 ^b

ρ<0,05; t – Student para muestras independientes.

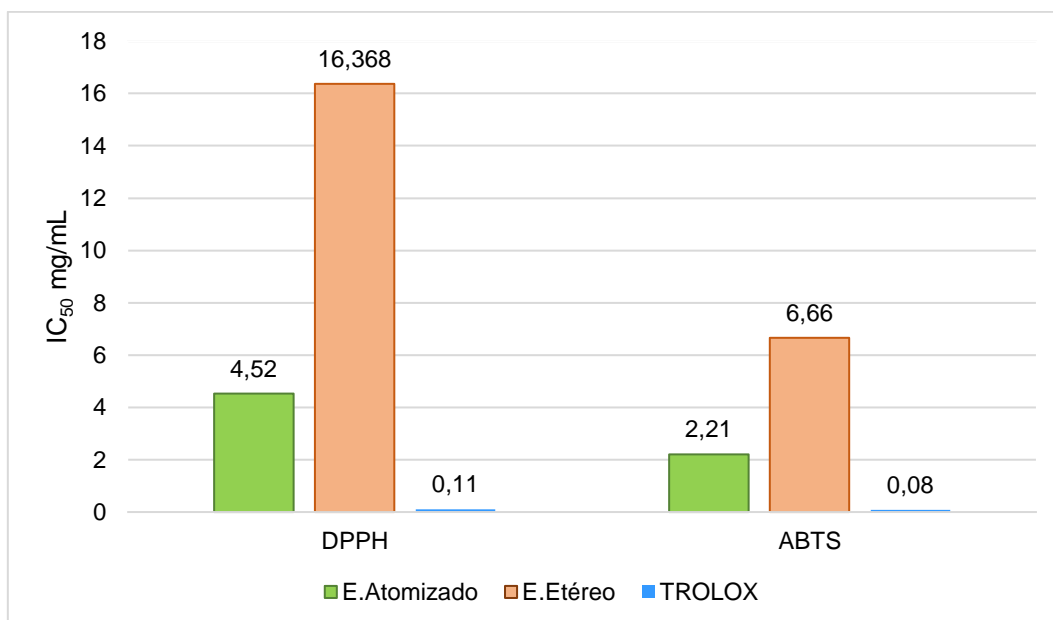
Figura 5. Capacidad antioxidante (μmol ET/mg de extracto) del extracto atomizado y etéreo de los tallos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.



Muestra	DPPH	ABTS
	%	
Extracto atomizado	45,89 ± 0,18 ^a	75,97 ± 0,24 ^a
Extracto etéreo	16,96 ± 0,21 ^b	34,19 ± 0,14 ^b

$p < 0,05$; t – Student para muestras independientes.

Figura 6. Porcentaje de inhibición del extracto atomizado y etéreo de los tallos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.



Muestra	DPPH	ABTS
	IC ₅₀ (mg/mL)	
Extracto atomizado	4,52 ± 0,00 ^a	2,21 ± 0,06 ^a
Extracto etéreo	16,368 ± 0,16 ^b	6,66 ± 0,00 ^b
Trólox	0,11 ± 0,00 ^c	0,08 ± 0,00 ^c

$p < 0,05$

Figura 7. Concentración inhibitoria cincuenta (IC₅₀) del extracto atomizado y etéreo de los tallos de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.

V. DISCUSIÓN

Los antioxidantes son moléculas que retrasan o previenen la oxidación de otras moléculas. Así mismo, la oxidación es un proceso de reacción química donde se produce la transferencia de electrones de una sustancia a un agente oxidante y es así como se producen los radicales libres y éstos mismos producir una reacción en cadena con posterior daño celular. Es aquí donde actúan los antioxidantes inhibiendo las reacciones de oxidación; aunque estos se encuentren en concentraciones mucho más bajas que cualquier otro sustrato biológico oxidable, pues son capaces de prevenir/retardar una oxidación de dicho sustrato oxidable. Como ejemplo de ello, podemos mencionar a los polifenoles.³⁸ Es así que, en la composición química de los extractos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho” se han evidenciado compuestos fenólicos (fenoles, flavonoides) que son los responsables de la actividad antioxidante.⁴

La concentración de la actividad antioxidante de los tallos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”, se realizó a partir del extracto etéreo y el extracto atomizado. Se puede observar que los resultados obtenidos en nuestro trabajo se asemejan a los obtenidos por otros autores.

En la tabla 1, se presenta el resultado de los metabolitos secundarios presentes en los tallos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”, donde en el extracto atomizado se evidenció la presencia de azúcares reductores, aminoácidos libres, fenoles/taninos, flavonoides, triterpenos/esteroides, lactonas/cumarinas, resinas, saponinas, alcaloides, cardenólidos y quinonas; mientras que en el extracto etéreo se evidenciaron triterpenos/esteroides, lactonas/cumarinas y alcaloides. (Anexo 3). Estos resultados evidenciados, corroboran con los que describen Miranda & Cuellar³⁹ y Lock O.⁴⁰ Así mismo, los metabolitos resultantes en esta investigación se asemejan a los hallados en un

estudio realizado con muestras recolectadas en el distrito – Lampa, provincia – Páucar de Sara Sara – Ayacucho, reporta la presencia de metabolitos secundarios a partir de una extracción hidroalcohólica realizada a las hojas y tallos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”, en las cuales se evidenció la presencia de aminoácidos libres, fenoles y/o taninos, azúcares reductores, lactonas y/o cumarinas, flavonoides, triterpenos y/o esteroides, catequinas y saponinas.⁴ Por otra parte, una investigación, reporta la presencia de metabolitos a partir de una extracción metanólica de las hojas y tallos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho” a partir de muestras procedentes del valle del Río Pampas, distrito y provincia de Vilcas Huamán – Ayacucho, de las cuales evidenció gran cantidad de lactonas, cumarinas flavonoides, terpenos, aminoácidos libres y las catequinas.⁴¹ Otra investigación reporta, la presencia de metabolitos secundarios en *Jatropha curcas*, estas muestras fueron obtenidas en la zona de Santa Isabela Bayamo – Granma – Cuba; donde se realizó el tamizaje fitoquímico en extracto etanólico y acuoso; y los metabolitos que más destacaron fueron los alcaloides, las cumarinas, las resinas y antocianidinas, saponinas, aminoácidos libres, taninos, quinonas, flavonoides y mucílagos.⁴² En otra investigación, determinaron la presencia de metabolitos secundarios de *Jatropha dioica*; muestra que se recolectó en la Colonia de Hidalgo – México, a partir del extracto hexánico, metanólico y acuoso donde, en los tres extractos se evidenciaron la existencia de saponinas, triterpenos y esteroides, alcaloides, flavonoides; este último destacó más en los extractos más polares, también se detectaron aceites esenciales en el extracto menos polar (hexánica), azúcares reductores se evidenciaron en extractos (acuosos y metanólico) y los taninos y fenoles solo se encontraron en los extractos metanólico y acuosos en bajas concentraciones. La presencia de taninos en dosis bajas, es beneficiosa para el organismo ya que, pueden resultar ser bactericidas, fungicidas y antioxidantes; así mismo, los flavonoides hallados en este extracto pueden ser potencialmente beneficiosos debido a que son los posibles responsables de la capacidad antioxidante; muy aparte de que estas son responsables de la agregación plaquetaria y la oxidación de proteínas de baja densidad (VLDL); y en otros estudios indicaron que, la alta concentración de fenoles y flavonoides en el género *Jatropha* induce a un efecto antioxidante in vitro.^{42,43} Otro estudio reporta la presencia de estos metabolitos a partir de los extractos metanólico de las hojas y tallos de *Jatropha cinérea* M. Arg y *Jatropha cordata* M. Arg., estas fueron recolectadas en la región Noroeste de México, donde

se realizó la identificación por HPLC – DAD; ambas especies presentaron compuestos ricos en ácidos fenólicos en los tallos, mientras que en las hojas se hallaron compuestos flavonoides; y algunos de ellos metabolitos identificados fueron: ácido gálico, ácido gálico, ácido dihidroxibenzoico, isovitexina, vitexina y catecol.⁴⁴ Así mismo, en un estudio realizado en Brasil al género *Jatropha*, se reporta la presencia de cumarinas, flavonoides, lignanos, péptidos cíclicos, alcaloides, ácidos eudesmóicos y terpenos, este último de gran importancia.⁴⁵ Otro estudio evidencia la presencia de metabolitos a partir de extractos de hexano, acetato de etilo y metanol de las hojas de *Jatropha mollissima* muestras recolectadas en Brasil, se evidencia la presencia de flavonoides, catequinas, saponinas, taninos, fenoles flavonas y xantonas.⁴⁶ Finalmente, se puede deducir que este género *Jatropha* es una fuente de lignanos, flavonoides, triterpenos, diterpenos y alcaloides que presentan actividad farmacológica.⁴¹ Se puede observar que los resultados obtenidos en nuestro trabajo se asemejan a los obtenidos por otros autores.

En la figura 4, se presenta el contenido de fenoles totales y flavonoides presentes en el extracto atomizado y etéreo de los tallos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”, obteniéndose como resultado de fenoles totales lo siguiente; para el extracto atomizado $266,05 \pm 1,54$ mg EAG/g de extracto y para la extracción etérea $103,39 \pm 2,49$ mg EAG/g de extracto; mientras que para flavonoides se obtuvo lo siguiente; el extracto atomizado $71,60 \pm 1,77$ mg EQ/g de extracto y el extracto etéreo $50,79 \pm 3,75$ mg EQ/g de extracto. Los resultados se obtuvieron de la curva de calibración: se utilizó ácido gálico como patrón de fenoles totales con un coeficiente de correlación de 0,9977 (Anexo 10); Por otra parte, los resultados de flavonoides se obtuvieron de la curva de calibración: se utilizó la quercetina como el patrón donde, el coeficiente de correlación fue 0,9966 (Anexo 13). En otro estudio de hojas y tallos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho” de muestras obtenidas en Provincia de Paucar del Sara Sara – Ayacucho, mediante la fracción acetato de etilo se evidenciaron; en las hojas: $309,06 \pm 5,70$ mg EAG/g de extracto y en los tallos: $251,14 \pm 2,50$ mg EAG/g de extracto; mientras que también se realizó la caracterización de los compuestos fenólicos mediante el uso del método de HPLC; donde se evidenciaron la presencia de ciertos compuestos como: ácido clorogénico, quercetina, ácido gálico, ácido cafeico, umbeliferona, rutina, ácido vainílico, pirogalol, ácido benzoico, ácido salicílico y de éstos compuestos los que más resaltaron en los

tallos fueron el ácido gálico, pirogalol y el ácido clorogénico.⁴ Otra literatura reporta el contenido de fenoles totales de muestras de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho” recolectadas en Provincia de Paucar del Sara Sara – Ayacucho, a partir de una fracción de acetato de etilo se reportó $136,03 \pm 0,13$ mg EAG/g de extracto. Una literatura evidenció la presencia de compuestos fenólicos del extracto etanólico de *Jatropha cardiophylla* que fue recolectada en el municipio de Hermosillo – México, dentro de los compuestos fenólicos se pudo evidenciar la presencia de ácidos fenólicos, ácido gálico, ácido protocatecuico y cafeico; además dentro de los flavonoides se evidenció la epicatequina.⁸ En otro estudio realizado a *Jatropha Curcas*, a partir de un extracto etanólico y metanólico se identificaron la presencia de fenoles totales, flavonoides, flavonoles y las proantocianidinas donde se obtuvo lo siguiente: fenoles $28,87 \pm 1,04$ mg/g equivalentes a ácido tánico; flavonoides $11,18 \pm 0,53$ mg/g EQ; flavonoles $12,55 \pm 0,13$ mg/g EQ y proantocianidinas $15,69 \pm 1,86$ mg/g E de catequina.⁴⁷ Otro estudio evidencia el contenido fenólicos a partir de extractos de hexano, acetato de etilo y metanol de las hojas de *Jatropha mollissima* muestras recolectadas en Brasil; se reporta lo siguiente; E. hexánico: $28,78 \pm 0,79$; E. acetato de etilo: $103,30 \pm 4,60$ y E. metanol: $245,12 \pm 3,38$ μg GAE/mg de muestra. Por otro lado, se reporta el TEAC (capacidad equivalente a trolox) mediante el método ABTS; E hexánico: $0,15 \pm 0,01$; E. acetato de etilo: $0,44 \pm 0,01$ y E. metanol: $1,21 \pm 0,02$ mM TEAC/g de muestra.⁴⁶ Así mismo, en otro estudio se reporta el contenido de compuestos fenólicos del extracto de las hojas de *Jatropha multifida* L., las cuales fueron recolectadas en el estado de Sao Paulo; se evidenció lo siguiente: $0,130$ mg GAE/g (fenoles) y $2,322$ mg EQ/g (flavonoides).⁴⁸ En un estudio realizado a diferentes especies de *Jatropha* como son: *J. curcas* Leaves, *J. curcas* bark, *J. curcas* root, *J. gassypiifolia* leaves, *J. gassypiifolia* barks y *J. gassypiifolia* roots; se reporta el mejor contenido de fenoles totales para las siguientes especies: *J. curcas* Leaves $44,06 \pm 1,04$ mg EAG/g y *J. gassypiifolia* roots $27,74 \pm 0,42$ mg EAG/g presentaron tener mejor contenido de fenoles.⁴⁹ En este estudio, se puede evidenciar que, el contenido de fenoles y flavonoides en mayor proporción son las que se encontraron en el extracto atomizado con respecto al extracto etéreo, esto podría explicarse a la polaridad de estos compuestos (fenoles y flavonoides) a los disolventes y su afinidad; en este caso los fenoles son compuestos que en su composición presentan grupos hidroxilos así que son más afines a grupos polares; esto podría ser la explicación del porque se encontró menor cantidad en el extracto

etéreo, ya que es un solvente de baja polaridad.⁵⁰ Según algunos estudios, se obtienen mayor concentración de compuestos fenólicos en extracciones hidroalcohólicas, ya que son altamente solubles debido a que los grupos hidroxilo son afines y solubles a estos solventes; así mismo se puede evidenciar la notoriedad de las diferencias de polaridad de los componentes antioxidantes y; también el contenido de los fenoles podría verse afectado de acuerdo a la parte de la planta usada, en este caso, se han reportado que en algunos estudios la parte aérea es la que más contenido de compuestos fenoles presenta.^{47,51} Se puede observar que los resultados obtenidos en nuestro trabajo se asemejan a los obtenidos por otros autores.

En la figura 5, se presenta la capacidad antioxidante del extracto atomizado y etéreo que se obtuvieron de los tallos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”, donde en el extracto atomizado se obtuvo lo siguiente: DPPH ($393,32 \pm 1,56$); ABTS ($497,81 \pm 1,70$) y FRAP ($321,46 \pm 1,04$) $\mu\text{mol ET/mg}$ de extracto, respectivamente; mientras que para el extracto etéreo se obtuvo lo siguiente: DPPH ($111,78 \pm 1,82$); ABTS ($203,29 \pm 0,99$) y FRAP ($223,23 \pm 0,79$) $\mu\text{mol ET/mg}$ de extracto, respectivamente. De manera similar, los resultados se obtuvieron de la curva de calibración: se utilizó trolox como patrón para los tres métodos, con un coeficiente de correlación de 0,9997 (Anexo 16), 0,9975 (Anexo 19) y 0,9961 (Anexo 22) respectivamente. Se observa que los valores más altos determinados son del extracto atomizado, podría explicar a la afinidad de los solventes, debido a que los compuestos antioxidantes están relacionados con los compuestos fenólicos y que estos presentan grupos funcionales hidroxilos y son más afines a los solventes polares⁵⁰. Además, el porcentaje de inhibición es dependiente de la concentración.⁴⁷ Una literatura evidenció la presencia de la capacidad antioxidante del extracto etanólico de *Jatropha cardiophylla* que fue recolectada en el municipio de Hermosillo – México, se obtuvo lo siguiente: $296,26 \pm 1,73$ (DPPH); $416,63 \pm 3,53$ (ABTS) y $456,71 \pm 2,67$ (FRAP) $\mu\text{mol ET/g}$ extracto y así este estudio establece que los compuestos fenólicos de esta especie presentan un potencial como antioxidante.⁸ En otra investigación, se determinó la capacidad antioxidante equivalentes a trolox de la fracción acetato de etilo de las hojas y tallos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”, en su estudio muestra que, las hojas son las que presentaron mayor capacidad antioxidante: DPPH ($314,06 \pm 3,47$); ABTS ($406,62 \pm 3,26$) y FRAP ($314,75 \pm 2,12$) $\mu\text{mol ET/g}$ extracto con respecto a los tallos: DPPH ($188,08 \pm 3,14$); ABTS ($363,73 \pm 3,32$) y FRAP ($231,60 \pm 1,18$) μmol

ET/g extracto, respectivamente.⁴ Otra literatura evidencia el estudio de la actividad antioxidante de extractos etanólicos de las raíces y hojas de *Jatropha aethiopica*, las muestras fueron recolectadas en la zona este de la ciudad de Bayamo – Cuba; el método usado fue FRAP; en la cual se evidenció lo siguiente a una concentración de 50 mg/mL para hojas y raíces: $47,38 \pm 3,32$ y $55,58 \pm 3,89$ $\mu\text{mol/mL}$ de Fe^{2+} .⁵² En un estudio realizado a diferentes especies de *Jatropha* como son: *J. curcas* Leaves, *J. curcas* bark, *J. curcas* root, *J. gassypiifolia* leaves, *J. gassypiifolia* barks y *J. gassypiifolia* roots; se reporta la mejor actividad antioxidante mediante los métodos DPPH y ABTS, donde para el método DPPH: *J. curcas* Leaves $71,45 \pm 0,87$ y *J. gassypiifolia* roots $72,34 \pm 1,00$ TEAC mg TE/g DP; mientras que para el método ABTS: *J. curcas* Leaves $57,76 \pm 0,51$ y *J. gassypiifolia* roots $57,82 \pm 0,50$ TEAC mg TE/g DP.⁴⁹ Se puede observar que los resultados obtenidos en nuestro trabajo se asemejan a los obtenidos por otros autores.

Así mismo, en la **figura 6**, se muestra el porcentaje de inhibición para los métodos DPPH y ABTS donde se obtuvo lo siguiente: extracto atomizado; $45,89 \pm 0,18$ % y $75,97 \pm 0,24$ %; mientras que para el extracto etéreo $16,96 \pm 0,21$ % y $34,19 \pm 0,14$ %, respectivamente. De igual manera se observa que en el extracto a atomizado se obtuvo mayor porcentaje de inhibición. Como se observa, los valores de DPPH son inferiores a los valores el ABTS, este suceso podría explicarse de manera que, el radical DPPH se obtiene de manera instantánea a comparación del radical ABTS que se obtiene mediante una reacción de un promedio de 16 horas; es así que el primer método se considera más estable que el segundo ya que éste último es inestable y transitorio; muy aparte, el ABTS es un radical muy poco selectivo y puede reaccionar probablemente con flavonoides sin grupos hidroxilos a diferencia del radical DPPH que solo reacciona con flavonoides con grupos hidroxilo. El ensayo de FRAP, es un método que en la cual, el poder reductor del catión Fe^{3+} forma un complejo con el TPTZ, esta característica es evidenciada por la formación del color púrpura que se intensifica con la reducción de Fe^{3+} a Fe^{2+} , donde las absorbancias se van incrementando. Finalmente, el FRAP en la mayoría de los casos reacciona con fenoles y mientras más compuestos fenólicos exista, más serán los valores del FRAP.⁵³ En otro estudio realizado a *Jatropha curcas*, a partir de un extracto etanólico y metanólico, la mayor actividad con el método DPPH se obtuvo con el extracto metanólico 91,5 % con respecto al extracto etanólico que obtuvo un porcentaje de 80,5 %; mientras tanto, con el método ABTS

se obtuvo en el extracto metanólico 89,0 % y en el extracto etanólico 87,78 %.⁴⁷ En otro estudio realizado a diferentes especies de *Jatropha* como son: *J. curcas* Leaves, *J. curcas* bark, *J. curcas* root, *J. gassypiifolia* leaves, *J. gassypiifolia* barks y *J. gassypiifolia* roots; se reporta la mejor actividad antioxidante mediante el porcentaje de inhibición mediante los métodos DPPH y ABTS, con el método DPPH la mejor inhibición presentó las especies de *J. curcas* Leaves $88,56 \pm 1,09$ y *J. gassypiifolia* roots $89,68 \pm 1,2$ % y con el método ABTS también estas especies presentaron mejor porcentaje de inhibición: *J. curcas* Leaves $93,31 \pm 0,93$ y *J. gassypiifolia* roots $98,43 \pm 0,91$ %.⁴⁹

Se puede observar que los resultados obtenidos en nuestro trabajo se asemejan a los obtenidos por otros autores

En la figura 7, se muestra la concentración inhibitoria cincuenta (IC_{50}) del extracto atomizado y etéreo de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho", para el extracto atomizado se obtuvo DPPH: $4,52 \pm 0,00$ y ABTS: $2,21 \pm 0,06$ mg/mL; mientras que para el extracto etéreo se obtuvo DPPH: $16,368 \pm 0,16$ y ABTS: $6,66 \pm 0,00$; así mismo se obtuvo un valor del IC_{50} para el trolox; DPPH: $0,11 \pm 0,00$ y ABTS: $0,08 \pm 0,00$ mg/mL. Presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los extractos y el trolox. (Anexo 29). Una literatura evidencia el IC_{50} de la cáscara de las semillas de *Jatropha curcas* que fueron recolectadas en México; a partir del extracto metanólico se realizó el ensayo de DPPH y ABTS, donde se obtuvo valores de IC_{50} , para el DPPH se obtuvo $0,7374$ mg/mL, en cambio para el ABTS se obtuvo $0,1496$ mg/mL y para el trolox se obtuvo un IC_{50} de $0,1211$ mg/mL; y según estos resultados obtenidos, la literatura nos indica que *Jatropha curcas* mostró una actividad antirradical y, la cáscara de *Jatropha curcas* podría ser considerada como una fuente de antioxidantes de fuente natural.⁵⁴ Otro estudio evidencia el IC_{50} a partir de extractos de hexano, acetato de etilo y metanol de las hojas de *Jatropha mollissima* muestras recolectadas en Brasil, se reporta lo siguiente mediante el método DPPH; E. hexano: $359,53 \pm 2,27$; E. acetato de etilo: $192,11 \pm 2,04$ y E. metanol: $48,59 \pm 0,61$ μ g/mL.⁴⁶ Así mismo, en otro estudio se reporta la actividad antioxidante (IC_{50}) del extracto de las hojas de *Jatropha multifida* L., las cuales fueron recolectadas en el estado de Sao Paulo; mediante el método DPPH se evidenció lo siguiente: $1,531$ μ g/mL.⁴⁸ Según los resultados obtenidos en este estudio, el contenido de fenoles y la actividad antioxidante se correlacionan entre sí; muy aparte de evidenciada la presencia de compuestos fenólicos en el tamizaje fitoquímico; dicho esto, se podría mencionar que los

resultados sugieren que la actividad biológica (antioxidante) podría estar relacionado con el contenido de polifenoles, saponinas, glucósidos cardiotónicos, terpenos y esteroides.⁵² Así mismo, existe una relación entre el IC₅₀ y el contenido de fenoles y flavonoides; el IC₅₀ nos indica que, a mayor concentración de estos metabolitos biológicos, menor será la concentración mínima inhibitoria y por ende mayor será la actividad antirradical de un extracto.⁵³ En este estudio, se observa que los valores obtenidos son parecidos a los valores obtenidos con el trolox (DPPH: 0,11 ± 0,00 y ABTS: 0,08 ± 0,00 mg/mL), con una mínima diferencia y en el caso de las muestras en ambos extractos se obtuvo valores muy buenos, principalmente con el radical ABTS; esto significa que probablemente sólo se necesite una concentración de 2,21 ± 0,06 y 6,66 ± 0,00 mg/mL para evitar el daño oxidativo.

VI. CONCLUSIONES

1. Los extractos atomizado y etéreo de los tallos de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho", presentan efecto antioxidante y existe la correlación entre el contenido de fenoles y flavonoides.
2. Presentan contenido de fenoles y flavonoides; extracto atomizado $266,05 \pm 1,54$ mg EAG/g de extracto y $71,60 \pm 1,77$ mg EQ/g; extracto etéreo; $103,39 \pm 2,49$ mg EAG/g de extracto y $50,79 \pm 3,75$ mg EQ/g.
3. La capacidad antioxidante del extracto atomizado y etéreo de los tallos de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho" en $\mu\text{mol ET/mg}$ de extracto; fue: extracto atomizado; DPPH ($393,32 \pm 1,56$); ABTS ($497,81 \pm 1,70$) y FRAP ($321,46 \pm 1,04$). extracto etéreo; DPPH ($111,78 \pm 1,82$); ABTS ($203,29 \pm 0,99$) y FRAP ($223,23 \pm 0,79$).
4. El porcentaje de inhibición (IC_{50}) de DPPH y ABTS: extracto atomizado; $45,89 \pm 0,18$ y $75,97 \pm 0,24$ %, extracto etéreo; $16,96 \pm 0,21$ y $34,19 \pm 0,14$ %, el mejor IC_{50} fue en el extracto atomizado por el método ABTS y trolox con $2,21 \pm 0,06$ mg/mL y $0,08 \pm 0,00$ mg/mL.

VII. RECOMENDACIONES

1. Continuar con la investigación de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho” mediante la caracterización de su composición química y evaluar el metabolito específico de las actividades biológicas.
2. Impulsar otros métodos aparte de los que se usaron para la cuantificación de la actividad antioxidante y establecer una metodología específica para dicho estudio.
3. Realizar estudios de las diferentes actividades biológicas de esta especie mediante los métodos *in vivo* para así tener mayor evidencia de los efectos, s ya sea antioxidante, antihelmíntico, antiinflamatorio, etc.
4. Incentivar a la conservación y cultivación de las plantas nativas para realizar los estudios correspondientes y descubrir nuevas moléculas con actividades biológicas.
5. Así mismo, se debe realizar algunas investigaciones comparativas de esta planta con las de la misma especie, pero cultivadas en diferentes zonas.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Maldonado C, Paniagua N, Bussmann R, Zenteno F & Fuentes A. La importancia de las plantas medicinales, su taxonomía y la búsqueda de la cura a la enfermedad que causa el coronavirus (COVID-19). *Rev Chil Nutr* [Internet]. abril de 2020 [citado 22 de junio de 2023];55(1):1-5. Disponible en: <https://acortar.link/Hf48en>
2. Cartaya O & Reynaldo I. Flavonoides: características químicas y aplicaciones. *Cultivos Tropicales* [Internet]. 2001 [citado 22 de junio de 2023];22(2):5-14. Disponible en: <https://acortar.link/Hup60Y>
3. Delgado H. La medicina tradicional en Lima: migrantes de segunda y tercera generación [Internet]. Pontificia Universidad Católica del Perú; 2017 [citado 22 de junio de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/l34e94>
4. Huamán V. Efecto antioxidante de los compuestos fenólicos de hojas y tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. «huanarpo macho» [Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico]. [Ayacucho]: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2021.
5. 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 22 de junio de 2023];27(1):115. Disponible en: <https://acortar.link/DObp0h>
6. Oré M. Efecto antiulceroso de los compuestos fenólicos de las hojas y tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho” en ratas albinas [Internet] [Tesis pregrado]. [Ayacucho]: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2023 [citado 23 de junio de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5167>
7. Vales M & Rimarachin H. Actividad antioxidante y antibacteriana *in vivo* del extracto etanólico de la raíz de *Jatropha curcas* L. (Piñón blanco) [Internet] [Tesis pregrado]. [Iquitos]: Universidad Nacional de la Amazonia; 2019 [citado 23 de junio de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/jTc78t>
8. 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]. 29 de octubre de 2021 [citado 22 de junio de 2023]; 24:1-9. Disponible en: <https://acortar.link/kGOlxA>
9. Vargas M. Evaluación de la actividad antioxidante y quelante de hidrolizados proteicos de pasta residual de *Jatropha curcas* L. obtenida de almendra y semilla completa. [México]: Instituto Politécnico Nacional - Escuela Nacional de Ciencias Biológicas; 2018.
10. Fröhlich J, Froeder A, Janovik V, Venturini T, Pereira R, Boligon A *et al.* Antioxidant capacity, antimicrobial activity and triterpenes isolated from *Jatropha isabellei* Müll Arg. *Nat Prod Res* [Internet]. junio de 2013 [citado

- 23 de junio de 2023];27(12):1049-59. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/14786419.2012.706296>
11. Crespo J. *Jatropha Macrantha* «huanarpo macho». Scribd [Internet]. 2019 [citado 23 de junio de 2023]; Disponible en: <https://bit.ly/3nY2hO8>
 12. 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. *Journal of veterinary medical science* [Internet]. 2003 [citado 23 de junio de 2023];65(10):1145-6. Disponible en: <https://acortar.link/F2MddZ>
 13. Aguilar C. Efecto Broncodilatador del extracto metanólico de hojas y tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. «huanarpo macho» en cobayos [Internet] [tesis pregrado]. [Ayacucho]: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2015 [citado 24 de junio de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/Ba14D7>
 14. López A. Efecto sinérgico del 2,4-Diclorofenoxiacético y el Bencilaminopurina en la inducción de callos de *Jatropha macrantha* (Euphorbiaceae). *REBIOL* [Internet]. abril de 2018 [citado 24 de junio de 2023];37(2):22-6. Disponible en: <https://acortar.link/63BzDm>
 15. Ramírez A, Serrano B, Barragán L, Quintanar M, Arellano R & Delgadillo D. Determinación de los compuestos polifenólicos en extractos de *Jatropha dioica* y su capacidad antioxidante. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas* [Internet]. 2016 [citado 23 de junio de 2023];47(4). Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/579/57956612004.pdf>
 16. Bautista W. Determinación de los metabolitos secundarios de *Cnidioscolus basiacanthus* y *Jatropha macrantha* para su validación y uso en el Perú [Internet] [Tesis Doctoral]. [Trujillo]: Universidad Nacional de Trujillo; 2010 [citado 24 de junio de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/XExTQa>
 17. Tinco J. Efecto modulador de la erección por el extracto metanólico de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. «huanarpo macho» en ratas con inducción de disfunción eréctil [Internet] [Tesis Doctoral]. [Lima]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2010 [citado 24 de junio de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/Kbh2Dt>
 18. Inkanatura. Huanarpo macho: potenciador sexual. Inkanat [Internet]. 20 de octubre de 2010 [citado 24 de junio de 2023]; Disponible en: <https://acortar.link/ltZTxE>
 19. Gimeno E. Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud. *Offarm* [Internet]. 1 de junio de 2004 [citado 24 de junio de 2023];23(6):80-4. Disponible en: <https://acortar.link/vJxRcQ>
 20. Peñarrieta J, Alvarado J, Åkesson B & Bergenståhl B. Total antioxidant capacity and content of flavonoids and other phenolic compounds in canihua (*Chenopodium pallidicaule*): An Andean pseudocereal. *Mol Nutr Food Res* [Internet]. junio de 2008 [citado 24 de junio de 2023];52(6):708-17. Disponible en: <https://acortar.link/fLX3C4>

21. Chong R. Alimentos ricos en flavonoides y sus beneficios a la salud [Internet] [Tesis pregrado]. [Tarapoto]: Universidad Nacional de San Martín Tarapoto; 2011 [citado 24 de junio de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/p5quuq>
22. Estrada R, Ubaldo D & Araujo A. Los flavonoides y el Sistema Nervioso Central. Salud mental [Internet]. 2012 [citado 24 de junio de 2023];35(5):375-84. Disponible en: <https://acortar.link/TkHUaL>
23. Perez G. Los flavonoides: antioxidantes o prooxidantes. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas [Internet]. 2003 [citado 24 de junio de 2023];22(1):48-57. Disponible en: <https://acortar.link/YIEPV9>
24. Rivas C, Oranday M & Verde M. Investigación en plantas de importancia médica. México: OmniaScience; 2016.
25. Coronado M. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. Rev Chil Nutr [Internet]. junio de 2015 [citado 24 de junio de 2023];42(2):206-12. Disponible en: <https://acortar.link/VClkyv>
26. Mariaca C, Zapata M & Uribe P. Oxidación y antioxidantes: hechos y controversias. Revista de la Asociación Colombiana de Dermatología y Cirugía Dermatológica [Internet]. 1 de julio de 2016 [citado 24 de junio de 2023];24(3):162-73. Disponible en: <https://acortar.link/cPNoRi>
27. García K. Obtención del extracto en polvo a partir de *Mandevilla scabra* (R y S) (clavohuasca) mediante secado por atomización [Internet] [Tesis pregrado]. [Iquitos]: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; 2012 [citado 1 de julio de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/sFcZtj>
28. Vasquez J. Actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos y flavonoides de *Berberis flexuosa* R. & P. "tankar" [Internet] [Tesis pregrado]. [Ayacucho]: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga; 2018 [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/voQpzL>
29. Herrera O. Efecto antioxidante y antitumoral in vitro del extracto etanólico de la raíz de *Waltheria ovata* Cav. «lucraco» en línea celular de cáncer de próstata DU-145 [Internet] [Tesis para optar Magister]. [Lima]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014 [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/tUnYub>
30. Tovar del Río J. Determinación de la actividad antioxidante por DPPH y ABTS de 30 plantas recolectadas en la ecoregión cafetera [Internet] [Tesis pregrado]. [Pereira]: Universidad Tecnológica de Pereira Facultad de Tecnología Escuela de Tecnología química; 2013 [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/46VuJ8>
31. Zulueta A, Esteve M & Frígola A. ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidant capacity of food products. Food Chem [Internet]. mayo de 2009 [citado 25 de junio de 2023];114(1):310-6. Disponible en: <https://acortar.link/2TbRNq>

32. Agudo L. Técnicas para la determinación de compuestos antioxidante en alimentos. Revista online [Internet]. 2010 [citado 25 de junio de 2023];27-36. Disponible en: <https://acortar.link/oZGVkd>
33. Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros L & Hawkins D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. Journal of Food Composition and Analysis [Internet]. septiembre de 2006 [citado 25 de junio de 2023];19(6-7):669-75. Disponible en: <https://acortar.link/DcZfYT>
34. Peixoto T, Tabosa C, Eudes J, Marcelino J, Paulino U & Cavalcanti E. Validação de metodologia espectrofotométrica para quantificação dos flavonóides de *Bauhinia cheilantha* (Bongard) Steudel. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences [Internet]. 2018 [citado 26 de junio de 2023];44(4):684-9. Disponible en: <https://acortar.link/Uc6QPg>
35. Brand-Williams W, Cuvelier M & Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT - Food Science and Technology [Internet]. 1995 [citado 26 de junio de 2023];28(1):25-30. Disponible en: <https://acortar.link/KFOgKL>
36. Arnao M, Cano A & Acosta M. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. Food Chem [Internet]. mayo de 2001 [citado 26 de junio de 2023];73(2):239-44. Disponible en: <https://acortar.link/8rGsHF>
37. Benzie I & Strain J. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. Anal Biochem [Internet]. julio de 1996 [citado 26 de junio de 2023];239(1):70-6. Disponible en: <https://acortar.link/0ljvnl>
38. Nicodemo J & Gonzáles S. Antioxidantes en los alimentos. Lima: Editorial UNAB; 2017. 1-105 p.
39. Miranda M & Cuéllar A. Manual de prácticas de laboratorio: Farmacognosia y productos naturales. [Habana - Cuba]: Universidad de la Habana Cuba - Instituto de Farmacia y Alimentos; 2000.
40. Lock O. Investigación Fitoquímica. Métodos en el estudio de productos naturales. 2da edición. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú; 1994.
41. Tinco A, Arroyo J & Bonilla P. Efecto del extracto metanólico de *Jatropha macrantha* Müll. Arg., en la disfunción eréctil inducida en ratas. Anales de la Facultad de Medicina [Internet]. 2011 [citado 21 de junio de 2023];72(3):161-8. Disponible en: <https://acortar.link/FChoUa>
42. Salazar I, Rodríguez R, Aroche R, Valdivié M & Martínez Y. Efecto fitobiótico del polvo de hojas de *Jatropha curcas* en la productividad, calidad del huevo y bioquímica sanguínea de codornices ponedoras. Revista Cubana de Ciencias Agropecuarias [Internet]. 16 de septiembre de 2021 [citado 27 de junio de 2023];55(3):1-12. Disponible en: <https://acortar.link/cYNvve>

43. Méndez L, Rojas J, Contreras B & Celis M. Tamizaje fitoquímico de hojas y raíces de *Jatropha curcas* L. colectadas en Mérida-Venezuela. Revista Ciencia e Ingeniería. 2020;41(1):75-80.
44. 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 [Internet]. 22 de enero de 2021 [citado 11 de julio de 2023];10(2):212. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33499190/>
45. Cavalcante N, Conceição Alan, Silva J. The genus *Jatropha* (Euphorbiaceae): A review on secondary chemical metabolites and biological aspects. Chem Biol Interact [Internet]. febrero de 2020 [citado 15 de julio de 2023]; 318:108976. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32035864/>
46. Dias L, Vale J, Oliveira M, Barbosa Y, Silva J, Costa J, et al. Cytogenotoxic effect, phytochemical screening and antioxidant potential of *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill leaves. South African Journal of Botany [Internet]. julio de 2019 [citado 11 de julio de 2023]; 123:30-5. Disponible en: <https://acortar.link/OBD1k6>
47. Igbinosa O, Igbinosa IH, Chigor V, Uzunugbe O, Oyedemi S, Odjadjare E, et al. Polyphenolic Contents and Antioxidant Potential of Stem Bark Extracts from *Jatropha curcas* (Linn). Int J Mol Sci [Internet]. 5 de mayo de 2011 [citado 15 de julio de 2023];12(5):2958-71. Disponible en: <https://acortar.link/EKabc0>
48. Carvalho C, Vieira L, Negrão V, Passarelli C, Ribeiro M. Phenols, flavonoids and antioxidant activity of *Jatropha multifida* L. collected in Pindamonhangaba, Sao Paulo State, Brazil. J Anal Pharm Res [Internet]. 16 de septiembre de 2018 [citado 16 de julio de 2023];7(5). Disponible en: <https://acortar.link/8LwUHp>
49. Akhtar P, Yaakob Z, Ahmed Y, Shahinuzzaman M, Mohammad Z. Total Phenolic Contents and Free Radical Scavenging Activity of Different Parts of *Jatropha* Species. Asian Journal of Chemistry [Internet]. 2018 [citado 16 de julio de 2023];30(2):365-70. Disponible en: <https://acortar.link/1Sgl06>
50. García A. Capacidad antioxidante de extractos de hojas de *Senecio nutans* Sch. Bip. "wiska taya" [Tesis Pregrado]. [Ayacucho]: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2023.
51. Arellano J, Ariza A, Ávila M, Campbell C, Quispe L, Luna C, et al. Caracterización de compuestos fenólicos presentes en el extracto etanólico de hojas de *Alternanthera lanceolata* (Benth.) Schinz, "lancetilla". Revista Peruana de medicina Integrativa [Internet]. 2017 [citado 28 de junio de 2023];2(3):773-8. Disponible en: <https://acortar.link/u3laES>
52. Valdés L, Quirino C, Ramírez J, Peña D. Actividad antiinflamatoria y antioxidante in vitro de extractos etanólicos de *Jatropha aethiopica* Müell Arg var inermis. Revista Cubana de Química [Internet]. septiembre de 2018

[citado 28 de junio de 2023];30(3):440-53. Disponible en:
<http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v30n3/ind05318.pdf>

53. Mercado G, De La Rosa L, Medrano A, López J, Álvarez E. Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especias típicas consumidas en México. *Nutr Hosp* [Internet]. 2013 [citado 29 de junio de 2023];28(1):36-46. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v28n1/05revision05.pdf>
54. Perea X, Espinosa L, Hosseinian F, HadiNezhad M, Valdez M, Medina S. Phenolic profile and antioxidant activity from non-toxic Mexican *Jatropha curcas* L. shell methanolic extracts. *Nat Prod Res* [Internet]. 4 de marzo de 2017 [citado 28 de junio de 2023];31(5):610-4. Disponible en: <https://acortar.link/0V4PqL>

ANEXOS

Anexo 1. Certificado de identificación botánica de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.

CONSTANCIA

LA BIOLOGA LAURA AUCASIME MEDINA ESPECIALISTA EN TAXONOMÍA Y SISTEMÁTICA DE PLANTAS DEJA CONSTANCIA:

Que, la Bachiller en Farmacia y Bioquímica, **Srta. Glenda Edith, ATAO LEGUÍA**, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de Clasificación de Cronquist. A. 1988, siendo su taxonomía la siguiente:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	ROSIDAE
ORDEN	:	EUPHORBIALES
FAMILIA	:	EUPHORBIACEAE
GÉNERO	:	JATROPA
ESPECIE	:	<i>Jatropha macrantha</i> M. Arg.
N. V..	:	"huanarpo macho."

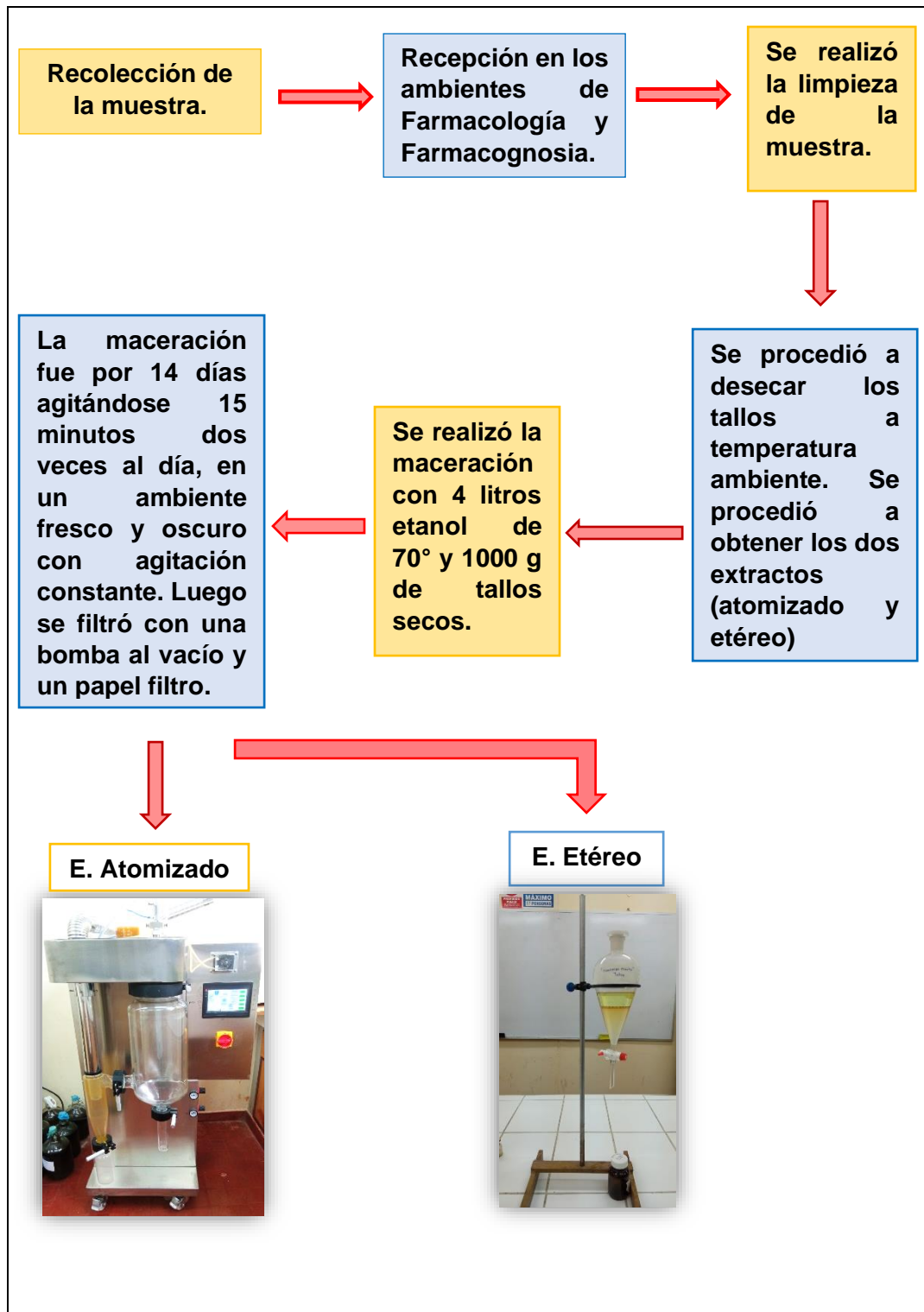
Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 20 de Julio del 2 022



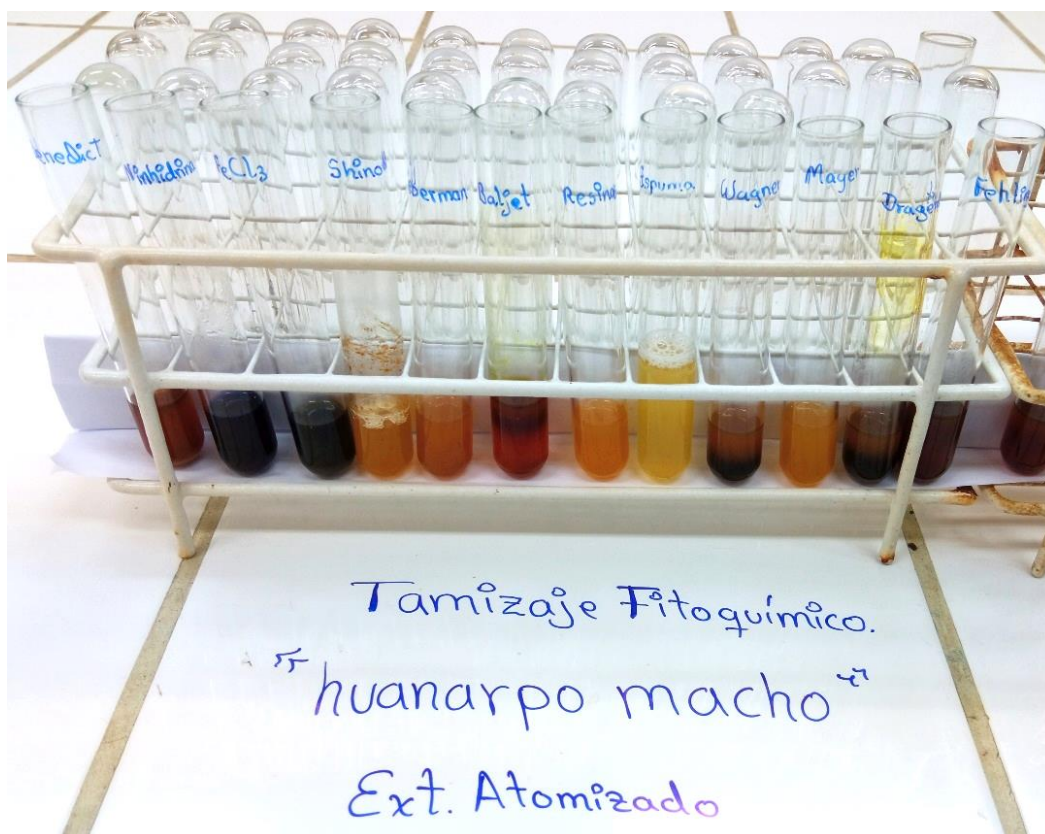
LAURA AUCASIME MEDINA
BIOLOGA
Reg. C.B.P. N° 583 C.R. - XIII

Anexo 2. Flujograma de la preparación de la muestra. Ayacucho 2023.



Fuente: Elaboración propia

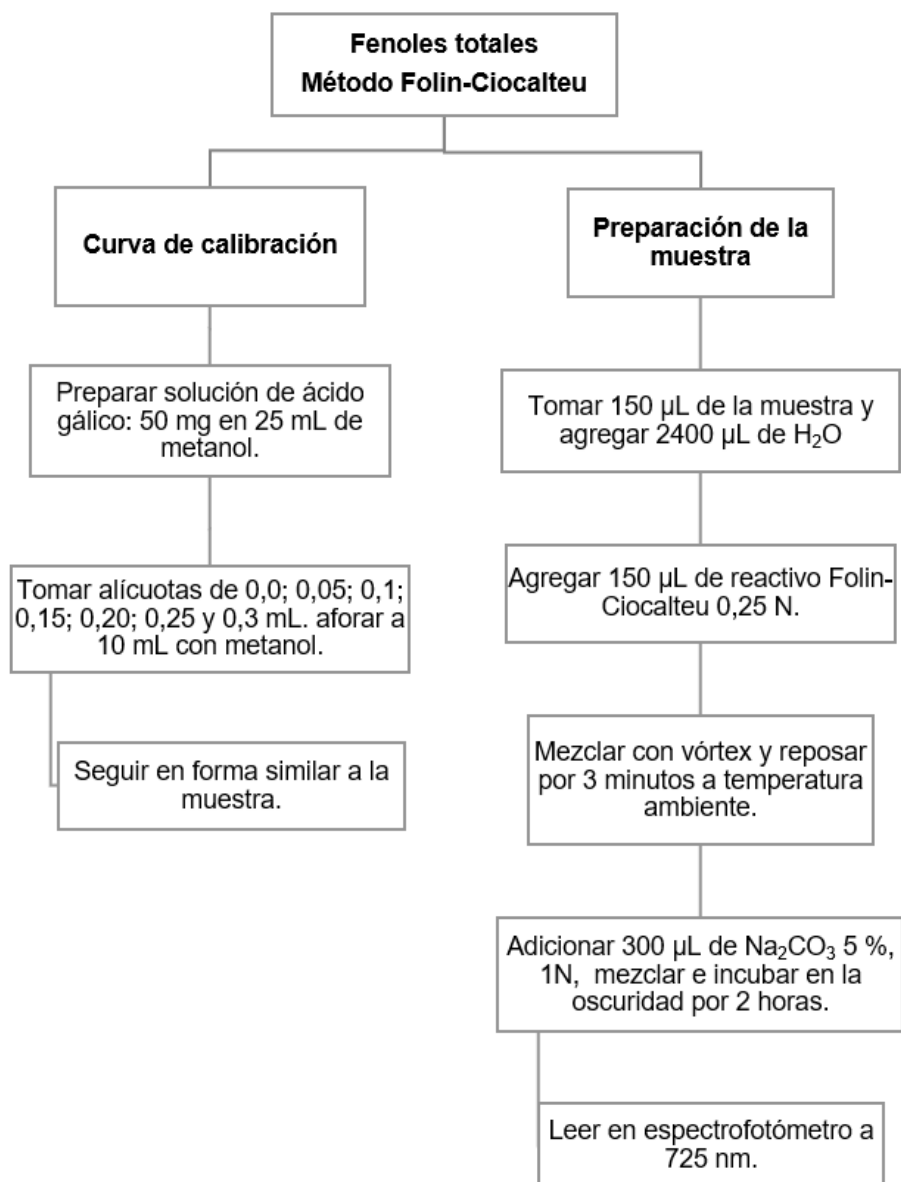
Anexo 3. Tamizaje fitoquímico de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho".
Ayacucho 2023.



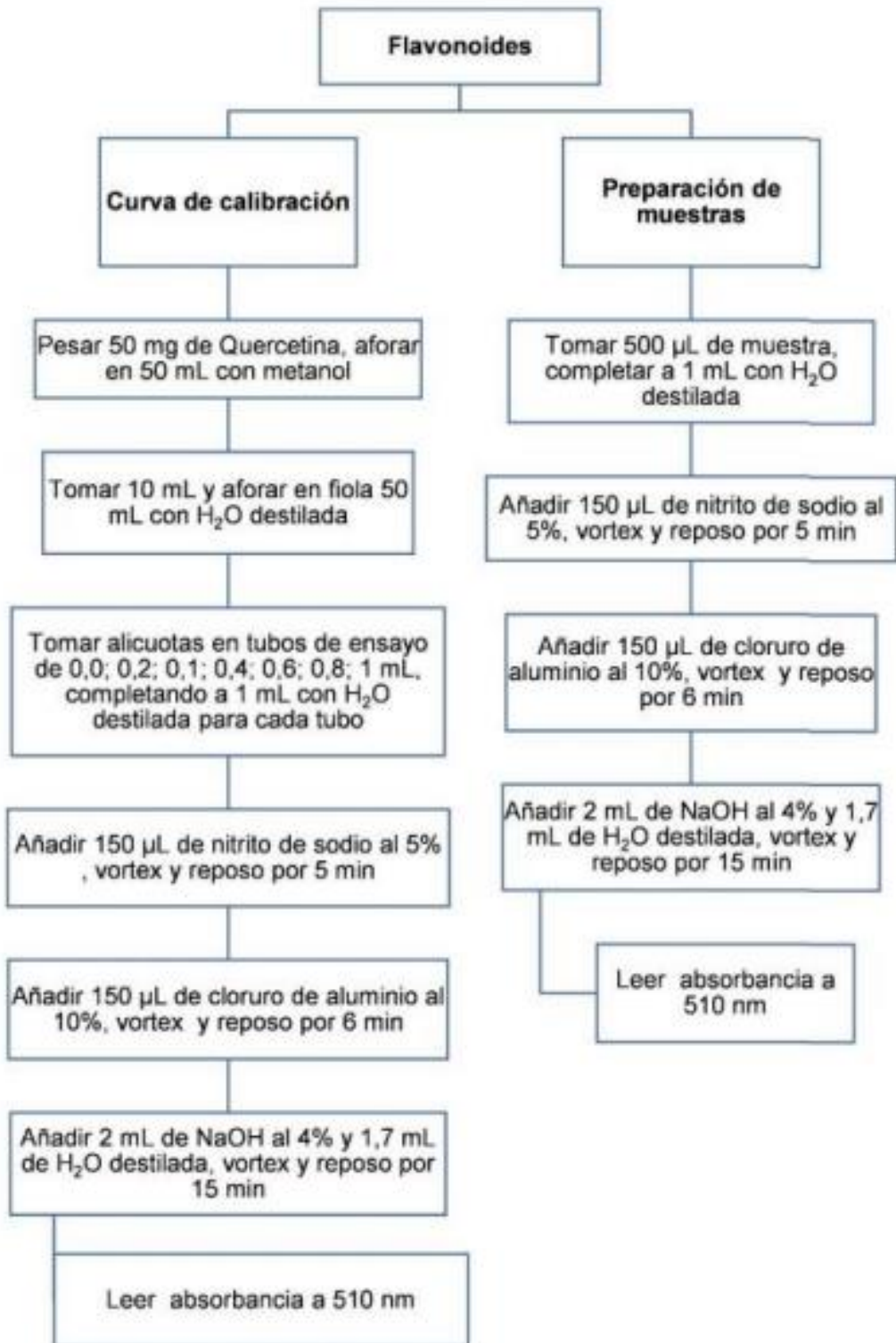
Catequinas



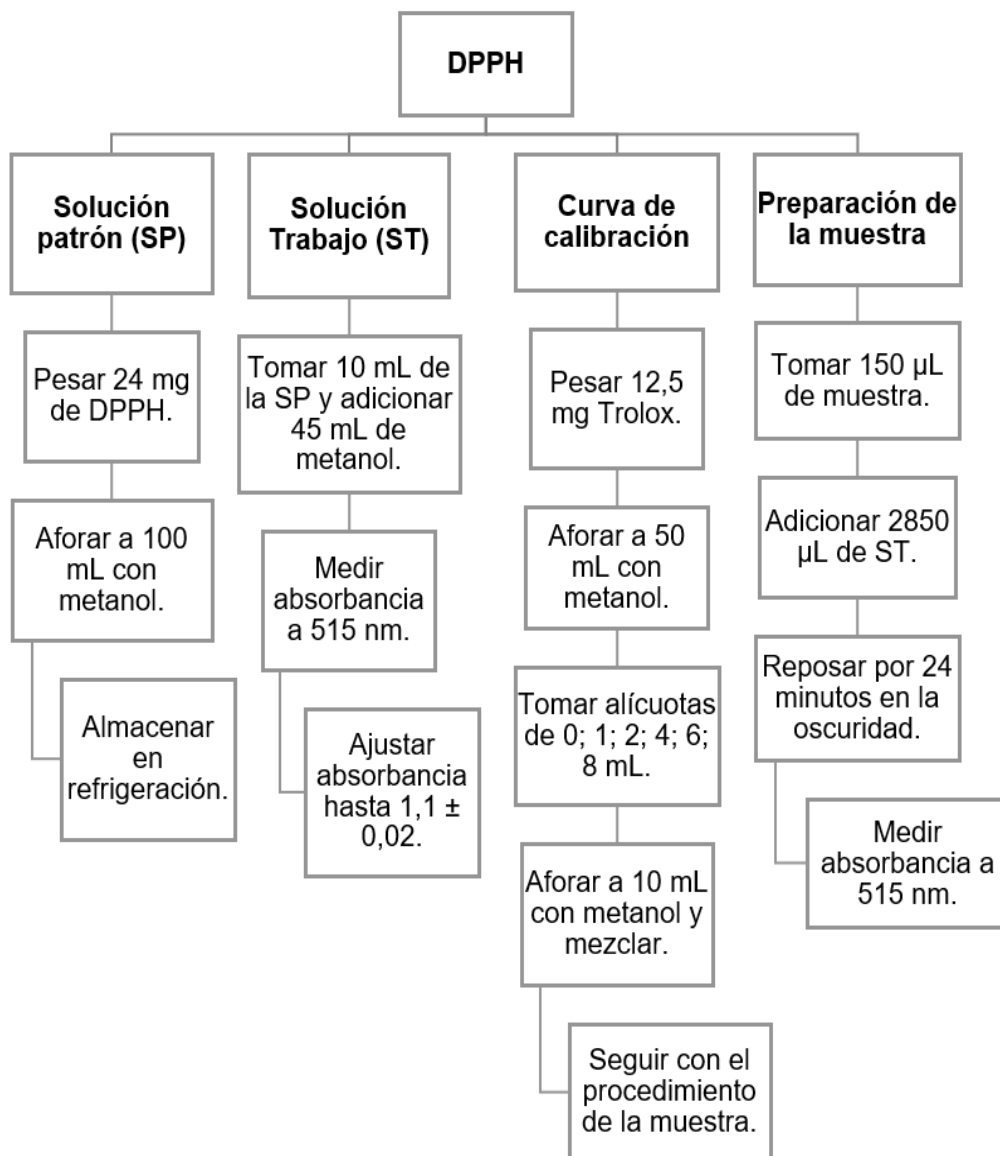
Anexo 4. Flujoograma para, la cuantificación del contenido fenoles totales de los extractos atomizados y etéreos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.



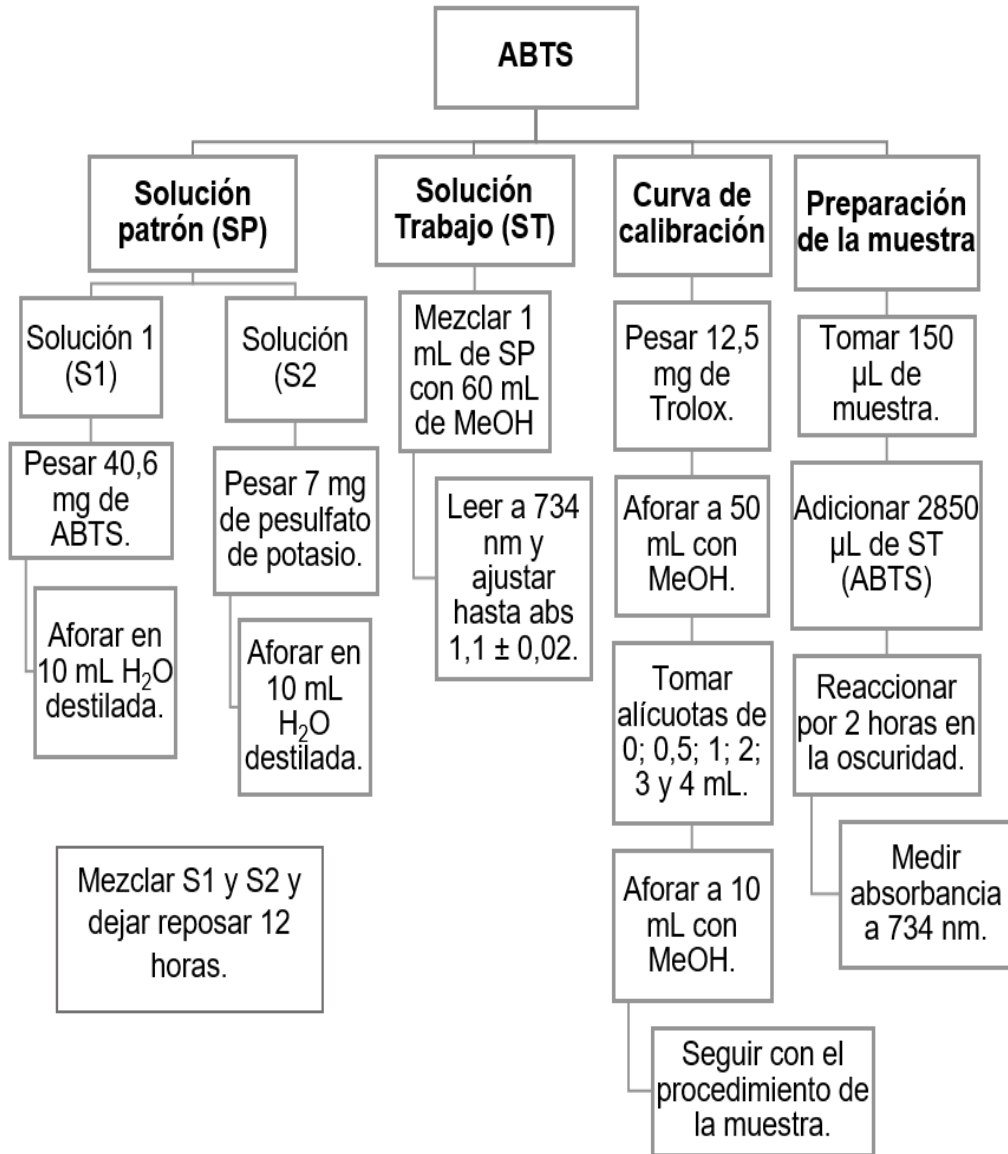
Anexo 5. Flujograma para, la cuantificación del contenido Flavonoides de los extractos atomizados y etéreos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.



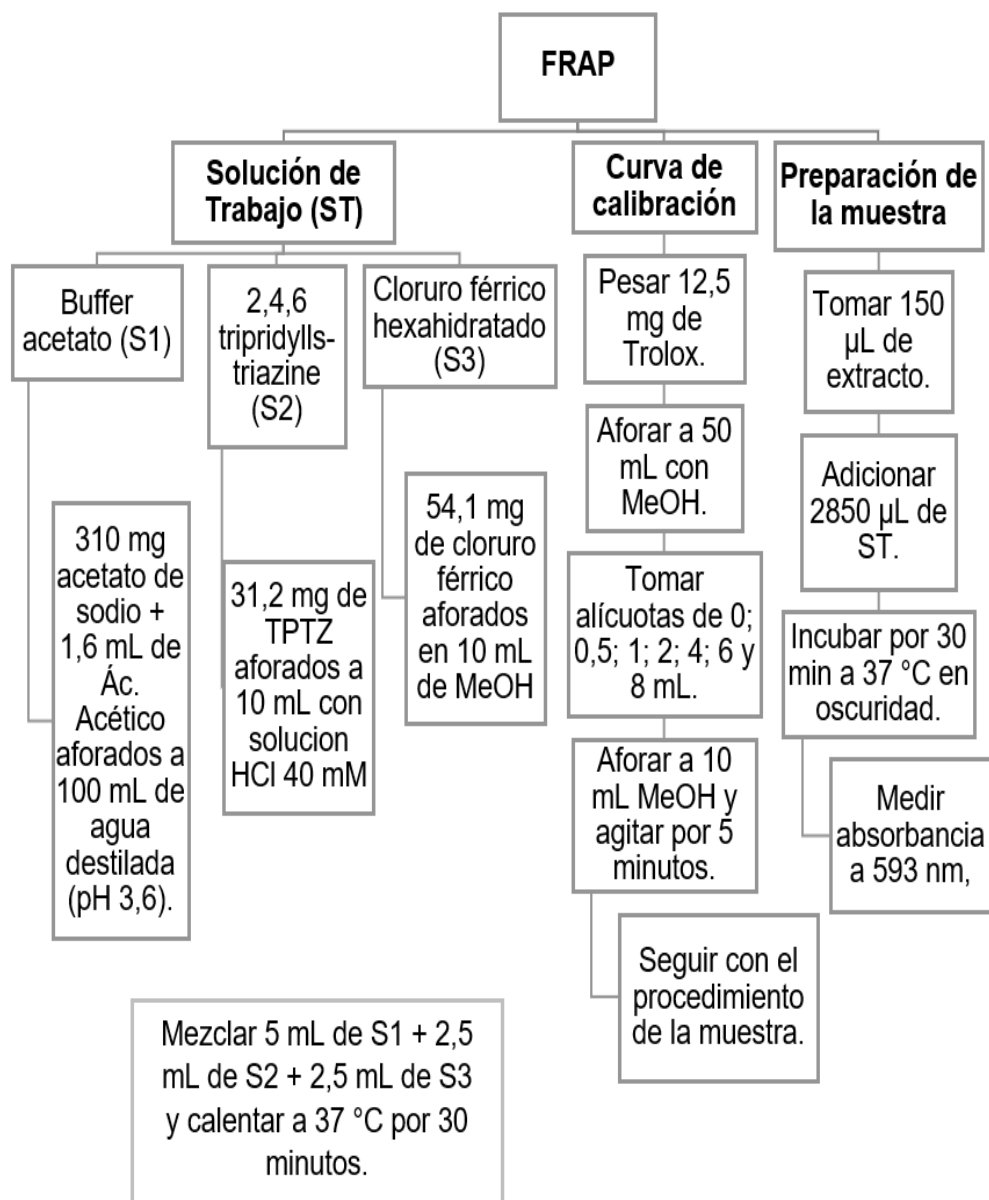
Anexo 6. Flujograma para, la cuantificación de la actividad antioxidante por el ensayo de DPPH de los extractos atomizados y etéreos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.



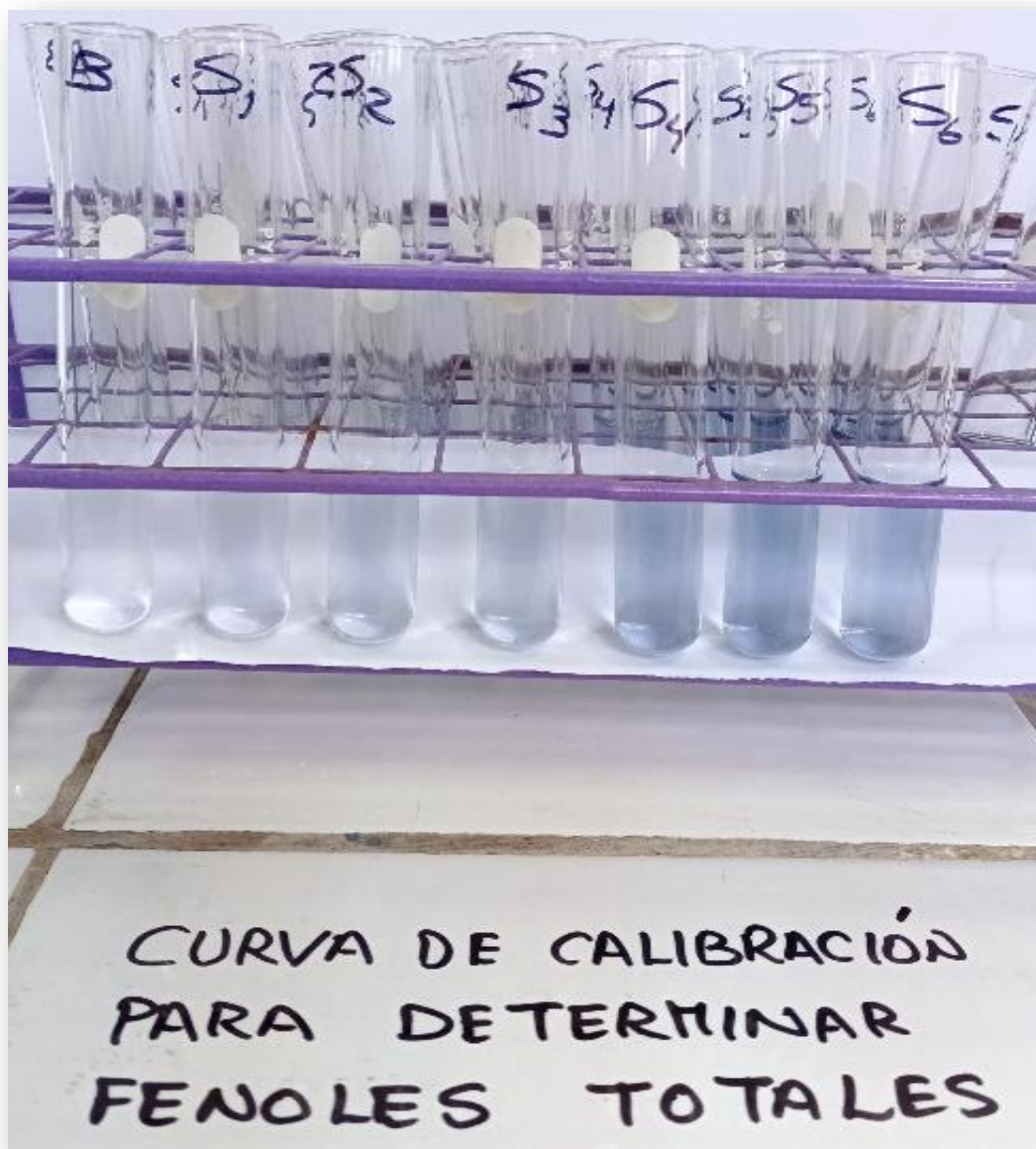
Anexo 7. Flujograma para, la cuantificación de la actividad antioxidante por el ensayo de ABTS de los extractos atomizados y etéreos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.



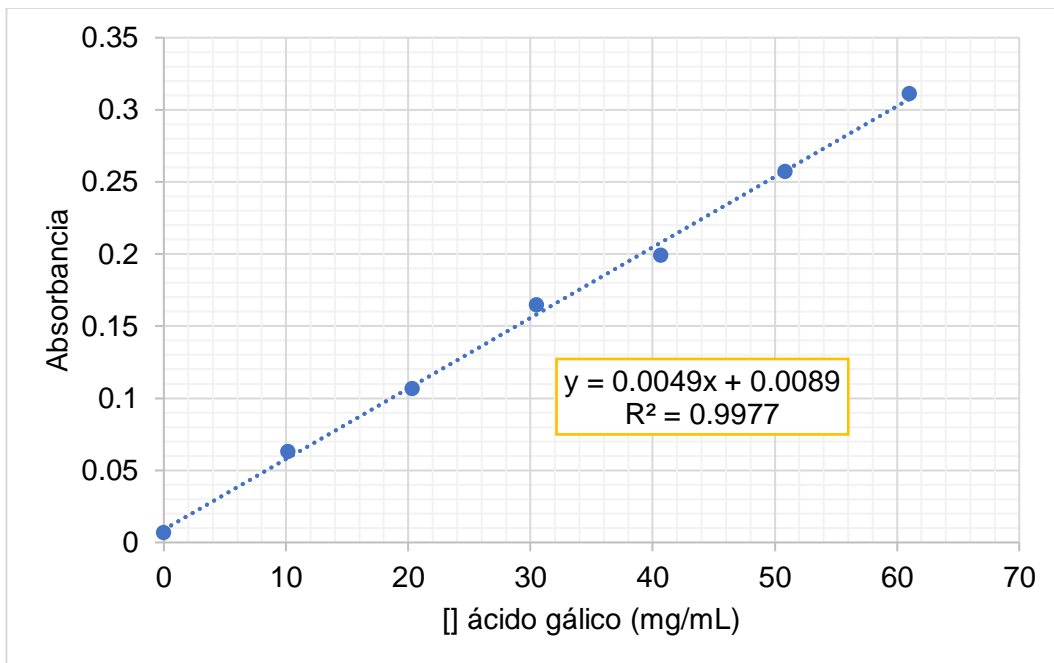
Anexo 8. Flujoograma para, la cuantificación de la actividad antioxidante por el ensayo de FRAP de los extractos atomizados y etéreos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.



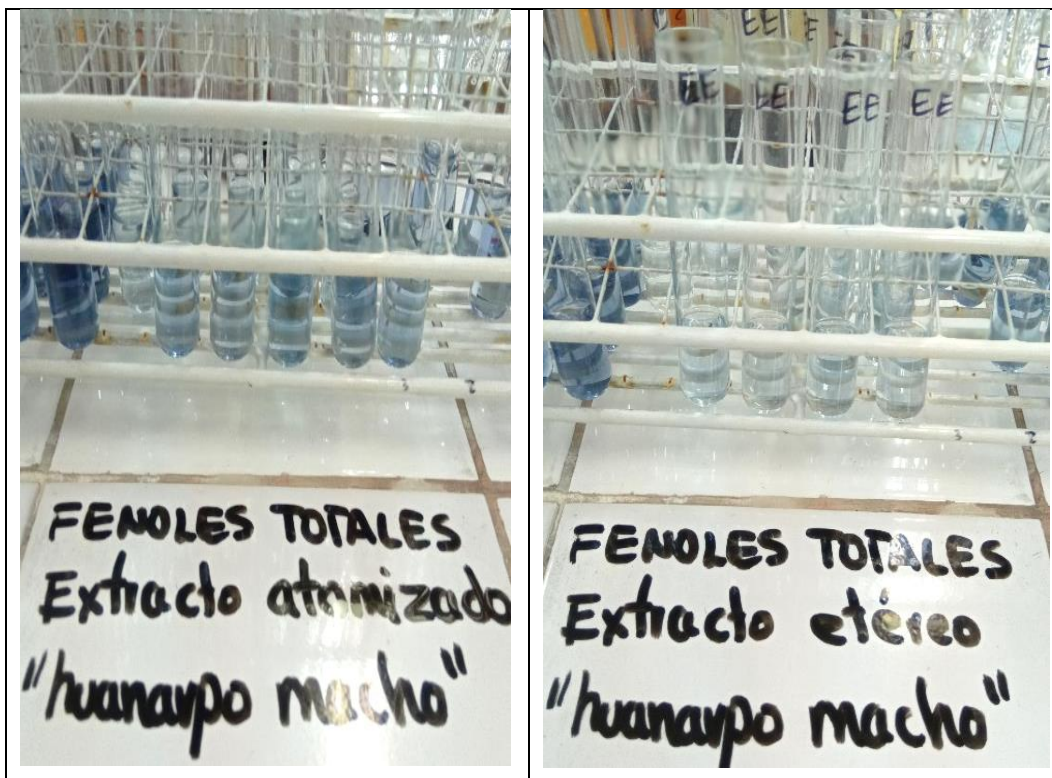
Anexo 9. Diluciones para la curva patrón: ácido gálico para determinar fenoles totales de los extractos atomizados y etéreos de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.



Anexo 10. Curva patrón de ácido gálico para determinar el contenido de fenoles totales de los extractos atomizados y etéreos de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.



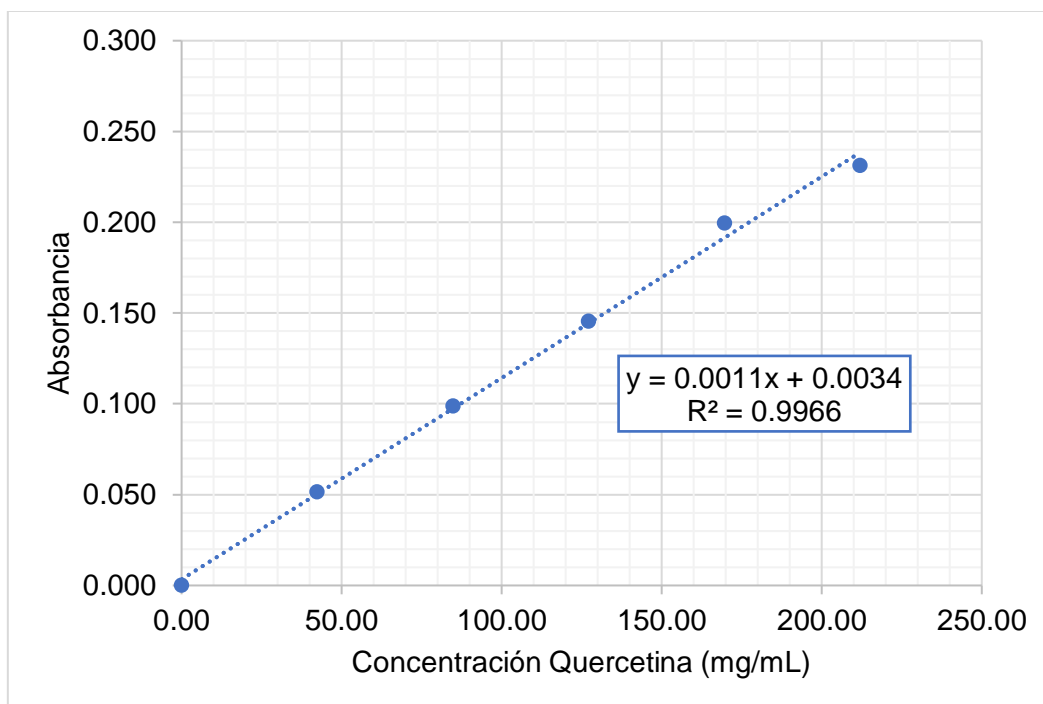
Anexo 11. Muestras para la cuantificación del contenido de fenoles totales del extracto atomizados y etéreo de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.



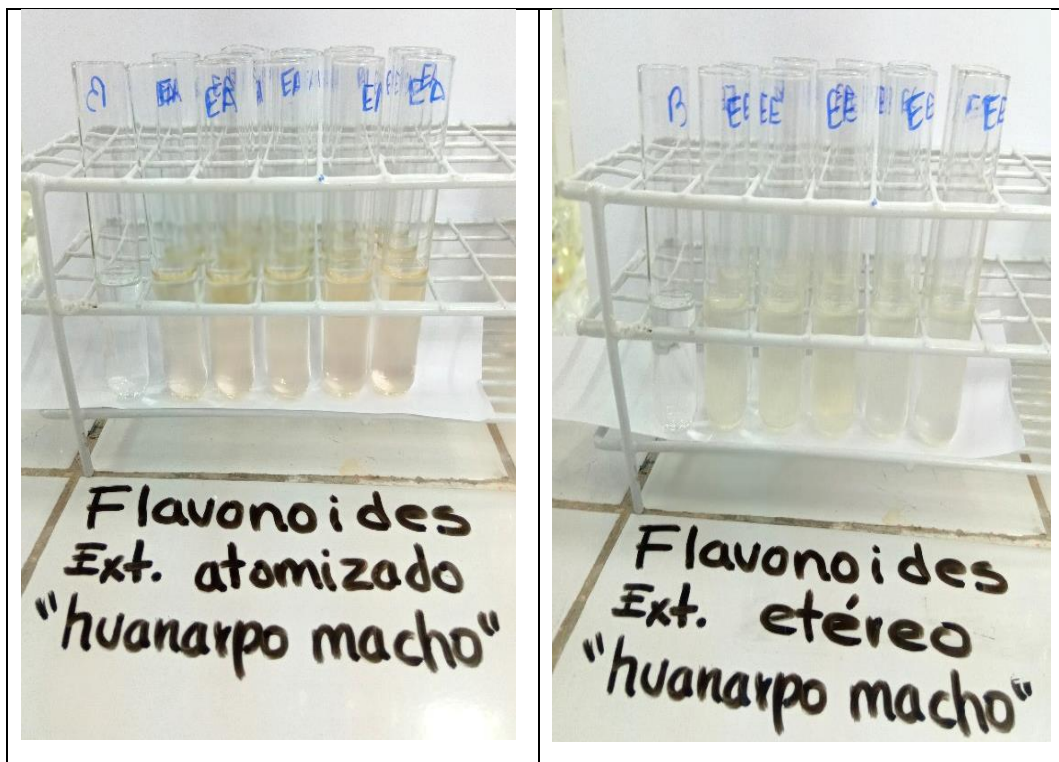
Anexo 12. Diluciones de la curva patrón: Quercetina para para la cuantificación de flavonoides de los extractos atomizados y etéreos de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.



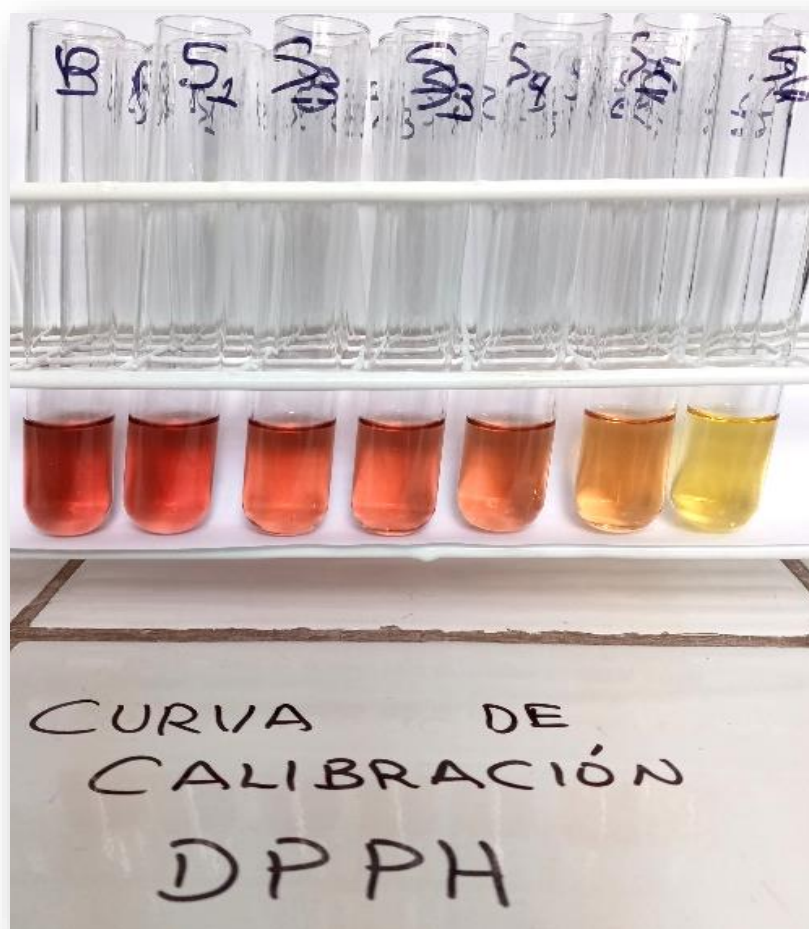
Anexo 13. Curva patrón de la quercetina para la cuantificación del contenido de flavonoides del extracto atomizados y etéreo de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.



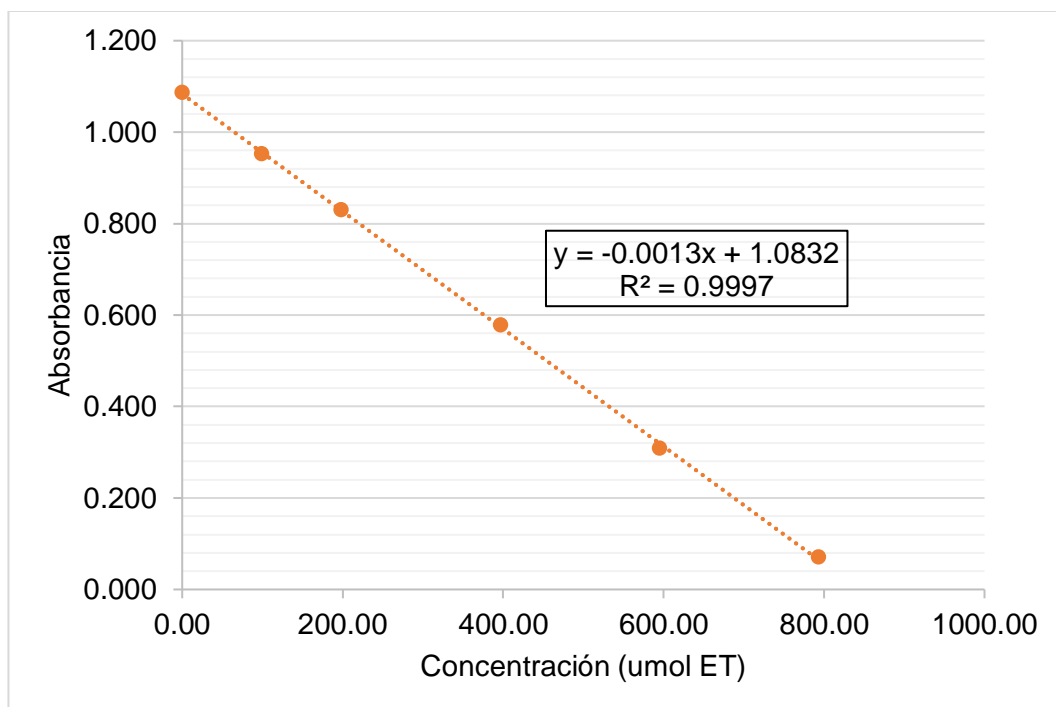
Anexo 14. Muestras para, la cuantificación de fenoles totales de los extractos atomizados y etéreos de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.



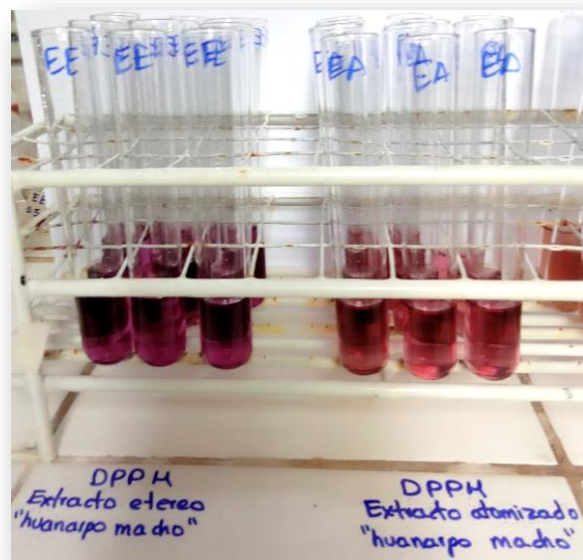
Anexo 15. Diluciones de la curva patrón: DPPH para, la cuantificación de la actividad antioxidante del extracto atomizados y etéreo de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.



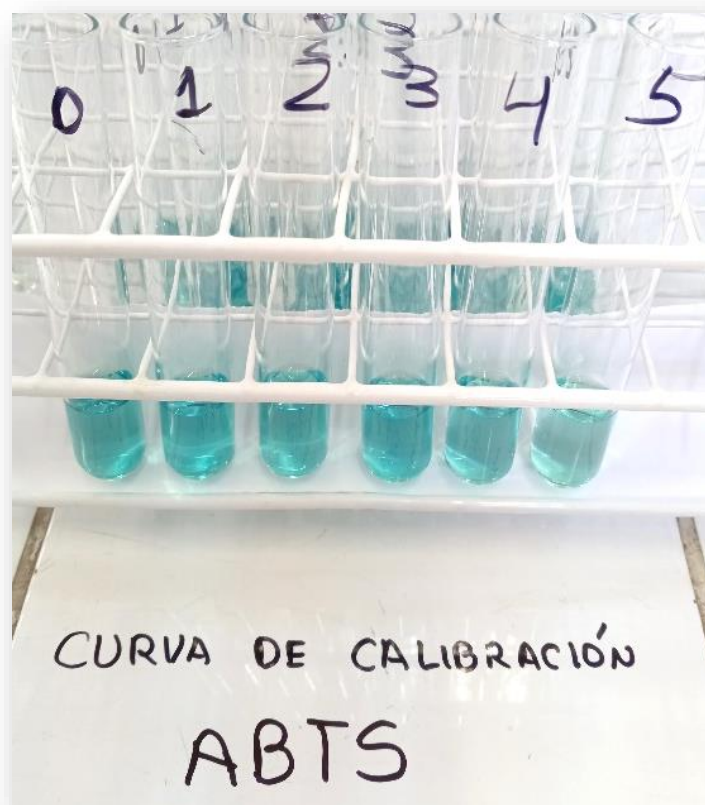
Anexo 16. Curva patrón del DPPH para, la cuantificación de la actividad antioxidante del extracto atomizados y etéreo de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.



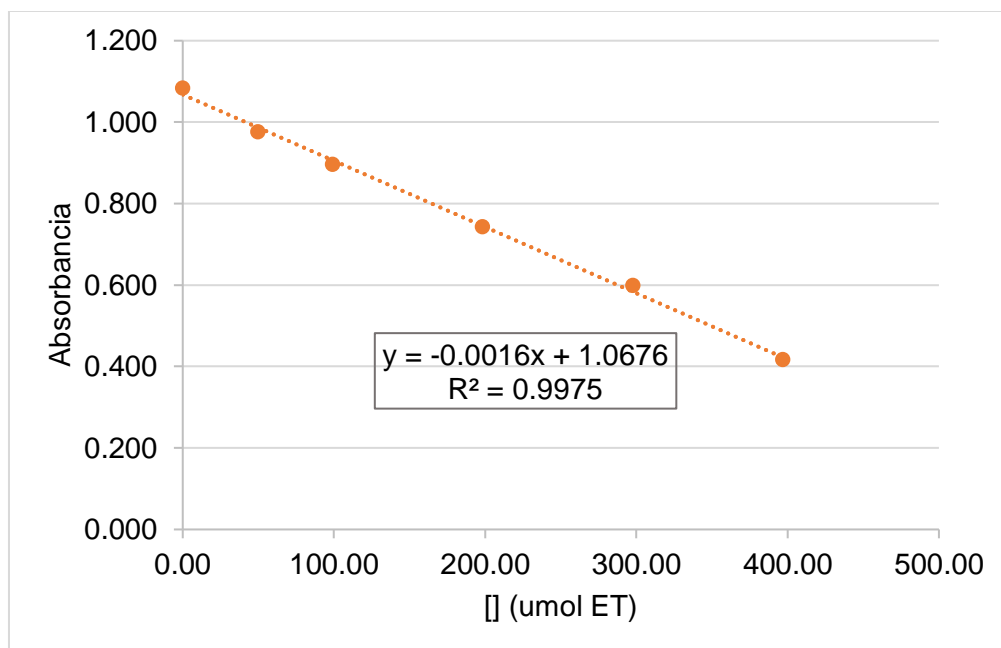
Anexo 17. Muestras para, la cuantificación de la capacidad antioxidante en el ensayo DPPH de los extractos atomizados y etéreos de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.



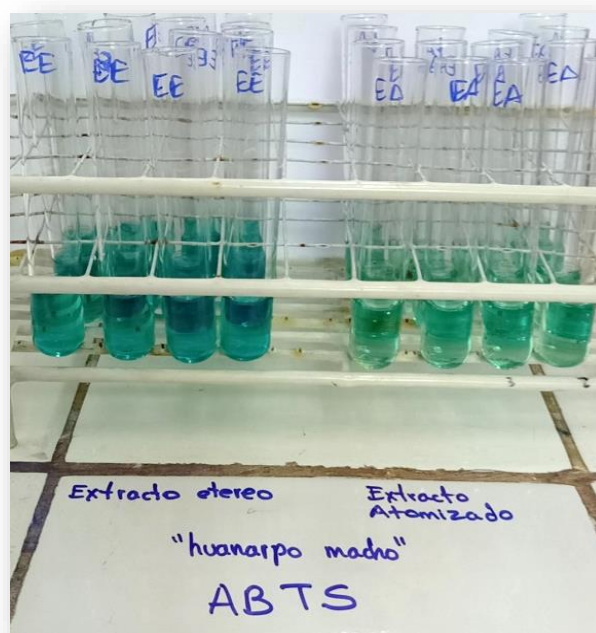
Anexo 18. Diluciones de la curva patrón: ABTS para, la cuantificación de la capacidad antioxidante de los extractos atomizados y etéreos de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.



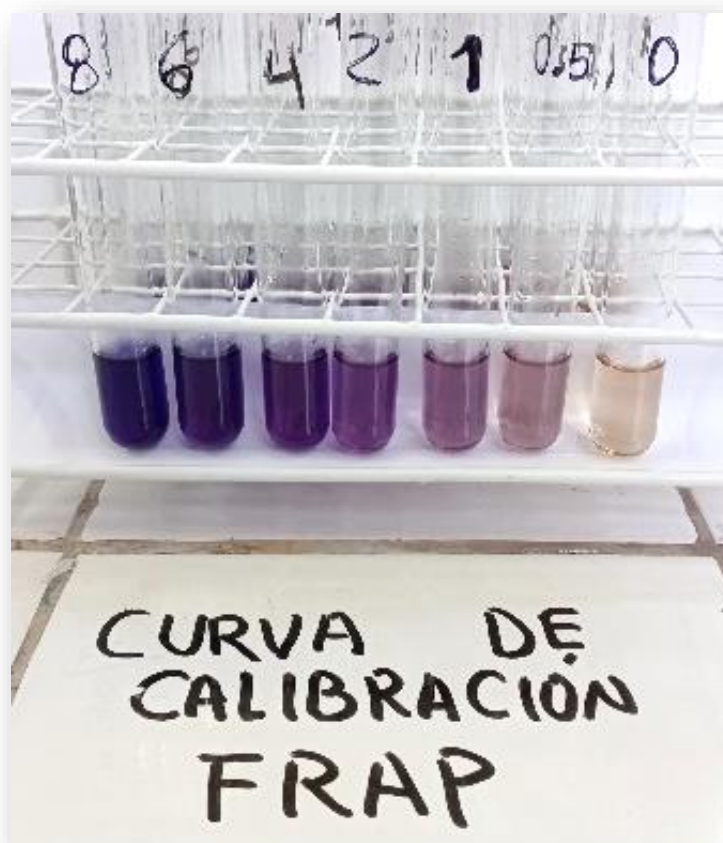
Anexo 19. Curva patrón del ABTS para, la determinación de la actividad antioxidante del extracto atomizados y etéreo de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.



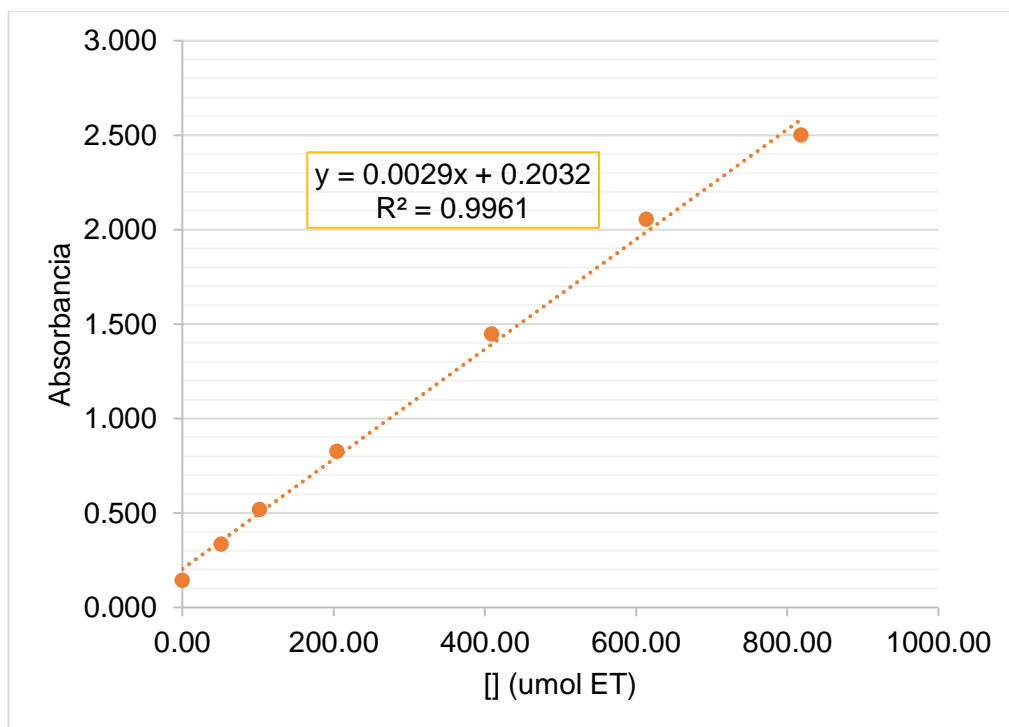
Anexo 20. Muestras para, la cuantificación de la capacidad antioxidante con ensayo ABTS de los extractos atomizados y etéreos de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.



Anexo 21. Diluciones de la curva patrón: FRAP para, la cuantificación de la capacidad antioxidante de los extractos atomizados y etéreos de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.



Anexo 22. Curva patrón del FRAP para, la determinación de la actividad antioxidante de los extractos atomizados y etéreos de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2023.



Anexo 23. Muestras para, la cuantificación de la capacidad antioxidante por el ensayo de FRAP de los extractos atomizados y etéreos de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.



Anexo 24. T - Student del contenido de fenoles totales del extracto atomizado y etéreo de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.

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	1,919	,185	166,588	16	,000	162,65556	,97639	160,58569	164,72542
	No se asumen varianzas iguales			166,588	13,315	,000	162,65556	,97639	160,55124	164,75987

Anexo 25. T - Student del contenido de flavonoides del extracto atomizado y etéreo de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.

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	4,741	,045	15,059	16	,000	20,80667	1,38164	17,87772	23,73561
	No se asumen varianzas iguales			15,059	11,394	,000	20,80667	1,38164	17,77848	23,83486

Anexo 26. T - Student de la actividad antioxidante DPPH del extracto atomizado y etéreo de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.

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	,177	,679	314,522	16	,000	251,53889	,79975	249,84349	253,23428
	No se asumen varianzas iguales			314,522	15,633	,000	251,53889	,79975	249,84026	253,23752

Anexo 27. T - Student de la actividad antioxidante ABTS del extracto atomizado y etéreo de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
μmol	Se asumen varianzas iguales	2,253	,153	450,208	16	,000	294,51444	,65417	293,12766	295,90123
	ET/mg de extracto			450,208	12,867	,000	294,51444	,65417	293,09970	295,92918

Anexo 28. T - Student de la actividad antioxidante FRAP del extracto atomizado y etéreo de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
μmol ET/mg de extracto	Se asumen varianzas iguales	1,107	,308	226,221	16	,000	98,24000	,43427	97,31940	99,16060
	No se asumen varianzas iguales			226,221	14,997	,000	98,24000	,43427	97,31437	99,16563

Anexo 29. Prueba de análisis de varianza (ANOVA) y comparaciones múltiples (Tukey) de la actividad antioxidante (IC₅₀) del método DPPH y ABTS del extracto atomizado y etéreo de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2023.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
IC50DPPH	Entre grupos	424,211	2	212,105	25060,041	,000
	Dentro de grupos	,051	6	,008		
	Total	424,262	8			
IC50ABTS	Entre grupos	67,559	2	33,779	33455,993	,000
	Dentro de grupos	,006	6	,001		
	Total	67,565	8			

IC₅₀DPPH

HSD Tukey^a

Extracto	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Trolox	3	,1083		
Atomizado	3		4,5190	
Extracción etérea	3			16,3677
Sig.		1,000	1,000	1,000

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	,0837		
Atomizado	3		2,2097	
Extracción etérea	3			6,6593
Sig.		1,000	1,000	1,000

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

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

Anexo 30. Matriz de consistencia.

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Efecto antioxidante del extracto etéreo y atomizado de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. "huanarpo macho", Ayacucho 2022.	¿Tendrá efecto antioxidante el extracto etéreo y atomizado de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. "huanarpo macho".?	OBJETIVO GENERAL: Evaluar el efecto antioxidante del extracto etéreo y atomizado de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. "huanarpo macho". OBJETIVOS ESPECÍFICOS: • Determinar el contenido de compuestos fenólicos: fenoles totales y flavonoides en el extracto etéreo y atomizado de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. "huanarpo macho". • Establecer la capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos por los métodos DPPH, ABTS Y FRAP.	Distribución. Crece entre los 1000 y 2500 m.s.n.m. en zonas pedregosas y secos, laderas, quebradas, bodes de chacras, caminos, en cercos, a temperatura de 15 a 30 °C. Descripción botánica Raíz: pivotante y a la vez conoides., generalmente con pocas raíces con corteza de un espesor regular. Tallo: arbusto ramificado cuyas ramas son extendidas, suelen tener ramas carnosas. Hojas: de ancho miden aproximadamente entre 10 - 12 cm y de largo entre de 9-10 cm, agudos ovalados y enteros. Flores: se caracterizan por ser pequeñas de una coloración rojo escarlata, mientras que presenta pequeñas brácteas que son foliáceas en forma lanceo -ovaladas de 10 mm de largo en promedio. RADICALES LIBRES Son una especie química que, tienen la capacidad de existir de manera independiente y este a su vez puede tener uno o más electrones libres o desapareados en su estructura.	Hi: El extracto etéreo y atomizado de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. "huanarpo macho" tiene efecto antioxidante. Ho: El extracto etéreo y atomizado de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. "huanarpo macho" no tiene efecto antioxidante.	VARIABLE INDEPENDIENTE: Extracto etéreo y atomizado de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. "huanarpo macho". Indicadores: • Mg EAG/g de muestra. • Mg EQ/g de muestra. • Concentraciones de 100 mg/Kg, 200 mg/Kg, 400 mg/Kg. VARIABLE DEPENDIENTE: Efecto antioxidante. Indicadores: • Captación del radical libre de DPPH expresado como µgET/g de muestra. • Captación del radical libre ABTS expresado como ugET/g de muestra. • Capacidad reductora del hierro (FRAP) expresado como ugET/g de muestra.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN Básico - Descriptivo. POBLACIÓN: Tallos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. "huanarpo macho", que crece en la comunidad - Sacraca, provincia - Paucar del Sara Sara del departamento de Ayacucho. MUESTRA: Tres kilogramos de tallos de <i>Jatropha macrantha</i> M. Arg. "huanarpo macho", recolectados en la comunidad de Sacraca, provincia - Paucar del Sara Sara - departamento de Ayacucho. MÉTODO: Determinación de la actividad antioxidante por el método de secuestro de radical libre (2,2-difenil – picrilhidrazilo) (DPPH). Determinación de la actividad antioxidante por el método de secuestro del catión radical (ácido 2,2 – azino – bis – (3 – etilbenzotazolin) – 6 – sulfónico) (ATBS). Determinación de la actividad antioxidante por el método de reducción de hierro (FRAP). ANÁLISIS ESTADÍSTICO Los resultados obtenidos se procesaron mediante el t de Student para muestras independientes; el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey con un nivel de confianza de 95%. Se hizo uso del software SPSS versión 21 en entorno Windows.

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

RESOLUCIÓN DECANAL N°1013-2023-UNSCH-FCSA-D

BACHILLER: ATAÓ LEGUIA, GLENDA EDITH

En la ciudad de Ayacucho, siendo las nueve y quince de la mañana del día catorce del mes de diciembre del año dos mil veintitrés, se reunieron en el auditorium de la Facultad de Ciencias de la Salud los docentes miembros del jurado evaluador, para el acto de sustentación del trabajo de tesis titulado: "**Efecto antioxidante del extracto etéreo y atomizado de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho", Ayacucho 2022**". presentado por la bachiller **ATAÓ LEGUIA, GLENDA EDITH** para optar el título profesional de Químico Farmacéutica. El jurado evaluador está conformado por:

Presidente (Decano)	:Prof. José Alejandro Yarlequé Mujica
Miembro	:Prof. Pablo W. Común Ventura
	:Prof. Juan C. Paniagua Segovia
4to jurado	:Prof. Stephany M. Barbarán Vilcatoma
Asesor	:Prof. Johnny Aldo Tinco Jayo
Secretaria Docente	:Prof. Tania Mendoza Almeida

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

Da inicio la exposición la Bachiller: **Glenda Edith ATAÓ LEGUIA**, y una vez concluida, el presidente de la comisión solicita a los miembros del jurado evaluador realizar sus respectivas preguntas, seguidamente se da pase al asesor de tesis, para que pueda aclarar algunas preguntas, interrogantes, aclaraciones.

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

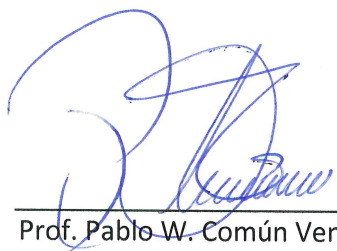
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINAL

Bachiller: **GLENDA EDITH ATAÓ LEGUIA**

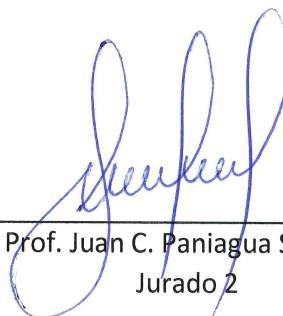
JURADOS	Texto	Exposición	Preguntas	P. Final
Prof. Pablo C. Común Ventura	17	17	18	17
Prof. Juan C. Paniagua Segovia	17	17	17	17
Prof. Stephany M. Barbarán Vilcatoma	17	17	16	17
PROMEDIO FINAL				17

De la evaluación realizada por los miembros del jurado calificador, llegaron al siguiente resultado: Aprobar a la Bachiller **GLENDA EDITH ATAÓ LEGUIA**; quien obtuvo la nota final de diecisiete (17) para la cual los miembros del jurado evaluador firman al pie del

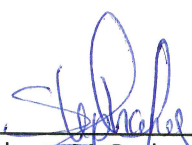
presente, siendo las 11:00 de la mañana, se da por concluido el presente acto académico.



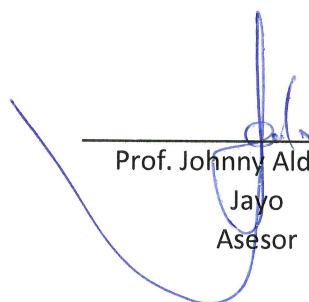
Prof. Pablo W. Común Ventura
Jurado 1



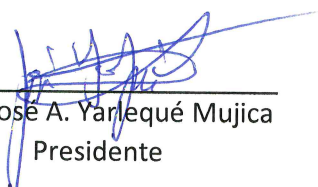
Prof. Juan C. Paniagua Segovia
Jurado 2




Prof. Stephany M. Barbarán Vilcatoma
4to jurado



Prof. Johnny Aldo Tinco
Jayo
Asesor



Prof. José A. Yariequé Mujica
Presidente



Prof. Tania Mendoza Almeida
Secretaria docente



UNSCH

**FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA PROFESIONAL DE
FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**DOCENTES INSTRUCTORES
DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD PRIMERA INSTANCIA DE TRABAJO DE TESIS - 019 - 2023

El suscrito docente – instructor responsable de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica designado por Resolución Decanal N° 0453 – 2023 – UNSCH – FCESA/D de fecha 15 de mayo de 2023, deja constancia que el trabajo de tesis titulado: “**Efecto antioxidante del extracto etéreo y atomizado de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”, Ayacucho 2022.**”

Autor: Bach. **Glenda Edith ATAÓ LEGUIA**

Asesor: Profesor **Jhonny Aldo TINCO JAYO**

Ha sido sometido al análisis del sistema antiplagio TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de **27 % de Índice de Similitud**.

Por lo que, de acuerdo con el porcentaje establecido en el Artículo 13 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga es procedente conceder **la Constancia de Originalidad en Primera Instancia**.

Ayacucho, 15 de setiembre de 2023

Firmado
digitalmente por
Enrique Javier
Aguilar Felices
Fecha:
2023.09.15
14:04:29 -05'00'



Mg. Enrique Javier AGUILAR FELICES
Docente – Instructor



UNSCH

FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE
FARMACIA Y BIOQUÍMICA



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD SEGUNDA INSTANCIA:
TESIS DE PREGRADO

(C°35-2023-EPFB-UNSCH)

La que suscribe, directora de escuela y docente instructor en segunda instancia de Tesis de Pregrado, luego de verificar la originalidad de la tesis de la Escuela profesional de Farmacia y bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud, en representación de la decana y delegada por Resolución Decanal N° 077-2021-UNSCH-FCSA/D, deja constancia que el trabajo de tesis titulado:

Efecto antioxidante del extracto etéreo y atomizado de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho", Ayacucho 2022.

PRESENTADO POR: Bach. ATAÓ LEGUIA, Glenda Edith

Ha sido sometido al análisis mediante el sistema TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de **27% de índice de similitud.**

Por lo que, de acuerdo con el porcentaje establecido en el Artículo 13° del Reglamento de Originalidad de Trabajos de investigación de pregrado de la UNSCH. Por tanto, **ES PROCEDENTE** conceder la Constancia de originalidad en segunda instancia.

Ayacucho, 16 de setiembre del 2023



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

Mg. Maricela López Sierralta
DIRECTORA
Docente. Instructor
Segunda instancia

cc.
Archivo.

Efecto antioxidante del extracto etéreo y atomizado de *Jatropha macrantha* M. Arg. “huanarpo macho”, Ayacucho 2022

por Glenda Edith Atao Leguia

Fecha de entrega: 16-sep-2023 10:34a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2167750523

Nombre del archivo: TESIS_ATAO_LEGU_A_GLENDA.pdf (2.39M)

Total de palabras: 16100

Total de caracteres: 83284

Efecto antioxidante del extracto etéreo y atomizado de *Jatropha macrantha* M. Arg. "huanarpo macho", Ayacucho 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

27 %

INDICE DE SIMILITUD

28 %

FUENTES DE INTERNET

15 %

PUBLICACIONES

18 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	11 %
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	7 %
3	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	tesis.ipn.mx Fuente de Internet	1 %
5	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	docs.bvsalud.org Fuente de Internet	1 %
7	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	1 %
8	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %

9	es.slideshare.net Fuente de Internet	< 1%
10	revistas.unsch.edu.pe Fuente de Internet	< 1%
11	cjas.science.com Fuente de Internet	< 1%
12	repositorio.upct.es Fuente de Internet	< 1%
13	Gloria Holguín Martínez. "Memorias del XI Congreso Colombiano de Fitoquímica", Vitae, 2011 Publicación	< 1%
14	repositorio.uma.edu.pe Fuente de Internet	< 1%
15	www.revista.asocolderma.org.co Fuente de Internet	< 1%
16	Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral Trabajo del estudiante	< 1%
17	Taymi Castro Morales, Alfredo Carlos Rodríguez Portelles, Alberto Ruben Piriz Assa, Arianna Maite Céspedes Romulo. "Survival in critically ill pediatric surgical patients with elevated PYMS and caloric deficit", Research Square Platform LLC, 2021 Publicación	< 1%

18	eprints.ucm.es Fuente de Internet	< 1%
19	idus.us.es Fuente de Internet	< 1%
20	repositorio.une.edu.pe Fuente de Internet	< 1%
21	dspace.utpl.edu.ec Fuente de Internet	< 1%
22	www.abq.org.br Fuente de Internet	< 1%
23	bolsa-trabajo.upads.edu.pe Fuente de Internet	< 1%
24	revistas.sqperu.org.pe Fuente de Internet	< 1%
25	renatiqa.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	< 1%
26	asianpubs.org Fuente de Internet	< 1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo