



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

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

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



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



AT 2025-FFBB-105

CONSTANCIA

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

Caracterización físico-química y capacidad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de *Parkinsonia aculeata* L. (palo verde)

Presentado por:

**GUTIERREZ CARDENAS NAYELLY
KATIA**

Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA**. El resultado obtenido es 4% por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Con Código de Matricula: 20174619

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

Ica, 12 de noviembre de 2025

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



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Farmacia y Bioquímica



Caracterización físico-química y capacidad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de *Parkinsonia aculeata* L. (palo verde)

Salud pública y conservación del medio ambiente

INFORME FINAL DE TESIS

Bach. NAYELLY KATIA GUTIERREZ CARDENAS

Ica - Perú

2025

Dedicatoria

A Dios, por ser mi guía constante, por darme la fortaleza en los momentos de incertidumbre y por abrirme caminos incluso cuando todo parecía oscuro. Sin su luz, este logro no habría sido posible.

A mis padres, cuyo amor incondicional, apoyo incansable y ejemplo de esfuerzo me han formado como persona y profesional. Esta meta es tan mía como suya

Agradecimientos

Con respeto y aprecio, expreso mi más profundo agradecimiento a mi asesora de tesis, quien compartió su conocimiento con vocación y entrega. Gracias por sembrar en mí la pasión por aprender y por exigirme siempre dar lo mejor de mí. Mi agradecimiento también a la Universidad San Luis Gonzaga y docentes en general que hicieron posible la culminación de esta etapa tan significativa en mi vida.

A mis amigos de estudio, por su compañía, por los debates, las risas y el apoyo mutuo en los momentos difíciles. Caminar junto a ustedes hizo este trayecto más humano y enriquecedor

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos	iii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	11
Problema general	12
Problemas específicos	12
Antecedentes internacionales de la investigación.....	12
Antecedentes nacionales de la investigación	17
Bases teóricas.....	18
Antioxidante	18
Sistema Antioxidante.....	19
Radicales libre	19
Estrés Oxidativo.....	20
Enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo	21
Métodos para determinar la actividad antioxidante	22
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.....	23
Taxonomía de <i>Parkinsonia aculeata</i> L.....	24
Localización	25
Composición Química.....	25
Propiedades Terapéuticos	25
Otros usos	26
Uso Etnomedicinal.....	26
Objetivo general	27
Objetivos específicos.....	27
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	28
Tipo de investigación	28
Diseño de la investigación	28
Nivel de investigación.....	28
Población y muestra	28
Población vegetal:	28
Muestra vegetal:.....	28
Procedimientos	28

Tratamiento del material vegetal.....	28
Obtención del extracto etanólico por maceración	31
Características fisicoquímicas del extracto	31
Método para la determinación de polifenoles	32
Determinación de polifenoles totales por Folin-Ciocalteu:.....	32
Determinación de la actividad antioxidante	33
Método 2,2-Difenil-1-picrilhidrazil (DPPH)	33
Método de reacción con el radical 2,2'-azino-bis-(3-etil benzotiazolin-6 sulfonato de amonio) (ABTS).....	34
III. RESULTADOS.....	36
IV. DISCUSIÓN	43
V. CONCLUSIONES	45
VI. RECOMENDACIONES	46
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
VIII. ANEXOS	51
Anexo N°01: Tratamiento de la muestra vegetal	51
Anexo N°02: Certificación botánica de la especie vegetal	61
Anexo N°03: Constancia del uso de las instalaciones del laboratorio de Farmacognosia	62
Anexo N°04: Resolución decanal	63
Anexo N°05: Matriz de consistencia	65

Índice de tablas

Tabla 1. Determinación de metabolitos secundarios del extracto etanólico de las hojas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (Palo Verde)	36
Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos de caracterización el extracto etanólico de las hojas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (Palo Verde), siendo valores promedios de tres repeticiones.....	36
Tabla 3. Lectura de absorbancia de patrón de ácido gálico mediante el método de Folin Ciocalteu	37
Tabla 4. Determinación de Polifenoles totales del extracto etanólico de las hojas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (Palo Verde)	38
Tabla 5. Lectura de absorbancia de patrón de ácido gálico mediante el método DPPH.....	39
Tabla 6. Determinación de la capacidad antioxidante de las diluciones del extracto etanólico .	40
Tabla 7. Lectura de absorbancia de las disoluciones de ácido gálico por el método de ABTS ..	41
Tabla 8. Determinación de la capacidad antioxidante de las diluciones del extracto etanólico .	42

Índice de figuras

Figura 1. Red de estrés oxidativo.	20
Figura 2. Esquema de la generación exógena de radicales libres y efectos adversos del estrés oxidativo en la patogénesis de enfermedades.	21
Figura 3. <i>Parkinsonia aculeata</i> L., conocida como Palo Verde. Se observan sus principales estructuras: flores, corteza, vainas y hojas.....	24
Figura 4. Propiedades terapéuticas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L.	26
Figura 5. Tratamiento del material vegetal de la <i>Parkinsonia aculeata</i> L.	30
Figura 6. Curva de cuantificación de ácido gálico para la determinación de polifenoles totales	37
Figura 7. Correlación entre concentración del extracto etanólico de las hojas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (Palo Verde) y equivalente del ácido gálico	38
Figura 8. Correlación entre las concentraciones de ácido gálico y % de inhibición del radical DPPH	39
Figura 9. Correlación entre concentración del Palo Verde y % de inhibición	40
Figura 10. Correlación entre las concentraciones de ácido gálico y % de inhibición del radical ABTS	41
Figura 11. Correlación entre concentración del Palo Verde y % de inhibición	42
Figura 12. Muestra vegetal de Palo Verde.....	51
Figura 13. Proceso de trituración de las hojas	51
Figura 14. Muestra vegetal triturada	52
Figura 15. Proceso de filtrado de muestra después de la maceración	52
Figura 16. Obtención del extracto concentrado	53
Figura 17. Proceso de identificación de metabolitos secundarios del extracto concentrado	53
Figura 18. Baño maría del extracto concentrado para realización de identificación quinolonas y esteroides	54
Figura 19. Identificación de metabolitos secundarios.....	54
Figura 20. Realización de sólidos totales	55
Figura 21. Elaboración de densidad relativa.....	55
Figura 22. Índice de refracción y grados Bri	56
Figura 23. Pesado de reactivos para la cuantificación de polifenoles	57
Figura 24. Preparado del reactivo Follin	58
Figura 25. Realización de las diluciones del método Folin ciuacaltea	58
Figura 26. Lectura de absorbancia del reactivo DPPH	59
Figura 27. Extracto de palo verde en reacción con el reactivo DPPH	59
Figura 28. Diluciones del reactivo ABTS	60
Figura 29. Lectura en el espectrofotómetro	60

Resumen

Objetivo: El propósito de este estudio fue las propiedades fisicoquímicas y la capacidad antioxidante del extracto etanólico obtenido de hojas de *Parkinsonia aculeata* L.

Métodos: Se determinaron parámetros fisicoquímicos como pH, sólidos totales, densidad, índice de refracción y características organolépticas. Asimismo, se identificaron metabolitos secundarios y se cuantificó el contenido de polifenoles totales mediante el reactivo de Folin-Ciocalteu. La actividad antioxidante se analizó empleando los métodos DPPH y ABTS, utilizando ácido gálico como estándar de referencia.

Resultados: Los resultados revelaron la presencia de flavonoides, taninos, alcaloides, triterpenos, quinonas y saponinas en el extracto. El contenido de polifenoles totales alcanzó 177,8 mg equivalentes de ácido gálico por gramo de extracto en la mayor concentración evaluada. En los ensayos de DPPH y ABTS, el extracto mostró una actividad antioxidante significativa, con valores de IC₅₀ de 43,6 mg/mL y 79,86 mg/mL, respectivamente.

Conclusiones: Estos hallazgos confirman que *P. aculeata* L. constituye una fuente relevante de metabolitos bioactivos, con potencial aplicación en la prevención del daño oxidativo, y representan una base científica para futuras investigaciones en el ámbito de la farmacognosia.

Palabras Claves: *Parkinsonia aculeata* L., extracto etanólico, polifenoles, DPPH, ABTS, capacidad antioxidante.

Abstract

Objective: The purpose of this study was to evaluate the physicochemical properties and antioxidant capacity of the ethanolic extract obtained from the leaves of *Parkinsonia aculeata* L.

Methods: Physicochemical parameters such as pH, total solids, density, refractive index, and organoleptic characteristics were determined. In addition, secondary metabolites were identified, and the total polyphenol content was quantified using the Folin-Ciocalteu reagent. Antioxidant activity was assessed through DPPH and ABTS assays, employing gallic acid as the reference standard.

Results: The findings revealed the presence of flavonoids, tannins, alkaloids, triterpenes, quinones, and saponins in the extract. The total polyphenol content reached 177.8 mg gallic acid equivalents per gram of extract at the highest concentration tested. In the DPPH and ABTS assays, the extract demonstrated significant antioxidant activity, with IC₅₀ values of 43.6 mg/mL and 79.86 mg/mL, respectively.

Conclusions: These results confirm that *P. aculeata* L. is a relevant source of bioactive metabolites with potential applications in the prevention of oxidative damage, providing a scientific basis for future research in the field of pharmacognosy.

Keywords: *Parkinsonia aculeata* L., ethanolic extract, polyphenols, DPPH, ABTS, antioxidant capacity.

I. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos, las plantas medicinales han constituido una de las principales alternativas terapéuticas utilizadas por las comunidades para tratar y prevenir diversas enfermedades. Su valor radica en la presencia de metabolitos secundarios como flavonoides, taninos y otros polifenoles que desempeñan funciones biológicas esenciales y destacan por su acción antioxidante, antiinflamatoria, antimicrobiana y cardioprotectora. En la actualidad, la farmacognosia moderna orienta sus esfuerzos hacia la identificación, caracterización y aprovechamiento de extractos vegetales con potencial bioactivo, con el propósito de desarrollar productos naturales que contribuyan a la salud pública y representen opciones sostenibles frente a los fármacos de origen sintético (1).

El estrés oxidativo se define como el desequilibrio entre la generación de especies reactivas de oxígeno también conocidas como radicales libres y la capacidad de los sistemas antioxidantes endógenos para neutralizarlas, situación que puede favorecer el daño celular y tisular asociado a diversas patologías crónicas, como la diabetes mellitus. Entre los radicales libres más relevantes se incluyen el anión superóxido, el peróxido de hidrógeno y el radical hidroxilo, cuyas fuentes biológicas y mecanismos de acción han sido ampliamente estudiados. Estos compuestos son capaces de inducir peroxidación lipídica y alteraciones en proteínas y ADN, lo que resalta la importancia de los antioxidantes naturales en la prevención de dichos procesos. En este contexto, los compuestos fenólicos especialmente los flavonoides han demostrado gran eficacia al donar electrones o átomos de hidrógeno, interrumpiendo las reacciones en cadena de oxidación y protegiendo las estructuras celulares frente al daño oxidativo (2,3).

La búsqueda de especies vegetales con alta concentración de antioxidantes naturales constituye, por tanto, un eje fundamental en la investigación farmacognóstica contemporánea. Entre ellas, *Parkinsonia aculeata* L., conocida comúnmente como “palo verde”, destaca por su notable diversidad fitoquímica y por sus múltiples aplicaciones farmacológicas. Estudios realizados en distintas regiones del mundo han identificado en esta especie la presencia de flavonoides, alcaloides, taninos y saponinas, compuestos asociados a efectos antioxidantes, antimicrobianos, antiinflamatorios e . Investigaciones desarrolladas en Egipto evidenciaron más de un centenar de secundarios en sus hojas, tallos y frutos; en Jordania se demostró su actividad frente a líneas celulares cancerígenas; en Brasil se observaron efectos beneficiosos sobre el perfil lipídico y marcadores inflamatorios en modelos animales; y en México se destacó su elevado contenido de polifenoles y su eficacia antifúngica frente a *Fusarium oxysporum* (4).

Pese a la abundancia de estudios preliminares, en el Perú no se dispone de investigaciones que evalúen de manera integral las propiedades fisicoquímicas y la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos de hojas de *P. aculeata*. Ante esta carencia de evidencia científica, el presente estudio tuvo como objetivo determinar las características fisicoquímicas y la capacidad antioxidante del extracto etanólico de hojas de *Parkinsonia aculeata* L., mediante la cuantificación de polifenoles totales con el reactivo Folin-Ciocalteu y la determinación de la actividad antioxidante a través de los ensayos DPPH y ABTS. Los resultados obtenidos permitirán aportar fundamentos científicos sobre el potencial de esta especie como fuente natural de antioxidantes, contribuyendo a su valorización dentro del campo de la farmacognosia y al sostenible de la biodiversidad vegetal de la región de Ica.

Problema general

¿Cuáles serán las características físico-químicas y la capacidad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de *Parkinsonia aculeata* L. (palo verde)?

Problemas específicos

- ¿Cuáles serán las características físico-químicas del extracto etanólico de las hojas de *Parkinsonia aculeata* L. (palo verde)?
- ¿Cuáles serán los metabolitos secundarios del extracto etanólico de las hojas de *Parkinsonia aculeata* L. (palo verde)?
- ¿Cuál será el contenido de polifenoles totales mediante el método Folin Ciocalteu?
- ¿Cuál será la capacidad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de *Parkinsonia aculeata* L. (palo verde) por los métodos de DPPH y ABTS?

Antecedentes internacionales de la investigación

Abd Elkarim et al. (5) en el año 2025, en Egipto realizaron un estudio cuyo propósito fue analizar los perfiles metabólicos y la actividad antibacteriana de hojas, tallos y frutos de *Parkinsonia aculeata*. Los extractos en butanol fueron sometidos a LC-ESI-MS/MS, identificándose de manera tentativa 116 metabolitos secundarios a partir de patrones de fragmentación, rutas biosintéticas y literatura previa. El uso de la Red Social Global de Productos Naturales (GNPS) permitió establecer redes de similitud espectral, donde se detectaron seis flavonas poco comunes. Dicho análisis evidenció una alta semejanza química entre hojas y tallos, mientras que los frutos presentaron un perfil diferenciado. La actividad antimicrobiana se evaluó frente a siete cepas patógenas mediante técnicas de difusión en disco y microdilución en caldo. Los extractos de hojas mostraron la mayor potencia, con halos de inhibición de hasta 20,13 mm y valores de MIC de 1,5 mg/mL, destacando frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 29213. Los tallos presentaron una eficacia similar, mientras que los frutos resultaron más activos contra *Klebsiella*

pneumoniae. En conjunto, los resultados posicionan a *P. aculeata* como una fuente prometedora de compuestos bioactivos con potencial aplicación antimicrobiana.

Awwad et al. (6) en el año 2023 en Amman-Jordan, realizaron una investigación cuyo objetivo fue evaluar la composición química de los aceites esenciales y extractos de *P. aculeata* cultivada en Jordania, así como determinar su potencial antiproliferativo frente a líneas celulares de cáncer colorrectal y de mama. Se obtuvieron aceites esenciales de hojas y flores mediante hidrodestilación y se analizaron los volátiles emitidos espontáneamente utilizando microextracción en fase sólida (SPME), seguidas de técnicas GC-MS. Los extractos acuosos y etanólicos de las partes aéreas fueron evaluados mediante LC-MS y su actividad antiproliferativa se ensayó en líneas celulares colorrectales (Caco2, HCT116) y de mama (MCF7, T47D). El monoterpreno trans-ocimeno fue el compuesto predominante en el perfil aromático, mientras que los aceites hidrodestilados presentaron mayor contenido de volátiles no terpenoides. El análisis LC-MS del extracto acuoso identificó 16 compuestos, destacando 4-metilumbeliferona, ácido succínico, vitexina e hiperósido; el extracto etanólico mostró 11 compuestos, con iso-orientina y crisoeriol-7-glucósido como principales. Biológicamente, el extracto acuoso evidenció una actividad antiproliferativa significativa, con valores de IC50 entre 17,5 y 77 µg/mL. Los resultados sugieren que *P. aculeata* cultivada en Jordania posee metabolitos con potencial anticancerígeno, respaldando futuras investigaciones para el aislamiento de sus componentes activos y su evaluación como terapia complementaria en cáncer colorrectal.

Franco et al. (7) en el año 2022 en Brasil, hizo una investigación cuyo objetivo evaluar los efectos de la fracción polar derivada del extracto hidroetanólico de *Parkinsonia aculeata* (PfrHEPA) sobre el perfil lipídico en un modelo animal sometido a una dieta occidentalizada. Se utilizaron treinta y seis ratas Wistar (45–55 g), las cuales fueron divididas en grupos y alimentadas durante 120 días con una dieta estándar (grupo C) o una dieta occidentalizada (grupo W). A partir del día 120, los animales fueron tratados durante 30 días por vía oral con vehículo (agua destilada, 10 mL/kg), con tres dosis distintas de PfrHEPA (35, 70 y 140 mg/kg/día) o con Gemfibrozil (140 mg/kg/día) como fármaco de referencia. Se obtuvo como resultado que las ratas alimentadas con la dieta occidentalizada desarrollaron un perfil lipídico alterado (dislipidemia) en comparación con los animales del grupo control. El tratamiento con PfrHEPA a 140 mg/kg/día, sin modificar la dieta, produjo una disminución significativa en los niveles de colesterol total, lipoproteínas de baja densidad (LDL) y triglicéridos en comparación con el grupo W no tratado. Además, esta dosis de PfrHEPA redujo significativamente los niveles séricos de glucosa y de citoquinas inflamatorias, factores clave asociados al riesgo cardiovascular.

Los hallazgos obtenidos respaldan el potencial de *P. aculeata* como agente terapéutico en el manejo de trastornos metabólicos como la dislipidemia, y refuerzan su uso tradicional con propiedades antihiperlipidémicas e hipoglucemiantes.

López-Romero et al. (8) en el año del 2022 en México, Sonora realizaron un estudio para determinar la composición química y el potencial antioxidante y anti proliferativo de la *Parkinsonia praecox*, donde se usaron extractos metanólicos de tallos, frutos y flores, se usaron los métodos DPPH, ABTS, ORAC y FRAP para la evaluación antioxidante y la actividad anti proliferativa se determinó por el ensayo MTT. Dando, así como resultados el extracto de tallo presentó la concentración más elevada de compuestos fenólicos identificando y cuantificando quercetina y también mostró la capacidad más elevada para estabilizar a los radicales DPPH, ABTS y reducir metales (FRAP). Igualmente fue en la actividad proliferativa donde el extracto de tallo mostró la citotoxicidad más elevada, se llegó a la conclusión que estos resultados muestran una fuerte asociación entre la actividad antioxidante y anti proliferativa con la presencia de compuestos fenólicos.

Martínez, L et al. (9) en el año 2022, en México, estudiaron a *Parkinsonia aculeata* L. (Palo Verde) donde esta investigación se centró en determinar el contenido de polifenoles y flavonoides en extractos hidroalcohólicos obtenidos de tallos y hojas de *P. aculeata*, así como su efecto fitotóxico en plántulas de tomate durante las primeras etapas de crecimiento. Los extractos fueron aplicados a los 15, 25 y 35 días después de la emergencia (DAE). Se observó como resultado que las hojas contenían mayores concentraciones de polifenoles y flavonoides, siendo los polifenoles más abundantes. Los extractos de tallos y hojas mostraron un nivel 5 de fitotoxicidad en las plantas de tomate a los 15 DAE, pero no se detectó fitotoxicidad a partir de los 25 DAE. A los 35 DAE, la fitotoxicidad solo se presentó cuando se aplicaron volúmenes de 5 mL por planta. Se encontró una interacción significativa entre los factores de órgano y volumen. El estudio concluye que los extractos de hojas y tallos pueden emplearse para el control biológico del marchitamiento por fusarium sin generar fitotoxicidad en plantas de tomate a partir de los 25 días, siempre que se utilicen volúmenes.

Argentel-Martínez et al. (10) en el año 2021 en México, este trabajo tuvo como objetivo evaluar el potencial antifúngico de extractos hidroalcohólicos obtenidos a partir de hojas y tallos de *Parkinsonia aculeata* L., para el biocontrol de *Fusarium oxysporum* Schlec, se utilizó el método de medio envenenado que consiste en verter los extractos, al medio de cultivo papa dextrosa agar (ADP) en cajas petri estériles de 5 cm de diámetro, en los resultados se observaron que, a mayor volumen de extracto, se puede lograr un mejor control del patógeno. Al analizar los factores de manera aislada, también se encontraron

diferencias altamente significativas entre los sitios de recolección y los órganos de los cuales se extrajo el material vegetal. Asimismo, hubo diferencias significativas entre los volúmenes de extracto utilizados. Los extractos de *Parkinsonia aculeata* L., evaluados mostraron efectividad a partir de concentraciones de 300 ppm, logrando una inhibición total del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* Schlecht. a 500 ppm en las pruebas in vitro. Este resultado es relevante, ya que representa el primer paso hacia el desarrollo de un biofungicida.

Zambare et al (11) en el año 2021 en la India, realizaron una revisión sistemática de posibles usos farmacológicos de la *Parkinsonia Aculeata* L. este artículo habla brevemente el potencial farmacológico de *Parkinsonia aculeata*, donde los estudios fitoquímicos Los análisis fitoquímicos realizados en hojas, flores y tallos de *Parkinsonia aculeata* evidencian la presencia de compuestos como glucósidos, flavonoides, alcaloides y saponinas. De manera tradicional, esta especie ha sido empleada como recurso medicinal por sus efectos antipiréticos, antipalúdicos, diaforéticos y abortivos. Dichas propiedades terapéuticas se asocian con su capacidad para modular diferentes rutas moleculares implicadas en diversos trastornos fisiológicos, así como con su actividad antioxidante.

Abdelaziz et al. (12) en el año 2020 en Arabia Saudita, se realizó un estudio cuyo objetivo fue investigar el perfil fitoquímico, las propiedades antioxidantes y citotóxicas de *Parkinsonia aculeata* L. Método: Para caracterizar los metabolitos secundarios de extractos hidroalcohólicos, diclorometano y acetato de etilo de las partes aéreas de *P. aculeata*, se utilizó UPLC-ESI-MS/MS, una técnica efectiva. Los resultados: Se identificaron y caracterizaron un total de sesenta y nueve compuestos en *Parkinsonia aculeata*, siendo los flavonoides los más abundantes. La fracción diclorometano destacó por su riqueza en compuestos fenólicos como el ácido vanílico-hexósido y flavonoles como la 3,7-dimetilquercetina. En contraste, la fracción de acetato de etilo contenía flavonoides-C-glucosidos, como la luteolina-8-C-o-D-glucósido (orientina) y apigenina-8-C-glucósido (vitexina), así como flavonoides-O,C-diglucósidos. Además, se evaluó la actividad antioxidante mediante el método DPPH y la citotoxicidad a través del ensayo de MTT. La fracción acetato de etilo mostró la mayor actividad antioxidante ($SC_{50} = 57.4 \pm 1.2$ g/ml) y una citotoxicidad moderada contra líneas celulares HepG-2 y MCF-7. Conclusión: Las propiedades antioxidantes y citotóxicas se relacionan con la alta concentración de compuestos fenólicos y flavonoides hidroxilados en esta fracción.

Rao et al. (13) en el año 2020 en India, realizaron una investigación cuyo objetivo fue identificar una nueva molécula natural a partir de extracto metanólico de corteza de tallo de *Parkinsonia aculeata*, es un arbusto grande y espinoso que prospera en zonas cálidas

de todo el mundo. Esta planta posee actividades biológicas prometedoras, incluyendo propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antidiabéticas y anti espermatogénicas. Estudios fitoquímicos en las hojas, flores y tallo han revelado compuestos activos como glucósidos, flavonoides, azúcares reductores, alcaloides, esteroides, taninos, aceites volátiles y saponinas, que destacan su potencial terapéutico. Este estudio en particular examinó el extracto metanólico de la corteza del tallo, del cual se aislaron y caracterizaron cinco compuestos: el nuevo 1-ciclohexiltridec-1-eno (A), 6-hidroxi-pentacosilpentanoato (B), acetato de alfa-amirina (C), alfa-amirina (D) y beta-sitosterol (E), utilizando cromatografía en columna y análisis espectrales, como RMN H-1, RMN C-13, IR y espectrometría de masas.

Sharma et al. (14) en el año 2016, en India se evaluó el potencial protector del ADN y la actividad anti mutagénica in vitro de extractos orgánicos (metanol, hexano, n-butanol) y acuosos de *Parkinsonia aculeata* L, mediante el ensayo Ames y el ensayo de corte de ADN. Donde como resultado todos los extractos y fracciones demostraron una inhibición efectiva del daño al ADN causado por radicales hidroxilos. En el ensayo de Ames, se realizaron experimentos de preincubación y coincubación, encontrando que la preincubación ofrecía mejores resultados. De todas las fracciones, la de n-butanol fue la más efectiva para prevenir el daño al ADN y para inhibir la mutagénesis. Un análisis UHPLC identificó varios polifenoles en los extractos, incluidos ácido gálico, catequina y rutina, entre otros. Conclusión: La actividad protectora del ADN y la antimutagénica de esta planta se pueden atribuir a la presencia de estos compuestos fenólicos. Estos resultados indican que *Parkinsonia aculeata* L. posee potentes factores antioxidantes, cuyo mecanismo de acción se está investigando en mayor profundidad.

Sharma et al. (15) en el año 2014 en India, se evaluaron los extractos de *Parkinsonia aculeata* L. obtenidos con butanol y hexano por su potencial antioxidante mediante métodos in vitro. Se realizaron análisis fitoquímicos y se usaron diversos ensayos para medir la actividad antioxidante. Como resultado el contenido fenólico total fue de 42 mgGAE/g para el extracto de butanol y 34 mgGAE/g para el de hexano, mientras que los flavonoides presentaron 0.044 mgRE/g y 0.005 mgRE/g, respectivamente. El extracto de butanol mostró una inhibición máxima del 93.88% en el ensayo DPPH y altos valores en otros ensayos, incluyendo un 94.68% en FTC y un 69.37% en TBA. Además, se registraron absorbancias de 0.852 y 0.522 en los ensayos de potencia reductora y CUPRAC, respectivamente. Los valores de FRAP y TAC del extracto de butanol fueron 678 μ M Fe (II)/g y 36 mgAAE/100 mg. Como conclusión el análisis UPLC identificó diversos polifenoles en los extractos, confirmando su potente actividad antioxidante,

atribuida a la presencia de flavonoides y polifenoles. Estos hallazgos destacan el potencial de *Parkinsonia aculeata* L. en aplicaciones antioxidantes.

Sharma et al. (16) en el año 2013 en India, se prepararon y analizaron extractos de hojas de *Parkinsonia aculeata* L. utilizando metanol y agua, con el objetivo de realizar un análisis fitoquímico y evaluar su potencial antioxidante a través de diversos ensayos in vitro. Se investigó la actividad antioxidante mediante métodos como DPPH, CUPRAC, ensayos de potencia reductora, degradación de desoxirribosa (tanto específica como no específica del sitio), FRAP, FTC, TBA y la reducción de iones de molibdato. Los resultados indicaron que el contenido fenólico total fue de 39 mg GAE/g para el extracto de metanol y 38 mg GAE/g para el extracto acuoso. En cuanto a los flavonoides, se encontraron niveles de 0.013 mg RE/g en el metanol y 0.006 mg RE/g en el acuoso. Se llevó a cabo un análisis UPLC para identificar diferentes tipos de polifenoles en los extractos de planta, lo que respalda los hallazgos sobre su actividad antioxidante. Se llegó a la conclusión que el extracto de metanol muestra altas propiedades antioxidantes a diferencia del extracto acuoso. Pero se requieren más estudios para aclarar el in vivo potencial de esta planta.

Antecedentes nacionales de la investigación

Benavides y Zapata (17) en el año 2024, en Perú- Sullana, realizaron un estudio cuyo objetivo fue caracterizar morfológica y molecularmente las especies de *Parkinsonia* aprovechando sus componentes como un bioactivo en la industria alimentaria. Se utilizó GPS para determinar las zonas específicas en donde hay presencia de especies de *Parkinsonia*, siendo la ciudad de Sullana con mayor presencia de esta especie. Se identificaron morfológicamente las especies de *Parkinsonia*, ambas perteneciendo al reino Plantae. Se realizaron mediante la recolección, donde se procesó muestras y las técnicas moleculares como, extracción de Ácido Desoxirribonucleico (ADN), método de análisis para la cuantificación de ADN, el análisis de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), el método de Análisis en Electroforesis y el secuenciamiento y Análisis Bioinformático, se obtuvo de cada especie una cantidad promedio de 23.5 ng/UL de ADN de las muestras que fueron estudiadas y un 99.7% el porcentaje de identidad de las especies analizadas (99.8 % *P. aculeata* – 99.5 % *P. praecox*). Se hizo una búsqueda bibliográfica para identificar compuestos bioactivos que se encuentran presentes en la *Parkinsonia*, se obtuvo como resultado la presencia de metabolitos como los terpenos, flavonoides, compuestos fenólicos.

Bases teóricas

Antioxidante

El término antioxidante hace referencia aquellas moléculas que, actuando como agentes reductores, tienen la capacidad de donar electrones y de este modo retrasar o impedir la oxidación de sustratos susceptibles. En los organismos que utilizan oxígeno en su metabolismo energético, se generan radicales libres como subproductos, los cuales resultan dañinos si no existen mecanismos de defensa que los neutralicen. Estos mecanismos, conocidos como antioxidantes, cumplen una función esencial en la protección celular. La disminución de sus niveles o la inhibición de las enzimas antioxidantes genera un estado de estrés oxidativo que compromete la viabilidad celular, pudiendo ocasionar daño o muerte celular (18).

Antioxidantes endógenos

- Catalasa: su función es degradar el peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno.
- Superóxido dismutasa: tiene como objetivo convertir el anión superóxido en peróxido de hidrógeno.
- Glutatión peroxidasa: se encarga de reducir peróxidos de lípidos, donde utiliza el glutatión reducido para esta función.

Antioxidantes exógenos

Entre los antioxidantes exógenos tenemos la vitamina C, E, polifenoles como quercetina, kaempferol, antocianinas y curcuminoides. Los compuestos polifenólicos tienen una potente actividad in vitro debido a su alta reactividad como donador de hidrógeno y electrones.

Polifenoles: poseen anillos aromáticos con uno o varios grupos fenólicos que están presentes en los vegetales; su efecto está ligado a la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles como cáncer, psoriasis, aterosclerosis, diabetes mellitus, hipertensión arterial, obesidad, etc.

- Los estilbenos, son un pequeño grupo de polifenoles cuyo principal representante es el resveratrol, un antioxidante muy eficiente que se encuentra especialmente en la uva negra, que también es posible encontrarlo en la mora y los arándanos.
- Los lignanos, el secoisolarisirecinol es el compuesto más conocido, se encuentra presente en mayor concentración en alimentos como la linaza, y en concentraciones bajas se encuentran en cereales, frutas y verduras.

Flavonoides: son un grupo importante de compuestos naturales que tienen propiedades antioxidantes.

- Los flavonoles como la rutina, isorhamnetina, miricetina, quercetina, etc., pertenecen a un subgrupo importante de flavonoides que están presentes en frutas y

verduras como repollo, cebolla, brócoli, perejil, tomate, uvas, mora, bayas, manzana, frambuesa.

- Las flavanonas son compuestos que le confieren importantes propiedades antioxidantes al pomelo, mandarina, tangelo, limón, naranja dulce, etc.
- Las antocianidinas, son pigmentos naturales, que confieren colores a los alimentos que lo contienen, como algunas frutas que son la mora, arándanos, nueces, cocoa, cereza, fresa, col roja, uva negra, etc.
- Los carotenoides: son compuestos químicos que se caracterizan por ser liposolubles, ya que cuentan con una estructura constituida por una cadena larga hidrocarbonada eminentemente hidrofóbica. Estos compuestos están constituidos por dos subgrupos, los carotenos y las xantófilas. Los carotenos se encuentran en alimentos como calabaza, zanahoria, tomate, espinaca, brócoli, lechuga, mango, sandía, etc., mientras que las xantófilas, están presentes en la espinaca, maíz, naranja, tomate, lechuga, espinaca, etc.

La vitamina C: es un potente agente antioxidante que tiene la propiedad de reducir el proceso de lipoperoxidación, disminuye la oxidación de las proteínas y ADN que son causados por los radicales libres.

La vitamina E: es un antioxidante liposoluble natural que químicamente corresponde a los compuestos denominados tocoferoles, donde el α -tocoferol presenta mayor capacidad antioxidante. Esta vitamina tiene la propiedad de interrumpir la propagación de la reacción en cadena, ocasionada por radicales libres, que ocurre en la membrana mitocondrial y en el retículo endoplásmico; reacciona preferencialmente con las lecitinas, y las protege del daño oxidativo producido por radicales libres (18).

Sistema Antioxidante

El organismo humano cuenta con un sistema antioxidante que se compone tanto de moléculas producidas internamente como de compuestos obtenidos a través de la alimentación. Se puede clasificar como antioxidantes endógenos a aquellos que son generados por las propias células, mientras que los antioxidantes exógenos corresponden a las sustancias incorporadas mediante la dieta (19).

Radicales libre

Los radicales libres son moléculas inestables que poseen electrones desapareados, lo que les confiere un alto grado de reactividad química. Esta característica les permite interactuar con biomoléculas esenciales como lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, favoreciendo reacciones en cadena que pueden culminar en daño celular y tisular. Para contrarrestar estos efectos, el organismo dispone de un sistema antioxidante endógeno, al

que se suman compuestos antioxidantes dietarios, cuya acción conjunta resulta fundamental para mantener el equilibrio redox y preservar la homeostasis celular (20).

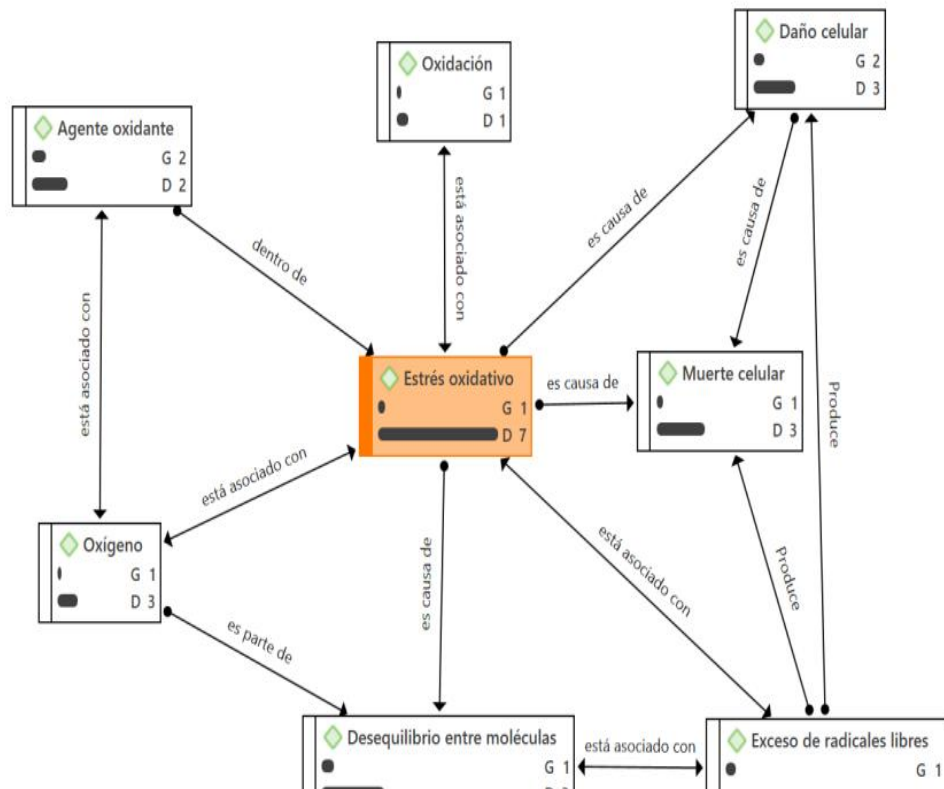


Figura 1. Red de estrés oxidativo.

Fuente: Camacho Roncancio YL (21).

Estrés Oxidativo

El estrés oxidativo es provocado por especies reactivas de oxígeno, entre las que se incluyen el peróxido de hidrógeno, el ion superóxido y el radical hidroxilo. A través de diversas reacciones químicas, el peróxido de hidrógeno puede originar radicales hidroxilos, los cuales son altamente reactivos y capaces de alterar múltiples macromoléculas. Esta reactividad puede dañar proteínas, lípidos, mitocondrias y material genético, generando efectos variables según el tipo de tejido afectado (22).

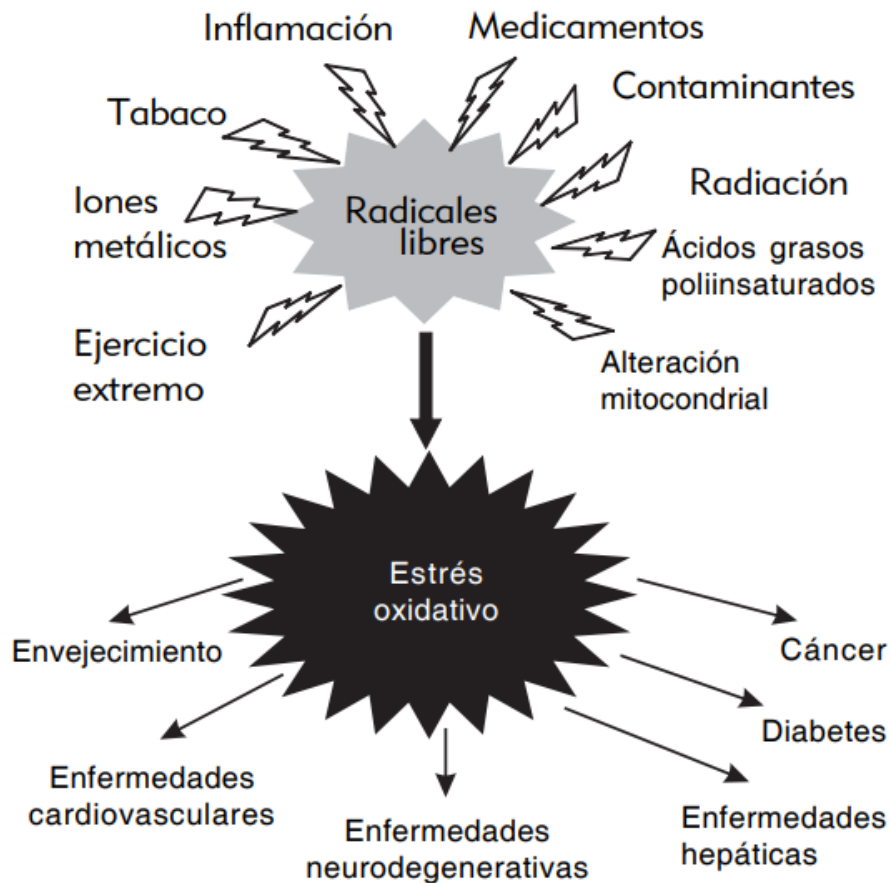


Figura 2. Esquema de la generación exógena de radicales libres y efectos adversos del estrés oxidativo en la patogénesis de enfermedades.

Fuente: Sánchez-Valle V, Méndez-Sánchez N. (23)

Enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo

- **Cáncer:** Aunque la oncogénesis constituye un proceso biológicamente complejo, se ha establecido que su iniciación y progresión dependen de alteraciones tanto a nivel molecular como celular, inducidas por factores endógenos o exógenos. En este contexto, el daño oxidativo al ADN ha sido identificado como un estímulo clave que contribuye significativamente al desarrollo de diversas patologías neoplásicas.
- **Enfermedad cardiovascular:** Presentan una etiología de naturaleza multifactorial, en la que confluyen diversos factores de riesgo como el hipercolesterolemia, hipertensión arterial, diabetes mellitus, inactividad física, tabaquismo, desequilibrios dietéticos y estrés crónico. En este contexto, los ácidos grasos poliinsaturados presentes en las lipoproteínas plasmáticas son particularmente susceptibles a sufrir procesos de peroxidación lipídica inducidos por radicales libres. Esta susceptibilidad favorece el inicio y progresión de la aterogénesis. Por

ende, el estrés oxidativo emerge como un factor determinante y directamente implicado en el desarrollo de la aterosclerosis.

- Enfermedades neurológicas: El estrés oxidativo ha sido ampliamente vinculado con la fisiopatología de diversas enfermedades neurodegenerativas y trastornos neurológicos, entre los que se incluyen el Parkinson, el Alzheimer, la esclerosis lateral amiotrófica, la esclerosis múltiple y ciertos cuadros depresivos. El sistema nervioso central que comprende el cerebro, la médula espinal y los nervios periféricos presenta características bioquímicas que lo predisponen particularmente al daño oxidativo. Entre estas se destacan su elevado contenido de ácidos grasos insaturados y hierro, así como una intensa actividad metabólica aeróbica, lo cual lo convierte en un blanco vulnerable frente al estrés oxidativo.
- Enfermedades respiratorias: Hay datos de que enfermedades como asma o enfermedad pulmonar obstructiva crónica, determinadas por procesos inflamatorios sistémicos y locales se relacionan con estrés oxidativo
- Las enfermedades renales: Se han relacionado con la acción nociva de los radicales libres, los cuales promueven el reclutamiento de células inmunitarias y estimulan la liberación de citoquinas proinflamatorias (24).

Métodos para determinar la actividad antioxidante

Método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo)

El ensayo descrito por Brand-Williams et al. (25) se basa en la reducción del radical libre DPPH en una solución metanólica, lo que produce una disminución en la absorbancia medida a 517 nm. Este proceso se evidencia por un cambio de color, que pasa de púrpura a amarillo, debido a la neutralización del radical mediante compuestos con capacidad antirradicalaria, los cuales actúan donando átomos de hidrógeno y transformándolo en su forma reducida. Una de las principales ventajas de esta técnica es su utilidad para determinar la actividad antioxidante en extractos vegetales, ya que permite evaluar compuestos hidrofílicos sin que la eficacia del método dependa de la naturaleza específica de los antioxidantes presentes.

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

Este método se fundamenta en la capacidad del radical libre ABTS⁺ para decolorarse como resultado de su interacción con moléculas que actúan como donadoras de electrones o átomos de hidrógeno. El ABTS⁺, un radical catiónico con propiedades cromáticas, presenta una absorción máxima a una longitud de onda de 734 nm. Este radical se genera mediante una reacción de oxidación empleando persulfato de potasio (26).

Método FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)

El método FRAP se fundamenta en la capacidad de los antioxidantes para transformar el ion férrico (Fe^{3+}) en su forma reducida ferrosa (Fe^{2+}) en un medio ácido. Para ello se utiliza el complejo Fe^{3+} -TPTZ, el cual, al ser reducido, origina una coloración azul intensa que puede medirse mediante espectrofotometría a 593 nm. La intensidad de esta coloración es proporcional a la concentración de antioxidantes presentes en la muestra, lo que permite evaluar de manera sencilla y rápida el poder reductor total de los compuestos analizados (27).

Método ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity)

El método ORAC se basa en la capacidad de los antioxidantes para neutralizar radicales peroxilo, los cuales son generados a partir de la descomposición térmica del AAPH (2,2'-azobis(2-amidinopropano) dihidrocloruro). Durante el ensayo se emplea como sonda la fluoresceína, cuya fluorescencia se va reduciendo por la acción oxidativa de los radicales. En presencia de antioxidantes, este decaimiento se retrasa, lo que refleja su capacidad protectora frente al daño oxidativo. La evaluación se realiza midiendo el área bajo la curva de pérdida de fluorescencia en comparación con un estándar, siendo el Trolox (análogo hidrosoluble de la vitamina E) el compuesto de referencia habitual. Los resultados se expresan como equivalentes de Trolox, permitiendo estandarizar y comparar la capacidad antioxidante de diferentes muestras (28).

Método de cuantificación de polifenoles

La determinación del contenido total de fenoles en hojas de *Parkinsonia aculeata* L. se realizará mediante el reactivo de Folin-Ciocalteu (FC). Este reactivo, constituido por una mezcla de ácidos fosfotúngstico ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) y fosfomolibdico ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$), sufre reducción a consecuencia de la oxidación de los compuestos fenólicos, lo que origina óxidos de tungsteno (W_8O_{23}) y molibdeno (Mo_8O_{23}) de coloración azul. La intensidad de dicho color es proporcional a la concentración de polifenoles presentes y se mide espectrofotométricamente a una longitud de onda máxima de 756 nm (29).

***Parkinsonia aculeata* L.**

Nombre científico: *Parkinsonia aculeata* L.

Nombres Populares: Conocido como palo mexicano, espina de Jerusalén, Palo Verde azul, árbol de frijol caballo, árbol de gelatina (30).

Descripción: *Parkinsonia aculeata* L., es un árbol caducifolio de porte mediano que alcanza alturas entre 10 y 15 metros. El tronco es corto y retorcido, con un diámetro aproximado de 35 cm. La corteza es lisa, de color amarillo verdoso, y presenta nudos con espinas cortas distribuidas a lo largo de su superficie. Las ramas son delgadas, alargadas

y de la misma tonalidad que la corteza, confiriendo a la planta una morfología característica.

Las hojas están organizadas en filodios en forma de tiras aplanadas, con una longitud de 25 a 30 cm y un ancho de aproximadamente 2.5 mm. Cada filodio contiene entre 20 y 25 pares de folíolos opuestos, pequeños y de color verde intenso

La inflorescencia es un racimo axilar que puede alcanzar hasta 14 cm de longitud y el fruto es una legumbre alargada, puntiaguda, inicialmente verde y aplanada (17).



Figura 3. *Parkinsonia aculeata* L., conocida como Palo Verde. Se observan sus principales estructuras: flores, corteza, vainas y hojas.

Fuente: Pérez J, Gómez L (31).

Taxonomía de *Parkinsonia aculeata* L.

Reino: Plantae

División: Fanerógamas

Clase: Equisetopsida

Subclase: Magnoliidae

Suborden: Rosanae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Parkinsonia*

Especie: *Parkinsonia aculeata* L.

Localización

Parkinsonia aculeata L., se encuentra presente en todos los continentes, con mayor predominancia en América, África y Australia. Esta especie prospera en altitudes que varían desde los 8,6 hasta los 1310 metros sobre el nivel del mar. Se caracteriza por su tolerancia a condiciones de calor extremo, sequía, salinidad e incluso anegamiento, aunque presenta susceptibilidad a temperaturas bajas (17).

Composición Química

Parkinsonia aculeata L. contiene una diversidad de compuestos fitoquímicos, destacándose una amplia gama de polifenoles, entre ellos flavonoides, flavonas, flavonoles y sus respectivos glucósidos. Además, se han identificado otros grupos de metabolitos como terpenoides, saponinas, ácidos grasos, taninos, esteroides, alcaloides y aminoácidos, lo que refuerza su potencial como fuente de principios bioactivos con múltiples aplicaciones farmacológicas (5).

Propiedades Terapéuticas

Parkinsonia aculeata L. ha demostrado poseer diversos efectos terapéuticos documentados, entre los que se incluyen propiedades:

- Antipalúdicas: derivadas de hojas y flores, efectos estimulantes sobre el músculo liso.
- Actividad antiinflamatoria, hepatoprotectora, antioxidante: a partir del extracto de hojas.
- Hipoglucemiantes: observadas en extractos acuosos de partes aéreas y corteza.
- Antiespermatogénicos: asociados con extractos etanólicos de la corteza del tallo, también ha mostrado actividades antimicrobianas, analgésicas y antipiréticas.

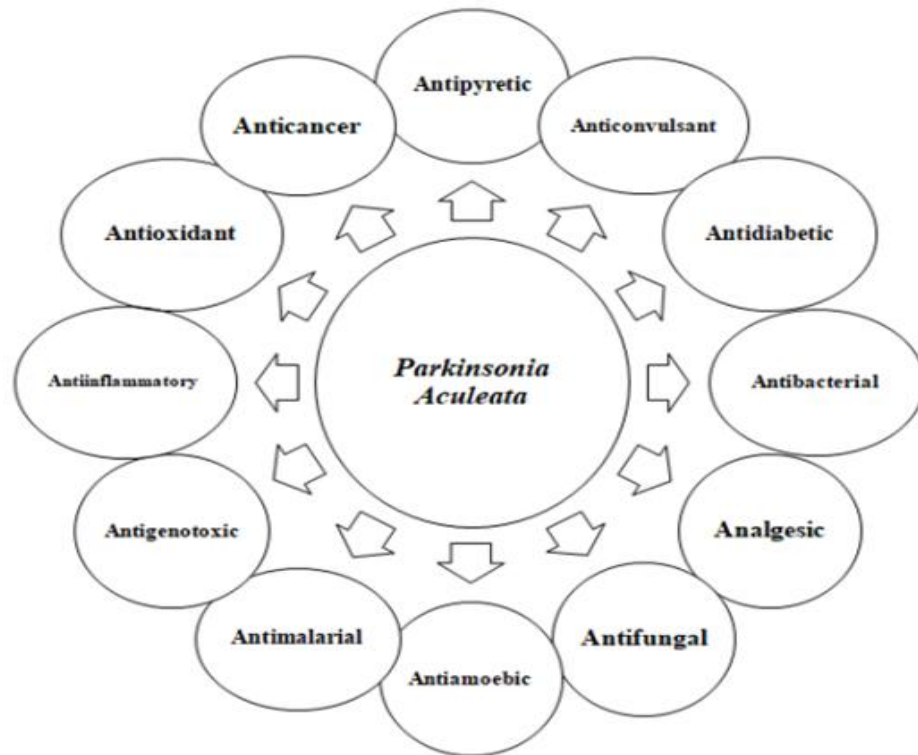


Figura 4. Propiedades terapéuticas de *Parkinsonia aculeata* L.

Fuente: Zambare et al. (11).

Otros usos

Es aprovechada internacionalmente en diversos ámbitos: conservación ecológica (reservas naturales), aplicaciones medicinales, procesos industriales, control biológico y producción de biocombustibles. A nivel global, los usos más frecuentes incluyen el aprovechamiento de sus vainas verdes en iniciativas de conservación, así como su aplicación en medicina tradicional y en la generación de energía alternativa.

Uso Etnomedicinal

En algunos contextos tradicionales, mujeres embarazadas utilizan extractos acuosos hervidos de las hojas con fines abortivos, lo que sugiere que *Parkinsonia. aculeata* L. posee potencial como planta medicinal de uso etnobotánico relevante (5).

En la medicina popular, sus hojas y flores se usan para el tratamiento con reumatismo, mientras que las hojas, frutas y tallos se usan para curar la malaria y la fiebre.

En Brasil la gente usa esta planta para controlar la diabetes y las dislipidemias Según la información de la comunidad local, su consumo se prepara tradicionalmente como infusión de la parte aérea de la planta (aproximadamente 15 g) y se consume durante todo el día (7).

Objetivo general

Determinar las características físico-químicas y la capacidad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de *Parkinsonia aculeata* L. (palo verde).

Objetivos específicos

- Describir las características físico-químicas del extracto etanólico de las hojas de *Parkinsonia aculeata* L. (palo verde).
- Identificar los metabolitos secundarios del extracto etanólico de las hojas de *Parkinsonia aculeata* L. (palo verde).
- Cuantificar el contenido de polifenoles del extracto etanólico de las hojas de *Parkinsonia aculeata* L. (palo verde), mediante el método Folin Ciocalteu.
- Determinar la capacidad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de *Parkinsonia aculeata* L. (palo verde) con los métodos de DPPH y ABTS.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

Tipo de investigación

La investigación aplicada puede integrar la teoría existente. Por lo general utilizan varias ciencias para la resolución de problemas. En caso de que el problema sea concreto y no se le puede resolverse aplicando los principios abstractos de una ciencia (32).

Diseño de la investigación

Experimental: La investigación de enfoque experimental el investigador manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas (33).

Nivel de investigación

La investigación descriptiva tiene como propósito principal proporcionar una caracterización detallada de una variable específica dentro de un estudio. Su enfoque radica en documentar con precisión las propiedades, atributos o comportamientos de una población, fenómeno o situación particular. A diferencia de otros enfoques investigativos, no pretende establecer relaciones de causalidad, sino más bien ofrecer una representación objetiva y minuciosa de los hechos observados (33).

Población y muestra

Población vegetal:

Parkisonia aculeata L.

Muestra vegetal:

Hojas de *Parkisonia aculeata* L.

Procedimientos

Tratamiento del material vegetal

– **Recolección**

La recolección de la especie vegetal *Parkisonia aculeata* L. se realizó en el caserío de Comatrana, ubicado en la ciudad de Ica, dicho proceso se realizó por la mañana donde se utilizó tijera y papel Kraft.

– **Clasificación Taxonómica**

Una vez realizada la recolección, una parte de la muestra (hojas, tallo, flor y fruto), fue clasificado por la Bióloga. Mg Zoila Magali Cuba Córdova de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga.

– **Selección**

Este proceso se realizó luego de la recolección de la especie vegetal, en donde se seleccionaron las hojas que se encuentran en mejor estado, se hizo la selección en papel Kraft, para protegerlas y evitar algún tipo de contaminación.

– **Limpieza**

La limpieza de la muestra se realizó en el laboratorio de Farmacognosia de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, donde se utilizó agua destilada para la limpieza de las hojas.

– **Secado**

El proceso de desecación fue a temperatura ambiente bajo sombra, la muestra se colocó sobre en papel Kraft durante 15 días, en este tiempo de secado la muestra se fue moviendo para poder obtener un secado uniforme, después se colocó a la estufa a 40°C por 1 hora.

– **Molienda**

El proceso de molienda se realizó luego de que nuestra especie vegetal se encontrara completamente seca, se procedió a moler las hojas, utilizando un molino analítico, este proceso es sumamente importante para luego proceder con el proceso de maceración de nuestra muestra.

– **Conservación**

Para su mejor conservación se colocó la muestra en un frasco de color ámbar con tapa, indicando la fecha de almacenamiento (34).

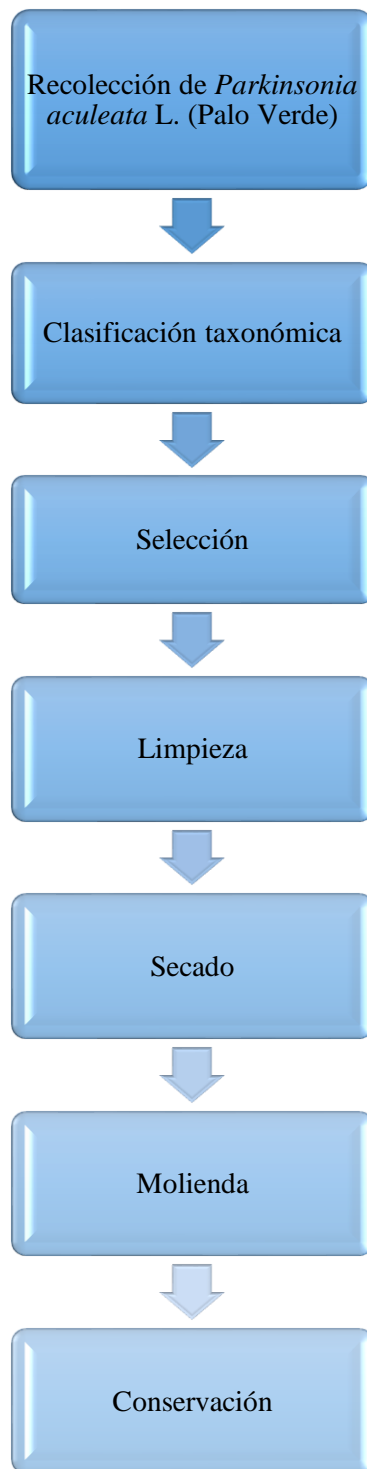


Figura 5. Tratamiento del material vegetal de la *Parkinsonia aculeata* L.

Obtención del extracto etanólico por maceración

Para obtener el extracto etanólico se pesó 30 g la muestra y se añadió 200 mL de etanol de 96° y se procedió a macerar durante 14 días, agitando de 2 a 3 veces al día. Luego de transcurrido los 14 días de maceración se procedió a filtrarlo con gasa quirúrgica y papel de filtro.

Características fisicoquímicas del extracto

Densidad relativa

Se peso un picnómetro vacío, se midió 5.0 mL de agua destilada y de extracto y se procedió a pesar en una balanza analítica.

Sólidos Totales

Se midió 5 mL de extracto en una placa Petri, se llevó a secar a 105° por una hora en la estufa, se dejó enfriar en el desecador para finalmente ser pesado cuando alcanzó la temperatura ambiente. Se determinó por diferencia del peso del recipiente.

pH

Se midió 20 mL de extracto en un vaso precipitado pequeño, se utilizó un peachimetro y se procedió a la lectura.

Índice de refracción (IR) y grados Bri

Se utilizó un refractómetro, se usa 2 a 3 gotas de extracto, se procedió a calibrar el equipo y se realiza la medición (35).

Características organolépticas del extracto

- OLOR: Amargo
- COLOR: verde oscuro fuerte
- SABOR: amargo

Identificación de metabolitos secundarios en el extracto etanólico de *P. aculeata*.

Una vez concentrado el extracto en rotavapor se procedió con la identificación botánica según Dra. Migdalia Miranda (34)

- Flavonoides

Se colocó 2 gota del extracto en una placa excavada, con 2 a 3 limaduras de Mg+ 1 gota de HCL QP, se dejó en reposo 5 minutos, dando una reacción positiva con una coloración ligeramente rosado.

- Taninos

Se colocó 2 gota del extracto + 1 gota de FeCl₃ al 5%, obteniendo una reacción positiva con una coloración de verde a negra.

– **Alcaloides**

2 gota del extracto+ 1 gota de HCl al 10%

- ✓ Se añadió una gota del reactivo Mayer, dando positivo con un precipitado blanco.
- ✓ Se añadió una gota del reactivo Wagner, dando positivo con un precipitado castaño oscuro.
- ✓ Se añadió una gota del reactivo Dragendorff, dando positivo con un precipitado naranja.
- ✓ Se añadió una gota del reactivo Hager, dando positivo con un precipitado amarillo.

En un vaso precipitado se agregó 5 mL del extracto en baño maría a 70° grados, hasta obtener un extracto seco. Luego se redisolvió con 5 mL de diclorometano con ayuda de una bagueta. Esta preparación ayudara para la reacción de triterpenos y/o esteroide y quinonas.

Triterpenos y/o esteroide

- ✓ En el primer tubo de ensayo se colocó 2 mL de extracto se agregó 1 mL de anhídrido acético + 2 gotas de ácido sulfúrico QP., dando positivo con precipitación con una colación azul realizo la identificación de triterpenos y /o esteroides.

Quinonas:

- ✓ En el segundo tubo de ensayo se colocó 2 mL del extracto y se añadió 5 mL de NaOH al 5% donde se procedió agitar, y dejó en reposo, la reacción fue positiva al ver la fase acuosa dio un color anaranjado, lo que indica la presencia de quinonas.

– **Saponinas**

Se añadió 1 mL del extracto en un tubo de ensayo junto con 2 mL de agua destilada, agitándose vigorosamente durante 10 minutos, la reacción es positiva ya que se forma espuma.

Método para la determinación de polifenoles

Determinación de polifenoles totales por Folin-Ciocalteu:

El contenido de polifenoles totales del extracto fue determinado empleando el método de Folin-Ciocalteu (mezcla de ácido fosfotúngstico y fosfomolibdico) utilizando el ácido gálico como estándar.

Reactivos:

Reactivo de Folin Ciocalteu

Carbonato de calcio 20%

Solución madre de ácido gálico: Se preparó una solución de 5 mg en 25 mL de agua destilada, obteniendo una concentración de 200 ppm, a partir de esta solución se realizaron diluciones sucesivas en proporción 1:2.

Preparación del extracto:

Se preparó una solución madre del extracto a una concentración de 300 mg/mL, a partir de la cual se obtuvo una solución de 90 mg/mL, a partir de esta solución se hicieron diluciones sucesivas en proporción 1:2 del extracto con etanol.

Determinación de la cuantificación de polifenoles del ácido gálico y extracto:

Se tomó 100 μ L de cada dilución + 1800 μ L de agua destilada+ 200 μ L de reactivo folin+ 500 μ L de carbonato de sodio al 20 % y se dejó reposar por 90 minutos, para leerlo en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 760 nm. La determinación de cada disolución se realizó por triplicado. Los resultados se expresan mg equivalentes de ácido gálico (GAEs) por gramo de muestra o equivalente (29)

Determinación de la actividad antioxidante

Método 2,2-Difenil-1-picrilhidrazil (DPPH)

Según Brand-Williams et al. (16), este ensayo se fundamenta en la reducción de los radicales DPPH en metanol, lo que provoca una disminución en la absorbancia a 517 nm. Esta reducción se manifiesta mediante un cambio de color de púrpura a amarillo, resultado de la eliminación del radical por compuestos con actividad antirradicalaria, a través de la donación de hidrógeno, dando lugar a su forma reducida.

Reactivos:

Preparación del reactivo DPPH

Se pesa 3,6 mg del reactivo DPPH y se disuelve en 100 mL de etanol en una fiola. Luego se llevó a leer a en el espectrofotómetro, ya que debe de estar en una medida 0.9 y 1.1 de nm. La absorbancia inicial del DPPH fue de 0.977

Preparación del ácido gálico:

Se preparo 0.65 mg de ácido gálico en 25 mL de agua destilada, obteniendo una concentración de 26 ppm, a partir de esta solución se realizaron diluciones sucesivas en proporción 1:2.

Preparación del extracto

Se preparó una solución madre del extracto a una concentración de 300 mg/mL, a partir de la cual se obtuvo una solución de 60 mg/mL, a partir de esta solución se hicieron diluciones sucesivas en proporción de 3:4 del extracto con etanol.

Determinación de la actividad antioxidante del ácido gálico y extracto:

Se tomó 2.9 mL del radical DPPH + 0.1 mL de las diluciones preparadas. Se dejó reposar 30 minutos bajo oscuridad y se llevó a leer al espectrofotómetro a una longitud de onda de 517 nm. Se utilizó al etanol como blanco. La determinación de cada disolución se realizó por triplicado. Los resultados se expresaron como porcentaje de inhibición que luego permitió hallar el valor IC₅₀.

Método de reacción con el radical 2,2'-azino-bis-(3-etil benzotiazolin-6 sulfonato de amonio) (ABTS)

Se realizó según el método de Re y col. El ABTS⁺, con algunas modificaciones, un radical catiónico con propiedades cromáticas, presenta una absorción máxima a una longitud de onda de 734 nm. Este radical se genera mediante una reacción de oxidación empleando persulfato de potasio.

Reactivos:

Preparación del ácido gálico:

Se preparo 15 mg en 1 litro de agua destilada, obteniendo una concentración de 15 ppm, a partir de esta solución se realizaron diluciones sucesivas en proporción 1:2

Preparación del reactivo ABTS

Se peso 0.0504 g de la sal amónica cristalizada del reactivo ABTS y se disuelve en 5 ml de agua grado HPLC, luego se agrega 6.7 mg de persulfato de potasio (K2820a), y se deja reposar por un aproximado de media hora envuelto en papel aluminio, para luego enzararlo con agua grado HPLC en un matraz y se deja reaccionar protegido de la luz durante 12 a 18 horas.

Luego se preparó la solución de trabajo utilizando 1 ml del radical formado y se añade 70 ml de tampón fosfato de pH 7.1 se homogeniza y se lee la absorbancia a 734 nm que debe estar entre 0.680 ± 0.2 . La absorbancia inicial del ABTS fue de 0,689.

Preparación del extracto

Se preparó una solución madre del extracto a una concentración de 300 mg/mL, a partir de la cual se obtuvo una solución de 60 mg/mL, a partir de esta solución se hicieron diluciones sucesivas en proporción de 1:2 del extracto con etanol.

Determinación de la actividad antioxidante del ácido gálico y extracto:

Se tomó 1 ml del radical ABTS en una microcelda y se mide la absorbancia inicial a 734 nm, se adiciona 25 μ l de las diluciones preparadas, se agita durante 10 segundos y se deja reaccionar por 4 minutos en oscuridad, se mide la absorbancia final. Todas las muestras se analizaron por triplicado. Los resultados se expresaron como porcentaje de inhibición que luego permitió hallar el valor IC_{50} (26).

III. RESULTADOS

Tabla 1. Determinación de metabolitos secundarios del extracto etanólico de las hojas de *Parkinsonia aculeata* L. (palo verde)

Metabolito secundario	Reacción de identificación	Resultados
Flavonoides	Rx. Shinoda	++
Taninos	Rx. Cloruro Ferrico	+++
	Rx. Mayer	+++
	Rx. Wagner	+++
Alcaloides	Rx. Dragendorff	+++
	Rx. Hager	+++
	Rx. Liebermann-Burchard	+++
Triterpenos	Rx. Liebermann-Burchard	+++
Quinonas	Rx. Borntrager	+++
Saponinas	Prueba de espuma	+++

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos de caracterización el extracto etanólico de las hojas de *Parkinsonia aculeata* L. (palo verde), siendo valores promedios de tres repeticiones

Parámetros	Resultados	Unidades
Solidos totales	3.5 ± 1.36	g/100g
Densidad relativa	0.87 ± 0.0351	-
pH	6.06 ± 0.025	-
Índice de refracción	1.3487 ± 0.01	°Brix
Brix	19.53 ± 0.40	
Olor	Amargo	-
Color	Verde oscuro	-
Sabor	Amargo	-

Tabla 3. Lectura de absorbancia de patrón de ácido gálico mediante el método de Folin Ciocalteu

Ácido gálico PPM	Abs prom	Abs 1	Abs 2	Abs 3
200	0.784	0.786	0.785	0.783
100	0.407	0.407	0.408	0.406
50	0.192	0.194	0.190	0.192
25	0.083	0.082	0.084	0.084
12.5	0.039	0.040	0.038	0.039

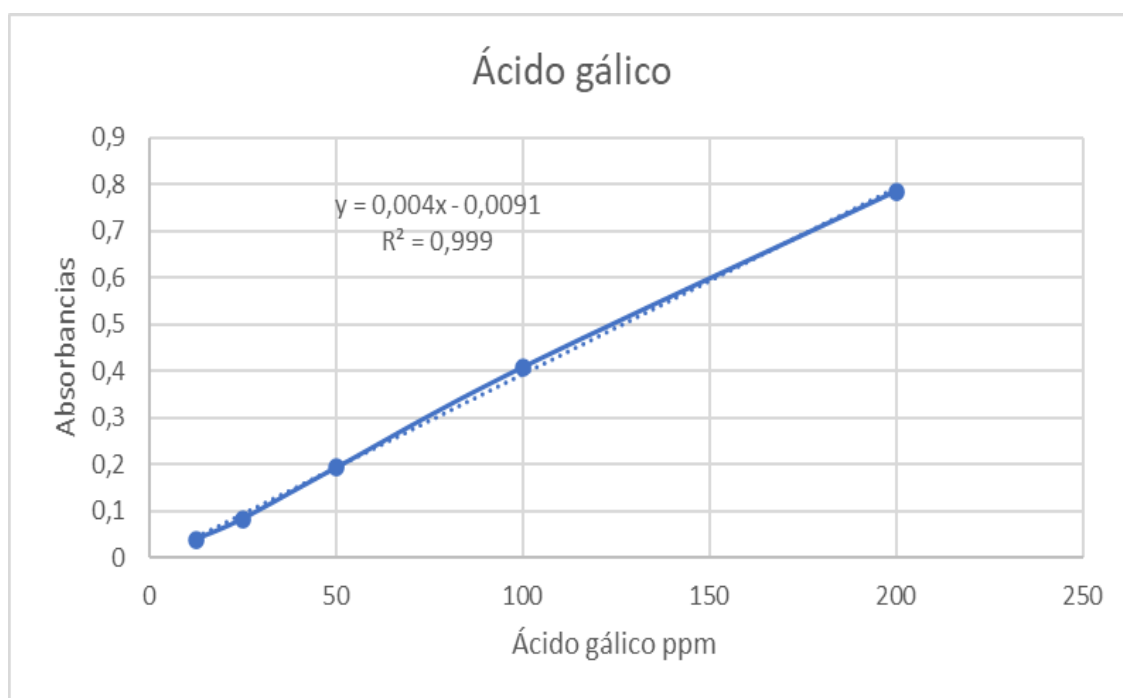


Figura 6. Curva de cuantificación de ácido gálico para la determinación de polifenoles totales

Tabla 4. Determinación de Polifenoles totales del extracto etanólico de las hojas de *Parkinsonia aculeata* L. (Palo Verde)

Extracto mg/mL	GAEs ppm	Abs prom	Abs 1	Abs 2
90	177,8	0,702	0,7	0,704
45	97,8	0,382	0,38	0,385
22,5	52,3	0,200	0,199	0,201
11,25	25,3	0,092	0,093	0,091
5,625	12,3	0,040	0,039	0,041

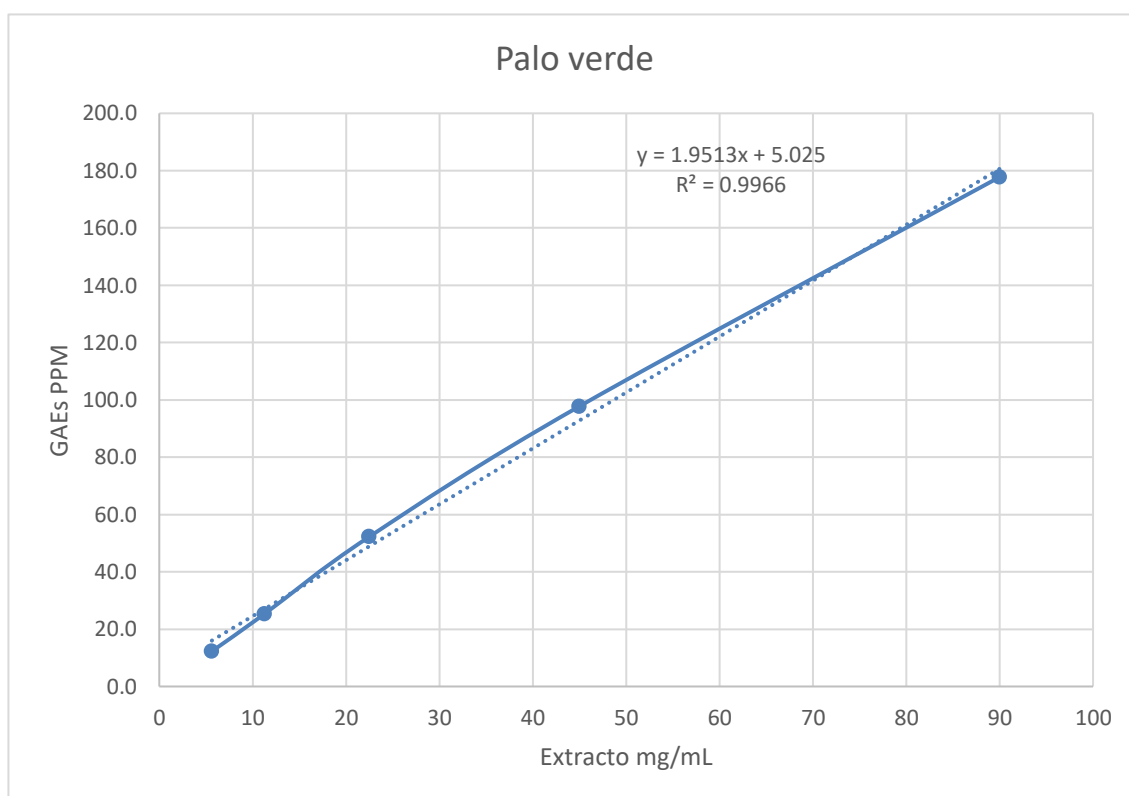


Figura 7. Correlación entre concentración del extracto etanólico de las hojas de *Parkinsonia aculeata* L. (Palo Verde) y equivalente del ácido gálico

1 mg de extracto equivale a 6.98 ppm de ácido gálico

Tabla 5. Lectura de absorbancia de patrón de ácido gálico mediante el método DPPH

Acido gálico PPM	Abs prom	Abs 1	Abs 2	Abs3	% de inhibición
26	0,554	0,557	0,553	0,552	46,8
13	0,738	0,741	0,737	0,736	26,4
6,5	0,836	0,837	0,835	0,832	15,6
3,25	0,86	0,862	0,860	0,858	12,9
1,625	0,898	0,899	0,897	0,897	8,7

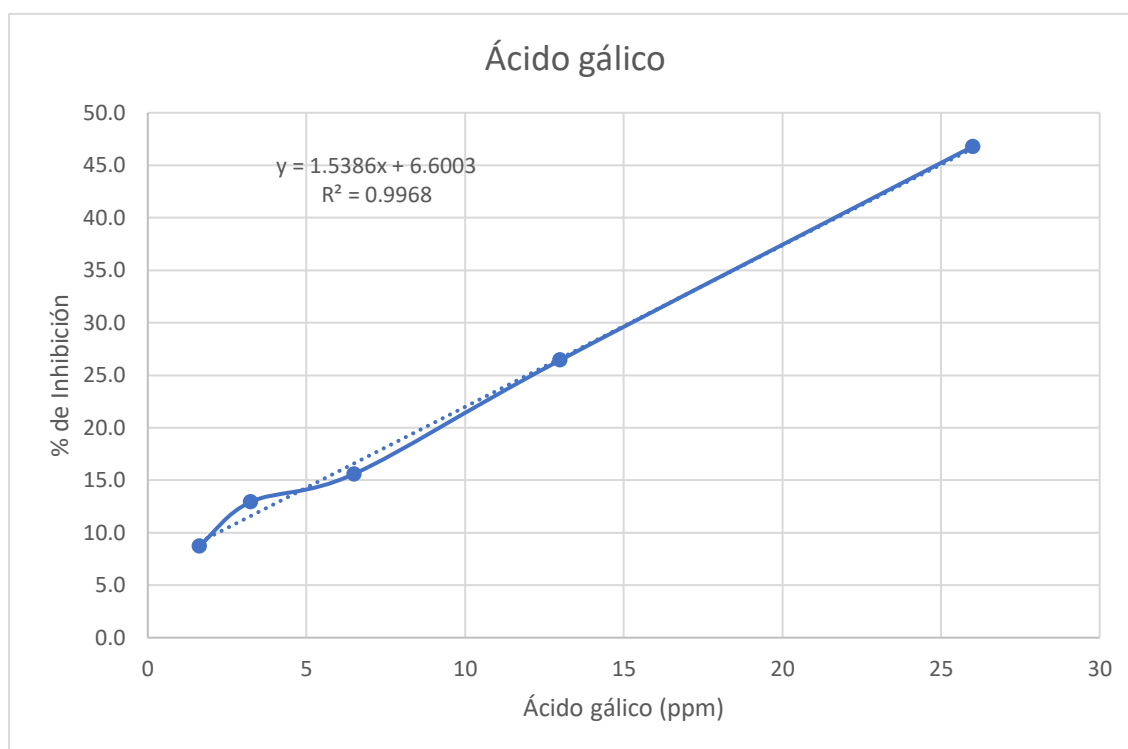


Figura 8. Correlación entre las concentraciones de ácido gálico y % de inhibición del radical DPPH

IC₅₀ = 28. 20 ppm de ácido gálico

Tabla 6. Determinación de la capacidad antioxidante mediante el método DPPH de las diluciones del extracto etanólico

Extracto Cc mg/mL	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs Prom	% de inhibición
60,0	0,321	0,317	0,316	0,318	67,5
45,0	0,477	0,474	0,473	0,475	51,4
33,8	0,607	0,602	0,605	0,604	38,2
25,3	0,601	0,599	0,600	0,66	32,4
19,0	0,745	0,742	0,740	0,743	24,0

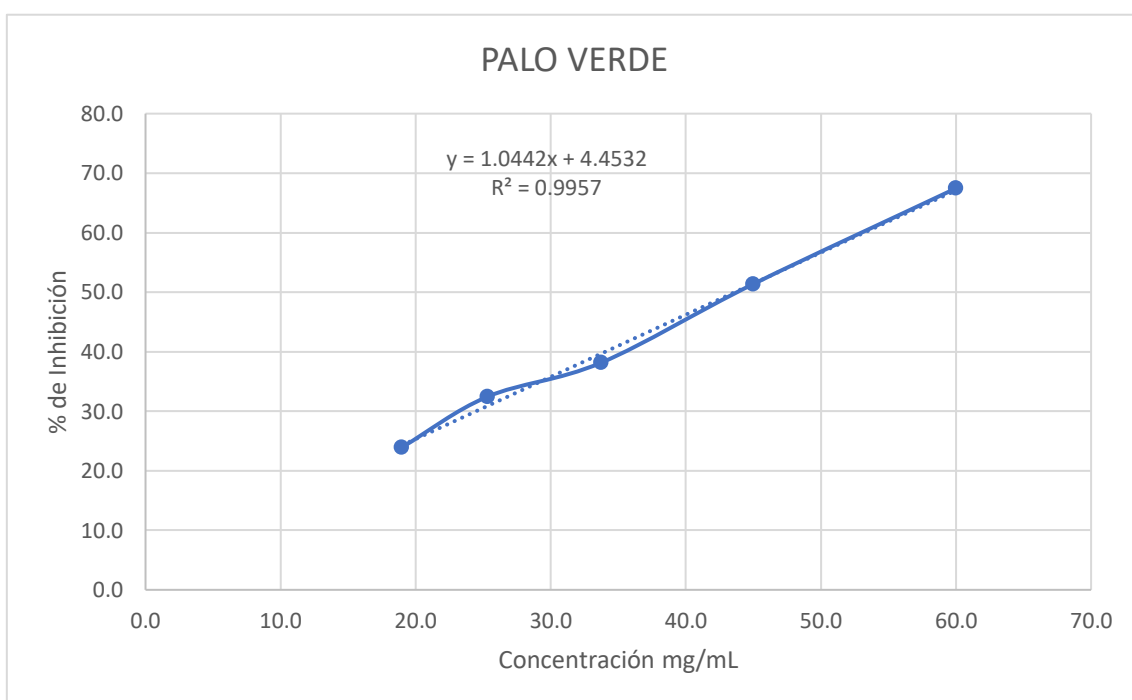


Figura 9. Correlación entre concentración del palo verde y % de inhibición

IC 50 = 43.6 MG DEL EXTRACTO

43 mg del extracto equivale a 28.20 ppm de ácido gálico

1 mg de palo verde equivale a 0.65 ppm de ácido gálico

Tabla 7. Lectura de absorbancia de las disoluciones de ácido gálico por el método de ABTS

Ácido gálico PPM	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs Prom	% de inhibición
15	0,175	0,168	0, 167	0,171	75,2
7,5	0,390	0,385	0, 387	0,387	43,8
6,5	0,520	0,516	0,517	0,518	24,8
3,75	0,605	0,600	0, 601	0,602	12,6

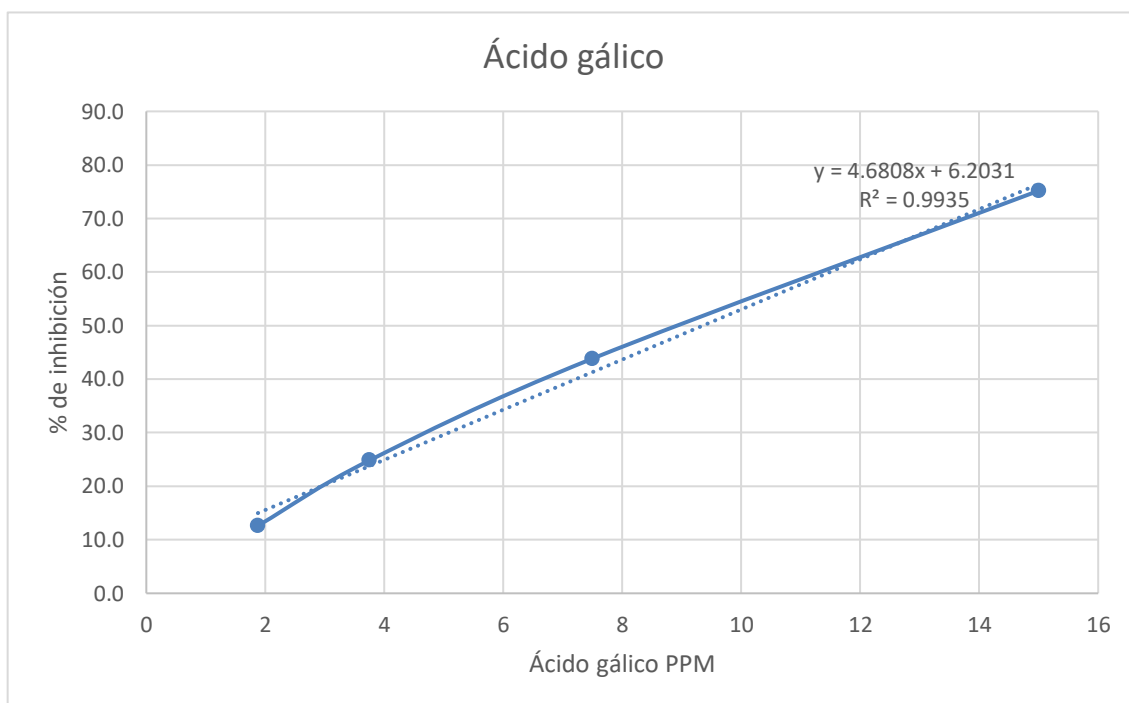


Figura 10. Correlación entre las concentraciones de ácido gálico y % de inhibición del radical ABTS

IC₅₀ = 9.35 PPM

Tabla 8. Determinación de la capacidad antioxidante mediante el método ABTS de las diluciones del extracto etanólico

Extracto Cc mg/mL	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs Prom	% de inhibición
60,0	0,437	0,432	0,433	0,434	37,0
30	0,555	0,551	0,552	0,553	19,7
15	0,620	0,616	0,617	0,618	10,3
7,5	0,670	0,662	0,665	0,666	3,3

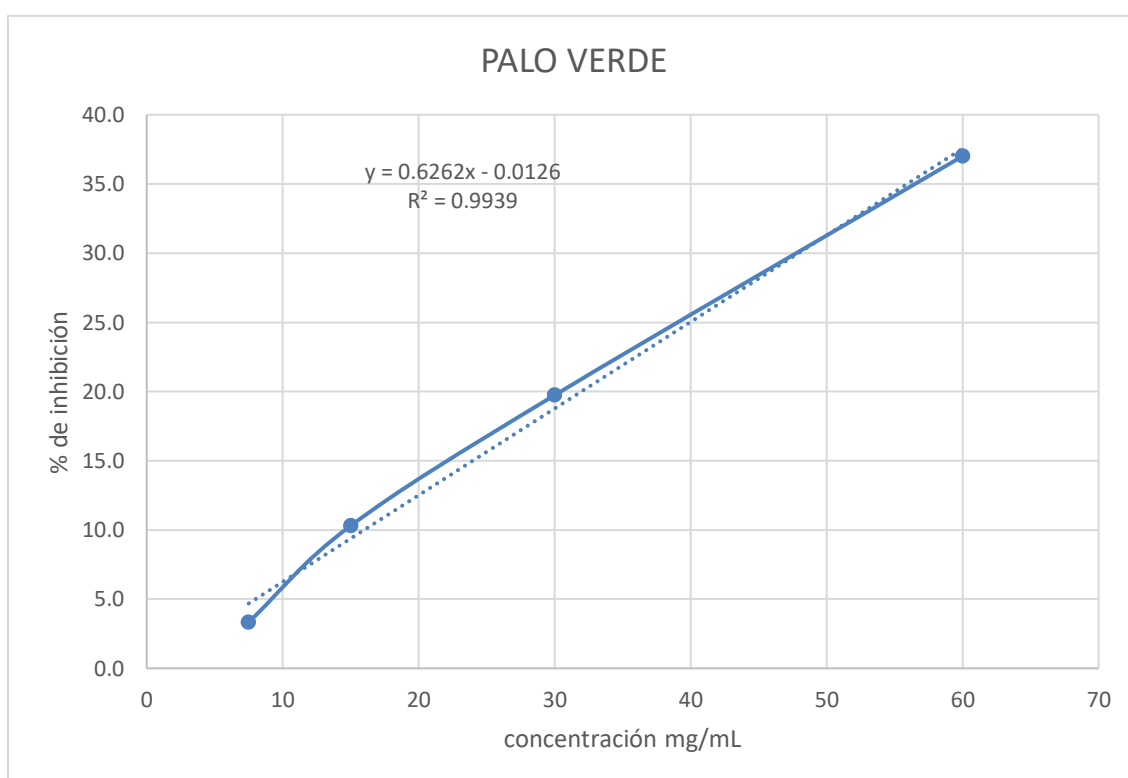


Figura 11. Correlación entre concentración del Palo Verde y % de inhibición

IC₅₀ = 79.86 mg del extracto

79.86 mg del extracto equivale a 9.35 PPM de ácido gálico
1 mg del extracto equivale a 0.117 PPM de ácido gálico

IV. DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo evidencian que el extracto etanólico de hojas de *Parkinsonia aculeata* L. presenta un perfil fitoquímico diverso, compuesto por flavonoides, taninos, alcaloides, triterpenos, quinonas y saponinas. Estos hallazgos coinciden con reportes previos en diferentes países, donde se confirmó la presencia de metabolitos similares y su asociación con actividades antioxidantes, antiinflamatorias e hipoglucemiantes (4–7). La presencia de flavonoides y taninos reviste especial relevancia, ya que estos compuestos son ampliamente reconocidos por su capacidad de neutralizar radicales libres y modular procesos inflamatorios (3).

En cuanto al contenido total de polifenoles, el extracto mostró un valor de 177,8 mg equivalentes de ácido gálico por gramo a la mayor concentración analizada, cifra comparable a la descrita por Sharma et al. en India, quienes reportaron concentraciones superiores a 150 mg GAE/g en extractos hidroalcohólicos de la especie, con elevada actividad antioxidante in vitro (10,11). Resultados semejantes fueron registrados en Brasil por Franco et al., quienes observaron que fracciones polares de *P. aculeata* reducían de manera significativa los niveles de colesterol y triglicéridos en ratas obesas, atribuyendo estos efectos a la abundancia de compuestos fenólicos (6).

Respecto a la capacidad antioxidante, el extracto presentó valores de IC₅₀ de 43,6 mg/mL en el ensayo DPPH y 79,86 mg/mL en el método ABTS. Aunque estas cifras son superiores a las obtenidas para estándares puros como ácido gálico o Trolox, reflejan una actividad relevante considerando que se trata de un extracto crudo. La diferencia entre ambos métodos se explica por la naturaleza química de los radicales: mientras el DPPH mide la capacidad donadora de hidrógeno de antioxidantes lipofílicos, el ABTS evalúa compuestos tanto lipofílicos como hidrofílicos, otorgando una visión más completa del potencial antioxidante de la muestra (1,12).

Comparando con otras especies del género, López-Romero et al. (2022) reportaron que *P. praecox* presentó alta capacidad antioxidante y antiproliferativa, atribuida a su concentración fenólica (13). De manera similar, Abd Elkarim et al. identificaron en Egipto más de un centenar de metabolitos secundarios en hojas, tallos y frutos de *P. aculeata*, demostrando además actividad antibacteriana significativa (4). En Jordania se confirmó un efecto antiproliferativo frente a líneas celulares de cáncer, reforzando la importancia farmacológica de la especie (5).

La actividad biológica observada se relaciona directamente con la presencia de compuestos fenólicos, que actúan como moduladores de enzimas antioxidantes endógenas y participan en la prevención del daño oxidativo celular (2). Además, extractos de la especie han mostrado efectos antifúngicos frente a *Fusarium oxysporum*, lo que

amplía sus posibles aplicaciones más allá del ámbito farmacéutico, con proyecciones incluso en el control agrícola (8).

El estrés oxidativo constituye un factor determinante en la etiología de enfermedades crónicas no transmisibles como diabetes, aterosclerosis, cáncer y patologías neurodegenerativas (2). Por ello, la confirmación de la actividad antioxidante de *P. aculeata* respalda su potencial como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de fitofármacos y nutraceuticos. Sin embargo, es importante señalar que este estudio se realizó únicamente con ensayos *in vitro*, lo que limita la extrapolación directa de los resultados a sistemas biológicos complejos. En este sentido, se requiere complementar la investigación con estudios *in vivo* que evalúen biodisponibilidad, eficacia y seguridad, así como el aislamiento de los metabolitos responsables de la actividad antioxidante.

En síntesis, los hallazgos obtenidos no solo validan el uso tradicional de *P. aculeata*, sino que también abren perspectivas para su aprovechamiento en la industria farmacéutica y alimentaria. El desarrollo de productos naturales basados en esta especie contribuiría tanto a la prevención de enfermedades asociadas al estrés oxidativo como a la valorización sostenible de la biodiversidad local.

V. CONCLUSIONES

1. El extracto etanólico de hojas de *Parkinsonia aculeata* L. presentó características fisicoquímicas estables, con pH ácido, densidad relativa de 0,87 y un alto porcentaje de sólidos totales.
2. El análisis fitoquímico reveló que el extracto etanólico de *Parkinsonia aculeata* L., Presenta flavonoides, taninos, alcaloides, triterpenos, quinonas y saponinas, lo que confirma la riqueza de la especie en metabolitos secundarios.
3. El contenido de polifenoles totales alcanzó 6.98 ppm equivalente de ácido gálico/g de extracto, evidenciando un elevado potencial antioxidante.
4. La actividad antioxidante determinada mediante DPPH y ABTS demostró valores de IC₅₀ de 43,6 mg/mL y 79,86 mg/mL, respectivamente, lo que indica que el extracto posee una capacidad significativa para neutralizar radicales libres.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios farmacológicos in vitro e in vivo que permitan evaluar el efecto del extracto etanólico de *Parkinsonia aculeata* L. en enfermedades asociadas al estrés oxidativo, a fin de sustentar su potencial uso terapéutico.
2. Aislar y caracterizar los metabolitos bioactivos presentes mediante técnicas cromatográficas y espectroscópicas, con el objetivo de identificar los compuestos responsables de la actividad antioxidante y respaldar el desarrollo de productos estandarizados.
3. Estandarizar los parámetros de calidad del extracto, definiendo valores de referencia para pH, densidad, sólidos totales y polifenoles, lo cual garantizará la reproducibilidad experimental y la consistencia en futuras aplicaciones.
4. Explorar las aplicaciones tecnológicas y farmacéuticas del extracto en formulaciones nutracéuticas, cosméticas y medicinales, aprovechando su estabilidad fisicoquímica y su elevado potencial antioxidante.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Sci Technol.* 1995;28(1):25–30.
2. Betteridge DJ. What is oxidative stress? *Metabolism.* 2000 Feb;49(2 Suppl 1):3-8. doi: 10.1016/s0026-0495(00)80077-3. PMID: 10693912.
3. Gruszycki MR, Valenzuela GM, Báez M, Leguiza PD, Gruszycki AE, Alba DA. Evaluación de la actividad antioxidante en extractos hidroalcohólicos de *Portulaca oleracea* L. *Rev Colomb Cienc Quím Farm.* 2019;48(2):425–35. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rccquifa/article/view/82720>
4. Abu Zarga M, Sabri SS, Qauod SI, Sabri S, Zarga MHA. Essential oils and antiproliferative activity of *Parkinsonia aculeata* cultivated in Jordan. *Fitoterapia.* 2000;71(1):91–3. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(99\)00146-4](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(99)00146-4)
5. Abd Elkarim AS, Medhat TA, Essa AF, Abdelaziz S, Hafez SS. Targeted metabolomic profiling and antibacterial assessment of extracts from leaves, stems, and fruits of Egyptian *Parkinsonia aculeata* L. *RSC Adv.* 2025 May 27;15(22):17442-17465. doi: 10.1039/d5ra00906e. PMID: 40433030; PMCID: PMC12107345
6. Awwad O, Aboalhaja N, Abaza I, Abbassi R. Chromatographic (LC MS and GC MS) and biological (antiproliferative) evaluation of a naturalized plant in Jordan: *Parkinsonia aculeata* L. *J Herbal Med.* 2023 Jun;39:100659. doi:10.1016/j.hermed.2023.100659
7. Franco ES, Nascimento E, Vasconcelos DAA, Silva PA, Novaes TL, Feitosa MGS, Silva AAM, Maia MBS. Polar fraction from *Parkinsonia aculeata* aerial parts extract improves imbalanced metabolic profile and reduces proinflammatory interleukin levels in white adipose tissue in obese rats induced by western diet. *J Ethnopharmacol.* 2022;282:114557. doi:10.1016/j.jep.2021.114557
8. López-Romero JC, Torres-Moreno H, Valencia-Rivera DE, Leyva-Peralta MA, Lugo-Sepúlveda RE, Robles-Zepeda RE, Rodríguez-Martínez KL, Villegas-Ochoa MA, Salazar-López NJ, González-Aguilar GA. Novel information about the bioactive compound profile, antioxidant and antiproliferative potential of *Parkinsonia praecox* (Fabaceae). *Acta Bot Mex [Internet].* 2022 [citado 2025 Ago 17];129:e2089. doi:10.21829/abm129.2022.2089. Disponible en: <https://abm.ojs.inecol.mx/index.php/abm/article/view/2089/4332>
9. Martínez LA, Peñuelas-Rubio O, Aguilera JG, Garatuza-Payán J, Romão MVV. *Parkinsonia aculeata* L.: Fitotoxicidad en tomate [Internet]. Preimpresiones SciELO. 2022 [consultado el 22 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/4719>

10. Argente-Martínez L, Arvizu-Quintana EF, Peñuelas-Rubio O, Leyva-Ponce A, García-Urías J. Hydroalcoholic extracts of *Parkinsonia aculeata*: a sustainable alternative for the biocontrol of *Fusarium oxysporum*. *Renew. Energ. Biomass. Sustain.* [Internet]. 2021 Nov. 15 [cited 2025 Aug. 19];3(2):46-52. Available from: <https://aldeser.org/journals/index.php/REBS/article/view/52>
11. Zambare KK, Kondapure AA, Reddy KV, Thalkari AB, Karwa PN, Nikam YP, Gholkar AA, Darade RB. A Systematic Review on Potential Pharmacological Applications of *Parkinsonia aculeata*. *Res J Pharm Technol.* 2021;14(3):1767–70. doi:10.5958/0974-360X.2021.00314.0. Disponible en: <https://rjptonline.org/AbstractView.aspx?PID=2021-14-3-103>
12. Abdelaziz S, Al Yousef HM, Al-Qahtani AS, Hassan WHB, Fantoukh OI, El-Sayed MA. Perfil fitoquímico, potencial antioxidante y citotóxico de *Parkinsonia aculeata* L. cultivada en Arabia Saudita. [Revista farmacéutica saudí]. [2020];28[9] Pag1129-1137. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2020.08.001>
13. Rao S, Sharma AK, Dobhal MP, Sharma MC. Identificación de una nueva molécula natural a partir de extracto metanólico de corteza de tallo de *Parkinsonia aculeata*. *Rev. Int. Ciencias e Investig. Farmacéuticas.* 2020; 11(7): 3360-3366. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.11\(7\).3360-66](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.11(7).3360-66)
14. Sharma S, Sharma S, Vig AP. Evaluación de los efectos antimutagénicos y protectores de las hojas de *Parkinsonia aculeata* L. contra el daño inducido por H₂O₂ en el ADN pBR322. *Physiol Mol Biol Plants.* 2016;22(1):17–31. doi:10.1007/s12298-016-0346-2. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/s12298-016-0346-](https://doi.org/10.1007/s12298-016-0346-2)
15. Sharma, Sonia, Vig, Adarsh Pal, Preliminary Phytochemical Screening and In Vitro Antioxidant Activities of *Parkinsonia aculeata* Linn., *BioMed Research International*, 2014, 756184, 8 pages, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/756184>
16. Sharma, Sonia, Vig, Adarsh Pal, Evaluation of In Vitro Antioxidant Properties of Methanol and Aqueous Extracts of *Parkinsonia aculeata* L. Leaves, *The Scientific World Journal*, 2013, 604865, 7 pages, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/604865>
17. Benavides Alvarado BJ, Palacios Zapata CM. Caracterización Morfológica y Molecular de *Parkinsonia*: Potencial Bioactivo en la Industria Alimentaria. Universidad Nacional de Frontera; 2024 Apr 30. Disponibles en: <http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.01>.
18. Lobo V, Patil A, Phatak A, Chandra N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacogn Rev.* 2010 Jul;4(8):118-26. doi: 10.4103/0973-7847.70902. PMID: 22228951; PMCID: PMC3249911.

19. Guija-Guerra H, Guija-Poma E. Radicales libres y sistema antioxidante. *Rev Peru Med Integr.* 2023;8(2):103-113. doi:10.32829/rpmi.v8i2.18.
20. Chandimali N, Bak SG, Park EH, Lim HJ, Won YS, Kim EK, Park SI, Lee SJ. Free radicals and their impact on health and antioxidant defenses: a review. *Cell Death Discov.* 2025 Jan 24;11(1):19. doi: 10.1038/s41420-024-02278-8. PMID: 39856066; PMCID: PMC11760946.
21. Camacho Roncancio YL. Trabajos prácticos de laboratorio para la construcción del concepto oxidación, utilizando el modelo de aprendizaje basado en proyectos [Trabajo de grado – Monografía, pregrado]. Bogotá (Colombia): Universidad Pedagógica Nacional; 2023. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/19494>
22. Sánchez-Valle V, Méndez-Sánchez N. Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad. *Med Sur.* 2013;20(3):161-168.
23. Sánchez Valle V, Méndez Sánchez N. Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad. *Rev Invest Med Sur Mex.* 2013 Jul Sep;20(3):161 168.
24. Mora Agüero SA, Zeledón Aguilera AS, Vargas Rubio T. Estrés oxidativo y antioxidantes: efectos en el embarazo. *Rev Méd Sinergia.* 2019 May;4(5):89–100. doi:10.31434/rms.v4i5.211.
25. Gruszycki Mabel Rosalía, Valenzuela Gabriela Malena, Báez Margarita, Leguiza Pedro Daniel, et al. Evaluación de la actividad antioxidante en extractos hidroalcohólicos de *Portulaca oleracea* L. *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm.*, 2019: Vol. 48(2), 425-435. / <http://dx.doi.org/10.15446/rcciquifa.v48n2.82720>
26. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine.* 1999 May;26(9-10):1231–1237. doi: 10.1016/S0891-5849(98)00315-3.
27. Benzie IF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal Biochem.* 1996 Jul 15;239(1):70-6. doi: 10.1006/abio.1996.0292. PMID: 8660627.
28. Cao G, Alessio HM, Cutler RG. Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants. *Free Radical Biology and Medicine.* 1993 Mar;14(3):303–11. doi:10.1016/0891-5849(93)90027-R.
29. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* 1999; 299:152–178. doi:10.1016/S0076-6879(99)99017-1.

30. Galea VJ. Use of stem implanted bioherbicide capsules to manage an infestation of *Parkinsonia aculeata* in Northern Australia. *Plants (Basel)*. 2021 Sep 14;10(9):1909. doi:10.3390/plants10091909.
31. Pérez J, Gómez L. Caracterización morfológica de *Parkinsonia aculeata*. *Rev Bot Appl*. 2020;15(2):45-52.
32. De la Torre Villar E, Navarro de Anda R. Metodología de la investigación bibliográfica, archivística y documental. México: McGraw Hill; 1982. Disponible en:
https://books.google.com/books/about/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_biblio.html?id=sYA7AAAAYAAJ
33. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. Metodología de la investigación. 5ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2003. Disponible en: <https://padletuploads.storage.googleapis.com/650896746/cd784a7f74989f82060fe170c4d0244f/Sampieri.pdf>.
34. Miranda Martínez M, Cuéllar A. Farmacognosia y productos naturales. 2.a ed. La Habana (Cuba): Editorial Félix Varela; 2012. ISBN: 9590717942. Disponible en: Google Books (books.google.com)
35. Gonzales GF, Valerio LG. Caracterización físico-química y capacidad antioxidante de extractos del rizoma de *Curcuma longa* L. *Rev Peru Med Integr*. 2018;3(4):97-103. doi:10.26722/rpmi.2018.34.97
36. Cuapio-Rodriguez, Miguel Ángel, et al. Determinación de la actividad antioxidantes por el método DPPH y ABTS en hongos comestibles." *Revista Politécnica de Aguascalientes* 3(2024).<https://revistapolitecnicaags.upa.edu.mx/wpcontent/uploads/2024/07/V3125.pdf>

VIII. ANEXOS

Anexo N°01: Tratamiento de la muestra vegetal



Figura 12. Muestra vegetal de Palo Verde



Figura 13. Proceso de trituración de las hojas



Figura 14. Muestra vegetal triturada



Figura 15. Proceso de filtrado de muestra después de la maceración



Figura 15. Obtención del extracto concentrado



Figura 14. Proceso de identificación de metabolitos secundarios del extracto concentrado

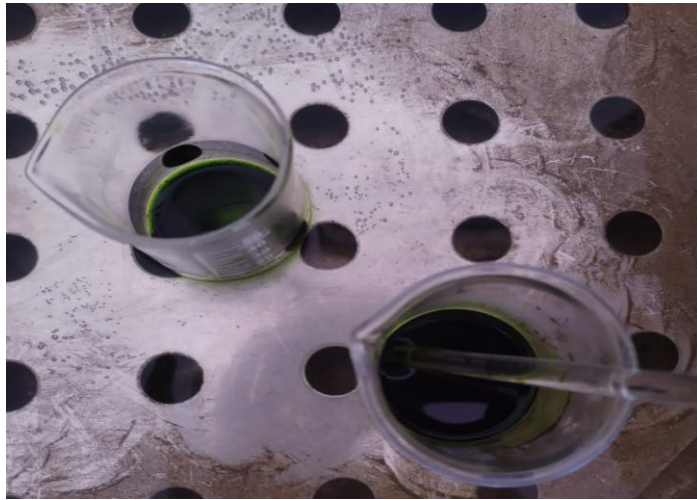


Figura 17. Baño maría del extracto concentrado para realización de identificación quinolonas y esteroides

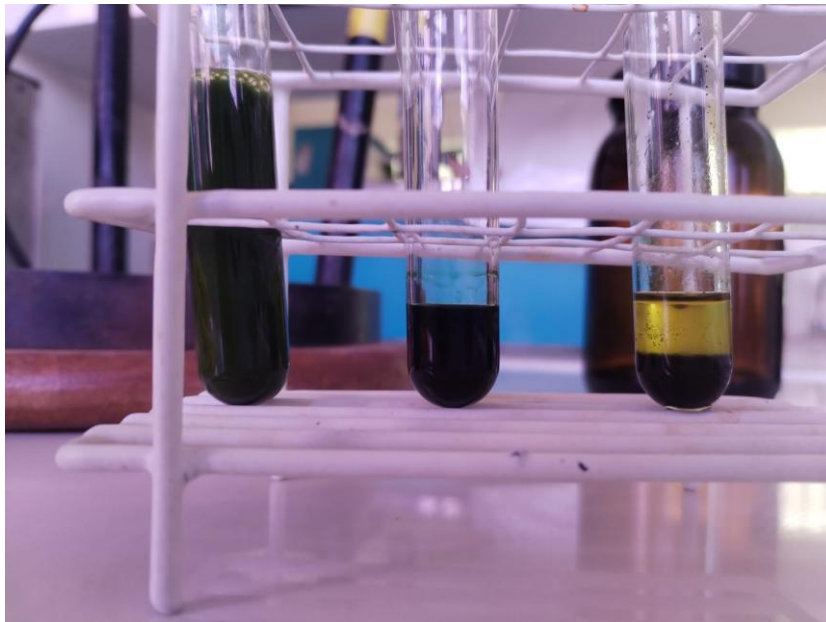


Figura 16. Identificación de metabolitos secundarios

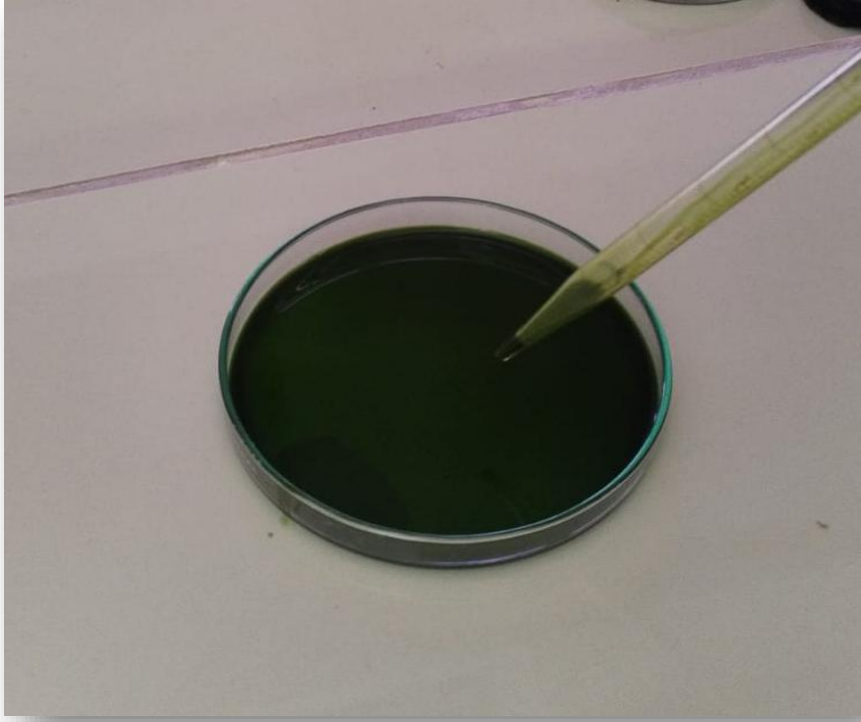


Figura 18. Realización de solidos totales



Figura 21 Elaboración de densidad relativa



Figura 19. Índice de refracción y grados Bri



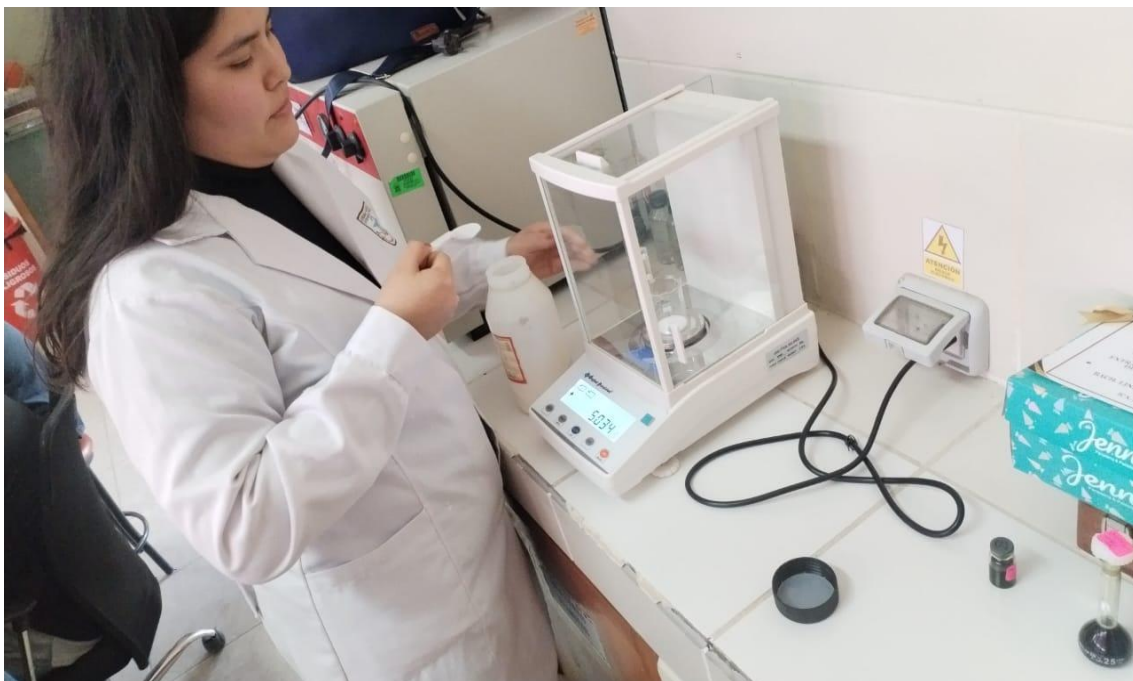


Figura 20. Pesado de reactivos para la cuantificación de polifenoles



Figura 22. Preparado del reactivo Follin



Figura 21. Realización de las diluciones del método Folin
ciocalteu



Figura 24. Lectura de absorbancia del reactivo DPPH



Figura 23. Extracto de palo verde en reacción con el reactivo DPPH



Figura 26. Diluciones del reactivo ABTS

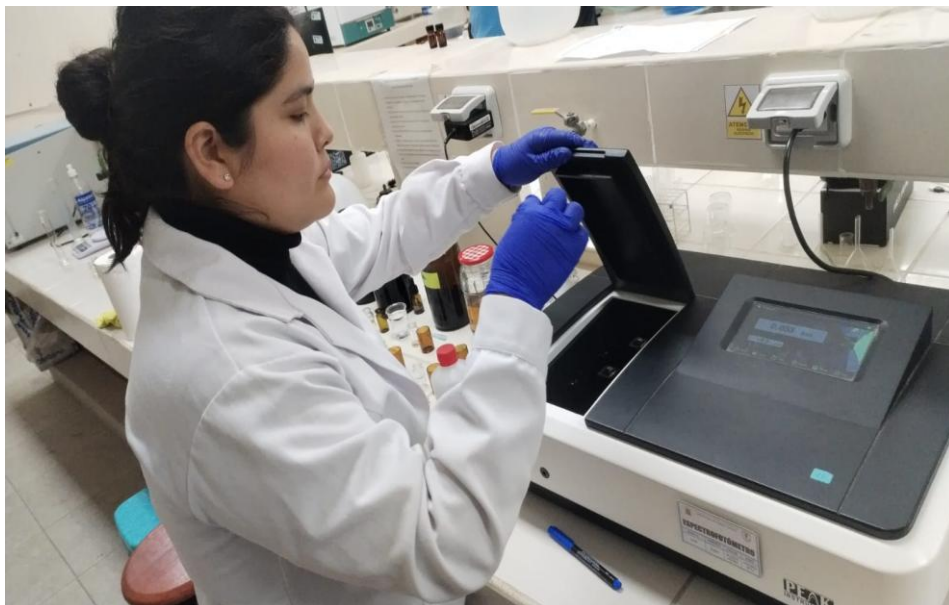


Figura 25. Lectura en el espectrofotometro

Anexo N°02: Certificación botánica de la especie vegetal

CERTIFICACIÓN BOTÁNICA

La bióloga colegiada quien suscribe CERTIFICA que, la muestra botánica de la planta conocida con el nombre de "Palo verde" proporcionada por la bachiller Nayelly Katia Gutiérrez Cárdenas; ha sido estudiada científicamente y determinada como *Parkinsonia aculeata* L. y de acuerdo con el sistema de clasificación del APG IV (2016), se ubica en la siguiente categoría taxonómica.

Reino: Plantae

División: Fanerógamas

Clase: Equisetopsida

Subclase: Magnoliidae

Suborden: Rosanae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Parkinsonia*

Especie: *Parkinsonia aculeata* L.

Nombre vulgar: Palo verde

Se expide la presente certificación a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Ica 17 de Diciembre del 2024



**Blga. Mag. Zoila Magaly Cuba
Córdova**

Docente botánica de la Facultad de Ciencias
Biológicas

Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"
CBP: 938

**Anexo N°03: Constancia del uso de las instalaciones del laboratorio de
Farmacognosia**



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**



CARTA DE AUTORIZACION

Vista la solicitud presentada por mesa de partes con numero de **exp. 1841 de fecha 07 de enero del 2025**; del **Bach. GUTIERREZ CARDENAS NAYELLY KATIA**, autor del proyecto de Investigación titulado: **Caracterización físico-química y capacidad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de *Parkinsonia aculeata* L. (palo verde)**, en la cual pide autorización correspondiente para utilizar los ambientes del laboratorio N° LA50; de FARMACOGNOSIA. del Departamento de Ciencias Farmacéuticas, esta Dirección autoriza el uso del mencionado Laboratorio para los fines solicitados debiendo coordinar con el responsable de Inventario del laboratorio de la **Dra. FRANCO SOTO OBDULIA ESTHER; HUARCAYA ROJAS JESSICA YOLANDA**; para fijar el horario, correspondiente.


Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para manifestarle los sentimientos de mi mayor consideración y estima personal.

Atentamente,


UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
Departamento de Ciencias Farmacéuticas

Dr. Jaime David Torres Levano
DIRECTOR (a)

Anexo N°04: Resolución decanal



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
Ciudad Universitaria s/n Teléfono 056 762573



FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
DECANATO

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

RESOLUCION DECANAL N° 168-D/FFB-UNICA-2025

Ica, 18 de marzo de 2025

VISTO:
El Oficio N° 412-UI-CI-FFB-UNICA-2025 de fecha 17 de marzo de 2025, Exp. N° 827 del 17 de marzo de 2025, presentado por el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, haciendo llegar el reporte y la constancia de haber realizado el análisis con el software de verificación de similitud al proyecto de tesis presentado por el (la) **Bach. GUTIERREZ CARDENAS NAYELLY KATIA (Autor)**.

CONSIDERANDO:
Que, según Resolución Presidencial N°. 100-CEU-UNICA-2024 de fecha 26 de Setiembre de 2024 emitida por el Comité Electoral Universitario, se resuelve proclamar ganadores del proceso Electoral de Decanos de las Facultades de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga realizado el 25 de setiembre del 2024, figurando como Decano electo en la Facultad de Farmacia y Bioquímica el Dr. SURCO LAOS, FELIPE ARTEMIO.

Que, según Resolución Rectoral N° 1578-R-UNICA-2024 del 28 de setiembre del 2024 se nombra al Dr. SURCO LAOS FELIPE ARTEMIO como Decano de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga para el período comprendido del 30 de setiembre del 2024 al 29 de setiembre del 2028.

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

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


Que, habiendo presentado el (la): **Bach. GUTIERREZ CARDENAS NAYELLY KATIA (Autor)**, su solicitud pidiendo aprobación de Proyecto y Asesor con fecha 07 de enero de 2025, Exp. N° 068, se acuerda aceptar la propuesta de asesor: **Dra. HUARCAYA ROJAS JESSICA YOLANDA**, con Oficio N° 190-UI-CI-FFB-UNICA-2025 de fecha 31 de enero de 2025, quien debe coordinar y revisar el proyecto enviando un documento que está apto para pasar el antiplagio de acuerdo al Artículo 32.- Procedimiento para la obtención del Título profesional donde señala que el proyecto de tesis pase por el sistema antiplagio, y una vez aprobada deberá ser formalizada mediante Resolución Decanal.

Que, habiéndose reunido la Comisión de Investigación de la Facultad de Farmacia y Bioquímica el día 29 de enero de 2025, fecha en la cual se aprueba el proyecto de tesis.

Que, con Resolución Rectoral N° 363-R-UNICA-2025 del 20 de febrero de 2025, se resuelve Dejar en Suspense, por un período concordante con los procedimientos administrativos, el Art. 32°, inciso 10, del Reglamento de Grados Académicos y Títulos profesionales de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga que a la letra dice: *Art° 32, inciso 10.- del Reglamento de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga", Aprobado con R.R. N° 048-R-UNICA-2021 de fecha 25-01-2021; con esta aprobación, el asesorado deberá desarrollar el proyecto de tesis en un plazo mínimo de cuatro (4) meses, debiendo concluirse en un plazo máximo de dieciocho (18) meses, pudiéndose prorrogar el plazo por dos (2) meses más. Vencido el plazo, el asesorado tendrá que presentar un nuevo proyecto.*

Que, mediante Resolución Rectoral N° 424-R-UNICA-2025 de fecha 28 de febrero de 2025, se Aprueba la Directiva para la Obtención del Título Profesional en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga.

Que, mediante el Oficio N° 412-UI-CI-FFB-UNICA-2025 de fecha 17 de marzo de 2025, Exp. N° 827 del 17 de marzo de 2025; el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, hace llegar el reporte de Antiplagio y la constancia de haber realizado el análisis con el software de verificación de similitud de fecha 11 de marzo de 2025, para la emisión de la Resolución Decanal de aprobación del Proyecto de Tesis **"CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE LAS HOJAS DE Parkinsonia**



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



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

aculeata L. (palo verde)" presentado por el (la) **Bach. GUTIERREZ CARDENAS NAYELLY KATIA**, habiendo obtenido el calificativo de Aprobado con el 1% de similitud, de acuerdo a lo establecido en el Artículo 4°, inciso 4.3 del Reglamento para la Evaluación de Originalidad de los Documentos de Investigación aprobado con RR. N°1668-R-UNICA-2020 (14-12-2020) y R.R. N° 761-R-UNICA-2021 (04-05-2021) que Aprueba el uso obligatorio del servicio de iThenticate de Trniti.

Que, en aplicación a lo dispuesto en la Resolución Rectoral N° 363-R-UNICA-2025 y Resolución Rectoral N° 424-R-UNICA-2025, se debe efectuar la aprobación del Proyecto de Tesis.

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

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- Aprobar, el Proyecto de Tesis presentado por el (la): **Bach. GUTIERREZ CARDENAS NAYELLY KATIA (Autor)**, Titulado: "**CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE LAS HOJAS DE *Parkinsonia aculeata* L. (palo verde)**", para la obtención del Título Profesional.

ARTÍCULO 2°.- Debiendo continuar desarrollando el proyecto con el asesor designado: **Dra. HUARCAYA ROJAS JESSICA YOLANDA** con N°Orcid.org/0000-0002-7483-7239.

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

Regístrese, Comuníquese y Archívese.

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

DECANO

Anexo N°05: Matriz de consistencia

Título: Caracterización físico-química y capacidad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de *Parkinsonia aculeata* L. (palo verde).

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variabes	Metodología
<p>Problema general ¿Cuáles serán las características físico-químicas y la capacidad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (palo verde)?.</p> <p>Problemas específicos 1. ¿Cuáles serán las características físicoquímicas del extracto etanólico de las hojas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (palo verde)?. 2. ¿Cuáles serán los metabolitos secundarios del extracto etanólico de las hojas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (palo verde)?. 3. ¿Cuál será el contenido de polifenoles totales mediante el método Folin Ciocalteu? 4. ¿Cuál será la capacidad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (palo verde) por los métodos de DPPH y ABTS</p>	<p>Objetivo general Determinar las características físico-químicas y la capacidad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (palo verde).</p> <p>Objetivos específicos 1. Describir las características físico-químicas del extracto etanólico de las hojas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (palo verde) 2. Identificar los metabolitos secundarios del extracto etanólico de las hojas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (palo verde) 3. Cuantificar el contenido de polifenoles del extracto etanólico de las hojas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (palo verde), mediante el método Folin Ciocalteu. 4. Determinar la capacidad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (palo verde) con el método de DPPH y ABTS.</p>	<p>Hipótesis general La caracterización físico-química y la capacidad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (palo verde) se le atribuyen a su contenido de polifenoles totales.</p> <p>Hipótesis específicas 1. Las características físicoquímicas del extracto etanólico de las hojas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (palo verde) se encuentran dentro de los parámetros establecidos. 2. El screening fitoquímico permite identificar a los metabolitos secundarios presentes en el extracto etanólico de las hojas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (palo verde) 3. El método de Folin- Ciocalteu permite cuantificar el contenido de polifenoles totales del extracto etanólico de las hojas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (palo verde). 4. El método de DPPH y ABTS permite determinar la capacidad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (palo verde).</p>	<p>Variable independiente: Extracto etanólico de las hojas de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (palo verde).</p> <p>Variable dependiente: – Características físicoquímicas – Screening fitoquímico – Contenido de polifenoles totales – Capacidad antioxidante</p>	<ol style="list-style-type: none"> Tipo de investigación: Aplicada Diseño de la investigación: Experimental Nivel de investigación: Descriptivo Técnicas: <ul style="list-style-type: none"> – Identificación taxonómica de metabolitos secundarios – Cuantificación de polifenoles – Ensayo organoléptico – Macromorfológico – Micromorfológico – Ensayos físicos y químicos – Análisis microbiológicos Instrumentos: Espectrofotómetro