






Análisis fitoquímico de extracto de hojas y flores de *Psittacanthus Calyculatus* ubicado en el cerro del Palenque de Purísima del Rincón, Guanajuato

Phytochemical analysis of leaves and flowers extracts of *Psittacanthus Calyculatus* located in the Palenque hill of Purísima del Rincón, Guanajuato

Flores-Sierra, J.J.* , Sánchez-Guevara, D. , Xoca-Orozco, L.A. ,
Hernández-Mendoza, G. , Reyes-Bautista, R. 

Dpto Ingeniería Bioquímica. Tecnológico Nacional de México/ ITS de Purísima del Rincón, Blvd. del Valle 230, Col. Guardarrayas. CP, 36425, Purísima del Rincón, Guanajuato, México.



Please cite this article as/Como citar este artículo: Flores-Sierra, J.J., Sánchez-Guevara, D., Xoca-Orozco, L.A., Hernández-Mendoza, G., Reyes-Bautista, R. (2024). Phytochemical analysis of leaves and flowers extracts of *Psittacanthus Calyculatus* located in the Palenque hill of Purísima del Rincón, Guanajuato. *Revista Bio Ciencias*, 11, e1572. <https://doi.org/10.15741/revbio.11.e1572>

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: October 10th 2023.

Accepted/Aceptado: April 08th 2024.

Available on line/Publicado: April 30th 2024.

RESUMEN

El muérdago *Psittacanthus calyculatus* afecta a diversas especies vegetales en México. En este estudio se analizó el perfil fitoquímico y la actividad biológica de este muérdago. Se diseñaron dos tipos de extracción: metanol/acetona/agua para hoja (E1), flor (E2) y acuosa para hoja (E3), flor (E4). El estudio cualitativo mostró fenoles, flavonoides, entre otros. Los fenoles totales fueron mayores ($p < 0.03$) en E4 (32.84 ± 1.2 mg EAG/mL) que en E2, E1 y E3 (13.71 ± 1 , 20.1 ± 0.3 , 12.39 ± 0.4 mg EAG/mL, respectivamente). Los flavonoides fueron mayores en E4 (49.8 ± 2 mg EC/mL) ($p \leq 0.03$) que en E2, E1 y E3 (9.5 ± 1 , 20.4 ± 0.5 y 10.3 ± 5 mg EC/mL, respectivamente). La actividad antioxidante fue medida por DPPH y los valores de IC_{50} : E2 y E1 fueron 0.058 y 0.0035 mg/mL ($p < 0.03$) respectivamente, para E4 y E3 fueron 0.15 y 0.08 mg/mL ($p < 0.03$) respectivamente. Los resultados sugieren que este muérdago posee actividad antioxidante, esto debido al contenido de fitoquímicos, lo cual se sugiere que esta planta podría ser una importante fuente de nutrientes naturales, con actividad terapéutica.

PALABRAS CLAVE: Extracto, *Psittacanthus calyculatus*, fitoquímico, antioxidante, análisis.

*Corresponding Author:

José de Jesús Flores-Sierra. Dpto de Ingeniería Bioquímica. Tecnológico Nacional de México/ ITS de Purísima del Rincón. Blvd. del Valle 230, Col. Guardarrayas. CP, 36425, Purísima del Rincón, Guanajuato, México. Telefono: 4767447100 Ext 1044.

E-mail: jesus.fs@purisima.tecnm.mx

ABSTRACT

The mistletoe *Psittacanthus calyculatus* affects several plant species in Mexico. In this study, the phytochemical profile and biological activity of mistletoe were analyzed. Two types of extraction were designed: methanol/acetone/water for leaf (E1) and flower (E2) and aqueous for leaf (E3) and flower (E4). The qualitative study showed phenols and flavonoids, among others. Total phenols were higher ($p < 0.03$) in E4 (32.84 ± 1.2 mg AGE/mL) than in E2, E1, and E3 (13.71 ± 1 , 20.1 ± 0.3 , 12.39 ± 0.4 mg AGE/mL, respectively). Flavonoids were higher in E4 (49.8 ± 2 mg EC/mL) ($p \leq 0.03$) than in E2, E1, and E3 (9.5 ± 1 , 20.4 ± 0.5 and 10.3 ± 5 mg EC/mL, respectively). DPPH and IC_{50} values measured antioxidant activity: E2 and E1 were 0.058 and 0.0035 mg/mL ($p < 0.03$) respectively, for E4 and E3 were 0.15 and 0.08 mg/mL ($p < 0.03$) respectively. The results suggest that this mistletoe possesses antioxidant activity because of its phytochemical content, which suggests that this plant could be an important source of natural nutrients with therapeutic activity.

KEY WORDS: Extract, *Psittacanthus calyculatus*, phytochemical, antioxidant, analysis.

Introducción

Los muérdagos pertenecientes a la familia Loranthaceae son plantas hemiparásitas que obtienen los nutrientes requeridos a través de la unión del huésped (García-García *et al.*, 2021). Históricamente estas plantas desde hace años se han utilizado como tratamiento alternativo de algunas enfermedades mediante su aplicación como medicina tradicional y popular (Xie *et al.*, 2017). Estudios fitoquímicos de esta familia han mostrado constituyentes terapéuticos importantes como lectinas (Franz *et al.*, 1981; Wacker *et al.*, 2004), fenoles y flavonoides (Luczkiewicz *et al.*, 2001; Vicaş *et al.*, 2011), terpenoides (Luczkiewicz *et al.*, 2001), esteroides (Waly *et al.*, 2012), taninos (Torres *et al.*, 2019), glucósidos cardiotónicos (Hlophe & Basse, 2023). También se han reconocido grandes propiedades terapéuticas de la familia Loranthaceae cuyas especies han sido utilizadas por sus efectos antitumorales (Park *et al.*, 1999), antiinflamatorios (Mothana *et al.*, 2012), antimicrobiano (Egbonu A. C. Cemaluk, 2012), antiviral (Lohézic-Le Dévéhat *et al.*, 2002), antifúngico (Xoca-Orozco *et al.*, 2022), así como también en el tratamiento de la hipertensión, aterosclerosis y en terapias contra el cáncer (Szurpnicka *et al.*, 2020).

El género *Psittacanthus calyculatus* (*P. calyculatus*) también conocido como “muérdago verdadero” perteneciente a la familia Loranthaceae es una planta hemiparásita que se desarrolla sobre varias especies de árboles en el centro y sur de México (Azpeitia & Lara, 2006). Por el

daño que ocasiona a diversas especies de árboles, es considerado una plaga, ya que parasita especies como *Acacia schaffneri* (*A. schaffneri*) (Queijeiro-Bolaños et al., 2020), *Prosopis laevigata* (*P. laevigata*) (Quintana-Rodríguez et al., 2018), *Quercus deserticola* (*Q. deserticola*) (Cuevas-Reyes et al., 2017), entre otros. Estudios en el área farmacológica de *P. Calyculatus* describen sus efectos en el tratamiento de hipertensión arterial, vasodilatador, disminución de colesterol y azúcar en la sangre, también se ha descrito su actividad anticancerígena (Hernández Rodríguez et al., 2015; Ibarra-Alvarado et al., 2010; Bah et al., 2011). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar un perfil fitoquímico y la actividad biológica del extracto de muérdago *P. Calyculatus*, localizado en el Cerro del Palenque de Purísima del Rincón, Guanajuato, México con la finalidad de identificar compuestos que tengan un gran potencial terapéutico.

Material y Métodos

Reactivos y soluciones

Metanol (CH_3OH), ácido clorhídrico (HCl), carbonato de sodio (Na_2CO_3), etanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) cloroformo (CHCl_3), anhídrido acético ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$), acetona ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$) y ácido sulfúrico (H_2SO_4) fueron adquiridos de J.T. BAKER®. Ácido pícrico ($\text{C}_6\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_7$), benceno (C_6H_6), amoníaco (NH_3), Acetato de Plomo ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$), sulfato de cobre (CuSO_4), hidróxido de sodio (NaOH), reactivo de Sudán III, reactivo Mayer, reactivo Fehling, reactivo Benedict y nitrito de sodio (NaNO_2) fueron adquiridos de MEYER®. Cloruro de hierro (III) (FeCl_3), gelatina, cloruro de sodio (NaCl), limaduras de magnesio, ácido acético glacial (CH_3COOH), ninhidrina, formaldehído (CH_2O), cloruro de aluminio (AlCl_3), 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), reactivo Wagner, reactivo Dragendorff, reactivo Folin-Ciocalteu, ácido gálico y catequina fueron adquiridos de Sigma-Aldrich®. El reactivo Baljet se preparó con ácido pícrico, etanol e hidróxido de sodio.

Material vegetal

Se tomaron 500 g de muestras de hojas (L) y flores (F) de *P. calyculatus* de mezquite (*P. laevigata*) su planta hospedante, ubicado en el área natural protegida “Cerro del Palenque”, Purísima del Rincón, Guanajuato, México. A continuación, se secaron en un horno marca Ecoshel HV-20, a 60°C con circulación de aire, de acuerdo con lo recomendado por Naikwade, (2014); Sagrin & Chong, (2013) y Suchismita et al., (2012), hasta peso constante. Cada muestra seca se trituro en una licuadora industrial marca Tapisa®, hasta obtener un polvo fino que paso por un tamiz analítico (Mesh 150), esto con el objetivo de tener una superficie de contacto homogénea. El polvo obtenido se mantuvo en congelación a -20°C hasta su uso.

Extracción

Los extractos de muérdago (ME) de *P. calyculatus* a partir de muestra de L y F se obtuvieron mediante: extracción sólido-líquido utilizando metanol/acetona/agua (MAW) y extracción acuosa (AE). En MAW se utilizó la metodología propuesta por Saura-Calixto et al., (2007), en breve, 5 g de cada muestra se agregó CH_3OH acidificado ($8\text{ mL L}^{-1}\text{ HCl}$) - agua (50-50 v/v) en una proporción de

50 mL g⁻¹ de muestra, se sometió a agitación constante durante 60 min a temperatura ambiente. Después se centrifugó a 5000 g (15 min a 25°C) y se separaron las fases, conservándose el sobrenadante a 4 °C. El precipitado se lavó con una mezcla acetona-agua (70-30 v/v, 50 mL g⁻¹ de muestra) durante 60 min, centrifugándose en las mismas condiciones, se combinaron los sobrenadantes de cada ronda de lavado. A esta mezcla de sobrenadantes se eliminaron los disolventes en atmosfera reducida durante 2 h a 60 °C, de acuerdo con lo recomendado por Che Sulaiman *et al.*, (2017) y Zakaria & Kamal, (2016), para ello se utilizó el rotavapor DLAB® RE100-Pro acoplado a una bomba de vacío marca Seigo Vac® para generar una presión reducida, permitiendo que el solvente se evapore más rápido.

Para AE se utilizó la metodología propuesta por Masangwa *et al.*, (2013), en breve: 5 g de cada muestra se colocaron con 200 mL de agua destilada, se mantuvo en agitación constante a temperatura ambiente durante 24 h, se centrifugó y las partículas sólidas se filtraron. Se eliminó el agua en el mismo rotavapor con las mismas condiciones. Los extractos obtenidos se almacenaron a 4°C, en la oscuridad hasta su uso.

Análisis fitoquímico

Evaluación cualitativa de compuestos fitoquímicos

Se determinó por medio de la estimación del color y precipitación. En cada ensayo se utilizó un control negativo (agua destilada y estéril) en cual no contenía ME para garantizar el cambio de coloración. Cada análisis junto con el control negativo se realizó por triplicado.

Prueba de lactonas sesquiterpénicas

Prueba de Baljet: Se agregaron 5 gotas del reactivo Baljet a 4 mL de cada ME; Un cambio de coloración en el ME de naranja a rojo demuestra la presencia de lactonas sesquiterpénicas (García-Granados *et al.*, 2019).

Pruebas de saponinas (esteroidal y triterpénicas)

A 1 mL de cada ME se mezcló con 4 mL de agua destilada y se agitó en vortex durante 1 min. Se considera positivo la aparición de espuma en la parte superior del ME de más de 2 mm de altura y si es persistente por un tiempo aproximado de 2 min (Bulugahapitiya, 2013).

Prueba de fenoles

A 1 mL de cada ME se le adicionó 1 mL de C₂H₆O y 3 gotas de FeCl₃ (5 %). Los siguientes cambios en el ME indican: rojo-vino= fenoles en general, verde intenso= pirocatecólicos y azul= pirogalotánicos (Bulugahapitiya, 2013).

Prueba para taninos y pseudotaninos

Precipitación con Gelatina. A 1 mL de cada ME se le adicionaron 5 mL de una solución de gelatina (1 %) y NaCl (10 %). La prueba es positiva en el ME si se observa precipitación, lo que indica altas concentraciones de taninos y pseudotaninos (Bulugahapitiya, 2013).

Prueba de flobataninos

Se mezcló 1 mL de cada ME con 3-4 gotas de HCl (2 %). Se considera positivo si en el ME aparece un precipitado rojo (Phuyal *et al.*, 2019).

Prueba de flavonoides

Prueba de Shinoda. A 1 mL de cada ME se adiciono 0.1 g de limaduras de magnesio y se colocó en baño de agua a 60 °C durante 1 min. Posteriormente se adicionaron de 3-4 gotas de HCl concentrado. Los siguientes cambios en el ME indican lo siguiente: rojo= auronas y chalconas, naranja, roja o violeta= flavonas (Bulugahapitiya, 2013).

Prueba Alcalina. A 1 mL de cada ME se mezcló con 1 mL de una solución de NaOH (40 %), lo que provocó un color amarillo intenso. Esta prueba es positiva en el ME si al añadir 1 mL de HCl al 10 % se observa una decoloración (Bulugahapitiya, 2013).

Prueba de Acetato de Plomo. A 1 mL de cada ME, se adicionó 0.5 mL de $Pb(C_2H_3O_2)_2$ (2 %). La aparición de un color amarillo en el ME indica la presencia de estos compuestos (Bulugahapitiya, 2013).

Pruebas de azúcares reductores

Prueba de Fehling. A 1 mL de cada ME se adicionaron de 3-4 gotas del reactivo Fehling. La aparición de un color rojo en el ME indica la presencia de azúcares reductores (Khattak *et al.*, 2017).

Prueba de Benedict. A 1 mL de cada ME se agregaron de 3-4 gotas del reactivo Benedict. La aparición de un color rojo ladrillo en el ME, demuestra la presencia de azúcares reductores (Khattak *et al.*, 2017).

Prueba de glucósidos cardiotónicos

Prueba Keller-Kiliani. A 1 mL de cada ME se mezcló con 1 mL de CH_3COOH , 3-4 gotas de $FeCl_3$ (5 %) y 1 mL de H_2SO_4 concentrado. La prueba es positiva si se observa en el ME la formación de un anillo marrón en la interfase, al igual que la formación de un anillo violeta debajo del anillo marrón (Bulugahapitiya, 2013).

Prueba de quinonas y antraquinonas

Quinonas

A 1 mL de cada ME se adicionó 1 mL de H_2SO_4 concentrado. Esta prueba es positiva si se observa la formación de un color rojo en el ME (García-Granados *et al.*, 2019).

Antraquinonas

1 mL de cada ME, se mezcló 1 mL de C_6H_6 , 3-5 gotas de una solución de NH_3 (10 %), la aparición de un precipitado rojo en el ME indica la presencia de estos compuestos (Archana *et al.*, 2012).

Prueba de cumarinas

Prueba de fluorescencia: en la boca de los tubos de ensayo conteniendo las soluciones de cada ME (1 mL) se cubrió con un círculo de papel filtro previamente tratado con NaOH (1N) y se colocó durante unos min en agua hirviendo. Se retiró el papel filtro y se examinó bajo luz ultravioleta. La aparición de fluorescencia en el ME indica la presencia de estos compuestos (Bulugahapitiya, 2013).

Prueba de fitoesteroles y triterpenos

Ensayo Liebermann-Burchard: 1 mL de cada ME se mezcló con 1 mL de $CHCl_3$, 1 mL de $C_4H_6O_3$ y 3 gotas de H_2SO_4 concentrado. La formación de diferentes colores en el ME indica la presencia de estos compuestos; El color verde indica el contenido de fitoesteroles, mientras que la aparición de un color rosa a morado indica el contenido de terpenos y triterpenos (Bulugahapitiya, 2013).

Prueba para antocianinas

Prueba ácido sulfúrico: 2 mL de cada ME se mezcló con 1 mL de H_2SO_4 concentrado. Esta prueba es positiva si en el ME aparece un color naranja en la interfaz (Agunos *et al.*, 2020).

Prueba hidróxido de sodio: 2 mL de cada ME se le adicionaron 2 gotas de NaOH (1N). Esta prueba es positiva si en el ME aparece una coloración azul o verde azulado (Agunos *et al.*, 2020).

Prueba para betacianinas

2 mL de cada ME se mezclaron de 3-5 gotas de HCl (2M), posteriormente se colocó en baño de agua por 5 min y se agregaron de 3-5 gotas de NaOH (2M). La presencia de betacianinas en el ME es indicada por un cambio a color amarillo (Harborne, 1998).

Prueba para proteínas y aminoácidos

Biuret: 1 mL de cada ME se mezcló con un volumen igual de NaOH (40 %) y 2 gotas de CuSO_4 (1 %). La aparición de un color violeta en el ME indica la presencia de proteínas (Santhi & Sengottuvel, 2016).

Ninhidrina: A 1 mL de cada ME se adicionó de 3-5 gotas de reactivo ninhidrina (0.2 %) recién preparado y se calentó en baño de agua. La aparición de un color rosa, púrpura o azul en el ME indica la presencia de aminoácidos (Santhi & Sengottuvel, 2016).

Prueba de compuestos grasos

1 mL de cada ME se mezcló con 1 mL de reactivo de Sudán III. Se llevó a baño María hasta que se evaporó el solvente. La aparición de un color naranja en el ME indica la presencia de estos compuestos (Godlewska et al., 2022).

Prueba para alcaloides

Wagner: 1 mL de cada ME se mezcló con 1 mL de HCl (1 %) y 5 gotas de reactivo Wagner en frío. Un precipitado prominente de color marrón rojizo en el ME indica que la prueba es positiva para estos compuestos (Khattak et al., 2017).

Mayer: 1 mL de cada ME se le adicionaron de 2-3 gotas del reactivo Mayer. La aparición de turbidez o un precipitado amarillo en el ME indica que la prueba es positiva para estos compuestos (Bulugahapitiya, 2013).

Marquis: a 1 mL de cada ME se mezcló con 2 mL de H_2SO_4 concentrado, 1 mL del reactivo Marquis y 3 gotas de CH_2O (40 %). La aparición de un color violeta (púrpura) en el ME es indicativo de que existe la presencia de derivados de opiodes (Santhi & Sengottuvel, 2016).

Dragendorff: 1 mL de cada ME se mezcló con 1 mL de HCl (1 %) y 3-4 gotas de reactivo Dragendorff, la presencia de alcaloides en el ME es positiva si existe un precipitado naranja, rojizo o amarillo (Khattak et al., 2017).

Prueba de glucósidos cianogénicos totales (compuestos tóxicos)

Método por análisis de papel picrato

Para esta prueba se utilizó la metodología descrita por Appenteng et al., (2021), en breve, el papel picrato se preparó humedeciendo una hoja de papel filtro Whatman 1, en una solución de picrato ($\text{C}_6\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_7$ húmedo (1.4 %) p/v diluido en una solución Na_2CO_3 2.5 %) p/v), secando el papel al aire y cortando tiras de 5 cm x 1 cm. En un tubo de ensayo se agregaron 2 mL de cada ME y 1 mL de CHCl_3 , se colocaron las tiras de papel a una distancia de 1 cm de la muestra,

cuidando que no tocan las paredes del tubo, se calentó a baño de agua durante 30 min a 100 °C Esta prueba es positiva a la aparición de un color rosa a rojo en la tira de papel picrato.

Cuantificación espectrofotométrica de fenoles totales

Se determinó por medio de Folin–Ciocalteu, siguiendo el procedimiento de Pallag *et al.*, (2016) y Vicaş *et al.*, (2011). En breve, se colocaron 25 µL de cada ME en los pozos de una microplaca de ELISA, se adicionaron 80 µL de H₂O destilada, 5 µL del reactivo Folin–Ciocalteu, y 80 µL de Na₂CO₃ (7.5 %). La mezcla se dejó reposar por 30 min en la oscuridad, la absorbancia se midió a 760 nm en un espectrofotómetro de microplacas Thermo Scientific™ multiskan. El contenido de fenoles totales se calculó en mg equivalentes de ácido gálico por mL de extracto (mg EAG/mL), para lo cual se construyó una curva de calibración entre 0-0.25 mg/mL.

Cuantificación espectrofotométrica de flavonoides totales

Se utilizó la técnica colorimétrica por medio de cloruro de aluminio, propuesto por Miere *et al.*, (2021). En breve, se colocaron 20 µL de cada ME en pocillos de una microplaca ELISA, se añadieron 6 µL de NaNO₂ (5 %), 12 µL de AlCl₃ (10 %), 122 µL de H₂O destilada, se dejó reposar por 6 min y se añadió 40 µL de NaOH (1 M) recién preparado. Se midió la absorbancia a 510 nm en el mismo equipo espectrofotómetro mencionado. La concentración total de flavonoides totales se expresó como mg equivalentes de catequina por mL de extracto (mg EC/mL), para lo cual se construyó una curva estándar entre 0-0.1 mg/mL.

Determinación de la actividad antioxidante con DPPH

La actividad antioxidante de los ME se determinó mediante el método DPPH descrito por Kleszken *et al.*, (2022). En breve la mezcla de reacción se preparó utilizando 200 µL de DPPH (0.1 mM) con CH₃OH (80 %) (blanco) y 40 µL de cada ME a diferentes concentraciones (0.05, 0.1, 0.25, 0.5 y 1 µg/mL), se dejó reposar por 30 min en la oscuridad y a temperatura ambiente. La absorbancia se registró a 517 nm en el espectrofotómetro mencionado arriba. El experimento se realizó por triplicado. La actividad de atrapamiento se calculó mediante la siguiente ecuación (Budau *et al.*, 2022):

$$\% \text{actividad de atrapamiento del radical DPPH} = [(A_0 - A_1) \div A_0] \times 100$$

Donde:

A₀= Absorbancia del DPPH en su forma radical (blanco)

A₁= Absorbancia de DPPH con ME después de 30 min de reacción

Se calculó el factor IC₅₀, el cual se define como la concentración requerida de extracto en mg EAG/mL de muestra que se requiere para inhibir el 50 % de radicales libres DPPH, este valor se obtuvo por medio de regresión lineal del porcentaje de atrapamiento versus concentración de

cada ME (Msaada *et al.*, 2017). Cuanto más bajo es el valor IC_{50} , más potente es la sustancia para eliminar DPPH, por lo tanto, esto implica una mayor actividad antioxidante (Olugbami *et al.*, 2014).

Análisis estadístico

Todos los experimentos se realizaron por triplicado y los datos obtenidos fueron analizados con el paquete estadístico IBM SPSS STATISTICS 25. Se aplicaron análisis de regresión lineal y un análisis de varianza de una vía ANOVA. Se realizó una prueba de comparación de medias por prueba de Tukey. Los datos se expresaron como \pm desviación estándar. Se consideró una $p < 0.05$ como el nivel de significancia estadística.

Resultados y Discusión

Análisis cualitativo de compuestos fitoquímicos

Los extractos obtenidos para cada tejido vegetal de *P. calyculatus* fueron: metanol/acetona/agua hoja (E1), metanol/acetona/agua de flor (E2), extracción acuosa de hoja (E3) y extracción acuosa de flor (E4). El contenido fitoquímico evidenció la presencia de: lactonas sesquiterpénicas, saponinas, fenoles, taninos, pseudotaninos, flavonoides, betacianina, glucósidos cardiotónicos, compuestos grasos, antraquinonas, cumarinas, triterpenos, antocianinas y alcaloides (Tabla 1). Los compuestos fitoquímicos fenoles, flavonoides y antocianinas identificados en *P. Calyculatus* han sido reportados por Ochoa-Cruz *et al.*, (2023); Serrano-Maldonado *et al.*, (2011) y Reynoso Silva *et al.*, (2022), quienes realizaron un estudio fitoquímico de fruto y hoja, también se ha evidenciado el contenido de alcaloides en la misma especie de muérdago (Bah *et al.*, 2011).

Tabla 1. Análisis cualitativo de compuestos fitoquímicos de los extractos de *P. calyculatus*

Compuestos fitoquímicos	Ensayo	E1	E2	E3	E4
Lactonas sesquiterpénicas	Baljet	++	++	++	++
Saponinas (esteroideal y triterpénicas)	Agitación por vortex	+++ (Ambos)	+++ (Ambos)	+++ (Ambos)	+++ (Ambos)
Fenoles	Cloruro férrico 5 %	+++	+++	+++	+++
Taninos y pseudotaninos	Precipitación con gelatina	+	+++	+	+++
Flobataninos	HCl 2 %	-	++	-	++

Contenido: abundante (+++), moderado (++), bajo (+), ausencia (-)

E1: extracción de las hojas con metanol/acetona/agua, E2: extracción de flores con metanol/acetona/agua, E3: extracción acuosa de hojas, E4: extracción acuosa de flores.

Continuation

Tabla 1. Análisis cualitativo de compuestos fitoquímicos de los extractos de *P. calyculatus*

Compuestos fitoquímicos	Ensayo	E1	E2	E3	E4
Flavonoides	Shinoda	+	++	++	+++
	Alcalina	++	++	+	++
	Acetato de plomo	+	++	++	++
Antocianinas	H ₂ SO ₄ concentrado	-	-	-	-
	NaOH 1N	-	-	-	-
Betacianinas	HCl (2M) y NaOH (2M)	++	++	++	++
Azúcares Reductores	Fehling	-	-	-	-
	Benedict	-	-	-	-
Glucósidos cardiotónicos	Keller-Kilani	+++	+++	+++	+++
Quinonas	H ₂ SO ₄ concentrado	-	-	-	-
Antraquinonas	NH ₄ OH 10 %	+	+	+	+
Cumarinas	NaOH 1N y papel filtro	+	+	+	++
Compuestos grasos	Sudan III	++	++	++	++
Fitoesteroles y triterpenos	Liebermann-Burchard	++ (Solo Triterpenos)	++ (Solo Triterpenos)	++ (Solo Triterpenos)	++ (Solo Triterpenos)
Aminoácidos	Ninhidrina 0.2 %	-	-	-	-
Proteínas	Biuret	-	-	-	-
Alcaloides	Wagner	+++	+	+++	+++
	Mayer	+	+	+	+
	Erdman	-	-	+	+
	Marquis	-	-	++	++
	Dragendorff	++	++	++	++
Glucósidos cianogénicos	Picrato de sodio y cloroformo	-	-	-	-

Contenido: abundante (+++), moderado (++), bajo (+), ausencia (-)

E1: extracción de las hojas con metanol/acetona/agua, E2: extracción de flores con metanol/acetona/agua, E3: extracción acuosa de hojas, E4: extracción acuosa de flores.

Hay varios estudios de otras especies de muérdago pertenecientes a la misma familia Loranthaceae, en los cuales se han reportado compuestos fitoquímicos similares a la Tabla 1,

como *Loranthus micranthus* Linn, *Viscum continuum* E. Mey, *Phoradendron bollanum* y *Viscum álbum subs. Austriacum* (García-García et al., 2021; Hlophe & Bassey, 2023; Mapfumari et al., 2022).

Análisis cuantitativo de fenoles

La concentración de fenoles totales se calculó con ayuda de la gráfica mostrada en la Figura 1A y la ecuación de la curva resultante fue $y = 0.0041x + 0.0799$, donde $R^2 = 0.9988$. Se observó que E4 contiene mayor concentración de fenoles totales (32.84 ± 1.2 mg EAG/mL) en comparación con E2 (13.71 ± 1.08 mg EAG/mL). En cambio, en E1 (20.1 ± 0.30 mg EAG/mL) presentó mayor cantidad de compuestos fenólicos que en E3 (12.39 ± 0.47 mg EAG/mL) (Figura1 B).

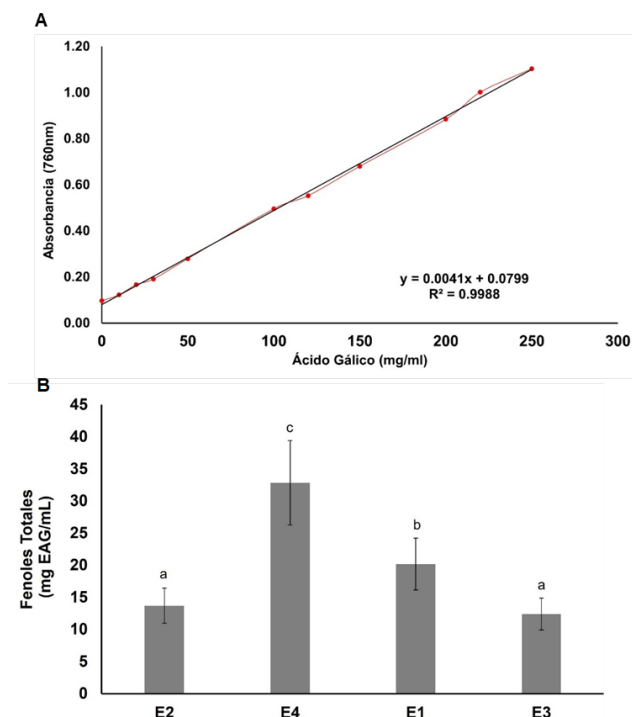


Figura 1. Concentración de fenoles totales. (A) curva estándar de ácido gálico. (B) concentración de fenoles totales en los extractos.

Letras distintas significan diferencias significativas ($p < 0.03$).

Los fenoles se han reportado que exhiben una gran actividad antioxidante, debido a la presencia de grupos hidroxilo que actúan como donadores de hidrógeno, lo que les permite

tener propiedades REDOX y así actuar como agentes reductores (Wintola & Afolayan, 2011). Estudios publicados de *P. Calyculatus* han observado una alta concentración de fenoles totales en tallos, hojas, flores (Ibarra-Alvarado *et al.*, 2010; Reynoso Silva *et al.*, 2022) y fruto (Ochoa-Cruz *et al.*, 2023). Diferentes especies de muérdago de la familia Loranthaceae, como *Phragmanthera capitata* (Ohikhena *et al.*, 2018), *Tristerix tetrandus* Mart (Simirgiotis *et al.*, 2016) y *Dendrophthoe pentandra* (Alharits *et al.*, 2019) han evidenciado un alto contenido de fenoles totales en hoja y flores.

Análisis cuantitativo de flavonoides

La concentración de flavonoides se calculó con ayuda de la gráfica mostrada en la Figura 2A y con la ecuación de la curva $y = 0.0017x + 0.0414$, donde $R^2 = 0.9951$. Los resultados presentados mostraron que E4 (49.8 ± 2 mg EC/mL) presentó mayor cantidad de flavonoides totales en comparación con E2 (9.5 ± 1 mg EC/mL). La hoja presentó mayor cantidad de flavonoides totales en E3 (20.4 ± 0.5 mg EC/mL) que en E1 (10.3 ± 5 mg EC/mL).

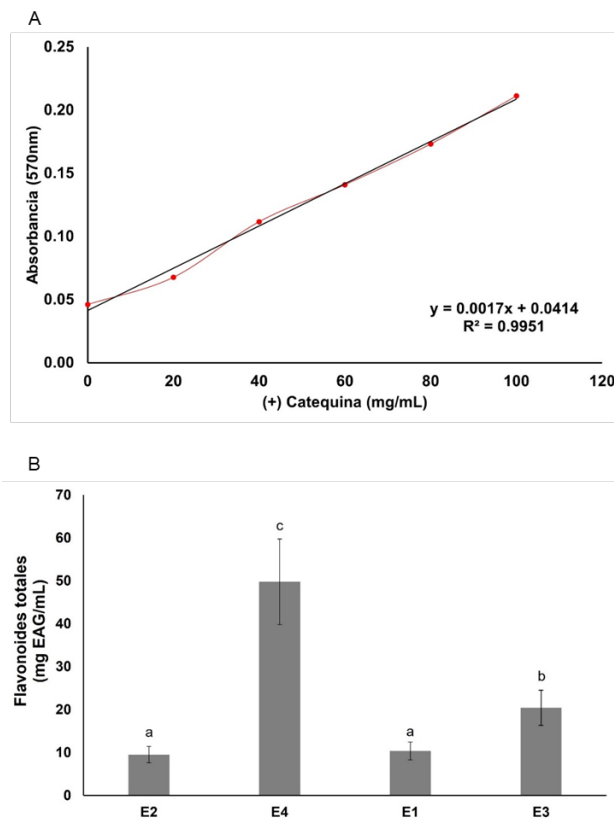


Figura 2. Concentración total de flavonoides. (A) curva estándar de catequina. (B) concentración de flavonoides totales en los extractos.

Letras distintas significan diferencias significativas ($p < 0.03$).

Los flavonoides son metabolitos secundarios producidos por las plantas y representan un gran grupo de compuestos fenólicos, además, se les han atribuido actividades biológicas importantes tales como antioxidantes, anticáncer, antiinflamatorio, antitrombótico y antimicrobiano (Yao et al., 2013).

Reportes recientes en *P. Calyculatus* han reportado el contenido de flavonoides en hojas (Reynoso Silva et al., 2022) y frutos (Ochoa-Cruz et al., 2023). Hasta ahora no hay reportes del contenido de flavonoides en flores de *P. Calyculatus*, pero en otras especies de muérdago de la familia Loranthaceae han demostrado un alto contenido de estos compuestos: *Tristerix tetrandus* Mart y *Dendrophthoe pentandra* (Alharits et al., 2019; Simirgiotis et al., 2016).

Actividad antioxidante

El método de captación de radicales libres DPPH se utiliza ampliamente para evaluar la actividad antioxidante de compuestos naturales y extractos de plantas (Do et al., 2014). La captación de radicales es muy importante para prevenir el daño de los radicales libres en diferentes enfermedades (Hlophe & Basse, 2023). En este ensayo se observó que todos los extractos de *P. Calyculatus* evidenciaron actividad de eliminación de DPPH (%) y valores bajos de IC₅₀ (Tabla 2).

Tabla 2. Actividad de eliminación del DPPH y IC₅₀

Extracto	% eliminación DPPH	IC ₅₀ (mg/mL)	Regresión	R ²
E2	56.71 ± 12.01 ^{a,b}	0.058	y = 125.62x + 42.641	0.9528
E4	45.89 ± 10.92 ^{b,c}	0.15	y = 106.92x + 33.925	0.8352
E1	63.06 ± 13.15 ^{a,b}	0.0035	y = 125.98x + 49.559	0.9879
E3	53.19 ± 9.76 ^c	0.08	y = 102.06x + 41.768	0.9525

Valores promedio ± Desviación estándar. Letras diferentes entre los distintos grupos indican diferencias significativas ($p < 0.03$).

E2 y E1 presentaron un mayor porcentaje de captación DPPH y valores bajos de IC₅₀ en comparación de E4 y E3. Reportes en *P. Calyculatus* han observado la actividad de captación DPPH en el extracto de fruto (Ochoa-Cruz et al., 2023), tallos, hojas y flores (Ibarra-Alvarado et al., 2010). En otras especies de muérdago pertenecientes a la familia Loranthaceae han demostrado captación de DPPH en el extracto de L y F: *Phragmanthera capitata* (Ohikhen et al., 2018) ,

Tristerix tetrandus (Simirgiotis *et al.*, 2016), *Loranthus micranthus* (Hlophe & Bassey, 2023) y *Viscum álbum* (Hong *et al.*, 2015; Kleszken *et al.*, 2022; Orhan *et al.*, 2014).

Conclusiones

Este estudio reveló que el muérdago mexicano *P. Calyculatus* es una gran fuente compuestos fitoquímicos importantes, entre ellos alcaloides, fenoles y flavonoides, los cuales actúan como agentes antioxidantes. Esta planta tiene un gran potencial para su uso futuro en el tratamiento de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, pero se requiere una investigación más profunda a través de estudios que determinen su identificación, separación y cuantificación de compuestos fitoquímicos individuales, con el objetivo de respaldar la aplicación de esta planta mexicana en el ámbito de la salud.

Contribución de los autores

Desarrollo de la metodología Sánchez-Guevara, D. y Hernández Mendoza, G.; Validación experimental Xoca-Orozco, L.A. y Flores-Sierra, J.J.; Análisis de resultados Reyes-Bautista, R. y Hernández Mendoza, G.; Manejo de datos, Sánchez-Guevara, D. y Xoca-Orozco, L.A.; escritura y preparación del manuscrito, Flores-Sierra, J.J. y Reyes-Bautista, R.; redacción, revisión y edición, Hernández Mendoza, G., Xoca-Orozco, L.A. y Reyes-Bautista, R.; administrador del proyecto, Flores-Sierra, J.J.

“Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la versión publicada del mismo”.

Financiamiento

Esta investigación fue financiada por Tecnológico Nacional de México por el financiamiento del proyecto TECNM con número de registro 10539.21-PD y SPRI-PYR-2022-13652.

Agradecimientos

Al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, por el apoyo otorgado para la realización de este estudio.

Conflicto de interés

“Los autores declaran no tener conflicto de interés”

Referencias

- Agunos, R. I. F., Mendoza, D. V. M., & Rivera, M. A. S. (2020). Anthocyanin Colorimetric Strip for Volatile Amine Determination. *International Journal of Food Science*, 2020(3), 1–7. <https://doi.org/10.1155/2020/1672851>
- Alharits, L., Handayani, W., Yasman, & Hemelda, N. M. (2019). Phytochemical analysis and antioxidant activity of leaves and flowers extracts of mistletoe (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.), collected from UI Campus, Depok. *AIP Conference Proceedings*, 2168(1):020101. <https://doi.org/10.1063/1.5132528>
- Appenteng, M. K., Krueger, R., Johnson, M. C., Ingold, H., Bell, R., Thomas, A. L., & Greenlief, C. M. (2021). Cyanogenic Glycoside Analysis in American Elderberry. *Molecules*, 26(5), 1384. <https://doi.org/10.3390/molecules26051384>
- Archana, P., Samatha, T., Mahitha, B., & Ramaswamy, N. (2012). Preliminary phytochemical screening from leaf and seed extracts of *Senna alata* L. *International Journal of Biological & Pharmaceutical Research*, 3(3), 82–89. https://www.researchgate.net/publication/308802406_Preliminary_phytochemical_screening_from_leaf_and_seed_extract_of_Senna_alata_L_Roxb-an-Ethnomedicinalplant
- Azpeitia, F., & Lara, C. (2006). Reproductive Biology and Pollination of the Parasitic Plant *Psittacanthus Calyculatus* (Iorantheaceae) in Central México. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 133(3), 429–438. [http://dx.doi.org/10.3159/1095-5674\(2006\)133\[429:RBAPOT\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.3159/1095-5674(2006)133[429:RBAPOT]2.0.CO;2)
- Bah, M., Gutiérrez-Avella, D.M., Fuentes-Ordaz, R., Castañeda-Moreno, R. & Martínez, M. (2011). Chemical constituents of the mexican mistletoe (*psittacanthus calyculatus*). *Molecules*, 16(11), 9397–9403. <https://doi.org/10.3390/molecules16119397>
- Budau, R., Memete, A., Timofte, A., & Vicas, S. (2022). Phytochemical screening and antioxidant capacity of two berry cultivars, ‘Ruben’ and ‘Duke’, depending on their harvesting time. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology*, 79(1). <https://doi.org/10.15835/BUASVMCN-FST:2022.000>
- Bulughapitiya, V. P. (2013). *Plants Based Natural products Extraction, Isolation and Phytochemical screening methods*. <https://www.researchgate.net/publication/324136585>
- Che Sulaiman, I. S., Basri, M., Fard Masoumi, H. R., Chee, W. J., Ashari, S. E., & Ismail, M. (2017). Effects of temperature, time, and solvent ratio on the extraction of phenolic compounds and the anti-radical activity of *Clinacanthus nutans* Lindau leaves by response surface methodology. *Chemistry Central Journal*, 11(1), 54. <https://doi.org/10.1186/s13065-017-0285-1>
- Cuevas-Reyes, P., Pérez-López, G., Maldonado-López, Y., & González-Rodríguez, A. (2017). Effects of herbivory and mistletoe infection by *Psittacanthus calyculatus* on nutritional quality and chemical defense of *Quercus deserticola* along Mexican forest fragments. *Plant Ecology*, 218(6), 687–697. <https://doi.org/10.1007/S11258-017-0721-2/METRICS>
- Do, Q. D., Angkawijaya, A. E., Tran-Nguyen, P. L., Huynh, L. H., Soetaredjo, F. E., Ismadji, S., & Ju, Y.-H. (2014). Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *Journal of Food and Drug Analysis*, 22(3), 296–302. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2013.11.001>

- Egbonu A. C. Cemaluk. (2012). Phytochemical properties of some solvent fractions of petroleum ether extract of the African mistletoe (*Loranthus micranthus* Linn) leaves and their antimicrobial activity. *African Journal of Biotechnology*, 11 (62), 12595–12599. <https://doi.org/10.5897/AJB11.2970>
- Franz, H., Ziska, P., & Kindt, A. (1981). Isolation and properties of three lectins from mistletoe (*Viscum album* L.). *Biochemical Journal*, 195(2), 481–484. <https://doi.org/10.1042/bj1950481>
- García-García, J. D., Anguiano-Cabello, J. C., Arredondo-Valdés, R., Del Toro, C. A. C., Martínez-Hernández, J. L., Segura-Ceniceros, E. P., Govea-Salas, M., González-Chávez, M. L., Ramos-González, R., Esparza-González, S. C., Ascacio-Valdés, J. A., López-Badillo, C. M., & Ilyina, A. (2021). Phytochemical characterization of phoradendron bollanium and viscum album subs. Austriacum as mexican mistletoe plants with antimicrobial activity. *Plants*, 10(7), 1–16. <https://doi.org/10.3390/plants10071299>
- García-Granados, R. U., Cruz-Sosa, F., Alarcón-Aguilar, F. J., Nieto-Trujillo, A., & Gallegos-Martínez, M. E. (2019). Análisis fitoquímico cualitativo de los extractos acuosos de *Thalassia testudinum* banks ex köning et sims de la localidad de Champotón, Campeche, México, durante el ciclo anual 2016-2017. *Polibotánica*, 48(24), 151–168. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.48.12>
- Godlewska, K., Pacyga, P., Szumny, A., Szymczycha-Madeja, A., Wełna, M., & Michalak, I. (2022). Methods for Rapid Screening of Biologically Active Compounds Present in Plant-Based Extracts. *Molecules*, 27(20), 7094. <https://doi.org/10.3390/molecules27207094>
- Harborne, J. B. (1998). *Phytochemical methods : a guide to modern techniques of plant analysis*. Chapman and Hall. <https://link.springer.com/book/9780412572609>
- Hernández Rodríguez, P., Pabón Baquero, L. C., & Rodríguez Álvarez, M. F. (2015). Propiedades químicas y biológicas de *Arbutus unedo*: una planta con potencial medicina. *Revista Cubana de Farmacia*, 49(1), 144–155. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152015000100014
- Hlophe, S., & Basse, K. (2023). Phytochemical Profiling, and Antioxidant Potentials of South African and Nigerian *Loranthus micranthus* Linn.: The African Mistletoe Exposé. *Plants*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/plants12102016>
- Hong, S. M., Choi, J. H., Jo, S. J., Song, S. K., Lee, J. M., & Kusakabe, T. (2015). Expression of recombinant *Viscum album coloratum* lectin B-chain in the silkworm expression system and evaluation of antioxidant activity. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 20, 515–522. <https://doi.org/10.1007/S12257-014-0806-X>
- Ibarra-Alvarado, C., Rojas, A., Mendoza, S., Bah, M., Gutiérrez, D. M., Hernández-Sandoval, L., & Martínez, M. (2010). Vasoactive and antioxidant activities of plants used in Mexican traditional medicine for the treatment of cardiovascular diseases. *Pharmaceutical Biology*, 48(7), 732–739. <https://doi.org/10.3109/13880200903271280>
- Khattak, U., Rehmanullah, Khan, S. A., Barkatullah, & Ullah, S. (2017). Pharmacognostic evaluation and analgesic efficacy of ethanolic extract of *Euphorbia dracunculoides* L. *Pharmacognosy Journal*, 9(5), 644–653. <https://doi.org/10.5530/pj.2017.5.102>
- Kleszken, E., Purcarea, C., Pallag, A., Ranga, F., Memete, A. R., Miere, F., & Vicas, S. I. (2022). Phytochemical Profile and Antioxidant Capacity of *Viscum album* L. Subsp. *album* L. and Effects on Its Host Trees. *Plants*, 11(22), 3021. <https://doi.org/10.3390/PLANTS11223021/S1>
- Lohézic-Le Dévéhat, F., Bakhtiar, A., Bézivin, C., Amoros, M., & Boustie, J. (2002). Antiviral

- and cytotoxic activities of some Indonesian plants. *Fitoterapia*, 73(5), 400–405. [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(02\)00125-9](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(02)00125-9)
- Luczkiewicz, M., Cisowski, W., Kaiser, P., Ochocka, R., & Piotrowski, A. (2001). Comparative analysis of phenolic acids in mistletoe plants from various hosts. *Acta Poloniae Pharmaceutica*, 58(5), 373–379. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11876445/>
- Mapfumari, S., Nogbou, N. D., Musyoki, A., Gololo, S., Mothibe, M., & Basse, K. (2022). Phytochemical Screening, Antioxidant and Antibacterial Properties of Extracts of *Viscum continuum* E. Mey. Ex Sprague, a South African Mistletoe. *Plants*, 11(16). <https://doi.org/10.3390/plants11162094>
- Masangwa, J. I. G., Aveling, T. A. S., & Kritzinger, Q. (2013). Screening of plant extracts for antifungal activities against *Colletotrichum* species of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). *Journal of Agricultural Science*, 151(4), 482–491. <https://doi.org/10.1017/S0021859612000524>
- Miere, F., Teuşdea, A. C., Laslo, V., Cavalu, S., Fritea, L., Dobjanschi, L., Zdrinca, M., Zdrinca, M., Ganea, M., Paşc, P., Memete, A. R., Antonescu, A., Vlad, A. M., & Vicas, S. I. (2021). Evaluation of in vitro wound-healing potential, antioxidant capacity, and antimicrobial activity of *stellaria media* (L.) vill. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(23), 11526. <https://doi.org/10.3390/APP112311526/S1>
- Mothana, R. A. A., Al-Said, M. S., Al-Rehaily, A. J., Thabet, T. M., Awad, N. A., Lalk, M., & Lindequist, U. (2012). Anti-inflammatory, antinociceptive, antipyretic and antioxidant activities and phenolic constituents from *Loranthus regularis* Steud. ex Sprague. *Food Chemistry*, 130(2), 344–349. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2011.07.048>
- Msaada, K., Jemia, M. Ben, Salem, N., Bachrouh, O., Sriti, J., Tammar, S., Bettaieb, I., Jabri, I., Kefi, S., Limam, F., & Marzouk, B. (2017). Antioxidant activity of methanolic extracts from three coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruit varieties. *Arabian Journal of Chemistry*, 10 (S2), S3176–S3183. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.12.011>
- Naikwade, P. (2014). Effect of drying methods on nutritional value of some vegetables. In *Proceeding of the National Conference on Conservation of Natural Resources & Biodiversity for Sustainable Development. Biosci. Discov*, 6, 72–79. <https://www.researchgate.net/publication/323377458>
- Ochoa-Cruz, Z., Molina-Torres, J., Angoa-Pérez, M. V., Cárdenas-Valdovinos, J. G., García-Ruiz, I., Ceja-Díaz, J. A., Bernal-Gallardo, J. O., & Mena-Violante, H. G. (2023). Phytochemical Analysis and Biological Activities of Ripe Fruits of Mistletoe (*Psittacanthus calyculatus*). *Plants*, 12(12), 1689. – 1699. <https://doi.org/10.3390/PLANTS12122292>
- Ohikhena, F., Wintola, O., & Afolayan, A. J. (2018). Quantitative Phytochemical Constituents and Antioxidant Activities of the Mistletoe, *Phragmanthera capitata* (Sprengel) Balle Extracted with Different Solvents. *Pharmacognosy Research*, 10(1), 16–23. https://doi.org/10.4103/PR.PR_65_17
- Olugbami, J. O., Gbadegesin, M. A., & Odunola, O. A. (2014). In vitro evaluation of the antioxidant potential, phenolic and flavonoid contents of the stem bark ethanol extract of *Anogeissus leiocarpus*. *African Journal of Medicine and Medical Sciences*, 43(Suppl 1), 101–109. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4679201/>
- Orhan, D. D., Senol, F. S., Hosbas, S., & Orhan, I. E. (2014). Assessment of cholinesterase and tyrosinase inhibitory and antioxidant properties of *Viscum album* L. samples collected from

- different host plants and its two principal substances. *Industrial Crops and Products*, 62, 341–349. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2014.08.044>
- Pallag, A., Tit, D. M., & Tünde, J. (2016). Comparative Study of Polyphenols, Flavonoids and Chlorophylls in *Equisetum arvense* L. Populations. *Revista de Chimie*, 67(3), 530–533. <https://www.researchgate.net/publication/303578834>
- Park, J. H., Hyun, C. K., & Shin, H. K. (1999). Cytotoxic effects of the components in heat-treated mistletoe (*Viscum album*). *Cancer Letters*, 139(2), 207–213. [https://doi.org/10.1016/S0304-3835\(99\)00043-9](https://doi.org/10.1016/S0304-3835(99)00043-9)
- Phuyal, A., Ojha, P. K., Guragain, B., & Chaudhary, N. K. (2019). Phytochemical screening, metal concentration determination, antioxidant activity, and antibacterial evaluation of *Drymaria diandra* plant. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s43088-019-0020-1>
- Queijeiro-Bolaños, M. E., Malda-Barrera, G. X., Carrillo-Angeles, I. G., & Suzán-Azpiri, H. (2020). Contrasting gas exchange effects on the interactions of two mistletoe species and their host *Acacia schaffneri*. *Journal of Arid Environments*, 173, 104041. <https://doi.org/10.1016/J.JARIDENV.2019.104041>
- Quintana-Rodríguez, E., Ramírez-Rodríguez, A. G., Ramírez-Chávez, E., Molina-Torres, J., Camacho-Coronel, X., Esparza-Claudio, J., Heil, M., & Orona-Tamayo, D. (2018). Biochemical Traits in the Flower Lifetime of a Mexican Mistletoe Parasitizing Mesquite Biomass. *Frontiers in Plant Science*, 9(1031), 1–13. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2018.01031>
- Reynoso Silva, M., Alvarez Moya, C., Fernando Landeros-Gutierrez, J., Macedonio Garcia-López, P., & Alberto Ruiz-López, M. (2022). Antigenotoxic and antimutagenic activities of *Psittacanthus calyculatus* (Loranthaceae) leaves water extract. *Natural Resources for Human Health*, 2(2), 150–155. <https://doi.org/10.53365/nrfhh/144010>
- Sagrín, M. S., & Chong, G. H. (2013). Effects of drying temperature on the chemical and physical properties of *Musa acuminata* Colla (AAA Group) leaves. *Industrial Crops and Products*, 45, 430–434. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.12.036>
- Santhi, K., & Sengottuvel, R. (2016). Qualitative and Quantitative Phytochemical analysis of *Moringa concanensis* Nimmo. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(1), 633–640. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2016.501.064>
- Saura-Calixto, F., Serrano, J., & Goñi, I. (2007). Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet. *Food Chemistry*, 101(2), 492–501. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.006>
- Serrano-Maldonado, M.J., Guerrero-Legarreta, I., Pérez-Olvera, C. de la Paz, & Soriano-Santos, J. (2011). Actividad antioxidante y efecto citotóxico de *Cladocolea loniceroides* (van Tieghem) Kujit (Loranthaceae). *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 10(2), 161–170. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62020825001>
- Simirgiotis, M. J., Quispe, C., Areche, C., & Sepúlveda, B. (2016). Phenolic Compounds in Chilean Mistletoe (*Quintral*, *Tristerix tetrandus*) Analyzed by UHPLC–Q/Orbitrap/MS/MS and Its Antioxidant Properties. *Molecules*, 21(3). <https://doi.org/10.3390/MOLECULES21030245>
- Suchsmita, D., Rayaguru, K., & Ranjan Sahoo, G. (2012). Effect of Drying Methods on Quality Characteristics of Medicinal Indian Borage (*Coleus aromaticus*) Leaves. *Journal of Food Processing & Technology*, 2012, 3(11), 1–6. <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000188>
- Szurpnicka, A., Kowalczyk, A., & Szterk, A. (2020). Biological activity of mistletoe: in vitro and in vivo studies and mechanisms of action. *Archives of Pharmacal Research*, 43(6), 593–629.

- <https://doi.org/10.1007/s12272-020-01247-w>
- Torres, P., Saldaña, C., Ortega, R., & González, C. (2019). Determination of reducing power and phytochemical profile of the Chilean mistletoe “quintral” (*Tristerix corymbosus* (L) Kunt) hosted in “maqui” (*Aristotelia chilensis*), “huayún” (*Rhaphitamnus spinosus*) and “poplar” (*Populus nigra*). *Journal of the Chilean Chemical Society*, 64(4), 4645–4650. <https://doi.org/10.4067/S0717-97072019000404645>
- Vicaș, S. I., RuginĂ, D., Leopold, L., Pinteau, A., & Socaciu, C. (2011). HPLC Fingerprint of bioactive compounds and antioxidant activities of *Viscum album* from different host trees. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39(1), 48–57. <https://doi.org/10.15835/nbha3913455>
- Wacker, R., Stoeva, S., Pfüller, K., Pfüller, U., & Voelter, W. (2004). Complete structure determination of the A chain of mistletoe lectin III from *Viscum album* L. ssp. *album*. *Journal of Peptide Science*, 10(3), 138–148. <https://doi.org/10.1002/psc.505>
- Waly, N. M., El Din Ali, A. E., & Jrais, R. N. (2012). Botanical and Biological studies of six parasitic species of family Loranthaceae growing in Kingdom of Saudi Arabia. *International Journal of Environmental Sciences Waly et. Al*, 1(4), 196–205. <http://www.crdeepjournal.org/wp-content/uploads/2012/10/Vol-141-IJES.pdf>
- Wintola, O. A., & Afolayan, A. J. (2011). Phytochemical constituents and antioxidant activities of the whole leaf extract of *Aloe ferox* Mill. *Pharmacognosy Magazine*, 7(28), 325–333. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.90414>
- Xie, W., Adolf, J., & Melzig, M. F. (2017). Identification of *Viscum album* L. miRNAs and prediction of their medicinal values. *Plos One*, 12(11), e0187776. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187776>
- Xoca-Orozco, L. A., Cortez-Fonseca, K., Luna-López, C., Hernández-Mendoza, G., Flores-Sierra, J. de J., Chacón-López, M. A., & Aguilera-Aguirre, S. (2022). Inhibición in vitro de hongos fitopatógenos utilizando extractos de muérdago mexicano (*Psittacanthus calyculatus*). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(3). <https://doi.org/10.19136/era.a9n3.3431>
- Yao, X., Zhu, L., Chen, Y., Tian, J., & Wang, Y. (2013). In vivo and in vitro antioxidant activity and α -glucosidase, α -amylase inhibitory effects of flavonoids from *Cichorium glandulosum* seeds. *Food Chemistry*, 139(1–4), 59–66. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2012.12.045>
- Zakaria, S. M., & Kamal, S. M. M. (2016). Subcritical Water Extraction of Bioactive Compounds from Plants and Algae: Applications in Pharmaceutical and Food Ingredients. *Food Engineering Reviews*, 8(1), 23–34. <http://dx.doi.org/10.1007/s12393-015-9119-x>