

Composición fitoquímica y propiedades antioxidantes de la planta mala madre (*Kalanchoe pinnata*)

Phytochemical composition and antioxidant properties of mala madre plant (*Kalanchoe pinnata*)

DOI: 10.46932/sfjdv4n1-014

Received in: December 23rd, 2022

Accepted in: January 24th, 2023

Leticia Guadalupe Navarro Moreno

Doctora en Bioquímica

Institución: Instituto de Química, Universidad del Papaloapan

Dirección: Circuito Central, 200, Parque Industrial, 68301, San Juan Bautista Tuxtepec, Oax. México

E-mail: navarroleticia483@gmail.com

José Gerardo Agosto

B. Sc. Candidato en Biotecnología de plantas

Institución: Instituto de Química, Universidad del Papaloapan

Dirección: Circuito Central, 200, Parque Industrial, 68301, San Juan Bautista Tuxtepec, Oax. México

E-mail: joe.gera@hotmail.com

Cirilo Nolasco Hipólito

Dr. en Agricultura

Institución: Centro de Investigaciones Científicas, Universidad del Papaloapan

Dirección: Circuito Central, 200, Parque Industrial, 68301, San Juan Bautista Tuxtepec, Oax. México

E-mail: cnolasco@unpa.edu.mx

RESUMEN

La medicina tradicional se relaciona con el bienestar de los individuos mediante el uso de plantas completas o algunas de sus partes. A nivel mundial se han usado muchas especies y se han reportado sus propiedades terapéuticas en muchas de ellas. *Kalanchoe pinnata* (Mala madre) es una planta no endémica de México, pero muy usada en este país. Se le han atribuido varias propiedades en función de las diferentes partes de la planta. En una especie cultivada en el estado de México, se analizaron el contenido de metabolitos y las propiedades antioxidantes de sus hojas. Lo anterior se realizó utilizando técnicas tanto cualitativas como cuantitativas. Los resultados demostraron *Kalanchoe pinnata* posee un elevado contenido de sustancias fenólicas, así como propiedades antioxidantes comparables con los estándares de ácidos gálico y ascórbico utilizados en las técnicas empleadas. El uso de extractos acuosos de esta planta podría ayudar a disminuir los efectos de padecimientos que impliquen estrés oxidativo e inflamación, razón por la cual la convierten en un modelo de estudio con aplicaciones futuras importantes.

Palabras clave: *Kalanchoe pinnata*, poder reductor, fenoles, antioxidante.

ABSTRACT

Traditional medicine is related to the well-being of individuals through the use of whole plants or some of their parts. Worldwide, many species have been used and their therapeutic properties have been reported in many of them. *Kalanchoe pinnata* (Bad mother) is a plant not endemic to México, but widely used in this country. Several properties have been attributed to it depending on the different parts of the plant. In a species cultivated in the state of México, the metabolite content and antioxidant properties of its leaves were analyzed. This was done using both qualitative and quantitative techniques. The results showed that

Kalanchoe pinnata has a high content of phenolic substances as well as antioxidant properties comparable to the standards of gallic and ascorbic acids used in the techniques. The use of aqueous extracts of this plant could help to reduce the effects of conditions that involve oxidative stress and inflammation, which make it a study model with important future applications.

Keywords: *Kalanchoe pinnata*, reducing power, phenols, antioxidant.

1 INTRODUCCIÓN

México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial en diversidad vegetal. Dentro de esta gran biodiversidad de plantas se encuentran las plantas medicinales. En el caso de las especies con usos dentro de la medicina, se sabe que, en nuestro país y en todo el mundo, su uso está creciendo a un ritmo muy acelerado, por lo que muchas especies se encuentran amenazadas o en vías de extinción (Domínguez, 2015). Investigadores de todo el mundo son de la opinión de que la “verdadero consenso para la existencia de la vida” data de más hace más de 3500 millones de años (Schopf, 2006). Las plantas almacenan energía solar y producen vitaminas, que son muy importantes para el metabolismo actuando como coenzimas o teniendo funciones metabólicas propias como por ejemplo la de ser antioxidantes, participar en cascadas de señales, regulación de iones, etc. Las plantas cubren muchas necesidades; algunas sirven de alimento y muchas más se utilizan en la industria de las pinturas, la cosmética, la farmacéutica o la fabricación de telas. Por ello se puede afirmar que tienen la capacidad de transformar el medioambiente (Barba-Ahuatzin, 2015).

Las plantas se han estudiado desde hace miles de años, entre otras cosas para tratar de mantener la salud e incrementar la calidad de vida del ser humano. No obstante, el manejo de estos productos naturales ha ido cambiando conforme el conocimiento humano crece, aumentando los procesos terapéuticos de forma positiva, examinando sus componentes y con esto ayudando al desarrollo de la medicina científica. Adicionalmente, sin embargo, también se han conocido los efectos malignos que pueden ocasionar; por ello el conocimiento químico, farmacológico y clínico debe desarrollar métodos analíticos que validen el control de calidad de estos compuestos extraídos y utilizados libremente. Durante más de 200 años las Ciencias Químicas y Biológicas se han enfocado en el estudio y en el aislamiento de extractos naturales y gracias al Diccionario de Productos Naturales se conocen más de 165 000 datos químicos, estructurales, y bibliográficos de productos naturales y compuestos similares (Cañigüeral et al, 1998; Buckingham, 1994; Goetz, 1999; Prieto- González et al, 2004).

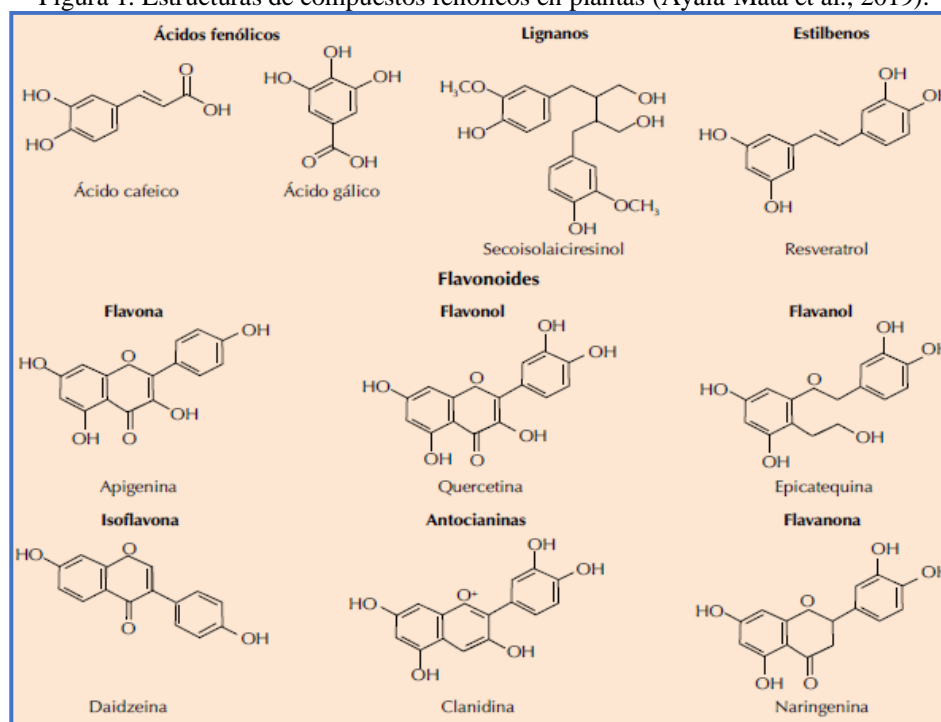
Debido a la importancia de las plantas dentro de la medicina tradicional, desde hace varios años se han realizado diversos estudios relacionados con la producción de sustancias con diversas propiedades biológicas en distintas partes (hojas, raíces, tallo, etc.) de las plantas o en plantas completas.

Un gran número de plantas son capaces de producir compuestos con propiedades antioxidantes.

Lo anterior es utilizado por ellas como un mecanismo de respuesta y la pueden proteger de la acción directa de los radicales libres. Estos compuestos pueden ser causantes de procesos de envejecimiento y otras enfermedades al originar estrés oxidativo en los organismos (Valko et al., 2007; Perez-de la Cruz et al., 2008; Dorado-Martínez et al., 2003; Capote and Miranda, 1999). Lo anterior constituye una de las razones del interés que, sobre las plantas medicinales se tiene y que ha aumentado a medida que el conocimiento también aumenta. Existen propuestas relacionadas con el estudio de alimentos enriquecidos en vitaminas antioxidantes (a base de plantas) y su inclusión dentro del grupo de alimentos conocidos como funcionales o nutraceuticos (Quideau et al., 2011).

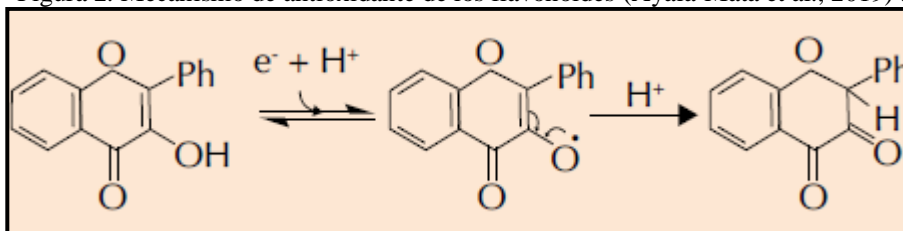
Entre las sustancias antioxidantes reportadas en las plantas se encuentran los polifenoles, los cuales son compuestos naturales derivados del metabolismo secundario de las plantas. Actualmente se conocen más de 8 000 estructuras polifenólicas. Entre ellas se encuentran: fenoles simples, benzoquinonas, ácidos fenólicos, acetofenonas, ácidos fenilacéticos, ácidos hidroxicinámicos, fenilpropenos, cumarinas, naftoquinonas, xantonas, estilbenos, cromonas, antraquinonas, flavonoides, lignanos y ligninas. Se caracterizan químicamente por tener anillos aromáticos con grados de hidroxilación variable; en su mayoría se encuentran asociados con uno o más azúcares unidos a grupos hidroxilo o directamente al anillo aromático. Algunos de ellos se ilustran en la figura 1. En los últimos años se ha incrementado el uso de terapias alternativas naturistas para tratar varias enfermedades inflamatorias, así se ha recurrido a plantas medicinales, tomando infusiones o ingiriendo frutas, verduras, vino tinto y alimentos ricos en polifenoles. Éstos se han estudiado ampliamente debido a sus propiedades antioxidantes, considerándoseles benéficos para la salud en enfermedades cardiovasculares, asma, diabetes y cáncer. Químicamente, un fenol es un grupo hidroxilo (-OH) ligado a un grupo fenilo (Ph-), si un grupo fenilo tiene más de un hidroxilo se le llama polifenol. Los polifenoles son metabolitos secundarios de las plantas y se clasifican químicamente como ácidos fenólicos, flavonoides, lignanos y estilbenos (Ayala-Mata et al., 2019). Estos compuestos se encuentran ampliamente distribuidos en alimentos de origen vegetal, como frutas, verduras, cereales, legumbres y bebidas como el vino tinto y el té verde. Los polifenoles proporcionan colores intensos a los vegetales; en especial, rojo, azul, violeta, amarillo y naranja. Además, son responsables de otorgar protección ante amenazas ambientales a través de sus propiedades antimicrobianas, de protección solar y antioxidantes.

Figura 1. Estructuras de compuestos fenólicos en plantas (Ayala-Mata et al., 2019).



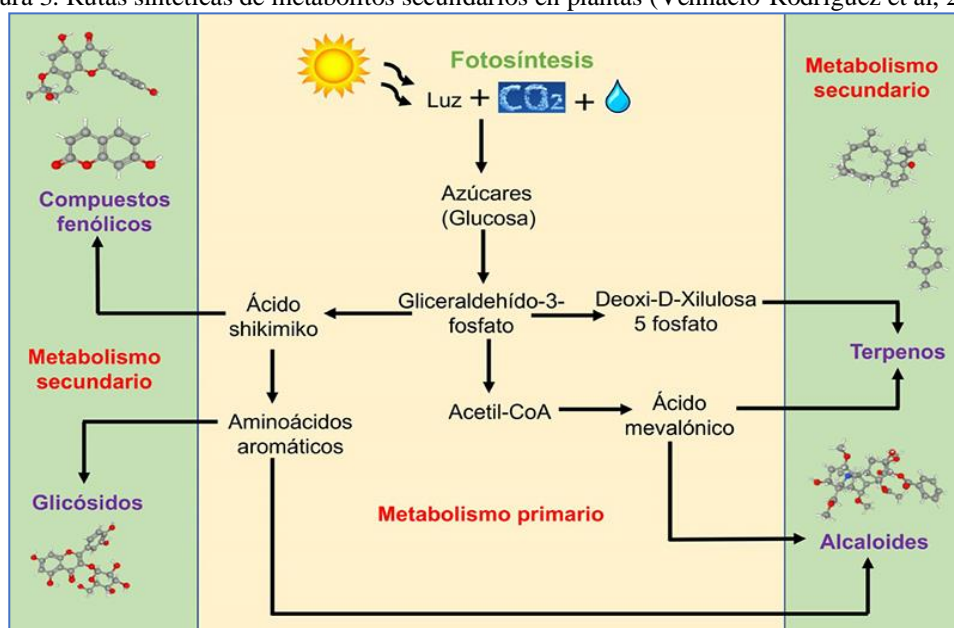
Esta última propiedad es considerada como una de las más importantes, pues previene del daño oxidativo que pueden ocasionar los radicales libres producidos durante la fotosíntesis o el metabolismo oxidativo. Las propiedades antioxidantes de los polifenoles se han relacionado directamente con sus beneficios para la salud, debido a que su ingesta reduce la incidencia de enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas y el cáncer. Esto se atribuye principalmente a su capacidad para reducir el estrés oxidativo mediante la neutralización de especies reactivas al oxígeno y de nitrógeno; así como también a su capacidad para activar diversos factores de transcripción, algunos de los cuales promueven la activación de elementos de respuesta antioxidante, entre los que se incluyen las enzimas superóxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT) y glutatión peroxidasa (GPx) (Lizárraga and Hernández, 2018; Landete, 2012; Visioli et al. 2011; Quideau et al. 2011). La Figura 2 muestra el mecanismo de acción de los flavonoides para disminuir la concentración de radicales libres. Como todos los seres vivos, las plantas se enfrentan constantemente a variaciones en su medio ambiente como cambios climáticos, especies parasitarias, insectos, etc., que pueden ocasionarles daño. Para defenderse, las plantas han respondido a esos factores adquiriendo la capacidad de sintetizar metabolitos conocidos como secundarios que les ayudan a sobrevivir los cambios y adaptarse a ellos.

Figura 2. Mecanismo de antioxidante de los flavonoides (Ayala-Mata et al., 2019) .



El proceso de síntesis de los metabolitos secundarios parte del metabolismo primario, el cual se inicia con la luz del sol dando pie a la fotosíntesis. En este proceso, la fase oscura es la que se encarga de la fijación del CO₂ para sintetizar azúcares. La glucosa es el principal carbohidrato y es, a partir de ella que se inicia la síntesis de metabolitos primarios, usados para el crecimiento de las plantas y de los secundarios utilizados, generalmente, como mecanismos de defensa. La figura 3 muestra algunas de las rutas principales de síntesis.

Figura 3. Rutas sintéticas de metabolitos secundarios en plantas (Vennacio-Rodríguez et al, 2021).



La glucosa se metaboliza al intermediario gliceraldehído 3-fosfato, el cual puede ser metabolizado para obtener tres compuestos: ácido shikimiko, deoxi-D-xilulosa-e-fosfato y acetil-Coenzima A. a partir del primero se sintetizan los compuestos fenólicos y los aminoácidos aromáticos los que dan lugar a los glicósidos y a los alcaloides. El acetil Coenzima A produce el ácido mevalónico dando lugar a los terpenos y los alcaloides. Finalmente, la deoxi-D-xilulosa es otra fuente de síntesis de terpenos.

La medicina tradicional mexicana hace uso de plantas endémicas y también de plantas no originarias de nuestro país. Una de ellas es la conocida como mala madre, cuyo nombre científico es *Kalanchoe pinnata*. La especie *Kalanchoe* es una planta originaria de Madagascar, cuenta con alrededor de 125 especies y pertenece a la familia de las Crasuláceas, las cuales han sido como una especie invasiva

en zonas desérticas de países como España, Puerto Rico, Estados Unidos, Sudáfrica, Venezuela, Colombia y México. Algunos de los nombres comunes de esta planta son “espinazo del diablo, mala madre, madre de miles”, hierba bruja, flor del aire, hoja bruja. Esta especie puede llegar a medir desde los 1.5 m hasta los 6 m dependiendo del subgénero en el cual se encuentre posicionada y posee hojas carnosas, espesas y poco ramificadas y puede llegar a medir un metro de altura. Por sus características invasivas, se ha reportado que puede inhibir la repoblación de plantas nativas modificando los compuestos del suelo en zonas semiáridas (Herrera and Nassar, 2009; Herrera et al., 2012). Aunque tiende a ser una especie invasora, la planta *Kalanchoe* ha sido aceptada en la rama de medicina tradicional, particularmente las especies *pinnata*, *daigremontiana*, *brasilinses* ya que han presentado actividades antitumorales, antihistamínicas, antiinflamatorias, antibacterias e inmunomoduladoras (Tkalec et al., 2012).

Algunas especies de *Kalanchoe* han sido estudiadas y se les han encontrado diversas propiedades que han sido aprovechadas para mejorar la salud humana. Por ejemplo, *Kalanchoe crenata* Andr. (Crassulaceae), se ha utilizado tradicionalmente para el tratamiento dolor de oído, viruela, dolor de cabeza, inflamación, asma, palpitaciones, convulsiones y debilidad general. Se ha comprobado que los extractos acuosos y alcohólicos de las hojas de *K. crenata* contienen alcaloides y saponinas (Sofowora, 1982). En relación con *Kalanchoe pinnata*, se sabe que el zumo de las hojas ha sido usado para el tratamiento de afecciones como tos, heridas, golpes, quemaduras, dolores de cabeza, fiebre, picaduras de insectos, como ayuda enfermedades respiratorias; antiinflamatorio y cicatrizante. La forma de administración que ha sido utilizada ha sido mediante infusiones, ungüentos, jarabes, o usando las hojas directamente. En partes de Latinoamérica como Perú, Brasil y México no solo utilizan las hojas, sino también la raíz o el tallo, y no solo la combinan con agua, sino que también crean elixires. Actualmente se han hechos estudios químicos para identificar sus fitoconstituyentes, los estudios han reportado alcaloides, triterpenos, glucósidos, flavonoides, cardienólidos, esteroides, bufadienólidos, briofilina, briofilol, briofolona, briofolenona, briofinol y bersaldegénina. Sus hojas contienen compuestos químicos llamados bufadienólidos, entre ellos las brotoxinas A, B y C, son muy similares en estructura y por lo tanto comparten propiedades antibacterianas, antitumorales, anticancerígenas, insecticidas y antiinflamatorias (Pattewar, 2012). Algunos de los compuestos mencionados se muestran en la Figura 4.

Kalanchoe pinnata, la está presente en Colombia, Ecuador, Panamá, Venezuela y México. Se le conoce con muchos nombres, entre ellos: Hierba bruja, flor del aire, hoja bruja, mala madre y siempre viva. Puede llegar a medir un metro de altura y posee hojas carnosas, espesas y poco ramificadas. La planta utilizada en este estudio se muestra en la Figura 5.

Figura 4. Metabolitos reportados en *Kalanchoe pinnata* (Pattewar, 2012) .

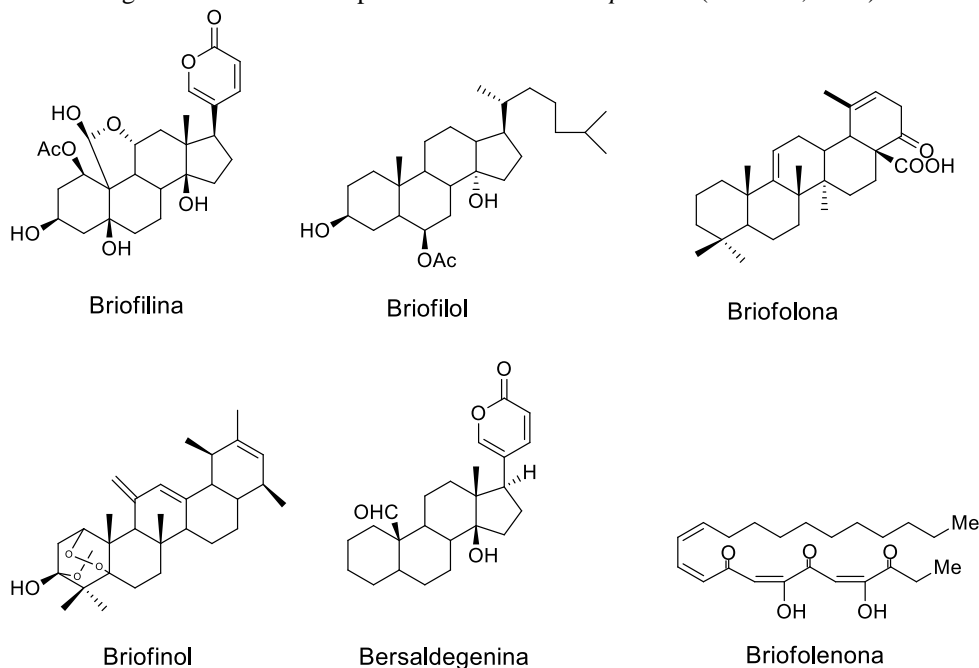
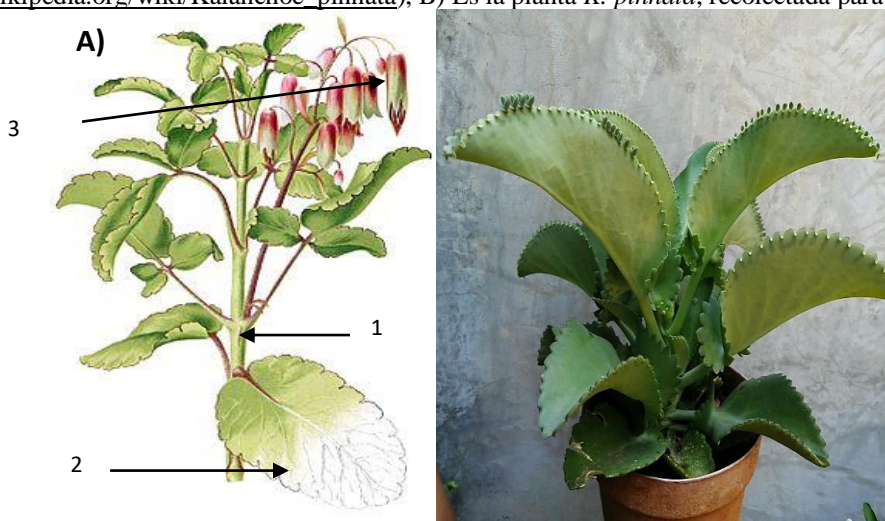


Figura 4. *Kalanchoe pinnata*. A) Imagen de referencia de la planta en donde 1) Tallo, 2) Hojas, 3) Flores. (https://es.wikipedia.org/wiki/Kalanchoe_pinnata), B) Es la planta *K. pinnata*, recolectada para este trabajo.



Teniendo en cuenta los antecedentes mencionados, además de la importancia de aplicar los conocimientos herbolarios en la solución de algunas problemáticas metabólicas que implican la generación de especies reactivas de oxígeno, el objetivo de este trabajo consistió en evaluar la composición de fito-constituyentes y de propiedades antioxidantes en un extracto crudo de *Kalanchoe pinnata*.

2 MATERIALES Y METODOS

2.1 DETERMINACIÓN CUALITATIVA DE FITOCONSTITUYENTES.

En este caso se determinó la presencia de taninos, flavonoides, terpenoides, saponinas, esteroides, alcaloides y glucósidos. Para la extracción de los fitoconstituyentes se utilizaron dos metodologías, la primera fue la extracción asistida por ultrasonido y la segunda la extracción rápida en agua caliente presurizada. Se utilizó la metodología sugerida por Yadav y colaboradores (2014) la cual se basa en reacciones coloridas de identificación de compuestos. La tabla 1 muestra los criterios de identificación de los fitoconstituyentes por medio de reacciones con producción de color.

Tabla 1. Determinación cualitativa de fitoconstituyentes (Yadav et al., 2014)

Fitoconstituyente	Ensayo	Resultado positivo
Taninos	2mL extracto + 2mL H ₂ O + 2-3 gotas FeCl ₃ (5%)	Precipitado verde
Flavonoides	1mL extracto + 1mL Pb (CH ₃ -COO) ₂ (10%)	Coloración amarilla
Terpenoides	2mL extracto + 2mL (CH ₃ CO) ₂ O + 2-3 gotas de H ₂ SO ₄ concentrado	Coloración rojo intenso.
Saponinas	a) 5mL extracto + 5mL H ₂ O + calor	Formación de espuma.
	b) 5mL extracto + gotas de aceite de oliva.	Emulsión formada.
Esteroides	2mL extracto + 2mL CHCl ₃ + 2mL H ₂ SO ₄ concentrado	Anillo de color marrón-rojizo
Alcaloides	2 mL extracto + unas gotas del reactivo de Hager	Precipitado amarillo.
Glicósidos	2 mL extracto + 2 mL CHCl ₃ + 2 mL CH ₂ COOH	Coloración violeta, azul o verde

2.2 EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ANTIOXIDANTES.

Se evaluaron las siguientes propiedades:

- Poder Reductor de los Antioxidantes. Se siguió la metodología propuesta por Oyaizu estableciendo un método modificado para la evaluación del poder reductor del ion férrico (Fe³⁺) en extractos de materia vegetal (Oyaizu, 1986).
- Actividad estabilizante del radical DPPH. Con la metodología propuesta por (Ohnishi et al. 1994). se cuantificó la capacidad estabilizante de un extracto metanólico vegetal para estabilizar radicales libres (DPPH).
- Contenido Fenólico Total. La cantidad de fenoles totales presentes en un extracto vegetal acuoso fue determinada empleando el reactivo de Folin-Ciocalteu y la metodología descrita por (Singleton & Rossi, 1965)
- Habilidad para Descomponer Peróxido de Hidrógeno (H₂O₂). Tomando como referencia lo publicado por Ruch, Cheng y Klaunig se adecuó una metodología para evaluar la capacidad para descomponer peróxido de hidrógeno (H₂O₂) en el extracto de la planta (Ruch et al., 1989).

3 RESULTADOS

Se realizó una comparación visual de los extractos obtenidos por Extracción Rápida con Agua Caliente Presurizada (ERACP) y Extracción Asistida por Ultrasonido (EAU), tomando en cuenta que para EAU se hicieron 3 ciclos de 10 minutos cada uno mientras que ERACP solo tuvo un ciclo debido a que el agua caliente presurizada dañaba el material vegetal. Se observó que, a medida que aumentaron los ciclos de EAU el extracto aumentó de color, hecho muestra la relación proporcional entre la cantidad de metabolitos obtenida y los ciclos de extracción. Para la determinación de compuestos fitoquímicos, se utilizó la primera fracción recolectada de ERACP y la fracción correspondiente al 3° ciclo de EAU.

Los resultados de la composición de fitoconstituyentes, mediante las dos metodologías de extracción se muestran en la Tabla número 2. En ella se puede observar que los constituyentes encontrados en el extracto de *Kalanchoe pinnata* fueron terpenoides, esteroides y glucósidos.

Tabla 2. Pruebas cualitativas de determinación de fitoconstituyentes utilizando las técnicas de extracción EAU y ERACP.

Fitoconstituyente	Resultado positivo de la prueba	EAU	ERACP
Taninos	Precipitado verde.	+	-
Flavonoides	Coloración amarilla.	-	-
Terpenoides	Coloración rojo intenso.	+	-
Esteroides	Anillo de color marrón-rojizo.	+	-
Alcaloides	Precipitado amarillo.	-	-
Glucósidos	Coloración violeta, azul o verde.	+	-
Saponinas	Espuma y emulsión	-	-

En relación con las propiedades antioxidantes, los análisis se detallan a continuación.

Poder reductor. De acuerdo con la literatura citada, entre mayor sea la absorbancia de las diferentes concentraciones, mayor será la capacidad del extracto de reducir los iones de hierro. Lo anterior se debe a la formación de un complejo coloreado por una reacción de tipo Fenton. Los resultados demostraron que a medida que aumentó la concentración de 40 a 60 $\mu\text{g/mL}$ se registró una mayor capacidad reductora.

Actividad Antirradical DPPH. En este caso se utilizó un estándar de ácido ascórbico. Los resultados indicaron que el ácido ascórbico presentó en promedio 97.76% de capacidad estabilizante, mientras que las hojas de *Kalanchoe pinnata* tuvieron 20.93 unidades menos, lo cual equivale al 76.83% de capacidad estabilizante de RL. Ambas muestras, mostraron una capacidad mayor al 50% evidenciando un alto potencial antioxidante. Cabe mencionar que a la concentración de 10 $\mu\text{g/mL}$ ambas muestras tuvieron el porcentaje mayor de CSRL.

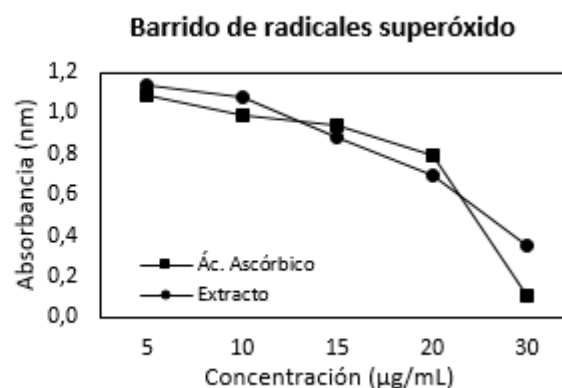
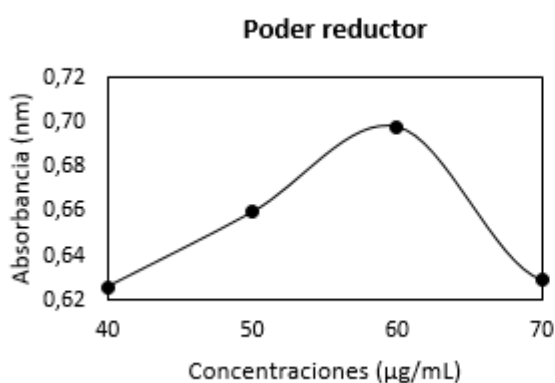
Contenido fenólico total. El CFT se expresó en miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo (mg EAG/g) debido a que utilizó una curva de calibración de ácido gálico con concentraciones de 1 hasta 50 $\mu\text{g/mL}$. Los resultados obtenidos mostraron una concentración de 40 $\mu\text{g/mL}$, dando como resultado 156.59 mg EAG/g.

Habilidad para descomponer peróxido de hidrógeno. Para evaluar esta propiedad, se usaron diferentes concentraciones del extracto acuoso (de 40 a 80 $\mu\text{g/mL}$). Los resultados obtenidos indicaron que 40 $\mu\text{g/mL}$ se determinó un 65.4% de capacidad de descomponer el peróxido de hidrógeno.

Barrido de radicales superóxido. Para esta determinación se utilizó como referencia el ácido ascórbico. En esta prueba se considera que el aumento de absorbancia indica una mayor concentración de radicales superóxido. Los resultados mostraron una disminución de la absorbancia al aumentar la concentración de extracto indicando, de esta manera, que el extracto de la planta en estudio mostró la capacidad de barrido de radicales libres; capacidad comparable con la observada en el ácido ascórbico. Los resultados anteriores se muestran en la Figura 5.

Kalanchoe pinnata posee propiedades antioxidantes comparables con los estándares de ácido gálico y ácidos ascórbico, usados como referencias para estas metodologías. Posee alto contenido de fenoles y terpenoides, razón por la que algunas de las propiedades de la planta pueden ser explicadas. Adicionalmente, contiene esteroides y glucósidos, que le proporcionan propiedades adicionales utilizadas dentro de la medicina tradicional.

Figura 5. Poder reductor, barrido de radicales superóxidos, actividad antirradical (DPPH) y habilidad para descomponer peróxido de hidrógeno de un extracto acuoso de *Kalanchoe pinnata* (n=3).



Actividad Antirradical. DPPH	
Muestra ($\mu\text{g/mL}$)	% de actividad
Ácido ascórbico (10 $\mu\text{g/mL}$)	99.58
Extracto acuoso KP	77.36

Habilidad para descomponer H_2O_2	
Concentración de la muestra ($\mu\text{g/mL}$)	%
40	65.4

Estudios realizados por otros grupos de investigación han demostrado resultados semejantes a los encontrados en este trabajo. En muestras pulverizadas de materia seca de hojas y tallos de *Kalanchoe*

pinnata se han reportado 18 esteroides aislados (Akihisa et al., 1991). En el 2009, Salahdeen y colaboradores evaluaron los efectos neurofarmacológicos de las hojas y tallos de *Kalanchoe pinnata* mediante una maceración con agua destilada en ratones, aplicando dosis de 50, 100 y 200 mg/kg (Salahdeen and Yemitan, 2009). Obteniendo como resultado una disminución de la actividad neurológica de forma dependiente a la dosis. En 2014, Kamal y colaboradores determinaron la actividad antibacteriana, antifúngica y la fitotoxicidad de las hojas y tallos de *Kalanchoe pinnata* (Kamal et al., 2014). Los resultados mostraron que los extractos probados poseían actividades antimicrobianas y antifúngicas leves o no significativas. En 2019, de Araujo y colaboradores determinaron la actividad cicatrizante de un extracto por maceración de las hojas de *Kalanchoe pinnata*, comparando dos cremas que contenían un extracto acuoso de *Kalanchoe pinnata* al 6 y 0.15 % (de Araújo et al., 2019). Ambas cremas se evaluaron tópicamente en un modelo de escisión de rata durante 15 días. En el día 12, los grupos tratados con extracto de hoja y cremas de flavonoides exhibieron $95,3 \pm 1,2\%$ y $97,5 \pm 0,8\%$ de curación, respectivamente. Se observó que los glicósidos de flavonol fueron los principales compuestos fenólicos en el extracto de hoja de *Kalanchoe pinnata*. Concluyendo que los flavonoides de *Kalanchoe pinnata* podrían jugar un papel fundamental en la cicatrización de heridas. Los resultados observados con ambas cremas indicaron que el uso del extracto crudo de *Kalanchoe pinnata* debió ser más rentable que el compuesto aislado.

En este trabajo se identificaron los fitoconstituyentes de las hojas de la planta originaria de una región templada de México. Se sabe que la síntesis de estos compuestos varía en función de muchos factores, uno de ellos el ambiental. En los extractos acuosos de la planta se identificaron taninos, terpenoides, esteroides, glucósidos y fenoles. Esto indicó que las hojas de la planta podrían tener propiedades antioxidantes. Cuando se evaluaron se observó que los extractos presentaron alta actividad de secuestro de radicales libres, poder reductor y capacidad de secuestrar radicales superóxidos y descomponer peróxido de hidrógeno. Esto convierte a las hojas y posiblemente a la planta completa en objeto de estudio importante por su posible aplicación en patologías que estén relacionadas con procesos inflamatorios y la presencia de especies reactivas de oxígeno. En relación con ello, existen varios grupos de investigación que utilizan algunos de los compuestos de origen vegetal contra patologías como el asma, las enfermedades neurológicas y cardiovasculares. Quiñones y colaboradores, mencionan que las cardiopatías constituyen la principal causa de muerte en el mundo. También menciona que se han realizado experimentos que han demostrado que una dieta rica en polifenoles vegetales puede mejorar la salud y disminuir la incidencia de estas enfermedades. Los polifenoles actúan de forma que pueden modular la actividad de diferentes enzimas; interferir en mecanismos de señalización y en distintos procesos celulares mediante su participación en reacciones de óxido-reducción dentro del metabolismo celular (Ayala-Mata et al., 2019; Quiñones et al., 2012; Schopf, 2006).

4 CONCLUSIONES

El estudio de las plantas con potencial medicinal es de suma importancia debido a que uno de los problemas de su consumo es la poca información sobre el contenido de compuestos químicos que las conforman. Muchas plantas, como la que se ha expuesto en este trabajo, se han catalogado como “milagrosas” por su amplia variedad de propiedades, incluyendo a *Kalanchoe pinnata*. Como se ha escrito anteriormente, se le han adjudicado muchas propiedades, sin embargo, la pregunta a contestar es ¿Por qué posee dichas propiedades? El presente trabajo tuvo como objetivo comenzar el estudio de esta planta originaria del estado de México dentro del municipio de Texcoco, ya que en ese lugar también se conoce como la hierba del cáncer y es utilizada como alimento en ensaladas con la finalidad de atacar este tipo de padecimientos. Cuando se comenzó el análisis solo se tenía conocimiento de lo referente en la literatura y fue a partir de la investigación de los diferentes procedimientos de identificación y evaluación, como se logró conocer el contenido de algunas de las sustancias que componen sus hojas. Lo que llamó más la atención fueron sus propiedades antioxidantes, ya que resultaron comparables con compuestos que se usan como referentes. Ello abre una amplia ventana de posibilidades para realizar diversos estudios, así como posibles protocolos de investigación relacionados con su aplicación dentro de la prevención o cura de varios padecimientos en donde la participación de estrés oxidativo y la inflamación resultan determinantes.

Como perspectivas de este trabajo se encuentran ampliar el estudio de los componentes fitoquímicos y las propiedades antioxidantes en las diversas partes de la planta, así como en plantas crecidas en diferentes climas. Lo anterior se debe a que se sabe que la generación de metabolitos secundarios está influenciada por un gran número de factores como la edad de la planta, las condiciones de crecimiento, la parte de las plantas, entre otras. De la misma forma establecer protocolos de estudio con la finalidad de evaluar sus propiedades de prevención o curación de enfermedades que sean originadas por un desequilibrio de las especies reactivas de oxígeno (estrés oxidativo) y los procesos de inflamación que son consecuencia de lo anterior.

REFERENCIAS

- Akihisa, T., Kokke, W. C. M. C., Tamura, T., & Matsumoto, T. (1991). Sterols of *Kalanchoe pinnata*: First report of the isolation of both C-24 epimers of 24-alkyl- Δ 25-sterols from a higher plant. *Lipids*, 26(8), 660–665. <https://doi.org/10.1007/BF02536432>
- Ayala-Mata, F., Barrera-Mendoza, C., Cortés-Rojo, C., Montoy-Pérez, R. del C., García-Pérez, M., & Rodríguez-Orozco, A. (2019). Antioxidantes en asma: polifenoles. *Medicina Interna de Mexico*, 35(2), 223–234.
- Barba-Ahuatzin, B. (2015). Las plantas sagradas mexicanas. *Ciencia*, 66(3), 48–59.
- Capote, K. R., & Miranda, E. C. (1999). Estrés oxidativo y envejecimiento. *Revista Cubana de Investigaciones Biomedicas*, 18(2), 67–76.
- de Araújo, E. R. D., Félix-Silva, J., Xavier-Santos, J. B., Fernandes, J. M., Guerra, G. C. B., de Araújo, A. A., Araújo, D. F. de S., de Santis Ferreira, L., da Silva Júnior, A. A., Fernandes-Pedrosa, M. de F., & Zucolotto, S. M. (2019). Local anti-inflammatory activity: Topical formulation containing *Kalanchoe brasiliensis* and *Kalanchoe pinnata* leaf aqueous extract. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 113, 108721. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2019.108721>
- Domínguez, F. (2015). La biotecnología y las plantas medicinales. *Ciencia*, 66(3), 76–83. https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66_3/PDF/Biotecnologia.pdf
- Dorado-Martínez, C., Vargas, Concepción, R.-A., & Rivas-Arancibia, S. (2003). Estrés oxidativo y neurodegeneración. *Edigraphic.Com MG Rev Fac Med UNAM*, 46(6), 229–235.
- Herrera, I., Hernandez, M. J., Lampo, M., & Nassar, J. M. (2012). Plantlet recruitment is the key demographic transition in invasion by *Kalanchoe daigremontiana*. *Population Ecology*, 54(1), 225–237. <https://doi.org/10.1007/s10144-011-0282-5>
- Herrera, I., & Nassar, J. M. (2009). Reproductive and recruitment traits as indicators of the invasive potential of *Kalanchoe daigremontiana* (Crassulaceae) and *Stapelia gigantea* (Apocynaceae) in a Neotropical arid zone. *Journal of Arid Environments*, 73(11), 978–986. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.05.004>
- Kamal, Y., Ch, B. A., Uzair, M., Irshad, N., Yaseen, M., & Hussain, I. (2014). Different extracts of leaves of *Kalanchoe Pinnata*. *Journal of Clinical Microbiology*, 6(4), 446–450.
- Landete, J. M. (2012). Updated Knowledge about Polyphenols: Functions, Bioavailability, Metabolism, and Health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52(10), 936–948. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.513779>
- Lizárraga, C. E., & Hernández, C. (2018). Polifenoles de la cáscara de mango para la acuicultura. *Revista Ciencia, February*, 5–11.
- Ohnishi, M., Morishita, H., Iwahashi, H., Toda, S., Shirataki, Y., Kimura, M., & Kido, R. (1994). Inhibitory effects of chlorogenic acids on linoleic acid peroxidation and haemolysis. *Phytochemistry*, 36(3), 579–583. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)89778-2](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)89778-2)
- Oyaizu, M. (1986). Studies on products of browning reaction. Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *The Japanese Journal of Nutrition and Dietetics*, 44(6), 307–315. <https://doi.org/10.5264/eiyogakuzashi.44.307>
- Pattewar, S. V. (2012). *Kalanchoe pinnata*: Phytochemical and pharmacological profile. *International Journal of Pharmaceutical Science and Research*, 3(04), 993–1000.

- Perez-de la Cruz, A., Abilés, J., & Castaño-Pérez, J. (2008). [r e v i s i ó n] Estrés oxidativo y su implicación en distintas patologías. *Nutrición Clínica En Medicina, II*, 45–64.
- Quideau, S., Deffieux, D., Douat-Casassus, C., & Pouységu, L. (2011). Plant Polyphenols: Chemical Properties, Biological Activities, and Synthesis. *Angewandte Chemie International Edition, 50*(3), 586–621. <https://doi.org/10.1002/anie.201000044>
- Quiñones, M., Miguel, M., & Alexandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria: Organo Oficial de La Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral, 27*(1), 76–89. <https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.1.5418>
- Ruch, R. J., Cheng, S., & Klaunig, J. E. (1989). Prevention of cytotoxicity and inhibition of intercellular communication by antioxidant catechins isolated from Chinese green tea. *Carcinogenesis, 10*(6), 1003–1008. <https://doi.org/10.1093/carcin/10.6.1003>
- Salahdeen, H. ., & Yemitan, O. . (2009). Neuropharmacological effects of aqueous leaf extract of *Bryophyllum pinnatum* in mice. *African Journal of Biomedical Research, 9*(2), 101–107. <https://doi.org/10.4314/ajbr.v9i2.48782>
- Schopf, J. W. (2006). Fossil evidence of Archaean life. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 361*(1470), 869–885. <https://doi.org/10.1098/rstb.2006.1834>
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. J. (1965). Colorimetry to total phenolics with phosphomolybdic acid reagents. *American Journal of Enology and Viniculture, 16*(48), 144–158.
- Sofowora, A. (1982). *Medicinal plants and traditional medicine in Africa* (U. P. Ibadan (ed.); 2nd ed.). Wiley.
- Tkalec, M., Car, D., Gospočić, J., Križaić, I., Duž, K., & Vidaković-Cifrek, Ž. (2012). Response of *Kalanchoe daigremontiana* to wounding and infection with *Agrobacterium tumefaciens*. *Periodicum Biologorum, 114*(1), 83–90.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T. D., Mazur, M., & Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology, 39*(1), 44–84. <https://doi.org/10.1016/j.biocel.2006.07.001>
- Visioli, F., Lastra, C. A. D. La, Andres-Lacueva, C., Aviram, M., Calhau, C., Cassano, A., D'Archivio, M., Faria, A., Favé, G., Fogliano, V., Llorach, R., Vitaglione, P., Zoratti, M., & Edeas, M. (2011). Polyphenols and Human Health: A Prospectus. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 51*(6), 524–546. <https://doi.org/10.1080/10408391003698677>
- Yadav, N., Yadav, R., & Goyal, A. (2014). Chemistry of terpenoids. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research, 27*(2), 272–278.