

**Actividad antioxidante *in vitro* y  
compuestos fenólicos de las hojas de  
*Beautempisia avicenniifolia* (Kunth) Gaudich  
(Capparaceae)**

**Antioxidant activity *in vitro* and phenolic  
compounds of leaves of *Beautempisia avicenniifolia*  
(Kunth) Gaudich (Capparaceae)**

***Victor E. Villarreal La Torre, Cesar Gamarra Sánchez, Carmen Silva  
Correa, José Cruzado Razco & Guillermo Ruiz Reyes***

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional de Trujillo, PERÚ.

***Noé Costilla Sánchez & Luis Zevallos Torres***

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Trujillo, PERÚ.

***Juan Marlon García Armas***

Universidad Privada Antenor Orrego, Av. América Sur 3145, Urb. Monserrate, Trujillo, PERÚ



## Resumen

El objetivo de este trabajo fue determinar la concentración de los compuestos fenólicos presentes en las hojas de *Beautempisia avicenniifolia* (Kunth) Gaudich (Capparaceae) y su capacidad antioxidante, con el propósito de encontrar una nueva alternativa para combatir el estrés oxidativo y las enfermedades crónico degenerativas, problemas de salud de interés actual. Las hojas fueron tomadas del tercio medio de la planta, luego lavadas y secadas a temperatura ambiente y en oscuridad. Se trituraron, tamizaron y los polifenoles fueron extraídos con metanol y secado a rotavapor. El extracto seco se resuspendió en metanol y se cuantificaron los polifenoles totales con el reactivo de Folin-Ciocalteu por espectrofotometría molecular. Los flavonoides en términos de quercetina fueron determinados por HPLC y la actividad antioxidante, por espectrofotometría molecular mediante la reducción del radical 2,2-difenol-1-picrilhidrazil (DPPH). El contenido de compuestos fenólicos fue de  $0,0237 \pm 0,0002$  g%, el de quercetina de 23,8873 mg% y se encontró una capacidad antioxidante lenta, con una  $IC_{50}$  de  $0,3984 \pm 0,0286$  mg de quercetina. Como conclusión, la concentración de compuestos fenólicos con capacidad reductiva es medianamente alta, de los cuales una gran concentración son flavonoides de polaridad media a baja; los flavonoides fueron identificados mediante ensayos IR y demostraron tener una capacidad antioxidante *in vitro* de cinética lenta.

**Palabras clave:** Capparaceae, polifenoles, antioxidante, quercetina.

## Abstract

The objective of this work was to determine the concentration of phenolic compounds in leaves of *Beautempisia avicenniifolia* (Kunth) Gaudich, and its antioxidant capacity, in order to find a new alternative to treat oxidative stress and chronic degenerative diseases, health problems of current interest. The leaves were taken from the middle third of the plant, then washed and dried at ambient temperature and under darkness. They were crushed, sieved and the polyphenols were extracted with methanol and dried on rotary evaporator. The dry extract was resuspended in methanol and the total polyphenols were quantified with the Folin-Ciocalteu reagent by molecular spectrophotometry. Flavonoids in terms of quercetin were determined by HPLC and the antioxidant activity by molecular spectrophotometry by the reduction of the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH). The content of phenolic compounds was  $0.0237 \pm 0.0002$  g%, of quercetin was 23.8873 mg% and a slow antioxidant capacity was found, with an  $IC_{50}$  of  $0.3984 \pm 0.0286$  mg of quercetin. As conclusion, the concentration of phenolic compounds with reducing capacity is moderately high, of this a high concentration are flavonoids of medium to low polarity; the flavonoids were identified by IR assays and demonstrated to have an *in vitro* antioxidant capacity of slow kinetics.

**Keywords:** Capparaceae, polyphenols, antioxidant activity, quercetin.

**Citación:** Villarreal, V.; C. Gamarra; C. Silva; J. Cruzado; S. Ruiz Reyes; N. Costilla; L. Zevallos & J. García. 2019. Actividad antioxidante *in vitro* y compuestos fenólicos de las hojas de *Beautempisia avicenniifolia* (Kunth) Gaudich (Capparaceae). *Arnaldoa* 26 (1): 409 - 420. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.261.26121>

## Introducción

*Beautempisia avicenniifolia* (Kunth) Gaudich (*B. avicenniifolia*) (Capparaceae) es un arbusto costero, que habita en las zonas desérticas, médanos y dunas, generalmente

asociada a especies arbóreas y arbustivas; es fácil encontrarla también en zonas ribereñas o en los bordes de caminos, laderas rocosas, terrenos de aluvión, pedregosos, laderas abiertas, cercos y rastrojos, mezclándose con vegetación

umbrófila o del bosque xerofítico de la costa como lo menciona Mostacero & Mejía (2009); por otro lado Iltis (1789), menciona que sus hojas suelen ser usadas en forma de cata plasma para aliviar dolores musculares y el sarpullido; también, es utilizado como antiescorbútico por su contenido en vitamina C, antineurítico y antiespasmódico.

Vidaurre *et al.* (2007) en su trabajo sobre las características farmacognósticas de las hojas de *B. avicenniifolia*, menciona que esta planta presenta aceites y grasas, triterpenos y esteroides, alcaloides, taninos, flavonoides, resinas, catequinas, antocianidinas y proteínas. A su vez, Villarreal & Soto (2015) en un análisis anatómico e histoquímico de las hojas de *B. avicenniifolia*, identificaron lípidos totales, esteroides, compuestos fenólicos totales, flavonoides, taninos, lignanos, aminoácidos y alcaloides. En ambos casos resalta la presencia de alcaloides, taninos y flavonoides, siendo estos últimos compuestos de gran importancia biológica actual según Saeed *et al.* (2012), por sus propiedades antioxidantes y anticancerígenas.

Chen *et al.* (2004) nos mencionan que es importante el consumo de compuestos fenólicos, como los flavonoides, cuando las defensas antioxidantes del organismo no son totalmente eficientes, ya que se incrementa la formación de radicales libres, mecanismo denominado como estrés oxidativo.

Saeed *et al.* (2012) adiciona que las especies reactivas de oxígeno (ROS), se forman tras la adición de electrones individuales, y están involucradas en el desarrollo de varias enfermedades y en la aceleración del envejecimiento causadas por el estrés oxidativo. Tanto ellos como

Ghasemi *et al.* (2009) dicen que el estrés oxidativo, es un factor que favorece, de manera importante, el desarrollo de enfermedades crónicas degenerativas como el cáncer, padecimientos cerebrales o cardíacos. Es generado por el desbalance de la producción de ROS y la defensa antioxidante del organismo, generando daños oxidativos; tanto Ismail *et al.* (2004) como Wolfe & Rui (2007) dicen que esto se puede dar por una deficiencia en los mecanismos de defensa antioxidante o por el incremento de ROS, por la exposición a elevadas concentraciones de ROS, una activación excesiva de ROS o por la presencia de toxinas metabolizadas por ROS, generado por inflamaciones crónicas o infecciones.

Además de ello, Serrano & Soriano (2010) nos recuerdan que tenemos a las enfermedades crónicas degenerativas, que se han posicionado entre las primeras causas de muerte con un costo en morbilidad y complicaciones cada vez más alto. Dentro de estas enfermedades crónicas degenerativas, que contribuyen a aumentar la prevalencia mundial de enfermedad muerte se encuentran las enfermedades neoplásicas, uno de los principales problemas de salud pública.

Es por ello que Wolfe & Rui (2007) resaltan la importancia del consumo exógeno de antioxidantes por medio de la dieta, al incrementar la protección del cuerpo y ayudar a combatir enfermedades cardíacas y cáncer, además del interés por la búsqueda de nuevas fuentes naturales con contenido de polifenoles antioxidantes. Un polifenol, según Fu *et al.* (2017), puede ser definido como antioxidante si cumple con dos condiciones: (1) A bajas concentraciones relativas al sustrato a oxidar es capaz de detener, retardar o prevenir la autooxidación, o es mediador

de la oxidación causada por los radicales libres; y (2) El radical formado como resultado de la reacción, debe de ser estable y no es capaz de participar en las reacciones en cascada de oxidaciones.

Huang *et al.* (2005) brindan diversos métodos para determinar la capacidad antioxidante se pueden dividir en dos grandes categorías: (1) Los basados en la reacción de transferencia de átomo de hidrogeno (HAT), que emplean un compuesto generador de radicales libres, un indicador molecular oxidable y un antioxidante; y (2) Los basados en las reacciones de transferencia de un solo electrón (ET), que constan de una reacción redox con el oxidante como indicador del final de la reacción

La capacidad de reducción del radical 2,2-difenol-1-picrilhidrazil (DPPH.), es un método HAT que consta en una mezcla de una solución metanólica de DPPH. con la solución de una sustancia antioxidante (Napavichayanun *et al.*, 2017). Xie *et al.* (2008) dicen que la reacción es monitoreada a 515 nm por 45 minutos o hasta que la absorbancia sea estable. Al término de la reducción, el color de la solución desaparece y se calcula el porcentaje de inhibición. Una desventaja de este método es que muchas sustancias con actividad antioxidantes que reaccionan con radicales peroxilo, no reaccionan o reaccionan lentamente con DPPH.

Los compuestos fenólicos, como los flavonoides de las hojas de *B. avicenniifolia* son fuente de compuestos antioxidantes naturales, y en la actualidad son apreciados por su actividad biológica, para el tratamiento y prevención de ciertas enfermedades crónicas degenerativas, además, se conoce que la *B. avicenniifolia* es una planta endémica y se encuentra en

zonas de fácil acceso.

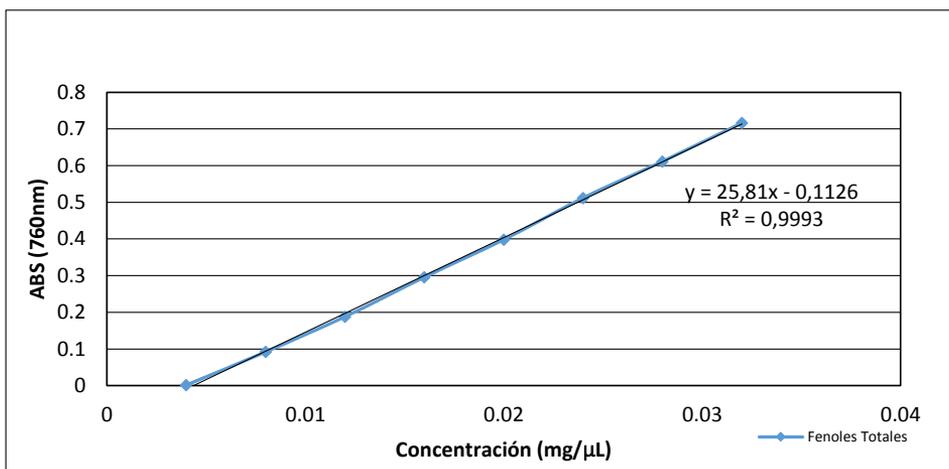
## Materiales y métodos

Las hojas de *B. avicenniifolia* fueron recolectadas del distrito de San Pedro de Lloc, provincia de Pacasmayo, departamento de La Libertad; lugar situado a los 7°26'30''S, 79°29'43''O y a 51 m.s.n.m., la identificación botánica se realizó en el *herbarium Truxillensis* (HUT) de la Universidad Nacional de Trujillo.

Los compuestos fenólicos fueron extraídos utilizando como base lo estipulado por Barrón *et al.* (2011) y Serrano & Soriano (2010), por lo cual se empleó 0,5 g de muestra seca y 10 mL de metanol, agitando la mezcla durante 30 minutos. Concluido el tiempo, se centrifugó la muestra para separar el sólido, al que se le adicionó nuevamente 10 mL de metanol, manteniendo en agitación por 30 minutos. Posteriormente se combinó los extractos y se concentraron en un rotaevaporador hasta obtener un extracto seco.

Para la identificación de compuestos fenólicos por coloración, se depositó tres gotas del extracto metanólico en una depresión de la placa de toque y se le adicionó una microgota de solución de tricloruro férrico al 10%; además, se realizó el ensayo de Shinoda según Lock (2016) y Domínguez (1988).

La concentración de fenoles totales en los extractos fue determinada por espectrofotometría, basándose en la reacción colorimétrica de óxidoreducción, empleando como agente oxidante el reactivo de Folin-Ciocalteu, siguiendo la metodología descrita por Ghamesi *et al.* (2009).



**Fig. 1.** Curva de calibración de ácido gálico para fenoles totales: absorbancia vs. concentración (ecuación de la recta:  $Y = 25,81X - 0,1126$ ;  $R^2=0,9993$ ).

La extracción de flavonoides fue realizada según Martínez (2010) por lo que se empleó 0,5 g de muestra seca desengrasada con 10mL de éter de petróleo, que fue macerada en 10 mL de etanol 70% por una hora en ultrasonido. Posteriormente, el extracto se concentró por calentamiento no superior a 50°C en rotaevaporador y fue fraccionado con éter etílico (extracción de flavonoides apolares), acetato de etilo (extracción de flavonoides medianamente polares) y n-butanol (extracción de flavonoides polares - glucósidos). Cada fracción fue analizada por HPLC (Fu *et al.*, 2017) encontrándose mayor concentración en la fracción con éter etílico. En el análisis por HPLC se empleó columna RP-18, detectando a 254 nm y eluyendo con mezclas de acetonitrilo/ agua con ácido acético al 1% en diferentes proporciones, y empleando quercetina como sustancia patrón.

En el análisis por espectrofotometría infrarrojo (IR) del extracto etanólico se utilizó 30 g de muestra seca desengrasada con tres porciones de 30 mL de éter de

petróleo, la que se maceró con 50 mL de etanol 70% por una hora en ultrasonido. El extracto obtenido se evaporó con calentamiento no superior a los 50°C en rotaevaporador y posteriormente se eliminó la mayor cantidad de clorofila y sustancias no polares bajo particiones con cloroformo. El marco fue resuspendido en 2 mL de alcohol absoluto y se analizó por IR (Martínez, 2010).

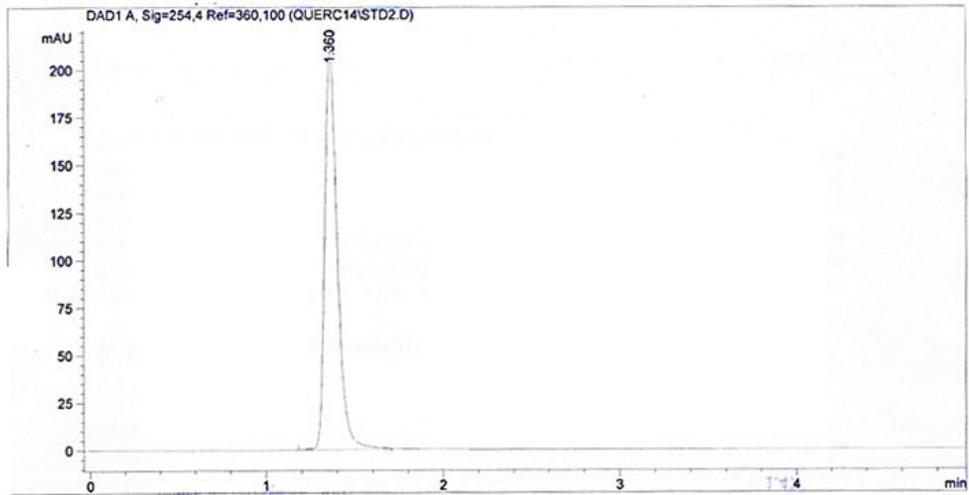


Fig. 2. Cromatograma de quercetina patrón (0,092mg/mL).

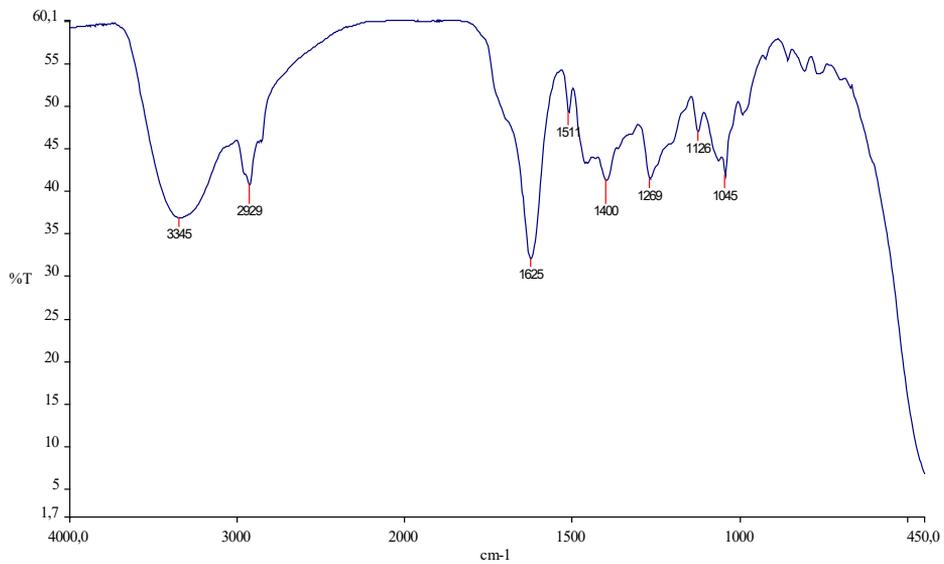


Fig. 3. Espectro infrarrojo del extracto concentrado de *Capparis avicenniifolia* Kunth.

La capacidad de reducción del radical DPPH. se evaluó agregando 300 µL de solución de DPPH. en metanol (0,5 mM) y se mezcló con 5 mg de muestra diluida en 3 mL de metanol. El decremento de absorción fue monitoreado a 517 nm después de 45 minutos de reacción. El porcentaje de inhibición del radical fue calculado con la siguiente fórmula:

$$\%Inhibición = [(A_{C(0)} - A_{A(t)})/A_{C(0)}] \times 100$$

Donde:

$A_{C(0)}$  = Absorbancia del control negativo en el momento de preparación de la solución.

$A_{A(t)}$  = Absorbancia de la muestra después de 45 minutos.

Se calculó el valor IC<sub>50</sub> que es la concentración de antioxidante necesaria para inhibir 50% de radicales libres (Xie *et al.*, 2008).

## Resultados

La identificación taxonómica de la especie *B. avicenniifolia* se realizó en el *Herbarium Truxillensis* de la Universidad Nacional de Trujillo (el número del depósito legal es: 50973), donde se determinó que la especie vegetal recolectada era la de interés y tiene la siguiente clasificación taxonómica descrita por Ulloa *et al.* (2017):

Clase: Equisetopsida C. Agardh

Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht.

Superorden: Rosanae Takht.

Orden:

Brassicales Bromhead

Familia: !!Capparaceae Juss.

Género: *Beautempsia* Gaudich.

El ensayo con solución de tricloruro férrico al 10% determinó la presencia de

compuestos fenólicos en los extractos realizados a partir de *B. avicenniifolia*.

Los compuestos fenólicos totales fueron determinados por el método de Folin- Ciocalteu y son reportados como equivalentes a ácido gálico por la curva estándar ( $Y = 25,81X - 0,1126$ ;  $R^2=0,9993$ ) y dando como resultado una concentración de  $0,0237 \pm 0,0002$ g en 100g de hojas.

La determinación de la concentración de flavonoides se realizó, empleando quercetina como estándar y mediante Cromatografía Líquida de Alta Performance (HPLC), en tres extractos de distintas polaridades, mostrando que 100g de hojas contienen 23,8873mg de flavonoides totales, de los cuales 10,5956mg son medianamente polar y 13,2917mg son apolares.

Aunque el espectro infrarrojo de los flavonoides no se usa mucho actualmente, a manera corroborativa se obtuvo el espectro infrarrojo del extracto etanólico de *Capparis avicenniifolia* Kunth del cual se identificaron los distintos picos y bandas mostrados en la Tabla 1.

**Tabla 1:** Picos y bandas del espectro infrarrojo del extracto de hojas de *B. avicenniifolia* y sus respectivos grupos funcionales.

Pico o Banda (cm-1)	Grupo Funcional
3345	- OH
2929	C(sp2) - H
1625	C = O
1400	- CH <sub>2</sub>
1269	- CH <sub>3</sub>
1126	C - O
1045	C - H

Finalmente, el extracto presentó actividad antioxidante detectable, al capturar radicales libres del DPPH en

medio líquido, actividad antioxidante presentada como IC<sub>50</sub> en la Tabla 2.

**Tabla 2:** Valor IC<sub>50</sub> - flavonoides: capacidad antioxidante.

Gramos de Hoja	Valor IC <sub>50</sub> (mg)	Desviación Estándar
1,2784 ± 0,0919	0,3984	± 0,0286mg

### Discusión

El ensayo con tricloruro férrico al 10% confirma la presencia de compuestos fenólicos en las hojas de *B. avicenniifolia* tal y como lo menciona Vidaurre (2007) y Villarreal (2015); la reacción mostró una coloración azul-negra, afirmando que los compuestos fenólicos presentes derivan del ácido gálico, esto permitió continuar con la cuantificación empleando ácido gálico como estándar (Domínguez, 1988).

La cuantificación colorimétrica de compuestos fenólicos por el método Folin - Ciocalteu mostró una cantidad nada despreciable de estos compuestos, contrastando estos resultados con el trabajo realizado por Gracia (2006) sobre "Cuantificación de Fenoles y Flavonoides

Totales en Extractos Naturales", en la Universidad Autónoma de Querétano en México, se puede observar que esta planta contiene una mayor cantidad de compuestos fenólicos que la *Malva sylvestris* y el *Chenopodium murale*, sin embargo, los "berros" (*Nasturtium officinale*), la "hierba de venado" (*Damianaturnera diffusa* willd), entre otras contienen una cantidad considerablemente mayor de compuestos fenólicos, además de ello, Singleton *et al.*, (1998) fundamenta este método como una reacción óxido - reducción, que permite aseverar que precisamente estos agentes fenólicos tienen actividad antioxidante, lo que ratificamos con nuestros hallazgos mediante el ensayo con DPPH.

Los flavonoides son uno de los compuestos fenólicos más importantes

al ser responsable mayoritariamente de las acciones antioxidantes (Domínguez, 1988), siendo la quercetina uno de los más reconocidos por sus propiedades antioxidantes por lo que es importante cuantificar los flavonoides equivalentes a quercetina. Múltiples estudios, como el de Barrón *et al.* (2011), han asociado la presencia de este metabolito con la actividad antioxidante de una amplia variedad de frutos y otras especies y, aunque es poco probable la presencia de quercetina en estas hojas al no hallarse flavonoides en la fracción n-butanólica (polar), se puede presumir que la actividad antioxidante se deba a los flavonoides presentes en las fracciones de éter etílico y acetato de etilo (apolares y medianamente polares respectivamente) ya que múltiples estudios describen que algunos de sus derivados glicosídicos de quercetina presentan menor actividad antioxidante que la aglicona por la unión del azúcar al OH del C - 3 (Martinez, 2010), por otro lado, Mithen *et al.* (2010) describe que muchas especies del género Capparaceae contienen glucosinolatos, principalmente glucosinolato de metilo, sustancia que no fue hallada en este sistema pero que Camacho (2012) si encuentra en especies localizadas en el departamento de Lambayeque - Perú.

En el espectro infrarrojo se observa la banda representativa del radical hidroxilo a los 3300 cm<sup>-1</sup> y el pico representativo a los carbonílicos a los 1625 cm<sup>-1</sup>, radicales presentes en algunos tipos de los flavonoides y con lo cual podemos aseverar su presencia en las hojas de esta planta (Martinez, 2010), aunque no podemos precisar el flavonoide presente, si podemos identificar a que grupo pertenece, pues la técnica solo nos permite determinar los grupos funcionales mas no

la estructura en sí, y más aun tratándose de una familia tan grande y diversa como son los flavonoides. Los grupos funcionales identificados (hidroxilos y carbonilos) nos permiten inferir que los tipos de flavonoides presentes pueden ser flavonoles o flavanonoles, pues ambos tipos presentan grupos hidroxilos y carbonílicos; sin embargo, esto es factible de solo estar presente un único tipo de flavonoides (Domínguez, 1988).

La actividad antioxidante por captura de radicales libres del DPPH en medio líquido, confirma la actividad antioxidante, la cual es presentada como IC50 (Tabla 02), que es la concentración de antioxidante necesaria para inhibir el 50% de radicales libres. Sánchez-Moreno (2002) clasificó el desempeño antioxidante de varias sustancias de acuerdo con la cinética de la reacción, como: <5 min, rápida; entre 5 y 30 min, intermedia; y >30 min como lenta; para este caso, la muestra tuvo una cinética lenta (Sanchez, 2002).

Aunque la actividad antioxidante es generalmente atribuible a los compuestos fenólicos, estos no son los únicos compuestos que pueden presentar esta actividad, múltiples efectos sinérgico que presenta los flavonoides con tocoferoles, palmitato ascorbil, ácido cítrico ya han sido reportados (Hraš *et al.*, 2000).

### Contribución de los autores

VVLT.: Concepción, diseño, recolección de datos y aprobación final; NCS: Análisis e interpretación de datos, aprobación final; LZT: Análisis de datos y revisión crítica; CGS: Interpretación de resultados, aprobación final; CSC: Análisis Fitoquímico y cromatográfico; GRR: Análisis Fitoquímico y de IR;

JMGA: Análisis e interpretación de datos, aprobación final.

### Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

### Literatura citada

- Barrón, R.; M. García; M. Soto; T. Colinas & G. Kite.** 2011. Flavonoids and antioxidant activity of *Calia secundiflora* (Ort.) Yakovlev. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 34(3): 151–157. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84859192526&#38;partnerID=40&#38;md5=c78791682fbd909e287ed96c185019c>
- Camacho, M. & A. Pastor.** 2012. Caracterización Estructural de Metabolitos Secundarios de *Capparis Ovalifolia*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Chen, I.; H. Chang; H. Yang & G. Chen.** 2004. Evaluation of Total Antioxidant Activity of Several Popular Vegetables and Chinese Herbs : A Fast Approach with ABTS / H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> / HRP System in Microplates. *Journal of Food and Drug Analysis*, 12(1): 29–33.
- Domínguez, X.** 1988. Método de investigación fitoquímica (Reimpresa). Limusa. Disponible en: [https://books.google.com.mx/books/about/Métodos\\_de\\_investigación\\_fitoquímica.html?hl=es&id=YwGStgAACAAJ](https://books.google.com.mx/books/about/Métodos_de_investigación_fitoquímica.html?hl=es&id=YwGStgAACAAJ)
- Fu, M.; Y. Xu; Y. Chen; J. Wu; Y. Yu; B. Zou; G. Xiao.** 2017. Evaluation of bioactive flavonoids and antioxidant activity in *Pericarpium Citri Reticulatae* (*Citrus reticulata* 'Chachi') during storage. *Food Chemistry*, 230: 649–656. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.098>
- Ghasemi, K.; Y. Ghasemi & M. Ebrahimzadeh.** 2009. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 citrus species peels and tissues. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 22(3): 277–281.
- Gracia, M.** 2006. Cuantificación de Fenoles y Flavonoides Totales en Extractos Naturales. Universidad Autonoma de Querétaro. Available from [http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2007/56\\_1UAQGarciaNava.pdf](http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2007/56_1UAQGarciaNava.pdf)
- Hraš, A.; M. Hadolin; Ž. Knez, & D. Bauman.** 2000. Comparison of antioxidative and synergistic effects of rosemary extract with  $\alpha$ -tocopherol, ascorbyl palmitate and citric acid in sunflower oil. *Food Chemistry*, 71(2): 229–233. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00161-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00161-8)
- Huang, D.; O. Boxin & R. Prior.** 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6): 1841–1856. Available from: <https://doi.org/10.1021/jf030723c>
- Iltis, H.** 1789. *Capparaceae* Juss. *Genera Plantarum* (Vol. 24). Nicaragua.
- Ismail, A.; Z. Marjan & C. Foong, C.** 2004. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chemistry*, 87(4): 581–586. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.010>
- Lock, O.** 2016. Investigación Fitoquímica: Métodos en el estudio de productos naturales (Tercera). Lima, Perú: Departamento Académico de Ciencias - PUCP.
- Martínez, A.** 2010. Flavonoides. In *Farmacognosia y Fitoquímica*. Medellín.
- Mithen, R.; R. Bennett & J. Marquez.** 2010. Glucosinolate biochemical diversity and innovation in the Brassicales. *Phytochemistry*, 71(17–18): 2074–2086. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.09.017>
- Mostacero, J. & F. Mejía.** 2009. *Fanerógamas del Perú: Taxonomía, Utilidad y Ecogeografía* (Primera Ed). Trujillo, Perú: CONCYTEC.
- Napavichayanun, S.; O. Lutz; M. Fischnaller; T. Jakschitz; G. Bonn & P. Aramwit.** 2017. Identification and quantification and antioxidant activity of flavonoids in different strains of silk cocoon, *Bombyx mori*. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 637: 58–65. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.abb.2017.08.010>
- Saeed, N.; M. Khan & M. Shabbir.** 2012. Antioxidant activity, total phenolic and total flavonoid contents of whole plant extracts *Torilis leptophylla* L. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 12(1): 1174. Available from: <https://doi.org/10.1186/1472-6882-12-221>
- Sanchez, C.** 2002. Review: Methods Used to Evaluate the Free Radical Scavenging Activity in Foods and Biological Systems. *Food Science and Technology International*, 8(3): 121–137. Available from: <https://doi.org/10.1106/108201302026770>
- Serrano, M. & J. Soriano.** 2010. Evaluación de la Actividad Antioxidante para el aprovechamiento del Muérgado que infesta la zona Chinampera de Xochimilco. *Casa Abierta Al Tiempo*.
- Singleton, V.; R. Orthofer & R. Lamuela, R.** 1998.

Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299(1974): 152–178. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)

- Ulloa, C.; P. Acevedo; S. Beck; M. Belgrano; R. Bernal; P. Berry; L. Brako; M. Celis; G. Davidse; S. Gradstein; O. Hokche; B. León; S. León; R. Magill; D. Neill; M. Nee; P. Raven, Stimmel; M. Strong; J. Villaseñor; J. Zarucchi; F. Zuloaga & P. Jørgensen.** 2017. An integrated assessment of vascular plants species of the Americas. *Science* 358: 1614–1617, f. 1–4.
- Vidaurre, M.; L. Querevalu; E. De los Rios & S. Ruiz.** 2007. Características farmacognósticas de las hojas de *Capparis avicennifolia*. *Rev. Med. Vallejiana*, 4(2): 121–131.
- Villarreal, V. & M. Soto.** 2015. Anatomía e Histoquímica de las Hojas de *Capparis avicennifolia* Kunth. *In* *Crescendo*, 6(1): 44–55.
- Wolfe, K. & H. Rui.** 2007. Cellular antioxidant activity (CAA) assay for assessing antioxidants, foods, and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(22): 8896–8907. Available from: <https://doi.org/10.1021/jf0715166>
- Xie, Z.; J. Huang; X. Xu & Z. Jin.** 2008. Antioxidant activity of peptides isolated from alfalfa leaf protein hydrolysate. *Food Chemistry*, 111(2): 370–376. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.078>

