

Revista Ciencia UNEMI

Vol. 9, N° 20, Septiembre 2016, pp. 29 - 35

ISSN 1390-4272 Impreso

ISSN 2528-7737 Electrónico

Evaluación de la capacidad antioxidante y metabolitos secundarios de extractos de dieciséis plantas medicinales

Ana, Echavarría^{1-2*}; Haydelba, D´Armas¹⁻²; Nubia-Lisbeth, Matute-L.²;
Carmita, Jaramillo²; Luisa, Rojas-de-Astudillo²; Ricardo, Benitez³

Resumen

El presente estudio evaluó la capacidad antioxidante de los extractos de dieciséis plantas medicinales: escoba amarga (*Parthenium hysterophons*), ajeno (*Artemisia absinthium*), guarumo (*Cecropia obtusifolia*), chaya (*Cnidioscolus chayamansa*), borraja (*Borago officinalis*), balsa (*Ochroma sp.*), linaza (*Linum usitatissimum*), hierba Luisa (*Cymbopogon citratus*), toronjil (*Melissa officinalis*), buganvilla (*Bougainvillea spectabilis*), alcachofa (*Cynara scolymus*), guaviduca (*Piper carpunya*), altamisa (*Ambrosia cumanensis*), diente de león (*Taxacum officinales*), buscapina (*Parietaria officinalis*) y moringa (*Moringa oleifera*). Para ello, se usó el método DPPH (radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil); además, se realizaron ensayos de reconocimiento de metabolitos secundarios a fin de obtener los primeros indicios de compuestos de interés fitoquímico. La actividad captadora de radicales libres de los extractos se expresó como valor de IC₅₀ (µg/mL) (cantidad necesaria para inhibir la formación de radicales DPPH en un 50%). El valor bajo de IC₅₀ refleja mejor acción eliminadora de radicales libres. Aunque la mayoría de las muestras evaluadas mostraron buena capacidad antioxidante con este método (DPPH), los ensayos de los extractos hidro-alcohólicos demuestran que la alcachofa (IC₅₀ 9,89 µg/mL), moringa (IC₅₀ 11,4 µg/mL) y borraja (IC₅₀ 14,0 µg/mL) presentaron mayor capacidad antioxidante. Mediante las pruebas químicas de caracterización, se detectó la presencia de flavonoides, taninos, triterpenos, alcaloides y saponinas en la mayoría de las especies analizadas (aproximadamente 56-69%); tan sólo un 20% de las mismas mostró la presencia de polifenoles, glucósidos cianogénicos, lactonas, cumarinas, esteroides y antraquinonas. Según los resultados, se podría considerar a estas plantas como fuentes prometedoras de metabolitos secundarios con actividad antioxidante.

Palabras Clave: capacidad antioxidante; metabolitos secundarios; plantas medicinales.

Evaluation of antioxidant capacity and secondary metabolites of sixteen medicinal plants extracts

Abstract

This study evaluated the antioxidant capacity of sixteen medicinal plants: Escoba amarga (*Parthenium hysterophons*), ajeno (*Artemisia absinthium*), guarumo (*Cecropia obtusifolia*), chaya (*Cnidioscolus chayamansa*), borraja (*Borago officinalis*), balsa (*Ochroma sp.*), linaza (*Linum usitatissimum*), hierba Luisa (*Cymbopogon citratus*), toronjil (*Melissa officinalis*), buganvilla (*Bougainvillea spectabilis*), alcachofa (*Cynara scolymus*), guaviduca (*Piper carpunya*), altamisa (*Ambrosia cumanensis*), diente de León (*Taxacum officinales*), buscapina (*Parietaria officinalis*) and moringa (*Moringa oleifera*). For this, the DPPH (radical 1, 1-difenil-2-picrilhidrazil) method was used; furthermore, recognition assays of secondary metabolites were performed, in order to obtain the first signs of phytochemical compounds of interest. The free radical scavenging activity of the extracts was expressed as IC₅₀ value (g/mL) (necessary amount to inhibit the formation of 50% of DPPH radical). The low value of IC₅₀ reflects better free radical scavenging action. Although most of the samples tested showed good antioxidant capacity with this method (DPPH), tests of hydro-alcoholic extracts show that alcachofa (IC₅₀ 9.89 mg/mL), moringa (IC₅₀ 11.4 mg/mL) and borraja (IC₅₀ 14.0 mg/mL) were those with higher antioxidant capacity. Through chemical characterization tests, the presence of flavonoids, tannins, triterpenes, alkaloids and saponins were detected in most of the analyzed species (approximately 56-69%); only 20% of them showed the presence of polyphenols, cyanogenic glycosides, lactones, coumarins, anthraquinones and sterols. According to the results obtained, these plants might be considered as promising sources of secondary metabolites with antioxidant activity.

Keywords: antioxidant capacity; medicinal plants; secondary metabolites.

Recibido: 26 de julio de 2016

Aceptado: 13 agosto de 2016

¹Universidad Técnica de Machala, Provincia del Oro, Ecuador,

²Universidad Estatal de Milagro, Provincia de Guayas, Ecuador,

³Universidad del Cauca-Popayán, Colombia

*echavarría@tecal.udl.cat, anapaola8@yahoo.com

I. INTRODUCCIÓN

Numerosos estudios de plantas medicinales se han realizado desde hace décadas, a causa del uso potencial como fuente de sustancias con propiedades biológicas. Uno de los componentes principales de las plantas son los antioxidantes, sustancias existentes en determinados alimentos que actúan protegiendo al organismo de la acción de los radicales libres, causantes de los procesos de envejecimiento y otras enfermedades (Gutiérrez Zavala, et al., 2007). Asimismo, el estrés oxidativo ha sido asociado a la patogénesis de muchas enfermedades humanas, tales como: arterioesclerosis, artritis, demencia, cáncer, entre otras (Castañeda et al., 2008); es por ello que el uso de antioxidantes es estudiado de forma intensiva; teniendo en cuenta las características que presentan los alimentos enriquecidos en vitaminas antioxidantes, algunas plantas medicinales podrían incluirse dentro del grupo de alimentos funcionales o nutracéuticos.

Los seres vivos que utilizan el oxígeno para la generación de energía, liberan radicales libres, por lo cual deben existir mecanismos de defensa contra estas especies químicas y así asegurar la vida. La formación de radicales libres mediante procesos naturales conduce a la oxidación de biomoléculas, dando lugar a diversas enfermedades. Los organismos fotosintéticos como las plantas, están expuestos a ambientes muy oxidativos, por lo que poseen un sistema antioxidante muy eficaz (Finkel y Holbrook, 2000).

Las plantas *Artemisia absinthium*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Taraxacum officinale*, *Parthenium hysterophorus* y *Cynara scolymus* pertenecen a la familia *Asteraceae*; *A. absinthium* L., es digestivo, estimulante del apetito y la secreción de los jugos gástricos y bilis (Abad M, 2011); *A. Artemisiifolia*, se utiliza para desinflamar, previene el paludismo, es antihelmíntico, antiespasmódico y regula la menstruación (Blair y Madrigal, 2005). *T. officinale* es diurético, evita los cálculos renales, escorbuto, laxante, limpia el hígado y es estimulante del apetito (Macha, 2014); *P. hysterophorus*, se utiliza para los padecimientos digestivos, dolor de estómago, fiebre intestinal, antihelmíntico, reumatismo, antitusígeno y paludismo (Águila et al., 2000); *C. scolymus*, en el tratamiento de la anemia, diabetes, fiebre, gota, reumatismo y piedras en vías urinarias (Esteva-Espinosa, 2003).

La especie vegetal *C. citratus* (familia *Poaceae*) tiene un efecto tónico, estomacal, digestiva, antiespasmódica

y carminativa (Madaleno y Montero, 2012); *M. officinalis* (familia *Lamiaceae*), usos medicinales desmayos, decaimiento de ánimo, vértigos, migraña, cólicos nerviosos, espasmos, calambres, dolores neurálgicos (Acevedo, 2013). *P. carpunya* (familia *Piperaceae*), se utiliza para aliviar cólicos menstruales, estomacales, úlceras gástricas, inflamaciones y controlar la diarrea (Cárdenas-Tello, 2016); *M. oleífera* (familia *Moringaceae*), se usa para controlar azúcar en sangre, evitar la formación de tumores, combatir infecciones bacterianas, controlar los niveles de colesterol, limpiar el hígado y riñones, antiinflamatorio, energizante, ayuda a la circulación y la digestión (Olson y Fahey, 2011).

La especie *B. officinalis* L (familia *Boraginaceae*), se emplea en la medicina tradicional se usa como depurativo, emoliente, béquico, diurético, laxante, expectorante, antipirético, diaforético, galactógeno, antiinflamatorio de las vías urinarias, afecciones de los bronquios y expectorante (Fonnegra y Jiménez, 2007); *Ochroma sp* (familia *Malvaceae*), se utiliza para aliviar dolores de cabeza, inflamación de la garganta, y tratar el resfriado. *C. obtusifolia* (familia *Urticaceae*), se utiliza para la arterioesclerosis, asma, fracturas óseas, hematomas, diarrea, fiebre, infecciones genitales, herpes, trastornos renales, trastornos hepáticos, úlceras bucales y linguales, obesidad, enfermedad de Parkinson, inflamación reumática, enfermedades de la piel, verrugas y heridas, disminuir la presión arterial, efectos diuréticos y reducción de los niveles de azúcar en sangre (Pérez-Guerrero et al., 2001).

Tradicionalmente, *C. nidoscolus chayamansa* (familia *Euphorbiaceae*) se emplea para enfermedades del riñón como piedras e inflamación, como diurético, contra la obesidad, diabetes, reumatismo, hemorroides, acné, estreñimiento, colitis, gastritis, problemas circulatorios, osteoporosis, colesterol alto, presión alta de la sangre y para estimular la lactancia (Valenzuela Soto, 2015); *B. spectabilis* (familia *Nyctaginaceae*), es usada tradicionalmente como antibacteriano, antidiarreico, reducir la acidez de estómago, como infusión para frenar la tos y aliviar afecciones pulmonares. *L. usitatissimum* (familia *Linaceae*), se usa para combatir el estreñimiento, inflamaciones intestinales, catarro, colesterol y triglicéridos, arteriosclerosis, maduración de abscesos y forúnculos, combatir la ictericia; *P. officinalis* (familia *Urticaceae*), se utiliza para evitar la formación de arenilla en los riñones, para tratar inflamaciones renales o de la vejiga (cistitis), evitar la retención de líquidos,

ayuda en las enfermedades reumáticas, tratamiento de mala circulación e hipertensión arterial y problemas de estómago (Hilgert *et al.*, 2010).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la presencia de metabolitos secundarios y la capacidad antioxidante de los extractos de dieciséis plantas de uso ancestral y medicinal cultivadas en Ecuador, a través de pruebas de caracterización química y del ensayo de la decoloración del radical DPPH, respectivamente.

II. DESARROLLO

1. Materiales y métodos

Obtención de los extractos: los ejemplares de las especies vegetales escoba amarga (*Parthenium hysterophorus*), ajeno (*Artemisia absinthium*), guarumo (*Cecropia obtusifolia*), chaya (*Cnidioscolus chayamansa*), borraja (*Borago officinalis*), balsa (*Ochroma sp.*), linaza (*Linum usitatissimum*), hierba Luisa (*Cymbopogon citratus*), toronjil (*Melissa officinalis*), buganvilla (*Bougainvillea spectabilis*), alcachofa (*Cynara scolymus*), guaviduca (*Piper carpunya*), altamisa (*Ambrosia cumanensis*), diente de León (*Taxacum officinales*), buscapina (*Parietaria officinalis*) y moringa (*Moringa oleifera*) en estado óptimo de desarrollo vegetativo y fitosanitario se recolectaron en ecosistemas naturales de las provincias El Oro y Azuay (Ecuador) en agosto de 2014; siendo procesados en el laboratorio, sin almacenamiento previo.

Obtención del extracto alcohólico: las hojas de las plantas se lavaron con agua destilada y fueron colocadas en un secador artesanal y, posteriormente, llevadas a la estufa a 37 ° C (MEMMERT SNB 400 con flujo de aire). Para la obtención del extracto alcohólico, 20 g de cada materia vegetal molida (molino Lab. Mill serial No. 56969, Type AR 400 Erweka®, Germany) fueron macerados con 100 ml con etanol al 70%, a temperatura ambiente, durante 48 horas, luego filtradas al vacío y pulverizadas.

Tamizaje fitoquímico: se evaluó los principales componentes químicos presentes en las especies estudiadas, mediante pruebas químicas de caracterización, tales como: Ensayos de saponinas, taninos, triterpenoides y/o esteroides, quinonas (una fracción y ensayo directo), antocianinas, reconocimiento de cumarinas, siguiendo la metodología sugerida por Martínez (1998), con algunas modificaciones.

Para el reconocimiento de polifenoles (flavonoides), leucoantocianidinas y cardiotónicos, se utilizó 10 g de

muestra fresca finamente triturada, añadiendo un volumen de 50 mL de alcohol etílico. Posteriormente, se calentó al baño María con agitación durante unos 5 min y finalmente se filtró. Cuando la muestra presentó clorofilas, se le añadió al filtrado un volumen igual de solución de acetato de plomo al 4% que contenía ácido acético al 0,5 %, se agitó y se dejó reposar por 15 minutos, para proceder a filtrar la solución; con el filtrado obtenido se realizaron ensayos de reconocimiento de flavonoides, leucoantocianidinas y glucósidos cianogénicos, con el reactivo de Kedde. (Murillo y Méndez, 2007)

El reconocimiento de alcaloides se realizó utilizando los reactivos de Dragendorff, Mayer, Valser y reineckato de amonio (Maldoni, 1991). Previo al ensayo con la muestra biológica, se hizo un ensayo con un estándar de quinina en solución ácida.

Capacidad antioxidante: la actividad antioxidante de los extractos se evaluó mediante la capacidad captadora del radical DPPH• (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) (Brand-Williams *et al.*, 1995), utilizando la metodología de Rojano *et al.* (2008). Un volumen de 990 µL de una solución metanólica de DPPH se mezcló con 10 µL de las soluciones hidro-etanólicas (50:50) de cada extracto a varias concentraciones; las mezclas se dejaron en reposo y en ausencia de luz durante 30 minutos, se leyó la absorbancia a 517 nm en un espectrofotómetro. Los resultados fueron convertidos a porcentaje de inhibición y expresados como capacidad antioxidante en µmol de equivalentes Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-carboxílico);TE/g Equivalente (AAE) a ácido Ascórbico. Los datos de todas las pruebas se llevaron a cabo por triplicado.

2. Resultados

En la Figura 1 se observa la capacidad antioxidante, medida por el porcentaje de captación de radicales libres, para extractos de las hojas de las plantas estudiadas a diferentes concentraciones (10, 20, 30, 40, 50,75 y 100µg/mL).

Aunque la mayoría de las muestras evaluadas presentaron capacidad antioxidante el método (DPPH), los extractos hidro-alcohólicos demuestran que *C. scolymus* o alcachofa 95,7%, *M. oleifera* o moringa 97,9% y *B. officinalis* o borraja 96,3% fueron los que mostraron mayor capacidad antioxidante; seguidos por *P. carpunya* (guaviduca) 95,8%, *P. hysterophorus* (escoba amarga) 88,4 % y *T. officinale* (diente de león) con 71,2% a 100 ug/mL. De lo anteriormente

referido, se puede observar que algunos de estos extractos superaron al control positivo, ácido ascórbico (vitamina C) que presentó 90,5% a la misma concentración.

De acuerdo con los datos del IC₅₀ que se observan en la Figura 2, existe una relación inversamente proporcional, a menor valor del IC₅₀ mayor actividad

anti radical. Obteniendo IC₅₀ 9,89 µg/mL para la *C. colymus* o alcachofa, IC₅₀ 11,4 µg/mL para la *M. oleifera* o moringa y IC₅₀ 14,0 µg/mL *B. officinalis* o borraja, los cuales presentaron mayor capacidad antioxidante; seguidos por *P. carpanya* (guaviduca), *P. hysterophorus* (escoba amarga) y *T. officinale* (diente de león).

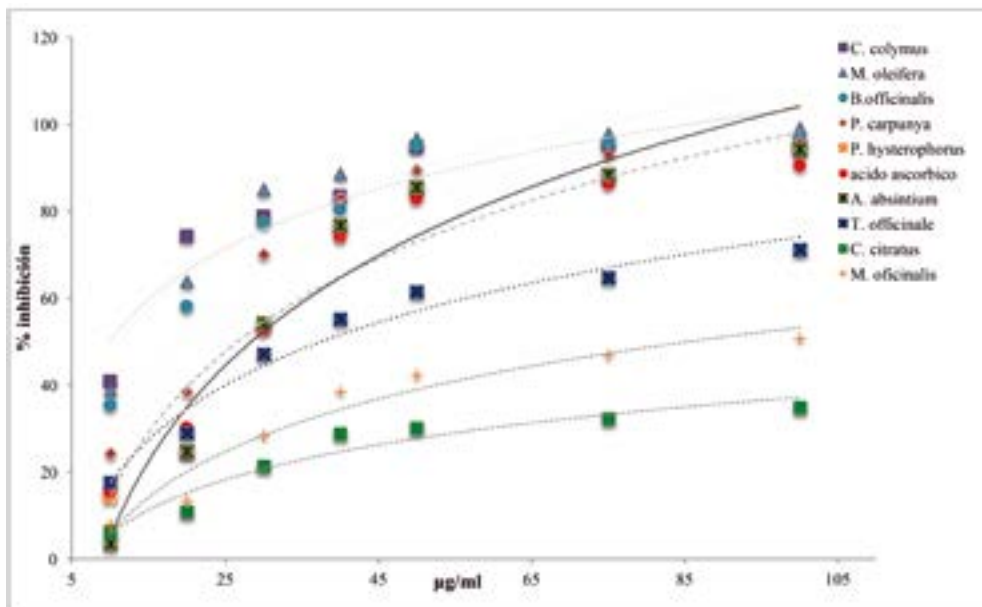


Figura 1. Capacidad antioxidante de las especies vegetales estudiadas (capacidad captadora del radical DPPH).

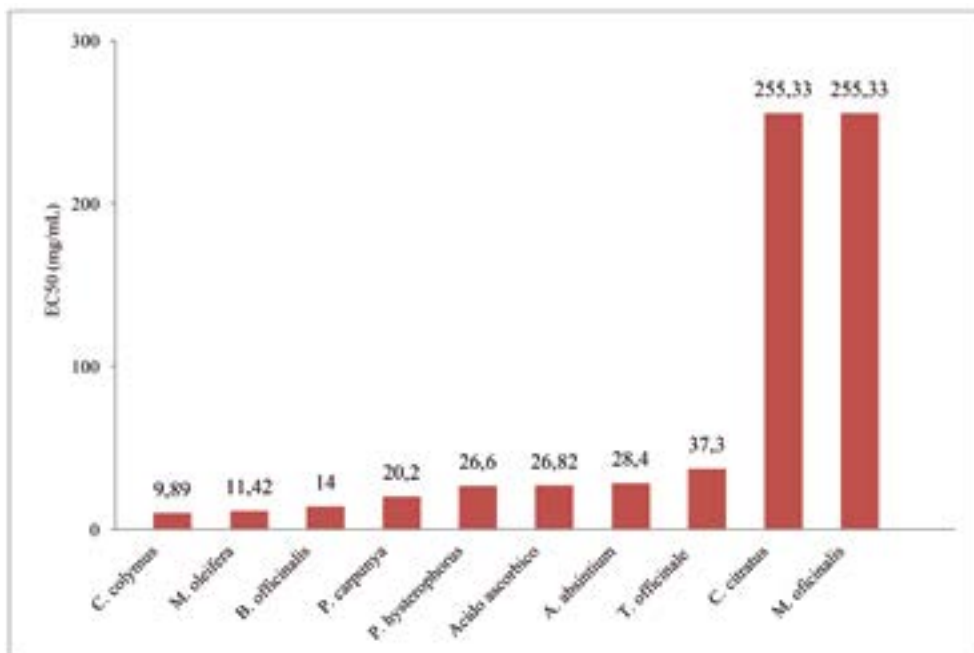


Figura 2. Actividad antioxidante expresada como coeficiente de inhibición IC₅₀ de las especies vegetales estudiadas.

El análisis fitoquímico reveló la presencia de familias de metabolitos secundarios, en los extractos etanólicos de las especies vegetales estudiadas; así se detectó la presencia de flavonoides, taninos, triterpenos pentacíclicos, alcaloides y saponinas en la mayoría de las especies (Tabla 1). Específicamente, el porcentaje de extractos que mostraron metabolitos secundarios pertenecientes a una misma familia química, fueron de 43,8; 56,3; 62,5 y 68,8% para saponinas, alcaloides, flavonoides-taninos y triterpenos, respectivamente; por lo que se puede observar que son los flavonoides, taninos y triterpenos los compuestos más abundantes dentro del grupo de plantas analizadas. Tan sólo un 25,0 y 31,3% de las mismas mostró la presencia de polifenoles

y glucósidos cianogénicos, respectivamente, y un 12,5% poseen lactonas, cumarinas, esteroides insaturados y antraquinonas.

De igual forma, como puede apreciarse en la Tabla 1, al analizar el porcentaje de metabolitos presentes por cada extracto, se observó que el extracto alcohólico de las hojas de *P. carpunya* mostró la mayor presencia de núcleos secundarios (47,1%), seguido del extracto alcohólico de las hojas de *C. colymus* (41,2%); presentando los extractos de *P. hysterophorus*, *C. obtusifolia*, *B. officinalis*, *B. spectabilis* y *M. oleifera*, un 35,3% de metabolitos y el resto de los extractos poseen una menor cantidad de los mismos.

Tabla 1. Metabolitos secundarios detectados en los extractos alcohólicos de las plantas medicinales analizadas

Familia de Compuestos	Muestras (especie vegetal)																%emf
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Flavonoides	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	62,5
Flavonoles	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	12,5
Antocianinas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	6,25
Polifenoles	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	25,0
Triterpenos	+	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	68,8
Sesquiterpens	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,25
Alcaloides	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	56,3
Glucósidos cardiotónicos	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,3
Esteroides	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,5
Cumarinas	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	12,5
Saponinas	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	43,8
Taninos	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	62,5
Mucilagos	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,25
Ligninas	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,25
Lactonas	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	18,8
Antraquinonas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	12,5
%mpe	35,3	17,6	35,3	5,9	35,3	11,8	11,8	17,6	17,6	35,3	41,2	47,1	29,4	29,4	17,6	35,3	

(+): presencia; (-): ausencia; %mpe: porcentaje de metabolitos presentes por cada extracto; %emf: porcentajes de extractos con metabolitos pertenecientes a la misma familia química. 1. escoba amarga (*Parthenium hysterophorus*), 2. ajeno (*Artemisia absintium*), 3. guarumo (*Cecropia obtusifolia*), 4. chaya (*Cnidioscolusaconitifolius*), 5. borraja (*Borago officinalis*), 6. balsa (*Chroma pyramidale*), 7. linaza (*Linum usitatissimum*), 8. hierba Luisa (*Cymbopogon citratus*), 9. toronjil (*Melissa officinalis*), 10. buganvilla (*Bougainvillea spectabilis*), 11. alcachofa (*Cynaras colymus*), 12. guaviduca (*Piper carpunya*), 13. altamisa (*Ambrosia cumanensis Kunth*), 14. diente de león (*Taraxacum officinale*), 15. buscapina (*Parietaria officinalis*), 16. moringa (*Moringa oleifera*).

3. Discusión

Si bien es cierto que existen diferentes métodos para evaluar la actividad antioxidante, ya sea in vitro o in vivo, los métodos in vitro permiten tener una idea aproximada de lo que ocurre en situaciones complejas, in vivo. Uno de los métodos más utilizados es DPPH, ya que presenta una excelente estabilidad en ciertas condiciones. El DPPH es

un radical libre que puede obtenerse directamente sin una preparación previa, lo que lo hace de gran utilidad en el estudio simultáneo de varias plantas. (Castañeda et al., 2008)

Los resultados obtenidos indican que los extractos de *C. colymus*, *M. oleifera*, *B. officinalis*, *P. carpunya* y *T. officinale* poseen tanto flavonoides como taninos en su

composición química, por lo cual la actividad antioxidante mostrada por estas plantas, pudiera atribuirse a la acción sinérgica de ambos tipos de metabolitos; sin embargo, *P. hysterothorus* también mostró una buena capacidad antioxidante a pesar de la ausencia de taninos, por lo cual ésta podría ser solo atribuida a la presencia de flavonoides en dicha planta. En particular, *M. oleifera*, *B. spectabilis* y *P. carpinia* fueron las únicas especies que exhibieron la presencia de compuestos polifenólicos, además de flavonoides y taninos, posiblemente todos causantes de la actividad observada.

En este sentido y en concordancia con los resultados obtenidos en esta investigación, Jáuregui et al. (2006) indican que la capacidad antioxidante en una especie vegetal no viene dada sólo por la suma de las capacidades antioxidantes de cada tipo de metabolito presente, también depende del microambiente en el que se encuentre el compuesto, pudiendo interactuar entre sí, produciéndose efectos sinérgicos o inhibitorios. Como es sabido, los compuestos fenólicos en general, lo cual incluye a polifenoles, taninos, flavonoides, flavonoles, coumarinas, son metabolitos esenciales para el crecimiento y reproducción de las plantas y actúan como agentes protectores frente a patógenos, siendo secretados como mecanismo de defensa a condiciones de estrés, tales como infecciones, radiaciones UV, entre otros. (Cai et al., 2006)

Entre las plantas estudiadas, *Moringa oleifera* presenta mayor capacidad antioxidante y se detectaron compuestos fenólicos en el análisis fitoquímico realizado a esta planta, al igual que los obtenidos por Guzmán-Maldonado et al. (2015). En relación a *Cynaras colymus*, al comparar los resultados obtenidos con los de Cruzado et al. (2013), se concluye que estos extractos tienen un alto porcentaje de capacidad antioxidante y presentan contenido fenólico. Otro de los extractos que mostró mayor actividad antioxidante con un 96,3%, fue el de *Borogo officinalis*. Siendo los compuestos fenólicos el grupo más extenso de sustancias no energéticas presentes en los alimentos de origen vegetal (Quinones et al., 2012). Existe una correlación directa entre los valores del % de inhibición y los metabolitos secundarios detectados, lo que explica que los extractos de estas especies vegetales contienen mayor diversidad de compuestos fenólicos.

Estudios epidemiológicos han mostrado que dietas ricas en alimentos vegetales reducen de forma significativa la incidencia y tasas de mortalidad de enfermedades degenerativas causadas por el estrés

oxidativo (Prior, 2005). Este efecto protector ha sido atribuido principalmente a los compuestos fenólicos y a la actividad antioxidante presentes en dichos alimentos vegetales.

Según los resultados obtenidos, se podría considerar a las plantas medicinales analizadas como fuentes promisorias de componentes o principios activos (compuestos fenólicos) con actividad antioxidante que deberían ser aislados e identificados, considerándose además el uso de estas especies vegetales como una base importante, para un alimento funcional y/o nutracéutico promisorio en una alimentación saludable.

III. CONCLUSIONES

Los diferentes extractos de las plantas estudiadas, presentaron una buena actividad antioxidante, siendo los extractos etanólicos de borraja (*B. officinalis*), alcachofa (*C. scolymus*) y moringa (*M. oleifera*) los que presentaron una mayor capacidad de captación de radicales libres. Es recomendable seguir realizando estudios adicionales por medio de otros métodos y técnicas de aislamiento e identificación estructural de los principios activos presentes en estos extractos estudiados en el presente trabajo, que han presentado una gran capacidad antioxidante.

Agradecimientos

Agradecemos de manera especial al Proyecto Prometeo de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia y Tecnología de la República de Ecuador (SENESCYT) por su patrocinio en este trabajo.

IV. REFERENCIAS

- Abad M, Bedoya L y Bermejo P (2011). The Artemisia L. Genus: A Review of Bioactive Essential Oils. *Molecules*, 17(3) 2542-2566.
- Acevedo D., Navarro M y Montero P. (2013). Composición Química del aceite esencial de las hojas de toronjil (*Melissa officinalis* L.). *Información Tecnológica*, 24(4), 49-54.
- Águila B., Meneses R., González L., Madrigal E y Fernández D. (2000). Extracto acuoso de escoba amarga. Estudio preliminar de sus propiedades. *Revista Cubana plantas medicinales*, 5, 123-4.
- Blair S y Madrigal B. (2005). Plantas antimaláricas de Tumaco, Costa Pacífica Colombiana, ed. Universidad de Antioquia. 49p.
- Brand-Williams W., Cuvelier M. E y Berset C. (1995). Use

- of free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT. Food Science and Technology* 28: 25- 30.
- Cai Y., Sun M., Xing J., Luo Q., y Corke H. (2006). Structure-radical scavenging activity relationships of phenolic compounds from traditional Chinese medicinal plants. *Life Science*, 78(25), 2872-2888.
- Cárdenas-Tello, C., Pozo-Rivera, W., Almirall, E. y Roque, A. (2016). Fitoquímica de extractos de *Ocotea quixos* y *Piper carpunya*, potenciales fungo controladores. *Qualitas*, 11, 56-83. ISSN: 1390-6569.
- Castañeda B., Ramos E y Ibáñez L. (2008). Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas. *Horizonte Medical*, 8 (1), 56-72.
- Cruzado, M., Pastor, A., Castro N y Cedrón C. (2013). Determinación de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de extractos de alcachofa (*Cynara scolymus* L.). *Sociedad Química del Perú*. 79 (1)
- Esteva-espinoza E. (2003). Uso farmacéutico de las hojas de alcachofa. Formación universitaria del farmacéutico: prácticas tuteladas. *Fitoterapia*, 22 (9): 138-140.
- Finkel T y Holbrook N.J. (2000). Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*, 408, 239-247.
- Fonnegra G y Jiménez S. (2007). *Plantas medicinales aprobadas en Colombia: mastrante y borraja*. Antioquia. 2a edición. Ed. Universidad de Antioquia, Colombia. 370p.
- Gutiérrez Z, A., Ledesma R L., García G I. y Grajales C O. (2007). Capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas, México. *Revista Cubana de Salud Pública*, 33(1). Versión Online ISSN 0864-3466
- Guzmán, S., Zamarripa, A y Hernández L (2015). Calidad nutrimental y nutracéutica de hoja de moringa proveniente de árboles de diferente altura. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(2), 317-330.
- Hilgert N., Higuera M., Kristensen M. (2010). La medicina herbolaria en el contexto urbano. Estudio de caso en un barrio de la ciudad de Tandil. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 9 (3), 177-190.
- Jáuregui, A., Ramos-Escudero, F., Alvarado-Ortiz, C., y B. Castañeda. (2007). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Revista de la Sociedad Química de Perú*, 73 (3), 142-149.
- Quiñones, J., Trujillo, R., Capdesuñer, Y., Quirós, Y. y Hernández de la Torre M. (2013). Potencial de actividad antioxidante de extractos fenólicos de *Theobroma cacao* L. (cacao). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18 (2).
- Machaca, F. (2014). Efecto toxicológico del jincho (*Heracium neoherreriae*), altamisa (*Ambrosia arborescens*), diente de león (*Taraxacum officinale*), huira huira (*Pseudognaphalium spicatum*) y mishico (*Bidens andicola*) en ratas (*wistar*). *Investigaciones altoandinas*, 16 (01).
- Madaleno, I. M y Montero, M. C. (2012). El cultivo urbano de plantas medicinales, su comercialización y uso fitoterapéuticos en la ciudad de Río Cuarto, provincia de Córdoba, Argentina. *Cuadernos Geográficos*, 50, 63-85.
- Maldoni B (1991). Alkaloids Isolation and Purification. *J Chem Educ*, 68: 700- 703.
- Martínez M. A. (1998). Manual de prácticas para el laboratorio de Fitoquímica. Universidad de Antioquia, Medellín, 700-703.
- Murillo, E. y Méndez, J. (2007). Guía metodológica para la detección rápida de algunos metabolitos secundarios. Ibagué, Colombia: Universidad de Tolima.
- Olson M. y Fahey J (2011). Moringa oleifera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1071-1082.
- Pérez-Guerrero C., Herrera M. y Ortiz R. (2001). A pharmacological study of *Cecropia obtusifolia* Bertol aqueous extract. *Journal Ethnopharmacology*, 76(3), 279-284.
- Prior, R. L., Wu, X y Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 239-262.
- Rojano B., Sáez J., Schinella G., Quijano J, Vélez E y Gil A. (2008). Experimental and theoretical determination of the antioxidant properties of isoespintanol (2-Isopropyl-3, 6-dimethoxy-5-methylphenol). *Journal of Molecular Structure*. 877:1- 6.
- Valenzuela S, R., Morales R, M., Verde S, M., Oranday C, A., Preciado-R, P., González, J y Esparza R, J. (2015). *Cnidioscolus chayamansa* hidropónica orgánica y su capacidad hipoglucemiante, calidad nutracéutica y toxicidad. *Revista Mexicana Agrícola*, 6(4), 815-825.