



Vol. 26, No 1, 2
Enero - Junio 2018

CIENTIFICA



An International Refereed Scientific Journal
of the Facultad Experimental de Ciencias
at the Universidad del Zulia

Esta publicación científica en
formato digital es continuidad
de la revista impresa

Depósito Legal: pp 199302ZU47

ISSN: 1315-2076

CIENCIA 26 (1,2), 48 - 54, 2018
Maracaibo, Venezuela

Contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en chayota (*Sechium edule* Jacq. Sw. cv. "virens levis")

Viluzca Chiquinquirá Fernández Palmar*, María José Rivas Bravo, Kairelys Beatriz
Bencomo Santamaria, Laura Rolymags Soto Arrieta

Laboratorio de Alimentos. Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia.

Recibido: 16-05-2018 Aceptado: 21-06-2018

Resumen

Los compuestos fenólicos son sustancias con propiedades antioxidantes que están ampliamente distribuidas en plantas y forman parte de muchos alimentos de origen vegetal, como las frutas. El propósito de esta investigación fue evaluar el contenido de compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante en chayota (*Sechium edule* Jacq., var. *Virens levis*). Para la caracterización fisicoquímica se emplearon las normas A.O.A.C. La determinación de compuestos fenólicos totales se realizó por el método de Folin-Ciocalteu mientras que para la determinación de la actividad antioxidante se siguió el método del ión radical ABTS. El contenido de compuestos fenólicos totales (mg GAE/100g) en la pulpa de chayota fue de $41,71 \pm 5,42$ para extractos sin purificación y $23,10 \pm 3,58$ extractos purificados. La actividad antioxidante (mg VEAC/100g) fue de $14,57 \pm 1,22$ para extractos sin purificación y $8,07 \pm 0,20$ para extractos purificados empleando ácido ascórbico como patrón de referencia. La actividad antioxidante expresada como VEAG/100 mg (empleando ácido gálico como patrón de referencia) fue de $27,63 \pm 2,52$ para extractos sin purificación y $14,81 \pm 0,74$ mg para extractos purificados. La presencia de estructuras tipo fenólicas fue verificada empleando espectrometría infrarroja. La pulpa de chayota es una fuente de compuestos fenólicos con actividad antioxidante.

Palabras clave: Chayota, compuestos fenólicos y actividad antioxidante,

Total phenolic compounds and antioxidant activity in chayotas (*Sechium edule*
Jacq., variety *Virens levis*)

Abstract

Phenolic compounds are substances with antioxidant properties that are widely distributed in plants and are part of many foods, such as fruits. The purpose of this research was to evaluate the content of total phenolic compounds and antioxidant activity in chayote (*Sechium edule* Jacq., variedad *Virens levis*). For the physicochemical characterization, the methodology of A.O.A.C was used. The determination of total phenolic compounds was carried out by the Folin-Ciocalteu method, while for the determination of the antioxidant activity the ABTS radical ion method was followed. The content of total phenolic compounds (mg GAE /100g) in chayote pulp was 41.71 ± 5.42 for extracts without purification and 23.10 ± 3.58 for purified extracts. The antioxidant activity (mg VEAC/100g) was 14.57 ± 1.22 for extracts without purification and 8.07 ± 0.20 for purified extracts using ascorbic acid as a reference standard. The antioxidant activity expressed as VEAG/100 mg (using gallic acid as the reference standard) was 27.63 ± 2.52 for extracts without purification and 14.81 ± 0.74 mg for purified extracts. The presence of phenolic-type structures was verified using infrared spectrometry. Chayote pulp is a rich source of phenolic compounds with antioxidant activity.

Keywords: Chayote, phenolic compounds antioxidant activity

* fvilu12@gmail.com

Introducción

Las frutas y verduras se consideran un excelente reservorio de compuestos bioactivos que afectan diversos procesos fisiológicos relacionados con los beneficios para la salud¹. Las frutas y vegetales, en adición a los nutrientes esenciales y a una serie de micronutrientes tales como minerales, fibras y vitaminas, aportan diversos metabolitos secundarios de naturaleza fenólica, denominados compuestos fenólicos², que constituyen la fuente más importante de antioxidantes con una ingesta diaria de 1 g/día, la cual es 10 veces mayor a la ingesta de vitamina C y 100 veces mayor a la de vitamina E³.

Los compuestos fenólicos son el grupo más extenso de sustancias no energéticas presentes en los alimentos de origen vegetal. La capacidad de los compuestos fenólicos para modular la actividad de diferentes enzimas y para interferir consecuentemente en mecanismos de señalización y en distintos procesos celulares puede deberse, al menos en parte, a las características fisicoquímicas de estos compuestos, que les permiten participar en distintas reacciones metabólicas celulares de óxido-reducción. En la naturaleza existe una amplia variedad de compuestos que presentan una estructura molecular caracterizada por la presencia de uno o varios anillos fenólicos⁴.

La chayota (*Sechium edule*) es ampliamente cultivada en América. El cultivo fue introducido en América del Sur durante los siglos XVIII y XIX. El género *Sechium* pertenece a la familia de las Cucurbitáceas y a la tribu Scyocae (Schrad). El *Sechium edule* es una planta vivaz, trepadora, monoica y vivípara. Asimismo, es una hortaliza muy versátil, ya que de ella se aprovechan las raíces, los tallos, las hojas, los zarcillos, la semilla, los frutos y las puntas de las guías⁵. La actividad antioxidante del fruto es alta, reportándose porcentajes de inhibición de 80% en extractos metanólicos, por lo cual se puede considerar una fuente importante de estos compuestos en la dieta⁶. Además, el fruto y la semilla contienen varios aminoácidos, entre los cuales se encuentran la lisina, histidina, arginina, ácido aspártico, ácido glutámico, cisteína, valina, isoleucina serina, alanina y tirosina⁵.

El objetivo del presente trabajo es evaluar el contenido de compuestos fenólicos totales y la actividad antioxidante en chayota (*Sechium edule* Jacq. Sw. cv. "virens levis") con el propósito de identificar sus potencialidades nutricionales y fitoquímicas y sus potencialidades como agente protector de la salud mediante la reducción de enfermedades propagadas por el estrés oxidativo.

Materiales y métodos

Todos los reactivos químicos utilizados en esta investigación fueron de grado analítico. El material volumétrico de vidrio fue colocado por 24 h en una disolución acuosa de ácido nítrico diluido posteriormente se lavaron con detergente y se enjuagaron con agua desionizada secándose posteriormente en la estufa a una temperatura de 35 ± 5 °C. El solvente metanol para la extracción de compuestos fenólicos fue empleado directamente sin previa purificación. Así mismo, para la evaluación de la actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos se empleó como patrones el ácido gálico ($C_6H_6O_5$, Riedel-de Haën, 99% de pureza) y ácido ascórbico ($C_6H_2(OH)_3COOH$, Riedel-de Haën, 99% de pureza). La generación química del radical se realizó empleando ABTS marca SIGMA y persulfato de potasio ($K_2S_2O_8$, J.T Baker). Para la preparación de las soluciones y muestras se empleó agua destilada, especificación ASTM D1193.

Obtención de la materia prima

Se colectaron 3 Kg de la hortaliza chayota (*Sechium edule*) la cual fue muestreado de forma aleatoria y sistemática⁷. La recolección se realizó en la población Siquisay, municipio Bocono, estado Trujillo. La hortaliza fue recolectada en su estado de madurez de consumo y posteriormente fueron lavadas con agua con el fin de eliminar partículas extrañas de su superficie y separadas en sus partes constituyentes para su posterior análisis.

Caracterización fisicoquímica de la muestra

Se analizaron las siguientes variables: humedad (A.O.A.C. 22008), cenizas (A.O.A.C 22.026), grasas (A.O.A.C 960.39), proteínas (A.O.A.C 968.06) contenido de fibra (A.O.A.C 14.020)^{8,9}. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

Obtención de los extractos

Para la obtención del extracto se pesaron, en envases de vidrio (7cm alto x 3 de diámetro), 1 g de pulpa y se adicionaron 10 mL de una solución hidroalcohólica de metanol al 70% v/v, posteriormente la muestra se llevó a un baño ultrasónico durante 20 min^{10,11}. Después de la extracción, el sobrenadante se removió en una centrífuga automática (Internacional Equipment Company modelo IEC- Centra MP-4R) a 8.500 rpm durante 20 min a 8 °C. Todos los ensayos se realizaron a 50- 55°C por lo cual se controló continuamente la temperatura del baño ultrasónico, haciendo recircular agua templada en el baño cuando la temperatura se elevaba por encima de

este intervalo. El extracto obtenido fue almacenado en envases ámbar a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta su análisis, el cual se realizó en un tiempo máximo de cuarenta y ocho (48) horas luego de la obtención del extracto.

Determinación del contenido de compuestos fenólicos totales

En un tubo de ensayo, se añadieron $1580\text{ }\mu\text{L}$ de agua destilada, $20\text{ }\mu\text{L}$ de muestra, y $100\text{ }\mu\text{L}$ del reactivo de Folin-Ciocalteu. Después de 1 min, se adicionaron $300\text{ }\mu\text{L}$ de carbonato de sodio (Na_2CO_3) al 20% m/v, se mezcló y se almacenó protegido de la luz por 120 min. La absorbancia se midió a 750 nm (Genesys 10S UV-Vis Spectrophotometer) y la concentración total de compuestos fenólicos se calculó utilizando una curva de calibrado de ácido gálico como estándar ($0\text{-}600\text{ mg/L}$). Los resultados se expresaron en equivalentes de ácido gálico (GAE, por sus siglas en inglés: "Galic Acid Equivalents")¹².

Separación de compuestos fenólicos

Para confirmar que los compuestos fenólicos son los responsables de la actividad antioxidante, los extractos fueron separados empleando cartuchos C18 (Alltech® Maxi-Clean™ Cartridges, High Flow tamaño de partícula; $100\mu\text{m}$ y tamaño de poro: 60 \AA). Los extractos fueron concentrados a sequedad y presión reducida en un rotaevaporador giratorio (Buchi Rotavapor R-215, Suiza) unido a una bomba de aspiración a 45°C . Las muestras se rediluyeron con agua acidificada (HCl al $0,01\%$ v/v) y fueron pasadas por los cartuchos C18 previamente activados con 20 mL de metanol acidificado, seguido de 30 mL de agua acidificada. Los compuestos solubles en agua, incluyendo azúcares y ácidos, se eluyeron con 30 mL de agua acidificada y los compuestos fenólicos se recuperaron con 15 mL de metanol acidificado. Los extractos se emplearon para la cuantificación de contenido de compuestos fenólicos totales y la actividad antioxidante¹³.

Espectros Infrarrojo

Se tomaron los espectros infrarrojos en discos de KBr en un espectrofotómetro Shimadzu IR- Prestige 21 con transformada de Fourier y software IR-resolution versión 1.4.0, cubriendo el rango de 4000 a 4000 1/cm .

Determinación de la Actividad Antioxidante

Método del Cation Radical ABTS•+

El radical catión $\text{ABTS}\bullet+$ se generó químicamente a partir de una solución de la sal diamónica ABTS $7,4\text{ mmol/L}$ y persulfato de potasio ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) $2,6\text{ mmol/L}$. Los extractos o solución patrón (Ácido ascórbico y ácido gálico) se mezclaron con la solución de $\text{ABTS}\bullet+$ a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. La absorbancia fue medida pasados 5 minutos de reacción. Los resultados fueron expresados en $\text{mg de VEAC}/100\text{g}$ y $\text{mg de VEAG}/100\text{g}$ (actividad antioxidante equivalente a ácido ascórbico y ácido gálico, por sus siglas en inglés).

Análisis Estadístico

Los tratamientos fueron dispuestos en un Diseño Completamente al Azar (DCA) y la existencia de diferencias significativas entre los parámetros evaluados se analizaron considerando una distribución normal mediante el análisis de la varianza (ANOVA) con un α de $0,0514$.

Resultados y discusión

Caracterización fisicoquímica de chayota

La caracterización fisicoquímica de la pulpa de chayota se muestra en la Tabla 1. El agua es uno de los factores esenciales en las hortalizas y todos los tejidos vegetales, es un valor nutritivo de los alimentos, éste, diluye o concentra los nutrientes y otros componentes presentes en el alimento, sin embargo, la alta actividad acuosa provoca el ataque de microorganismos y descomposición rápida. Los alimentos con mayor contenido de agua, tienen mayor tasa respiratoria y actividad enzimática que reduce su vida de anaquel¹⁵. El contenido de humedad de la pulpa de chayota en esta investigación fue de $93,39 \pm 0,15\%$, similar al reportado por otros autores¹⁵ de $94,0 \pm 0,40\%$. Estudios recientes indican un contenido de humedad de $91,37 \pm 0,12\%$ ¹⁶. El contenido de cenizas totales, representa la cantidad de minerales en el alimento, en esta fracción se encuentran sales minerales, trazas de elementos y metales como: P, K, Na, Fe, Mg, Mn, Zn y Cu¹⁷. En la pulpa el contenido de cenizas fue de $0,31 \pm 0,003\text{ g}/100\text{ g}$, estos resultados son similares a los reportados por otros autores en un rango de $0,4\text{-}0,6\%$ ¹⁸. Estudios recientes señalaron un valor de cenizas de $3,66\%$ superior para esta investigación¹⁷. Este tipo de variación en esta investigación pudo deberse a las distintas condiciones climáticas y tipo de suelo.

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica de la chayota

Parámetro	Promedio \pm DE (n = 5)
Humedad (%)	93,39 \pm 0,15
Cenizas (%)	0,31 \pm 0,003
Grasa (mg /100 g)	ND
Proteína (g /100 g)	0,63 \pm 0,012
Fibra (g /100 g)	0,82 \pm 0,02
Carbohidratos (g /100 g)	4,84
Aporte Calórico (Cal)	22,88

Valores promedios de un triplicado (Promedio \pm DE). ND: No detectable.

En esta investigación no se detectaron cantidades cuantificables de grasas en la pulpa del fruto, el cual difiere con lo reportado por otro estudio¹⁹ que señaló 0,32 g. Sin embargo, otros estudios¹⁷ reportan un contenido de grasas de 0,02%. Las diferencias observadas en esta investigación y las reportadas previamente, pueden atribuirse a las características específicas de la zona de cultivo.

El contenido de proteínas totales en la pulpa de *Sechium edule* Jacq. Sw. cv. "virens levis" fue de 0,63 g/100g similar al valor de 0,70 g/100g¹⁵ reportado en la literatura. Dentro de la composición proteica es importante considerar que este fruto presenta siete de los nueve aminoácidos esenciales (e.g. lisina, leucina, metionina, fenilalanina, valina, isoleucina e histidina)¹⁵.

El contenido de fibra en la pulpa de chayota fue de 0,82 g/100g. Se ha reportado valores en un rango de 0,4-1,0%²⁰, similar al obtenido en esta investigación, las partes comestibles de la chayota son bajas en fibras, proteínas y vitaminas. Otros estudios indican una composición proximal de 2,13% superior al adquirido en esta investigación. Además, indicaron la presencia de inulina (fibra soluble) en el fruto¹⁷.

El contenido de carbohidratos fue de 4,84 g/100g el cual es similar al valor de 4,80 g/100g reportado por otros autores^{5,20}.

Cuantificación de compuestos fenólicos totales

Los estudios sobre las propiedades de captación de radicales libres de los flavonoides han permitido la caracterización de los principales componentes fenólicos de origen natural como antioxidantes²¹.

El contenido de compuestos en pulpa fue de 0,41 mg GAE/g (extractos sin purificación) y 0,23 mg GAE/g (extractos purificados) los cuales se encuentran los rangos de 0,15-2,06 mg GAE/g; 0,06-2,81mgGAE/g y 0,13-5 mg/g en una variedad no identificada de *S. edules*²², sin embargo resultaron inferiores a los rangos reportados para diversos vegetales y frutas cultivados en Taiwan entre los que señalan zanahoria 1,56 mg GAE/g y brócoli 2,9 mg GAE/g. El contenido de compuestos fenólicos en muestras de calabacín fue de 0,38 mg GAE/g similar al obtenido en este estudio²³. El empleo de diferentes métodos de extracción con los usados en esta investigación, así como el solvente de extracción pueden explicar las diferencias observadas en el contenido de compuestos fenólicos totales obtenidos y reportados. En el caso del solvente la capacidad de extracción está determinada por la afinidad entre el mismo y la naturaleza de los metabolitos presentes en el fruto, a mayor afinidad entre ambos la extracción se vuelve más eficiente.

Investigaciones reportaron la presencia de alcaloides no fenólicos, saponinas, esteroides y triterpenos, en frutos de *S. edule*, además de las actividades antiinflamatorias y cardiotónica del extracto metanólico, y de las fracciones etérea, clorofórmica y metanólica²⁴. El contenido de compuestos fenólicos totales es muestras de origen vegetal también puede verse afectado por la genética del fruto, factores ambientales, variedad del fruto, el método del cultivo, el estado de madurez, la época del cultivo, el clima y manejo poscosecha del fruto.

Separación de compuestos fenólicos

En la Tabla 2 se muestran los resultados del contenido de compuestos fenólicos totales en extractos purificados empleando microextracción en fase sólida con cartuchos C18 selectivos para el aislamiento de compuestos fenólicos en pulpa de frutos de chayota. Se puede observar que los valores obtenidos para el contenido de compuestos fenólicos totales purificados son menores (disminución de 45%) a los obtenidos en extractos no purificados, esto es debido la técnica permite la extracción selectiva de compuestos fenólicos, descartando azúcares, ácidos y otros componentes no fenólicos presentes. La microextracción en fase sólida (MEFS) se puede usar en combinación con otros sistemas de extracción, permite concentrar al analito de interés en la muestra aislándolo selectivamente de otros componentes presentes en la misma, de técnica se puede introducir selectividad en el proceso de extracción de fase sólida utilizando distintos absorbentes y variando la naturaleza del eluyente.²⁵

Tabla 2. Contenido de compuestos fenólicos totales purificados con cartuchos C18 para la pulpa de chayota (*Sechium edule*).

Contenido de fenoles totales purificados con C ₁₈ (mg GAE/100g)			
Hortaliza	Solvente	Condiciones de extracción	CV
		Relación masa: volumen 1:10	
Chayota	Metanol	23,10 ± 3,58	15,49 %

En la Figura 1 se muestra el espectro de absorción infrarrojo del extracto de pulpa de chayota (*Sechium edule*). La señal ancha intensa centrada en 3373,50 cm⁻¹ corresponde a la vibración de tensión O-H característica de compuestos fenólicos. Las vibraciones en 2926,01 y 2854,65 cm⁻¹ corresponden a estiramientos C-H tipo alifático. La señal en 1732,08 cm⁻¹ es característica de la vibración de tensión del grupo C=O. La poca intensidad observada indica la baja concentración de las especies químicas con este grupo funcional en su estructura. Las señales que se pueden observar a 1651,07 y 1637,56 cm⁻¹ corresponden a las vibraciones de tensión C=C aromáticas (vibraciones esqueléticas). Las vibraciones de flexión C-O-H se muestran a 1452,40 y 1384,89 cm⁻¹. Las bandas de 1145,72; 1099,43; 1078,21 y 1058,92 cm⁻¹ corresponden a las vibraciones de tensión C-O. Finalmente, el grupo de señales de pequeña intensidad entre 800-600 cm⁻¹ corresponden a las vibraciones de flexión C-H aromáticas fuera del plano. El tratamiento de este extracto empleando cartuchos C18 con metanol acidificado para concentrar los compuestos fenólicos presentes permitió obtener una fracción cuyo espectro infrarrojo se muestra en la Figura 2. La vibración de tensión O-H ancha y centrada 3404 cm⁻¹ es característica de los fenoles. Las señales en 2955; 2928 y 2857 cm⁻¹ que se atribuyen a las vibraciones de tensión C-H tipo alifático aparecen más definidas. La vibración de tensión C=O puede observarse más intensa y centrada en 1721 cm⁻¹ lo que indica que la fracción fenólica obtenida presenta un contenido significativo de especies químicas con este grupo funcional en su estructura. Se mantienen las señales correspondientes a las vibraciones de tensión C=C aromáticas en 1665 y 1640 cm⁻¹, las vibraciones de flexión C-O-H en 1402 y 1385 cm⁻¹, así como las correspondientes a las vibraciones de tensión C-O en 1200; 1123, 1068 cm⁻¹. Por último, el grupo de señales de pequeña intensidad entre 800-600 cm⁻¹ corresponden a las vibraciones de flexión C-H aromáticas fuera del plano. Estos resultados evidencian la existencia de compuestos de fenólicos en el extracto de pulpa de chayota. Almeida y col., 31 evaluaron residuos vegetales en chayota como un

coagulante para el tratamiento de aguas residuales textiles, en las que se identificaron varias bandas de absorción características, las cuales fueron similares a las indicadas en esta investigación, como las vibraciones de estiramiento para el grupo -OH en 3400 cm⁻¹, estiramiento C-H en 2900 cm⁻¹, y la banda C-O en 1000 cm⁻¹ característica de compuestos fenólicos.

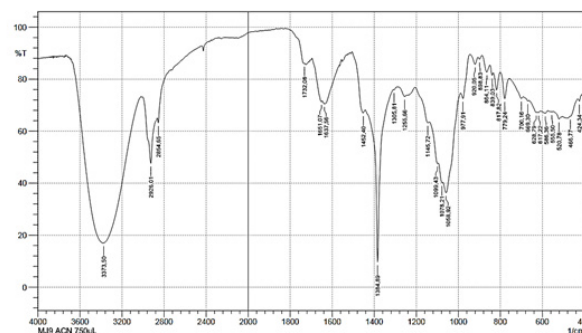


Figura 1. Espectro IR del extracto de pulpa de chayota (*Sechium edule*) sin purificación.

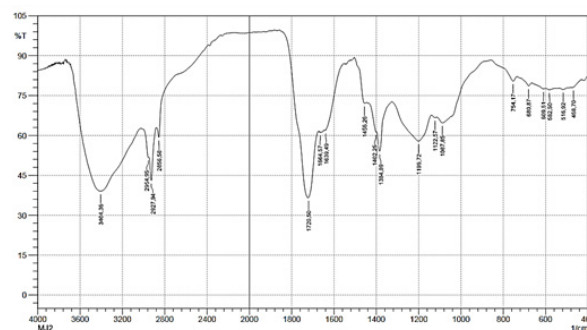


Figura 2. Espectro IR del extracto de pulpa de *Sechium edule* purificado con C18.

Actividad antioxidante

Los resultados de la actividad antioxidante por el método ABTS empleando como patrones el ácido ascórbico y ácido gálico se muestran en la Tabla 3. La chayota presentó una actividad antioxidante (mg de ácido ascórbico/100g) de 14,57 ± 1,22 y 8,07 ± 0,20 para extractos purificados y no purificados respectivamente, estos valores son inferiores a los reportados por Chaparro y col., (34) en frutos de curuba (*Passiflora mollisima*) quienes indican un valor de 3574,09 ± 4,46 mg de ácido ascórbico/100g de fruto. La actividad antioxidante empleando ácido gálico como patrón de referencia en los extractos sin purificación fue igual a 27,63 ± 2,52 mg de ácido gálico/100g y 14,81 ± 0,74 mg de ácido gálico/100g para extractos purificados, estos valores no pueden ser comparados con los reportados en la

literatura ya que en su mayoría los resultados son expresados en unidades de TROLOX / masa, un análogo sintético de la vitamina E, sin embargo se considera que dado que el patrón de ácido gálico es más accesible este puede ser una referencia para próximas investigaciones.

Finalmente es importante señalar que Los factores ambientales tales como la condición climática de crecimiento, etapa de maduración, la temperatura, la duración del almacenamiento y el tratamiento térmico pueden influir en la actividad antioxidante de los productos vegetales (35).

Tabla 3. Actividad antioxidante en la pulpa de *Sechium edule var. Virens levis*.

Actividad Antioxidante								
Método ABTS								
Muestra	(mg VEAC/100 g)				(mg VEAG/100 g)			
Chayota	ESP	CV	EP C ₁₈	CV	ESP	CV	EP C ₁₈	CV
	14,57 ±	8,37 %	8,07 ±	2,47 %	27,63 ±	9,12 %	14,81 ±	4,99 %
	1,22		0,20		2,52		0,74	

ESP: extractos sin purificación; EP: Extractos purificados

Los resultados del contenido de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante mostraron una correlación positiva y alta con la actividad antioxidante (R^2 : 0,0041 y 0,6738 respectivamente para el método ABTS, lo que sugiere que los compuestos fenólicos tienen una importante contribución en la actividad antioxidante de los extractos analizados en esta investigación. Diversas investigaciones han reportado una relación directa entre el contenido de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante 2,31,32, mientras que otros autores no reportan ninguna relación entre ambos parámetros33.

Conclusiones

Los resultados del contenido de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante mostraron una correlación positiva y alta con la actividad antioxidante (R^2 : 0,0041 y 0,6738) respectivamente para el método ABTS, lo que sugiere que los compuestos fenólicos tienen una importante contribución en la actividad antioxidante de los extractos analizados en esta investigación.

Referencias bibliográficas

- GEORGIADOU, E., GOULAS, V., MAJAK, I., IOANNOU, A., LESZCZNSKA, J., FOTOPOULOS, V. **BIOTECHNOLOGY AND FOOD SCIENCE**, 3-14. 2018.
- Kuskoski, M., Asuero, A., Troncoso, A., Manciani, J., Fett, F. **Ciencia y tecnología alimentaria**. 25, 4, 726-732. 2005.
- García, I., López, J., Betancur, D. **Universidad Tecnológica de la Mixteca**, pp. 10-16. 2003
- Quiñones, M., Miguel, M., Aleixandre, A. **Nutrición hospitalaria**. 76-89. 2011.
- Gamboa, W. **1era Edición, San José. Universidad de Costa Rica**. 7-10, 12, 38. 2005.
- Peña, M., Sosa, M., Cerón, A. **Jóvenes en la ciencia, revista de divulgación científica**, 101-106. 2017.
- COVENIN. Norma Venezolana 1769. Frutas. Ministerio de fomento. Caracas, Venezuela. Pp. 1-12. 1981.
- A.O.A.C. 13 th., Washington, D.C., 19.078, 19.079, 19.080. 2000.
- A.O.A.C. 13 th., Washington, D.C., Estados Unidos de America Association of Official Analytical Chemists, pp 125-13. 1980.
- Araya, H., Clavijo, C., Herrera C. **ALAN**, 56, 4, 361-365. 2006.
- Halvorsen, B., Blomhoff, R. **Food Chem**, 115, 785- 788. 2011.
- Marinova, D., Ribarva F., Atanassova M. **J. Chem Technol. Metallurgy**, 40, 3. 255- 260. 2005.
- Cevallos- Casals, B., Cisneros- Zevallos, L. **Food Chem**, 51, 3313-3319. 2003.
- Montgomery, D. Diseño y análisis de experimentos. 2da Edición. Distrito Federal, México.; Limusa Wiley. 589. 2004.
- Avendaño, C., Iñiguez, J., Arévalo, M., Rojas, E., Solano, V., Medina, J. **Grupo Interdisciplinario de Investigación en Sechium Edule en México**. pp 1-88. 2010.
- Mejía-Doria, C., Duque-Cifuentes, A., García-Alzate, L., Giraldo-Castaño, Y., Padilla-Sanabria, L. **Agronomía Colombiana**, 34. 1211-1214. 2016.
- Moreira, R. **Universidad Técnica de Ambato**. 1-90. 2018.

18. Rodríguez, C., Díaz, T., Galdón, R., Molina, P., Rodríguez-Rodríguez, E., Romero, C. **ALAN**, 168-179. 2015.
19. Yurivilca, C. Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María. Facultad de Industrias Alimentarias, para optar al título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. **Tingo María-Perú**. 1-130. 2002.
20. Lira, R. **International Plant Genetic Resources Institute**, 7-10, 19-28. 1996.
21. Rice-Evans, C., Miller, N., Paganga, G. **Elsevier**, 152-159. 1997.
22. Riviello-Flores, M., Arévalo-Galarza, L., Cadena-Iñiguez, J., Soto-Hernández, R., Ruiz-Posadas, L., Gómez-Merino, F. **Beverages**. 4, 37. 2018.
23. Huang, H., Chang, Ch., Tso, T., Huang, J., Chang, W., Tsai, Y. **Food Sci and nutr**, 423-429. 2004.
24. FRÍAS, J., RAMIREZ, G., DE LA PAZ C., PACHECO, C., ACOSTA Y. **Medisur**. 14:6. 2016.
25. Peña, A. Universidad politécnica de Valencia. 1-67. 2011.
26. De Corta Hernáez, J. Universidad de la Rioja. 1-94. 2013.
27. Chao, Y., Lin, Y., Lin, K., Liu, Y., Hsu, J., Yang, Ch., Lai, J. **Nutrients**, 2115-2130. 2014.
28. Loizzo, M., Bonesi, M., Menichini, F., Tenuta, M., Leporini, M., Tundis, R. **Plant food**, 1-7. 2016.
29. Koehnlein, E., Bracht, A., Nishida, V., Peralta, R. **Food Nutr Surveys**, 293-298. 2013.
30. Yang, R., Tsou, S., Lee, T., Wu, W., Hanson, P., Kuo, G., Engle, L., Lai, P. **J Sci. food Agric.**, 2395-2403. 2006.
31. Almeida, C., De Souza, M.T., Freitas, T.K., Ambrósio, E., Geraldino, H.C., García, J.C. **Int. J. Energ. Water Resour**, 37-46. 2016.
32. Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Cevalloz, L., Hawkings, B., **J. Food Comp Anal.**, 1, 3, 669-675. 2006.
33. Ismail, A., Marjan, M., Z., Foong, W. Chin. **Food Chem**, 581-586. 2004.
34. Chaparro-Rojas, D; Maldonado, M; Franco-Londoño, M; Urango-Marchena, L. **Perspect Nutr Humana**, 6, 203-212. 2005.
35. Prior, R.; Wu, X.; Schaich, K. **J Agr Food Chem**, 53, 4290-4302. 2005.



UNIVERSIDAD
DEL ZULIA

CIENCIA

Vol.26 N°1, 2

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada
en junio de 2018, por el Fondo Editorial Serbiluz,
Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela*

www.luz.edu.ve
www.serbi.luz.edu.ve
produccioncientifica.luz.edu.ve